

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería Industrial



**Propuesta de construcción e instalación de un tanque de proceso en el área del fraccionador, para reducción de costos de elaboración de grasa "A" y manteca "E" en la línea de producción de aceites en la empresa "Olmecca S.A"**

Trabajo de graduación presentado por

Jacqueline Lourdes Velásquez Magaña

para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería Industrial

Guatemala

2014



**Propuesta de construcción e instalación de un tanque de proceso en el área del fraccionador, para reducción de costos de elaboración de grasa "A" y manteca "E" en la línea de producción de aceites en la empresa "Olmecca S.A"**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería Industrial



**Propuesta de construcción e instalación de un tanque de proceso en el área del fraccionador, para reducción de costos de elaboración de grasa “A” y manteca “E” en la línea de producción de aceites en la empresa “Olmecca S.A”**

Trabajo de graduación presentado por

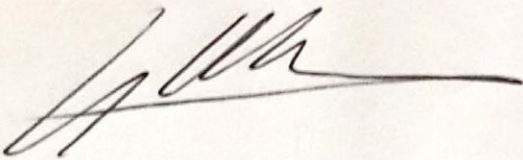
Jacqueline Lourdes Velásquez Magaña

para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería Industrial

Guatemala


2014

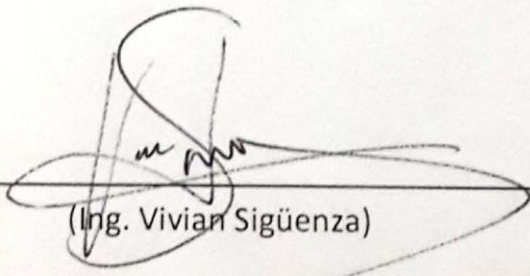
Vo. Bo.:

(f)   
\_\_\_\_\_  
(Ing. Guillermo Callen Álvarez)

Tribunal Examinador:

(f)   
\_\_\_\_\_  
(Ing. Guillermo Callen Álvarez)

(f)   
\_\_\_\_\_  
(Ing. María del Carmen Rodríguez)

(f)   
\_\_\_\_\_  
(Ing. Vivian Sigüenza)

Fecha de aprobación: Guatemala 29 de enero de 2014

## PREFACIO

El siguiente trabajo de graduación surgió de la necesidad de proveer con más estearina 5 a la elaboración de grasas y mantecas. El problema fue tratado con diferentes ingenieros de la planta Olmeca S.A. y llegaron a la conclusión de que la practicante (yo) se hiciera cargo, debido a que ya llevaba 6 meses de prácticas y ya tenía conocimiento de las áreas de la planta.

Inicie el estudio visitando el área del fraccionador para familiarizarme con las maquinas, con la ayuda de los operarios pude entender mejor el proceso. Es importante realizar la visita de campo ya que el estudio es un proceso complejo.

Doy las gracias al dueño de la empresa debido a que me permitió realizar la tesis en la Olmeca. También al Ingeniero Héctor Reyes, por darle seguimiento a la situación y a estar anuente a todas las dudas que tuve a lo largo del proceso de investigación. En especial doy las gracias al Ingeniero Aníbal Rezzio, ya que sin él no hubiera podido entender varios procesos, ya que con paciencia y dedicación resolvió mis problemas. También a los operarios del área del fraccionador, ya que ellos dedicaron su tiempo varias veces para darme recorridos por todo el área y proveerme la información necesaria.

Quiero agradecerle a mi asesor Ing. Callen Álvarez por todas las recomendaciones que me hizo y fue una guía para poder culminar el trabajo de graduación.

También quiero agradecerle a mi familia por estar apoyándome y por su puesto a mi esposo Juan Ruiz, te amo!♥

Debido a que muchos datos de la empresa Olmeca S.A. no se pueden exponer, solo puedo tomar los datos que me están provyendo sin poder adentrarme más a fondo mí presentar cómo se obtuvieron.

## CONTENIDO

PREFACIO .....	vi
CONTENIDO .....	vii
RESUMEN .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN .....	2
III. OBJETIVOS .....	3
A. Objetivo general.....	3
B. Objetivo específicos .....	3
IV. MARCO TEÓRICO .....	4
A. Olmeca S.A. ....	4
B. Aceite de palma africana.....	4
C. Aceites y grasas .....	7
D. Fraccionador .....	9
E. Productos derivados que utilizan Estearina 5 .....	11
F. Descripción del equipo para tanque 1003 .....	13
G. Método de descomposición para proyección.....	15
H. Balanceo de líneas.....	18
I. Asprova .....	18
J. Diagrama de procesos.....	19
K. Diagrama de Ishikawa .....	19
L. Diagrama de Gantt .....	19
M. Herramientas financieras.....	20
V. MARCO PRÁCTICO.....	22
A. Análisis actual de capacidad y tiempos del fraccionador .....	22
B. Diagrama de causa-efecto .....	24
C. Déficit de estearina 5 .....	25

D.	Proyecciones de la demanda futura .....	26
E.	Demanda teórica de estearina 5 .....	43
F.	Análisis de costos de los productos .....	44
G.	Ahorro económico al cubrir la demanda con el tanque 1003A .....	44
H.	Balaceo de líneas.....	45
I.	Diagrama de operaciones propuesto con tanque 1003A .....	50
J.	Tiempo de vida del tanque 1003A .....	52
K.	Mejora al nuevo tanque 1003A .....	52
L.	Recurso Humano.....	56
M.	Seguridad Industrial .....	56
N.	Gestión de calidad HACCP.....	59
O.	Planos del tanque 1003A .....	60
P.	Análisis de costos del nuevo tanque 1003A.....	63
Q.	Inflación.....	65
R.	Análisis financiero .....	67
VI.	CONCLUSIONES .....	70
VII.	RECOMENDACIONES .....	71
VIII.	BIBLIOGRAFÍA .....	72
IX.	APÉNDICE.....	73



## LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro No. 1: Porcentaje de utilización de estearina 5 e hidrogenado duro en TM .....	11
Cuadro No.2: Consumo mensual de estearina 5 en el año 2013.....	12
Cuadro No. 3: Elementos del tanque 1003.....	15
Cuadro No. 4: Símbolos de diagrama de operaciones.....	19
Cuadro No. 5: Consumo teórico y real de estearina 5 e hidrogenado duro.....	25
Cuadro No. 6: Producción y déficit de estearina 5 .....	26
Cuadro No. 7: Cálculos para identificar modelo aditivo o multiplicativo para grasa A .....	28
Cuadro No.8: Cálculos de desviación estándar y media de grasa A .....	28
Cuadro No. 9: Cálculos varios usando datos históricos de grasa A para proyección .....	29
Cuadro No. 10: Cálculo de ajuste de estacionalidad de grasa A.....	30
Cuadro No. 11: Cálculo de ajuste de ciclo grasa A.....	31
Cuadro No. 12: Cálculo de proyección de grasa A.....	32
Cuadro No. 13: Ajuste de estacionalidad grasa A para julio 2014 a junio 2015 .....	32
Cuadro No. 14: Ajuste de ciclo grasa A para julio 2014 a junio 2015 .....	33
Cuadro No.15: Proyección de grasa A para julio 2014 a junio 2015.....	33
Cuadro No. 16: Cálculo de modelo aditivo o modelo multiplicativo de manteca E.....	35
Cuadro No. 17: Cálculo de coeficiente de variación de manteca E .....	37
Cuadro No. 18: Cálculo de datos históricos de manteca E para proyección .....	38
Cuadro No. 19: Cálculo de ajuste de estacionalidad para manteca E .....	39
Cuadro No. 20: Cálculo de ajuste de ciclo para manteca E.....	39
Cuadro No. 21: Cálculo para proyección de manteca E.....	40
Cuadro No. 22: Ajuste de estacionalidad manteca E para julio 2014 a junio 2015 .....	41
Cuadro No.23: Ajuste de ciclo manteca E para julio 2014 a junio 2015.....	41

Cuadro No. 24: Proyección de manteca E para julio 2014 a junio 2015.....	42
Cuadro No. 25: Cálculo total de demanda teórica de todos los productos.....	43
Cuadro No. 26: Costos por tonelada.....	44
Cuadro No. 27: Crecimiento del 2011 a 2015.....	44
Cuadro No. 28: Proyección de ahorro al usar estearina 5 natural .....	45
Cuadro No. 29 Descripción de procesos en Asprova .....	46
Cuadro No. 30: Toneladas métricas de estearina 5 necesarias por año.....	52
Cuadro No. 31: Elementos de seguridad industrial para soldar.....	57
Cuadro No. 32: Materiales para construcción del tanque 1003A con acero inoxidable ....	63
Cuadro No. 33: Recurso humano para la construcción del tanque con acero .....	64
Cuadro No. 34: Materiales para construcción del tanque 1003A con hierro negro.....	64
Cuadro No. 35: Recurso humano para la construcción del tanque con hierro negro .....	65
Cuadro No. 36: Inflación intermensual a lo largo del 2011 al 2013 .....	66
Cuadro No. 37: Flujo de efectivo opción hierro con pintura epóxica anual .....	68
Cuadro No. 38: Flujo de efectivo opción acero inoxidable .....	69
Cuadro No. 39: Proyección de ahorro de enero 2014 a junio 2015 con estearina 5.....	75
Cuadro No. 40: Proyección de ahorro de julio 2015 a junio 2018 con estearina 5 .....	76
Cuadro No. 41: Proyección de ahorro de julio 2015 a junio 2018 al utilizar estearina 5 ...	76
Cuadro No. 42: Tipo de cambio desde enero 2013 a octubre 2013 .....	79
Cuadro No. 43: Proyección de la inflación hasta el año 2018 .....	80
Cuadro No. 44: Flujo de efectivo desglosado por mes hierro negro con epóxico.....	81
Cuadro No. 45: Flujo de efectivo desglosado por mes acero inoxidable.....	82

## LISTA DE IMAGENES

Imagen	Página
Imagen No. 1: Palma de aceite <i>Elaeis Guineensis</i> .....	5
Imagen No. 2: Composición nutricional del aceite de palma por 100gramos.....	5
Imagen No. 3: Productos derivados del aceite de palma .....	6
Imagen No. 4: Principales áreas de cultivo de palma y extracción de aceite .....	6
Imagen No.5: Composición de ácidos grasos de palma africana.....	7
Imagen No. 6: Curva de enfriamiento de la estearina.....	10
Imagen No. 7: Filtro rotativo con tambor.....	11
Imagen No.8: Parte exterior tanque 1003 y localización.....	13
Imagen No. 9: Plano de medidas exteriores .....	14
Imagen No.10: Plano del interior y exterior del tanque 1003 .....	14
Imagen No. 11: Plano de las partes de la tapadera del tanque 1003.....	15
Imagen No. 12: Diagrama de procesos para obtener estearina 5 .....	23
Imagen No. 13: Diagrama causa-efecto para producción de grasas y mantecas .....	24
Imagen No. 14: Grasa A de julio 2010 a junio 2013.....	27
Imagen No. 15: Media móvil y regresión lineal en la demanda histórica de grasa A.....	27
Imagen No. 16: Grasa A con proyección .....	34
Imagen No. 17: Datos históricos de la demanda de manteca E .....	34
Imagen No. 18: Media móvil y regresión lineal en la demanda histórica de manteca E....	35
Imagen No. 19: Manteca E con proyección .....	42
Imagen No. 20: Editor de datos maestros .....	47
Imagen No. 21: Tabla de pedidos Asprova .....	48
Imagen No. 22: Planificación de producción Asprova .....	49
Imagen No. 23: Planificación de producción Asprova continuación 2 .....	49
Imagen No.24: Producción completa en un mes Asprova.....	50

Imagen No.25: Diagrama de operaciones propuesto agregando tanque 1003A .....	51
Imagen No. 26: Opciones de formas para construcción del tanque 1003A .....	53
Imagen No. 27: Opciones de sistema de enfriamiento para tanque 1003A.....	53
Imagen No. 28: Equipo industrial para soldar el tanque 1003A.....	56
Imagen No. 29: Propuesta de escalera de gatos para el tanque 1003A.....	58
Imagen No. 30: Pasamanos sobre el tanque 1003A.....	58
Imagen No. 31: Pintura epoxi para la parte superior del tanque 1003A.....	59
Imagen No. 32: Esferas antideslizantes para la parte superior del tanque 1003A.....	59
Imagen No. 33: Base para polipasto para tanque 1003A .....	59
Imagen No. 34: Sensor de nivel de acero inoxidable para tanque 1003A.....	60
Imagen No. 35: Plano en 3D del tanque 1003A.....	60
Imagen No. 36: Mezclador y hélices tanque 1003A .....	61
Imagen No. 37: Escalera de gato tanque 1003A.....	61
Imagen No. 38: Parte exterior superior tanque 1003A .....	61
Imagen No. 39: Tanque 1003A exterior.....	62
Imagen No. 40: Parte exterior plano tanque 1003A.....	62
Imagen No. 41: Parte de arriba tanque 1003A .....	63
Imagen No. 42: Inflación intermensual acumulada con regresión lineal .....	66
Imagen No. 43: Aceite Meropa 320.....	67
Imagen No. 44: Aceite 10w40.....	67
Imagen No. 45: Logaritmo de grasa A.....	74
Imagen No. 46: Promedio móvil del logaritmo grasa A.....	74
Imagen No. 47: logaritmo manteca E .....	74
Imagen No. 48: Promedio móvil del logaritmo manteca E.....	75
Imagen No. 49: Cotización epóxico Bart-rust 233H para el interior del tanque .....	77
Imagen No. 50: Cotización bomba de paletas Blackmecker.....	77
Imagen No. 51: Cotización sensor de nivel.....	78
Imagen No. 52: Cotización ropa y protección industrial.....	78

## RESUMEN

Se propone la construcción e instalación del tanque 1003A, el cual es una oportunidad a mediano plazo (5 años) para la empresa Olmeca S.A. Se escoge a mediano plazo ya que se están realizando estudios en la empresa para mejorar el proceso de fraccionamiento, en el lapso de aplicación de dicho estudio, se desea cubrir el costo de oportunidad de fabricar manteca "E" y grasa "A" a un monto de Q65.53 más barato. Se realiza esta propuesta debido a que se tiene déficit de estearina 5, componente utilizado para la elaboración de manteca "E" y grasa "A". Durante la elaboración de trabajo de graduación se determinó que no se puede dejar de usar hidrogenado duro, sino que se quiere dejar de usar estearina 5 sintética ya que este es el componente sustituto de la estearina 5 natural. La estearina 5 sintética está compuesta por hidrogenado duro y estearina 3.

Al colocar el nuevo tanque 1003A se tiene un ahorro de costos de Q65.53 por cada tonelada métrica que no se use estearina 5 artificial, lo cual puede representar en el año 2014 un ahorro de Q154,300.72. Al analizar la demanda se pudo determinar que mensualmente en promedio se están utilizando 185 toneladas métricas de estearina 5 sintética debido a que la capacidad del tanque 1003 es de 295 TM.

La vida útil del tanque es hasta junio del 2018 ya que la demanda va creciendo 2% cada mes. Al analizar los costos para la construcción del tanque se determinaron dos opciones: construido con acero inoxidable con un costo total de Q399,047.00 y la opción de hierro negro con pintura epóxica con un costo total de Q265,095.11. Al realizar el flujo de efectivo se tiene un PRI para acero inoxidable de 2.34 años y para hierro negro 1.55 años. La opción de hierro negro debido a que tiene una TIR de 60% mayor a la TMAR y menor tiempo de recuperación de la inversión. Se escoge la opción de hierro negro con recubrimiento de epóxico ya que le da la libertad a la empresa de aplicar el estudio de mejora al proceso de fraccionamiento en 1.55 años.

## I. INTRODUCCIÓN

El área del fraccionador se utiliza para enfriar de manera controlada el aceite de palma RBD (refinada, desodorizada) con el objetivo de separar la parte líquida (oleína) de la parte sólida (estearina). El proceso de cristalización de la estearina 3 es realizado en el tanque 1003 (capacidad 31 toneladas) con proceso de 13 horas (tiempo en el que filtro rotativo queda en desuso).

El siguiente trabajo de graduación es una propuesta de construcción e instalación del tanque 1003A en el área del fraccionador de la empresa Olmeca, para aumentar la fabricación de estearina 5, de tal manera lograr suplir la demanda presente y futura, el cual es utilizado en la elaboración de varios productos, aunque el estudio se enfocará en la fabricación de grasa "A" y manteca "E", ya que utilizan el 71% de la producción de estearina 5. Será construido dentro de la empresa ya que cuenta con mecánicos y área de soldadura, los únicos elementos que serán adquiridos son: los materiales para la construcción y los motores de mezclado, vaciado y llenado. Para respaldar la propuesta de tesis, se abarcarán 2 áreas de excelencia las cuales son producción y diseño (ingeniería de plantas, gestión de calidad, métodos y procesos industriales, seguridad industrial e ingeniería de la producción) y finanzas (ingeniería financiera). Se realizarán proyecciones de series de tiempo de la demanda futura, análisis de capacidades de los tanques y flujo del proceso (DOP), balanceo de líneas con el nuevo tanque 1003A (ASPROVA), estudios de ingeniería de plantas para la construcción de la galera y el tanque 1003A, análisis de costos de fabricación del tanque 1003A y análisis financiero (TIR, VPN, recuperación de inversión).

Actualmente se tiene déficit para satisfacer completamente la demanda de estearina 5, por lo que se utiliza un sustituto, el cual es estearina 5 sintética, para la elaboración de grasa "A" y manteca "E". La estearina 5 sintética es 9% más caro por TM que la estearina 5 natural. Por lo que sube los costos de fabricación en los productos descritos a Q65.53 por TM. Con la fabricación del nuevo tanque 1003A se logrará suplir la demanda presente y futura de estearina 5, se disminuirán los costos de elaboración de los productos grasa "A" y manteca "E", al igual que se logrará la optimización de uso del filtro rotativo aprovechando la capacidad ociosa. La tesis se estará realizando en los meses de julio a noviembre de 2013.

## II. JUSTIFICACIÓN

Se desea aprovechar esta oportunidad para generar ahorros con la fabricación de manteca "E" y grasa "A". Actualmente el tanque 1003 tiene una capacidad limitada teórica de 31 toneladas el cual es utilizado para almacenar y cristalizar estearina 3. Al filtrar la estearina 3 se obtienen 50% de oleína 4 y 50% de estearina 5. Los datos históricos de la demanda reflejan una tendencia de aumento, no se logra suplir la demanda actual ya que se tiene un déficit de 133.2 toneladas de estearina 5 en promedio. Es por eso que se fabrica el sustituto de la estearina 5 sintética, es una combinación de 85% de estearina 3 y 15% de hidrogenado duro para satisfacer la demanda restante, aunque este tiene un mayor costo de Q65.53 por tonelada métrica más que la estearina 5, debido a que su proceso requiere hidrogenación, repercutiendo en el aumento del costo de los productos elaborados.

Para la cristalización de la estearina 3 se lleva 14 horas en el tanque 1003, en ese tiempo el filtro rotativo queda en desuso. Se requiere la construcción de otro tanque cristizador el cual se llamará tanque 1003A, para poder suplir la demanda de estearina 5 faltante.

Para asegurar la recuperación de inversión del tanque cristizador 1003A, se va a enfocar el estudio el ahorro generado al no usar en la estearina 5 sintética. El 26% de la fabricación total de estearina 5 es utilizado en la fabricación de grasa "A". El 45% de estearina 5 se usa en la fabricación de manteca "E". Para darse una idea en el mes de julio 2013 se necesitaban 563.90 TM de estearina 5, los cuales solo se pudieron cubrir 295TM.

### **III. OBJETIVOS**

#### **A. Objetivo general**

Aumentar la producción de estearina 5 por medio de la propuesta de construcción e instalación del tanque 1003A, fabricando grasa "A" y manteca "E" a menor costo, sin tener la necesidad de usar hidrogenado duro en Olmeca S.A.

#### **B. Objetivo específicos**

1. Determinar la cantidad de estearina 5 se debe fabricar para suplir la demanda presente y futura, usando datos históricos y proyectándolos.
2. Realizar análisis de capacidades y tiempos para la construcción del tanque.
3. Analizar costo total de construcción del tanque.
4. Análisis financiero para determinar en cuánto tiempo se tendrá la recuperación de la inversión del nuevo tanque 1003A.



## IV. MARCO TEÓRICO

### A. Olmeca S.A.

Olmeca es una empresa AGRO INDUSTRIAL que cuenta con una planta de refinación de aceites y grasas vegetales para atender el mercado local y extranjero. Fue fundada alrededor de 1975 en Gomera, Escuintla. Los productos se enfocan en:

1. Aceites vegetales para cocinar
2. Aceites especiales para frituras
3. Mantecas para panificación
4. Mantecas especializadas y aplicaciones especiales
5. Margarinas de mesa y para repostería.

Entre sus propósitos, buscar nichos de mercado para incursionar el aceite de palma africana, aceite de palmiste y aceite de soya, de los cuales se obtienen mantecas y grasas.

Es una empresa que se preocupa por el medio ambiente ya que todos sus residuos son tratados o son utilizados en otro tipo de industria. Cuenta con planta de tratamiento de agua. Actualmente se ubica en el municipio de Fraijanes.

### B. Aceite de palma africana

1. Generalidades. La palma de aceite (*Elaeis Guineensis*) es una planta que crece en climas cálidos. Derivado del fruto se extrae la pulpa para fabricar aceites y grasas. Tarda de 2 a 3 años para producir frutos. La palma puede tener una vida productiva de 20 a 25 años, después de este tiempo es difícil la cosecha debido a la altura de la planta de palma. Es el segundo aceite mas consumido en el mundo. Dentro de las plantas que producen aceites, es la que mayor cantidad de aceite produce por hectárea. El cultivo tiene 10 veces más rendimiento que cualquier otro aceite de cultivo oleaginoso.

Se puede observar en la Imagen No. 1 la palma de aceite junto a su fruto rojo.

Imagen No. 1: Palma de aceite *Elaeis Guineensis*



(Mondragon, 2011)

En la Imagen No. 2 se puede encontrar la composición nutricional del aceite de palma. El contenido de sólidos grasos del aceite de palma le da consistencia sólida/semisólida a bases para margarinas y mantecas, sin necesidad de hidrogenación.

Imagen No. 2: Composición nutricional del aceite de palma por 100gramos

COMPUESTO	CANTIDAD
Calorías	884 Kcal
Agua	0.00 g
Proteína	0.00 g
Grasa	100.00 g
Cenizas	0.00 g
Carbohidratos	0.00 g
Fibra	0.0 g
Calcio	0 mg
Hierro	0.01 mg
Fósforo	0 mg
Vitamina E	15.94 mg

(FAO, 2006)

La utilización del aceite de palma puede ser para alimentación o industrial. La empresa Olmeca S.A., se dedica a la utilización de estos productos para alimentación en la elaboración de panadería, pastelería, condimentos, etc.

En la Imagen No.3 se muestran algunos de los productos que utilizan a base de aceite de palma, estos productos pueden ser alimentos, bebidas, productos para cuidado personal, productos de limpieza y cosméticos.



En el 2013 se cultivaron 110 mil hectáreas. Esto representa un crecimiento del 93% en 8 años.

El fraccionamiento del aceite tiene como resultado: oleína y estearina de palma. La oleína es líquida en climas cálidos y se puede mezclar con aceite vegetal.

### C. Aceites y grasas

Las grasas son clasificadas en grasa saturada, grasa hidrogenada y grasa insaturada. La clasificación del mismo depende de la estructura de las moléculas. La grasa saturada y grasa hidrogenada son sólidas a temperatura ambiente. La grasa insaturada es líquida en la misma condición. Del aceite de palma se puede obtener cuatro ácidos grasos, de los cuales los 2 insaturados son: ácido oleico y linoleico los cuales son líquidos a temperatura ambiente. Los otros dos saturados son: palmítico y esteárico. Son sólidos a temperatura ambiente. El aceite de palma puede llegar hasta un 50% de saturación, su composición promedio es:

Imagen No.5: Composición de ácidos grasos de palma africana

Ácido graso	Composición (%)
Ácido Palmítico	45
Ácido esteárico	4
Ácido oleico	39
Ácido linoleico	10
Otros	2

El fraccionamiento físico del aceite de palma previamente blanqueado y desodorizado (palma RBD) permite obtener oleína también llamada ácido oleico (líquida) y estearina también llamada ácido esteárico (sólida).

La hidrogenación del aceite permite que el mismo se vuelva más sólido, se puede utilizar para hacer margarina (aceite vegetal e hidrogenación). Otra forma de hacer margarina es usando ácido esteárico y una mezcla de otros ácidos grasos sin tener que hacer una transformación química (hidrogenación). Tomar en cuenta que al usar producto hidrogenado para realizar margarinas y grasas, se obtiene más grasas trans.

1. Aceite RBD. Es el aceite de palma refinado, blanqueado y desodorizado por medio de la refinación física el cual es realizado en dos etapas: blanqueo y desodorización. Para el blanqueo se utiliza tierras absorbentes y vapor agitador para aumenta la temperatura de proceso y el área de contacto entre la tierra adsorbente y el volumen del aceite. Luego es extraída la tierra por medio de filtros. Se procede a desodorizar para eliminar los ácidos grasos libres del aceite procesado. Estos ácidos causan el sabor y olor desagradable al aceite. Para eliminarlos se utiliza destilación por arrastre de vapor.

2. Estearina 3. El aceite RBD se cristaliza a baja temperatura, luego esta pasa por el filtro prensa en donde se da el fraccionamiento del aceite y se divide en estearina y oleína. La parte solida es la estearina. Se le llama estearina 3 porque es la primera filtrada del aceite cristalizado.

3. Oleína 4 y estearina 5. La estearina 3 calentada a 80°C y luego enfriada hasta 23°C para la cristalización parcial nuevamente. Luego pasa por el filtro rotativo separan los cristales de la fase líquida, los cristales son llamados estearina 5 y la parte líquida es llamada oleína 4. Se le llama estearina 5 ya que es obtenido a partir del segundo filtrado. La estearina resulta ser un producto más sólido que sirve para producir grasas, en especial margarinas y mantecas.

4. Hidrogenado duro. La hidrogenación es el proceso químico el cual se transforma la oleína 4 en grasa sólida mediante el aumento de temperatura y la inyección de hidrogeno en presencia de un catalizador metálico (níquel, platino, paladio, etc.), este proceso crea el producto: Hidrogenado Duro. Tiene el fin de aumentar la plasticidad a temperatura ambiente mediante la conversión de ácido graso insaturado en saturado. La presión total, la concentración y la mayor cantidad de catalizador ayudan a que la velocidad de reacción sea alta. Debido a que se vuelve una grasa saturada que tiene mayor nivel de ácidos grasos trans y ácido oleico que la estearina 5, el cual no cumple con los parámetros de calidad en el laboratorio para su autorización.

5. Sustituto de estearina 5 o estearina 5 sintética. Como se ha dicho anteriormente, para poder suplir el déficit de estearina se utiliza el sustituto de una combinación de:

- a. Estearina 3: se utiliza 85%
- b. Hidrogenado duro: se utiliza 15%

## D. Fraccionador

1. Tipos de fraccionamiento
  - a. Sedimentación por gravedad y por refrigeración indirecta. Es el proceso más antiguo que consiste en separar el aceite mediante sedimentación por gravedad de los sólidos. Ya no se sigue utilizando ya que conlleva a una gran pérdida de aceite.
  - b. Adición de agentes de superficie activa y centrifugación
  - c. Fraccionamiento en seco. Se funde completamente la grasa y es luego enfriada, para formar cristales de los triglicéridos de mayor punto de fusión, es separado por medio de filtros.
  - d. Fraccionamiento con disolventes. Se disuelve el aceite con un disolvente como acetona o hexano, se deja enfriando la solución. Se inicia la formación de cristales de los triglicéridos y luego son filtrados. Las fracciones se pueden recuperar por evaporación del disolvente.

2. Proceso de fraccionamiento en seco utilizada en la empresa. El fraccionamiento en seco es la separación física que consiste en enfriar controladamente el aceite RBD para separarla fracción líquida de la fracción sólida cristalizada por medio de la filtración. Esta separación depende de la temperatura de cristalización.

El proceso consiste en la entrada de aceite RBD a temperatura alta a las unidades de cristalización, en donde se desciende gradualmente la temperatura para la formación de cristales, luego pasa por el filtro prensa, que con alta presión realiza la fracción de oleína y estearina. La estearina queda atrapada dentro de las placas del filtro. La oleína 2 es almacenada y la estearina 3 es colocada en el tanque 1003 para su cristalización. La estearina 3 es calentada y luego enfriada para producir nuevamente una curva de enfriamiento suave. Luego de la formación de cristales, se pasa al filtro rotativo para fraccionar oleína 4 y estearina 5. Es un proceso reversible con costos bajos y no tiene pérdidas durante la operación. Las máquinas a utilizar son:

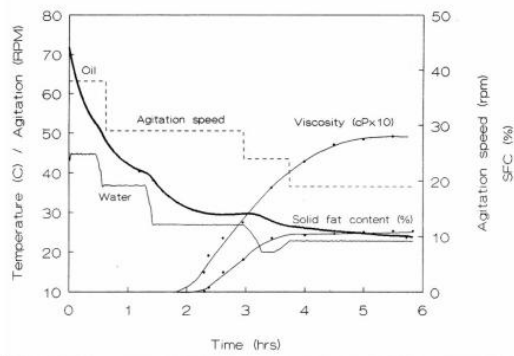
- a. Cristalizadores. Se utilizan unidades cristalizadoras las cuales son dispositivos cilíndricos con gran superficie de enfriamiento y están equipados con agitadores que mueven el aceite, estas garantizan que el producto tenga homogeneidad en el intercambio de calor.

Está equipado con un chiller para producir la curva de enfriamiento suave en tiempo determinado. En el proceso del fraccionador se tienen ocho cristalizadores.

b. Filtro prensa. El filtro prensa tiene la aplicación de separar sólidos y líquidos. Se obtiene alto rendimiento para la filtración. Trabaja por medio de presión en las placas para que los cristales queden atrapados en ellas y el aceite sea desembocado en un recipiente, el cual lo conduce al tanque 1082b (tanque de paso). Los filtros prensa de placas y marcos son donde se acumula la torta. El filtrado fluye a través del tejido filtrante. Las lonas cubren las placas (corazón del filtro prensa). El tejido utilizado puede variar, aunque se destacan los tejidos técnicos los cuales son el polipropileno (PP), el poliéster (PE) y la poliamida (PA), cuyo uso se determina por diversos factores, tales como temperatura y presión de trabajo. Para despegar las tortas (estearina) se utiliza una paleta.

c. Tanque 1003. El tanque 1003 es un tanque cristizador que está compuesto de un agitador para mantener homogénea la mezcla, chiller el cual enfría lentamente para producir una curva de enfriamiento suave para la formación de cristales. En el proceso de cristalización se debe de seguir un enfriamiento controlada para la formación adecuada de los cristales, este proceso se llama curva de enfriamiento. Para conseguir el punto de cristalización que produzca una fácil filtración y bajo nivel de oclusión líquida. La curva como se muestra en la Imagen No. 6 regula la velocidad y el tiempo de enfriamiento. Al respetar el tiempo de refrigeración se logra controlar la velocidad de formación a una temperatura determinada, al igual el tamaño y cantidad de aceite en los cristales. La resonancia magnética nuclear permite la medición de cantidad de grasa cristalizada y cuando se estabiliza el contenido de grasa cristalizada.

Imagen No. 6: Curva de enfriamiento de la estearina



Fuente: PORIM. *International Palm Oil Congress, Competitiveness for the 21st century.*

d. Filtro rotativo. El filtro rotativo utiliza el vacío para la separación de sólido-líquido mediante una tela filtrante porosa, con el vacío aplicado a la superficie interna provoca que la torta de estearina 5 se acumule en la superficie para ser separada por medio de un raspador auxiliar. Se realiza un lavado de la torta con aceite caliente para evitar que quede atascada en el raspador. La Imagen No. 7 muestra los planos del filtro rotativo con tambor.

Imagen No. 7: Filtro rotativo con tambor.



(Olmeca S.A)

## E. Productos derivados que utilizan Estearina 5

1. Productos. Se utiliza estearina 5 en la producción de varios productos, los cuales son:

Cuadro No. 1: Porcentaje de utilización de estearina 5 e hidrogenado duro en TM

productos	cantidad de estearina 5	cantidad de hidrogenado duro
manteca CF	15%	
manteca E	42%	
manteca EXP C	42%	7%
manteca EXP D	42%	
manteca EXP H	42%	
grasa A	68%	32%
manteca N	12%	

El Cuadro No.1 lo que se quiere resaltar es la cantidad de estearina 5 que necesita cada producto. La grasa A es la que mayor porcentaje necesita, manteca E y sus derivados necesitan 42%.

Los productos tienen otros componentes los cuales no fueron expuestos ya que es secreto de empresa. Aunque el estudio se enfocara únicamente en los productos:



- a. Manteca E
- b. Grasa A

Se eligieron estos productos ya usan el mayor porcentaje de estearina 5 y tienen una demanda mayor y constante en el tiempo (como se muestra en el Cuadro No. 2).

2. Demanda de estearina 5 en productos e hidrogenado duro. En el Cuadro No. 2 se muestra el porcentaje que representan los productos en la utilización mensual de estearina 5 en el año 2013 de los meses enero a junio.

Cuadro No.2: Consumo mensual de estearina 5 en el año 2013

mes/año	producto	estearina 5 (kilos)	total estearina 5 (kilos)	porcentaje de utilización	promedio de porcentaje de utilización
ene-13	grasa A	141,505	461,898	31%	26%
	manteca CF	614		0%	
	manteca E	176,050		38%	45%
	manteca EXP C	34,763		8%	8%
	manteca EXP D	98,854		21%	21%
	manteca EXP H	10,112		2%	
feb-13	grasa A	90,975	306,465	30%	
	manteca E	55,590		18%	
	manteca EXP C	48,069		16%	
	manteca EXP D	89,319		29%	
	manteca EXP H	6,585		2%	
	manteca N	15,926		5%	
mar-13	grasa A	70,655	322,469	22%	
	manteca CF	41,445		13%	
	manteca E	175,016		54%	
	manteca EXP H	18,171		6%	
	manteca N	17,182		5%	
abr-13	grasa A	64,778	358,317	18%	
	manteca CF	36,203		10%	
	manteca E	181,285		51%	
	manteca EXP C	33,007		9%	
	manteca EXP H	24,667		7%	
	manteca N	18,377		5%	
may-13	grasa A	92,038	306,626	30%	
	manteca E	181,123		59%	
	manteca EXP C	5,666		2%	
	manteca NC	2,757		1%	
	manteca N	25,042		8%	
jun-13	grasa A	66,923	275,330	24%	
	manteca CF	31,790		12%	
	manteca E	129,807		47%	
	manteca EXP C	21,116		8%	
	manteca EXP H	9,348		3%	
	manteca N	16,344		6%	

En el Cuadro No.2 se realiza un promedio de los porcentajes de grasa A y se obtiene que este producto utiliza 26% de toda la estearina 5. Ejemplo del promedio de grasa A:

$$\text{Grasa A} = \frac{\sum_{i=1}^{i=6} \text{porcentaje de utilización de grasa A}}{6 \text{ meses}}$$

i=1 → enero 2013

i=6 → junio 2013

Se realiza lo mismo para manteca E, como resultado utiliza 45% de toda la estearina 5. En total estos dos productos utilizan el 71% de toda la fabricación de estearina 5.

No se escogieron otros productos ya que no se fabrican todos los meses, en cambio manteca E y grasa A son fabricados todos los meses y tienen la mayor demanda. Estos son los que mayores ingresos generan. Para el estudio de capacidad más adelante se utilizan todos los productos para tener una demanda real.

## F. Descripción del equipo para tanque 1003

1. Descripción del tanque actual. El tanque 1003 está localizado fuera del área del Fraccionador debido a su altura de 5.85 metros. El tanque tiene forma cónica en la parte inferior. El material con el que está construido el tanque es hierro negro. Está conformado por serpentines de níquel-hierro, 3 bombas: bomba de descarga, bomba de carga y bomba de reciclo de agua y un moto reductor con agitador. En la Imagen No. 8 se muestra como es el tanque actual en la parte exterior. Su localización es a la par del área del fraccionador.

Imagen No.8: Parte exterior tanque 1003 y localización



(Olmeca)

Se muestran las medidas exteriores del tanque en la Imagen No.9. El tanque en total es de 5.85 metros de la parte superior del tanque hasta la parte cónica y un ancho de 3.23

metros. En la parte superior se encuentra la base para polipasto. En el Cuadro No.3 se muestran las especificaciones de la Imagen No. 9 y 10

Imagen No. 9: Plano de medidas exteriores

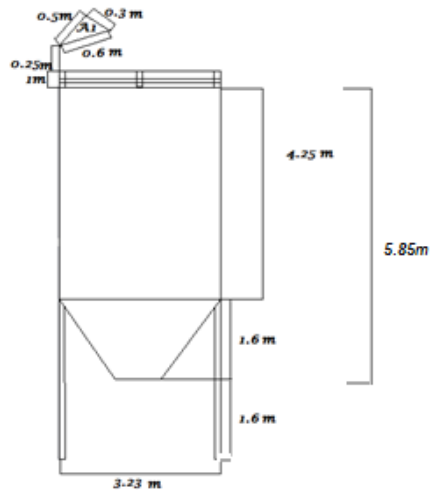
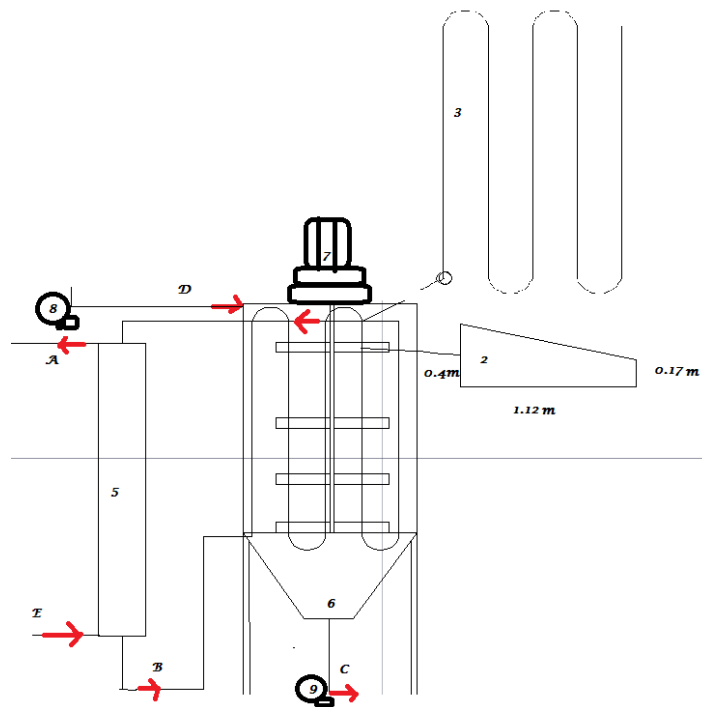
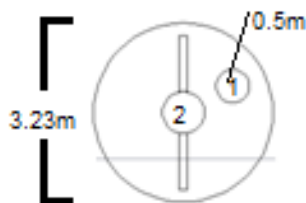


Imagen No.10: Plano del interior y exterior del tanque 1003



La Imagen No. 11 muestra la parte superior en donde están localizados un manhole y el mezclador. Su descripción se encuentra en el Cuadro No. 3.

Imagen No. 11: Plano de las partes de la tapadera del tanque 1003



El Cuadro No. 3 describe la Imagen No.9, No.10 y No.11.

Cuadro No. 3: Elementos del tanque 1003

código	nombre	especificaciones
A1	base para polipasto	esta base está hecha con tubos de hierro negro de cedula 40 y la parte baja de un pedazo de hierro plano de 10cm de espesor
1	manhole	el manhole es de 0.6m de diámetro
2	aspas	lámina de 4*8 pies hierro negro 1/4 espesor
3	serpentin	tubos 4"*6 metros hierro negro cedula 40 grosor
4	agitador	motor 5HP TEF 13rpm 230 460V
5	tubería de agua o vapor	8 pulgadas de diámetro
6	parte cónica del tanque	según el código API-ASME que contienen productos sólidos en su interior, su diseño debe de ser cónico
7	acople de cadena Martin	permite unir ejes entre sí, marca Martin 6022
8	motor de carga	centrifuga marca Goulds 3196
9	motor de descarga	de paletas Blackmer XL3BE 5 HP 230 460v
A	salida de agua o vapor	tubo de hierro negro 1"
B	ingreso de agua o vapor	tubo de hierro negro 1"
C	descarga de aceite cristalizado	válvulas de mariposa
D	ingreso de aceite	válvulas de mariposa

## G. Método de descomposición para proyección

Una proyección o pronóstico estudia el cambio a lo largo del tiempo para predecir eventos futuros para poder planificar la demanda de los clientes. Puede clasificarse según el plazo, el cual puede ser a corto mediano o largo plazo:

De corto plazo: se realiza cuando no se dispone de datos históricos o para nuevos productos. Se utiliza con anterioridad de datos históricos de tres a seis meses.

De mediano plazo: este plazo está relacionado con la planificación de la capacidad. Se toma en cuenta los productos cíclicos o estacionales de uno a cinco años.

De largo plazo: son los más difíciles de realizar y se utilizan para elaborar pronósticos a largo plazo. Estos se emplean para la expansión de una planta. Son menos precisos ya que en

el tiempo puede haber variabilidad que lo afectan diversos factores. Para la proyección de la demanda se utilizará el método de descomposición. El método de descomposición se utiliza para pronosticar cuando los datos históricos presentan estacionalidad en la serie de tiempo. Es un método cuantitativo en donde no se toman en cuenta factores externos como la economía, recesión, cambios en los precios de los competidores, etc. Se separan las series de tiempo en tendencial lineal y estacionalidad. La serie cronológica se representa gráficamente todos los datos.

1. Tendencia (T): movimiento suave y regular que refleja crecimiento o declinación en un periodo de tiempo. Mide la variación promedio de la variable por unidad de tiempo.

2. Estacionalidad (E): oscilaciones que son repetidos regularmente dentro de un periodo o igual a un año

3. Fluctuaciones cíclicas (C): movimientos descendentes o ascendentes que se dan de forma repetida pero no en periodos fijos de tiempo, se repiten ciertos valles a lo largo del tiempo. Pero no hay periodicidad fija de repetición de los eventos.

4. La relación entre la tendencia, estacionalidad, fluctuación cíclica y componente irregular puede ser de modo aditivo o multiplicativo:

5. Modo aditivo: se relacionan entre sí por medio de una adición.

$$Y(t) = T + E + C$$

6. Modo multiplicativo: se relacionan de forma multiplicativa

$$Y(t) = T * E * C$$

7. Para identificar si los datos corresponden a un modelo aditivo o multiplicativo, se debe de realizar los siguientes pasos:

a. Resta:  $Resta = Y_{x+1} - Y_x$

b. División:  $Resta = \frac{Y_{x+1}}{Y_x}$

c. Calcular el coeficiente de variación: desviación estándar / media

1)  $CVD = \sigma$  de la resta / media de la resta

2)  $CVC = \sigma$  de la división / media de la división

d. Si  $CVC < CVD \rightarrow$  modelo multiplicativo

e. Si  $CVC > CVD \rightarrow$  modelo aditivo

f. Modelo predictivo

$$Yp(t) = T + E + C$$

$$Yp(t) = T * E * C$$

El modelo de ajuste pasos:

1. Se realiza logaritmo para linealizar los datos. Es importante recalcar que la estacionalidad sigue presente.

2. Se realiza promedio móvil por un periodo  $n$  en la grafica y se observa que  $n$  es la que mejor se ajusta, está contiene la tendencia y el ciclo. Se utiliza para estimar el promedio de una serie de tiempo de demanda para eliminar las fluctuaciones.

a. Promedio móvil (suma de las  $n$  ultimas demandas)/  $n$

3. Se estima la estacionalidad utilizando promedios móviles para incluir todo el ciclo de estacionalidad.

a. Estacionalidad=  $\log(Y)$ /Promedio móvil

4. Se calcula la tendencia utilizando la formula de Excel del pronóstico. Se utiliza con ecuación de regresión lineal

a. Pronóstico = ( $x$ , conocido  $y$ , conocido  $x$ )

5. Se calcula el ciclo: tendencia/ promedio móvil

6. Ajuste de la estacionalidad (índice de estacionalidad) utilizando el promedio de las estacionalidades pasadas. Luego se realiza una sumatoria de ese promedio.

a.  $Ajuste\ de\ estacionalidad = \frac{promedio\ de\ cada\ mes}{\sum\ promedios} * n$

( $n$  es el número de promedio móvil)

7. Se realiza el ajuste de ciclo utilizando el promedio de los ciclos pasados. Luego se realiza una sumatoria de ese promedio.

a.  $Ajuste\ de\ ciclo = \frac{promedio\ de\ cada\ mes}{\sum\ promedios} * n$

8. Proyección de logaritmo: Se procede a utilizar el modelo predictivo  $Yp(t)$  utilizando el ajuste del ciclo, ajuste de estacionalidad y la tendencia de los meses de julio 2013 a junio 2014.

9. Para obtener el dato real de consumo se debe de aplicar exponencial a la proyección de logaritmo.

## H. Balanceo de líneas

El balanceo de líneas se refiere a tener un flujo continuo evitando tener retrasos y aprovechando los espacios disponibles para aumentar la capacidad o equilibrando la línea. Cuando se quiere aumentar la capacidad se tienen 3 opciones:

1. Conservar el equilibrio del sistema: se le suma capacidad al cuello de botella o se pueden tener inventarios amortiguadores al cuello de botella. También se puede duplicar la instalación.

2. Frecuencia de aumento de capacidad: se tiene 2 tipos de costos:

- a. Escalar la capacidad con demasiada frecuencia: es muy costoso ya que se debe retirar el equipo viejo y sustituir el equipamiento. Se debe de capacitar al personal con demasiada frecuencia.

- b. Escalar la capacidad con poca frecuencia: es muy costoso y se adquiere una capacidad muy grande a la que se necesita ahora. Se tienen gastos fijos grandes.

3. Fuentes externas de capacidad: se puede subcontratar la capacidad o puede ser capacidad compartida.

Herramienta para el control de la producción y para igualar los tiempos de trabajo en las estaciones de proceso. Se tiene como objetivo crear un flujo suave y continuo en la producción. Cada vez que se cumpla el tiempo de un ciclo se pasa el producto a la siguiente estación.


## I. Asprova

Es una herramienta que se utiliza para programar la producción y simularla para varios artículos y procesos para unir cada segmento de la cadena de suministro. Se puede tener una programación de producción para el presente y futuro, para tener precisión y balanceo de línea. Permite acortar los ciclos de reprogramación, para reducir esfuerzos. Permite la administración visual utilizando graficas de Gantt que le permitirán prevenir cualquier retraso de entrega. Uno de los beneficios es que se puede sincronizar la producción con la demanda al generarse pedidos programados.

## J. Diagrama de procesos

Es un diagrama que muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso de manufactura o de negocios. Muestra la entrada de todos los componentes hasta la finalización del producto. Muestran los retrasos de movimientos y almacenamiento. A continuación se muestran los símbolos utilizados en el diagrama de operaciones, los símbolos fueron tomados del libro de estudio de tiempos y movimientos (2000):

Cuadro No. 4: Símbolos de diagrama de operaciones

símbolo	descripción
	operación
	traslado
	almacenamiento
<b>D</b>	demora

## K. Diagrama de Ishikawa

Es un diagrama que recolecta información sobre las causas en un respectivo efecto. Se esquematizan las causas en diversas categorías. Para realizar el diagrama de Ishikawa, se debe de hacer lluvia de ideas para identificar puntualmente las causas.

## L. Diagrama de Gantt

La gráfica de Gantt es una herramienta visual para plasmar la secuencia de proyectos o procesos en una serie de máquinas para vigilar su avance a través de sus tiempos y horario. Cada actividad se representa con un bloque rectangular en la línea del tiempo. La posición de cada bloque indica su iniciación. Puede tener predecesores, es decir, procesos que dependen de que termine un trabajo para que empiece el otro. En Asprova se utiliza el diagrama de Gantt para poder visualizar todo lo descrito.



## M. Herramientas financieras

1. Flujo de efectivo. Son los movimientos de efectivo estimadas para proyectos futuros u observadas para los sucesos, en donde se consideran los ingresos y gastos que se tendrán en cierto lapso de tiempo a estudiar. Se basa los cálculos en el tiempo, monto y dirección del flujo de efectivo. El termino dirección se refiere si es entrada o salida de efectivo.

a. Flujo de entrada de efectivo: son las ganancias, ingresos y ahorros generados por el proyecto. Llevan signo positivo.

b. Flujo de salida de efectivo: son los costos, desembolsos, gastos e impuestos ocasionados por el proyecto. Lleva signo negativo.

El flujo neto de efectivo es la resta entre la entrada y salida de efectivo. Se puede realizar un diagrama de flujo de efectivo en donde se utilizan flechas sobre una escala de tiempo. La flecha hacia arriba es ingreso y hacia abajo es una salida.

2. VPN. El valor presente neto (VPN) es el método más utilizado para evaluar los proyectos de inversión a largo plazo. Permite evaluar si la inversión cumple con maximizar la misma. Se debe tomar en cuenta la inversión inicial y las inversiones durante la operación, los flujos netos de efectivo, el número de periodos y la tasa de descuento. Cuando el resultado del VPN es positivo indica que se recupero la inversión e indicador de rentabilidad. Cuando el VPN es negativo sucede lo contrario.

3. TMAR. Es la tasa mínima atractiva de rendimiento en el cual el inversionista o en este caso la empresa esperan recibir una cantidad mayor de dinero de la que invirtió. Para elegir un proyecto se debe tener un rendimiento mayor a la TMAR. Según GITMAN (2003) se obtiene de esta manera:

TMAR = tasa de retorno mínima de inversión del proyecto + tasa de inflación + tasa de riesgo+ tasa pasiva en el banco de Guatemala + (tasa de retorno mínima de inversión del proyecto \* tasa de inflación)

4. TIR. Es la tasa de rendimiento sobre la inversión. Se utiliza para determinar si la inversión es económicamente aceptable. Se calcula utilizando el valor presente o el valor anual. Se refiere a la tasa ganada sobre el saldo no recuperado de una inversión. Se expresa en forma de porcentaje positivo. Dependen de los flujos de efectivo.

- a.  $TIR \geq TMAR$  se acepta el proyecto ya que es económicamente viable
- b.  $TIR < TMAR$  el proyecto se rechaza ya que no es económicamente viable.

5. Periodo de recuperación de la inversión. El periodo de la recuperación de la inversión (PRI) es un indicador que mide la recuperación del mismo tomando en cuenta el valor del dinero en el tiempo utilizando los flujos netos de efectivo de una inversión. A la empresa le interesa este resultado para determinar en qué tiempo pueden aplicar el nuevo estudio de mejora al área del fraccionador. Pasos para obtenerlo:

- a. Sumar los flujos netos hasta cubrir la inversión inicial
- b. El periodo de recuperación antes de cubrir la inversión inicial se le llamará x
- c. Se suman los periodos antes del periodo donde se recupera.
- d. Luego se resta la inversión inicial con el paso "c.", el resultado se le llamará y.
- e. Al dividir  $y/\text{flujo neto del año donde se cubre la inversión}$ , el resultado se llama z.
- f. Luego se suman los números de periodos antes de cubrir la inversión con z.

6. Tipo de cambio. Es la tasa de proporción entre el valor de una divisa y la otra. Es el precio al que se intercambia la moneda nacional por otras monedas extranjeras. En el cual se explica cuanto se necesita de una para obtener la otra. El banco de Guatemala es el ente que define el tipo de cambio en el país. También los bancos tienen su tipo de cambio dependiendo si es compra o venta. Hay dos tipos de cambio:

- a. Fijo: determinado por el Banco central
- b. Flexible: en el mercado libre, dependiendo de la oferta y la demanda.

Para el tipo de cambio se utilizó Q7.8 (el tipo de cambio va variando y es impredecible es por eso que se realizó un promedio, ver en anexos, Cuadro No.42)

7. Inflación. Es un importante indicador de cómo funciona la economía y cuyas características se relacionan con la fluctuación de los precios. También se puede definir como la devaluación del dinero. La tasa de inflación es la tasa porcentual de variación del nivel de precios de un periodo a otro. Cuando este indicador es positivo se le llama inflación, de lo contrario es llamado deflación. La inflación puede verse provocada por factores como la demanda y los costes. El tema de la demanda puede crear una variación de la inflación cuando su demanda sube más rápido que la oferta, lo cual no permite que el sector productivo se adapte con rapidez. En el tema de costes es cuando los costes de producción suben

## V. MARCO PRÁCTICO

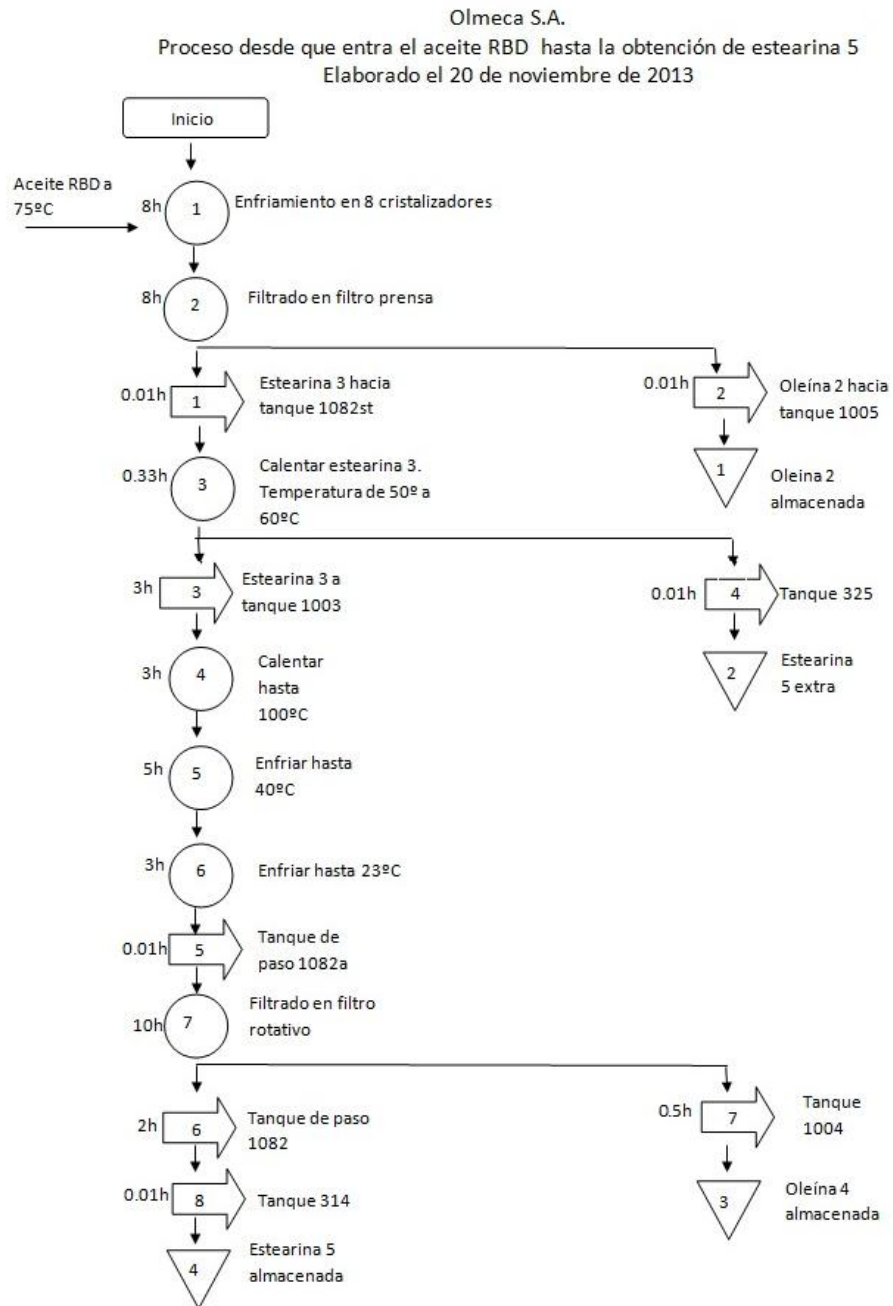
Antes de analizar la construcción y costos que conlleva colocar el tanque 1003A, primero se debe analizar la situación actual con el DOP para obtener el tiempo de producción de estearina 5, luego determinar sus causas y efectos con el diagrama Ishikawa. También analizar su déficit y su instalación (efectos del mismo) para poder determinar de qué tamaño se debe de construir el tanque 1003A. Utilizando los datos históricos se realiza la proyección de la demanda de estearina 5 para obtener la demanda teórica que se necesitaría hasta el año 2019 (fecha tentativa). Se realiza el balanceo de líneas y luego el DOP nuevo con el tanque 1003A. Con los costos proveídos por la empresa, se analiza cuanto se puede ahorrar al no usar estearina 5 artificial. Luego se determina el ahorro económico al cubrir el déficit con el tanque 1003A. Se determina el tiempo de vida para observar cuanto tiempo se puede cubrir la demanda. Luego se realiza la segunda fase la cual es la construcción en donde se realizan mejoras al nuevo tanque y se determina el tamaño del mismo junto al análisis de costos de construcción. Por último se realiza el análisis financiero.

### A. Análisis actual de capacidad y tiempos del fraccionador

El diagrama de procesos muestra a donde se dirige cada subproducto (oleína 2, oleína 4), el enfoque no es en subproductos, sino en la estearina 5. El tiempo total es de 1 día 16 horas 49 minutos para obtener un batch de 14.7 TM. En la Imagen No. 12 se tienen todas las operaciones, traslados y almacenamientos.

1. Operación 1: los 8 cristalizadores tienen una capacidad de 8TM en total
2. Operación 2: el filtro prensa tiene una capacidad de 14.5TM
3. Traslado 1: el tanque 1082st tiene una capacidad de 14.5TM
4. Traslado 2: el tanque 1005 tiene una capacidad de 33TM
5. Traslado 3: el tanque 1003 tiene una capacidad de 31TM
6. Traslado 4: el tanque 325 tiene una capacidad de 235.45TM
7. Operación 7: el filtro rotativo tiene una capacidad de 3 TM/h y como son 10h de operación.
8. Traslado 7: el tanque 1004 tiene capacidad de 33TM.
9. Traslado 8: tanque 314 tiene capacidad de 53 TM

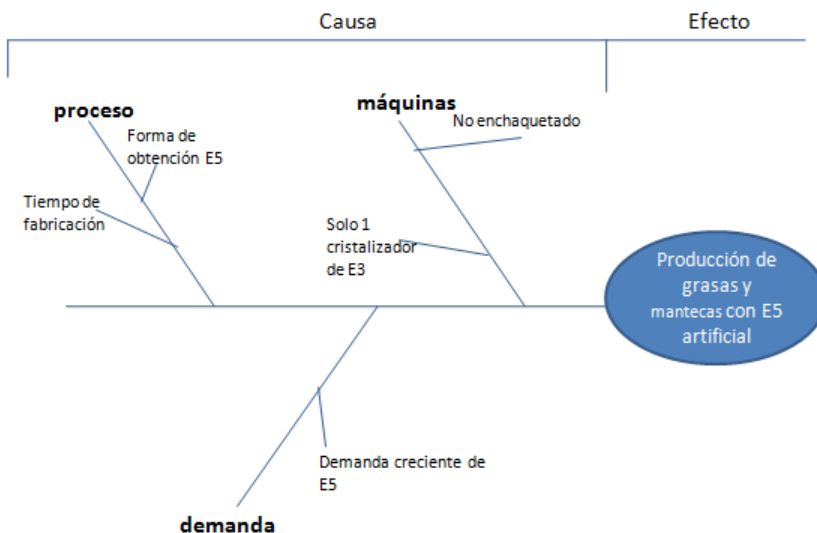
Imagen No. 12: Diagrama de procesos para obtener estearina 5



## B. Diagrama de causa-efecto

Toda empresa quiere maximizar las utilidades. La oportunidad se engloba básicamente en que se tiene un costo alto en la fabricación de manteca E y grasa A debido a que se usa estearina 5 artificial. Lo principal es analizar todas las causas de esta situación.

Imagen No. 13: Diagrama causa-efecto para producción de grasas y mantecas



A continuación se realizó un análisis de diagrama de causa-efecto como se muestra en la Imagen No.13, el efecto de producción de grasas y mantecas con estearina 5 artificial es causado por 3 áreas (espinas), el cual es detallado a continuación. La primera causa es el área de procesos, es afectado por el tiempo de proceso y la forma de obtención de E5. Luego de la toma des tiempos de fabricación en el proceso, utilizando la herramienta DOP (de la Imagen No. 12) se obtuvo el tiempo de 1 día 16 horas 49 minutos. La forma de obtención de estearina 5 va a ser analizado en un estudio por parte de la empresa para mejorar el proceso del fraccionamiento, actualmente se utiliza un fraccionamiento seco. Este estudio abarcará las formulaciones ya que estas cambian a lo largo de los años, es por eso que se quieren estandarizar para esos cambios y así no tener tanta variabilidad en la demanda.

En el área de las máquinas se tiene una capacidad limitada del tanque cristizador 1003 (donde se cristaliza estearina 3), el batch que se obtiene es de 14.7 TM, con un tiempo de 14 horas, lo cual genera que tiempo muerto en el filtro rotativo. El nuevo tanque 1003A puede solucionar este problema brindando más producto para filtrar. El tanque 1003 actualmente

no tiene enchaquetado como se observa en la Imagen No.8, lo cual provoca perdida de enfriamiento, como consecuencia se tiene un efecto anormal en el crecimiento del cristal y el cual no logra ser filtrado por el filtro prensa y filtro rotativo, teniendo como efecto una menor filtración es decir un menor batch de E5. Más adelante este va a ser una de las propuestas para la construcción del tanque 1003A la cual podría ayudar a disminuir el tiempo de enfriamiento.

En el área de la demanda, al revisar los datos históricos fue notorio el crecimiento constante de la demanda D estearina 5, el cual no se logra suplir ya que la demanda es mayor a la producción, es por eso que se tiene que usar estearina 5 artificial el cual es 9% más caro, provocando aumento de precios por cada tonelada métrica.

### C. Déficit de estearina 5

En el Cuadro No. 5 para obtener el déficit, se utilizan los datos históricos del mes de enero del año 2013 hasta el mes de junio del año 2013. Se utiliza el consumo real y se calcula el consumo teórico utilizando los porcentajes teóricos de utilización de estearina 5 del Cuadro No. 1.

Cuadro No. 5: Consumo teórico y real de estearina 5 e hidrogenado duro

fecha 2013	manteca	consumo real (kilos)			consumo teórico (kilos)		déficit estearina 5 (kilos)	hidrogenado duro (kilos)	total déficit estearina5 (kilos)	total de exceso de hidrogenado duro (kilos)
		estearina 5	hidrogenado duro	consumo total por manteca	estearina 5	hidrogenado duro				
ene	grasa A	141,505	66,923	206,321	140,298	66,023	-1,207	901	108,633	901
	manteca E	3,686	-	270,301	113,526	-	109,840	-		
feb	grasa A	71,975	66,158	202,868	137,950	64,918	65,975	1,241	195,043	6,895
	manteca E	55,590	5,655	439,663	184,658	-	129,068	5,655		
mar	grasa A	24,655	74,121	205,077	139,452	65,625	114,797	8,497	141,846	15,907
	manteca E	175,016	7,410	481,105	202,064	-	27,049	7,410		
abr	grasa A	64,778	42,573	123,816	84,195	39,621	19,417	2,952	41,857	15,519
	manteca E	181,285	12,567	485,059	203,725	-	22,440	12,567		
may	grasa A	92,038	72,741	205,238	139,562	65,676	47,524	7,065	51,139	17,825
	manteca E	181,123	10,760	439,852	184,738	-	3,614	10,760		
jun	grasa A	53,923	74,782	203,718	138,529	65,190	84,605	9,592	199,912	5,929
	manteca E	129,807	5,929	583,605	245,114	-	115,307	5,929		

En el Cuadro No.5 el déficit por cada mes va variando desde 41 toneladas métricas hasta 199 toneladas métricas. La capacidad del tanque teórico es 31 toneladas. De los cuales el 50% es de estearina 5 y 50% de oleína 4. Es decir se obtiene 15.5 toneladas métricas de estearina 5. Aunque se sabe que no siempre se va a obtener 15.5 toneladas ya que se pueden tener perdidas o la cristalización no sea la adecuada, lo cual provoque que sea menos la producción. Por cada batch se obtiene 14.7 toneladas métricas (solo se produce el 95% de la capacidad del tanque), si se pone a funcionar el tanque 1003 de lunes a viernes durante un mes, se pueden obtener en teoría entre 294TM y 295TM dependiendo de la filtración de estearina 5. En todo el trabajo de graduación se utilizará 295 TM como producción mensual, ya que en el Cuadro No.6 se obtiene una producción promedio 294,303 kilos lo cual representa 294.30 toneladas métricas. Actualmente ya se tiene un déficit mostrando solo estos dos productos los cuales representan el 71% (Cuadro No.2) de consumo del total de producción de estearina 5.

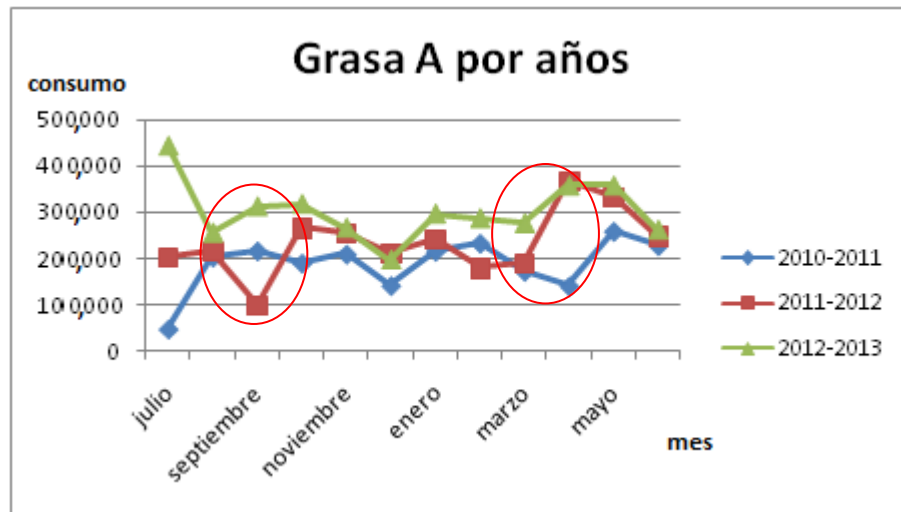
Cuadro No. 6: Producción y déficit de estearina 5

año	mes	estearina 5 producción (kilos)	déficit de E5(kilos)
2013	1	231,102	108,633
	2	293,601	195,043
	3	281,746	141,846
	4	349,308	41,857
	5	350,478	51,139
	6	259,583	199,912

#### D. Proyecciones de la demanda futura

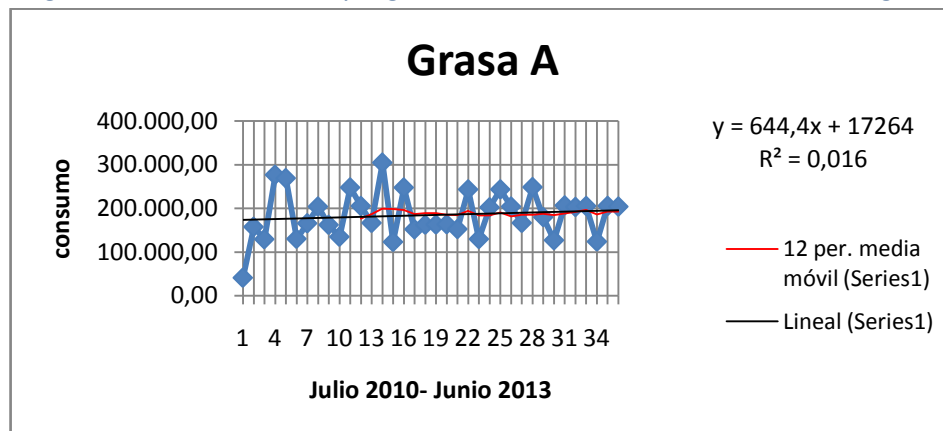
1. Demanda de grasa A. Para proyectar la demanda de grasa A se utilizan los datos de julio 2010 a junio 2013 (proveídos por la empresa) para observar cambios a lo largo de los años. En la Imagen No.14 se observan ciclos que son los picos irregulares como se muestra en el mes de julio a noviembre y de abril (encerrados por círculos rojos). La estacionalidad es notoria en los meses de junio y diciembre con picos bajos que se repite en el largo de los 3 años.

Imagen No. 14: Grasa A de julio 2010 a junio 2013



Se procede a realizar la media móvil para determinar cual se ajusta mejor a la gráfica de la Imagen No. 15. Luego de varios intentos de media móvil, la que mejor se adaptó fue la media de 12. Se refiere a adaptación cuando la gráfica en rojo no tiene tantos picos y se comporta de forma lineal. El  $r$  cuadrado obtenido es muy bajo (0.016), es por eso que se le realizarán cambios para que se vuelva lineal la gráfica y volverlo más exacto.

Imagen No. 15: Media móvil y regresión lineal en la demanda histórica de grasa A



En el Cuadro No.7 se inician los cálculos para identificar si el modelo es aditivo o modelo multiplicativo utilizando los valores de grasa A de cada mes en la columna de Diferencia restando  $Y_{x+1} - Y_x$  y en la columna de Cocientes  $\frac{Y_{x+1}}{Y_x}$ .



Cuadro No. 7: Cálculos para identificar modelo aditivo o multiplicativo para grasa A

mes/año	grasa A (kilos)	$Y_{i+1}-Y_i$	$Y_{i+1}/Y_i$
jul-10	41,056	116,359	3.8
ago-10	157,415	-28,258	0.8
sep-10	129,156	147,176	2.1
oct-10	276,332	-7,583	1
nov-10	268,750	-138,688	0.5
dic-10	130,061	35,439	1.3
ene-11	165,500	38,294	1.2
feb-11	203,794	-41,814	0.8
mar-11	161,980	-27,267	0.8
abr-11	134,713	112,702	1.8
may-11	247,415	-42,266	0.8
jun-11	205,150	-38,766	0.8
jul-11	166,383	137,822	1.8
ago-11	304,206	-181,234	0.4
sep-11	122,972	124,362	2
oct-11	247,335	-95,428	0.6
nov-11	151,907	10,433	1.1
dic-11	162,339	408	1
ene-12	162,747	618	1
feb-12	163,365	-10,973	0.9
mar-12	152,392	90,603	1.6
abr-12	242,995	-113,465	0.5
may-12	129,530	72,479	1.6
jun-12	202,009	41,042	1.2
jul-12	243,051	-39,268	0.8
ago-12	203,783	-37,389	0.8
sep-12	166,394	81,855	1.5
oct-12	248,249	-68,596	0.7
nov-12	179,653	-52,783	0.7
dic-12	126,870	79,451	1.6
ene-13	206,321	-3,453	1
feb-13	202,868	2,209	1
mar-13	205,077	-81,261	0.6
abr-13	123,816	81,423	1.7
may-13	205,238	-1,520	1
jun-13	203,718		

En el Cuadro No. 8 se procede a obtener la desviación estándar y media para todos los datos de Diferencias y Cocientes. También se obtiene el coeficiente de variación el cual es la división entre desviación estándar y media. Debido a que el coeficiente de variación de diferencias (CVD) > coeficiente de variación de cocientes (CVC) se utiliza el método predictivo  $Yp(t) = T * E * C$

Cuadro No.8: Cálculos de desviación estándar y media de grasa A

	desviación estándar	media	coeficiente de variación
diferencias	79,908	4,648	17.2
cocientes	0.6	1.2	0.5

En el Cuadro No. 9 se realiza lo siguiente:

- a. La linealización de los datos por medio del logaritmo natural (4ta columna)
- b. Se procede a sacar la media móvil para observar que número de periodos es el adecuado. Se escogió 12 periodos ya que la línea no muestra tantos picos. El promedio móvil contiene la tendencia y el ciclo. Se obtiene: sumatoria de los 12 últimos meses/ 12
- c. La estacionalidad lo obtenemos dividiendo: logaritmo E/ Promedio móvil.
- d. Se calcula el pronóstico utilizando  $\text{Pronostico} = (x, \text{conocido } y, \text{conocido } x)$ 
  - a. X: número de mes que se quiere obtener (primera columna)
  - b. Conocido y: promedio móvil de los meses estudiados julio 2011 a junio 2013
  - c. Conocido x: número de meses estudiados (primera columna 13 a 36)
- e. Se calcula el ciclo: tendencia / promedio móvil.

Cuadro No. 9: Cálculos varios usando datos históricos de grasa A para proyección

número	mes/año	grasa A (kilos)	logaritmo grasa A	promedio móvil	estacionalidad	tendencia	ciclo
1	jul-10	41,056	10.623				
2	ago-10	157,415	11.967				
3	sep-10	129,156	11.769				
4	oct-10	276,332	12.529				
5	nov-10	268,750	12.502				
6	dic-10	130,061	11.776				
7	ene-11	165,500	12.017				
8	feb-11	203,794	12.225				
9	mar-11	161,980	11.995				
10	abr-11	134,713	11.811				
11	may-11	247,415	12.419				
12	jun-11	205,150	12.231				
13	jul-11	166,383	12.022	11.989	1.003	12.097	0.991
14	ago-11	304,206	12.625	12.105	1.043	12.099	1.001
15	sep-11	122,972	11.72	12.16	0.964	12.1	1.005
16	oct-11	247,335	12.418	12.156	1.022	12.102	1.004
17	nov-11	151,907	11.931	12.147	0.982	12.103	1.004
18	dic-11	162,339	11.997	12.099	0.992	12.105	1
19	ene-12	162,747	12	12.118	0.99	12.106	1.001
20	feb-12	163,365	12.004	12.116	0.991	12.108	1.001
21	mar-12	152,392	11.934	12.098	0.986	12.109	0.999
22	abr-12	242,995	12.401	12.093	1.025	12.11	0.999
23	may-12	129,530	11.772	12.142	0.97	12.112	1.002
24	jun-12	202,009	12.216	12.088	1.011	12.113	0.998
25	jul-12	243,051	12.401	12.087	1.026	12.115	0.998
26	ago-12	203,783	12.225	12.118	1.009	12.116	1
27	sep-12	166,394	12.022	12.085	0.995	12.118	0.997
28	oct-12	248,249	12.422	12.11	1.026	12.119	0.999
29	nov-12	179,653	12.099	12.11	0.999	12.121	0.999
30	dic-12	126,870	11.751	12.124	0.969	12.122	1
31	ene-13	206,321	12.237	12.104	1.011	12.124	0.998
32	feb-13	202,868	12.22	12.124	1.008	12.125	1
33	mar-13	205,077	12.231	12.142	1.007	12.127	1.001
34	abr-13	123,816	11.727	12.166	0.964	12.128	1.003
35	may-13	205,238	12.232	12.11	1.01	12.13	0.998
36	jun-13	203,718	12.224	12.149	1.006	12.131	1.001

A continuación se grafican los datos obtenidos en el Cuadro No.9 como se muestra en la Imagen No.45 (en anexos) para observar los cambios comparándolo con la Imagen No. 14. Al aplicar logaritmo se consiguió una gráfica más linealizada, la cual facilita los cálculos. Aunque sigue con presencia de ciclos, no son tan marcados como en la otra imagen.

Para ejemplificar los cambios realizados (promedio móvil del logaritmo) en la Imagen No.46 (en anexos) se grafica el promedio móvil del logaritmo del Cuadro No.9. Al haberle hecho la modificación con el promedio móvil, se muestra más linealizada sin fluctuación y facilita los datos para utilizar el método de regresión lineal.

Se obtiene el ajuste de estacionalidad en el Cuadro No.10 para comenzar el proceso de proyección de los siguientes 12 meses (de julio 2013 a junio 2014). Se utilizan los datos de estacionalidad de los meses julio 2011 a junio 2013 del Cuadro No.9. La fórmula a utilizar es:  

$$\text{Ajuste de estacionalidad} = \frac{\text{promedio de cada mes}}{\Sigma \text{promedios}} * 12$$
 (se multiplica por 12 ya que es el promedio móvil)

Cuadro No. 10: Cálculo de ajuste de estacionalidad de grasa A

mes 2013 al 2014	estacionalidad jul-2011 a jun-2012	estacionalidad jul-2012 a jun-2013	promedio	ajustar
jul	1.00279289	1.02600432	1.0143986	1.01405534
ago	1.04297988	1.00878918	1.02588453	1.02553738
sep	0.96378572	0.99480337	0.97929455	0.97896316
oct	1.02159463	1.0257697	1.02368217	1.02333576
nov	0.98223935	0.99903892	0.99063914	0.99030391
dic	0.99158875	0.96919567	0.98039221	0.98006046
ene	0.99028421	1.01101555	1.00064988	1.00031127
feb	0.99071133	1.00797492	0.99934313	0.99900496
mar	0.98647288	1.00736879	0.99692083	0.99658348
abr	1.02547125	0.96384587	0.99465856	0.99432197
may	0.96950506	1.01004918	0.98977712	0.98944218
jun	1.01059424	1.00624848	1.00842136	1.00808012
		Sumatoria	12.0040621	12.00000

Se obtiene el ajuste de ciclo en el Cuadro No.11 para comenzar el proceso de proyección de los siguientes 12 meses (julio 2013 a junio 2014). Se utilizan los datos de ciclo de los meses

estudiados (julio 2011 a junio 2013) del Cuadro No.9. La fórmula a utilizar es:  

$$Ajuste\ de\ ciclo = \frac{\text{promedio de cada mes}}{\sum \text{promedios}} * 12$$
 (se multiplica por 12 ya que es el periodo de estacionalidad)

Cuadro No. 11: Cálculo de ajuste de ciclo grasa A

mes 2013 al 2014	ciclo de jul-2011 a jun-2012	ciclo de jul-2012 a jun-2013	promedio	ajustar
jul	0.99101270	0.99767527	0.99434398	0.99434398
ago	1.00053105	1.00016105	1.00034605	1.00034605
sep	1.00494708	0.99728480	1.00111594	1.00111594
oct	1.00448746	0.99924348	1.00186547	1.00186547
nov	1.00360248	0.99914797	1.00137522	1.00137522
dic	0.99955326	1.00018038	0.99986682	0.99986682
ene	1.00095818	0.99836491	0.99966154	0.99966154
feb	1.00072152	0.99987464	1.00029808	1.00029808
mar	0.99907863	1.00124199	1.00016031	1.00016031
abr	0.99853782	1.00316119	1.00084950	1.00084950
may	1.00247554	0.99840769	1.00044162	1.00044162
jun	0.99790214	1.00144877	0.99967546	0.99967546
			12.00000000	12.00000000

Se realiza la proyección para los meses de julio 2013 a junio 2014 utilizando el ajuste estacionalidad y ciclo. Se utiliza el pronóstico de tendencia utilizando  $\text{pronostico} = (x, \text{conocido y, conocido x})$

- X: mes a proyectar
- Conocido y: promedio móvil de julio 2011 a junio 2013
- Conocido x: número 13 a 36.

Para sacar la proyección de logaritmo se utiliza el modelo predictivo:  $Yp(t) = T * E * C$

- T: tendencia
- E: ajuste de estacionalidad
- C: ajuste de ciclo

En el Cuadro No. 12 luego de aplicar el modelo predictivo  $Yp(t)$  para obtener la proyección del logaritmo, se aplica exponencial a este dato para obtener la proyección de grasa A kilos para el mes de julio 2013 a junio 2014.

Cuadro No. 12: Cálculo de proyección de grasa A

número	mes/año	estacionalidad	tendencia	ciclo	proyección del logaritmo	proyección de grasa A kilos
37	jul-13	1.0141	12.1325	0.9943	12.2334	205,543
38	ago-13	1.0255	12.1339	1.0003	12.4481	254,770
39	sep-13	0.979	12.1354	1.0011	11.8934	146,294
40	oct-13	1.0233	12.1369	1.0019	12.4433	253,537
41	nov-13	0.9903	12.1383	1.0014	12.0372	168,919
42	dic-13	0.9801	12.1398	0.9999	11.8962	146,702
43	ene-14	1.0003	12.1413	0.9997	12.1409	187,388
44	feb-14	0.999	12.1427	1.0003	12.1343	186,143
45	mar-14	0.9966	12.1442	1.0002	12.1047	180,710
46	abr-14	0.9943	12.1457	1.0008	12.087	177,542
47	may-14	0.9894	12.1471	1.0004	12.0242	166,740
48	jun-14	1.0081	12.1486	0.9997	12.2428	207,479

La colocación del tanque 1003A es a mediano plazo. Para términos de estudio se debe de realizar una proyección hasta junio del 2015 para ver cuánto tiempo de vida tiene el tanque. En el Cuadro No. 13 se realiza el ajuste de estacionalidad nuevamente para el mes de julio 2014 a junio 2015, luego se utiliza este dato en el modelo  $Y_p(t)$ .

Cuadro No. 13: Ajuste de estacionalidad grasa A para julio 2014 a junio 2015

mes	estacionalidad jul-2011 a jun-2012	estacionalidad jul-2012 a jun-2013	estacionalidad jul-2013 a jun-2014	promedio	ajustar estacionalidad
jul	1.00279289	1.02600432	1.01405534	1.01428418	1.01405534
agos	1.04297988	1.00878918	1.02553738	1.02576881	1.02553738
sep	0.96378572	0.99480337	0.97896316	0.97918408	0.97896316
oct	1.02159463	1.0257697	1.02333576	1.0235667	1.02333576
nov	0.98223935	0.99903892	0.99030391	0.99052739	0.99030391
dic	0.99158875	0.96919567	0.98006046	0.98028163	0.98006046
ene	0.99028421	1.01101555	1.00031127	1.00053701	1.00031127
feb	0.99071133	1.00797492	0.99900496	0.99923041	0.99900496
mar	0.98647288	1.00736879	0.99658348	0.99680838	0.99658348
abr	1.02547125	0.96384587	0.99432197	0.99454636	0.99432197
may	0.96950506	1.01004918	0.98944218	0.98966547	0.98944218
jun	1.01059424	1.00624848	1.00808012	1.00830761	1.00808012
			total	12.0027081	12.00000000

En el Cuadro No. 14 se realiza el ajuste de ciclo, siguiendo los pasos como en el Cuadro No. 11 para luego utilizar el ajuste de ciclo en el modelo  $Y_p(t)$ .

Cuadro No. 14: Ajuste de ciclo grasa A para julio 2014 a junio 2015

mes	jul-2011 a jun-2012	jul-2012 a jun-2013	jul-2013 a jun-2014	promedio	ajustar ciclo
jul	0.9910127	0.99767527	1.01405534	1.000914434	1.000914434
agos	1.00053105	1.00016105	1.02553738	1.00874316	1.00874316
sep	1.00494708	0.9972848	0.97896316	0.993731682	0.993731682
oct	1.00448746	0.99924348	1.02333576	1.009022234	1.009022234
nov	1.00360248	0.99914797	0.99030391	0.997684786	0.997684786
dic	0.99955326	1.00018038	0.98006046	0.9932647	0.9932647
ene	1.00095818	0.99836491	1.00031127	0.999878119	0.999878119
feb	1.00072152	0.99987464	0.99900496	0.999867041	0.999867041
mar	0.99907863	1.00124199	0.99658349	0.998968033	0.998968033
abr	0.99853782	1.00316119	0.99432197	0.998673661	0.998673661
may	1.00247554	0.99840769	0.98944218	0.99677514	0.99677514
jun	0.99790214	1.00144877	1.00808012	1.002477011	1.002477011
			Suma	12.00035896	12.00000000

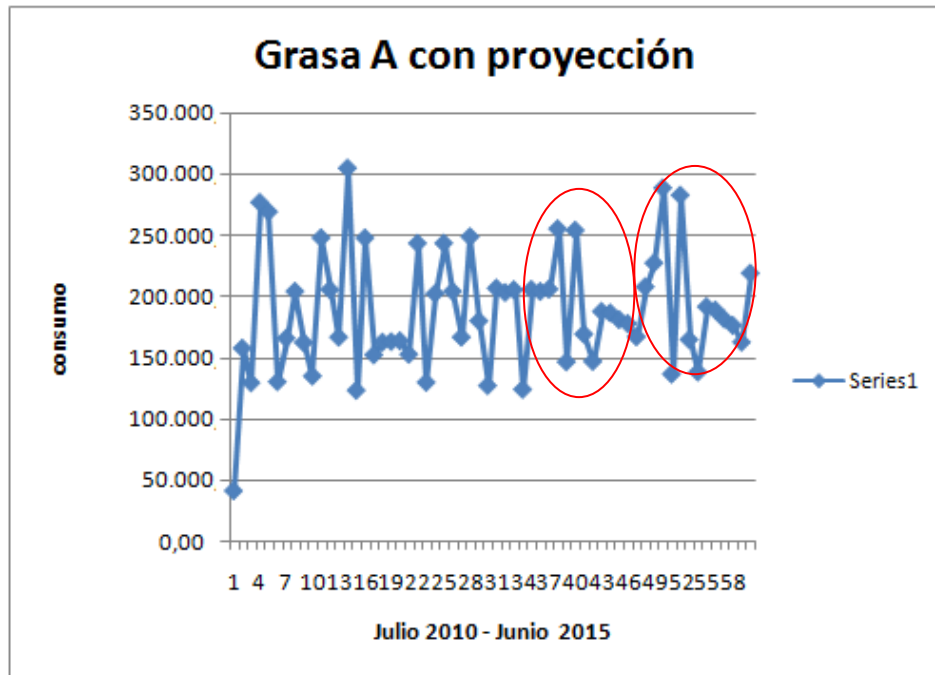
Por último en el Cuadro No. 15 se realiza la proyección aplicando el modelo  $Y_p(t)$  multiplicando la estacionalidad, tendencia y ciclo para obtener la proyección del logaritmo. Luego se le aplica exponente a este dato para obtener la proyección de grasa A para mes de julio 2014 a junio 2015.

Cuadro No.15: Proyección de grasa A para julio 2014 a junio 2015

número	mes/año	estacionalidad	tendencia	ciclo	proyección del logaritmo	proyección de grasa A kilos
49	jul-14	1.014055337	12.15006806	1.000914434	12.332108	226,864
50	ago-14	1.02553738	12.15153413	1.00874316	12.5708085	288,027
51	sep-14	0.978963161	12.1530002	0.993731682	11.8227632	136,320
52	oct-14	1.023335761	12.15446628	1.009022234	12.5503194	282,185
53	nov-14	0.990303911	12.15593235	0.997684786	12.0101966	164,423
54	dic-14	0.980060457	12.15739842	0.9932647	11.8347344	137,962
55	ene-15	1.000311271	12.15886449	0.999878119	12.1611668	191,217
56	feb-15	0.999004959	12.16033056	0.999867041	12.1466153	188,455
57	mar-15	0.996583485	12.16179664	0.998968033	12.107738	181,269
58	abr-15	0.994321974	12.16326271	0.998673661	12.0781584	175,986
59	may-15	0.989442184	12.16472878	0.99677514	11.9974804	162,345
60	jun-15	1.00808012	12.16619485	1.002477011	12.2948785	218,574

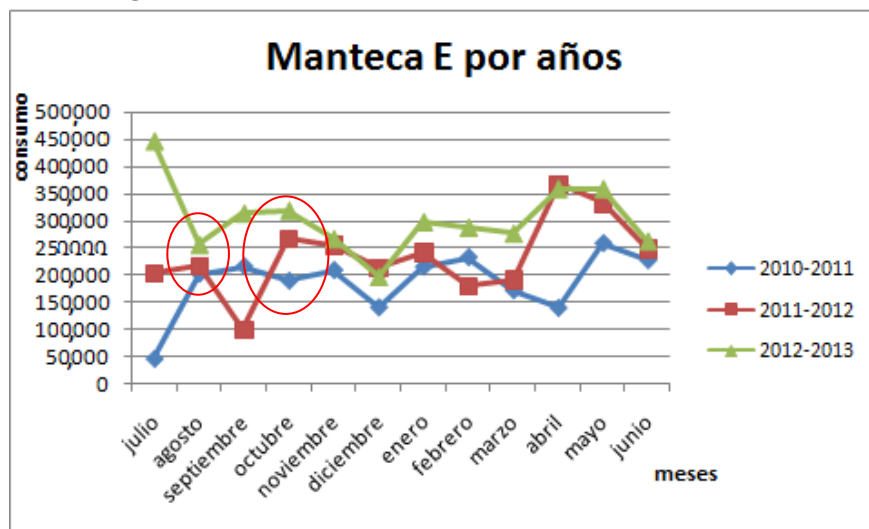
En la Imagen No. 16 se muestra los datos del mes del julio 2010 a junio 2015 de la grasa A. Se observa que la gráfica sigue la misma tendencia de aumento (está encerrado por dos círculos rojos).

Imagen No. 16: Grasa A con proyección



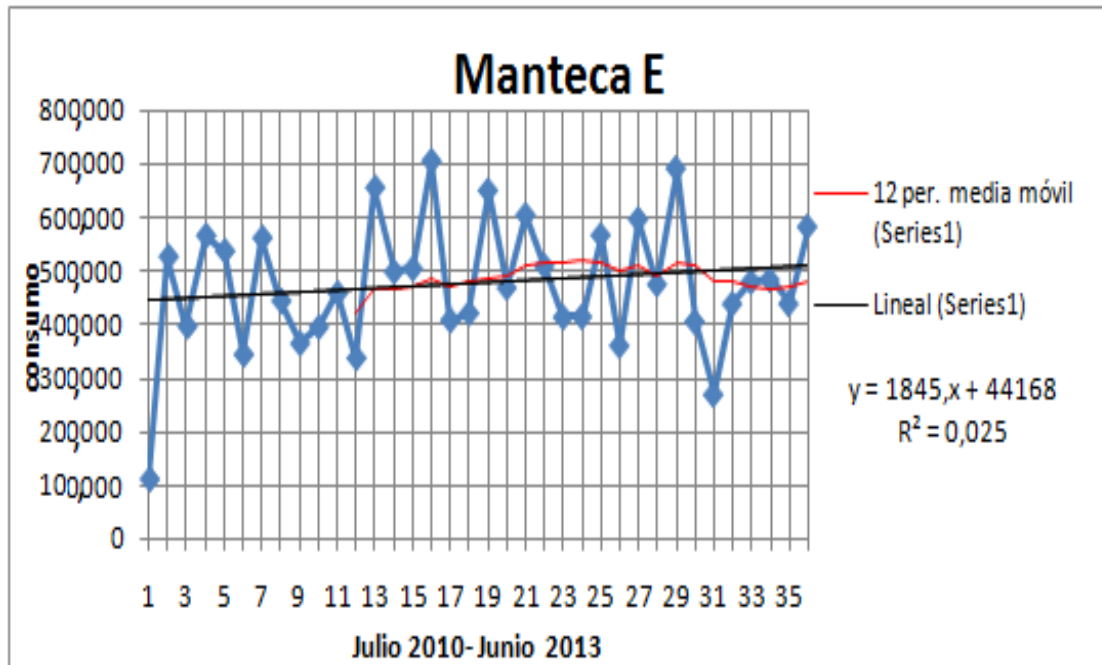
2. Demanda de estearina 5 de manteca E. Para proyectar la demanda de manteca E se utilizan los datos de julio 2010 a junio 2013 (proveídos por la empresa) para determinar su estacionalidad y observar cambios a lo largo de los años. En la Imagen No.17 se observa ciclos que son los picos irregulares como en los meses agosto y octubre (están encerrados con un círculo rojo). La estacionalidad es notoria en los meses de diciembre y junio con picos bajos.

Imagen No. 17: Datos históricos de la demanda de manteca E



Se procede a realizar la media móvil para determinar cual se ajusta mejor a la gráfica de la Imagen No. 18. Luego de varios intentos de media móvil, la que mejor se adaptó fue la media de 12. Se refiere a adaptación cuando la gráfica en rojo no tiene tantos picos y se comporta de forma lineal. El r cuadrado obtenido es muy bajo (0.025), es por eso que se le realizarán cambios para que se vuelvan lineales la gráfica y volverlo más exacto.

Imagen No. 18: Media móvil y regresión lineal en la demanda histórica de manteca E



En el Cuadro No.16 se inician los cálculos para identificar si el modelo es aditivo o modelo multiplicativo utilizando los valores de manteca E de cada mes en la columna de Diferencia restando  $Y_{x+1} - Y_x$  y en la columna de Cocientes  $\frac{Y_{x+1}}{Y_x}$ .



Cuadro No. 16: Cálculo de modelo aditivo o modelo multiplicativo de manteca E

mes/año	manteca E (kilos)	$Y_{i+1}-Y_i$	$Y_{i+1}/Y_i$
jul-10	112,930	415,166	4.676
ago-10	528,096	-129,980	0.754
sep-10	398,116	169,207	1.425
oct-10	567,323	-28,816	0.949
nov-10	538,507	-193,058	0.641
dic-10	345,449	217,614	1.63
ene-11	563,062	-117,684	0.791
feb-11	445,379	-79,413	0.822
mar-11	365,966	30,602	1.084
abr-11	396,568	63,171	1.159
may-11	459,738	-121,070	0.737
jun-11	338,669	318,388	1.94
jul-11	657,056	-157,274	0.761
ago-11	499,783	5,908	1.012
sep-11	505,691	200,787	1.397
oct-11	706,478	-297,232	0.579
nov-11	409,245	13,303	1.033
dic-11	422,548	228,769	1.541
ene-12	651,317	-181,550	0.721
feb-12	469,767	135,629	1.289
mar-12	605,397	-95,088	0.843
abr-12	510,308	-95,559	0.813
may-12	414,749	1,010	1.002
jun-12	415,759	152,227	1.366
jul-12	567,986	-206,252	0.637
ago-12	361,734	235,928	1.652
sep-12	597,662	-121,607	0.797
oct-12	476,054	216,476	1.455
nov-12	692,530	-285,786	0.587
dic-12	406,744	-136,443	0.665
ene-13	270,301	169,362	1.627
feb-13	439,663	41,443	1.094
mar-13	481,105	3,954	1.008
abr-13	485,059	-45,207	0.907
may-13	439,852	143,754	1.327

En el Cuadro No. 17 se procede a obtener la desviación estándar y media para todos los datos de Diferencias y Cocientes. También se obtiene el coeficiente de variación el cual es la división entre desviación estándar y media.

Debido a que el coeficiente de variación de diferencias (CVD) > coeficiente de variación de cocientes (CVC) se utiliza el método predictivo  $Yp(t) = T * E * C$

Cuadro No. 17: Cálculo de coeficiente de variación de manteca E

	desviación estándar	media	coeficiente de variación
diferencias	175,737	13,447	13
cocientes	0.7	1.1	0.6

En el Cuadro No. 18 se realiza lo siguiente:

- a. La linealización de los datos por medio del logaritmo natural (4ta columna)
- b. Se procede a sacar la media móvil para observar que número de periodos es el adecuado. Se escogió 12 periodos ya que la línea no muestra tantos picos. El promedio móvil contiene la tendencia y el ciclo. Se obtiene: sumatoria de los 12 últimos meses/ 12
- c. La estacionalidad lo obtenemos dividiendo: logaritmo E%/ Promedio móvil.
- d. Se calcula el pronóstico utilizando  $\text{Pronostico} = (x, \text{conocido } y, \text{conocido } x)$ 
  - a. X: número de mes que se quiere obtener (primera columna)
  - b. Conocido y: promedio móvil de los meses estudiados julio 2011 a junio 2013
  - c. Conocido x: número de meses estudiados (primera columna 13 a 36)
- e. Se calcula el ciclo: tendencia / promedio móvil.

Cuadro No. 18: Cálculo de datos históricos de manteca E para proyección

número	mes/año	manteca E (kilos)	logaritmo manteca E	promedio móvil	estacionalidad	tendencia	ciclo
1	jul-10	112,930	11.6345				
2	ago-10	528,096	13.177				
3	sep-10	398,116	12.8945				
4	oct-10	567,323	13.2487				
5	nov-10	538,507	13.1966				
6	dic-10	345,449	12.7526				
7	ene-11	563,062	13.2411				
8	feb-11	445,379	13.0067				
9	mar-11	365,966	12.8103				
10	abr-11	396,568	12.8906				
11	may-11	459,738	13.0384				
12	jun-11	338,669	12.7328				
13	jul-11	657,056	13.3955	12.8853	1.0396	13.0449	0.9878
14	ago-11	499,783	13.1219	13.0321	1.0069	13.0474	0.9988
15	sep-11	505,691	13.1337	13.0275	1.0082	13.0499	0.9983
16	oct-11	706,478	13.468	13.0474	1.0322	13.0524	0.9996
17	nov-11	409,245	12.9221	13.0657	0.989	13.0549	1.0008
18	dic-11	422,548	12.9541	13.0428	0.9932	13.0574	0.9989
19	ene-12	651,317	13.3868	13.0596	1.0251	13.0598	1
20	feb-12	469,767	13.06	13.0717	0.9991	13.0623	1.0007
21	mar-12	605,397	13.3136	13.0762	1.0182	13.0648	1.0009
22	abr-12	510,308	13.1428	13.1181	1.0019	13.0673	1.0039
23	may-12	414,749	12.9354	13.1391	0.9845	13.0698	1.0053
24	jun-12	415,759	12.9379	13.1306	0.9853	13.0723	1.0045
25	jul-12	567,986	13.2499	13.1476	1.0078	13.0748	1.0056
26	ago-12	361,734	12.7987	13.1355	0.9744	13.0773	1.0045
27	sep-12	597,662	13.3008	13.1086	1.0147	13.0798	1.0022
28	oct-12	476,054	13.0733	13.1225	0.9963	13.0823	1.0031
29	nov-12	692,530	13.4481	13.0896	1.0274	13.0848	1.0004
30	dic-12	406,744	12.9159	13.1334	0.9834	13.0873	1.0035
31	ene-13	270,301	12.5073	13.1303	0.9526	13.0898	1.0031
32	feb-13	439,663	12.9938	13.057	0.9952	13.0923	0.9973
33	mar-13	481,105	13.0838	13.0514	1.0025	13.0947	0.9967
34	abr-13	485,059	13.092	13.0323	1.0046	13.0972	0.995
35	may-13	439,852	12.9942	13.0281	0.9974	13.0997	0.9945
36	jun-13	583,605	13.277	13.033	1.0187	13.1022	0.9947

A continuación se grafican los datos obtenidos en el Cuadro No.18 como se muestra en la Imagen No.47 (en anexos) para observar los cambios comparándolo con la Imagen No.18. Al aplicar logaritmo se consiguió una gráfica más linealizada, la cual facilita los cálculos. Aunque sigue con presencia de ciclos, no son tan marcados como en la otra imagen.

Para ejemplificar los cambios realizados (promedio móvil del logaritmo) en la Imagen No.48 (en anexos) se grafica el promedio móvil del logaritmo del Cuadro No.18. Al haberle hecho la modificación con el promedio móvil, se muestra más linealizada sin fluctuación y

facilita los datos para utilizar el método de regresión lineal. Se obtiene el ajuste de estacionalidad en el Cuadro No.19 para comenzar el proceso de proyección de los siguientes 12 meses (de julio 2013 a junio 2014). Se utilizan los datos de estacionalidad de los meses julio 2011 a junio 2013 del Cuadro No.9. La fórmula a utilizar es:

$$\text{Ajuste de estacionalidad} = \frac{\text{promedio de cada mes}}{\Sigma \text{promedios}} * 12 \text{ (se multiplica por 12 ya que es el promedio móvil)}$$

Cuadro No. 19: Cálculo de ajuste de estacionalidad para manteca E

mes 2013 al 2014	estacionalidad jul-2011 a jun-2012	estacionalidad jul-2012 a jun-2013	promedio	ajustar
jul	1.03959604	1.0077737	1.02368487	1.02122238
ago	1.00689538	0.97435632	0.99062585	0.98824288
sep	1.00815235	1.01466312	1.01140774	1.00897478
oct	1.03223931	0.99625029	1.0142448	1.01180502
nov	0.98900807	1.02738896	1.00819852	1.00577328
dic	0.99319512	0.98343978	0.98831745	0.98594004
ene	1.0250505	0.95255502	0.98880276	0.98642418
feb	0.99910161	0.99515933	0.99713047	0.99473186
mar	1.01815977	1.00248194	1.01032086	1.00789052
abr	1.00187878	1.00458298	1.00323088	1.00081759
may	0.98449608	0.99739963	0.99094786	0.98856412
jun	0.98532473	1.01872274	1.00202374	0.99961335
		Sumatoria	12.0289358	12.00000000

Se obtiene el ajuste de ciclo en el Cuadro No.20 para comenzar el proceso de proyección de los siguientes 12 meses (julio 2013 a junio 2014). Se utilizan los datos de ciclo de los meses estudiados (julio 2011 a junio 2013) del Cuadro No.18. La fórmula a utilizar es:

$$\text{Ajuste de ciclo} = \frac{\text{promedio de cada mes}}{\Sigma \text{promedios}} * 12 \text{ (se multiplica por 12 ya que es el periodo de estacionalidad)}$$

Cuadro No. 20: Cálculo de ajuste de ciclo para manteca E

mes 2013 al 2014	ciclo jul-2011 a jun-2012	ciclo jul-2012 a jun-2013	promedio	ajustar
jul	0.98776764	1.00557126	0.99666945	0.99666946
ago	0.99882637	1.00445129	1.00163883	1.00163883
sep	0.99828368	1.00220027	1.00024197	1.00024198
oct	0.99962007	1.00307371	1.00134689	1.00134689
nov	1.00082944	1.00036849	1.00059896	1.00059897
dic	0.99888656	1.00352748	1.00120702	1.00120703
ene	0.99998138	1.00309368	1.00153753	1.00153753
feb	1.00071945	0.99730483	0.99901214	0.99901215
mar	1.00086854	0.99669349	0.99878102	0.99878102
abr	1.00388754	0.99504166	0.9994646	0.9994646
may	1.00530388	0.99452949	0.99991668	0.99991669
jun	1.00445566	0.99471401	0.99958483	0.99958484
			11.9999346	12.00000000

Se realiza la proyección para los meses de julio 2013 a junio 2015 utilizando el ajuste estacionalidad y ciclo. Se utiliza el pronóstico de tendencia utilizando pronóstico = (x, conocido y, conocido x)

- X: mes a proyectar
- Conocido y: promedio móvil de julio 2011 a junio 2013
- Conocido x: número 13 a 36.

Para sacar la proyección de logaritmo se utiliza el modelo predictivo:  $Yp(t) = T * E * C$

- T: tendencia
- E: ajuste de estacionalidad
- C: ajuste de ciclo

Para la proyección de manteca E se procede a aplicar exponencial a la proyección de logaritmo.

En el Cuadro No. 21 luego de aplicar el modelo predictivo  $Yp(t)$  para obtener la proyección del logaritmo, se aplica exponencial a este dato para obtener la proyección de manteca E kilos para el mes de julio 2013 a junio 2014.

Cuadro No. 21: Cálculo para proyección de manteca E

número	mes/año	estacionalidad	tendencia	ciclo	proyección del logaritmo	proyección de manteca E kilos
37	jul-13	1.021222384	13.1047185	0.99666946	13.3382598	620,487
38	ago-13	0.988242883	13.1072115	1.00163883	12.9743364	431,204
39	sep-13	1.008974779	13.1097044	1.00024198	13.2305619	557,134
40	oct-13	1.011805017	13.1121974	1.00134689	13.2848564	588,220
41	nov-13	1.005773279	13.1146904	1.00059897	13.1983058	539,450
42	dic-13	0.985940039	13.1171833	1.00120703	12.9483664	420,150
43	ene-14	0.986424183	13.1196763	1.00153753	12.9614641	425,689
44	feb-14	0.994731861	13.1221693	0.99901215	13.0401454	460,536
45	mar-14	1.007890517	13.1246622	0.99878102	13.2120977	546,942
46	abr-14	1.00081759	13.1271552	0.9994646	13.1308538	504,263
47	may-14	0.988564116	13.1296482	0.99991669	12.9784177	432,967
48	jun-14	0.999613352	13.1321411	0.99958484	13.1216138	499,625

Para términos de estudio se debe de realizar una proyección hasta junio del 2015 para ver cuánto tiempo de vida tiene el tanque. En el Cuadro No. 22 se realiza el ajuste de

estacionalidad nuevamente para el mes de julio 2014 a junio 2015, luego se utiliza este dato en el modelo  $Y_p(t)$ .

Cuadro No. 22: Ajuste de estacionalidad manteca E para julio 2014 a junio 2015

mes/año	estacionalidad jul-2011 a jun-2012	estacionalidad jul-2012 a jun-2013	estacionalidad jul-2013 a jun-2014	promedio	ajustar estacionalidad
jul	1.03959604	1.0077737	1.02122238	1.02286404	1.02122238
agos	1.00689538	0.97435632	0.98824288	0.98983153	0.98824288
sep	1.00815235	1.01466312	1.00897478	1.01059675	1.00897478
oct	1.03223931	0.99625029	1.01180502	1.01343154	1.01180502
nov	0.98900807	1.02738896	1.00577328	1.0073901	1.00577328
dic	0.99319512	0.98343978	0.98594004	0.98752498	0.98594004
ene	1.0250505	0.95255502	0.98642418	0.9880099	0.98642418
feb	0.99910161	0.99515933	0.99473186	0.99633094	0.99473186
mar	1.01815977	1.00248194	1.00789052	1.00951074	1.00789052
abr	1.00187878	1.00458298	1.00081759	1.00242645	1.00081759
may	0.98449608	0.99739963	0.98856412	0.99015328	0.98856412
jun	0.98532473	1.01872274	0.99961335	1.00122027	0.99961335
			suma	12.01929129	12.00000000

En el Cuadro No. 23 se realiza el ajuste de ciclo, siguiendo los pasos como en el Cuadro No. 20 para luego utilizar el ajuste de ciclo en el modelo  $Y_p(t)$ .

Cuadro No.23: Ajuste de ciclo manteca E para julio 2014 a junio 2015

mes	ajuste jul-2011 a jun-2012	ajuste jul-2012 a jun-2013	ajuste jul-2013 a jun-2014	promedio	ajustar ciclo
jul	0.98776764	1.00557126	0.99666946	0.996669454	0.99666946
agos	0.99882637	1.00445129	1.00163883	1.001638829	1.00163883
sep	0.99828368	1.00220027	1.00024198	1.000241976	1.00024198
oct	0.99962007	1.00307371	1.00134689	1.001346891	1.00134689
nov	1.00082944	1.00036849	1.00059897	1.000598966	1.00059897
dic	0.99888656	1.00352748	1.00120703	1.001207021	1.00120703
ene	0.99998138	1.00309368	1.00153753	1.001537531	1.00153753
feb	1.00071945	0.99730483	0.99901215	0.999012143	0.99901215
mar	1.00086854	0.99669349	0.99878102	0.998781021	0.99878102
abr	1.00388754	0.99504166	0.9994646	0.9994646	0.9994646
may	1.00530388	0.99452949	0.99991669	0.999916686	0.99991669
jun	1.00445566	0.99471401	0.99958484	0.999584836	0.99958484
			suma	11.99993236	12.00000000

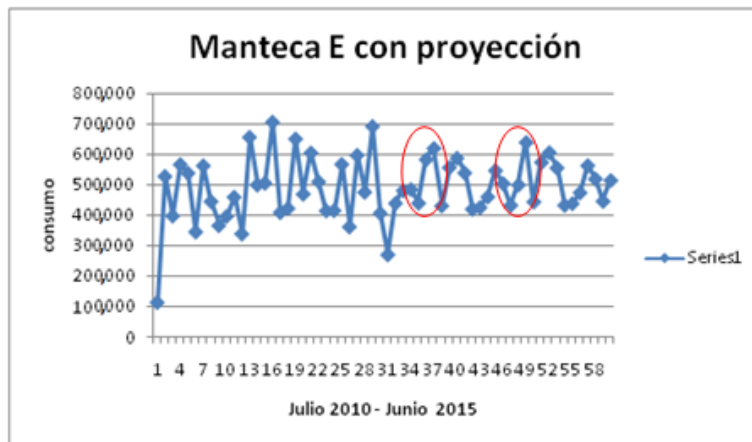
Por último en el Cuadro No. 24 se realiza la proyección aplicando el modelo Yp (t) multiplicando la estacionalidad, tendencia y ciclo para obtener la proyección del logaritmo. Luego se le aplica exponente a este dato para obtener la proyección de manteca E para mes de julio 2014 a junio 2015.

Cuadro No. 24: Proyección de manteca E para julio 2014 a junio 2015

número	mes/año	estacionalidad	tendencia	ciclo	proyección del logaritmo	proyección de manteca E (kilos)
49	jul-14	1.02122238	13.1346341	0.99666946	13.3687085	639,670
50	ago-14	0.98824288	13.137127	1.00163883	13.0039487	444,163
51	sep-14	1.00897478	13.13962	1.00024198	13.2607533	574,211
52	oct-14	1.01180502	13.142113	1.00134689	13.3151658	606,321
53	nov-14	1.00577328	13.1446059	1.00059897	13.2284121	555,938
54	dic-14	0.98594004	13.1470989	1.00120703	12.977897	432,741
55	ene-15	0.98642418	13.1495919	1.00153753	12.9910189	438,457
56	feb-15	0.99473186	13.1520848	0.99901215	13.0698739	474,432
57	mar-15	1.00789052	13.1545778	0.99878102	13.2422126	563,663
58	abr-15	1.00081759	13.1570708	0.9994646	13.1607778	519,580
59	may-15	0.98856412	13.1595637	0.99991669	13.0079887	445,961
60	jun-15	0.99961335	13.1620567	0.99958484	13.1515054	514,785

En la Imagen No. 19 se muestra los datos del mes del julio 2010 a junio 2015 de la manteca E. se observa que la grafica sigue la misma tendencia de aumento (encerrados por círculos rojos).

Imagen No. 19: Manteca E con proyección



## E. Demanda teórica de estearina 5

En el Cuadro No. 25 se calcula la proyección de manteca E y grasa A hasta junio 2015, se obtiene el teórico de estearina 5 en los productos. Utilizando los porcentajes teóricos de composiciones de cada producto del Cuadro No. 1 para manteca E y grasa A, se calcula la demanda teórica de cada producto y se suman (total teórico, esto representa el 71% de la demanda de estearina 5), luego se realiza:

Total teórico todos los productos= (100%\*total teórico)/ 71%

Para determinar cuánto es lo que se necesita entre los meses de julio 2013 a junio 2015. Con este dato se puede determinar el déficit real. La demanda teórica total de todos los productos ronda entre 394 TM y 638 TM.

Cuadro No. 25: Cálculo total de demanda teórica de todos los productos

número	mes/año	proyección de grasa A (kilos)	teórico de E5 en grasa A	proyección de manteca E (kilos)	teórico de E5 en manteca E (kilos)	total teórico (kilos)	total teórico todos los productos (kilos)
37	jul-13	205,544	139,770	620,487	260,605	400,374	563,908
38	ago-13	254,770	173,244	431,204	181,106	354,349	499,083
39	sep-13	146,294	99,480	557,134	233,996	333,476	469,685
40	oct-13	253,537	172,405	588,220	247,052	419,458	590,786
41	nov-13	168,919	114,865	539,450	226,569	341,434	480,893
42	dic-13	146,702	99,757	420,150	176,463	276,220	389,043
43	ene-14	187,389	127,424	425,689	178,789	306,214	431,287
44	feb-14	186,143	126,577	460,536	193,425	320,002	450,707
45	mar-14	180,711	122,883	546,942	229,716	352,599	496,618
46	abr-14	177,543	120,729	504,263	211,791	332,520	468,337
47	may-14	166,741	113,384	432,967	181,846	295,230	415,817
48	jun-14	207,480	141,086	499,625	209,843	350,929	494,266
49	jul-14	226,864	154,268	639,671	268,662	422,929	595,675
50	ago-14	288,027	195,858	444,164	186,549	382,407	538,601
51	sep-14	136,320	92,698	574,212	241,169	333,867	470,235
52	oct-14	282,185	191,886	606,322	254,655	446,541	628,931
53	nov-14	164,423	111,808	555,938	233,494	345,301	486,340
54	dic-14	137,962	93,814	432,742	181,752	275,566	388,121
55	ene-15	191,217	130,028	438,458	184,152	314,180	442,507
56	feb-15	188,455	128,150	474,432	199,262	327,411	461,142
57	mar-15	181,269	123,263	563,663	236,739	360,002	507,045
58	abr-15	175,986	119,670	519,581	218,224	337,894	475,907
59	may-15	162,345	110,395	445,962	187,304	297,699	419,294
60	jun-15	218,574	148,630	514,785	216,210	364,840	513,859



## F. Análisis de costos de los productos

En el Cuadro No. 26 se realiza el análisis de costos de los productos. Para realizar una tonelada métrica de E5 sintética se debe usar 85% de estearina 3 y 15% de hidrogenado duro, así es como se obtiene el costo del mismo. El ahorro por no usar e5 sintética es la resta de E5 con E5 sintética.

Cuadro No. 26: Costos por tonelada

	costo por tonelada métrica (Q)
costo por tonelada de E5	6,906.04
costo por tonelada de E3	6,873.27
costo por tonelada de hidrogenado duro	7,528.60
costo por fabricar 1TM de E5 a partir de E3 e hidrogenado duro	6,971.57
ahorro por no usar E5 sintética	65.53

Al restar una tonelada métrica de estearina 5 sintética con estearina 5 natural, se obtiene un ahorro de Q65.53. Este costo es válido hasta diciembre del 2013, luego se le aplica inflación.

## G. Ahorro económico al cubrir la demanda con el tanque 1003A

En el Cuadro No.27 para cuantificar en cuanto tiempo se necesita la expansión, se toma el consumo mensual de E5 y se suma por años. Se cuantifica el crecimiento por año:

$$\text{Crecimiento por semestre} = \frac{\text{año} - \text{año anterior}}{\text{año anterior}}$$

Se obtuvo que el crecimiento el cual es de 2% mensual, este dato se utilizará para los demás meses que no se realizó la proyección por medio de series de tiempo.

Cuadro No. 27: Crecimiento del 2011 a 2015

años	consumo (TM)	crecimiento
2011	2,505	
2012	3,358	34%
2013	4,834	44%
2014	5,865	21%
2015	6,034	3%
	promedio	26%
	mensual	2%

Teóricamente solo se puede producir 310 TM al mes de estearina 5, debido a la capacidad de producción del tanque, como se dijo anteriormente, ya que no siempre se llega a lo teórico, se tomara 295 TM como la capacidad real del tanque. En el Cuadro No.39 (en anexos) para saber cuánto se estaría ahorrando la empresa al poner otro tanque para evitar utilizar estearina 5 sintética (combinación 85% de estearina 3 y 15% de hidrogenado duro), se procede a restar el total teórico de todos los productos con la columna de capacidad del tanque para producir estearina 5, para obtener el ahorro en TM de los meses de enero 2014 a junio 2015. El costo va variando a lo largo de los meses debido a la inflación, este tema se toca más adelante.

En el Cuadro No.40 (en anexos) para los meses de junio en adelante se realiza un promedio del ahorro en kilos de estearina 5 para tener el dato del déficit constante para facilitar el cálculo, si se hace una proyección muy extensa a lo largo del tiempo, no se tiene tanta exactitud. El ahorro en promedio es de 184.79 TM, pero como tiene un crecimiento del 2%, para los siguientes meses de julio 2014 a junio 2018 se aplica dicho crecimiento en el ahorro promedio en TM, el cual sería cubierto por el nuevo tanque.

Se realiza un resumen de los Cuadros No. 39 y No.40 el cual es representado en el Cuadro No. 28. En total se tiene una proyección de ahorro de Q952, 157.03

Cuadro No. 28: Proyección de ahorro por usar estearina 5 natural

año	proyección de ahorro (Q) por las TM
2014	154,300.72
2015	156,514.95
2016	205,196.50
2017	270,398.59
2018 (hasta junio)	165,746.27
total	952,157.03

## H. Balanceo de líneas

1. Proceso futuro. Para el balanceo de líneas se utilizó Asprova ya que es un excelente simulador para observar en qué momento producir el siguiente batch, evitando tener

inventario en proceso. Como se aprendió en el libro La Meta (2005): no es adecuado tener una máquina funcionando y produciendo de más ya que se generará gran cantidad de inventario. Si se pusieran los cristalizadores a trabajar todo el tiempo, se tendría que comprar tanques extras para almacenar el WIP. Es por eso que se realiza una planificación nueva de producción.

En Asprova, lo primero que se debe de modificar el editor de datos maestros para colocar el proceso, en el Cuadro No.29 se muestra los procesos utilizados y su descripción, se realiza un proceso más resumido en donde se expone lo más importante en estearina 5, los demás procesos en tanques que no tienen tiempo no se colocaron, la simulación solo se enfoca para el recorrido de estearina 5 en el proceso:

Cuadro No. 29 Descripción de procesos en Asprova

proceso	descripción
crist1	8 unidades cristalizadoras, entra el aceite(RBD) como materia prima y sale A-Crist1 (aceite cristalizado)
filtro 1	entra A-Crist1 (aceite cristalizado) al filtro (prensa) y se obtiene A-Filt1E3 (estearina 3) y O2 (oleína 2)
tanque 1082st	entra A-Filt1E3 (estearina 3) y se coloca vapor por 20 minutos y se obtiene A-Filt1E3hot (estearina 3 calentado)
crist2	entra A-Filt1E3hot (estearina 3 calentado) y se cristaliza en 2 tanques: tanque 1003 (Crist2) y 1003A (Crist2A) estos se colocan en paralelo para cuando uno este en uso, inmediatamente pasa al otro y se obtiene A-Crist2 (estearina 3 cristalizada)
filtro2	entra Crist2 (estearina 3 cristalizada) y se filtra en el filtro2 (filtro rotativo) para obtener E5 y O4. Este proceso tiene 0.5 horas de preparación posterior

En la Imagen No.20 se muestra el editor de datos maestros, aquí es donde se ingresa los procesos del Cuadro No. 29, se ingresa el producto que se va a producir, la maquinaria, la materia prima y el producto que entra a cada proceso, el tiempo de producción, etc.

Imagen No. 20: Editor de datos maestros

	Artículo	Orden de proceso	Código de proceso	Tipo de instrucción	Instrucción	Recurso / Artículo	Orden de proceso previo	Producción	Preparación previa	Preparación posterior
1	E5	10	Crist1	Instrucción de entrada	In	Acete	-1	1		
2	Instrucción de uso			M	Crist1		8h			
3	Instrucción de salida			Out	A-Crist1					
4		20	Filtro1	Instrucción de entrada	In	A-Crist1	10	2		
5	Instrucción de uso			M	Filtro1		8h			
6	Instrucción de salida			Out1	A-Filt1E3	25				
7	Instrucción de salida			Out2	O2	-1				
8		25	Tanque1082st	Instrucción de entrada	In	A-Filt1E3	20			
9	Instrucción de uso			M	tanque1082st		0.333h			
10	Instrucción de salida			Out	A-Filt1E3hot					
11		30	Crist2	Instrucción de entrada	In	A-Filt1E3hot	25	1		
12	Instrucción de uso			M	Crist2		14h			
13	Instrucción de uso			M	crist2A		14h			
14	Instrucción de salida			Out	A-Crist2					
15		40	Filtro2	Instrucción de entrada	In	A-Crist2	30	2		
16	Instrucción de uso			M	Filtro2		10h		0.5h	
17	Instrucción de salida			Out1	E5	-1				
18	Instrucción de salida			Out2	O4	-1				

Para producir se debe recordar que la producción del tanque actual es de 295TM al mes, al dividirlo entre la producción teórica 310, el rendimiento es de 0.95% del tanque cristalizador 1003A. En el Imagen No. 21 se muestran los pedidos ingresados en Asprova, se especifica el producto a vender, en la columna de artículo. Luego la fecha de inicio en donde debe de comenzar a producir cada batch. La cantidad de pedido se colocó solo para fines ilustrativos, pero en realidad debería de ser 14.7 TM de cada batch. La prioridad del pedido es en qué orden van a ir apareciendo los pedidos y el cliente solo se puso aleatorio. La duración para elaborar cada batch es de 1 día 16 horas 49 minutos.

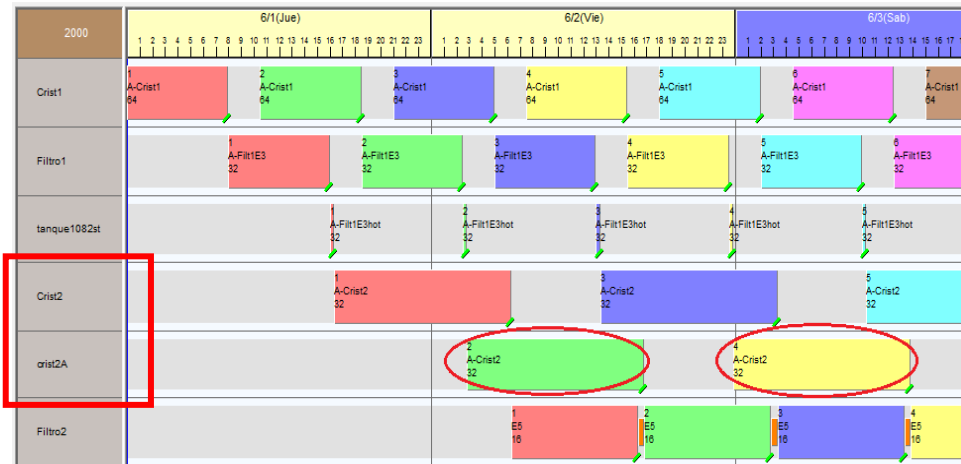
Imagen No. 21: Tabla de pedidos Asprova

	Código de orden	Tipo de orden	Clase de la orden	Artículo	Primera fecha de inicio	Cantidad	Cliente	Color de visualización	Duración
1	1	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/01 00:00:00	16	Cliente C	1	1D16H49M5
2	2	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/01 10:30:00	16	Cliente A	2	1D16H49M5
3	3	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/01 21:00:00	16	Cliente B	3	1D16H49M5
4	4	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/02 07:30:00	16	Cliente A	4	1D16H49M5
5	5	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/02 18:00:00	16	Cliente A	5	1D16H49M5
6	6	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/03 04:30:00	16	Cliente A	6	1D16H49M5
7	7	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/03 15:00:00	16	Cliente C	7	1D16H49M5
8	8	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/04 01:30:00	16	Cliente C	8	1D16H49M5
9	9	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/04 12:00:00	16	Cliente A	9	1D16H49M5
10	10	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/04 22:30:00	16	Cliente A	10	1D16H49M5
11	11	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/05 09:00:00	16	Cliente A	11	1D16H49M5
12	12	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/05 19:30:00	16	Cliente A	12	1D16H49M5
13	13	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/06 06:00:00	16	Cliente C	13	1D16H49M5
14	14	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/06 16:30:00	16	Cliente A	14	1D16H49M5
15	15	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/07 03:00:00	16	Cliente A	15	1D16H49M5
16	16	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/07 13:30:00	16	Cliente C	16	1D16H49M5
17	17	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/08 00:00:00	16	Cliente A	17	1D16H49M5
18	18	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/08 10:30:00	16	Cliente A	18	1D16H49M5
19	19	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/08 21:00:00	16	Cliente C	19	1D16H49M5
20	20	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/09 07:30:00	16	Cliente A	20	1D16H49M5
21	021	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/09 18:00:00	16	Cliente A	21	1D16H49M5
22	22	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/10 04:30:00	16	Cliente A	22	1D16H49M5
23	23	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/10 15:00:00	16	Cliente B	23	1D16H49M5
24	24	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/11 01:30:00	16	Cliente C	24	1D16H49M5
25	25	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/11 12:00:00	16	Cliente B	25	1D16H49M5
26	26	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/11 22:30:00	16	Cliente B	26	1D16H49M5
27	27	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/12 09:00:00	16	Cliente B	27	1D16H49M5
28	28	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/12 19:30:00	16	Cliente B	28	1D16H49M5
29	29	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/13 06:00:00	16	Cliente B	29	1D16H49M5
30	30	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/13 16:30:00	16	Cliente B	30	1D16H49M5
31	31	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/14 03:00:00	16	Cliente B	31	1D16H49M5
32	32	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/14 13:30:00	16	Cliente B	32	1D16H49M5
33	33	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/15 00:00:00	16	Cliente B	33	1D16H49M5
34	34	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/15 10:30:00	16	Cliente B	34	1D16H49M5
35	35	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/15 21:00:00	16	Cliente B	35	1D16H49M5
36	36	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/16 07:30:00	16	Cliente A	36	1D16H49M5
37	37	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/16 18:00:00	16	Cliente B	37	1D16H49M5
38	38	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/17 04:30:00	16	Cliente A	38	1D16H49M5
39	39	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/17 15:00:00	16	Cliente A	39	1D16H49M5
40	40	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/18 01:30:00	16	Cliente A	40	1D16H49M5
41	41	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/18 12:00:00	16	Cliente A	41	1D16H49M5
42	42	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/18 22:30:00	16	Cliente A	42	1D16H49M5
43	43	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/19 09:00:00	16	Cliente C	43	1D16H49M5
44	44	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/19 19:30:00	16	Cliente B	44	1D16H49M5
45	45	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/20 06:00:00	16	Cliente C	45	1D16H49M5
46	46	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/20 16:30:00	16	Cliente C	46	1D16H49M5
47	47	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/21 03:00:00	16	Cliente C	47	1D16H49M5
48	48	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/21 13:30:00	16	Cliente C	48	1D16H49M5
49	49	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/22 00:00:00	16	Cliente C	49	1D16H49M5
50	50	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/22 10:30:00	16	Cliente C	50	1D16H49M5
51	51	Orden de fabri	Orden regi	E5	2000/06/22 21:00:00	16	Cliente C	51	1D16H49M5

Se pueden colocar los turnos y los días que se van a trabajar. Se colocaron los turnos de lunes a domingo solo para fines ilustrativos, ya que solo se trabaja de lunes a viernes. Se propone que los operarios trabajen 22 días continuos y luego descansen 8 días (acumulación de sábados y domingos en el mes). Se propuso esto ya que se tiene una producción continua sin paros. A continuación en la Imagen No. 22 se muestra como se debe de producir para tener una línea balanceada. Para balancearla se verificó que después que termina de funcionar el Crist1, 2 horas y media después debe de comenzarse a producir el nuevo batch,

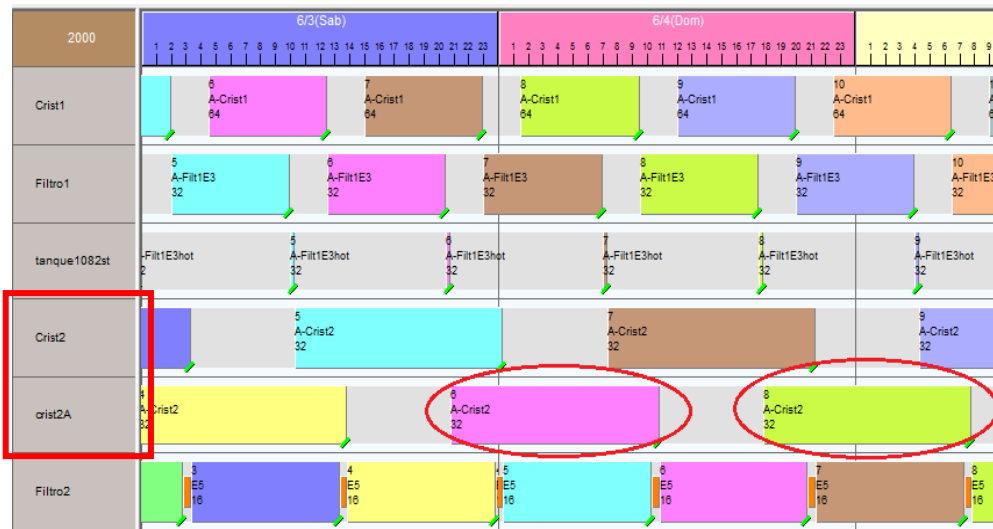
para que cuando termine de filtrarse el batch 1 (rosado), inmediatamente se pueda filtrar el batch 2 (verde) y así sucesivamente. Circulado se muestra el nuevo tanque 1003A y en el rectángulo rojo se muestran 2 los cristalizadores.

Imagen No. 22: Planificación de producción Asprova (lo que está circulado es el nuevo tanque 1003A)



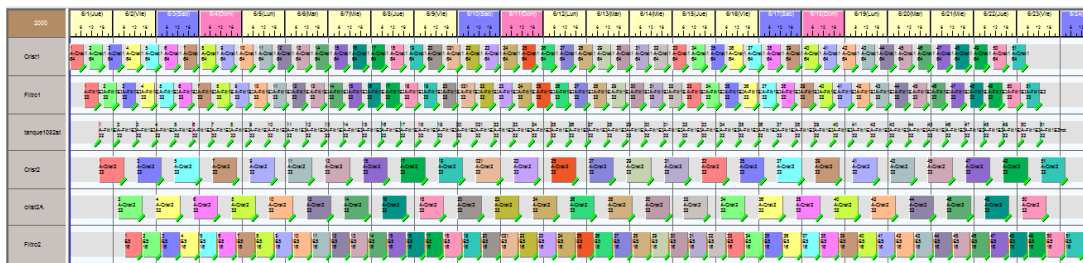
En la Imagen No.23 se muestra el seguimiento de día como se explicó en la Imagen No.22

Imagen No. 23: Planificación de producción Asprova continuación 2



En la Imagen No. 24 se muestra la producción de 22 días continuos.

Imagen No.24: Producción completa en un mes Asprova



Se tiene la línea balanceada con un flujo continuo sin necesidad de conseguir otra maquinaria más. Se debe usar Asprova para planificar cuanto producir y cada cuanto se debe producir cada batch. Trabajando 22 días seguidos se puede obtener 787.4 TM de estearina 5. Ahora si se trabaja todo el mes (30 días), se puede obtener 955.5TM de estearina 5. Anualmente si se trabajan 22 días seguidos se puede producir 9,448.8 TM y si se trabaja el mes completo de 30 días 11,466 TM.

### I. Diagrama de operaciones propuesto con tanque 1003A

Se procede a agregar el nuevo tanque 1003A al diagrama de operaciones del área del fraccionador (círculo rojo). El enfoque del diagrama es la estearina 5. Tiempo total es el mismo lo nuevo es que se puede producir más. En la Imagen No. 25 se tienen todas las operaciones, traslados y almacenamientos. A continuación se explican las capacidades de las maquinas más importantes que tiene cada etapa (algunas no se calcularon ya que son solo tanque de paso):

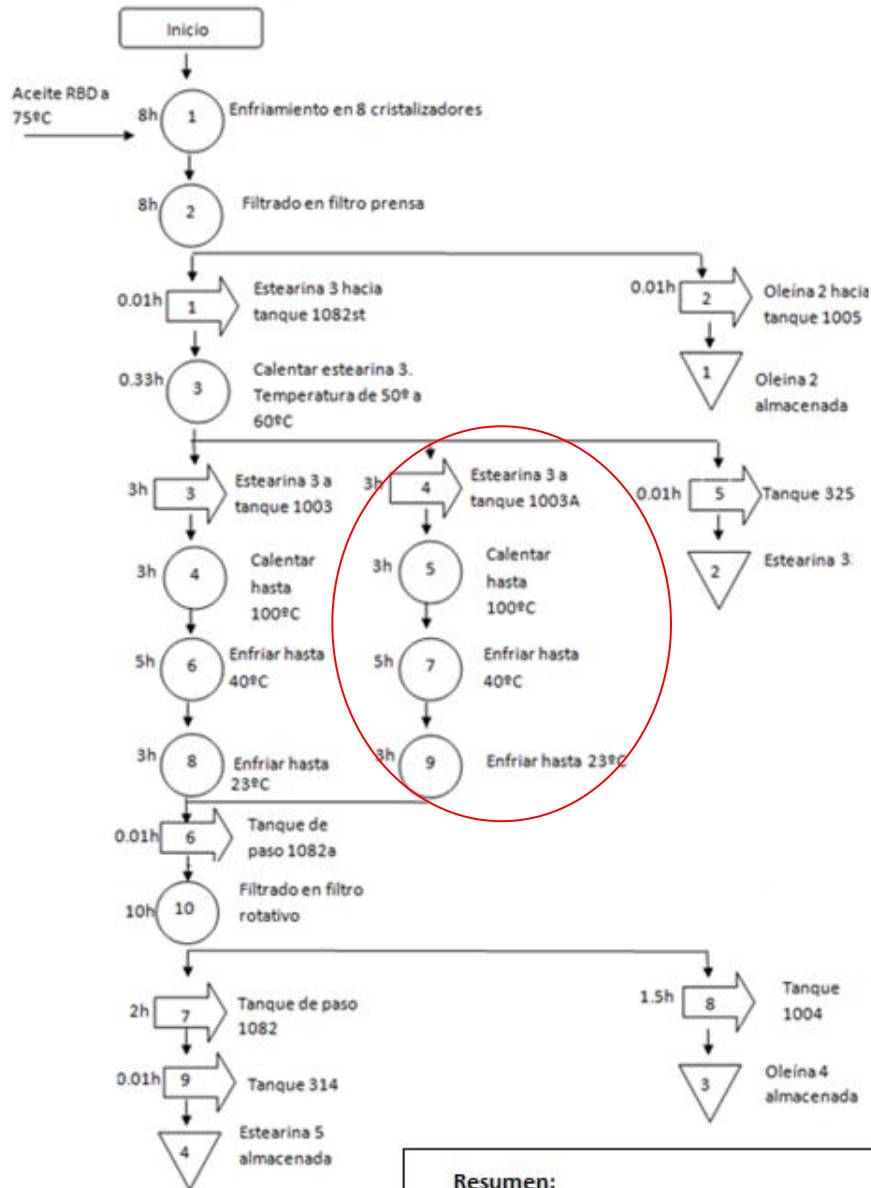
1. Operación 1: los 8 cristalizadores tienen una capacidad de 8TM en total
2. Operación 2: el filtro prensa tiene una capacidad de 14.5 TM
3. Traslado 1: el tanque 1082st tiene una capacidad de 14.5 TM
4. Traslado 2: el tanque 1005 tiene una capacidad de 33 TM
5. Traslado 3: el tanque 1003 tiene una capacidad de 31 TM
6. Traslado 4: el tanque 1003A tiene una capacidad de 31 TM
7. Traslado 5: el tanque 325 tiene una capacidad de 235.45 TM
8. Operación 10: el filtro rotativo tiene una capacidad de 3 TM/h y como son 10h de operación.
9. Traslado 8: el tanque 1004 tiene capacidad de 33TM.
10. Traslado 9: tanque 314 tiene capacidad de 53 TM.

Imagen No.25: Diagrama de operaciones propuesto para la obtención de estearina 5 agregando tanque 1003A

Olmecca S.A.

Proceso desde que entra el aceite RBD a hasta la obtención de estearina 5

Elaborado el 20 de noviembre de 2013





## J. Tiempo de vida del tanque 1003A

En promedio, el crecimiento por semestre es de 14% y mensual 2%. Con el nuevo tanque se tendrá una capacidad disponible en el mes de 955.5TM de estearina 5 trabajando de lunes a domingo. Del mes de julio 2013 a junio 2015 se tiene los siguientes datos teóricos del Cuadro No. 41 de estearina 5. Del mes de julio 2015 a diciembre 2019 se le aumenta 14% de crecimiento semestral. En el Cuadro No. 30 se muestra el total teórico de todos los productos por año (a excepción de julio a diciembre 2013, este es semestral).

Cuadro No. 30: Toneladas métricas de estearina 5 necesarias por año

mes/año	total teórico todos los productos kilos	por mes en TM
jul a dic 13	2,993,398	499
ene a dic 14	5,864,937	489
ene a dic 15	6,034,275	503
ene a dic 16	7,632,557	636
ene a dic 17	9,574,280	798
ene a dic 18	12,009,976	<b>1,001</b>
ene a dic 19	15,207,440	1,267

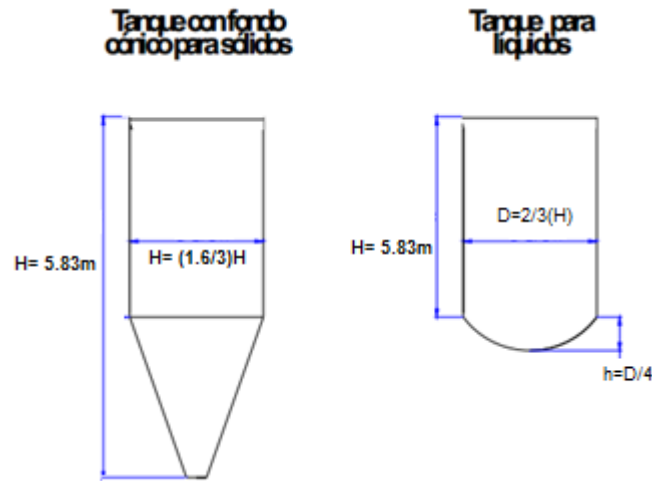
El tanque 1003A es una solución a mediano plazo. La construcción del tanque se realiza en diciembre 2013, se pone a funcionar en enero 2014. Según el Cuadro No.41 el semestre de enero 2018 a junio 2018 se necesitaría en promedio 944.2 TM, nuestra capacidad disponible es 955.5 TM, solo hasta ese semestre se podría cubrir la demanda.

## K. Mejora al nuevo tanque 1003A

Las características del tanque determinaran el éxito de la etapa de cristalización. El sistema de intercambio de calor y el agitador es fundamental para la velocidad de formación y crecimiento del cristal.

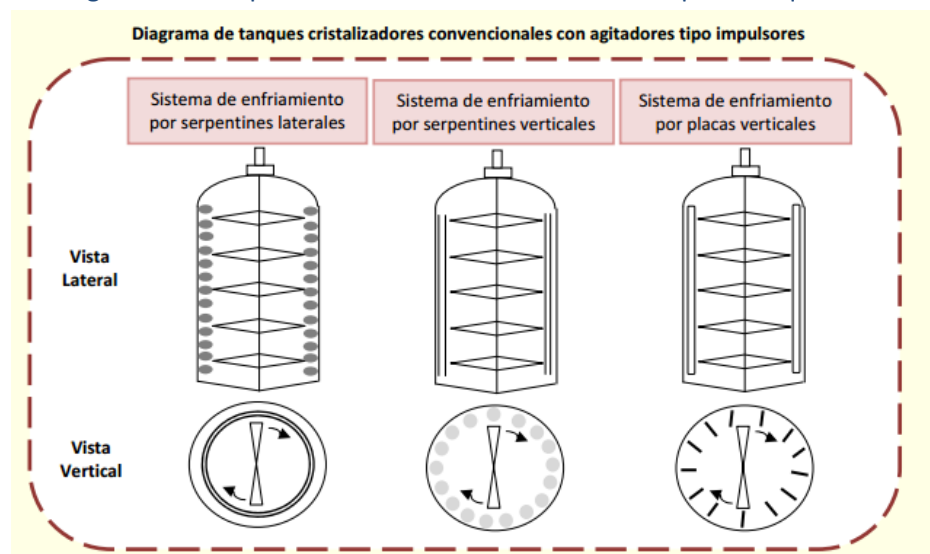
Según el código API-ASME que contienen productos sólidos en su interior, su diseño debe de ser cónico como se muestra en la Imagen No. 26. La estearina 3 conforme se va cristalizando se solidificando es por eso que se toma como sólido.

Imagen No. 26: Opciones de formas para construcción del tanque 1003A



La transferencia de calor puede ser realizada por circulación de agua de enfriamiento por medio de serpentines horizontales o verticales como se muestra en la Imagen No. 27. En el caso del tanque 1003A se realizarán de forma vertical. Es necesario el enchaquetado para evitar que la cristalización se pierda, debido a que si es de forma homogénea esta cristalización, se tiene mejor formación de los cristales. Los agitadores son de tipo impulsores y debe de ser una agitación lenta para evitar pérdida de cristales, la imagen fue obtenida del libro de Kellens (2001).

Imagen No. 27: Opciones de sistema de enfriamiento para tanque 1003A



Para la construcción de tanques, se recomienda lo siguiente:

- Todo el material de los depósitos debe ser de un material inerte, es decir, de grado alimenticio.
- El acero inoxidable es el más adecuado para la construcción en la industria de los aceites crudos, semi-refinados, grasas y terminados
- Los depósitos de hierro o acero pueden ser revestidos con la resina epoxi, ya que es un material inerte.
- No utilizar termómetros con mercurio ya que si se tiene una fuga de mercurio, puede ser garrafal.
- Los serpentines deben de ser de acero inoxidable y no contener cobre.
- Cualquier tanque con calefacción debe de estar aislado para evitar pérdidas de calor y la cristalización del aceite.
- El tanque actual utiliza hierro negro, como parte de la mejora al nuevo tanque 1003A, se van a proponer tres opciones para la construcción del tanque:

1. Enchaquetamiento. El enchaquetamiento es necesario para controlar las temperaturas y así evitar la oxidación que contribuye a la acidez del aceite. Debido a que el tanque está a la intemperie se tienen perdida de cristalización ya que el calor y el frio se va disipando en las paredes del tanque, se debe tener aislado el tanque y tal vez así se tiene calentamiento y enfriado en menos tiempo. Con el enchaquetamiento se protege la calidad del producto. Para esto se utilizará una chamarra de cerámica de 1" y lamina galvanizada.

2. Revestido del tanque con resina epoxi y hierro negro. En caso de construir el tanque con hierro negro, es necesario colocar la resina epóxica para cumplir las BPM. Muchas empresas prefieren realizar la construcción con hierro negro y colocar el recubrimiento de resina epóxica ya que es mucho más barato que el acero inoxidable. Por ejemplo 1 lamina de 4\*8 pies acero inoxidable 1/8 espesor es 4 veces más caro que 1 lamina con la misma descripción de hierro negro.

Como parte de las Buenas Prácticas de Manufactura, se debe tener una superficie inocua y de material inerte al tener contacto con el producto. En el curso de ingeniería de plantas y el libro con el mismo nombre (2013) se mostró la importancia de las pinturas para grado alimenticio. Es por eso que se escogió el revestimiento del tanque con resina epoxi bar-rust 233h. Este epóxico puede ser usado en tanques de alimentos ya que está certificado. Su nombre genérico es epóxico de tecnología avanzada.

Para la aplicación del epóxico, se debe lijar el hierro negro con una lija gruesa número 60 para realizar un lijado profundo. Este lijado se realiza para evitar que se desprenda la capa de epóxico. Se debe pintar el mismo día para evitar que se genere nuevamente oxido. Se realizan 4 manos de pintura epóxica debido a que es una superficie húmeda. Se debe de utilizar el rodillo epóxico para aplicar la mezcla. La presentación es de una cubeta de 4 galones de epóxico y 1 galón de catalizador. Se debe de mezclar el cristalizador con el epóxico. Se debería de usar 2 cubetas para cumplir con las 4 manos de pintura epóxica.

Dependiendo de la preparación de la superficie es así como va a ser la durabilidad de la cubierta de epóxico. Si se dan 2 manos, dura 3 años, en cambio si se dan 4 manos de epóxico, se tiene una durabilidad de 7 años.

Entre las ventajas del epóxico están:

- Tiene buena adhesión al oxido firme.
- Es apto para tanques alimenticios.
- Tolera la humedad superficial.
- Bajo VOC: son compuestos orgánicos volátiles, estos son peligrosos para la salud ya que contaminan la atmosfera. Son inflamables, tóxicos y liposolubles (se almacena en las grasas).
- Resistente a la abrasión, humedad, químicos y solventes.
- Resiste la temperatura de 121°C, lo cual conviene porque la grasa llegaría hasta una temperatura de 100°C. (ver en anexos la Imagen No.49)

3. Construcción con acero inoxidable. Lo ideal en una fábrica de alimentos es el acero inoxidable en toda superficie que este en contacto con el alimento. Se utiliza el acero inoxidable ya que es un material inocuo y es de calidad alimentaria.

4. Galera. Debido a que el tanque esta a la intemperie, los aspectos meteorológicos tienden a calentar o enfriar el tanque, ya que este no tiene ningún enchaquetamiento. Para evitar esto, se propone la construcción de la galera, además que cuida a que los trabajadores no se mojen a la hora de abrir las válvulas de paso. En caso de que haya lluvia, es muy peligroso para los operarios cuando se suben a los tanques ya que se vuelve muy resbalosa la superficie. La galera puede tener techo curvo ya que su mantenimiento es mínimo y construcción rápida. Se puede construir con láminas de aluzinc ya que son más resistentes que las de Zinc. Este tipo de lámina es de acero con un revestimiento de aluminio, azufre y silicio.

Lo ideal es construir un tanque con un recubrimiento interno de resina epóxica, con enchaquetamiento exterior y una galera que cubra los tanques. La galera tendrá un ancho de 7 metros y una altura de 7 metros. De las cuatro maneras se realizaran las propuestas:

- Tanque con acero inoxidable, enchaquetado y galera
- Tanque con hierro negro cubierto con resina epóxica, enchaquetado y galera.

## L. Recurso Humano

No se necesitan más operadores ya que se tiene un operador y un ayudante, los cuales tienen suficiente tiempo disponible para atender el nuevo tanque 1003A, ya que el único movimiento manual que se realizaría es abrir y cerrar las válvulas del tanque 1003A.

## M. Seguridad Industrial

Cuando se realice la construcción del tanque, se debe de realizar lo siguiente:

- a. La máquina de soldar debe estar aterrizada y conectadas a tierra, sus cables, pinzas de tierra y porta electrodos deben estar en buenas condiciones.
- b. Los soldadores calificados, ayudantes y obreros deben usar los equipos de protección personal en buenas condiciones como se muestra en la Imagen No. 28.

Imagen No. 28: Equipo industrial para soldar el tanque 1003A



(Administrador, 2008)

En el Cuadro No. 31 se muestran los precios de cada elemento que debe utilizar el soldador. También la descripción del mismo.

Cuadro No. 31: Elementos de seguridad industrial para soldar

elemento	descripción	imagen	precio (Q)
gorro	protege el cabello		95.00
mascarilla	evita que se inhalen partículas		65.00
mascara para soldar	para proteger la cara		50.00
guantes	para proteger las manos		35.00
delantal de cuero	para evitar las chispas sobre la ropa		80.00
lentes para soldador	con filtro para rayos de soldadura		35.00
casaca de cuero	para evitar quemaduras en los brazos		85.00
polaina	para evitar quemaduras en los pies		85.00
zapato de seguridad	para cubrir tobillos y dedos de pie		295.00
		total	825.00

(Tomado de la cotización del anexo imagen No.52)

Cuando se vaya a soldar, no se debe de estar cerca de agua o elementos inflamables. Se debe de tener la ventilación adecuada.

El tanque debe tener:

1. Escalera de gato con carcasa arriba para protección del operario. En la Imagen No. 29 se muestra la propuesta de escalera de gatos para el tanque, esta cobertura para la escalera permite que el operario se sostenga en caso de que tenga alguna dificultad. Esta cobertura se

podría hacer totalmente cerrada con láminas de hierro, para evitar que se mojen cuando estén subiendo y se torne resbaladizo, aunque si el tanque tiene la galera no es necesario hacer la cobertura totalmente cerrada. La ISO 14122-4:2005 habla sobre la seguridad de medios de acceso permanente en maquinas, en especial las escaleras fijas, el espaciado entre peldaño debe de ser de 30cm.

Imagen No. 29: Propuesta de escalera de gatos para el tanque 1003A



2. Tubos de seguridad que rodeen al tanque. Se debe colocar seguridad de pasamanos sobre el tanque como se muestra en la Imagen No. 39 para evitar caídas.

Imagen No. 30: Pasamanos sobre el tanque 1003A



3. Pintura antideslizante sobre el tanque. El tanque por la parte exterior va a ser pintado con pintura epoxi es un revestimiento que no tiene disolventes y se utiliza como forro de tanques o superficies que están en contacto con alimentos. Tiene resistencia a ácidos, álcalis y demás agentes químicos. Puede tener un espesor de hasta 250 micras en una sola mano. Es una pintura epoxi curada con amina cicloalifática que le permite endurecer y tener las resistencias descritas. Se seca de 2 a 3 horas. La vida de la mezcla dura 20 minutos. Se muestra la pintura epoxi en la Imagen No. 31.

Imagen No. 31: Pintura epoxi para la parte superior del tanque 1003A



Debido a que se quiere un acabado antideslizante sobre el tanque, se utilizaran las esferas huecas de silicato de aluminio, este se incorpora en la pintura y logra un acabado texturizado. Se muestra en la Imagen No. 32, la marca elegida.

Imagen No. 32: Esferas antideslizantes para la parte superior del tanque 1003A



4. Base para polipasto. Se necesario una base para polipasto ya que se desearía colocar una escalera dentro del tanque pero debido a que no hay espacio por el serpentín y las aspas del mezclador, no se puede colocar. La empresa cuenta con línea de vida para poder entrar al tanque, se muestra en la Imagen No. 33.

Imagen No. 33: Base para polipasto para tanque 1003A



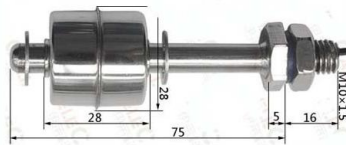
## N. Gestión de calidad HACCP

Por ser una empresa de alimentos es necesario aplicar las Buenas Prácticas de Manufactura, por lo que es necesario que el tanque este hecho con acero inoxidable, debido al alto costo de este material, en caso de no ser posible realizar el tanque de acero inoxidable, se debe de colocar 4 manos de resina epóxica de grado alimenticio para evitar que el tanque se oxide y gane oxidación el producto. Todos los materiales dentro del tanque



deben de ser pintados con resina epóxica. La empresa quiere aplicar la gestión de calidad HACCP para evitar la contaminación cruzada, se debe de garantizar que cada elemento que este en contacto con el producto sea inocuo. En la Imagen No. 34 se muestra el sensor de nivel, debe ser de acero inoxidable. Su función es evitar que haya derrames dentro del tanque, se puede programar para que a cierto nivel antes de llegar al límite mande un aviso al operario. Este flotador está en contacto con el aceite y se conecta al exterior del depósito para indicar el nivel, puede estar en contacto con materiales de hasta 125°C. (Ver Imagen No. 51 en anexos). Para calcular el precio el cual estaba dado en dólares se utilizo en el Cuadro No. 42 de anexos. En promedio se utilizo Q7.8. (Ver la Imagen No. 51 en anexos)

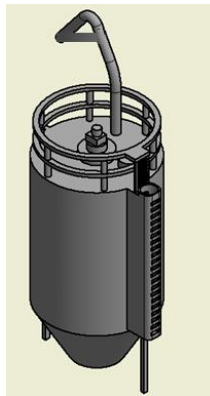
Imagen No. 34: Sensor de nivel de acero inoxidable para tanque 1003A



## O. Planos del tanque 1003A

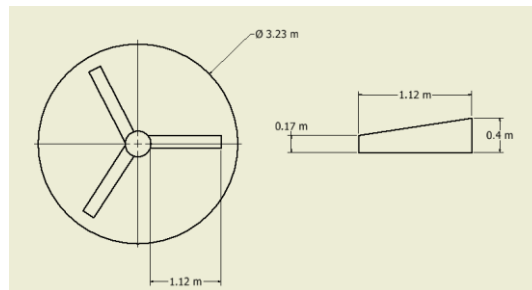
En la Imagen No. 35 se muestra el tanque en 3D para que se pueda visualizar cada parte exterior y se pueda observar donde va colocada cada herramienta.

Imagen No. 35: Plano en 3D del tanque 1003A



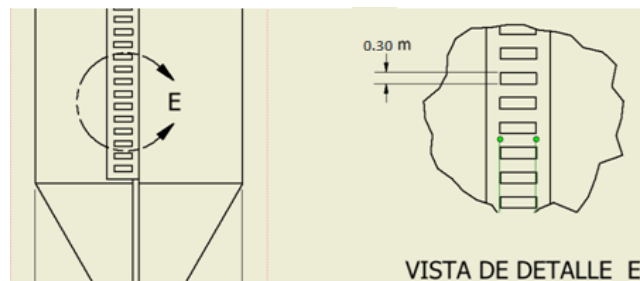
En la Imagen No. 36 se muestra el tamaño de las hélices que van a mezclar el producto. Se escogió este diseño ya que evita que se hagan burbujas y permite mantener la temperatura homogénea dentro del tanque.

Imagen No. 36: Mezclador y hélices tanque 1003A



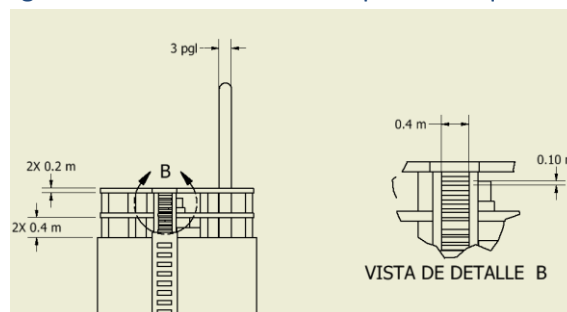
En la Imagen No.37 se muestra el tamaño del peldaño permitido por la ISO 14122-4:2005 como parte de la seguridad de medios de acceso permanente en máquinas, el espaciado entre peldaño debe de ser de 30cm.

Imagen No. 37: Escalera de gato tanque 1003A



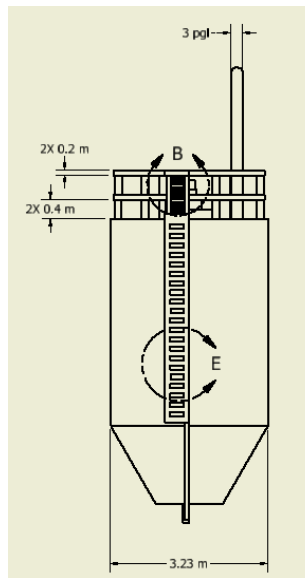
En la Imagen No. 38 se muestra la parte superior del tanque y sus medidas respectivas, las cuales facilitarán la construcción del mismo. También se muestra un acercamiento de la escalera.

Imagen No. 38: Parte exterior superior tanque 1003A



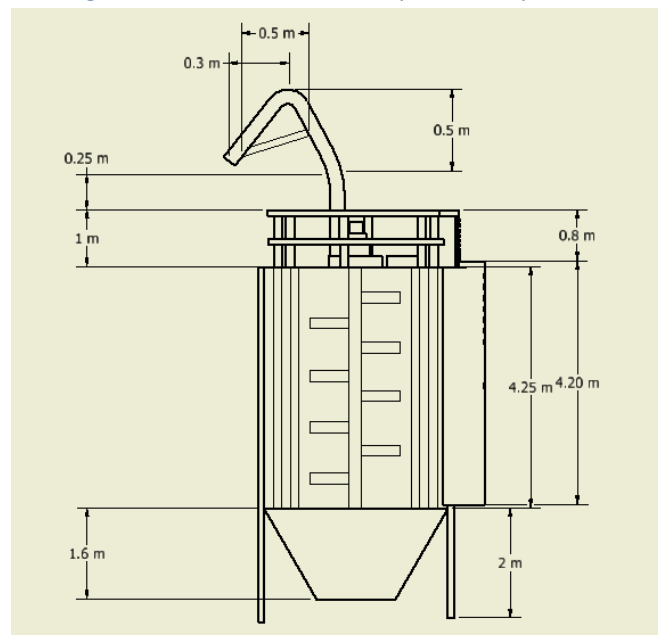
En la Imagen No. 39 se muestra el tanque de lado completo para poder observar el ancho y la parte de la escalera.

Imagen No. 39: Tanque 1003A exterior



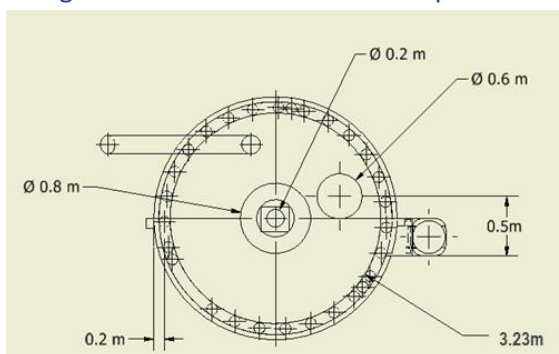
En la Imagen No. 40 se muestra el tanque bisectado para poder observar la tubería interior para el reciclo del agua, se muestra como deben de ir colocados los tubos.

Imagen No. 40: Parte exterior plano tanque 1003A



En la Imagen No. 41 se muestra en ancho de la tubería de reciclo de agua en la parte superior del tanque 1003A, se muestra el motor y el manhole.

Imagen No. 41: Parte de arriba tanque 1003A



## P. Análisis de costos del nuevo tanque 1003A

1. Propuesta de tanque con acero inoxidable, enchaquetado y galera. En el Cuadro No. 32 se muestran todos los elementos y materiales que se utilizarán para la construcción del tanque, su descripción exacta, tamaño y precio. Esta opción es para acero inoxidable.

Cuadro No. 32: Materiales para construcción del tanque 1003A con acero inoxidable

equipo	cantidad	descripción	precio unitario	total
tanque	28	lamina de 4*8 pies acero inoxidable 1/8 espesor	3071	85,988.00
azpa	2	lamina de 4*8 pies acero inoxidable 1/4 espesor	4828.63	9,657.26
serpentin	18	tubos 4**6 metros acero inoxidable celula 40 grosor	3588	64,584.00
serpentin	52	codos soldable a 90º de 4" acero inoxidable celula 40 grosor	450	23,400.00
agitador	1	metro de eje de cold rold de 4"	1000	1,000.00
agitador	1	acople de cadena Martin 6022	3918	3,918.00
agitador	1	chumacera de pared de 4"	1500	1,500.00
motoreductor	1	motor HP TEF 13 rpm 230A 460v	35000	35,000.00
bomba de descarga	1	de paletas blackmer XL3BE 5 HP 230A 460 V	45102.4	45,102.40
bomba de carga	1	centrifuga marca Goulds 3196	25000	25,000.00
bomba d erecido de agua	1	centrifuga marca Berqueley 3*4*6	15000	15,000.00
tanque	2	valvula de mariposa inoxidable de 4"	1000	2,000.00
tanque	2	valvular de mariposa inoxidable de 3"	800	1,600.00
tanque ingreso de vapor	4	tubo de acero inoxidable1"	779.28	3,117.12
tanque ingreso de vapor	2	valvulas klinger de 1"	1500	3,000.00
recido	2	tubo de 6" de acero inoxidable	5300	10,600.00
electrodo	85	lbs. 6011 de 1/8"	10	850.00
electrodo	85	lbs. 7018 de 1/8"	10	850.00
galera	5	lamina de aluzinc de 12 ft	115	575.00
galera	4	costaneras 4x2 hierro	125	500.00
enchaquetado	10	rollo de chamarra ceramica 1"	736.61	7,366.10
enchaquetado	20	lamina galvanizada lisa 4 x 8	120	2,400.00
seguridad industrial escalera	6	tubos de seguridad 2" 6 metros	120	720.00
seguridad industrial escalera	6	escalera 1" 6 metros	80	480.00
sensor	1	sensor flotador	138.52	138.52
equipo de seguridad industrial		equipo para soldar		825.00
parte superior del tanque	1	1 pack de 5kg pintura epoxica	1194	1,194.00
parte superior del tanque	1	anti slip pearls	132.09	132.09
		total		346,497.49

Uso de recurso humano para la construcción del tanque se muestra en el Cuadro No.33. El tanque se puede construir en un mes con la ayuda de 6 soldadores, 4 mecánicos y 1 persona para pintar el tanque.

Cuadro No. 33: Recurso humano para la construcción del tanque 1003A con acero

cantidad	recurso humano	hora por trabajador	total horas	pago por hora	total (Q)
3	soldador principal	200	600	36.3	21,780.00
3	soldador ayudante	200	600	22	13,200.00
2	mecánico principal	150	300	36.3	10,890.00
2	mecánico ayudante	150	300	22	6,600.00
1	persona para pintar	4	4	20	80.00
				total	52,550.00

Total de la construcción del tanque con esta propuesta: Q399,047.00. Los costos del soldador incluyen el costo de electricidad que utiliza, aparte de su sueldo por hora.

2. Propuesta de tanque con hierro negro cubierto con resina epóxica, enchaquetado y galera. En el Cuadro No. 34 se muestran todos los elementos y materiales que se utilizarán para la construcción del tanque, su descripción exacta, tamaño y precio. Esta opción es para acero inoxidable.

Cuadro No. 34: Materiales para construcción del tanque 1003A con hierro negro

equipo	cantidad	descripción	precio unitario (Q)	total (Q)
tanque	28	lamina de 4*8 pies hierro negro 1/8 espesor	1,000.00	28,000.00
aspa	2	lamina de 4*8 pies hierro negro 1/4 espesor	1,000.00	2,000.00
serpentin	18	tubos 4**6 metros hierro negro célula 40 grosor	1,000.00	18,000.00
serpentin	52	codos soldable a 90° de 4" hierro negro célula 40 grosor	65.00	3,380.00
agitador	1	metro de eje de coldroid de 4"	1,000.00	1,000.00
agitador	1	acople de cadena Martin 6022	3,918.00	3,918.00
agitador	1	chumacera de pared de 4"	1,500.00	1,500.00
moto reductor	1	motor HP TEF 13 rpm 230A 460v	35,000.00	35,000.00
bomba de descarga	1	de paletas blackmer XL3BE 5 HP 230A 460 V	45,102.00	45,102.00
bomba de carga	1	centrifuga marca Goulds 3196	25,000.00	25,000.00
bomba de reciclo de agua	1	centrifuga marca Berqueley 3*4*6	15,000.00	15,000.00
tanque	2	válvula de mariposa inoxidable de 4"	1,000.00	2,000.00
tanque	2	valvular de mariposa inoxidable de 3"	800.00	1,600.00
tanque ingreso de vapor	4	tubo de hierro negro 1"	200.00	800.00
tanque ingreso de vapor	2	Válvulas klinger de 1"	1,500.00	3,000.00
reciclo	2	tubo de 6" de hierro negro	2,000.00	4,000.00
electrodo	85	lbs. 6011 de 1/8"	10.00	850.00
electrodo	85	lbs. 7018 de 1/8"	10.00	850.00
galera	5	lamina de zinc de 12 ft	115.00	575.00
galera	4	costaneras 4x2 hierro	125.00	500.00
enchaquetado	10	rollo de chamarra cerámica 1"	737.00	7,366.00
enchaquetado	20	lamina galvanizada lisa 4 x 8	120.00	2,400.00
seguridad industrial	6	tubos de seguridad 2" 6 metros	120.00	720.00
seguridad industrial	6	escalera de gato 1" 6 metros	80.00	480.00
sensor de aviso	1	sensor flotador	139.00	139.00
parte superior del tanque	1	1 pack de 5kg pintura epóxica	1,194.00	1,194.00
pintura interior del tanque	2	pintura epóxica bar-rust 233H	3,000.00	6,000.00
equipo de seguridad industrial		equipo para soldar		825.00
parte superior del tanque	1	anti slip pearls	132.00	132.00
			1,194.00	1,194.00
			total	212,525.00

Uso de recurso humano para la construcción del tanque se muestra en el Cuadro No.35. el tanque se puede construir en un mes con la ayuda de 6 soldadores, 4 mecánicos y 1 persona para pintar el tanque.

Cuadro No. 35: Recurso humano para la construcción del tanque con hierro negro

cantidad	recurso humano	hora por trabajador	total horas	pago por hora	total (Q)
3	soldador principal	200	600	36.3	21,780.00
3	soldador ayudante	200	600	22	13,200.00
2	mecánico principal	150	300	36.3	10,890.00
2	mecánico ayudante	150	300	22	6,600.00
1	persona para pintar	4	4	20	80.00
				total	52,550.00

Total de la construcción del tanque con esta propuesta: Q265,095.11. Los costos del soldador incluyen la electricidad por hora y su sueldo.

## Q. Inflación

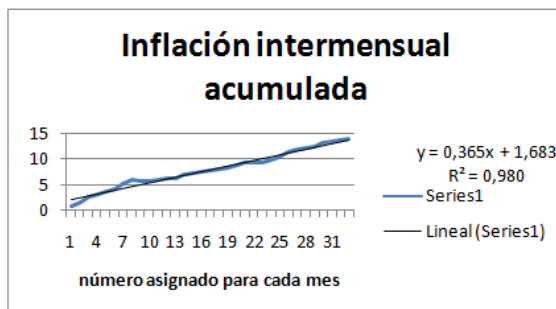
Para el análisis financiero, es necesario colocar la inflación en los precios de los productos, se utilizaran los datos históricos de la inflación por cada mes a lo largo desde el 2011 al 2013, a mi opinión no tomaré la inflación de años anteriores ya que se desea tener una inflación más acertada, la crisis económica en el 2009 y su recuperación en el 2010, hubieran hecho los datos menos exactos. En el Banco de Guatemala utiliza diciembre del 2010 como base. Toda la información fue obtenida del Banco de Guatemala, se muestra en el Cuadro No. 36. En la última columna se realiza una va sumando el dato para que tenga relación al aplicar la regresión lineal.

Cuadro No. 36: Inflación intermensual a lo largo del 2011 al 2013

numero	año	mes	variación intermensual	sumatoria (%)
1	2011	enero	0.82	0.82
2		febrero	0.75	1.58
3		marzo	0.92	2.52
4		abril	0.63	3.17
5		mayo	0.49	3.68
6		junio	0.53	4.23
7		julio	0.95	5.22
8		agosto	0.6	5.85
9		septiembre	-0.07	5.78
10		octubre	-0.04	5.74
11		noviembre	0.22	5.97
12		diciembre	0.22	6.2
13	2012	enero	0.09	6.3
14		febrero	0.5	6.83
15		marzo	0.33	7.18
16		abril	0.37	7.58
17		mayo	0.13	7.72
18		junio	0.12	7.85
19		julio	0.35	8.23
20		agosto	0.45	8.72
21		septiembre	0.49	9.25
22		octubre	0.03	9.28
23		noviembre	-0.01	9.27
24		diciembre	0.54	9.86
25	2013	enero	0.49	10.4
26		febrero	0.82	11.3
27		marzo	0.48	11.83
28		abril	0.17	12.02
29		mayo	0.27	12.32
30		junio	0.62	13.02
31		julio	0.3	13.36
32		agosto	0.14	13.52
33		septiembre	0.29	13.85

En la Imagen No. 41 se realiza la regresión lineal y se obtiene un r cuadrado alto de 0.98 lo cual muestra la relación de los datos.

Imagen No. 42: Inflación intermensual acumulada con regresión lineal



En el Cuadro No. 43 en la columna de ecuación de la recta, se aplica la ecuación  $y = 0,365x + 1,683$  que se obtuvo en la Imagen No. 42 y se realiza para octubre 2013 hasta diciembre 2018. En la columna de resta (%) el dato se resta al dato obtenido de septiembre 2013 ya que hasta esa fecha se tenía el dato de inflación. Los datos de la columna resta son los que se utilizan en el análisis financiero y son un porcentaje (%).

## R. Análisis financiero

El costo de elaboración proveído por la planta olmeca como se muestra en el Cuadro No.26 muestra cuanto se ahorra por la elaboración de una tonelada métrica de cada producto. Este ahorro se multiplica por la tonelada métrica teórica de los productos que se suple con el nuevo tanque. No es necesario saber los precios y costos de cada producto ya que solo se está generando un ahorro y como se está usando los datos de la cantidad de estearina 5 que se necesita.

Es importante recalcar que se realiza mantenimiento anual a las bombas y mezclador. El mantenimiento consiste en cambiarle el aceite a cada uno. El aceite que se utiliza es: Aceite Meropa 320: aceite para el motoreductor, tiene buena estabilidad térmica y oxidativa lo cual le permite que no aumente su viscosidad en altas temperaturas. Solo se utiliza 5 litros para el motoreductor, lo cual representa Q300 anuales. El tamaño en el que se compra se muestra en la Imagen No. 43.

Imagen No. 43: Aceite Meropa 320



20 litros cuesta Q1500

Para las bombas se utiliza aceite 10W40. El número que antecede el W significa el grado de viscosidad en invierno y el número después de la W es el grado de viscosidad en verano. Se utilizan 2.5 litros anuales. Lo cual representa Q137.50 anuales. Se muestra el aceite en la Imagen No.44.

Imagen No. 44: Aceite 10w40



1 litro Q55

El tanque cristalizador es lavado cada año con agua caliente, un cepillo y detergente industrial neutro para grado alimenticio. El operario se tarda 2 horas lavando el tanque. El costo de limpieza es realizado por una empresa exterior que cobra Q500.00. Esta limpieza se



realiza anual. En mantenimiento anual del tanque y motores tiene un costo total de Q937.50. El mantenimiento no tiene ninguna diferencia en el tanque construido con hierro negro y el tanque construido con acero inoxidable. La ventaja de utilizar epóxico la construcción de hierro negro, es que dura 7 años sin necesidad de darle retoque. El tanque de acero inoxidable por el material no necesita ningún mantenimiento. En el Cuadro No. 37 se muestra el flujo de efectivo para la opción de construcción del tanque con hierro con pintura epóxica anual, colocando en el mes de diciembre del 2013 solo la inversión y en el egreso se coloca el mantenimiento anual (ya tiene incluido la inflación)

Cuadro No. 37: Flujo de efectivo opción hierro con pintura epóxica anual

año	inversión inicial (Q)	ingreso (Q)	egreso (Q)	flujo de efectivo neto (Q)
2013	-265,095.11			-265,095.11
2014		154,300.72	-987.70	153,313.02
2015		156,514.95	-1,028.75	155,486.20
2016		205,196.50	-1,069.81	204,126.69
2017		270,398.59	-1,110.87	269,287.72
2018		165,746.27	0.00	165,746.27
			VPN	237,704.73
			TIR	60%
			TMAR	20%

Este análisis financiero, es desglosado por mes en el Cuadro No. 44 en anexos.

Si la  $TIR > TMAR$  se acepta el proyecto ya que el rendimiento es mayor al mínimo fijado,  $60\% > 20\%$ . Los flujos de efectivo mostrados en el Cuadro No. 37 son positivos, esto significa que el proyecto es rentable y vale la pena. Para obtener el PRI se suman los flujos de 2014 y 2015 (ya que ahí se cubre la inversión). Luego se resta la inversión inicial con el flujo de efectivo de 2014 y se obtiene  $111,782.09$ . Luego se divide  $111,782.09 / \text{flujo de } 2015 = 43,151.38 / 155,486.20 = 0.55$ . Se suman los periodos de recuperación (2014) es decir 1 con  $0.55 = 1.55$  años se recupera.

En el Cuadro No. 38 se muestra el flujo de efectivo para la opción de construcción del tanque con acero inoxidable, colocando en el mes de diciembre del 2013 solo la inversión y en el egreso se coloca el mantenimiento anual (ya tiene incluido la inflación)

Cuadro No. 38: Flujo de efectivo opción acero inoxidable

año	inversión inicial (Q)	ingreso (Q)	egreso (Q)	flujo de efectivo neto (Q)
2013	-399,047.00			-399,047.00
2014		154,301	-987.70	153,313.02
2015		156,515	-1,028.75	155,486.20
2016		205,196	-1,069.81	204,126.69
2017		270,399	-1,110.87	269,287.72
2018		165,746	0.00	165,746.27
			VPN	126,078.16
			TIR	35%
			TMAR	20%

Este análisis financiero, es desglosado por mes en el Cuadro No. 45 en anexos.

La  $TIR > TMAR$  se acepta el proyecto ya que el rendimiento es mayor al mínimo fijado,  $35\% > 20\%$ . Los flujos efectivo mostrados en el Cuadro No. 38 son positivos como se muestra en el VPN, lo cual demuestra que el proyecto es rentable. Para obtener el PRI se suman los flujos de 2014 al 2016 (ya que ahí se cubre la inversión). Luego se resta la inversión inicial con el flujo de efectivo de 2014, 2015 se obtiene 90,247.78. Luego se divide  $90,247.78 / \text{flujo de 2016} = 30,257.63 / 204,126.69 = 0.34$ .

Se suman los periodos de recuperación (2014, 2015) con 2.34 = 2.34 años se recupera.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se descubrió que no se puede dejar de usar completamente hidrogenado duro ya que es un componente importante para los productos grasa A y manteca E, solo se puede evitar el uso de estearina 5 sintética. La nueva producción de oleína 2 y oleína 4 se puede utilizar en otras formulaciones.
2. Se determinó la demanda por medio de proyecciones de series de tiempo, en el año 2014 se necesitan 5,865 TM de estearina 5 y en el año 2015 se necesitan 6,034 TM de estearina 5. Al simular la producción con el tanque 1003 y 1003A se pudo obtener 9,448 TM anualmente trabajando 22 días seguidos. De ser necesario se pueden poner dos turnos al día para cubrir las 24 horas y poder suplir la cantidad de 11, 466 TM anualmente.
3. Se balanceó la línea con el simulador, logrando una producción esbelta, es por eso que no se necesita construir tanques extras.
4. La opción de hierro negro con pintura epóxica tiene un costo de Q265, 095.11y la opción de acero inoxidable tiene un costo de Q399, 047.49. La construcción del tanque 1003A dura un mes. Los costos de mantenimiento son los mismos debido a que el hierro negro tiene un recubrimiento de epóxico que dura 7 años y el material de acero inoxidable no necesita mantenimiento en el periodo de utilización. La construcción con hierro negro es una buena opción ya que cumple con estandarizaciones alimenticias y los rangos de temperatura debido al recubrimiento epóxico.
5. El PRI de hierro negro es 1.55 años y el de acero inoxidable es de 2.34 años. El tiempo de recuperación del tanque 1003A es muy importante, ya que es una solución a mediano plazo de 4 años. La opción de construcción con hierro negro es la más corta para la recuperación de la inversión, es por eso que es la más indicada para la empresa ya que le da la libertad de aplicar el estudio de mejoramiento del área del fraccionador.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Para la proyección de la demanda se recomienda que la empresa combine la proyección por medio de series de tiempo con la proyección causal ya que le puede dar un resultado más acercado a la realidad porque considera distintas variables. Esto es para que ellos tomen en cuenta el factor del ambiente (estado de la economía, tasa de interés, etc.). Es necesario actualizar las proyecciones cada año para tener mayor exactitud.
2. Se recomienda simular y planificar la producción para evitar tener producto en proceso. Con la ayuda del simulador se puede determinar cuántos días se debe producir para cubrir la demanda.
3. Cuando se construya el tanque se debe monitorear al recurso humano para que utilicen los equipos de seguridad industrial necesaria.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Admin. (2011). ISDE Palma: Análisis Sectorial. Recuperado el 2013, de [http://www.mejoremosguate.org/cms/content/files/diagnosticos/economicos/16.ISDE\\_Palma.pdf](http://www.mejoremosguate.org/cms/content/files/diagnosticos/economicos/16.ISDE_Palma.pdf)
2. Baquero, N. (2011). Balance de Líneas de . Recuperado el 2013, de <http://prof.usb.ve/nbaquero/Balance%20de%20Lineas.pdf>
3. FAO. (2006). PALMA DE ACEITE (*Elaeis guineensis* Jacq.). Obtenido de [http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/PALMADEACEITE.HTM](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/PALMADEACEITE.HTM)
4. Gamarro, U. (08 de 25 de 2011). Prensa Libre. Recuperado el 11 de junio de 2013, de [http://www.prensalibre.com/economia/Sube-cultivo-palma-aceite\\_0\\_542345771.html](http://www.prensalibre.com/economia/Sube-cultivo-palma-aceite_0_542345771.html)
5. Gitman, L. (2003). Principios de la administración financiera. decima edición. México 676 páginas. Pearson. página 348.
6. Goldratt, E. (2005). La meta. 3ra edición. Argentina. 402 páginas. Díaz de santos. página 30
7. Guatemala, G. d. (diciembre de 2012). Grepalma. Recuperado el 11 de junio de 2013, de [http://www.grepalma.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=82&Itemid=117](http://www.grepalma.org/index.php?option=com_content&view=article&id=82&Itemid=117)
8. Jones, C (2009). Macroeconomía. 3era edición. Barcelona. 703páginas. Edición: Antoni Bosch. página 68.
9. Krajewski, L. (2000). Administración de operaciones: estrategia y análisis.8va edición. Estados Unidos. 593 páginas. Pearson. página 446
10. Kellens, M. (2001). Desarrollos en la tecnología de fraccionamiento. Smet Group. Tomo II. 200 páginas. Singapore. página 29.
11. Melina. (2010). Are the foods and cosmetics you buy harming orangutans and the forests they live in?Obtenido de <http://www.forestjustice.org/2010/11/08/are-the-foods-and-cosmetics-you-buy-harming-orangutans-and-the-forests-they-live-in/>
12. Meyers, F. (2000). Estudio de tiempos y movimientos. Pearson. Segunda edición. 334 páginas. México. página 63.
13. Mondragon, V. (2011). Demanda por el aceite de palma en bruto y su semilla, crece en el mercado brasileño. Recuperado el 2013, de <http://comercioexteriores.blogspot.com/2013/09/demanda-por-el-aceite-de-palma-en-bruto.html>
14. Tarquin, A. (2012). Ingeniería Económica. 7ma edición. México. 736 páginas. McGrawHill. Página 35.
15. Torres, S. (2013).Ingeniería de plantas. Primera edición. Guatemala. 200 páginas. Editorial c.c. dapa. Página 120.

## IX. APÉNDICE

### Glosario

1. Aceite RBD: aceite refinado, blanqueado y desodorizado.
2. Batch: lote de producción, es de 14.7 TM.
3. Buenas Prácticas de Manufactura (BPM): aspecto de calidad para fabricar productos de consumo humano para asegurar que sean producidos de manera adecuada conforme a las condiciones exigidas para comercializar.
4. Chiller: enfriador de agua.
5. Cristales: la estearina 3 se cristaliza en el tanque 1003, los cristales son estearina 5 el cual procede a ser filtrado en el filtro rotativo.
6. Déficit: escasez de un elemento.
7. Enchaquetamiento: es colocar un cobertor al tanque para evitar que se pierda energía calorífica, utilizando los materiales chamarra cerámica y lamina galvanizada.
8. Estearina: al cristalizar aceite RBD, se pasa por un filtro, la parte sólida obtenida representa la estearina.
9. Estearina 5 sintética: para producir una tonelada métrica se necesitan 85% de estearina 3 y 15% de hidrogenado duro.
10. E5: abreviatura de estearina 5 natural.
11. Estearina 3: se obtiene de la filtración de aceite RBD previamente cristalizado, representa la parte sólida de la filtrada.
12. Kilo: abreviatura de kilogramo.
13. Lean Manufacturing: Manufactura esbelta.
14. Manhole: agujero para que pueda entrar el operario al tanque.
15. Oleína: al cristalizar el aceite RBD, se pasa por un filtro para separar lo solido de lo líquido. La parte líquida representa la oleína. El número que le sigue a la palabra va a depender de la filtrada. Por ejemplo si se filtra aceite RBD, se obtiene oleína 2 y estearina 3. Al filtrar la estearina 3, se obtiene oleína 4 y estearina 5.
16. Oleína 2: se obtiene de la filtración de aceite RBD previamente cristalizado, representa la parte líquida de esa filtrada.
17. Oleína 4: al filtrar la estearina 3 cristalizada, se obtiene oleína 4 (parte liquida) de la filtración.
18. TM: toneladas métricas, 1TM= 1000kg.

Grasa A

Imagen No. 45: Logaritmo de grasa A

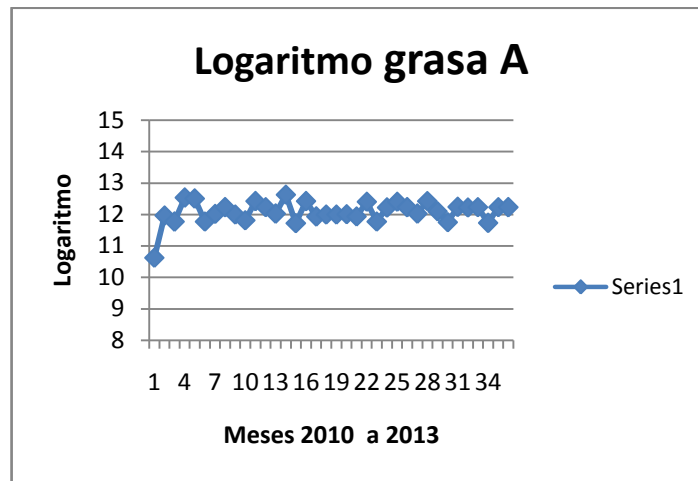


Imagen No. 46: Promedio móvil del logaritmo grasa A

Manteca E

Imagen No. 47: logaritmo manteca E

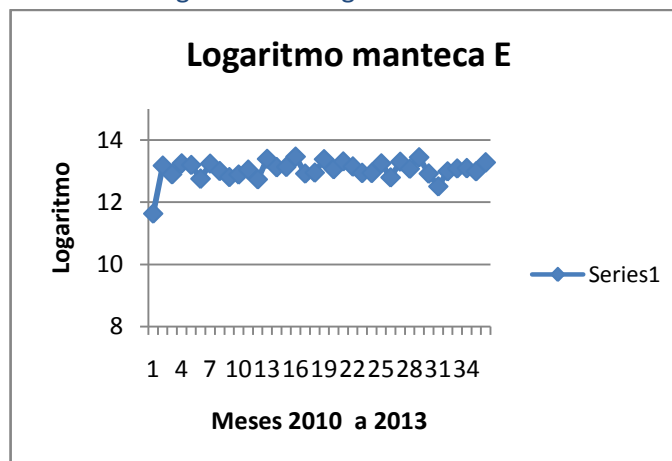
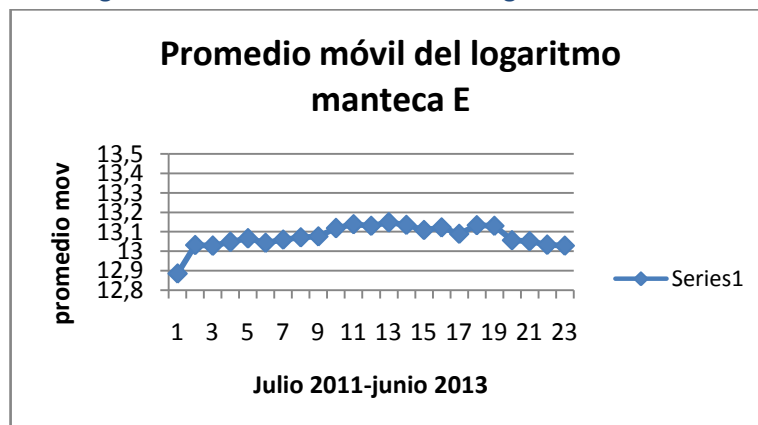


Imagen No. 48: Promedio móvil del logaritmo manteca E

Proyección de ahorro de enero 2014 a junio 2015

Cuadro No. 39: Proyección de ahorro de enero 2014 a junio 2015 con estearina 5

número	mes/año	total teórico todos los productos kilos	capacidad del tanque para producir estearina 5	ahorro en kilos	ahorro en TM	ahorro (Q)	ahorro (Q) por las TM
43	ene-14	431,287	295,000	87,767.06	87.77	66.41	5,751.38
44	feb-14	450,707	295,000	155,707.41	155.71	66.65	10,377.27
45	mar-14	496,618	295,000	201,618.15	201.62	66.89	13,485.26
46	abr-14	468,337	295,000	173,337.36	173.34	67.12	11,635.16
47	may-14	415,817	295,000	120,817.07	120.82	67.36	8,138.66
48	jun-14	494,266	295,000	199,266.12	199.27	67.60	13,470.93
49	jul-14	595,675	295,000	300,675.26	300.68	67.84	20,398.38
50	ago-14	538,601	295,000	243,601.35	243.60	68.08	16,584.64
51	sep-14	470,235	295,000	175,234.84	175.23	68.32	11,972.09
52	oct-14	628,931	295,000	333,931.16	333.93	68.56	22,894.14
53	nov-14	486,340	295,000	191,340.13	191.34	68.80	13,163.94
54	dic-14	388,121	295,000	93,120.95	93.12	69.04	6,428.87
55	ene-15	442,507	295,000	147,507.30	147.51	69.28	10,218.86
56	feb-15	461,142	295,000	166,142.27	166.14	69.52	11,549.58
57	mar-15	507,045	295,000	212,044.54	212.04	69.76	14,791.25
58	abr-15	475,907	295,000	180,907.47	180.91	69.99	12,662.54
59	may-15	419,294	295,000	124,293.99	124.29	70.23	8,729.63
60	jun-15	513,859	295,000	218,859.10	218.86	70.47	15,423.64
				184.79	suma		227,676.22



Proyección de ahorro de julio 2015 a junio 2018 aplicando crecimiento

Cuadro No. 40: Proyección de ahorro de julio 2015 a junio 2018 con estearina 5

número	mes/año	ahorro promedio en TM	ahorro (Q)	ahorro (Q) por las TM
61	jul-15	184.79	70.71	13,066.70
62	ago-15	188.48	70.95	13,373.12
63	sep-15	192.25	71.19	13,686.56
64	oct-15	196.10	71.43	14,007.20
65	nov-15	200.02	71.67	14,335.18
66	dic-15	204.02	71.91	14,670.69
67	ene-16	208.10	72.15	15,013.87
68	feb-16	212.26	72.39	15,364.92
69	mar-16	216.51	72.63	15,724.01
70	abr-16	220.84	72.86	16,091.31
71	may-16	225.25	73.10	16,467.01
72	jun-16	229.76	73.34	16,851.30
73	jul-16	234.35	73.58	17,244.39
74	ago-16	239.04	73.82	17,646.45
75	sep-16	243.82	74.06	18,057.70
76	oct-16	248.70	74.30	18,478.33
77	nov-16	253.67	74.54	18,908.58
78	dic-16	258.75	74.78	19,348.64
79	ene-17	263.92	75.02	19,798.73
80	feb-17	269.20	75.26	20,259.10
81	mar-17	274.58	75.50	20,729.96
82	abr-17	280.08	75.73	21,211.54
83	may-17	285.68	75.97	21,704.11
84	jun-17	291.39	76.21	22,207.88
85	jul-17	297.22	76.45	22,723.13
86	ago-17	303.16	76.69	23,250.11
87	sep-17	309.23	76.93	23,789.07
88	oct-17	315.41	77.17	24,340.29
89	nov-17	321.72	77.41	24,904.05
90	dic-17	328.15	77.65	25,480.62
90	ene-18	334.72	77.89	26,070.29
90	feb-18	341.41	78.13	26,673.36
90	mar-18	348.24	78.37	27,290.12
90	abr-18	355.20	78.61	27,920.88
90	may-18	362.31	78.84	28,565.96
90	jun-18	369.55	79.08	29,225.67
			total	724,480.80

Tiempo de vida tanque 1003

Cuadro No. 41: Proyección de ahorro de julio 2015 a junio 2018 al utilizar estearina

número	mes/año	total teórico todos los productos kilos	suma por semestre kilos	por mes en TM
37	jul-13	563,907.6		
38	ago-13	499,083.5		
39	sep-13	469,685.2		
40	oct-13	590,785.5		
41	nov-13	480,893.2		
42	dic-13	389,042.6	2,993,397.6	498.9
43	ene-14	431,286.8		
44	feb-14	450,707.4		
45	mar-14	496,618.1		
46	abr-14	468,337.4		
47	may-14	415,817.1		
48	jun-14	494,266.1	2,757,032.9	459.5
49	jul-14	595,675.3		
50	ago-14	538,601.4		
51	sep-14	470,234.8		
52	oct-14	628,931.2		
53	nov-14	486,340.1		
54	dic-14	388,121.0	3,107,903.7	518.0
55	ene-15	442,507.3		
56	feb-15	461,142.3		
57	mar-15	507,044.5		
58	abr-15	475,907.5		
59	may-15	419,294.0		
60	jun-15	513,859.1	2,819,754.7	470.0
	jul-15 a dic-15		3,214,520.3	535.8
	ene-16 a jun-16		3,600,262.8	600.0
	jul-16 a dic-16		4,032,294.3	672.0
	ene-17 a jun-17		4,516,169.6	752.7
	jul-17 a dic-17		5,058,110.0	843.0
	ene-18 a jun-18		5,665,083.2	944.2
	jul-18 a dic-18		6,344,893.2	1,057.5
	ene-19 a jun-19		7,106,280.3	1,184.4
	jul-19 a dic-19		7,959,034.0	1,326.5

### Cotización epóxico Bart-rust 233H

Imagen No. 49: Cotización epóxico Bart-rust 233H para el interior del tanque



**Fecha:** 09/09/2013  
**Atencion:** ING. JACKEUNE  
**Presente:** ESTIMADO CUENTE

**COTIZACION**

Cantidad	Código	Descripción	Precio unitario	Total
1	233H	BART-RUST 233H	Q 3,000.00	Q 3,000.00
			<b>TOTAL</b>	<b>Q 3,000.00</b>

**PRECIOS ESPECIALES.**

Atenuamente,  
 DOUGLAS REINOSO  
 Jefe de Ida zona 9  
 cel 50291945

### Cotización bomba para tanque 1003A

Imagen No. 50: Cotización bomba de paletas Blackmecker

11 Ave. 17-21 Zona 10  
 Guatemala, Centro América.  
 Pbx: (502)2201-6000  
 rgomez@maquinsa centroamerica.com

**MAQUINSA**  
 MAQUINARIA E INSUMOS INDUSTRIALES, S.A.

09 de abril de 2013  
 Oferta ro0904v111

Señores:  
**OLMECA, S.A.**  
**GUATEMALA.**

Estimados Señores:

De acuerdo a su amable solicitud tenemos el gusto de cotizarle lo siguiente:

Item	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
1	01	Bomba marca BLACKMER de paletas modelo XL3BE, cuerpo en hierro dúctil, paletas Duravane, sello mecánico en acero/fkm/carbon/fkm, válvula de alivio interna con resorte de 76 -110 PSI, succión y descarga flangeada NPT de 3", motor reductor marca NORD modelo SK22- 100LA4 con entrada de 1725rpm y salida de 298 rpm, con un torque de salida 1058lb-in, motor eléctrico 5HP, 1,725rpm, tipo TEFC 230/460 voltios, 3 fases, 60 ciclos. RENDIMIENTO DE 66 GPM A 55 METROS DE CARGA DINAMICA TOTAL	Q 45,102.40	Q 45,102.40
<b>TOTAL INCLUYE IVA, MERCADERIA PUESTA EN NUESTRAS BODEGAS.</b>				<b>Q 45,102.40</b>

ROLANDO GOMEZ  
 CEL 4099-5553

Cotización de sensor para tanque 1003A

Imagen No. 51: Cotización sensor de nivel

**AliExpress** español **Buyer Protection**

sensor interruptor de flotador líquido( acero inoxidable)  
75mm

Historia: ★★★★★ realimentación (4) Pasados 0 meses: 5 órdenes (74 unidades)

precio: **US \$ 12.00** / lote  
2 unidades / lote , \$6.00 / unidad  
Precio de mayorista: US \$10.20 / lote ( 10 mucho o más )  
cantidad:  lote  
Costes de envío: **US \$5.76** to Guatemala Via China Post Air Mail   
Tiempo de entrega: 15-60 días  
Precio total: **US \$17.76**

类 型 / Date Scan	1 A 1
最大功率 / Max Contact Rating	10W
最大开关电压 / Max Switching Voltage	100V DC
最大开关电流 / Max Switching Current	0.5A
最小崩溃电压 / Max Breakdown Voltage	220V DC
最大负载电流 / Max Carry Current	1.0A
最大接触器电阻 / Max Contact Resistance	100mΩ
温度范围 / Temperature Rating	-30~+125℃
浮球材质 / Float Ball Material	SUS304
本体材质 / Flat Body Material	SUS304

Cotización equipo de seguridad industrial

Imagen No. 52: Cotización ropa y protección industrial

**GRUPO M&R, S. A.**  
**EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**  
WWW.GRUPOMR.COM  
PBX. 2476 3050  
Av. Mariscal 24-00 Zona 11, Int. 3, Guatemala

EMPRESA	Consultoria Internacional	COT.	272-YM
ATENCION	Jackie Velasquez	VEND:	Yasmin Merida
TEL.		FECH:	15-10-13
CORREO	jackyy2@june@yahoo.com		
DIRECCION:			

Cod	DESCRIPCION	Qt	PRECIO	TOTAL
	Par de Polainas de Cuero	1	Q85.00	Q85.00
	Gabacha de cuero color gris	1	Q80.00	Q80.00
	Par de Guantes para soldador color gris nacionales	1	Q35.00	Q35.00
	Mascarillas docena	1	Q65.00	Q65.00
	Careta para soldar con visor movil	1	Q50.00	Q50.00
	Lentes para soldador	1	Q35.00	Q35.00
	Par de Mangas para soldador color gris	1	Q85.00	Q85.00
	Gorro para soldador de gabardina o lona	1	Q95.00	Q95.00
	Par de botas de piel con punta de acero marca Bee Work	1	Q295.00	Q295.00
	NOTA: precios sujetos a vigencia 15 dias			
			SUBTOTAL	Q825.00
			IVA	
			TOTAL	Q825.00

Todos nuestros productos cuentan con normas de certificación ANSI y CE  
GRACIAS POR ESCOGER PRODUCTOS DE GRUPO M&R, S.A.

Tipo de cambio

Cuadro No. 42: Tipo de cambio desde enero 2013 a octubre 2013

fecha	tipo de cambio	fecha	tipo de cambio	fecha	tipo de cambio	fecha	tipo de cambio	fecha	tipo de cambio
01/01/2013	7.9023	09/03/2013	7.7949	15/05/2013	7.787	21/07/2013	7.8139	26/09/2013	7.9304
02/01/2013	7.90252	10/03/2013	7.7949	16/05/2013	7.796	22/07/2013	7.8112	27/09/2013	7.933
03/01/2013	7.93823	11/03/2013	7.808	17/05/2013	7.796	23/07/2013	7.8162	28/09/2013	7.933
04/01/2013	7.96116	12/03/2013	7.8017	18/05/2013	7.796	24/07/2013	7.8196	29/09/2013	7.933
05/01/2013	7.96116	13/03/2013	7.8011	19/05/2013	7.796	25/07/2013	7.8222	30/09/2013	7.9337
06/01/2013	7.96116	14/03/2013	7.8031	20/05/2013	7.786	26/07/2013	7.8373	01/10/2013	7.9448
07/01/2013	7.96988	15/03/2013	7.8091	21/05/2013	7.787	27/07/2013	7.8373	promedio	7.8559
08/01/2013	7.95036	16/03/2013	7.8091	22/05/2013	7.79	28/07/2013	7.8373		
09/01/2013	7.93307	17/03/2013	7.8091	23/05/2013	7.799	29/07/2013	7.836		
10/01/2013	7.90878	18/03/2013	7.8083	24/05/2013	7.795	30/07/2013	7.8358		
11/01/2013	7.90917	19/03/2013	7.8145	25/05/2013	7.795	31/07/2013	7.8437		
12/01/2013	7.90917	20/03/2013	7.8373	26/05/2013	7.795	01/08/2013	7.8395		
13/01/2013	7.90917	21/03/2013	7.8267	27/05/2013	7.787	02/08/2013	7.8369		
14/01/2013	7.8983	22/03/2013	7.8189	28/05/2013	7.789	03/08/2013	7.8369		
15/01/2013	7.88209	23/03/2013	7.8189	29/05/2013	7.792	04/08/2013	7.8369		
16/01/2013	7.86683	24/03/2013	7.8189	30/05/2013	7.797	05/08/2013	7.8353		
17/01/2013	7.85367	25/03/2013	7.8013	31/05/2013	7.794	06/08/2013	7.8386		
18/01/2013	7.85896	26/03/2013	7.7854	01/06/2013	7.794	07/08/2013	7.8456		
19/01/2013	7.85896	27/03/2013	7.7774	02/06/2013	7.794	08/08/2013	7.8478		
20/01/2013	7.85896	28/03/2013	7.7774	03/06/2013	7.795	09/08/2013	7.8554		
21/01/2013	7.85287	29/03/2013	7.7774	04/06/2013	7.791	10/08/2013	7.8554		
22/01/2013	7.84381	30/03/2013	7.7774	05/06/2013	7.791	11/08/2013	7.8554		
23/01/2013	7.8428	31/03/2013	7.7774	06/06/2013	7.803	12/08/2013	7.8573		
24/01/2013	7.84275	01/04/2013	7.772	07/06/2013	7.808	13/08/2013	7.8664		
25/01/2013	7.84879	02/04/2013	7.7712	08/06/2013	7.808	14/08/2013	7.8753		
26/01/2013	7.84879	03/04/2013	7.7873	09/06/2013	7.808	15/08/2013	7.8753		
27/01/2013	7.84879	04/04/2013	7.8048	10/06/2013	7.811	16/08/2013	7.8843		
28/01/2013	7.86121	05/04/2013	7.8219	11/06/2013	7.822	17/08/2013	7.8843		
29/01/2013	7.86467	06/04/2013	7.8219	12/06/2013	7.84	18/08/2013	7.8843		
30/01/2013	7.84912	07/04/2013	7.8219	13/06/2013	7.836	19/08/2013	7.8897		
31/01/2013	7.82798	08/04/2013	7.818	14/06/2013	7.82	20/08/2013	7.8931		
01/02/2013	7.81789	09/04/2013	7.8061	15/06/2013	7.82	21/08/2013	7.8984		
02/02/2013	7.81789	10/04/2013	7.7947	16/06/2013	7.82	22/08/2013	7.9142		
03/02/2013	7.81789	11/04/2013	7.798	17/06/2013	7.806	23/08/2013	7.9294		
04/02/2013	7.81934	12/04/2013	7.8029	18/06/2013	7.809	24/08/2013	7.9294		
05/02/2013	7.82854	13/04/2013	7.8029	19/06/2013	7.817	25/08/2013	7.9294		
06/02/2013	7.83958	14/04/2013	7.8029	20/06/2013	7.818	26/08/2013	7.9402		
07/02/2013	7.85011	15/04/2013	7.7916	21/06/2013	7.817	27/08/2013	7.9572		
08/02/2013	7.87695	16/04/2013	7.7878	22/06/2013	7.817	28/08/2013	7.9655		
09/02/2013	7.87695	17/04/2013	7.791	23/06/2013	7.817	29/08/2013	7.9736		
10/02/2013	7.87695	18/04/2013	7.7969	24/06/2013	7.821	30/08/2013	7.9634		
11/02/2013	7.87651	19/04/2013	7.8024	25/06/2013	7.825	31/08/2013	7.9634		
12/02/2013	7.8432	20/04/2013	7.8024	26/06/2013	7.831	01/09/2013	7.9634		
13/02/2013	7.82537	21/04/2013	7.8024	27/06/2013	7.833	02/09/2013	7.9515		
14/02/2013	7.82847	22/04/2013	7.7996	28/06/2013	7.833	03/09/2013	7.9658		
15/02/2013	7.82718	23/04/2013	7.7995	29/06/2013	7.833	04/09/2013	7.9865		
16/02/2013	7.82718	24/04/2013	7.8022	30/06/2013	7.833	05/09/2013	7.998		
17/02/2013	7.82718	25/04/2013	7.8024	01/07/2013	7.833	06/09/2013	7.9872		
18/02/2013	7.81635	26/04/2013	7.7905	02/07/2013	7.836	07/09/2013	7.9872		
19/02/2013	7.8147	27/04/2013	7.7905	03/07/2013	7.83	08/09/2013	7.9872		
20/02/2013	7.82213	28/04/2013	7.7905	04/07/2013	7.821	09/09/2013	7.9729		
21/02/2013	7.81524	29/04/2013	7.7864	05/07/2013	7.813	10/09/2013	7.9613		
22/02/2013	7.80269	30/04/2013	7.7844	06/07/2013	7.813	11/09/2013	7.9403		
23/02/2013	7.80269	01/05/2013	7.7844	07/07/2013	7.813	12/09/2013	7.9207		
24/02/2013	7.80269	02/05/2013	7.7811	08/07/2013	7.815	13/09/2013	7.9078		
25/02/2013	7.78788	03/05/2013	7.781	09/07/2013	7.82	14/09/2013	7.9078		
26/02/2013	7.78912	04/05/2013	7.781	10/07/2013	7.823	15/09/2013	7.9078		
27/02/2013	7.82737	05/05/2013	7.781	11/07/2013	7.825	16/09/2013	7.9078		
28/02/2013	7.83436	06/05/2013	7.782	12/07/2013	7.828	17/09/2013	7.906		
01/03/2013	7.84107	07/05/2013	7.7802	13/07/2013	7.828	18/09/2013	7.9128		
02/03/2013	7.84107	08/05/2013	7.7774	14/07/2013	7.828	19/09/2013	7.9155		
03/03/2013	7.84107	09/05/2013	7.7759	15/07/2013	7.823	20/09/2013	7.9288		
04/03/2013	7.8375	10/05/2013	7.7832	16/07/2013	7.812	21/09/2013	7.9288		
05/03/2013	7.83145	11/05/2013	7.7832	17/07/2013	7.81	22/09/2013	7.9288		
06/03/2013	7.82034	12/05/2013	7.7832	18/07/2013	7.815	23/09/2013	7.9397		
07/03/2013	7.79946	13/05/2013	7.7761	19/07/2013	7.814	24/09/2013	7.9407		
08/03/2013	7.79491	14/05/2013	7.7752	20/07/2013	7.814	25/09/2013	7.9345		

Fuente: Banguat

## Proyección de la inflación

Cuadro No. 43: Proyección de la inflación hasta el año 2018

número	año	mes	ecuación de la recta	Resta (%)
34	2013	octubre	14.09	0.24
35		noviembre	14.46	0.61
36		diciembre	14.82	0.97
37	2014	enero	15.19	1.34
38		febrero	15.55	1.70
39		marzo	15.92	2.07
40		abril	16.28	2.43
41		mayo	16.65	2.80
42		junio	17.01	3.16
43		julio	17.38	3.53
44		agosto	17.74	3.89
45		septiembre	18.11	4.26
46		octubre	18.47	4.62
47		noviembre	18.84	4.99
48		diciembre	19.20	5.35
49	2015	enero	19.57	5.72
50		febrero	19.93	6.08
51		marzo	20.30	6.45
52		abril	20.66	6.81
53		mayo	21.03	7.18
54		junio	21.39	7.54
55		julio	21.76	7.91
56		agosto	22.12	8.27
57		septiembre	22.49	8.64
58		octubre	22.85	9.00
59		noviembre	23.22	9.37
60		diciembre	23.58	9.73
61	2016	enero	23.95	10.10
62		febrero	24.31	10.46
63		marzo	24.68	10.83
64		abril	25.04	11.19
65		mayo	25.41	11.56
66		junio	25.77	11.92
67		julio	26.14	12.29
68		agosto	26.50	12.65
69		septiembre	26.87	13.02
70		octubre	27.23	13.38
71		noviembre	27.60	13.75
72		diciembre	27.96	14.11
73	2017	enero	28.33	14.48
74		febrero	28.69	14.84
75		marzo	29.06	15.21
76		abril	29.42	15.57
77		mayo	29.79	15.94
78		junio	30.15	16.30
79		julio	30.52	16.67
80		agosto	30.88	17.03
81		septiembre	31.25	17.40
82		octubre	31.61	17.76
83		noviembre	31.98	18.13
84		diciembre	32.34	18.49
85	2018	enero	32.71	18.86
86		febrero	33.07	19.22
87		marzo	33.44	19.59
88		abril	33.80	19.95
89		mayo	34.17	20.32
90		junio	34.53	20.68
91		julio	34.90	21.05
92		agosto	35.26	21.41
93		septiembre	35.63	21.78
94		octubre	35.99	22.14
95		noviembre	36.36	22.51
96		diciembre	36.72	22.87

Flujo de efectivo mensual hierro negro con epóxico

Cuadro No. 44: Flujo de efectivo desglosado por mes hierro negro con epóxico

año	mes	inversión inicial	ingreso	egreso	resultado
			ingreso adicional al cubrir la demanda	mantenimiento	
2013	diciembre	-265,095.11			-265,095.11
2014	enero		5,751.38		5,751.38
	febrero		10,377.27		10,377.27
	marzo		13,485.26		13,485.26
	abril		11,635.16		11,635.16
	mayo		8,138.66		8,138.66
	junio		13,470.93		13,470.93
	julio		20,398.38		20,398.38
	agosto		16,584.64		16,584.64
	septiembre		11,972.09		11,972.09
	octubre		22,894.14		22,894.14
	noviembre		13,163.94		13,163.94
	diciembre		6,428.87	-987.70	5,441.16
2015	enero		10,218.86		10,218.86
	febrero		11,549.58		11,549.58
	marzo		14,791.25		14,791.25
	abril		12,662.54		12,662.54
	mayo		8,729.63		8,729.63
	junio		15,423.64		15,423.64
	julio		13,066.70		13,066.70
	agosto		13,373.12		13,373.12
	septiembre		13,686.56		13,686.56
	octubre		14,007.20		14,007.20
	noviembre		14,335.18		14,335.18
	diciembre		14,670.69	-1,028.75	13,641.94
2016	enero		15,013.87		15,013.87
	febrero		15,364.92		15,364.92
	marzo		15,724.01		15,724.01
	abril		16,091.31		16,091.31
	mayo		16,467.01		16,467.01
	junio		16,851.30		16,851.30
	julio		17,244.39		17,244.39
	agosto		17,646.45		17,646.45
	septiembre		18,057.70		18,057.70
	octubre		18,478.33		18,478.33
	noviembre		18,908.58		18,908.58
	diciembre		19,348.64	-1,069.81	18,278.83
2017	enero		19,798.73		19,798.73
	febrero		20,259.10		20,259.10
	marzo		20,729.96		20,729.96
	abril		21,211.54		21,211.54
	mayo		21,704.11		21,704.11
	junio		22,207.88		22,207.88
	julio		22,723.13		22,723.13
	agosto		23,250.11		23,250.11
	septiembre		23,789.07		23,789.07
	octubre		24,340.29		24,340.29
	noviembre		24,904.05		24,904.05
	diciembre		25,480.62	-1,110.87	24,369.75
2018	enero		26,070.29		26,070.29
	febrero		26,673.36		26,673.36
	marzo		27,290.12		27,290.12
	abril		27,920.88		27,920.88
	mayo		28,565.96		28,565.96
	junio		29,225.67		29,225.67

## Flujo de efectivo mensual de acero inoxidable

Cuadro No. 45: Flujo de efectivo desglosado por mes acero inoxidable

año	mes	inversión inicial	ingreso	egreso	resultado
			ingreso adicional al cubrir la demanda	mantenimiento	
2013	diciembre	-399,047.00			-399,047.00
2014	enero		5,751.38		5,751.38
	febrero		10,377.27		10,377.27
	marzo		13,485.26		13,485.26
	abril		11,635.16		11,635.16
	mayo		8,138.66		8,138.66
	junio		13,470.93		13,470.93
	julio		20,398.38		20,398.38
	agosto		16,584.64		16,584.64
	septiembre		11,972.09		11,972.09
	octubre		22,894.14		22,894.14
	noviembre		13,163.94		13,163.94
	diciembre		6,428.87	-987.70	5,441.16
2015	enero		10,218.86		10,218.86
	febrero		11,549.58		11,549.58
	marzo		14,791.25		14,791.25
	abril		12,662.54		12,662.54
	mayo		8,729.63		8,729.63
	junio		15,423.64		15,423.64
	julio		13,066.70		13,066.70
	agosto		13,373.12		13,373.12
	septiembre		13,686.56		13,686.56
	octubre		14,007.20		14,007.20
	noviembre		14,335.18		14,335.18
	diciembre		14,670.69	-1,028.75	13,641.94
2016	enero		15,013.87		15,013.87
	febrero		15,364.92		15,364.92
	marzo		15,724.01		15,724.01
	abril		16,091.31		16,091.31
	mayo		16,467.01		16,467.01
	junio		16,851.30		16,851.30
	julio		17,244.39		17,244.39
	agosto		17,646.45		17,646.45
	septiembre		18,057.70		18,057.70
	octubre		18,478.33		18,478.33
	noviembre		18,908.58		18,908.58
	diciembre		19,348.64	-1,069.81	18,278.83
2017	enero		19,798.73		19,798.73
	febrero		20,259.10		20,259.10
	marzo		20,729.96		20,729.96
	abril		21,211.54		21,211.54
	mayo		21,704.11		21,704.11
	junio		22,207.88		22,207.88
	julio		22,723.13		22,723.13
	agosto		23,250.11		23,250.11
	septiembre		23,789.07		23,789.07
	octubre		24,340.29		24,340.29
	noviembre		24,904.05		24,904.05
	diciembre		25,480.62	-1,110.87	24,369.75
2018	enero		26,070.29		26,070.29
	febrero		26,673.36		26,673.36
	marzo		27,290.12		27,290.12
	abril		27,920.88		27,920.88
	mayo		28,565.96		28,565.96
	junio		29,225.67		29,225.67