



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**“OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE LÁCTEOS EN LA PRODUCCIÓN DE  
LECHE PASTEURIZADA DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI”**

**YESENIA GERMANIA GUAÑO LÓPEZ**

**TESIS DE GRADO**

**Previo a la Obtención del Título de:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**Ing. Mario Gustavo Villacrés Alvarez**

**DIRECTOR DE TESIS**

**RIOBAMBA-ECUADOR**

**2014**

En primer lugar le agradezco a Dios por ayudarme a culminar con una meta más en mi vida, por estar a mi lado en los momentos difíciles y sobre todo por no desampararme nunca. A mis padres y familiares quiénes son mi fortaleza principal para luchar por mis objetivos conservando los valores que me permiten ser una persona responsable en todas mis acciones.

Agradezco también al Ing. Mario Villacrés y al Ing. Antonio Santillán quiénes con su experiencia y conocimientos han sabido guiarme en este proyecto.

Finalmente le agradezco a la Planta de Lácteos ESPOCH Tunshi por su ayuda impartida durante la ejecución del proyecto.

**Yesenia G.**

Dedico este trabajo con mucho amor especialmente a Dios por regalarme un día más de vida y así poder cumplir con uno de mis objetivos que es el de llegar a ser una profesional. A mis padres: Rodrigo y María por su apoyo incondicional, a mis hermanos: Cristian y Jessica por estar siempre a mi lado, ya que son ustedes la fuente de motivación más grande que tengo para superarme día a día.

**Yesenia G.**

**NOMBRE**

**FIRMA**

**FECHA**

Dr. Silvio Álvarez L.

-----

-----

**DECANO FAC. CIENCIAS**

Ing. Mario Villacrés A.

-----

-----

**DIRECTOR ESC. ING. QUÍMICA**

Ing. Mario Villacrés M.

-----

-----

**DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Antonio Santillán

-----

-----

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Eduardo Tenelanda.

-----

-----

**COORDINADOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN**

Nota de Tesis Escrita

-----

**“Yo, YESENIA GERMANIA GUAÑO LÓPEZ, soy responsables de las ideas, doctrinas, resultados y propuestas expuestas en el presente trabajo de investigación y el patrimonio intelectual de la Memoria de Grado pertenece a la “ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”**

**Yesenia G.**

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

a	Aceleración centrífuga, (m/s <sup>2</sup> )
CCp	Cantidad de calor en la pasteurización, (CCp)
°C	Grados Celsius
D <sub>v</sub>	Flujo de vapor fugado, (kg de vapor/día)
D <sub>vt</sub>	Flujo de vapor total, (kg de vapor/día)
gr	Gramos
h	Horas
I	Intensidad, A
J	Julios
kg	Kilogramos
kcal	Kilocalorías
KW	Kilowatts
m	Metro
<i>m</i>	Masa
mg/l	Miligramo por litro
mm	Milímetros
MLDT	Media logarítmica de la diferencia de
Mpa	temperaturas, (C)
l	Megapascal
l/h	Litros
plg	Litros por hora
psi	Pulgadas
PCI	libras fuerza por pulgada al cuadrado

Q	Poder calorífico inferior, (kcal/kg)
r	Transmisión de calor, (W);(J)
rad	Radio, (m)
r.p.m	Radianes
R	Revoluciones por minuto
s	Regeneración, (%)
t	Segundos
$t_e$	Tiempo
$t_s$	Temperatura de entrada del servicio (agua), (C)
T	Temperatura de salida del servicio (agua), (C)
$T_e$	Período
$T_s$	Temperatura de entrada del producto, (C)
$v$	Temperatura de salida del producto, (C)
V	Velocidad tangencial, (m/s)
W	Volumen
	Watts
%	Porcentaje
$\omega$	Velocidad angular, (rad/s)
$\eta_{caldera}$	Eficiencia de la caldera, (%)
$\delta$	Densidad (kg/l)
$\Delta T$	Variación de temperatura, (C)
$\pi$	Pi

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	I
SUMMARY .....	II
INTRODUCCIÓN .....	III
ANTECEDENTES .....	V
JUSTIFICACIÓN .....	VII
OBJETIVOS .....	VIII
1.MARCO TEÓRICO .....	1
1.1 PRODUCCIÓN .....	1
1.1.1 Funciones de producción.....	2
1.1.2 Proceso de producción.....	3
1.2 CONTROL .....	3
1.2.1 Control de la producción. ....	4
1.3 PROCESO.....	5
1.3.1 Control de procesos.....	5
1.3.2 Clasificación de los procesos .....	6
1.4 EQUIPOS PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE PASTEURIZADA.....	7
1.4.1 Estandarizadora .....	7
1.4.2 Homogenizador.....	8
1.4.3 Intercambiador de placas.....	10
1.4.4 Tanque de almacenamiento .....	10
1.4.5 Enfundadora .....	11
1.4.6 Calderas.....	14
1.5 LECHE .....	15
1.5.1 Definición de la leche cruda.....	15
1.5.2 Aspectos nutricionales.....	17
1.5.3 Propiedades de la leche .....	18
1.6 PASTEURIZACIÓN.....	21
1.6.1 Materia prima en la pasteurización. ....	21

1.6.2 Definición de pasteurización.....	22
1.6.3 Ventajas y desventajas de la pasteurización.....	26
1.7 MEJORAMIENTO CONTINUO.....	27
1.8 ECUACIONES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE LÁCTEOS EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE PASTEURIZADA.....	28
1.8.1 Ecuaciones técnicas para la caldera.....	28
1.8.2 Ecuaciones técnicas para la Estandarizadora.....	29
1.8.3 Ecuaciones técnicas para el homogenizador.....	31
1.8.4 Ecuaciones técnicas para el Intercambiador de Calor.....	32
1.8.5 Ecuaciones técnicas para la enfundadora.....	34
2.PARTE EXPERIMENTAL.....	37
2.1 LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
2.2 MUESTREO.....	37
2.2.1 Tipo de muestreo.....	37
2.2.2 Plan de muestreo.....	38
2.2.3 Materiales de muestreo.....	38
2.2.4 Caracterización de las Muestras de Leche.....	38
2.3 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA DE LÁCTEOS ESPOCH TUNSHI.....	39
2.3.1 Visita a las instalaciones de la Planta de Lácteos Espoch Tunshi.....	39
2.4 DATOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS.....	55
2.4.1 Datos.....	55
3.OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE LÁCTEOS ESPOCH TUNSHI.....	60
3.1 CÁLCULOS.....	60
3.1.1 Cálculos técnicos de las fases del proceso.....	60
3.1.2 Plan de mejora en la producción de leche pasteurizada.....	78
3.2 IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE CALIDAD DE LECHE EN LA PLANTA DE LÁCTEOS ESPOCH TUNSHI.....	86
3.2.1 Organigrama funcional para el laboratorio de la Planta de Lácteos Espoch Tunshi.....	86
3.2.2 Estructura del laboratorio de análisis de la leche.....	87
3.2.3 Especificación del Servicio en el laboratorio de calidad.....	88
3.2.4 Equipamiento del personal manipulador en el laboratorio de calidad.....	98
3.2.5 Normas para la utilización de los productos químicos.....	98

3.2.6 Presupuesto requerido para el laboratorio de calidad.....	99
3.3 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS TÉCNICOS DE LAS FASES DE PROCESO... ..	101
4. .... DISCUSIÓNDE RESULTADOS.....	104
5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	108
5.1 CONCLUSIONES.....	108
5.2 RECOMENDACIONES .....	110
BIBLIOGRAFÍA .....	112
LIBROS .....	112
INTERNET.....	114
ANEXOS .....	117

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1- 1 Unidad básica de producción .....	2
Figura 1.4.1- 1 Clarificador .....	8
Figura 1.4.2- 1: Desintegración de los glóbulos de grasa en la leche.....	9
Figura 1.4.2- 2: Homogenizador de pistón .....	9
Figura 1.4.3- 1: Intercambiador de Placas. ....	10
Figura 1.4.4- 1: Tanque de almacenamiento.....	11
Figura 1.4.5.1- 1: Sistema de sellado vertical.....	13
Figura 1.4.5.2- 1: Sistema de sellado horizontal.....	13
Figura 1.4.6- 1: Caldera piro-tubular. ....	15
Figura 2.3.1- 1: Presentación de la leche pasteurizada ESPOCH.....	42
Figura 3.1.1.4- 1: Sistema de intercambio de calor .....	68
Figura 3.1.1.4- 2: Intercambiador de placas flujo a contra corriente.....	71
Figura 3.1.1.4-3: Perfiles de temperatura durante la transferencia de calor en el intercambiador de calor de placas en flujo a contracorriente. ....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.4.5- 1 Características técnicas del polietileno.....	12
Tabla 1.5.1- 1 Composición general de le leche en porcentaje .....	16
Tabla 1.5.3.1-1 Propiedades físicas de la leche cruda .....	19
Tabla 1.5.3.2-1 Propiedades químicas de la leche cruda .....	20
Tabla: 1.6.2.1-1 Composición promedio de las diferentes clases de leches concentradas ...	26
Tabla 2.3.1-1 Capacidad de producción de leche pasteurizada .....	41
Tabla 2.3.1- 2 Matriz Operacional.....	43
Tabla 2.3.1- 3 Matriz Situacional de la Planta de Lácteos Tunshi .....	49
Tabla 2.3.1- 4 Resultados bromatológico de la leche cruda .....	52
Tabla 2.3.1- 5 Resultados bromatológico de la leche pasteurizada .....	53
Tabla 2.4.1.1-1 Datos de la caldera .....	55
Tabla 2.4.1.1- 2 Datos del combustible de la caldera .....	56
Tabla 2.4.1.1- 3 Datos del diámetro donde se produce fugas de vapor en la caldera.....	56
Tabla 2.4.1.2- 1 Datos de operación de la estandarizadora .....	56
Tabla 2.4.1.3- 1 Datos de operación del homogenizador .....	57
Tabla: 2.4.1.4- 1 Datos de operación del pasteurizador.....	57
Tabla: 2.4.1.4- 2 Temperaturas empleadas en la pasteurización .....	58
Tabla: 2.4.1.5- 1 Datos de operación de la enfundadora .....	58
Tabla: 3.1.2- 1 Plan de mejora.....	79
Tabla 3.1.2.1- 1 Presupuesto requerido para el plan de mejora.....	83
Tabla 3.2.3.2- 1 Determinación de la temperatura .....	90
Tabla 3.2.3.2- 2 Pruebas Organolépticas .....	91
Tabla 3.2.3.2- 3 Determinación de la Densidad .....	92
Tabla 3.2.3.2- 4 Determinación de la acidez .....	93
Tabla 3.2.3.2- 5 Determinación del pH .....	94
Tabla 3.2.3.2- 6 Prueba de Alcohol .....	95
Tabla 3.2.3.2- 7 Prueba de Reductasa.....	96
Tabla 3.2.3.2- 8 Determinación de la Proteína .....	97
Tabla 3.2.6- 1 Presupuesto requerido para el laboratorio de calidad.....	99
Tabla 3.2.6- 2 Presupuesto requerido de los muebles del laboratorio de calidad.....	100
Tabla 3.3- 1 Resultados de los cálculos técnicos de las fases de proceso .....	101

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.8.1- 1 Fuga de vapor .....	28
Ecuación 1.8.1-2 Eficiencia de la caldera.....	28
Ecuación 1.8.2- 1 Velocidad angular.....	29
Ecuación 1.8.2-2 Período.....	30
Ecuación 1.8.2- 3 Velocidad tangencial .....	30
Ecuación 1.8.2- 4 Aceleración centrífuga.....	31
Ecuación 1.8.3- 1 Temperatura de salida de homogenización .....	31
Ecuación 1.8.4- 1 Transmisión de calor .....	32
Ecuación 1.8.4- 2 Regeneración o recuperación de calor.....	33
Ecuación 1.8.4- 3 Media logarítmica de la diferencia de temperaturas.....	33
Ecuación 1.8.5- 1 Efecto Joule .....	34
Ecuación 1.8.5- 2 Pérdidas en el enfundado.....	34
Ecuación 1.8.5- 3 Rendimiento de la enfundadora.....	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I: Diagrama de las áreas de producción de la Planta de Lácteos ESPOCH Tunshi .....	118
ANEXO II: Diagrama del laboratorio de calidad de la Planta de Lácteos ESPOCH Tunshi .....	119
ANEXO III: Reporte de resultados de los análisis realizados a la leche cruda .....	120
ANEXO IV: Reporte de resultados de los análisis realizados a la leche pasteurizada.	121
ANEXO V: Norma INEN 9:2012.....	122
ANEXO VI: Norma INEN 10:2012 .....	123
ANEXO VII: Propiedades del agua saturada: Tabla de temperaturas .....	124
ANEXO VIII: Propiedades del agua saturada: Tabla de presiones .....	125
ANEXO IX: Tabla del poder calorífico de algunos combustibles .....	126
ANEXO X: Proforma de los accesorios para la caldera de vapor de la Planta de lácteos Tunshi .....	127
ANEXO XI: Proforma de los materiales y reactivos del laboratorio de calidad para la Planta de lácteos Tunshi .....	128
ANEXO XII:Proforma del tanque de recepción para la Planta de Lácteos Espoch Tunshi .....	129
ANEXO XIII: Proforma de los muebles del laboratorio de calidad para la Planta de lácteos Tunshi .....	130
ANEXO XIV: Equipos de la Planta de lácteos Tunshi para la producción de leche pasteurizada .....	131
ANEXO XV: Equipos de la Planta de lácteos Tunshi para la producción de leche pasteurizada .....	132
ANEXO XVI: Equipos de la Planta de lácteos Tunshi para la producción de leche pasteurizada .....	133
ANEXO XVII:Equipos de la Planta de lácteos Tunshi para la producción de leche pasteurizada .....	134

## RESUMEN

Investigación para la optimización de la Planta de Lácteos en la producción de leche pasteurizada de la Estación Experimental Tunshi Epoch de Riobamba.

El método de pasteurización que se ha venido empleando en esta planta es alta de 84-85 ° C por 10 segundos. Se realizó la identificación de varias fases del proceso por considerarlas poco aceptables como: generación de vapor, recepción de la leche, ingreso de la leche al tanque balanza, centrifugación, homogenización, intercambio de calor, enfriamiento y enfundado, en donde se efectuó los cálculos técnicos correspondientes para éstas. Por los resultados obtenidos se estableció que, las fases más críticas son: en la generación de vapor se requiere adquirir nuevos materiales que impidan pérdida de vapor en el caldero; para la homogenización se debe aumentar la presión a 100 bares para lograr reducción de partículas de grasa en la leche; en el intercambio de calor, es necesario igualar la temperatura de la leche cruda y pasteurizada para evitar pérdidas de calor; para el enfundado, se debe calentar el circuito de la enfundadora con el fin de obtener un buen sellado tanto horizontal como vertical. Por otra parte, se desarrolló e implementó técnicas básicas de análisis imprescindibles que deben realizarse en el laboratorio de calidad. Además se adjunta estudio económico para la producción de leche pasteurizada.

Las acciones a realizarse posibilitarán establecer una cadena de producción sostenible de buena calidad.

## SUMMARY

This research aims to optimize the dairy plant in the production of pasteurized milk of the experimental Station at Tunshi-ESPOCH of Riobamba.

The pasteurization method that has been used in this plant gets up to 84-85 °C for 10 seconds. The identification of various phases of the process were developed by considering them less acceptable: steam generation, reception of milk, milk income, balance tank, centrifugation, homogenization, heat exchange, cooling and sheathed, where the technical calculations were performed respectively. From the results it was established that the most critical phases are: the generation of steam because it requires to purchase new materials to prevent loss of steam in the kettle; for the homogenization pressure should be increased 100 bar to achieve reduction of fat particles in milk; while in heat exchange, it is necessary to equalize the temperature of the raw and pasteurized milk to prevent heat loss; for the clad, the circuit of the enveloper must be heated to obtain a good seal in both sides horizontal and vertical. Moreover, basic techniques were developed and implemented; which are necessary to analyze in the quality laboratory. Also the economic study for the production of pasteurized milk is attached.

The possible actions will establish a sustainable production chain of good quality.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad las industrias lácteas no son distintas de cumplir con el compromiso de poseer una producción óptima para el consumidor, debido a la diversidad de productos, demanda, clientes y su incidencia en el ámbito de la salud, es por ello que estos productos y servicios, deben tener la calidad que los caracteriza.

Dichas industrias lácteas al utilizar como materia prima la leche que es un producto de gran aceptación y demanda por el público a nivel mundial, se genera la duda a realizar una optimización en la producción puesto que es uno de los problemas que presentan, por lo que una optimización implica una inversión de dinero, cambios en los procedimientos, etc., pero por lo contrario también permite obtener ciertos mejoramientos en la obtención del producto terminado.

En los últimos años ha existido un enfoque en la optimización para el sector industrial, ya que debido a las nuevas innovaciones en la tecnología, idoneidad e interés de proveer un producto terminado de alta calidad, conlleva a que las empresas busquen una mejora progresiva en sus productos para que no simbolicen riesgos contra la salud humana y certifiquen una calidad análoga y elevada del producto.

La Planta de Lácteos Tunshi, es una empresa que se mantiene dentro del mercado de lácteos y desea efectuar la optimización en la producción de leche pasteurizada, el cual es desarrollado con el fin de garantizar la eliminación de bacterias patógenas presentes en la leche.

Este trabajo se basa en la indagación de métodos apropiados que ayuden a una mejor producción de la leche pasteurizada, teniendo en cuenta que es indispensable estar al tanto de los procedimientos que ocurre en la producción, llamado este, diagnóstico para identificar los problemas, desperdicio de materia prima y desecho de producto

terminado por su mala calidad. En base a esto se toma acciones con la finalidad de no realizar los mismos errores en las producciones siguientes.

La Planta de Lácteos “Tunshi” se encuentra creciendo con el proceso de industrialización, y que mejor manera de dar sus pasos con la optimización en la producción de leche pasteurizada el cual permite el un aseguramiento de la calidad en la leche, satisfaciendo las perspectivas estrictas del público.

Por ello la “OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE LÁCTEOS EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE PASTEURIZADA DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI” es una gran elección de solución a los problemas presentados en el transcurso de la producción de leche, esto en busca de conseguir un producto que cumpla con estándares de calidad y permita maximizar los beneficios de la empresa dando un valor confortable al producto y creando una imagen relacionada con la calidad, salud e innovación, para obtener una leche óptima.

## ANTECEDENTES

La conquista española, trajo consigo el consumo de la leche y sus derivados en el Ecuador, debido a la dificultad de mantener la leche cruda en buenas condiciones durante su transporte, distribución y venta. Siendo la leche uno de los alimentos más completos para el ser humano, es natural que forme parte de las estrategias de mejoramiento respecto a su producción.

Los productos que se elaboran en la Planta de lácteos Tunshi son: leche pasteurizada, queso fresco y yogurt para su comercialización los cuales se procesan bajo pedidos de los principales clientes.

El funcionamiento de la Planta inicio mediante un proyecto con la embajada de Japón en el año de 1997, puesto que se estableció un contacto de ejecución del proyecto para la Facultad de Ciencias Pecuarias con una variedad de equipos y maquinaria exportadas del Japón hacia el Ecuador.

La Planta Experimental de Lácteos Espoch Tunshi tiene una fuente principal de materia prima de la misma ganadería de la Estación, en donde se arroja de 300 a 450 litros de leche diarios los mismos que son recogidos en la mañana y llevados a la Planta Láctea para su posterior elaboración.

La optimización constituye una actividad productiva de importancia, entendiéndose por esta a la búsqueda de un mejoramiento de un producto así como también el incremento en el desempeño que ayude a contribuir buenos resultados al finalizar los procedimientos.

La problemática de la Planta de Lácteos Tunshi es la de optimizar la producción de uno de los principales productos que elabora la misma, siendo esta la leche pasteurizada debido a que han presenciado ciertos inconvenientes en el proceso de elaboración.

Es por esto que la “OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE LÁCTEOS EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE PASTEURIZADA DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI” no es distinta de alcanzar un mejoramiento y establecer una cadena de producción de leche pasteurizada sostenible creciendo paulatinamente en el ámbito de la elaboración del producto de buena calidad, e inmiscuyéndose en el mejoramiento continuo de su proceso.

## JUSTIFICACIÓN

Uno de los principales problemas a los que se enfrentan las industrias lácteas son los bajos rendimientos que se obtienen en la producción, por esta razón, sus productos no resulta muy competitivo en el mercado.

Las industrias afrontan cada vez mayores exigencias como es el mejoramiento en su producción donde se debe tener un perfeccionamiento en cada una de sus etapas para reducir pérdidas en dicha producción, sin eliminar la calidad del producto.

Debido a que se requiere la optimización de la planta de lácteos en la producción de leche pasteurizada de la Estación Experimental Tunshi se ve en la necesidad de plantear una alternativa para el mejoramiento de la misma y poder brindar un producto confortable que satisfaga con los requerimientos de sus clientes sin que exista problemas durante la elaboración del producto.

El alcance de este trabajo es el de mostrar una(s) alternativa(s) de mejora en donde la leche pasteurizada elaborada en la Planta de Lácteos Espoch Tunshi no tengan inconvenientes al final de su elaboración o durante el proceso y con ello no exista el rechazo por no cumplir con las características y propiedades que requiere el producto. El desarrollo en si del proyecto permitirá lograr un conocimiento claro y preciso de la elaboración de leche pasteurizada y de la misma manera visualizar los problemas que presenta la misma haciendo necesario realizar un plan de mejoramiento para aquellas debilidades en la elaboración de la pasteurización.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Optimizar la Planta de lácteos en la producción de leche pasteurizada de la Estación Experimental Tunshi.

### **ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico actualizado de la planta de producción de leche pasteurizada de la estación experimental Tunshi.
- Identificar las variables y fases del proceso de producción donde se aplicará el plan de mejora.
- Plantear alternativa(s) de mejora para las fases de proceso donde se va a intervenir considerando el soporte técnico de ingeniería.
- Desarrollar el presupuesto requerido para la(s) alternativa(s) del plan de mejora.

# **CAPITULO**

## **I**

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1 PRODUCCIÓN

Producción es el hecho pensado de producir algo útil. Esta definición es a la vez liberal y restrictiva. No limita de ninguna manera la técnica por la cual se origina algo, pero sí excluye la generación ocasional de productos.<sup>1</sup>

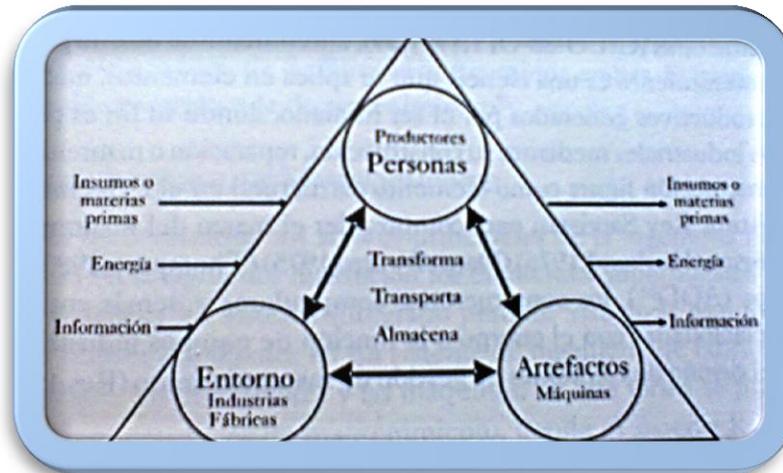
La producción prepara el camino y facilita la realización de programas de fabricación sobre una base eficaz, con un tiempo adecuadamente medio, bien coordinada y de bajo costo, con el fin de completar la cantidad pedida de un producto apacible en las fechas de entrega convenidas. A este fin se requiere controles apropiados, pero hay que proveer también los medios adecuados, pues de lo contrario no podrá realizarse el programa tal como se concibió y se planeó, es pues importante constituir un sistema eficiente de control de la producción, adaptado a la naturaleza del trabajo, a la metodología de fabricación y a la importancia de la industria, utilizando canales regulares para el paso del trabajo y procedimientos estándares que frenen las interrupciones, mejoren los retrasos y ayuden al movimiento de producción.

La producción consiste por lo general, en operaciones realizadas por equipos sobre materiales, cada trabajo asignado a un equipo disminuye su capacidad para otros adicionales en un período dado. Es pues esencial saber hasta cuándo tendrán ocupados los equipos las labores que se tienen entre manos y a medida que se recibe cada nueva orden de trabajo, cuánto tiempo será necesario para realizar cada operación que haya que ejecutar en ella.

---

<sup>1</sup>RIGGS, James. Sistema de producción-Planeación análisis y control. Traducido por R.C Pérez. 3ra ed. Noriega Editores Balderas 95. México: Limusa, 1998. Pp 29

Por lo que la función de la producción es aquella que tiene por objeto, el proceso de transformación de los insumos, en bienes y servicios, pasando por una serie de etapas continuas hasta la entrega o despacho al consumidor.<sup>2</sup>



**Fuente:** GUTIÉRREZ, A., 2009

**Figura 1.1- 1** Unidad básica de producción

### 1.1.1 Funciones de producción.

Las formas de producción son delineadas para generar un producto. Habitualmente se ejecutan diversas operaciones, sucesivas o simultáneas, para transformar los insumos en productos. Cuando el producto es un servicio, hay que disponer de recursos con la finalidad de combinarlos con capacidades profesionales para dar el servicio anhelado, un producto se fabrica puliendo recursos para incrementar su valor, en dichos casos, el producto depende de las actividades organizadas de varias personas.

La organización es más fácil cuando la coordinación está dividida en fragmentos que pueden ser manejables., esos fragmentos se ajustan típicamente de las personas y recursos relacionados con un aspecto o fase compartida de la fabricación del producto.

<sup>2</sup> ALLFORD, L. BANGS, John y HAGEMANN, George. Manual de la Producción. Traducido por T.R Ortiz. Tomo I. Unión Tipográfica. México: Hispano-americana, 1981. Pp 745

Dependiendo del volumen, la composición y el propósito del sistema de producción, a ciertas funciones se les da más importancia que a otras.<sup>3</sup>

### *1.1.2 Proceso de producción.*

Es el procedimiento técnico que se utiliza en el plan para obtener los bienes y servicios a partir de insumos, y se identifica como la transformación de una serie de materias primas para convertirla en productos mediante una determinada función de procesos.<sup>4</sup>

## **1.2 CONTROL**

El control consiste en evaluar y corregir el trabajo individual y organizacional con el fin de asegurar que el desempeño sea adecuado a los procedimientos. Esto explica el grado de importancia para establecer lo que se está llevando a cabo en una fábrica, con el fin de implantar las medidas correctivas que se requiere en los resultados obtenidos o durante el proceso, para evitar desorientaciones en el cumplimiento de los procedimientos.

El control nos permite visualizar y examinar las alteraciones o diferencias, con el propósito de notificar en un tiempo oportuno los problemas que se presencian para tomar las medidas de corrección.

Esta fase de control es esencial para todo el personal encargado de la producción, ya que los mismos ejercen responsabilidades que ayudan a la ejecución de los planes. La función del control es que nos permite facilitar de una manera eficaz el logro de los objetivos planeados, creando una estructura organizacional y dirigiendo la trayectoria de

---

<sup>3</sup>RIGGS, James. Sistema de producción-Planeación análisis y control. Traducido por R.C Pérez. 3ra ed. Noriega Editores Balderas 95. México: Limusa, 1998. Pp 63

<sup>4</sup> Proceso de producción. Consultado el 21 de octubre del 2013, de: [http://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/tlahuelilpan/administracion/proy\\_inv/estudio%20tecnico.pdf](http://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/tlahuelilpan/administracion/proy_inv/estudio%20tecnico.pdf).

producción, así como también permite motivar al personal en el desempeño óptimo que ayuden al mejoramiento de los procesos.

Es entonces, donde el control es importante para verificar las actividades y asegurarse que estas se estén ejecutando como se planearon y así poder corregir cualquier alteración presente en los procesos para la producción.<sup>5</sup>

### *1.2.1 Control de la producción.*

La tarea de la actividad del control de la producción es interpretar los objetivos conflictivos de producción, ventas y finanzas, para luego reconciliarlos en planes de producción y políticas de inventario coherentes. La función del personal es cumplir con el programa. Obviamente, preferirían un programa lo suficientemente flexible que se pudiera cumplir incluso cuando el equipo se descompusiera.

El estudio de las operaciones radica en un estudio y un análisis minucioso de cada operación con el objetivo de establecer si la operación es necesaria y el método mejor y eficiente para realizarla con las herramientas, las máquinas, los materiales y los contextos de trabajo mejores que se dispongan.

Para tener un resultado óptimo en la producción son necesarios ciertos controles que esté a cargo de un responsable y aseguren el cumplimiento de los procedimientos y los criterios para lograr la calidad esperada en un alimento, garantizar la inocuidad y la genuinidad de los alimentos.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Control. Consultado el 21 de octubre del 2013, de: <http://www.wisis.ufg.edu.sv/www.wisis/documentos/TE/338.476%2077-D812d/338.476%2077-D812d-CAPITULO%20II.pdf>.

<sup>6</sup>RIGGS, James. Sistema de producción-Planeación análisis y control. Traducido por R.C Pérez. 3ra ed. Noriega Editores Balderas 95. México: Limusa, 1998. Pp33.

### 1.3 PROCESO.

El proceso es lo que en si convierte una entrada en salida, en otras palabras podemos decir que es la función y operación utilizada en el tratamiento de la materia prima para la obtención de un producto determinado.<sup>7</sup>

#### 1.3.1 Control de procesos.

Es necesario el control de procesos puesto que las industrias están expuestas a perturbaciones en el entorno de operación. Estas perturbaciones pueden ser: variaciones en los caudales, variaciones en las temperaturas del proceso de operación, variaciones en las presiones, variación en la composición, cambios en la calidad de los productos o en la demanda, o bien mezclas de ellas. Si se pudiera evitar dichas perturbaciones en el proceso, se lograría operar sin control.

Las perturbaciones se originan continuamente en las variables independientes o ambientales del proceso, es decir, son a causa de influencias externas. Un cambio en el nivel de una o más de las variables independientes se traduce en cambios en los niveles de una o más de las variables dependientes del proceso de operación.

La acción total requiere el empleo de materiales para mostrar la presencia de las perturbaciones y el de aparatos de control para calcular y emplear las correcciones requeridas. Los métodos de control, son métodos físicos que tienen una gestión dinámica, por eso su estudio proporciona una base para el entendimiento habitual de los métodos dinámicos, esto es importante puesto que un método debe ser primero comprendido a fin de que sea efectivamente controlado. Es indispensable a la vez

---

<sup>7</sup> Proceso. Consultado el 21 de octubre del 2013, de: <http://www.wisis.ufg.edu.sv/www.wisis/documentos/TE/338.476%2077-D812d/338.476%2077-D812d-CAPITULO%20II.pdf>.

analizar procesos ya que cuyo objeto es el de mejorar el orden sucesivo o el contenido de las operaciones necesarias para realizar una tarea.<sup>8</sup>

### *1.3.2 Clasificación de los procesos*

Los procesos pueden clasificarse como intermitentes o de lote (batch), continuos o semi-intermitentes (semibatch), y ya sea en régimen permanente o en régimen transitorio.

#### *1.3.2.1 Proceso intermitente.*

Se carga la alimentación a un sistema al inicio del proceso, en la cual se va a eliminar los productos de una sola vez algún tiempo después. La masa no pasa los límites del sistema entre el período de alimentación y el período de vaciado del producto.

#### *1.3.2.2 Proceso Continuo.*

Las entradas y salidas fluyen continuamente durante toda la permanencia del proceso.

#### *1.3.2.3 Proceso semi-intermitente.*

Las entradas son casi instantáneas, mientras que las salidas son continuas, o viceversa. Si los valores de todas las variables de un proceso (es decir, todas las temperaturas, presiones, volúmenes, flujos, etc.) no sufren las modificaciones en el transcurso del tiempo, a excepción de posibles pequeñas fluctuaciones alrededor de valores medios constantes, se indica que el proceso está operando a régimen permanente. Si algunas de las variables de proceso cambian su valor con el tiempo, se indica que existe una operación transigente o en régimen transitorio. Por su propia naturaleza, los procesos

---

<sup>8</sup>WILLIAMS, Theodore. Ingeniería de los procesos industriales. 1ra ed. Zairros sección IV. México: Alhambra, 1971. Pp76.

intermitentes o semi-intermitentes son operaciones en régimen transitorio, mientras que los procesos continuos pueden ser ya sea de régimen transitorio o permanente.

El proceso intermitente se usa regularmente cuando han de producirse cantidades respectivamente pequeñas de un producto en una sola ocasión, mientras que el procesamiento continuo se compacta mejor para mayores ritmos de producción.

Los procesos continuos habitualmente se llevan a cabo en situaciones lo más próximas posibles al estado permanente; las condiciones de régimen transitorio se originan durante las etapas de puesta en marcha y en los continuos cambios intencionales o no en las condiciones de operación del proceso de operación.<sup>9</sup>

#### **1.4 EQUIPOS PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE PASTEURIZADA.**

En su sentido más amplio el término equipos incluye todas las máquinas, y aparatos utilizados en las industrias fabriles. A continuación se presenta las características de los equipos que se utiliza en la producción de leche pasteurizada.

##### *1.4.1 Estandarizadora*

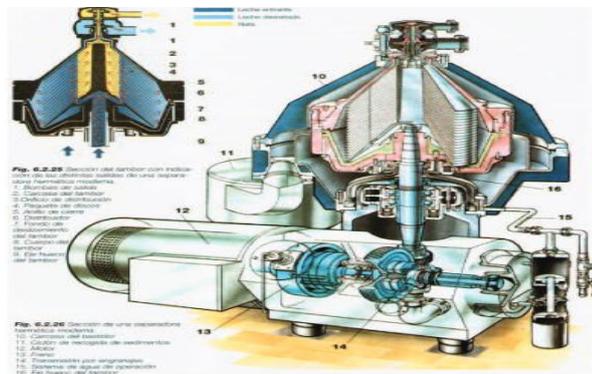
Gracias a la ayuda de este equipo las industrias lecheras han tenido un gran avance en su desarrollo, el mismo que permite efectuar una separación parcial de la grasa de la leche para obtener una leche normalizada y estandarizada de acuerdo a las necesidades de los procesamientos, la grasa se encuentra en forma de glóbulos estos pueden separarse porque no están disueltos en el plasma o lacto suero y, además, porque son menos densos que la fase acuosa. Se emplea también para la separación de la nata y de la leche magra.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> FELDER, Richard y ROUSSEAU Ronald. Principios básicos de los procesos químicos. Volumen 17 del manual moderno: LimusaWiley, 1981. Pp 85-86.

<sup>10</sup> PALTRINIERI y GAETANO. Taller de leche-Industria lechera-Equipo y aparato. 2da ed. México: Trillas: SEP, 1990. Pp42.

En una estandarizadora o clarificadora la leche es introducida entre los canales de separación por el borde exterior del paquete de discos, fluye de forma radial por el interior de los canales hacia el eje de rotación en la que abandona dichos canales a través de una salida axial superior. En transcurso por los canales, las impurezas sólidas son separadas y arrojadas por los lados inferiores de los discos hacia la periferia del rotor de la clarificadora. Allí se reúnen en el espacio previsto para los sedimentos. Al pasar la leche a lo largo de la anchura radial total de los discos, el tiempo total en hacerlo permite también la separación de partículas muy pequeñas.<sup>11</sup>



**Fuente:** Manual de Industrias Lácteas.

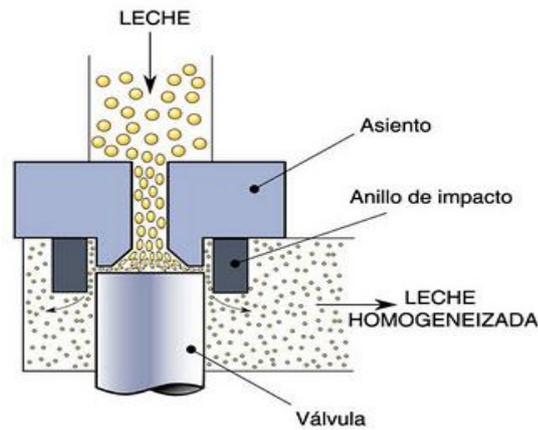
**Figura 1.4.1- 1**Clarificador

#### 1.4.2 Homogenizador.

El homogenizador es el equipo que consta de una bomba en donde la leche es forzada a pasar por un pequeño agujero bajo una cierta presión a una velocidad alta, produciéndose una desintegración de los glóbulos grasos, se rompe la película proteica y así cambia la estructura química de la leche donde se reduce el tamaño de los glóbulos grasos, de esta manera, se reduce la tendencia a la unión de los glóbulos de la grasa y la sedimentación posterior de la leche que se consigue por efecto de diferentes factores como turbulencia y cavitación, obteniendo glóbulos de hasta 1µm de diámetro, y leche homogénea.<sup>12</sup>

<sup>11</sup>GÖSTA, Bylund. Manual de industrias lácteas Tetra PakProcessing. 3ra ed., Madrid-España: Madrid Vicente, 2003. Pp 95-97-117-120,204-113.97.

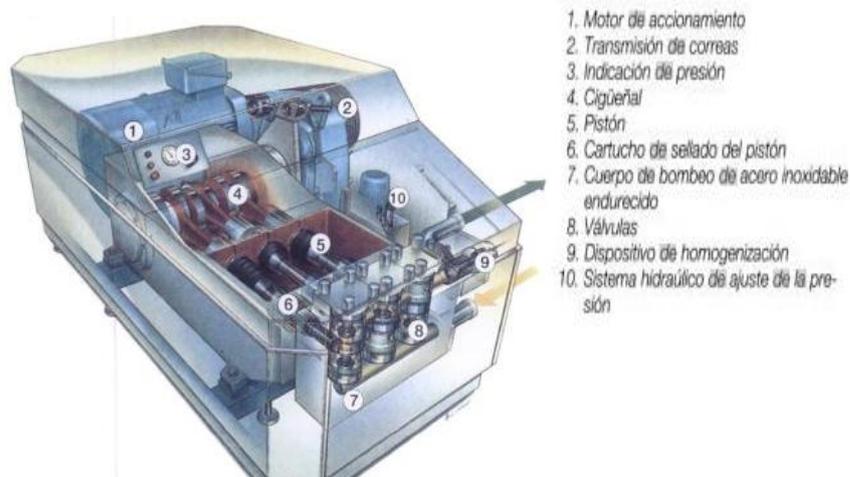
<sup>12</sup> MEYER, M., Elaboración de productos lácteos., 1ra Ed., México-México., Editorial Trillas 1982. Pp 30.



**Fuente:** [www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/17001647/Leche-homogeneizada-Que-es.html](http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/17001647/Leche-homogeneizada-Que-es.html).

**Figura 1.4.2- 1: Desintegración de los glóbulos de grasa en la leche**

Para la pasteurización cuando la leche entra al homogeneizador, pasa al dispositivo de bombeo y es presurizado a través del pistón de la bomba que es accionada por un motor eléctrico de gran potencia. La presión que se consigue viene determinada por la contrapresión dada por la distancia entre el émbolo y el asiento en el dispositivo de homogenización.<sup>13</sup>



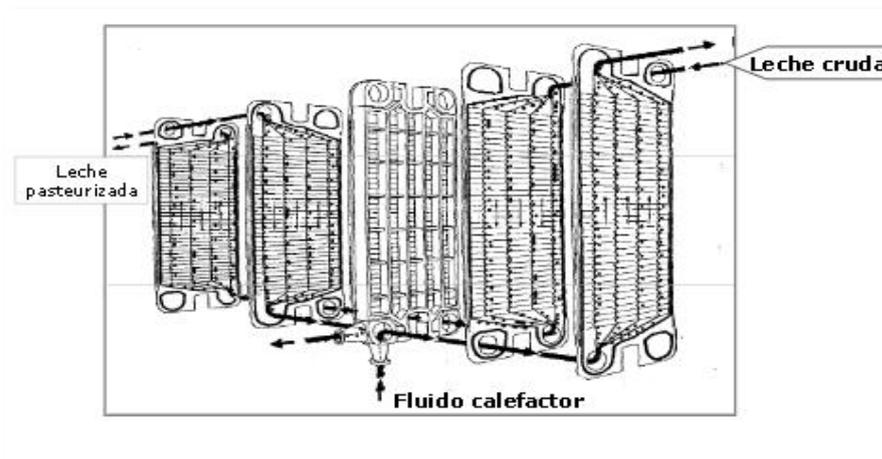
**Fuente:** Manual de industrias Lácteas

**Figura 1.4.2- 2: Homogeneizador de pistón**

<sup>13</sup>GÖSTA BYLUND., Manual de industrias lácteas., 3ra Ed., Madrid-España., Editorial Madrid Vicente,2003.Pp 117.

### 1.4.3 Intercambiador de placas

Los intercambiadores de placas consisten en un conjunto de placas preformadas con unos canales en disposición paralela por donde circulan los fluidos. Las placas constan por lo general con un grosor cercano a 0.05 a 0.125 plg. Están aislados mediante juntas de goma que establecen una cámara, de entre 0.05 y 0.3 plgs entre cada par de placas; éstas se concentran en secciones en los cuales se efectúa diversos procesos precalentamiento, calentamiento y enfriamiento. Cada sección aislada se establece de tal forma, que los líquidos fluyen por una o más placas en paralelo.<sup>14</sup>



**Fuente:** Leche y sus derivados

**Figura 1.4.3- 1:** Intercambiador de Placas.

### 1.4.4 Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento es un depósito generalmente vertical, este depósito consta de una doble pared, con un aislamiento entre ambas paredes. Los depósitos internos son de acero inoxidable pulido en su cara interna, siendo su parte exterior una lámina metálica soldada o de acero inoxidable.

Los tanques están provistos de agitadores con el fin de evitar la separación de la nata por gravedad y equipos de monitorización y control. La agitación es suave ya que si esta

<sup>14</sup>SANTOS, Armando. Leche y sus derivados., 2 da ed. México: Trillas, 2007. Pp136.

es violenta, puede dar lugar a la aireación de la leche y a la desintegración de los glóbulos de grasa.<sup>15</sup>



**Fuente:** <http://ben.upc.es/documents/eso/aliments/html/lacteo-4.html>

**Figura 1.4.4- 1:** Tanque de almacenamiento

#### 1.4.5 *Enfundadora*

Desde el punto de vista tecnológico la enfundadora es aquella que realiza el envasado en fundas desechables, cartón y otros, para el caso de fundas de polietileno (PE), son termoplásticos semi-cristalinos que se destacan por una buena resistencia química, alta tenacidad y elongación en la rotura, así como buenas propiedades del aislamiento eléctrico.<sup>16</sup>

---

<sup>15</sup> Tanque de almacenamiento. Consultado el 30 de octubre del 2013, de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1567/1/CD-2243.pdf>.

<sup>16</sup> Características técnicas del polietileno. Consultado el 5 de noviembre del 2013, de: <http://www.plasticbages.com/caracteristicaspolietileno.html>.

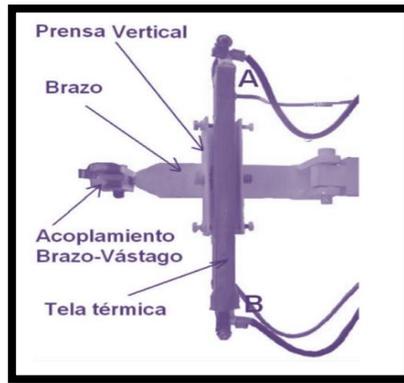
**Tabla 1.4.5- 1** Características técnicas del polietileno

PROPIEDAD	UNIDAD	NORMA	POLIETILENO(PE)
Alargamiento a la rotura	%	DIN 53455	800
Conductividad térmica	W/Km	DIN 52612	0,43
Coeficiente de dilatación térmica de 20°C a 50°C	m/mK		200·10-6
Coeficiente de Fricción			0,2
Densidad	g/cm <sup>2</sup>	DIN 53479	0,95
Dureza a la bola	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53456	
Dureza “Shore”		DIN 53505	D65
Módulo de elasticidad	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53457	900
Punto de fusión	°C	ASTM D789	138
Resistencia superficial		DIN 53482	1·1013
Resistencia al impacto	KJ/m <sup>2</sup>	DIN 53453	No es trenca
Resistencia a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53455	28
Temperatura máxima de uso	°C	NORMAL	80
	°C	CON PUNTAS	110
Temperatura mínima de uso	°C		-100

**Fuente:** [www.plasticbages.com/caracteristicaspolielileno.html](http://www.plasticbages.com/caracteristicaspolielileno.html).

#### 1.4.5.1 Sellado vertical.

El elemento generalmente empleado para el sellado vertical, está integrado por una prensa con ducto interno y una resistencia eléctrica, la prensa es aquella que se encarga de proveer la presión sobre el plástico conectándose a un cilindro de doble efecto para que sea sellado, al energizar la resistencia eléctrica y estar el vástago del cilindro contraído prensando el plástico se da el sellado de la manga; por la manguera refrigerante es donde ingresa agua hacia el ducto interno de la prensa para estabilizar la temperatura en este proceso de sellado del plástico.



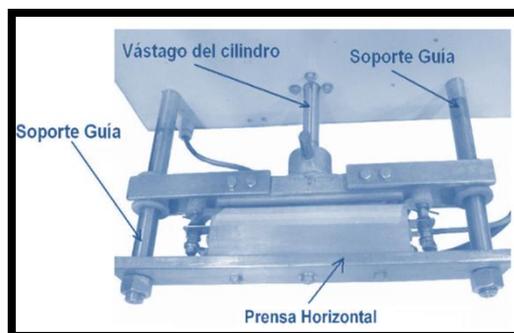
**Fuente:**[bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/941/1/CD-1849%282009-01-26-08-44-20%29.pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/941/1/CD-1849%282009-01-26-08-44-20%29.pdf).

**Figura 1.4.5.1- 1:** Sistema de sellado vertical

En la figura 1.4.5.1-1 se presenta la vista frontal de la prensa vertical, donde se puede observar la resistencia eléctrica que se extiende a lo largo de toda la prensa entre las letras A y B.

#### 1.4.5.2 Sellado y corte horizontal.

Las partes que integra el sellado horizontal son igual al sellado vertical, integra de una resistencia eléctrica y una prensa activada por un cilindro neumático de doble efecto. Para el movimiento de la prensa se utilizan dos guías como se muestra en la figura 1.4.5.2-1.



**Fuente:**[bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/941/1/CD-1849%282009-01-26-08-44-20%29.pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/941/1/CD-1849%282009-01-26-08-44-20%29.pdf).

**Figura 1.4.5.2- 1:** Sistema de sellado horizontal

Los soportes guía son paralelos y de longitudes iguales. A diferencia del sellado vertical, en este se utiliza mayor presión para sellar y cortar al mismo tiempo la funda formada y dosificada (que por efecto de la gravedad se vierte líquido en la funda ya formada).

El soporte guía tiene la prensa cuando el vástago del cilindro neumático sale de su posición normal, la resistencia eléctrica requerida es diferente a la usada en el sellado vertical debido a que no es plana. Al cerrar la prensa y activar el transformador se hace circular una corriente por la resistencia lo que permite sellar y cortar la funda dosificada.<sup>17</sup>

#### *1.4.6 Calderas*

Un caldero es un equipo que se utiliza en las industrias para evaporar el agua y generar vapor, a presión superior a la atmósfera. La transmisión del calor al agua se da a través de las paredes del recipiente. Las necesidades de calor en las industrias lácteas se cubren en su mayor parte con la utilización de vapor de agua o agua caliente en función de las necesidades de la operación y del proceso.

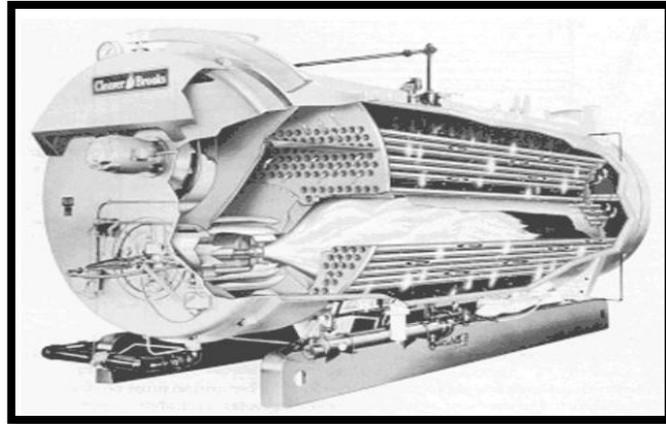
El vapor se origina en calderas de vapor y seguidamente se distribuye por medio de tuberías a los diferentes puntos de manejo en la empresa. El agua utilizada en la alimentación de las calderas no solicita medios higiénicos específicos, pero es preciso que el contenido en carbonatos y sulfatos sea bajo. Si no es así se origina la formación de incrustaciones de sales en las calderas y tuberías de distribución, dificultando el intercambio de calor.

Es por esto que se emplea comúnmente productos químicos para impedir dichas incrustaciones y las deposiciones de sales. Los condensados que se generan como

---

<sup>17</sup> Sellado vertical y sellado y corte horizontal de la enfundadora. Consultado el 21 de octubre del 2013, de: [bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/941/1/CD-1849%282009-01-26-08-44-20%29.pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/941/1/CD-1849%282009-01-26-08-44-20%29.pdf).

consecuencia de la condensación del vapor en su distribución pueden reutilizarse como alimentación de las calderas o como agua caliente en el proceso, con lo que se consigue un ahorro en el consumo de agua.<sup>18</sup>



**Fuente:** <http://gasslave.wordpress.com/author/diferquisi/>

**Figura 1.4.6- 1: Caldera piro-tubular.**

## 1.5 LECHE

La leche se ha constituido como el alimento de más importancia en la dieta del ser humano. Diversas entidades de salud concuerdan en su gran valía como fuente de energía, contribución de calcio, capacidad como regenerador del tejido muscular y la calidad de nutriciones fundamentales.

### 1.5.1 Definición de la leche cruda

La leche es aquel producto íntegro, no alterado ni adulterado, de uno o más ordeños diarios, higiénico, regular completo e ininterrumpido, sin calostro y libre de color, sabor y consistencia anormales.

---

<sup>18</sup> Calderas. Consultado el 30 de octubre del 2013, de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1567/1/CD-2243.pdf>.

La leche no está apta para el consumo humano cuando engloba sustancias extrañas distintas a la naturaleza del producto. Estimadas como sustancias extrañas están: conservantes (formaldehído, peróxido de hidrógeno, hipocloritos, etc.); adulterantes (harinas, almidones, sacarosa, cloruros, suero de leche, grasa vegetal); neutralizantes, colorantes y antibióticos, en montos que sobresalgan los límites establecidos.<sup>19</sup>

La leche es una mezcla compleja y heterogénea compuesta por un sistema coloidal de tres fases:

- **Solución:** Los minerales así como los hidratos de carbono se encuentran disueltos en el agua.
- **Suspensión:** Las sustancias proteicas se encuentran con el agua en suspensión.
- **Emulsión:** La grasa en agua se presenta como emulsión.<sup>20</sup>

Tabla 1.5.1- 1Composición general de le leche en porcentaje

CONSTITUYENTE	VARIACION	PROMEDIO
Agua	70.00–90.50	87.00
Grasa	2.20–8.00	3.80
Proteínas	2.70–4.80	3.50
Lactosa	3.50–6.00	4.90
Cenizas	0.65–0.90	0.80

**Fuente:** REVILLA, A., 1982.

<sup>19</sup>REVILLA, Aurelio. Tecnología de la leche-Procesamiento, manufactura y análisis. 2 da ed. San José - Costa Rica: IICA, 1982. Pp. 8-9.

<sup>20</sup> Leche., consultado el 29 de octubre del 2013, de: [http://www.lacteos.us/alimentos/produccion/empresas/caracteristicas\\_de\\_la\\_leche/](http://www.lacteos.us/alimentos/produccion/empresas/caracteristicas_de_la_leche/).

### 1.5.2 Aspectos nutricionales

Los aspectos nutritivos de la leche han estado valorados desde el comienzo de la humanidad. Con el adelanto de la ciencia y su aplicación, ha ido levantando cada vez más su valor y en los últimos dos siglos, se ha logrado ir precisando, reconociendo y descubriendo mayores utilidades de la leche. Por ello el grado de importancia de la leche en la nutrición del ser humano, en particular por sus contenidos de proteína y de calcio es considerablemente reconocida.

La leche tiene la función básica de satisfacer las exigencias nutricionales. Y lo obtiene debido a su mezcla equilibrada de proteínas, grasa, carbohidratos, sales y otros elementos menores dispersos en agua. Nutricionalmente muestra una extensa gama de nutrientes y una profunda contribución nutricional en relación con el contenido en calorías; existe un buen balance entre los componentes mayoritarios: grasa, proteínas y carbohidratos.

- **Proteínas:** La leche de vaca contiene un cierto porcentaje de proteínas, distribuida en caseínas, proteínas solubles y sustancias nitrogenadas no proteicas. Son aptos de cubrir las necesidades de aminoácidos del hombre y muestran una alta digestibilidad y valor biológico.
- **Agua:** Dispone entre un 70- 90,5% de agua.
- **Lípidos:** Disponen entre los componentes más significativos de la leche por sus aspectos económicos, nutritivos y por las características físicas y organolépticas que se deben a ellos.

En la leche se hallan dos isómeros de la lactosa: la  $\alpha$ -lactosa y la  $\beta$ -lactosa; es poco soluble en agua y cristaliza muy rápido.

- **Azúcares:** La lactosa es el único azúcar que se localiza en la leche en cantidad importante e interviene esencialmente como fuente de energía.
- **Sustancias minerales:** Se presencia alrededor del 1 por ciento de sales. Destacan calcio y fósforo. El calcio es un macro nutriente de beneficio, ya que está implicado en varias funciones vitales por su alta biodisponibilidad así como por la ausencia en la leche de factores inhibidores de su absorción.
- **Vitaminas:** Es fuente elemental de vitaminas para niños y adultos. La ingesta encomendada de vitaminas del grupo B (B1, B2 y B12) y un porcentaje significativo de las A, C se cubre con el consumo de un litro de leche.<sup>21</sup>

### 1.5.3 Propiedades de la leche

#### 1.5.3.1 Propiedades físicas de la leche.

La leche es designada para un tratamiento consecutivo previo a su consumo y entre sus propiedades físicas están.

- **Apariencia:** La apariencia opaca de la leche está relacionada con su contenido de partículas de grasa que se hallan en suspensión, también de proteínas y sales minerales, pero en menor proporción, por ende esta debe ser homogénea y libre de materias extrañas.
- **Color:** Debe ser blanco opalescente o ligeramente amarillento esta coloración depende de la cantidad de grasa.
- **Olor:** Debe ser suave, lácteo característico, libre de olores extraños.
- **Densidad:** Dependiendo de la composición de la leche, la densidad varía entre 1026 y 1033 gr/ml; así se tiene que la leche es ligeramente más densa que el

---

<sup>21</sup> Aspectos nutricionales de la leche. Consultado el 04 de noviembre del 2013, de: <http://www.alimentacion-sana.org/informaciones/novedades/leche%202.htm>.

agua (1.0). La densidad disminuye a medida que aumenta el contenido de grasa, pero se eleva la proporción de la proteína, lactosa y sustancias minerales, de igual manera la densidad depende de la temperatura.

- **Punto de congelación:** Este depende del contenido en lactosa, proteínas y sales minerales. El punto de congelación disminuye por la presencia de dichas sustancias en agua.
- **pH:** El pH de la leche es ligeramente ácido. Un indicador que se utiliza para medir la acidez titulable de la leche es la Fenolftaleína.

**TABLA 1.5.3.1-1**Propiedades físicas de la leche cruda

Densidad de la leche completa	1.032 gr/ml
Densidad de la leche descremada	1.036 gr/ml
Densidad de la materia grasa	0.940 gr/ml
Poder calórico (por litro) en calorías	700 cal.
pH	6.6 – 6.8
Conductibilidad eléctrica en mhos	$45 \times 10^{-4}$ mhos
Tensión superficial (a 15° C)	53 Dinas/cm
Viscosidad absoluta (a 15°)	0.0212 – 0.0354
Viscosidad relativa (específica)	1.6 – 2.15
Índice de refracción	1.35
Punto de congelación	- 0.55° C
Calor específico	0.93 cal/gr °C

**Fuente:** Manual de Procesamiento de lácteos

### 1.5.3.2 Propiedades químicas de la leche.

Una de las propiedades químicas significativas es la cantidad de ácido láctico. La lactosa es un disacárido presente solamente en leches, constituyendo el vital y único hidrato de carbono. No obstante, se han descrito mínimas cantidades de glucosa, galactosa, sacarosa.

Las propiedades de la leche son el reflejo de los ácidos grasos que contiene. Así tenemos varios grupos de lípidos presentes en la leche: diacilglicérodos, fosfolípidos,

ácidos grasos libres y algunos carbohidratos. Además de tener vitaminas, minerales y proteínas, los más cuantiosos son las grasas y la lactosa.

- **Grasas:** Constituido por tres tipos de lípidos:
  - Triglicéridos 96%
  - Fosfolípidos 0.8 - 1%
  - Sustancias no saponificables 1%
  - Di glicéridos, ácidos grasos libres, etc. El resto
  
- **Lactosa:** De todos los elementos de la leche, este es el de mayor porcentaje. La lactosa que es un disacárido de glucosa y galactosa, cuya estructura está constituido por O, C, y H, unidos por un O, se halla libre en suspensión.
  
- **Otras Características:** La leche posee estándares propiedades de los líquidos:
  - Tensión superficial: Muy análoga a la del agua. Tolera pesos afines a las que tolera el agua.
  - Fuerzas de cohesión y adhesión: Las fuerzas de cohesión crean una curva cóncava en los recipientes en los que está guardado.<sup>22</sup>

**Tabla 1.5.3.2-1**Propiedades químicas de la leche cruda

Componente	Composición (gramos por litro de leche)	Estado fisico de los componentes
Agua	905	Agua libre (disolvente) + agua ligada (3.7 %).
Carbohidratos	49	
Lactosa	49	Solución.
Lípidos	35	Emulsión de los glóbulos grasos (3 a 5 micras).
Grasa butírica	34	
Lecitina (fosfolípidos)	0.5	
Insaponificables (esteroles, carotenos, tocoferoles)	0.5	
Proteínas	34	Suspensión en micelas de fosfocaseinato de Calcio (0.08 a .12 micras).
Caseína	27	
Proteína soluble (globulinas y albúminas)	5.5	Solución coloidal
Nitrogenadas no proteicas	1.5	Solución verdadera
Sales	6.3	Solución o estado coloidal (P y Ca).
Del ácido cítrico	2	Sales de K, Ca, Na, Mg, etc)
Del ácido fosfórico	2.6	
Del ácido clorhídrico	1.7	
Otros (vitaminas, enzimas, gases disueltos)	Trazas	
Extracto seco total	127	
Extracto seco desengrasado	92	

**Fuente:** Manual de Procesamiento de lácteos

<sup>22</sup> Propiedades de la leche. Consultado el 04 de noviembre del 2013, de: <http://al-quimicos.blogspot.com/2007/02/las-propiedades-de-la-leche.html>.

## 1.6 PASTEURIZACIÓN

El proceso térmico más destacado al que es sometido la leche se denomina pasteurización, en honor a su descubridor, Louis Pasteur (1822-1895), quien a mediados del siglo XIX evidenció que al calentar ciertos alimentos y bebidas entre ellas la leche ocasionaba la disminución de modo sensible la población de microorganismos presentes en la composición.

A fines de siglo XIX, trasladaron éste procedimiento a la leche cruda y probaron que resultaba eficaz para la eliminación de las bacterias presentes en la leche. De esta manera, dieron origen no sólo referido a un significativo método de conservación, sino también a una medida higiénica esencial para el cuidado de la salud de los consumidores y conservar la calidad de los alimentos.

Debido a este avance científico de Pasteur se perfeccionó la calidad de vida del ser humano al consentir que ciertos productos alimenticios básicos entre ellos la leche, se lograran transportar extensas distancias sin que la descomposición los pudiera afectar.<sup>23</sup>

### 1.6.1 *Materia prima en la pasteurización.*

Es la materia prima y otros ingredientes en la pasteurización deben tener características de calidad e inocuidad para garantizar una producción óptima. Deben ser almacenados en condiciones que los protejan frente a la contaminación para reducir su deterioro. Así como también deben de estar alejados de los productos terminados, como también de sustancias tóxicas, con esto se podrá impedir la contaminación cruzada y si no cumplen con las condiciones requeridas de calidad para su consumo se debe rechazar o utilizar para otros fines.

---

<sup>23</sup> Pasteurización. Consultado el 11 de noviembre del 2013, de: <http://www.portalplanetasedna.com.ar/pasteurizacion.htm>.

La leche cruda originada por la vaca, establece la principal materia prima para la elaboración de leche pasteurizada. Ésta debe cumplir con algunas características para que el procesamiento sea el adecuado, sus especificaciones técnicas se hallan establecidas a nivel local por el Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN) y a nivel internacional por el CODEX Alimentarios (Código de los alimentos).

### 1.6.2 Definición de pasteurización.

La pasteurización es aquella operación para destruir por efecto del calor los microorganismos patógenos y en su mayoría de los gérmenes restantes, con fines higiénicos o de conservación, conservando al máximo las características físicas, bioquímicas y organolépticas del alimento. Dicha pasteurización permite la conservación en un tiempo determinado, basándose en las leyes de destrucción térmica de los microorganismos, estas leyes toman en consideración básicamente el número de microorganismos presentes, la temperatura en la que tiene lugar el proceso y el tiempo durante el que se mantiene dicha temperatura.<sup>24</sup>

La temperatura y la duración deben ser tales de modo que impidan lo menos posibles cambios físico-químicos y organolépticos del producto para que pueda prolongar la conservación de los mismos.

La pasteurización de la leche se realiza con un tratamiento a una temperatura apropiada para destruir la mayoría de las bacterias inofensivas y en su totalidad las perjudiciales, alterando lo menos posible su composición, estructura y los elementos bioquímicos, como las vitaminas y las enzimas. Las temperaturas y tiempos aplicados en la pasteurización garantiza la destrucción de los agentes patógenos como *Mycobacterium*, tuberculosis, *Brucellos*, *Solmonellas*, etc., pero dichos tiempos y temperaturas fijados no garantizan la destrucción de los microorganismos mastíticos tales como el

---

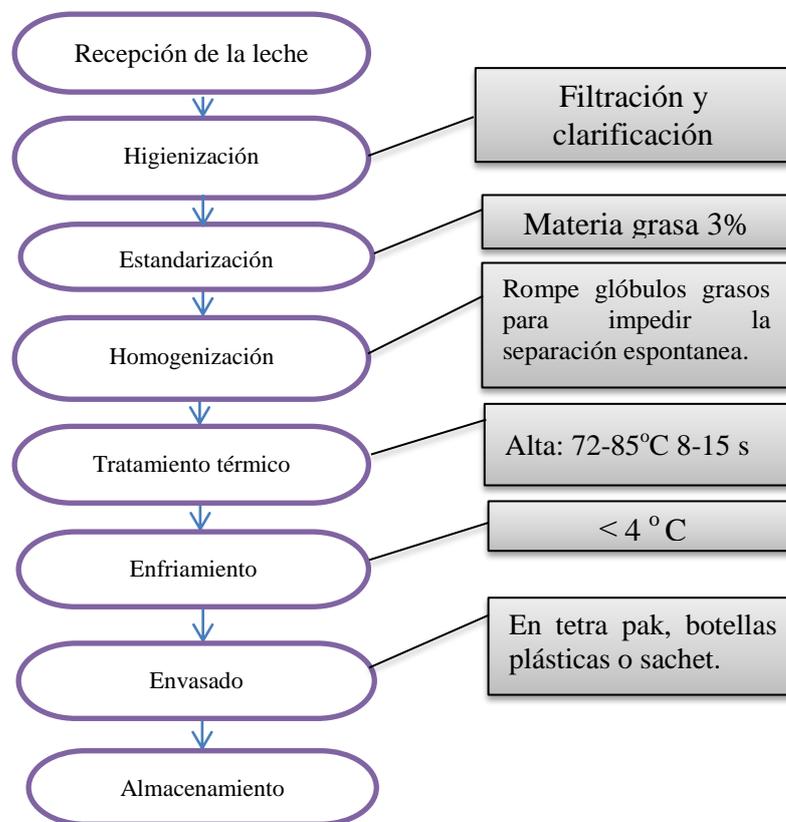
<sup>24</sup>GÖSTA, Bylund. Manual de industrias lácteas Tetra Pak Processing. 3ra ed. Madrid-España: Madrid Vicente, 2003. Pp204.

REVILLA, Aurelio. Tecnología de la leche-Procesamiento, manufactura y análisis. 2 da ed. San José - Costa Rica: IICA, 1982. Pp. 11.

*Staphilococusaereus* o el *Streptococcuspyogenes* y las que consiguen acidificar la leche los *Lacotobacillus*. Si se minimiza la población de microorganismos al inicio del almacenamiento, la vida útil del producto se prolonga cuando el parámetro de calidad dominante es la presencia de microorganismos, estos sean patógenos o sólo alterantes, debido a que se tarda más tiempo en obtener una concentración intolerable de microorganismos.<sup>25</sup>

### 1.6.2.1 Pasteurización alta.

La pasteurización alta y rápida se define como el calentamiento de 72 ° C durante 15 segundos, este método es rápido y continuo, pero en este calentamiento se modifica levemente las propiedades de la leche, si bien hoy en día los aparatos modernos reducen este inconveniente. La pasteurización alta esta hoy mundialmente extendida, se logra los 80 ° C, debido a la baja calidad de las leche crudas.<sup>26</sup>Las etapas del proceso de pasteurización alta son:



<sup>25</sup>SANTOS, Armando. Leche y sus derivados., 2 da ed. México: Trillas, 2007. Pp130.

<sup>26</sup>ALAIS, Charles. Ciencias de la leche-Principios de la técnica lechera. 3ra ed. México: Continental, 1981. Pp428.

- **Descripción del proceso de pasteurización alta**

- **Recepción de la leche:** Al momento de la recepción de la leche cruda hay que efectuar pruebas de plataforma para diagnosticar su estado y calidad en virtud de que defina si la leche es ingresada a la planta o es rechazada.
- **Filtrado:** El proceso de filtrado tiene la finalidad de separar cualquier partícula sólida extraña de la leche. El material del filtro generalmente lo constituye una tela ubicada sobre un bastidor o marco cilíndrico perforado de metal, o sobre una superficie lisa y perforada.
- **Clarificación o centrifugación:** La clarificación tiene por objeto la eliminación de partículas orgánicas e inorgánicas y aglomerados de proteínas. Este tipo de equipos se basa en la separación por centrifugación, que permite separar partículas de hasta 4-5mm de diámetro. Además en este paso existe una regulación o ajuste del contenido graso de la leche. La leche con destino a la pasteurización se estandariza en la maquina clarificadora llevándola al porcentaje de grasa requerido.<sup>27</sup>
- **Homogenización:** La homogenización es un proceso que se utiliza generalmente como medio de estabilización de la emulsión de la grasa en la fase acuosa de la leche. La homogenización en primer lugar ocasiona la ruptura de los glóbulos de grasa en otros mucho más pequeños en esta operación, el diámetro de los glóbulos grasos se reduce. Este efecto se obtiene haciendo pasar a la leche por pequeñas ranuras a alta presión.

Lo que realiza la homogenización en la industria láctea es en sí forzar el paso de la leche a una mayor velocidad a través de una ranura muy estrecha. La leche llega al homogeneizador por un conducto que tiene una velocidad moderada entre 4 y 6 m/s al llegar al homogeneizador se genera un aumento de la velocidad entre 100 y 400 m/s.

---

<sup>27</sup> JUDKINS, Henry y KEENER, Harry. La leche-Su producción y procesos industriales. México: Continental, 1983. Pp 330-331.

Al disminuir el tamaño de los glóbulos, disminuye también la fuerza ascendente de la grasa, esto impide que la grasa se acumule en la parte superior de los envases. La homogeneización se consigue por tres fenómenos:

- **fuerzas de rozamiento:** la fuerza de rozamiento entre la válvula y la leche hace que los lóbulos de grasa se deformen y se rompan.
- **implosión:** al verse obligada la leche a pasar por un espacio muy estrecho, lo que, ya se mencionó, provoca un aumento de la velocidad y un descenso de la presión. Eso da como resultado que algunos componentes de la leche se vaporicen creando pequeñas burbujas. Una vez atravesado el espacio más estrecho se produce la división de los glóbulos de grasa.
- **fuerzas de impacto:** el golpeo de la leche contra la válvula produce la ruptura de los glóbulos de grasa

El efecto de la homogeneización sobre la estructura de la leche muestra ciertas ventajas, tales como:

- Glóbulos grasos más pequeños, sin formación de nata en la superficie.
  - Un color más blanco y atractivo.
  - La reducción a la sensibilidad a los procesos de oxidación de la grasa.
  - Sabor con más cuerpo.
  - Una mejor estabilidad en los productos lácteos fermentados.
- **Tratamiento térmico:** Este proceso consiste en la aplicación de calor en un cierto tiempo, para reducir la carga bacteriana y desactivar compuestos químicos que en conjunto, aceleraría su descomposición, además de aplicar calor el proceso se complementa con la aplicación de frío como contraste, para una mayor eficiencia.

- **Enfriamiento:** El enfriamiento se lo debe realizar a temperaturas menores o iguales a 4 °C.
- **Envasado:** Es la última etapa del proceso, y consiste en el llenado de los envases con el producto terminado. El envasado de la leche se efectúa en depósitos desechables o recuperables. Los envases recuperables son las botellas de vidrio. Los desechables son bolsas de papel y de plástico.<sup>28</sup>

**Tabla: 1.6.2.1-1** Composición promedio de las diferentes clases de leches concentradas

Componentes	Leche concentrada azucarada		Leche concentrada no azucarada	
	De leche entera	De leche descremada	De leche entera	De leche descremada
Agua	26.5 %	28.0 %	71.0 %	77.5 %
Proteína	8.3 %	9.5 %	8.5 %	8.5 %
Grasa	9.6 %	0.5 %	9.0 %	0.5 %
Lactosa	12.0 %	14.0 %	11.5 %	12.5 %
Sacarosa	43.0 %	45.0 %	-	-

**Fuente:** Manual de procesamientos de lácteos

### 1.6.3 Ventajas y desventajas de la pasteurización

#### 1.6.3.1 Ventajas de la pasteurización.

- Posibilita la destrucción de las bacterias patógenas presentes en la leche.
- Existe un control con mayor facilidad en el método de la producción.
- Se obtiene productos de mayor conservación.
- Hay un aumento leve en cuanto a su rendimiento.
- Permite que los productos sean aptos para el consumo del público.

<sup>28</sup>GÖSTA, Bylund. Manual de industrias lácteas Tetra Pak Processing. 3ra ed. Madrid-España: Madrid Vicente, 2003. Pp 204-213.

### 1.6.3.2 Desventajas de la pasteurización

- La destrucción de bacterias lácticas benéficas.
- Pueden sobrevivir ciertas bacterias patógenas que son tolerantes a altas temperaturas.
- No hay la destrucción de todas las bacterias indeseables al momento en que la leche se halla con una mayor contaminación.
- Cuando existe un retraso en el tiempo para alcanzar la temperatura de pasteurización, se obtiene una acidificación y cuajado de la leche.
- La leche que se encuentra más ácida no es posible pasteurizarla.<sup>29</sup>

## 1.7 MEJORAMIENTO CONTINUO

Se fundamenta en tratar de optimizar el uso de los factores básico de producción y mantenimiento a través del análisis permanente de actividades, procesos y macro-procesos.

Con el propósito de eliminar tiempos de retraso, Controlar y eliminar fallas, reducir costos, aumentar los niveles de servicio, mejorar la productividad, incrementar la rentabilidad y aumentar la competitividad de la empresa, sobre todo en áreas de mantenimiento, calidad y producción.<sup>30</sup>

---

<sup>29</sup> Ventajas y desventajas de la pasteurización. Consultado el 11 de noviembre del 2013, de: <http://procesamientolacteo.blogspot.com/2010/11/ventajas-y-desventajas-de-la.html>.

<sup>30</sup> MORA Gutiérrez, LUIS. Mantenimiento: Planeación, ejecución y control. Iraed: Alfomega Colombiana, 2009. Pp52.

## 1.8 ECUACIONES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE LÁCTEOS EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE PASTEURIZADA.

### 1.8.1 Ecuaciones técnicas para la caldera.

- **Fuga de vapor; (Dv).**

Permite saber la cantidad de vapor que se pierde por medio de posibles fugas presentes en los equipos de proceso a la cual se emplea la siguiente ecuación.<sup>31</sup>

Ec. 1.8.1-1

$$Dv = Kd^2 \sqrt{P_{vapor}(P_{vapor} + 1)}$$

Dónde:

Dv: Flujo de vapor fugado kg/h

d: Diámetro de la fuga en mm

$P_{vapor}$ : Presión de vapor en  $kgf/cm^2$

K: Coeficiente de valor 0,35-0,45.

- **Eficiencia de la caldera; ( $\eta_{caldera}$ ).**

La eficiencia de una caldera se define como la relación entre la energía aprovechada en la transformación del agua en vapor, y la energía suministrada por combustible. Se expresa en forma de porcentaje y se emplea la siguiente ecuación.<sup>32</sup>

Ec. 1.8.1-2

$$\eta_{caldera} = \frac{\dot{Q}_{vapor}}{Q_{combustible}} \times 100 = \frac{\dot{m}_{vapor}(h_{gPvapor} - h_{aa})}{\dot{m}_{comb} * PCS_{comb}} \times 100$$

<sup>31</sup> Fugas de vapor., consultado el 15 de noviembre del 2013, de: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/919/1/T-ESPE-025340.pdf>.

<sup>32</sup> Eficiencia en Calderas., consultado el 15 de noviembre del 2013, de: [http://www.cnpml.org.sv/UCATEE/ee/docs/Calderas\\_02.pdf](http://www.cnpml.org.sv/UCATEE/ee/docs/Calderas_02.pdf).  
<http://www.adinelsa.com.pe/files/publicaciones/6.pdf>.

Dónde:

$\eta_{caldera}$  = Eficiencia de la caldera (%)

$\dot{Q}_{vapor}$  = Calor que sale con el vapor producido

$Q_{combustible}$  = Calor suministrado por el combustible

$h_{gPvapor}, h_{aa}$ : son las entalpías del agua a la entrada y salida (kcal/kg). Se obtienen de las tablas de vapor para lo cual se necesita conocer:

$T_{aa}$  = La temperatura del agua de alimentación (°C).

$P_{vapor}$  = Presión a la cual se está produciendo el vapor (psi).

$\dot{m}_{vapor}$  = Flujo de vapor (kg de vapor/h).

El calor suministrado por el combustible se necesita conocer:

$\dot{m}_{comb}$  = Flujo del combustible (kg/h).

$PCI_{comb}$  = El poder calorífico inferior del combustible en (kcal/kg).

### 1.8.2 Ecuaciones técnicas para la Estandarizadora

- **Movimiento circular**

El movimiento circular describe el movimiento de un cuerpo atravesando con rapidez constante una trayectoria circular.

- **Velocidad angular; ( $\omega$ ).**

Cuando un objeto se mueve en una circunferencia, llevará una velocidad, ya que recorre un espacio, pero también recorre un ángulo.

La velocidad angular es una medida de la velocidad de rotación. Se define como el ángulo girado por una unidad de tiempo, es decir, es el número de vueltas que da el cuerpo por segundo y se determina mediante la siguiente ecuación.<sup>33</sup>

---

<sup>33</sup>GÖSTA, Bylund. Manual de industrias lácteas Tetra Pak Processing. 3ra ed. Madrid-España: Madrid Vicente, 2003. Pp 96.

$$\omega = \frac{2\pi * n}{60}$$

Dónde:

$\omega$  = velocidad angular en (rad/s).

n= revoluciones por minuto (r.p.m).

- **Período; (T).**

El período indica el tiempo que tarda un objeto en movimiento circular en efectuar una revolución completa (un ciclo) que recorre.

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

Dónde:

T: Período (s).

$\omega$ : Velocidad angular (rad/s).

- **Velocidad tangencial; (v).**

Velocidad tangencial es la velocidad del objeto en un instante de tiempo (magnitud vectorial con módulo, dirección y sentido determinados en ese instante estudiado), es decir, que hay un punto en donde da vueltas con movimiento circular uniforme. Puede calcularse a partir de la velocidad angular mediante la siguiente ecuación.<sup>34</sup>

$$v = \omega * r$$

Dónde:

$\omega$ : velocidad angular (rad/s)

r: radio de la distancia al eje de rotación (m).

---

<sup>34</sup>ANÓNIMO. Física para el CBC: Estática y Cinemática. 2da ed. Buenos Aires: Asociada a la cámara del libro Asimov, 2010. Pp 157.

- **Aceleración centrífuga; (a).**

La aceleración centrífuga es una magnitud relacionada con el cambio de dirección de la velocidad del cuerpo en movimiento cuando recorre una trayectoria curvilínea. Es decir, la aceleración es una magnitud vectorial que indica la rapidez con que cambia la velocidad respecto del tiempo. Cuando una partícula se mueve en una trayectoria curvilínea, aunque se mueva con rapidez constante, su velocidad cambia de dirección, ya que es un vector tangente a la trayectoria, y en las curvas dicha tangente no es constante.

Es importante conocer que la aceleración centrífuga aumenta con la distancia al eje de rotación (radio r) y con la velocidad de rotación expresada como velocidad angular ( $\omega$ ), así pues la aceleración de un cuerpo que gira con velocidad constante es igual al cuadrado de la velocidad angular del cuerpo multiplicada por la distancia del punto al eje de rotación. Entonces la aceleración centrífuga se la calcula mediante la siguiente ecuación:<sup>35</sup>

Ec. 1.8.2-4

$$a = r\omega^2$$

Dónde:

a: aceleración centrífuga ( $m/s^2$ ).

r: radio de la distancia al eje de rotación (m).

$\omega$ : velocidad angular (rad/s).

### 1.8.3 Ecuaciones técnicas para el homogenizador

- **Temperatura de salida de homogenización; ( $T_{sal}$ ).**

En la homogenización se da un proceso de rompimiento celular el cual se produce por una entrega de energía al sistema, al mismo tiempo provoca un aumento en la

---

<sup>35</sup>GÖSTA, Bylund. Manual de industrias lácteas Tetra PakProcessing. 3ra ed. Madrid-España: Madrid Vicente, 2003. Pp95.

temperatura, esta temperatura tiene un doble efecto, el de reducir la viscosidad lo cual es positivo para el proceso y la desnaturalización del producto cuando hay mayor temperatura y se calcula mediante la siguiente ecuación.<sup>36</sup>

Ec. 1.8.3-1

$$T_{sal} = \frac{P_1 - P_{sal}}{40} + T_{prod}$$

Dónde:

$T_{sal}$ : Temperatura de salida de homogenización (°C).

$P_1$ : Presión de homogenización (bar).

$P_{sal}$ : Presión después de la homogenización (bar), si se considera que cada 40 bar de caída de presión aumenta la temperatura 1 °C.

$T_{prod}$ : Temperatura del producto (°C).

#### 1.8.4 Ecuaciones técnicas para el Intercambiador de Calor.

- **Transmisión de calor; (Q).**

En la pasteurización existe la operación de calentamiento y de enfriamiento y la cantidad de energía para cambiar la temperatura de un cuerpo se calcula mediante la siguiente ecuación.<sup>37</sup>

Ec. 1.8.4-1

$$Q = m * C_p * \Delta T$$

Dónde:

Q = es la transmisión de calor en W (1 Watts = 1 joule/segundo)

m = Masa que fluye (kg/s).

---

<sup>36</sup>GÖSTA, Bylund. Manual de industrias lácteas Tetra Pak Processing. 3ra ed. Madrid-España: Madrid Vicente, 2003. Pp 120.

<sup>37</sup>CENGEL, Yunus y GHAJAR, Afshin. Transferencia de calor y masa-Fundamentos y aplicaciones. Traducido por Jasso, Borneville. 4ta ed. México: McGraw-Hill, 2011. Pp. 640.

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ); ( $T_s - T_e$ ) en la que  $T_s$  es la temperatura de salida y  $T_e$  es la temperatura de entrada del producto.

$C_p$  = Calor específico del producto a calentar ( $\text{kcal/kg } ^{\circ}\text{C}$ ).

- **Regeneración o recuperación de calor; (R).**

Permite conocer la eficiencia en el uso de calor donde el porcentaje (%) que representa la relación del desempeño real del equipo con respecto al desempeño ideal (máximo) del mismo, con este método se debe recuperar entre el 70-90% en la sección regenerativa del sistema concluyendo cual es el consumo de calor para la leche pasteurizada. La regeneración puede alcanzar valores de hasta un 95%.<sup>38</sup>

Ec. 1.8.4-2

$$\% R = \frac{T_s - T_i}{T_p - T_i}$$

Dónde:

R: Regeneración ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$T_i$  = Temperatura de ingreso de la leche cruda ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$T_s$  = Temperatura de precalentamiento de la leche ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$T_p$  = Temperatura de pasteurización ( $^{\circ}\text{C}$ ).

- **Media logarítmica de la diferencia de temperaturas del intercambiador de placas en contracorriente; (MLDT).**

Es un valor promedio de las diferencias de temperatura entre el fluido cálido y el fluido frío. El valor de la media logarítmica de la diferencia de temperaturas (MLDT), permite caracterizar la transferencia de calor, en la etapa correspondiente con base en las temperaturas extremas del sistema. La MLDT considera la diferencia de temperaturas

---

<sup>38</sup>REVILLA, Aurelio. Tecnología de la leche-Procesamiento, manufactura y análisis. 2 da ed. San José - Costa Rica: IICA, 1982. Pp. 133.

de las dos corrientes y no solamente de una el valor que resulta es una representación de la fuerza impulsora promedio.<sup>39</sup>

Ec. 1.8.4-3

$$MLDT = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}} = \frac{(T_e - t_s) - (T_s - t_e)}{\ln \frac{(T_e - t_s)}{(T_s - t_e)}}$$

Dónde:

$T_e$  = Temperatura de entrada del producto (°C).

$T_s$  = Temperatura de salida del producto (°C).

$t_e$  = Temperatura de entrada del fluido de servicio agua (°C).

$T_s$  = Temperatura de salida del fluido de servicio agua (°C).

#### 1.8.5 Ecuaciones técnicas para la enfundadora

- **Determinación del calor para el sellado del plástico; (Q).**

En este proceso se utiliza una resistencia eléctrica que produce calor para el sellado del plástico, este sellado se produce por el calentamiento de una resistencia y el calor se da por la corriente que pasa por esta. Según el efecto joule la corriente que circula por un conductor genera un calor que puede determinarse según la siguiente relación.<sup>40</sup>

Ec. 1.8.5-1

$$Q = I^2 * R * t$$

Dónde:

Q: transmisión de calor en J.

I: Intensidad en A.

R: Resistencia en ohm ( $\Omega$ ).

t: Tiempo en (s).

<sup>39</sup>CENGEL, Yunus y GHAJAR, Afshin. Transferencia de calor y masa-Fundamentos y aplicaciones. Traducido por Jasso, Borneville. 4ta ed. México: McGraw-Hill, 2011. Pp. 643

<sup>40</sup> Efecto Joule., consultado el 05 de enero del 2014, de: [http://www.fisicanet.com.ar/fisica/electrodinamica/ap02\\_potencia\\_electrica.php](http://www.fisicanet.com.ar/fisica/electrodinamica/ap02_potencia_electrica.php).

- **Pérdidas en el enfundado y rendimiento del proceso de pasteurización**

- **Pérdidas**

El porcentaje de las pérdidas de producción se determina mediante la siguiente ecuación:

Ec. 1.8.5-2

$$Pérdida = \frac{X_1}{X_2} * 100$$

Dónde:

X<sub>1</sub>: Producto rechazado en (l).

X<sub>2</sub>: Producto procesado en (l).

- **Rendimiento**

El rendimiento contempla la pérdida de producto como una disminución de la capacidad de producción y se la determina mediante la siguiente ecuación.

Ec. 1.8.5-3

$$Rendimiento = 100 - pérdidas$$

# **CAPITULO**

## **II**

## **2. PARTE EXPERIMENTAL**

### **2.1 LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente estudio se llevó a cabo en la unidad de producción de bovinos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en la Estación Experimental Tunshi, la misma que se encuentra ubicada a 12 Km de la ciudad de Riobamba, localizada en las coordenadas 20 o 13' de latitud sur y 78 o 53' longitud oeste y a una altura de 2347 m.s.n.m. El área en donde se aplicó el proyecto de tesis para la optimización es en la producción de leche pasteurizada.

### **2.2 MUESTREO**

Es el procedimiento mediante el cual seleccionamos una muestra representativa de la población objeto de estudio.

#### *2.2.1 Tipo de muestreo.*

El muestreo de la leche cruda de recibo fue *in situ* tomado de los diferentes tanques de recibo de la Planta de Lácteos ESPOCH Tunshi en el cual se tuvo una mezcla homogénea del volumen de leche que se recibe para la iniciación de la producción, mientras que el muestreo de la leche pasteurizada se la efectuó de la obtención del producto final en donde esta ha pasado por las diferentes etapas de procesamiento. Estas muestras fueron realizadas para la realización de los análisis correspondientes tanto de la leche cruda como de la leche pasteurizada. Cabe mencionar que la norma INEN 10:2003 con la que se basa la planta de lácteos para los parámetros físico-químicos de la leche se mantiene dentro del rango de características físico-químicas que establece la norma INEN10:2012, sin embargo no es distinta de una actualización.

### 2.2.2 *Plan de muestreo.*

Para tener un muestreo representativo se determinó en primera instancia el volumen de leche recibida para la producción.

La caracterización de la leche cruda y pasteurizada se realizó el 19 de noviembre con la finalidad de conocer las condiciones en las que se encuentra según los requerimientos de la Norma INEN 9:2012. Las muestras o alícuotas individuales de la leche fueron de 100 ml. Los valores de las alícuotas de la muestra compuesta varía según le necesidad del laboratorio de análisis.

### 2.2.3 *Materiales de muestreo*

- Vaso de precipitación de 100 ml
- Pipeta de 50 ml
- Envase de plástico
- Termómetro.
- Cámara fotográfica
- Guantes de látex
- Mascarilla
- Libreta
- Hielera
- Hielo

### 2.2.4 *Caracterización de las Muestras de Leche*

#### 2.2.4.1 *Muestreo de la leche cruda*

El primer muestreo se lo realizó de los 450 litros de leche cruda con una muestra de 100 ml que el día 19 de noviembre del 2013 a las 8:30 am muestra tomada de cada uno de los tanques de recepción hasta obtener la cantidad determinada, esta muestra es homogenizada y colocada en un cooler para que la leche se mantenga dentro de sus propiedades Físico-químicas y así pueda ser analizada para conocer las condiciones en la que esta leche llega a la Planta Láctea Tunshi.

#### *2.2.4.2 Muestreo de la leche pasteurizada*

Al finalizar la producción de leche pasteurizada del día 19 de noviembre del 2013 se tomó la segunda muestra de 100 ml de leche pasteurizada, muestra colocada de igual manera en un cooler.

Con los análisis se conoce si esta leche cruda y pasteurizada es óptima para la comercialización de acuerdo a lo que establece la norma INEN 10:2012.

### **2.3 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA DE LÁCTEOS ESPOCH TUNSHI.**

#### *2.3.1 Visita a las instalaciones de la Planta de Lácteos Espoch Tunshi.*

En la actualidad la Planta de Lácteos Tunshi cuenta con la infraestructura necesaria para producir leche pasteurizada, quesos y yogurt. Constituyendo de esta manera en una fuente de ingresos para la Espoch y además una herramienta para la formación académica de los estudiantes. La planta tiene una fuente principal de materia prima de la misma ganadería de la Estación Experimental, en donde se arroja de 300 a 450 litros de leche diarios los mismos que son recogidos en la mañana y llevados a la Planta de Lácteos para el procesamiento.

Para el diagnóstico de la Planta de Lácteos Tunshi fue necesario realizar una visita a las instalaciones con el objeto de tener una información del área de elaboración de leche pasteurizada y cono cercada fase de procesamiento para la obtención del producto final. Es decir, para el diagnóstico se realizó una inspección tomando en cuenta el aspecto tecnológico (equipos más proceso), haciendo énfasis en la eficacia de cada etapa del proceso. Así mismo se evaluaron los aspectos organizacionales (planta física, recursos humanos y cultura empresarial).

La apreciación del aspecto tecnológico se desarrolló de acuerdo a:

- La observación directa del proceso de producción de la leche pasteurizada, elaboración con la identificación de cada una de las etapas del proceso.
- La observación directa del: ingreso de materia prima y la obtención del producto terminado.
- La tarea que cumple el personal operativo.
- La temperatura y tiempo de operación con datos que posibilitan la descripción y cuantificación de la producción.
- La observación directa de los equipos involucrados en el proceso de producción en la cual se determinó el grado de uso (antigüedad), operatividad, condiciones de operación y mantenimiento de los equipos.

Para considerar el aspecto organizacional de la Planta Láctea, se realizó:

- La caracterización del personal de la planta de lácteos en cuanto a su desempeño en el logro de una leche de buena calidad.
- La observación directa de la edificación e instalaciones, personal, requisitos higiénicos de la producción, aseguramiento de la calidad higiénica, programa de saneamiento y almacenamiento.
- Entrevista aplicada al jefe de personal que trabaja en la Planta de Lácteos, en lo que se refiere al proceso de producción y los problemas que se presentan tanto en los equipos como en el procesamiento para la obtención de leche pasteurizada.
- La revisión breve de la historia de la planta desde su fundación hasta la actualidad.

En la Planta de Lácteos ESPOCH Tunshi según informes del técnico de producción se conoce que la capacidad de procesamiento de leche pasteurizada programada de la planta de lácteos (CP), es de 9 600 l /día; por otro lado se conoce también la capacidad efectiva (CE), es decir, el volumen de producción que se requiere obtener y que es de 8 000 l /leche/día.

Según la visita realizada a la planta de lácteos Tunshi se procesan de 300 a 450 litros diarios de leche pasteurizada, significa que el rendimiento del sistema no es del 100%, para conocer el rendimiento resulta ventajoso conocer los grados de uso y eficiencia de la planta, mientras que la utilización hace referencia al porcentaje de capacidad proyectada alcanzada, por lo que:

- 9.600 l/día. Capacidad teórica (programada para 1 día).
- 8.000 l. /día. Capacidad efectiva.
- (450 l/ 9.600 l.). Relación teórica en base al uso real de la planta.
- (450 l/ 8.000 l.). Relación efectiva en base al uso real de la planta.

Se obtienen los siguientes porcentajes:

**Tabla 2.3.1-1** Capacidad de producción de leche pasteurizada

<b>Producción (l/día)</b>	<b>Capacidad/planta (l)</b>	<b>%</b>	
450	9.600	4.69	Porcentaje de uso en base a la capacidad instalada de la Planta (leche).
450	8.000	5.63	Porcentaje de uso en base a la capacidad real de operación de la Planta (leche).

**Fuente:** GUAÑO, Yesenia.

En las instalaciones se trabaja con un sistema de producción continua, según se observa en la tabla 2.3.1-1, se aprovecha el 5.63 % para la elaboración, se denota una sub-utilización del 94.34 % en la capacidad instalada para la elaboración de leche pasteurizada correspondientemente.



Fuente:<http://es.scribd.com/doc/153294862/Tesis-Lacteos-Espoch-2007-Final>

**Figura 2.3.1- 1:** Presentación de la leche pasteurizada ESPOCH

#### a) Áreas de trabajo en la Planta de Lácteos Espoch Tunshi

La Planta de Lácteos Espoch Tunshi cuenta con ciertas áreas de trabajo que permiten la elaboración del producto final, a continuación se describe cada una de estas áreas y se indica el funcionamiento operacional.

**Tabla 2.3.1- 2Matriz Operacional**

<b>AREAS DE TRABAJO</b>	<b>DESCRIPCIÓN OPERACIONAL</b>
<b>Control de calidad</b>	En este laboratorio se realiza el análisis de la leche cruda que es recibida para la producción en la cual se verifica si esta leche es idónea para el procesamiento. En este laboratorio se pudo apreciar claramente que las sustancias empleadas para los análisis se encuentran caducos es por esto que los análisis aplicados actualmente son organolépticos.
<b>Generación de Vapor</b>	La estación experimental de Lácteos Tunshi cuenta con un caldero tipo tubular con una potencia de 15Hp este caldero tiene dos secciones una de agua y una de fuego, el agua circula por la parte externa de la tubería mientras que los gases de combustión circulan por la parte interna de la tubería, se aumenta la temperatura del agua por medio de un quemador a diesel el cual se alimenta por una bomba de desplazamiento positivo de engranaje. El control del caldero es automático el cual controla la presión de trabajo de encendido y apagado. El nivel de agua del caldero es calibrado en un McDonnell el mismo que dispara el agua para que el caldero siga trabajando, la presión es controlada por un visor de presión que trabaja a una presión máxima de 50psi (50 lb/pug <sup>2</sup> ) y la presión mínima de 45 psi y la capacidad diaria es de 150 psi. El vapor es dirigido hacia la planta procesadora por una tubería HN40 de hierro de color rojo cubierta con lana de vidrio con el fin de evitar la pérdida de calor. El caldero actualmente consume 5 gal/día de diesel, este diesel es impulsado de un tanque de alimentación por gravedad el cual posee un filtro que se encarga de la retención de las impurezas. El agua es tratada antes de ingresar al caldero donde se emplea un ablandador para bajar la dureza del agua y evitar las incrustaciones producidas por las sales de calcio y magnesio en las tuberías. La limpieza del caldero se realiza cada seis meses para expulsar los residuos de CO <sub>2</sub> y ceniza con el fin de que la transferencia de los gases de combustión hacia las paredes del tubo y a su vez del agua sea la adecuada.

<b>Enfriamiento</b>	El banco de hielo es otro factor significativo para el proceso de pasteurización cuyo motor es monofásico de 7.5 Hp, permite que dicha planta tenga agua fría. El funcionamiento es el siguiente: el agua se enfría a través de un evaporador de cobre por el cual circula un refrigerante freón 32, ésta agua es enviada a través de una bomba y luego es retornada al banco de hielo, la capacidad del banco de hielo es de 75 toneladas.
<b>Pasteurización</b>	<p>El pasteurizador con intercambiador de placas cuenta con un tanque de expansión de agua, que controla la temperatura del agua que va a ingresar a una de las secciones de las placas del intercambiador a través del ingreso del vapor mediante una válvula neumática de alimentación de vapor, ésta a la vez es controlada por un sensor automatizado que envía una señal a una electro válvula para que se abra e ingrese vapor hasta obtener la temperatura requerida con el fin de que la leche logre calentarse para pasar a la estandarizadora y luego al homogenizador, después la leche regresar para la regeneración donde se mantiene a una temperatura y tiempo establecido para posteriormente pasar a la etapa de enfriamiento. El descenso de la temperatura se obtiene con agua muy fría que circula en la otra sección de las placas.</p> <p>Los paquetes de placas son la parte principal del intercambiador, las funciones específicas de cada paquete de placas, en el transcurso de la pasteurización de la leche, son las siguientes: Pre calentamiento, Pasteurización, Enfriamiento.</p> <p>Donde el pre calentamiento de la leche cruda se realiza haciendo pasar, en el paquete de placas correspondiente la leche ya pasteurizada. Con esto se da paso a la recirculación del calor. La pasteurización se produce por medio de agua caliente. El pre-enfriamiento y enfriamiento se desarrolla respectivamente, con agua fría y agua helada.</p>
<b>Centrifugación</b>	La máquina estandarizadora tiene un motor eléctrico de 1.5 KW con una capacidad de 1200 litros/hora a 1800 rpm y una presión de 13 Mpa. En esta máquina se acumula las micro impurezas contenidos en la leche y al mismo tiempo mantiene

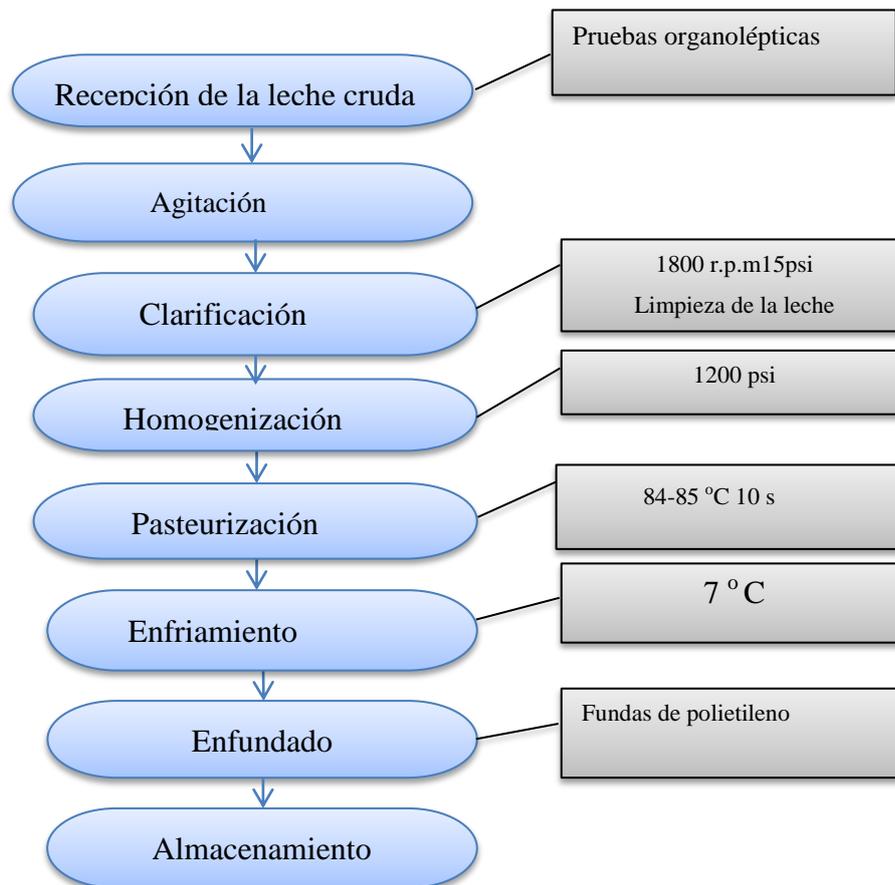
	<p>el porcentaje de grasa que se requiere para la leche pasteurizada entera, las impurezas son eliminadas por las alcantarillas cuando se efectúa el lavado.</p>
<b>Homogenización</b>	<p>El homogenizador tiene una potencia de 6.7 KW con una capacidad de 1200 litros/hora, la leche pasa a través de una hendidura estrecha bajo una presión para reducir el tamaño de los glóbulos grasos, por esta razón la leche homogenizada se enrancia más rápido que la leche no homogenizada. Por otra parte el homogenizador funciona con un sistema de pistones operados con un motor eléctrico.</p>
<b>Almacenamiento de la leche después de la pasteurización.</b>	<p>Luego que la leche ha sido pasteurizada pasa al tanque de almacenamiento pulmón que cuenta con una capacidad es de 2000 litros, este tanque es de acero inoxidable con aislamiento térmico para que la leche se mantenga a la temperatura que sale de la pasteurización.</p>
<b>Enfundado</b>	<p>La enfundadora tiene un capacidad de 1500 fundas/ hora. La leche pasa al tanque receptor de la leche de la enfundadora, en la parte trasera e inferior de esta se coloca el rollo de fundas de polietileno las mismas que se van esterilizando mediante luz ultravioleta hasta llegar a la parte del chaleco formador de la funda. Las fundas se sellan de manera vertical mediante una resistencia de soldadura eléctrica, una película de teflón cubre la soldadura vertical para impedir que la funda se quemé al contacto con el calor la funda mediante dos rodillos es llevada a la parte inferior para el sellado horizontal.</p> <p>En la parte trasera media de la enfundadora se calibra para lograr la cantidad que se desea envasar, la calibración es semiautomática. Después que ha llegado el volumen necesario el sellado y corte horizontal se cierra para lograr el enfundado, con esto se realizar las pruebas de sellado horizontal y vertical presionando las fundas con las manos con el</p>

	<p>fin de verificar que no exista fugas de leche, también se efectúa la prueba del volumen del producto donde se pesa las fundas de leche para comprobar si se logró el volumen deseado.</p>
<p><b>Lavado del equipo pasteurizador.</b></p>	<p>El lavado del sistema de pasteurización se realiza de la siguiente manera: se cambia la entrada de la estandarizadora por el bypass y se enciende la bomba del producto y luego la del agua caliente, se calienta el circuito con agua hasta una temperatura de 70 °C, después se enciende el homogenizador y se ingresa al circuito 2 kg de sosa cáustica o hidróxido de sodio disuelta en 10 litros de agua fría por un lapso de entre 30 a 1 hora dejando que circule por todo el equipo para lograr que se desengrasen las tuberías, posteriormente se enjuaga el equipo primero con agua caliente y después con agua fría por 10 minutos, nuevamente se calienta el agua a una temperatura de 60 °C para realizar otro lavado con ácido nítrico cuyo objetivo es retirar la piedra de la leche es decir el calcio que se encuentra en las tuberías, después se realiza otro enjuague al equipo para eliminar el ácido nítrico el agua de lavado también se deja pasar por el tanque de almacenamiento y la enfundadora con el proceso de recirculación. Terminada la limpieza se apaga el panel de control, se cierra la válvula de vapor y finalmente se apaga el compresor y la bomba de envasado.</p>
<p><b>Carga y descarga del producto</b></p>	<p>La carga de la leche cruda se la efectúa en la ganadería de la estación experimental, en la Planta de Lácteos Espoch Tunshi existe una sección de recepción de la leche para el procesamiento y otra sección en donde se embarca los productos terminados que van a ser trasladados hasta las diferentes zonas de comercialización.</p>
<p><b>Almacenamiento del producto terminado</b></p>	<p>El producto terminado se almacena en un cuarto frío el mismo que cuenta con cámaras frías para que el producto se conserve a una temperatura de 7 °C.</p>

**Fuente:** GUAÑO, Yesenia.

## b) Descripción del Proceso de Pasteurización Elaborado en la Planta de Lácteos Espoch Tunshi.

Las etapas para la elaboración de leche pasteurizada en la Planta de lácteos Espoch Tunshi son:



A continuación se describe cada etapa de la elaboración de la leche pasteurizada en la Planta de lácteos Tunshi.

- **Recepción de la leche cruda:** al momento del ordeño la leche se encuentra a una temperatura de aproximadamente 38 ° C y esta desciende cuando es colocada en un tanque con agua hasta el momento de su recolección para que la leche llegue a una temperatura de 12 ° C.

- **Agitación:** La agitación de la leche se lo realiza con un agitador manual de acero inoxidable con discos perforados antes que la leche ingrese al tanque balanza, es decir, con un mezclador con orificios se efectúa la agitación misma que permite la entrada y salida de la leche por los orificios que efectúa un movimiento homogéneo en la leche esta operación ayuda a la dispersión de los aditivos introducidos en la leche.
- **Centrifugación:** cuando la leche ingresada al tanque balanza esta es succionada por una bomba para el ingreso al intercambiador de placas donde se efectúa el precalentamiento y así ser dirigida a la operación de centrifugación. La leche se clarifica para la eliminación de impurezas menores o para realizar el estandarizado es decir controlar la grasa y tener uniformidad del producto a 1800 r.p.m y 15 psi.
- **Homogenización:** al finalizar la eliminación de impurezas de la leche pasa al homogenizador en donde se homogeniza a una presión de 1200 psi para que la grasa se distribuya uniformemente en el fluido.
- **Pasteurización:** La leche que es homogenizada pasa al intercambiador de placas HTST (alta temperatura, corto tiempo) y se calienta a una temperatura de 85 °C que es en sí la operación de pasteurización en la que la leche, esta es retenida en la válvula de retención por 10 segundos para que se pueda realizar la eliminación de bacterias patógenas que afectan a la conservación de la leche.
- **Enfriado:** el enfriamiento se lo realiza con agua fría a una temperatura de (6 a 7) °C. Esta operación se ejecuta para que la leche se mantenga en buenas condiciones.
- **Enfundado:** La enfundadora se encarga del llenado de la funda de polietileno con la leche ya pasteurizada a un volumen de 1 y ½ litro según lo deseado.
- **Refrigeración:** Las fundas de leche pasteurizada son colocados manualmente dentro de las tinas y con la ayuda de un montacargas manual son trasladadas al cuarto refrigerante a una temperatura de (6 – 7) °C.

**Tabla 2.3.1- 3**Matriz Situacional de la Planta de Lácteos Tunshi

FASE DE PROCESO	EQUIPO	VARIABLE(S) DE PROCESO	ESTADO DE FUNCIONAMIENTO	OBSERVACION
<b>Generación de vapor saturado</b>	Caldero	Presión saturada. 45 – 50 psi	Estado poco aceptable	-Existe fugas de vapor en la llave de paso (Válvula Nibco en Hierro Negro para vapor de 1") y en los accesorios del McDonnell (Válvulas de purga de McDonnell).
<b>Recepción de la leche</b>	Tanque de recepción de acero inoxidable	Nivel de los tanques	El número de tanques de recepción son 8 de diferentes volúmenes los cuales son: 2 tanques de 30 litros. 1 tanques de 40 litros y 5 tanques de 70 litros. De estos los tanques de 30 litros son defectuosos.	-A lo largo del transporte de la leche se producen trasriegos, originando pérdidas de leche debido al mal estado de los dos tanques de 30 litros.
<b>Agitado</b>	Agitador manual de acero inoxidable con discos perforados.	Agitado de la leche.	Estado aceptable	Ninguna.

<b>Ingreso de la leche al tanque balanza.</b>	Tanque balanza	Volumen	Estado poco aceptable	No se efectúa un filtrado para la retención de sólidos presentes en la leche.
<b>Centrifugación</b>	Estandarizadora	Presión 15 psi	Estado poco aceptable	No existe una revisión previa del estado de la estandarizadora.
<b>Homogenización</b>	Homogenizador	Presión 1200 psi	Estado poco aceptable	No existe una revisión previa del estado del homogenizador.
<b>Pasteurización</b>	Intercambiador de placas.	Temperatura y Tiempo siendo la temperatura de calentamiento 85 ° C y el tiempo de 10 segundos.	Estado poco aceptable	Existe una diferencia entre la temperatura de entrada de la leche cruda y la temperatura de salida de la leche pasteurizada.
<b>Enfriamiento</b>	Banco de hielo	Temperatura de enfriamiento 7 ° C	Estado poco aceptable	No existe una limpieza del lugar para la seguridad del operario.
<b>Almacenamiento de la leche pasteurizada.</b>	Tanque de almacenamiento pulmón.	Temperatura 7 ° C	Estado aceptable	Ninguna

<b>Enfundado</b>	Enfundadora	Sellado del producto	Estado poco aceptable	Existe un mal sellado en el corte y soldado horizontal de las primeras fundas de leche pasteurizada.
<b>Refrigeración</b>	Cuarto frío	Temperatura 7 °C	Estado aceptable	Ninguna
<b>Distribución y transporte</b>	Camión o camioneta	Temperatura	Estado aceptable	Ninguna

**Nota:** El estado de funcionamiento se lo determinó de acuerdo a la operación que realiza cada equipo y su efecto en el proceso de pasteurización de leche.

**Fuente:** GUAÑO, Yesenia.

c) **Calidad del producto**

Dentro de la calidad del producto se muestra los análisis realizados a la leche cruda y pasteurizada como se indica a continuación:

- **Análisis realizados de la leche cruda y pasteurizada de la Planta de Lácteos Espoch Tunshi.**

**Tabla 2.3.1- 4**Resultados bromatológico de la leche cruda

<b>REQUISITOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>MÉTODO/NORMA</b>
Densidad Relativa a 20 °C	-	1,031	AOAC/Gravimétrico
Materia grasa	%(fracción de masa) <sup>4</sup>	3,03	AOAC/Gerber
Acidez titulable expresado como ácido láctico	%(fracción de masa)	0,17	AOAC/Gravimétrico
Sólidos Totales	%(fracción de masa)	11,49	AOAC/Gravimétrico
Sólidos no grasos	%(fracción de masa)	8,57	AOAC/Gravimétrico
Ceniza	%(fracción de masa)	0,77	AOAC/Gravimétrico
Punto de congelación (punto crioscópico)**	°C	-528	AOAC/Gravimétrico

Proteínas	%(fracción de masa)	2,97	AOAC/kjeldahi
Ensayo de reductasa (azul de metileno)***	h	3,4	AOAC/Gravimétrico
Prueba de alcohol	-	Negativo	AOAC/Gravimétrico

**Fuente:** Laboratorio SETLAB.

**Tabla 2.3.1- 5**Resultados bromatológico de la leche pasteurizada

REQUISITOS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO/NORMA
Densidad Relativa a 20 °C	-	1,030	AOAC/Gravimétrico
Materia grasa	%(fracción de masa) <sup>4</sup>	3,00	AOAC/Gerber
Acidez titulable expresado como ácido láctico	%(fracción de masa)	0,14	AOAC/Gravimétrico
Sólidos Totales	%(fracción de masa)	11,38	AOAC/Gravimétrico
Sólidos no grasos	%(fracción de masa)	8,44	AOAC/Gravimétrico
Ceniza	%(fracción de masa)	0,70	AOAC/Gravimétrico
Punto de congelación (punto crioscópico)**	°C	-520	AOAC/Gravimétrico
Proteínas	%(fracción de masa)	2,95	AOAC/kjeldahi

Ensayo de reductasa (azul de metileno)***	h	Negativo	AOAC/Gravimétrico
Calcio	mg	123	AOAC/Colorimétrico
Fósforo	mg	98	AOAC/Colorimétrico

**Fuente:** Laboratorio SETLAB

## 2.4 DATOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS

### 2.4.1 Datos.

En el diagnóstico de la producción de leche pasteurizada se consideró todas aquellas fases del proceso que intervienen en la pasteurización mencionadas en la tabla 2.3.1-3, donde se menciona aquellas fases que se encuentran en un estado aceptable y aquellas fases en las que se requiere una mejora, siendo las fases que requieren una mejora: generación de vapor, recepción de la leche cruda, ingreso de la leche al tanque balanza, centrifugación, homogenización, intercambio de calor y enfundado.

Las fases donde su estado de funcionamiento es no aceptable son motivo de fallas en la producción y requieren de un mejoramiento para que la leche pasteurizada se óptima. Para los cálculos son necesarios los siguientes datos:

#### 2.4.1.1 Datos de operación de la caldera.

En el diagnóstico realizado a la Planta de Lácteos Tunshi, se obtuvo los siguientes datos:

**Tabla 2.4.1.1-Datos de la caldera**

Tipo	tubular
Capacidad	15 BHP
Presión de trabajo mínima para la generación de vapor	45 psi
Presión de trabajo máxima para la generación de vapor	50 psi
Capacidad de generación de vapor	150 psi
Temperatura de agua de entrada	40 °C

**Fuente:** GUAÑO, Yesenia.

**Tabla 2.4.1.1- 2**Datos del combustible de la caldera

Combustible	Diesel
Cantidad de combustible suministrado	5 gal/h
Poder calorífico del combustible (Diesel)	45.87 kW h/gal

**Fuente:** GUAÑO, Yesenia.

**Tabla 2.4.1.1- 3**Datos del diámetro donde se produce fugas de vapor en la caldera

Diámetro de la fuga de vapor en la llave de paso	3 mm
Diámetro de la fuga de vapor en los accesorios de McDonell	1 mm

**Fuente:** GUAÑO, Yesenia.

#### 2.4.1.2 Datos de operación de la estandarizadora

En el diagnóstico realizado a la Planta de Lácteos Tunshi, se obtuvo los siguientes datos:

**Tabla 2.4.1.2- 1**Datos de operación de la estandarizadora

Tambor	Acero inoxidable
Radio del tambor	0,15 m
Presión de trabajo	13 Mpa
Revoluciones por minuto	1800 (r.p.m)
Capacidad	1200 l/h
Motor eléctrico de la bomba centrífuga	1.5 KW

**Fuente:** GUAÑO, Yesenia.

#### 2.4.1.3 Datos de operación del homogenizador.

En el diagnóstico realizado a la Planta de Lácteos Tunshi, se obtuvo los siguientes datos:

**Tabla 2.4.1.3- 1** Datos de operación del homogenizador

Capacidad de homogenización	1200 l/h
Presión de homogenización	13 Mpa
Presión de trabajo de homogenización	1200 psi
Potencia instalada	6,7 kW
Presión después de la homogenización	2,5 bar

**Fuente:** GUAÑO, Yesenia.

#### 2.4.1.4 Datos de operación del pasteurizador.

En el diagnóstico realizado a la Planta de Lácteos Tunshi, se obtuvo los siguientes datos:

**Tabla: 2.4.1.4- 1**Datos de operación del pasteurizador

Capacidad teórica instalada	9 600 l /día.
Capacidad efectiva.	8 000 l. /día.
Volumen mínimo de producción	300 l./día
Volumen máximo de producción	450 l./día
Tiempo de pasteurización	3 - 4 horas

**Fuente:** GUAÑO, Yesenia.

**Tabla: 2.4.1.4- 2** Temperaturas empleadas en la pasteurización

ZONAS	LECHE		AGUA DE CALENTAMIENT O		AGUA DE ENFRIAMIENT O	
	Te	Ts	te	ts	te	ts
Precalentamiento	12	65				
Calentamiento	65	85	90	79		
Enfriamiento	85	7			6	45

**Fuente:** GUAÑO, Yesenia.

#### 2.4.1.5 Datos de operación de la enfundadora.

En el diagnóstico realizado a la Planta de Lácteos Tunshi, se obtuvo los siguientes datos:

**Tabla: 2.4.1.5- 1** Datos de operación de la enfundadora

Capacidad de enfundadora	1500 fundas/hora
Voltaje de alimentación	220 V
Envasado	1 litro, ½ litro y ¼ de litro
Resistencia de la enfundadora	8-10 $\Omega$
Tiempo de sellado vertical como sellado y corte horizontal	3 s

**Fuente:** GUAÑO, Yesenia.

# **CAPITULO**

## **III**

### 3. OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE LÁCTEOS ESPOCH TUNSHI

#### 3.1 CÁLCULOS

##### 3.1.1 Cálculos técnicos de las fases del proceso.

Después del diagnóstico realizado en el capítulo 2 se efectúa los cálculos correspondientes para establecer un plan de mejoramiento en la producción de leche pasteurizada de la planta de Lácteos EsPOCH Tunshi.

El plan de mejoramiento se realiza según los problemas encontrados en las fases de procesamiento de la leche pasteurizada. El principal objetivo está orientado a mejorar la productividad de la planta, para esto es importante que exista un compromiso por parte de la organización para poner en práctica las actividades que se plantean con el fin de ampliar la demanda en el mercado de leche pasteurizada.

##### 3.1.1.1 Cálculos técnicos para la caldera.

- **Fugas de vapor**

En la caldera se pudo notar la existencia de fugas de vapor, tanto, en la llave de paso de vapor (Válvula Nibco en Hierro Negro para vapor de 1") como en los accesorios del McDonnell (Válvulas de purga de McDonnell elementos para el control del nivel de agua en la caldera). De acuerdo a las 5 horas al día que trabaja el caldero se utiliza la siguiente ecuación:

Ec. 1.8.1-1

$$Dv = Kd^2 \sqrt{P_{vapor}(P_{vapor} + 1)}$$

**Dónde:**

d: para la llave de paso de vapor es 3 mm y en cada accesorio del McDonell es 1 mm.

$P_{vapor}$ : (50 psi); 3.515 kgf/cm<sup>2</sup>.

K: Coeficiente de valor 0,4

Entonces:

- Fuga en la Llave de paso del vapor

$$Dv = 0.4(3)^2 \sqrt{3.515 (3.515 + 1)}$$

$$Dv = 14,3415 \frac{\text{kg devapor}}{\text{h}}$$

$$Dv = 14,3415 \frac{\text{kg devapor}}{\text{h}} * \frac{5h}{\text{dia}}$$

$$Dv = 71,708 \text{ kg de vapor/día}$$

- Fuga en los 3 accesorios del McDonell.

$$Dv = 0.4(1)^2 \sqrt{3.515(3.515 + 1)}$$

$$Dv = 3 (1.5935) \text{ kg de } \frac{\text{vapor}}{\text{h}}$$

$$Dv = 4,7805 \frac{\text{kg devapor}}{\text{h}} * \frac{5h}{\text{dia}}$$

$$Dv = 23,902 \text{ kg de vapor/día}$$

La fuga de vapor total ( $D_{vt}$ ) tanto de la llave de paso como de los accesorios del McDonell es de  $D_{vt} = 19,122 \text{ kgvapor/hora}$  ;  $D_{vt} = 95,6095 \text{ kgvapor/dia}$ .

- **Pérdida de vapor.**

Se toma como referencia la potencia del caldero 15 Hp y se sabe que 1 Hp = 34,4 lb/h así como 1 lb = 0,45359237 kg, se encuentra que la caldera produce 234,5454 Kg vapor/hora, en las 5 horas que trabaja la caldera la producción de vapor al día es 1172,7272 kg de vapor/ día.

Para producir los 234,5454 kg vapor/h la caldera consume 5 galones de diesel por hora, entonces el consumo de diesel diario es de 25 galones, el galón de diesel tiene un costo de 1.037 USD, por lo tanto el costo de combustible diario es de 25,925 USD. Así el costo de vapor es:

$$\text{Costos de vapor} = \frac{\text{Costos de combustible/día}}{\dot{m}_{\text{vapor/día}}}$$

Dónde:

$\dot{m}_{\text{vapor}}$  = masa de vapor al día; 1172,7272 kg de vapor/ día.

Entonces:

$$\text{Costos de vapor} = \frac{25,925 \text{ USD/día}}{1172,727 \text{ Kg de vapor/día}}$$

$$\text{Costo de vapor} = 0,0221 \text{ USD/Kgdevapor}$$

El costo de generación de vapor es elevado y es evidente que las pérdidas del mismo resultan económicamente significativas. En la Planta de Lácteos Espoch Tunshi, el costo para producir un kilogramo de vapor tiene un valor de 0,0221USD. Por lo tanto, la pérdida económica es:

$$\text{\$Perdidas} * \text{Fugas de vapor} = \text{Costo de vapor} * D_{vt}$$

$$\text{\$Perdidas} * \text{Fugas de vapor} = 0,0221 \frac{\text{USD}}{\text{Kgdevapor}} * 95,6095 \frac{\text{kgvapor}}{\text{día}}$$

$$\text{\$Perdidas} * \text{Fugas de vapor} = 2,113 \frac{\text{USD}}{\text{día}}$$

La caldera trabaja para la producción de leche pasteurizada 3 días a la semana, al año son 144 días y la pérdida económica total por flujo de vapor fugado haciende a 304,27USD al año.

- **Eficiencia de la caldera**

La eficiencia de la caldera se la determina mediante la siguiente relación:

Ec. 1.8.1-2

$$\eta_{caldera} = \frac{\dot{m}_{vapor}(h_{gPvapor} - h_{aa})}{\dot{m}_{comb} * PCI_{comb}} \times 100$$

Dónde:

$\dot{m}_{vapor} = 234,5454$  (kg vapor/hora).

$h_{gPvapor}$  = en base a la presión de vapor que trabaja la caldera 50 psi y mediante la interpolación en las tablas de vapor se encuentra la entalpía que es: 652,315 kcal/kg.

$h_{aa}$ : Con la temperatura del agua de alimentación de la caldera 40 ° C y mediante la interpolación en las tablas de vapor a esta temperatura la entalpía tiene un valor de: 40,0157 kcal/kg.

$\dot{m}_{comb}$  = El flujo de diesel que se emplea para la producción de vapor es de 5 gal/h, se sabe que 1 galón es igual a 3,7854 litros y un kilogramo es igual a 1 litro entonces el flujo de diesel es de: 18,927 kg/h.

$PCI_{comb}$  = el poder calorífico del diesel es de: 10221 kcal/kg.

Entonces la eficiencia de la caldera es de:

$$\eta_{caldera} = \frac{234,5454 \text{ kg/h}(652,315 - 40,0157) \text{ kcal/kg}}{18,927 \text{ kg/h} * 10221 \text{ kcal/kg}} \times 100$$

$$\eta_{caldera} = \frac{143611,9842}{193452,867} \times 100$$

$$\eta_{caldera} = 74,24 \%$$

### 3.1.1.2 Cálculos Técnicos del movimiento circular de la Estandarizadora.

- **Velocidad angular ( $\omega$ ).**

La velocidad angular de la estandarizadora que se define como el número de vueltas girado por segundo se la determina mediante la siguiente relación:

Ec. 1.8.2-1

$$\omega = \frac{2\pi * n}{60}$$

Dónde:

n: número de revoluciones por minuto; 1800 rpm.

Entonces:

$$\omega = \frac{2\pi * 1800 \text{ rpm}}{60}$$

$$\omega = 188,496 \text{ rad/s}$$

- **Período (T).**

El período que se define como el tiempo que tarda en dar una vuelta se la determina mediante la siguiente relación:

Ec. 1.8.2-2

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

Dónde:

$\omega$ = velocidad angular; 188,496 rad/s.

Entonces:

$$T = \frac{2\pi}{188,496 \text{ rad/s}}$$

$$T = 0,0333 \text{ s}$$

- **Velocidad tangencial (v).**

La velocidad tangencial de la estandarizadora que se define como la velocidad en un instante de tiempo, se determina mediante la siguiente relación:

Ec. 1.8.2-3

$$v = \omega * r$$

Dónde:

$\omega$ = velocidad angular; 188,496 rad/s.

Entonces:

$$v = 188,496 \frac{rad}{s} * 0,15 m$$

$$v = 28,27 m/s$$

- **Aceleración Centrífuga (a).**

La aceleración centrífuga de la estandarizadora que es una magnitud relacionada con el cambio de dirección de la velocidad en movimiento cuando recorre la trayectoria curvilínea, se determina mediante la siguiente relación:

Ec. 1.8.2-4

$$a = \omega^2 * r$$

Dónde:

$\omega$ = velocidad angular; 188,496 rad/s

Entonces:

$$a = \left(188,496 \frac{rad}{s}\right)^2 0,15 m$$

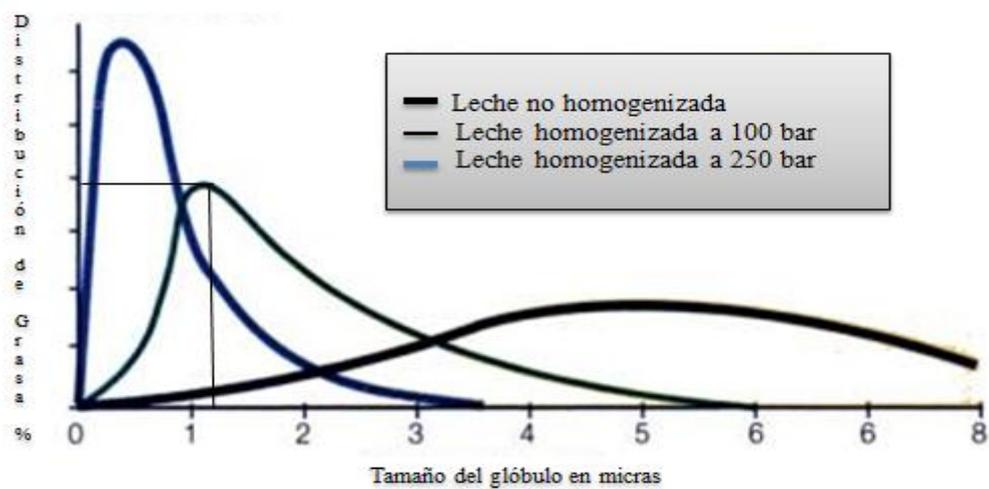
$$a = 2106,195 m/s^2$$

### 3.1.1.3 Homogenización.

Para tener una eficacia en el proceso de homogenización son importantes los factores de la temperatura y la presión.

- **Presión**

Es importante conocer la distribución de tamaños que realiza el homogenizador con pistones para la homogenización de la leche mediante el siguiente referente teórico.



**Fuente:** Manual de industrias lácteas

**Figura: 3.1.1.3- 1:** Curvas de distribución de tamaños en la homogenización

Durante el proceso las emulsiones de leche son homogenizadas normalmente para reducir el proceso de flotación de las partículas de grasa durante el almacenamiento.

El resultado se presenta en forma de curvas de distribución de tamaños. El porcentaje (grasa) viene dado como una función del tamaño de partícula (tamaño del glóbulo de grasa). Como se puede observar en la figura 3.1.1.3-1 la curva se desplaza hacia la izquierda conforme se aumenta la presión de homogenización lo que nos indica que a menor tamaño del glóbulo hay un incremento en cuanto al porcentaje de distribución de grasa.

El análisis de las curvas de acuerdo a su límite máximo ponen en manifiesto “**A mayor presión de homogenización menor tamaño del glóbulo de grasa**”, observándose que la presión de homogenización recomendada está entre los 100 y 250 bar. Este efecto logra demostrar que la homogenización mientras mayor sea la presión se logra la reducción del tamaño de los glóbulos y un alto porcentaje de distribución de grasa para evitar la formación de nata en la superficie de la leche.

- **Temperatura**

- Temperatura de salida de homogenización ( $T_{sal}$ ).

En el homogenizador de la Planta de lácteos Espoch Tunshi la leche es sometida a una presión de 1200 psi que equivale 82,74 bares, donde los pistones chocan con un tope cónico. Después por el efecto de laminación sale por los laterales la leche homogenizada, y la presión se disminuye hasta 2,5 bares, esto produce el estallido de los glóbulos grasos para reducir e igualando el tamaño como se muestra en la figura 1.4.2-1. Entonces la temperatura de salida homogenización se la determina mediante la ecuación.

Ec. 1.8.3-1

$$T_{sal} = \frac{P_1 - P_{sal}}{40} + T_{prod}$$

Donde:

$P_1$ : Presión de homogenización; 82,74 bar.

$P_{sal}$  = Presión de salida de homogenización; 2,5 bar

$T_{prod}$  = Temperatura del producto; 70 °C.

Entonces:

$$T_{sal} = \frac{82,02 - 2,5}{40} + 70$$

$$T_{sal} = 71,988 \text{ °C}$$

### 3.1.1.4 Cálculos técnicos para el intercambiador de calor.



Fuente: <http://www.slideshare.net/ingenieralizeth/105-pasteurizacin-2012>

Figura 3.1.1.4- 1: Sistema de intercambio de calor

Es importante conocer la cantidad de energía que se emplea en la pasteurización donde se parte de un balance de energía en el calentamiento y en el enfriamiento mediante la ecuación:

Ec. 1.8.4-1

$$Q = m * C_p * \Delta T$$

En la planta de lácteos Espoch Tunshi ingresa un volumen máximo de 450 litros al día de leche cruda para ser procesada y obtener el producto final en un tiempo de 4 horas como ya se mencionó. La producción de leche pasteurizada se realiza los días martes, miércoles y sábado.

Para determinar los kilogramos de leche cruda que ingresa a la planta se considera la densidad de la leche que es  $\delta$ : 1,031 kg/l y mediante la ecuación de la densidad se tiene:<sup>41</sup>

$$\delta = \frac{m}{V}$$

<sup>41</sup>HIMMELBLAU, David. Principios básicos y cálculos en ingeniería química. Traducido por R.L Escalona. 6 ta ed. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1997. Pp. 22.

Dónde:

$m$ : masa de la leche; kg

$\delta$ : Densidad de la leche; 1,031 kg/l.

$V$ : volumen de la leche.

Entonces:

$$m = \delta * V$$

$$m = 1,031 \frac{kg}{l} * 450 l$$

$$m = 463,95 \text{ Kg de leche a procesar}$$

Los kilogramos de leche que se procesa en las 4 horas de pasteurización es de: 115,987 kg/h. El calor específico de la leche es 0,93 kcal/kg °C según las propiedades físicas indicadas en la tabla 1.5.3.1-1, y las temperaturas empleadas en la pasteurización tanto de entrada como de salida se muestra en la tabla 2.4.1.4-2, con estos datos se tiene:

- **Balance de energía para el Calentamiento**

$$Q = \left[ \frac{115,99kg}{h} \times \frac{1hora}{3600s} \times \frac{0,93 \text{ kcal}}{kg C} \times (85 - 7)C \right]$$

$$Q = 2,337 \frac{kcal}{s} \times \frac{4180 J}{kcal} = 9769,4897 \frac{J}{s}$$

$$Q = 9769,489 W$$

- **Balance de energía para el enfriamiento**

$$Q = \left[ \frac{115,99kg}{h} \times \frac{1hora}{3600s} \times \frac{0,93 \text{ kcal}}{kgC} \times (12 - 85)C \right]$$

$$Q = -2,187 \frac{kcal}{s} \times \frac{4180 J}{kcal} = -9143,24 \frac{J}{s}$$

$$Q = -9143,24 W$$

(Negativo debido a que se extrae calor), Entonces para el enfriamiento se debe retirar - 9143,24 W de calor.

- **Regeneración (R).**

La regeneración la cual permite conocer la eficiencia en el uso de calor en la pasteurización se la determina mediante la siguiente ecuación:

Ec. 1.8.4-2

$$\% R = \frac{T_s - T_i}{T_p - T_i}$$

Dónde:

$T_i$  = Temperatura de ingreso de la leche cruda; 12 °C.

$T_s$  = Temperatura de precalentamiento de la leche; 65 °C.

$T_p$  = Temperatura de pasteurización; 85 °C.

Entonces:

$$\%R = \frac{65 - 12}{85 - 12} \times 100$$

$$\% R = 0.726 \times 100$$

$$\% R = 72,70$$

De la cantidad de calor en el calentamiento que es de 9769,489 W se recupera el 72,70 %, por lo tanto el consumo de calor es de un 27,397 %. La cantidad de calor en la pasteurización (CCp) es:

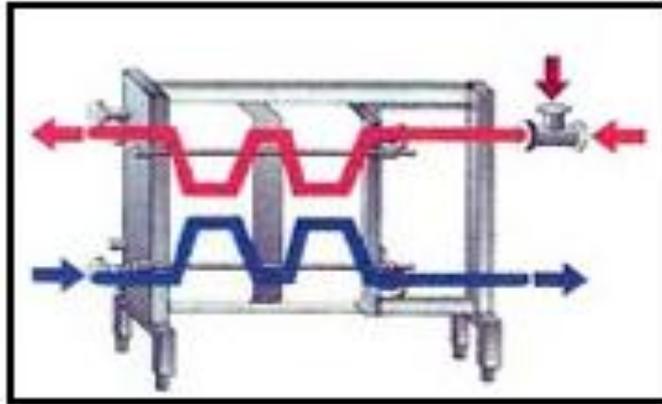
$$CCp = \frac{9769,489 \text{ W} * 27,397}{100}$$

$$CCp = 2676,547 \text{ W}$$

Para pasteurizar los 450 litros de leche cruda que ingresa a la Planta de Lácteos Espoch Tunshi se utiliza 2676,547 W de calor.

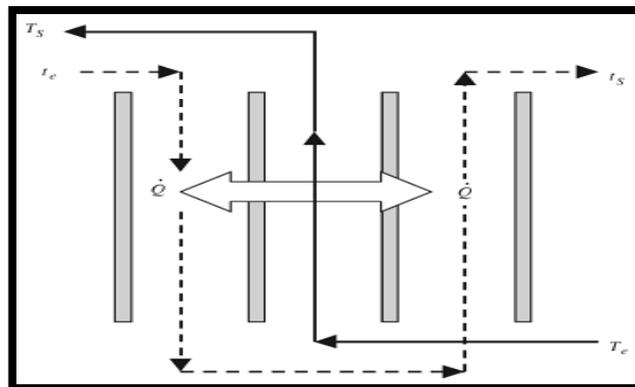
- **Media logarítmica de la diferencia de temperaturas del intercambiador de placas en contracorriente (MLDT).**

La apreciación de la temperatura media logarítmica (MLDT), en flujo a contracorriente es la siguiente:



**Fuente:** Manual de industrias lácteas

**Figura 3.1.1.4- 2:** Intercambiador de placas flujo a contracorriente



**Fuente:** Operaciones unitarias de la ingeniería en alimentos

**Figura 3.1.1.4-3:** Perfiles de temperatura durante la transferencia de calor en el intercambiador de calor de placas en flujo a contracorriente.

El calor es transferido a través de las paredes del intercambiador de placas. El agua caliente entra en el canal a la temperatura ( $t_e$ ) y se enfría hasta la temperatura ( $t_s$ ) de salida. La leche entra en el citado intercambiador a una temperatura ( $T_e$ ) hasta salir a una temperatura ( $T_s$ ). Los cambios de temperatura durante el paso a través del intercambiador se muestran en la figura 3.1.1.4-3.

Como la fuerza impulsora del intercambio de calor es la diferencia de temperatura, es importante considerar las temperaturas de operación. Entonces en la figura 3.1.1.4-3 se da dos situaciones típicas del fluido (agua) tanto en el calentamiento con una temperatura del fluido caliente ( $t_c$ ) y en el enfriamiento con una temperatura del fluido frío ( $t_f$ ) y estos varían simultáneamente: la temperatura del fluido frío lo hace creciendo desde ( $t_{e1}$ ) hasta ( $t_{s1}$ ) y la temperatura del fluido caliente lo hace disminuyendo desde ( $t_{e2}$ ) hasta ( $t_{s2}$ ).

El valor de la media logarítmica de la diferencia de temperaturas (MLDT), en la etapa correspondiente con base en las temperaturas extremas del sistema se la determina mediante la siguiente ecuación:

Ec. 1.8.4-3

$$MLDT = \frac{(T_{e1} - t_{s1}) - (T_{s2} - t_{e2})}{\ln \frac{(T_{e1} - t_{s1})}{(T_{s2} - t_{e2})}}$$

Con las temperaturas utilizadas para la pasteurización de la leche en la Planta de Lácteos Tunshi indicadas en la tabla 2.4.1.4-2 se realiza el cálculo de la MLDT para la zona de calentamiento y para la zona de enfriamiento.

- MLDT para la zona de calentamiento.

$$MLDT = \frac{(65 - 79) - (85 - 90)}{\ln \frac{65-79}{85-90}}$$

$$MLDT = \frac{5 - 14}{\ln \frac{5}{14}}$$

$$MLDT = 8,74 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- MLDT para la zona de enfriamiento.

$$MLDT = \frac{(85 - 45) - (7 - 6)}{\ln \frac{85-45}{7-6}}$$

$$MLDT = \frac{40 - 1}{\ln \frac{40}{1}}$$

$$MLDT = 10,57 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Naturalmente el rango de temperaturas del agua afecta la MLDT y al tener valores en los que no sea mayor la diferencia entre la una y la otra (calentamiento y enfriamiento) es algo deseable ya que no habrá pérdida de calor y más eficiente desde el punto de vista energético será el intercambio. Esta situación es la que describe el intercambio de calor en la pasteurización sin cambio de fase de ninguna de las dos corrientes.

- **Perdida de calor en la pasteurización**

Para conocer la pérdida de calor en dólares del valor de la diferencia de la MLDT entre el calentamiento y enfriamiento (1,9 °C), se considera la diferencia de transmisión de calor entre el calentamiento y el enfriamiento.

$$\textit{Diferencia de calor} = \textit{calor de calentamiento} - \textit{calor de enfriamiento}$$

$$\textit{Diferencia de calor} = 9769,489 \textit{ W} - 9143,24\textit{W}$$

$$\textit{Diferencia de calor} = 626,249 \textit{ W}$$

Se toma como referencia la cantidad de calor en la pasteurización (CCp) que es de 2676,547 W, además el costo de combustible diario de la caldera para la generación de vapor que es de 20,74 USD. Entonces con estos datos el costo de calor es:

$$\text{Costos de calor} = \frac{\text{Costos de combustible/día}}{CCp/\text{día}}$$

$$\text{Costos de calor} = \frac{20,74 \text{ USD/día}}{2676,547 \text{ W /día}}$$

$$\text{Costo de calor} = 0.00775 \text{ USD/W}$$

El costo de calor que tiene un valor de 0.00775USD/W indica que las pérdidas resultan económicamente significativas en la Planta de Lácteos Espoch Tunshi. Por lo tanto, la pérdida económica en este sentido es:

$$\text{\$Perdida de calor} = \text{Costo de calor} * CCp$$

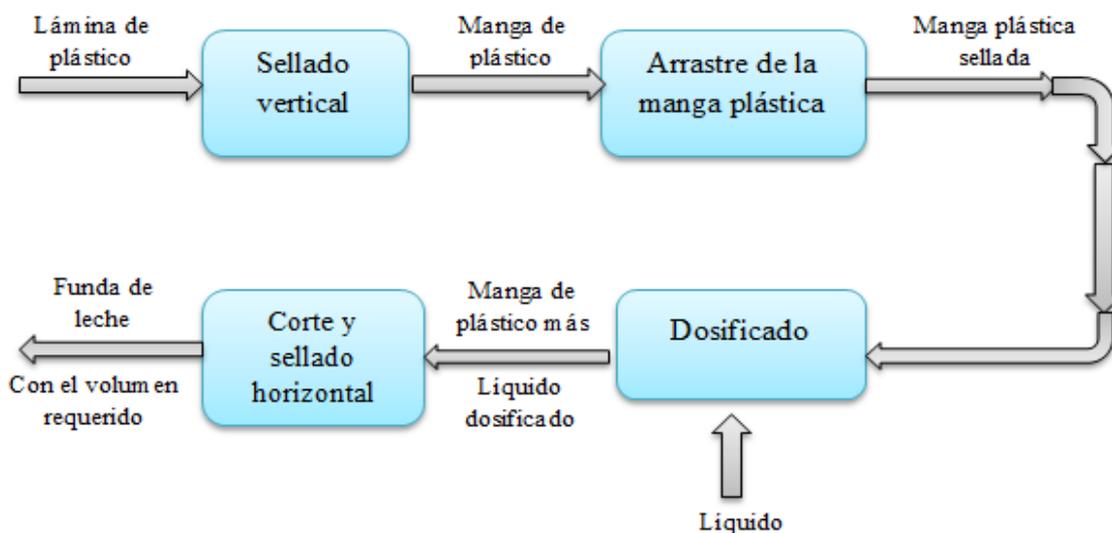
$$\text{\$Perdidos de calor} = 0.00775 \frac{\text{USD}}{\text{W}} * 626,249 \frac{\text{W}}{\text{día}}$$

$$\text{\$Perdida de calor} = 4.853 \frac{\text{USD}}{\text{día}}$$

En los 3 días a la semana que se produce leche pasteurizada en la Planta de lácteos Tunshi son 144 días de producción al año y la pérdida económica total haciende a 697,29 USD/año.

### 3.1.1.5 Cálculos para la enfundadora.

El proceso de llenado de las fundas de leche pasteurizada en la enfundadora consta de la entrada de una lámina de plástico de polietileno y la salida que es una funda con el volumen de leche requerido. A continuación se presenta el diagrama de procesos del enfundado de leche pasteurizada.



El efecto joule al emplear una determinada corriente a un conductor tiende a calentarse, este calor se aprovecha para sellar el plástico en un pequeño tiempo para que no se funda y no llegue a romperse. Para ello se emplea la siguiente ecuación de la determinación de calor que permite conocer la intensidad en el sellado vertical como en el corte y sellado horizontal.

Ec. 1.8.5-1

$$Q = I^2 * R * t$$

- **Sellado vertical**

Se conoce que las fundas de polietileno de baja densidad tienen ciertas características técnicas como se detalla en la tabla 1.4.5-1, entre estas características se encuentra el punto de función promedio que es de 80-110 ° C además se considera la resistencia promedio de la enfundadora que es de 8 a 10 Ω (dato obtenido por el técnico). Para el sellado vertical se utiliza la temperatura mínima del punto de fusión 80 ° C y por ende se emplea la resistencia mínima 8 Ω para llegar al calentamiento que permite el sellado. De la ecuación 1.8.5-1 se despeja la intensidad y se tiene:

$$I = \sqrt{\frac{Q}{R * t}}$$

Dónde:

Q: transmisión de calor en J.

R: Resistencia; 8  $\Omega$ .

t: Tiempo; 3 s.

La transmisión de calor en joule se determina mediante la ecuación 1.8.4-1, donde se conoce que para elevar la temperatura del agua en 1 °C se necesita 1 kcal/kg °C de calor por cada kilogramo. Entonces Q es igual:

$$Q = m * Cp * \Delta T$$

$$Q = 1kg * 1 \frac{Kcal}{Kg \text{ } ^\circ C} * \frac{4180 J}{1Kcal} * 80 \text{ } ^\circ C$$

$$Q = 3,34 * 10^5 J$$

Con el calor se calcula la corriente que es necesaria para calentar el polietileno y se una sin sufrir deformaciones.

$$I = \sqrt{\frac{3,34 * 10^5 J}{8 \Omega * 3s}}$$

$$I = 117,969 A$$

- **Sellado y corte horizontal**

Para el sellado horizontal se requiere más calor debido a que también se efectúa el corte de la funda y por ello se toma la temperatura máxima del punto de fusión del polietileno que es de 110 ° C y la resistencia máxima de la enfundadora que es de 10 Ω. Así se tiene:

Ec. 1.8.4-1

$$Q = m * Cp * \Delta T$$

$$Q = 1kg * 1 \frac{Kcal}{Kg \text{ } ^\circ C} * \frac{4180 J}{1Kcal} * 110 \text{ } ^\circ C$$

$$Q = 4,598 * 10^5 J$$

Entonces la corriente que es necesaria para calentar y cortar el polietileno es:

Ec. 1.8.5-1

$$I = \sqrt{\frac{Q}{R * t}}$$

Dónde:

Q: transmisión de calor en J.

R: Resistencia; 10 Ω.

t: Tiempo; 3 s.

$$I = \sqrt{\frac{4,598 * 10^5 J}{10 \Omega * 3s}}$$

$$I = 123,801 A$$

- **Pérdidas y rendimiento en el enfundado de la leche pasteurizada**

Proceso: 85° C por 10 segundos

Pérdida = 15 Litros, esto se da en un lote de 450 litros de leche. El producto que se considera como pérdida son todas las unidades que directamente son desechadas como aquellas que son reprocesadas.

Ec. 1.8.5-2

$$Pérdida = \frac{X_1}{X_2} * 100$$

Dónde:

X<sub>1</sub>: Producto rechazado, 15 l.

X<sub>2</sub>: Producto procesado; 450 l.

Entonces:

$$Pérdida = \frac{15 \text{ l}}{450 \text{ l}} * 100$$

$$Pérdida = 3,33 \%$$

Para determinar el rendimiento de la enfundadora se utiliza la siguiente ecuación:

Ec. 1.8.5-3

$$\text{RENDIMIENTO} = 100 - 3,33$$

$$\text{RENDIMIENTO} = 96,667 \%$$

Aun cuando el porcentaje de pérdida no es muy significativo y el rendimiento es de un 96,667 % es necesario evitar estas pérdidas de leche en la fase del enfundado para que la producción de leche pasteurizada sea óptima.

### *3.1.2 Plan de mejora en la producción de leche pasteurizada.*

De acuerdo a la tabla 2.3.1-3en donde se encuentra la matriz situacional de la Planta de Lácteos Tunshi y los cálculos técnicos realizados a cada fase de proceso se plantea el siguiente plan de mejora.

**Tabla: 3.1.2- 1Plan de mejora**

FASE DEL PROCESO	SOPORTE TÉCNICO		ACCIÓN(ES) A REALIZAR
	Determinación	Unidades	
Generación de vapor	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Flujo de vapor fugado.</li> <li>-Costo de vapor.</li> <li>-Pérdidas por fuga de vapor.</li> <li>-Eficiencia de la caldera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Kg de vapor/hora</li> <li>-USD/Kg de vapor.</li> <li>-USD/día.</li> <li>%</li> </ul>	<p>Para evitar las fugas de vapor que generan pérdidas en USD en esta fase de proceso la acción a realizar es el cambio de la llave de paso (Válvula Nibco en Hierro Negro para vapor de 1") y los accesorios del McDonell (Válvulas de purga de McDonnell). Además adquirir un stock de repuestos que ayude a la ejecución de un mantenimiento preventivo en la caldera.</p>
Recepción de la leche	-	-	<p>Para evitar los derrames de leche debido al mal estado de los dos tanques de recepción de 30 litros la acción a tomar es adquirir nuevos tanques del mismo volumen o a su vez adquirir un tanque de 60 litros.</p>

Ingreso de la leche al tanque balanza	-	-	La acción a tomar para efectuar una filtración al momento del ingreso de la leche cruda al tanque balanza es hacer uso de la malla filtrante existente en la Planta de lácteos Tunshi ya que esta malla solo es utilizada para el proceso de elaboración de queso.
Centrifugación	-Velocidad angular -Período -Velocidad tangencial -Aceleración centrífuga	rad/s s m/s m/s <sup>2</sup>	Al efectuar los cálculos del movimiento circular de la estandarizadora se conoció la trayectoria circular del equipo en un tiempo determinado, lo cual permite tener un juicio del estado de la estandarizadora donde la acción a tomar es efectuar un mantenimiento preventivo de acuerdo al número de giros en un tiempo dado que realiza la estandarizadora.
Homogenización	-Presión -Temperatura de salida de homogenización	Bar °C	Al encontrar la temperatura de salida de homogenización la acción a tomar es aumentar la presión de homogenización a 100 bar para que la temperatura de la leche en la homogenización aumente 1 °C por cada 40 bar de caída de presión que es lo adecuado para lograr la eficiencia en este

			proceso y con esto además reforzar el referente teórico de la figura 3.1.1.3-1 (Curvas de distribución de tamaños en la homogenización) que indica a mayor presión de homogenización menor será el tamaño del glóbulo de grasa.
Intercambiador de calor de placas	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Balance de energía en el calentamiento.</li> <li>-Balance de energía en el enfriamiento.</li> <li>-Cantidad de calor en la pasteurización.</li> <li>-Regeneración.</li> <li>-MLDT en el calentamiento.</li> <li>-MLDT en el enfriamiento.</li> <li>-Costo de calor</li> <li>-Pérdida de calor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>W</li> <li>W</li> <li>W</li> <li>%</li> <li>°C</li> <li>°C</li> <li>USD/W</li> <li>USD/día</li> </ul>	Debido a la diferencia del valor de la MLDT (1,9 °C) entre el calentamiento y el enfriamiento en el proceso de intercambio de calor, se genera pérdidas de calor, por lo que la acción a tomar es igualar la temperatura de entrada de la leche cruda con la temperatura de salida de la leche pasteurizada.
Enfriamiento	-	-	La acción a tomar en esta fase de proceso es la de efectuar una limpieza al área para garantizar una mayor seguridad al operario y para que esto no afecte al sistema de enfriamiento.

Enfundadora	-Transmisión de calor para el sellado vertical.	J	Las fundas de polietileno para que alcancen su punto de fusión deben llegar a temperaturas de entre 80-110 ° C. Al conocer que en esta fase de proceso existe problemas en el sellado y corte horizontal con los parámetros calculados indican que la funda de polietileno en el sellado y corte horizontal no alcanza el punto de fusión 110 °C al iniciar el proceso de llenado de leche pasteurizada, por ello la acción a tomar es preparar el equipo (calentar el circuito de la enfundadora) una hora antes para que no exista desperdicios tanto de leche como de las fundas de polietileno.
	-Intensidad del sellado vertical.	A	
	-Transmisión de calor para el sellado y corte horizontal.	J	
	-Intensidad del sellado y corte horizontal.	A	
	-Rendimiento	%	

**Fuente:** GUAÑO, Yesenia.

3.1.2.1 Presupuesto requerido para el plan de mejora.

**Tabla 3.1.2.1- 1** Presupuesto requerido para el plan de mejora

<b>FASE DEL PROCESO</b>	<b>FUENTE</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO TOTAL \$</b>	
Generación de vapor	Proforma otorgada por productos "CALDEROX - STEAM" ubicado en Ambato calle el Carrizo a 400 m del parque infantil de Atocha vía a Martínez un galpón de verde.	-Válvula Nibco en Hierro Negro para vapor de 1".	1	55,00	
		-Válvula Nibco en Hierro Negro para vapor de 1 1/2".	1	98,00	
		-Válvulas de purga de McDonnell.	3	135,00	
		-Foto celda Honeywell.	1	45,00	
		-Limpieza química de Incrustaciones y empaques.	1	585,00	
		-Ventilador.	1	95,00	
		-Par de electrodos.	1	98,00	
		-Boquilla	1	20,00	
		SUBTOTAL			1131
		12 % IVA			135,72
<b>TOTAL\$</b>			<b>1266,72</b>		

Recepción de la leche	Proforma otorgada por INDUSTRIAL JC Fabricación e Implementación de Maquinaria en Acero Inoxidable, Ubicado en Riobamba, Parque Industrial Evangelista Calero 11 y Antonio Santillán.	-Tanque de recepción construido en acero inoxidable 304 mate espesor 2 milímetros con acabados para alimentos capacidad 60 litro.	1	300
		SUBTOTAL		300
		12 % IVA		36,00
		<b>TOTAL\$</b>		<b>336,00</b>
Centrifugación	Precios referenciales PROINGAL, Equipamiento industrial, ubicado en Quito Monjas, Alma Lojana, Calle José Caamaño y Arteta E20- 17 / Sector Autopista Rumiñahui.	-Juego de Rodamientos axiales y radiales para la centrífuga y para el mecanismo tornillo sin fin.	5	187,00
		-Empaquetaduras (ORING).	1	33,00
		-Juego de zapatas.	1	26,45
		SUBTOTAL		246,45
		12 % IVA		29,57
	<b>TOTAL\$</b>		<b>276,02</b>	

Homogenización	Precios referenciales PROINGAL, Equipamiento industrial, ubicado en Quito Monjas, Alma Lojana, Calle José Caamaño y Arteta E20- 17 / Sector Autopista Rumiñahui.	-Cimbras para el cabezal de presión.	6	15	
		-Kit de Resortes para válvulas de homogenización.	1	140	
		-Electro válvula 5.2 1/8 de diámetro.	1	25	
		SUBTOTAL			180
		12 % IVA			21,60
<b>TOTAL\$</b>			<b>201,60</b>		
Enfundadora	Precios referenciales PROINGAL, Equipamiento industrial, ubicado en Quito Monjas, Alma Lojana, Calle José Caamaño y Arteta E20- 17 / Sector Autopista Rumiñahui.	-Teflón sellador horizontal y vertical.	2	7,70	
		SUBTOTAL			7,70
		12 % IVA			0,92
		<b>TOTAL</b>			<b>8,62</b>
<b>Precio total \$</b>				<b>2088,96</b>	

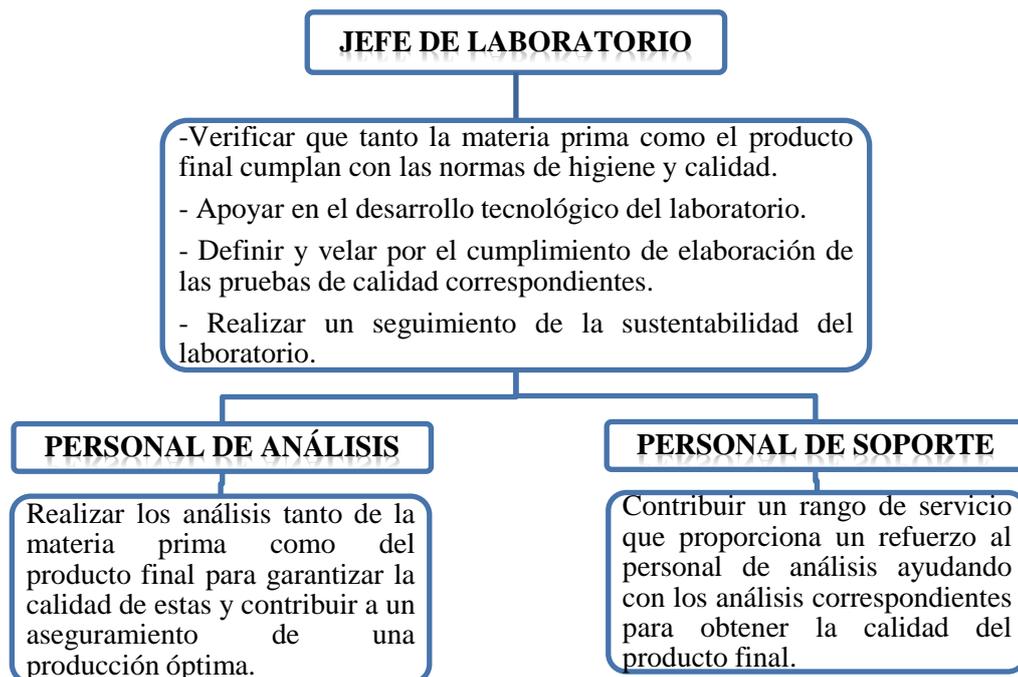
### 3.2 IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE CALIDAD DE LECHE EN LA PLANTA DE LÁCTEOS ESPOCH TUNSHI.

En toda industria láctea se debe tener a disposición un buen laboratorio que permita hacer los análisis aplicados a la materia prima así conocer claramente las condiciones de esta, por ende los análisis a realizar para el aseguramiento de la calidad de la materia prima (leche cruda) son los siguientes: Análisis físico, químico, microbiológico y sensoriales así como también estos análisis sean aplicados para el producto terminado.

Es así que el laboratorio es un factor primordial ya que se encarga de investigar, si la materia prima cuenta con todos los recursos necesarios para la elaboración del producto con la calidad requerida, elevando así las ventas y productividad.

#### 3.2.1 Organigrama funcional para el laboratorio de la Planta de Lácteos Espoch Tunshi.

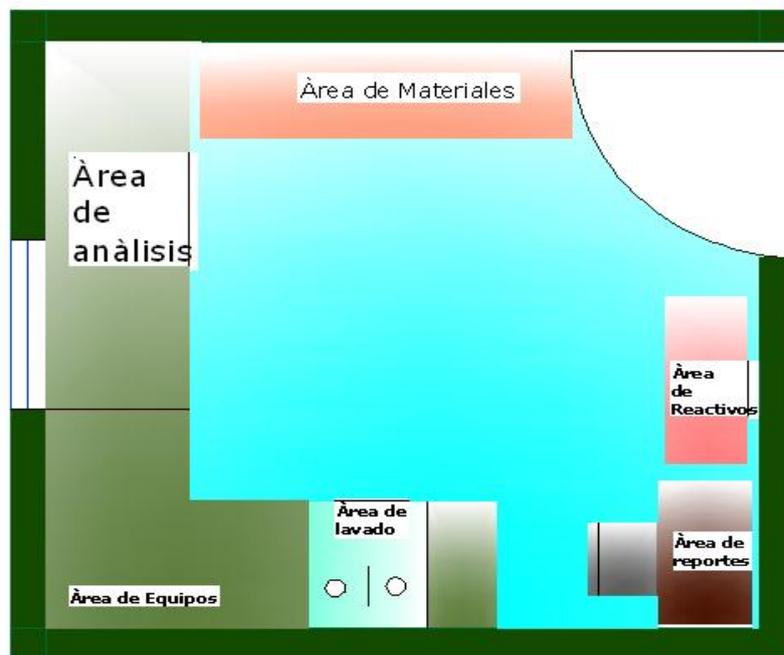
Debido a la poca producción que se tiene en la Planta de Lácteos Espoch Tunshi el organigrama funcional del laboratorio de calidad es el siguiente:



### 3.2.2 Estructura del laboratorio de análisis de la leche.

Corresponde básicamente a la distribución de cada área dentro del laboratorio de tal manera que se tenga una idea clara de su disposición cuando se implemente.

Para ello se realizó un diagrama vista planta de la instalación, buscando la mejor configuración en el orden de optimizar espacio, el diagrama se muestra en la figura 3.1.3.2-1el cual fue elaborado para el control de calidad de la leche. Como se ve en el mencionado gráfico consta el laboratorio con áreas de: materiales, reactivos, equipos, análisis, lavado y un espacio de reporte de los análisis.



Fuente: GUÑO, Yesenia

Figura 3.2.2-1: Vista planta del laboratorio de calidad de leche.

- **Descripción de las área del laboratorio de calidad.**
  - **Areade equipos del laboratorio.-** En el laboratorio de análisis de leche es importanteesta área ya que constituye un componente necesario para la sustentabilidad de los análisis a realizar en dicho laboratorio.

- **Áreas de materiales y reactivos.**- Estas dos áreas permiten que tanto los materiales como los reactivos tengan un espacio propio en el laboratorio.
- **Área de análisis.**-Esta área permite tener un espacio para efectuar los análisis de calidad tanto en la materia prima como en el producto final.
- **Área de reporte de datos y resultados.**- Esta área permite llevar un registro de resultados obtenidos de los análisis realizados a la leche.
- **Ventilación adecuada.**-El objetivo de una ventilación en el laboratorio es establecer una situación de comodidad para el personal que labora en el lugar.
- **Suministros.**- Los suministros necesarios para el laboratorio de análisis de leche son: Agua y electricidad.

### *3.2.3 Especificación del Servicio en el laboratorio de calidad*

#### *3.2.3.1 Recogida de muestras*

Para conseguir buenos resultados de un análisis de calidad es requisito necesario tomar muestras que sean representativas del producto a analizar y permita indicar si el producto cumple o no con los requisitos impuestos por la norma.

Las llamadas recogida de muestras deben ser directamente sobre la leche cruda bien mezclada. Es así que para las pruebas de laboratorio la muestra debe ser tomada en forma representativa y conservarla de manera adecuada hasta su análisis. La muestra debe ser tomada por una persona capacitada y autorizada. La cantidad de leche requerida para el análisis, desde el punto de vista físico-químico debe ser de entre 200-500 ml, mientras que para el análisis microbiológico bastan 150 ml.

La leche que ingresa a la planta para la toma de muestras debe ser agitada en forma completa y conservar una agitación por 30 segundos, si se observa la nata separada, la agitación debe extenderse suavemente hasta que se distribuya uniformemente esta nata, sin dejar partículas visibles.

La muestra que se toma debe ser una mezcla de cada lote de leche recibida con porciones significativas de dichos lotes cada uno no menor a 10 ml. Los frascos de muestreo deben ser estériles, herméticamente cerrado y protegido contra la contaminación.

#### *3.2.3.2 Operaciones del laboratorio de calidad.*

Las operaciones que el laboratorio de calidad debe realizar son las pruebas de análisis que indican la calidad de la leche, mismos que se mencionan a continuación.

## PRUEBAS DE PLATAFORMA

**Tabla: 3.2.3.2- 1** Determinación de la temperatura

CONCEPTO	MATERIALES Y REACTIVOS	PROCEDIMIENTO	CÁLCULOS
La temperatura es una magnitud física que indica la intensidad de calor o frío de un cuerpo.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Muestra de leche</li><li>• Termómetro.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Introducir el termómetro en la leche.</li><li>• Realizar la lectura que marca el termómetro.</li></ul>	Lectura directa

**Fuente:** Tecnología Productiva en Lácteos Calidad de la Leche

**Tabla: 3.2.3.2- 2Pruebas Organolépticas**

CONCEPTO	PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN	PROCEDIMIENTO
A nivel de la planta, la observación de los caracteres organolépticos de la leche constituye una prueba de plataforma que permite la segregación de las leches de peor calidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspecto</li> <li>• Olor</li> <li>• Sabor</li> <li>• Color</li> </ul>	<p>-La leche fresca es de color opalescente o ligeramente amarillento, presenta una cierta coloración crema cuando es muy rica en grasa.</p> <p>-Cuando la leche es fresca, tiene un olor característico. Una pequeña acidificación ya le da un olor especial, al igual que ciertos contaminantes.</p> <p>-La leche fresca tiene un sabor ligeramente dulce, dado su contenido de lactosa.</p> <p>-La leche tiene un color blanco debido a la reflexión de la luz sobre las partículas en suspensión (micelas de caseínas, glóbulos grasos fosfatos y citratos de calcio). La materia grasa de la leche contiene pigmentos amarillos que enmascaran a su color azul.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparar 50 ml de muestra de leche en un vaso limpio.</li> <li>• Si la muestra de leche está fría, se puede calentar a unos 30 °C, para que se pueda sentir más el olor y sabor de la muestra.</li> <li>• Observar el color de la muestra.</li> <li>• Tomar un sorbo de la muestra caliente (al tiempo) en la boca, compararlo con el sabor de simple.</li> <li>• Si se siente diferente aspecto, olor y sabor al normal, decidir si se recibirá o se desechará la leche.</li> </ul>

**Fuente:** Tecnología productiva en lácteos calidad de la leche.

**Tabla: 3.2.3.2- 3** Determinación de la Densidad

CONCEPTO	MATERIALES Y REACTIVOS	PROCEDIMIENTO	CÁLCULOS
<p>Esta determinación permite conocer en primera instancia la pureza de la leche es decir conocer si existe algún posible fraude, como la presencia de agua en la leche.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra de leche de 250 ml.</li> <li>• 1 Probeta de 250 ml.</li> <li>• 1 Lactodensímetro</li> <li>• 1 Termómetro.</li> <li>• Tabla de corrección de temperatura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verter la leche por las paredes de la probeta para impedir la formación de espuma, hasta alcanzar a los 250 ml.</li> <li>• Introducir suavemente el lactodensímetro en la leche, y provocar un ligero movimiento de rotación para que no se pegue a las paredes.</li> <li>• Realizar la lectura en la cúspide del menisco.</li> <li>• Medir la temperatura de la leche con el termómetro.</li> </ul>	<p>De acuerdo a la lectura de la densidad, se debe hacer una corrección y tener en cuenta si la temperatura de la leche está por encima o por debajo de 15° C, con la siguientes formulas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si está por encima de 15 ° C: Densidad real o corregida = Densidad de la leche + 0,0002 (T – 15 °C).</li> <li>• Si está por debajo de 15 °C: Densidad real o corregida = Densidad leche - 0,0002 (15 °C - T).</li> </ul> <p>Dónde: T = Temperatura leída en el lactodensímetro (la temperatura de la leche en °C).</p>

**Fuente:** Tecnología productiva en lácteos calidad de la leche.

## PRUEBAS DE LABORATORIO

**Tabla: 3.2.3.2- 4** Determinación de la acidez

CONCEPTO	MATERIALES Y REACTIVOS	PROCEDIMIENTO	CÁLCULOS
<p>La acidez de la leche permite valorar el grado de deterioro que han producido los microorganismos lácticos en la leche. Lo cual muestra el cuidado, higiene y conservación que se ha tenido.</p> <p>Una leche con alta acidez total se interpreta como un producto de mala calidad debido a que esta acidez es producto de la presencia de microorganismos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra de leche de 250 ml.</li> <li>• Pinza y Nuez.</li> <li>• Bureta</li> <li>• Soporte Universal</li> <li>• Beaker.</li> <li>• Solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 Normal (N).</li> <li>• Fenolftaleína como indicador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armar el equipo de titulación.</li> <li>• Coloque 9 ml de leche en el Beaker.</li> <li>• Agregue 3 gotas de indicador fenolftaleína a la muestra de leche.</li> <li>• Llene la bureta con solución de Hidróxido de Sodio 0,1 N.</li> <li>• Empiece a titular la leche en el Beaker. Esto consiste en agregar gota a gota el Hidróxido de Sodio en el Beaker hasta que la leche tome un color rosado. Este color debe mantenerse durante 10 segundos como mínimo. El color rosado que adquiere la leche es debido a la reacción de la fenolftaleína.</li> <li>• Observe la bureta y anotar los mililitros</li> </ul>	<p><b>% Acidez</b> = <math>V</math> (vol. de NaOH) x N (Normalidad) x Meq (peso mini equivalente) x 100</p> <p>Otra manera de cálculo es multiplicar los ml gastados en la titulación por 0,09 para obtener el porcentaje de acidez titulable.</p> <p>La leche fresca tiene una acidez titulable entre 0,13 – 0,18. Por tanto, la leche con acidez mayor de 0,18 es rechazada, ya que la leche tiene mucha acidez, probablemente por tener</p>

		(ml) de Hidróxido de Sodio gastados en la titulación.	demasiados microorganismos.
--	--	---	-----------------------------

Fuente: [www.revistavirtualpro.com/files/ti20\\_200512.pdf](http://www.revistavirtualpro.com/files/ti20_200512.pdf)

Tabla: 3.2.3.2- 5Determinación del pH

CONCEPTO	MATERIALES Y REACTIVOS	PROCEDIMIENTO	CÁLCULOS
El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio [H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> ] presentes en determinadas sustancias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>pH-metro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se enciende el aparato.</li> <li>Se introduce en la muestra de leche y se lee la lectura, indicada en la pantalla digital del instrumento.</li> <li>Se retira y se apaga, luego se enjuaga con agua destilada para evitar la acumulación de residuos de leche en el electrodo del equipo.</li> </ul>	<p>Lectura directa.</p> <p>El pH normal de la leche fresca es de 6,5-6,7. Valores superiores generalmente se observan en leches mastíticas, mientras que valores inferiores indican presencia de calostro o descomposición bacteriana.</p>

Fuente: Manual de procedimientos para análisis de calidad de la leche

**Tabla: 3.2.3.2- 6Prueba de Alcohol**

CONCEPTO	MATERIALES Y REACTIVOS	PROCEDIMIENTO	INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO
<p>La prueba de alcohol tiene el propósito de mostrar la estabilidad térmica de la leche cruda; es decir, si la leche tiene la capacidad de resistir altas temperaturas de procesamiento sin presentar coagulación visible.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beaker de 50 ml.</li> <li>• Alcohol al 68%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regular la temperatura de la leche a 21 °C.</li> <li>• Tomar 5 (ml) de leche en el Beaker.</li> <li>• Agregar 5 ml de alcohol a 68% y menear 3 a 4 veces de manera circular muy suave para que la leche se mezcle bien con el alcohol.</li> <li>• Observar la reacción.</li> </ul>	<p>La leche fresca de buena calidad no experimenta ninguna alteración al ser mezclada a partes iguales con el alcohol de la concentración señalada y se desliza a lo largo de las paredes del tubo, sin dejar rastro alguno de grumos (caseína), se indica como alcohol negativo.</p>

**Fuente:** Manual de procedimientos para análisis de calidad de la leche.

**Tabla: 3.2.3.2- 7Prueba de Reductasa**

CONCEPTO	MATERIALES Y REACTIVOS	PROCEDIMIENTO	INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO
<p>Se fundamenta en el cambio de color que experimenta el azul de metileno, las bacterias decolorarán el azul de metileno al cabo de un tiempo, y devolverán a la leche su color blanco primitivo. El tiempo que requiere este cambio depende del número de bacterias, del consumo de oxígeno y de la multiplicación de dichas bacterias.</p> <p>Este método de reducción del azul de metileno mide indirectamente la actividad de los microorganismos. Los diferentes intervalos o tiempo de reducción del azul de metileno permiten la clasificación rápida de las muestras en clases: A, B, y C.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubos de ensayo (estéril) con tapones de goma.</li> <li>• 1 Recipiente para muestra de leche (estéril).</li> <li>• 1 Pipeta de 1 ml (estéril)</li> <li>• 1 Pipetas de 10 ml (estéril).</li> <li>• 1 Gradillas</li> <li>• 1 Baño maría</li> <li>• Azul de metileno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agregar en los tubos de ensayo 10 ml de leche.</li> <li>• Rotular con el nombre del productor o un número las muestras (tubos de ensayo).</li> <li>• Agregar 1 ml de solución de azul de metileno.</li> <li>• Sellar el tubo de ensayo con los tapones de goma.</li> <li>• Mezclar ambos líquidos, volteándolos con suavidad.</li> <li>• Introducir en el baño María y ajustar la temperatura del equipo, hasta que el agua esté entre 36°C y 37°C.</li> <li>• Observar a intervalos regulares las variaciones de color que pudiera sufrir la muestra, y anotar el tiempo que tarda en producirse la decoloración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En un tiempo de 5 a 6.5 horas tenemos una calidad de leche clase A (Excelente).</li> <li>• En un tiempo de 4 a 4.5 horas tenemos una calidad de leche clase B (Leche buena).</li> <li>• En un tiempo de 1 a 3.5 horas tenemos una calidad de leche clase C (Leche mala).</li> </ul>

**Fuente:** Manual de procedimientos para análisis de calidad de la leche

**Tabla: 3.2.3.2- 8** Determinación de la Proteína

METODO:(Método Sorensen-Walker)

CONCEPTO	MATERIALES Y REACTIVOS	PROCEDIMIENTO	CÁLCULO
<p>Está técnica determina el contenido en proteínas de la leche mediante una valoración ácido-base, ya que tras la adición de formol a la muestra, el formaldehído se une a los grupos amino de los aminoácidos de las proteínas dejando los grupos carboxilos libres.</p> <p>Este hecho produce cambios en la acidez titulable de la leche siendo valorada con hidróxido sódico. La cantidad de hidróxido sódico utilizado en la neutralización es utilizado para calcular la cantidad de proteínas presente en la muestra.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bureta graduada en 0.1 ml.</li> <li>• Matraz Erlenmeyer de 100ml.</li> <li>• Pipetas de 10 ml y 5 ml. Solución de hidróxido sódico (0.1 N).</li> <li>• Solución comercial de formol (40%).</li> <li>• Indicador: solución de fenolftaleína al 1 %.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar 10 ml de leche problema en un matraz Erlenmeyer.</li> <li>• Añadir 20 ml de agua destilada y adicionar unas gotas de fenolftaleína.</li> <li>• Neutralizar la acidez titulable natural de la leche con la solución de hidróxido sódico hasta la aparición de un color rosa.</li> <li>• Añadir posteriormente a la leche neutralizada 2 o 3 ml de formol para dejar libres los grupos carboxilos de los aminoácidos. Tras la adición del formol la muestra se vuelve a acidificar y se muestra nuevamente de color blanco.</li> <li>• Añadir unas gotas de fenolftaleína y valorar la acidez con hidróxido sódico, hasta la aparición nuevamente del color rosa.</li> </ul>	<p>La cantidad de hidróxido sódico 0.1 N gastados en la segunda valoración se multiplican por 2.24, y el resultado se expresa como porcentaje de proteínas.</p> <p>El contenido de caseína en la leche lo podemos calcular a partir de una regla de tres, teniendo en cuenta que la cantidad de caseína en la leche de vaca es aproximadamente del 78.5%.</p>

**Fuente:** [ocw.um.es/cc.-de-la-salud/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practic-as-1/tema-2.pdf](http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practic-as-1/tema-2.pdf).

Después de efectuar las pruebas es importante la elaboración de un informe de análisis mismo que da a conocer el estado en el cual se encuentra la leche y que es importante para la toma de decisiones en la aceptación de la materia prima y en la calidad del producto terminado.

#### *3.2.4 Equipamiento del personal manipulador en el laboratorio de calidad.*

Todas las personas que se encuentran trabajando dentro del laboratorio de calidad se encuentran en contacto directo con el producto a analizar, con el objeto de proteger al producto de una contaminación deberán seguir prácticas higiénicas para la realización de los análisis respectivos, además estar equipados para la seguridad del producto como de la persona.

- **Uso del equipamiento.**- El personal debe disponer de un uniforme adecuado para las funciones que desempeñan (mandil, gorros, mascarilla, guantes.). Por lo general los uniformes deben ser blancos y de fácil limpieza.

#### *3.2.5 Normas para la utilización de los productos químicos*

- Antes de utilizar un compuesto, se debe fijar en el rotulo y que este sea el que se necesita.
- No devolver nunca a los frascos de origen los sobrantes de los productos utilizados sin consultar con el jefe encargado.
- Es muy importante que cuando los productos químicos de desecho se viertan en la pila de desagüe circule abundante agua.
- No tocar con las manos y menos con la boca, los productos químicos.

3.2.6 Presupuesto requerido para el laboratorio de calidad

**Tabla 3.2.6- 1** Presupuesto requerido para el laboratorio de calidad

MATERIALES Y REACTIVOS	CANTIDAD	PRECIO	PRECIO
		UNITARIO \$	TOTAL \$
Gradilla nacional 20 tubos 16 mm.	1	5,71	5,71
Tubo ensayo 16 x 150 Fisher.	20	0,76	15,18
Vaso de precipitación 250 ml superior.	1	5,88	5,88
Vaso de precipitación 250 ml superior.	1	3,57	3,57
Pipetas graduada de 10 ml 0,10 clase a Boeco.	1	2,91	2,91
Pipetas graduada de 5 ml-0.005 clase a Boeco.	1	2,63	2,63
Pipeta volumétrica 50 ml. Vidrio IVA.	1	8,96	8,96
Lactodensímetro S/Termómetro	1	18,56	18,56
Erlenmeyer 250 ml Boeco.	1	4,92	4,92
Pinza madera para tubos de ensayo	1	1,89	1,89
Pinza metal para tubos de ensayo.	1	2,63	2,63
Bureta llave de teflón 10 ml.	1	15,18	15,18
Pinza doble nuez.	1	14,07	14,07
Soporte universal base 16,25 x 22,5.	1	26,25	26,25
Probeta 50 ml vidrio LMS.	1	10,79	10,79
Varilla agitadora 200 x 6 mm.	1	1,69	1,69
Gotero vidrio pera Gome marca superior.	1	0,93	0,93
Pera de goma P/Pipetear hasta 25 ml 590000003.	1	12,07	12,07
Espátula yeso 134.0265 pequeña.	1	2,84	2,84
Alcohol antiséptico galón.	1	11,45	11,45
Etanol 99% Q.P.1L J.T. Baker.	1	16,80	16,80
Hidróxido de sodio 0,1 N 1LT	1	7,09	7,09

NATRIUM.			
Azul de metileno 100 ml prom.	1	3,44	3,44
Fenolftaleína sol. 100 ml 2%.	1	6,38	6,38
Formaldehido 1 LT 159-Q (ENVA)-Formol.	1	12,60	12,60
		<b>SUBTOTAL</b>	214,42
		12 % IVA	25,73
		<b>TOTAL\$</b>	240,15

**Fuente:** Proforma otorgada por productos “INSTRUEQUIPOS” ubicado en Ambato en la Avda. Las Américas 01-59 y Gonzales Suarez.

**NOTA:** Los reactivos para el análisis de calidad de la leche en los 3 días a la semana están estimados para un año.

**Tabla 3.2.6- 2** Presupuesto requerido de los muebles del laboratorio de calidad

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL \$
1	Anaquele 180 x 140 x 0,35	250
1	Anaquele de 0,70 x 180 x 35	170
1	Silla	22
1	Escritorio	80
<b>SUBTOTAL</b>		522
12 % IVA		-
<b>TOTAL\$</b>		522

**Fuente:** Proforma otorgada por productos “ESTRELLA LEÓN ROBERTO EDUARDO DISEÑO Y CONFORT” ubicado en Riobamba calle Carabobo 24-50 y veloz.

Para la implementación del laboratorio de calidad sumado el presupuesto requerido de los materiales y reactivos junto con el presupuesto requerido de los muebles del laboratorio se requiere un total de **762,15 USD.**

### 3.3 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS TÉCNICOS DE LAS FASES DE PROCESO.

**Tabla 3.3- 1** Resultados de los cálculos técnicos de las fases de proceso

<b>FASES DE PROCESO</b>	<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>UNIDADES</b>
<b>Generación de vapor</b>	Flujo de vapor fugado total en la llave de paso y en los accesorios del McDonell $D_{vt}$	95,6095	(kg de vapor/día)
	Costo de vapor	0.0221	(USD / kg de vapor)
	Pérdidas por fuga de vapor	2,1136	(USD/día)
	Eficiencia de la caldera $\eta_{caldera}$	74,24	%
<b>Centrifugación</b>	Velocidad Angular $\omega$	188,496	rad/s
	Período T	0,0333	s
	Velocidad tangencial v	28,27	m/s
	Aceleración centrífuga a	2106,195	m/s <sup>2</sup>
<b>Homogenización</b>	Temperatura de salida de homogenización. $T_{sal}$	71,988	°C
<b>Intercambio de calor</b>	Balance de energía en el calentamiento Q	9769,489	W
	Balance de energía en el enfriamiento Q	-9143,24	W

	Cantidad de calor en la pasteurización CCp	2676,547	W
	Regeneración R	72,70	%
	Media logarítmica de la diferencia de temperaturas en el calentamiento MLDT	8,74	°C
	Media logarítmica de la diferencia de temperaturas en el enfriamiento MLDT	10,57	°C
	Costo de calor	0.00775	USD/W
	Pérdida de calor	4,853	USD/día
<b>Enfundado</b>	Transmisión de calor en el sellado vertical Q	$3,34 \times 10^5$	J
	Transmisión de calor en el sellado y corte horizontal Q	$4,598 \times 10^5$	J
	Intensidad en el sellado vertical I	117,969	A
	Intensidad en el sellado y corte horizontal I	123,801	A
	Pérdida de leche	3.33	%
	Rendimiento	96,667	%

**Fuente:** GUAÑO, Yesenia.

# **CAPITULO**

## **IV**

#### 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una vez obtenidos los resultados de los cálculos técnicos de las fases del proceso para el mejoramiento de la planta de lácteos en la producción de leche pasteurizada de la estación experimental Tunshi, se encontró que es indispensable el cambio de la llave de paso (Válvula Nibco en Hierro Negro para vapor de 1") junto con los accesorios del McDonell (controladores del nivel de agua) puesto que con esto se evitará la fuga de vapor de un 95,6095 kg de vapor/día por el mal estado de estos materiales y al mismo tiempo se evitará la pérdida económica de 2,1136 USD/día, por otra parte con este cambio el uso de combustible (diesel) será inferior al que se está aportando al caldero para la producción de los 50 psi máximo de vapor con el cual se está trabajando actualmente dentro de la Planta de Lácteos Espoch Tunshi. La eficiencia (el porcentaje de combustible que se convierte en energía calórica para generar el vapor) de la caldera es de 74,24 % mismo que se encuentra en un rango aceptable ya que el valor del punto de operación normal de las calderas industriales es de un 80% y el rango de operación habitualmente varía entre un 65% y 85%.

Al efectuar los cálculos del movimiento circular de la estandarizadora se conoció la trayectoria circular del equipo en un tiempo determinado, donde se determinó: el ángulo girado por unidad de tiempo 188,496 ras/s, el tiempo que tarda los platos en dar una vuelta 0,0333 s, el punto donde se efectúa un movimiento circular uniforme 28,27 m/s y la rapidez con que cambia la velocidad respecto del tiempo  $2106,195\text{m/s}^2$ , con estos parámetros se logra un juicio del estado de la estandarizadora para actuar con un mantenimiento preventivo de acuerdo al número de giros en un tiempo dado.

Se sabe que la eficacia de homogenización depende de la presión y temperatura utilizada, en cuanto a la presión de acuerdo al marco referencial de las curvas de distribución de tamaño en la homogenización de la leche tabla 3.1.1.3-1, muestra que mientras mayor sea la presión de homogenización habrá una mejor reducción del tamaño de las partículas de grasa. En cuanto a la temperatura de salida de homogenización para una mejora en la misma es necesario aumentar la presión de dicha homogenización a 100 bar para que la temperatura de la leche en la homogenización

aumente 1 °C por cada 40 bar de caída de presión que es lo adecuado para lograr la eficiencia en este proceso y con esto además reforzar el referente teórico de la figura 3.1.1.3-1 (Curvas de distribución de tamaños en la homogenización), sin embargo la temperatura de salida de homogenización obtenida 71,988 ° C es un valor aceptable puesto que el aumento de temperatura no es muy elevado para que se genere una desnaturalización en la leche. Por otra parte debido a la pequeña cantidad de leche que se utiliza para procesar no es necesario que la presión de homogenización exceda de los 100 bares.

Para conocer la cantidad de calor en la pasteurización se realizó un balance de energía en el calentamiento y enfriamiento donde se tiene en el calentamiento una transmisión de calor de 9769,489 W y en el enfriamiento - 9143,24 W (negativo debido a que es la transmisión de calor que se retira en la pasteurización), donde se conoce que para pasteurizar los 450 litros de leche que ingresa a la planta láctea se utiliza 2676,547 W de transmisión de calor. También, dentro del intercambio de calor se considera la regeneración que da a conocer el porcentaje de uso de calor en la pasteurización rápida empleada, siendo esta de 72,70 % la misma que se mantiene dentro del rango de regeneración que va de un 70%-90 %. Se encontró que por la diferencia de la MLDT (1,9 ° C) se genera pérdidas significativas de calor 4,8423 USD/día, por lo que para no presenciar esta pérdida la temperatura de entrada de la leche debe ser igual a la de salida después del proceso de pasteurización.

En el enfundado las fundas de polietileno para que alcance su punto de fusión deben llegar a la temperatura de entre 80-110 ° C con esto la intensidad en el sellado vertical es de 117,9689 A y en el sellado y corte horizontal es de 123,801 A como se sabe que en el sellado y corte horizontal se genera problemas en las primeras fundas de leche se entiende que la funda de polietileno en esta fase no alcanza su punto de fusión 110 ° C, por ello se requiere preparar el equipo (calentar el circuito de la enfundadora) una horas antes para que no exista desperdicios tanto de leche como de las fundas de polietileno.

Para la optimización de la planta de lácteos en la producción de leche pasteurizada de la Estación Experimental Tunshi se estableció un plan de mejora indicada en la tabla 3.1.2-1, la misma que muestra el soporte técnico y la acción(es) a tomar para cada fase del proceso que requiere la mejora, de la misma manera se presenta el presupuesto requerido para el plan de mejora en la Planta de Lácteos Espoch Tunshi que es de 2088,96 USD tabla 3.2.2.1-1 mientras que para la implementación del laboratorio de calidad se requiere 762,15 USD tabla 3.2.6-1 y 3.2.6-2. Los precios no dejan de ser estimaciones que pueden cambiar ya que, están sujetos a variaciones.

# **CAPITULO**

## **V**

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- Se realizó un diagnóstico actualizado de la planta de producción de leche pasteurizada, incluyendo una matriz operacional de las diferentes áreas de trabajo y una matriz situacional en cada fase de proceso teniendo en cuenta el método de pasteurización empleado en la planta que es rápida y alta a una temperatura de 84-85 C en un tiempo de 10 segundos.
- Se identificó cada una de las fases del proceso de producción de leche pasteurizada encontrando las fases poco aceptables y que requieren una mejora siendo estas: la generación de vapor que es indispensable el cambio de la llave de paso junto con los accesorios del McDonell para evitar la fuga de vapor de 95,6095 kg de vapor/día y al mismo tiempo evitar la pérdida económica de 2,1136 USD/día; la recepción de la leche que se requiere el cambio de los tanques que se encuentran en mal estado; el ingreso de la leche al tanque balanza que se requiere hacer uso de la malla filtrante que ya cuenta la planta de lácteos; la centrifugación donde se calculó el ángulo girado por unidad de tiempo 188,496 ras/s, el tiempo que tarda los platos en dar una vuelta 0,0333 s, el punto donde se efectúa un movimiento circular uniforme 28,27 m/s y la rapidez con que cambia la velocidad respecto del tiempo 2106,195 m/s<sup>2</sup> con lo que se puede actuar con un mantenimiento preventivo; la homogenización que con el referente teórico de las curvas de distribución de tamaños y la temperatura de salida de homogenización obtenida de 71,988 °C indica que la presión a 100 bares ayuda para mejorar la eficiencia de homogenización; el intercambio de calor que con la diferencia de la MLDT (1,9 °C) se genera pérdidas significativas de calor 4,8423 USD/día por lo que se requiere que la temperatura de entrada de la leche debe ser igual a la de salida de la leche; el enfriamiento donde se requiere hacer una limpieza del área y finalmente en la fase del enfundado con los valores del calor necesario para el sellado vertical

que es de 117,9689 A y en el sellado y corte horizontal de 123,801 A se requiere calentar el circuito de la enfundadora.

- Se planteó alternativas de mejora considerando el soporte técnico de ingeniería correspondiente, para el control de calidad de leche se realizó una implementación del laboratorio de calidad para la planta de lácteos Espoch Tunshi.
- Se desarrolló el presupuesto requerido con proformas consultadas a los principales distribuidores locales donde se requiere 2851,11 USD para el mejoramiento de la producción.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Establecer revisiones continuas en los equipos con el fin de que se pueda detectar las posibles fallas futuras y se pueda emplear un mantenimiento preventivo asegurando con esto el adecuado funcionamiento de cada equipo en la Planta de Lácteos Espoch Tunshi.
- Llevar un historial de funcionamiento y mantenimiento diario o periódico de los equipos de la planta de lácteos Espoch Tunshi, esto hará que los trabajos de reparación de los mismos se realicen con más prontitud y al mismo tiempo se cuente con un stock de repuestos.
- Es necesario que la manipulación de los equipos sea efectuada por el personal capacitado ya que una mala manipulación contribuirá a un posible daño de las mismas parando la línea de producción y por ende afectando a la obtención del producto terminado.
- Es necesario conservar el hábito de la asepsia tanto del personal manipulador, como también de los utensilios y equipos utilizados para la producción de leche pasteurizada.

# **CAPITULO**

## **VI**

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **LIBROS**

1. **ANÓNIMO**. Física para el CBC: Estática y Cinemática. 2da ed. Buenos Aires: Asociada a la cámara del libro Asimov, 2010. Pp. 157.
2. **ALAIS, Charles**. Ciencias de la leche-Principios de la técnica lechera. 3ra ed. México: Continental, 1981. Pp 428.
3. **ALLFORD, L. BANGS, John y HAGEMANN, George**. Manual de la Producción. Traducido por T.R Ortiz. Tomo I. Unión Tipográfica. México: Hispano-americana, 1981. Pp 745.
4. **CENGEL, Yunus y GHAJAR, Afshin**. Transferencia de calor y masa-Fundamentos y aplicaciones. Traducido por Jasso, Borneville. 4ta ed. México: McGraw-Hill, 2011.Pp. 640-64.
5. **DÍAZ LUA, Roberto**. Manual de procesamiento de lácteos. Módulo 2: Sin Editorial, 2011. Pp. 10, 28, 62.
6. **FELDER, Richard y ROUSSEAU Ronald**. Principios básicos de los procesos químicos. Volumen 17 del manual moderno: Limusa Wiley, 1981.Pp 85-86.

7. **FERNANDEZ MEDINA, Avelino. et.** Tecnología Productiva En Lácteos- Calidad de la leche, Programa modular para el manejo de lácteos. Iraed: Soil OPD, 2010. Pp 79-81.
8. **GÖSTA, Bylund.** Manual de industrias lácteas Tetra Pak Processing. 3ra ed. Madrid-España: Madrid Vicente, 2003. Pp 95-97-117-120,204-113.
9. **HIMMELBLAU, David.** Principios básicos y cálculos en ingeniería química. Traducido por R.L Escalona. 6 ta ed. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1997. Pp. 22.
10. **IBARZ, Albert y BARBOSA, Gustavo.** Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos. Madrid-España: Mundi-Prensa, 2005. Pp. 427.
11. **JUDKINS, Henry y KEENER, Harry.** La leche-Su producción y procesos industriales. México: Continental, 1983. Pp 330,331.
12. **KERN, Donald.** Proceso de transferencia de calor. Traducido por N.M Ambrossi. Trigésima primera reimpresión. San José-Costa Rica: IICA, 1982. Pp. 8-9, 20, 133.
13. **MEYER, Marco.** Elaboración de productos lácteos.1ra ed. México: Trillas 1982. Pp 30.
14. **MORA Gutiérrez, LUIS.** Mantenimiento: Planeación, ejecución y control. Iraed: Alfomega Colombiana, 2009. Pp 52.

15. **MUNGUÍA, José.** Manual de procesamiento para análisis de calidad de leche. Nicaragua: Techno Serve, 2010., Pp. 13, 33.
16. **PALTRINIERI y GAETANO.** Taller de leche-Industria lechera-Equipo y aparato. 2da ed. México: Trillas: SEP, 1990. Pp 42.
17. **REVILLA, Aurelio.** Tecnología de la leche-Procesamiento, manufactura y análisis. 2 da ed. San José - Costa Rica: IICA, 1982. Pp. 8-11, 20.
18. **RIGGS, James.** Sistema de producción-Planeación análisis y control. Traducido por R.C Pérez. 3ra ed. Noriega Editores Balderas 95. México: Limusa, 1998. Pp 29-33, 63.
19. **SANTOS, Armando.** Leche y sus derivados., 2 da ed. México: Trillas, 2007. Pp 130-136.
20. **WILLIAMS, Theodore.** Ingeniería de los procesos industriales. 1ra ed. Zairos sección IV. México: Alhambra, 1971.Pp76.

## **INTERNET**

### **1. CALIDAD DE LA LECHE**

- [http://www.revistavirtualpro.com/files/ti20\\_200512.pdf](http://www.revistavirtualpro.com/files/ti20_200512.pdf)
- <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practicar-1/tema-2.pdf>

(2013-03-23)

## **2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL POLIETILENO**

- <http://www.plasticbages.com/caracteristicaspolietileno.html>.  
(2013-10-25)

## **3. CONTROL, PROCESO**

- <http://www.wisis.ufg.edu.sv/www.wisis/documentos/TE/338.476%2077-D812d/338.476%2077-D812d-CAPITULO%20II.pdf>.  
(2013-10-21)

## **4. EFECTO JOULE**

- [http://www.fisicanet.com.ar/fisica/electrodinamica/ap02\\_potencia\\_electrica.php](http://www.fisicanet.com.ar/fisica/electrodinamica/ap02_potencia_electrica.php).  
(2013-11-27)

## **5. FUGAS DE VAPOR, EFICIENCIA EN CALDERAS**

- <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/919/1/T-ESPE-025340.pdf>.
- [http://www.cnpm.org.sv/UCATEE/ee/docs/Calderas\\_02.pdf](http://www.cnpm.org.sv/UCATEE/ee/docs/Calderas_02.pdf).
- <http://www.adinelsa.com.pe/files/publicaciones/6.pdf>.  
(2013-11-15)

## **6. LECHE**

- [http://www.lacteos.us/alimentos/produccion/empresas/caracteristicas\\_de\\_la\\_leche/](http://www.lacteos.us/alimentos/produccion/empresas/caracteristicas_de_la_leche/).  
(2013-10-29)

## **7. PASTEURIZACIÓN**

- <http://www.portalplanetasedna.com.ar/pasteurizacion.htm>.
- <http://procesamientolacteo.blogspot.com/2010/11/ventajas-y-desventajas-de-la.html>.  
(2013-11-11).

## **8. PROCESO DE PRODUCCIÓN**

- [http://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/tlahuelilpan/administracion/proy\\_inv/estudio%20tecnico.pdf](http://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/tlahuelilpan/administracion/proy_inv/estudio%20tecnico.pdf)  
(2013-10-21)

## **9. PROPIEDADES DE LA LECHE**

- [quimicos.blogspot.com/2007/02/las-propiedades-de-la-leche.html](http://quimicos.blogspot.com/2007/02/las-propiedades-de-la-leche.html).
- <http://www.alimentacion-sana.org/informaciones/novedades/leche%202.htm>.  
(2013-11-04)

## **10. SELLADO VERTICAL Y HORIZONTAL**

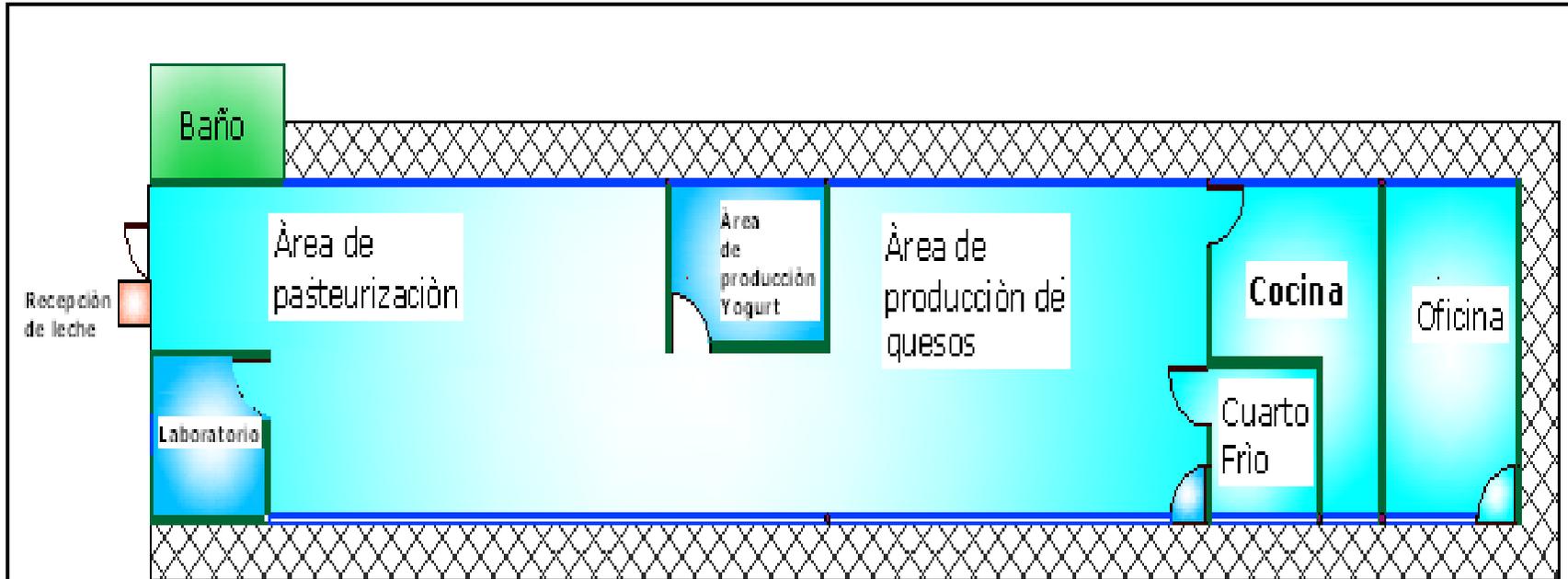
- [bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/941/1/CD-1849%282009-01-26-08-44-20%29.pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/941/1/CD-1849%282009-01-26-08-44-20%29.pdf).  
(2013-10-21)

## **11. TANQUE DE ALMACENAMIENTO,CALDERAS**

- <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1567/1/CD-2243.pdf>  
(2013-10-30)

**ANEXOS**

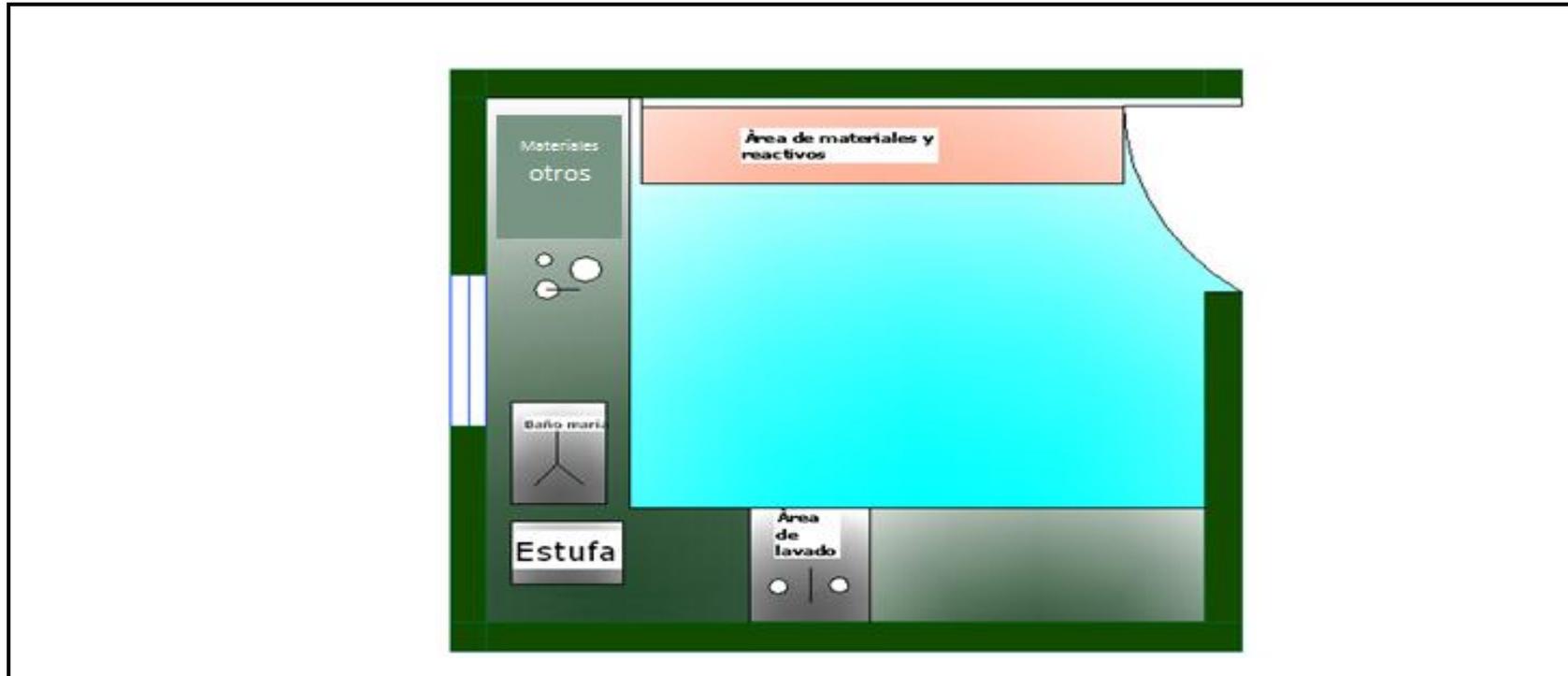
**ANEXO I:** Diagrama de las áreas de producción de la Planta de Lácteos ESPOCH Tunshi



Área total de producción de la planta de lácteos Tunshi (36,50 m \* 5,94 m).

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	DEL	Áreas de producción de la Planta de Lácteos ESPOCH Tunshi		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Certificado</li> <li>○ Por aprobar</li> <li>○ Aprobado</li> <li>● Para información</li> <li>○ Por calificar</li> </ul>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>Facultad de Ciencias</p> <p>Escuela de Ingeniería Química</p> <p>Yesenia G. Guaño L.</p>	Lámina	Escala	Fecha
			1A	1:1	2014-04-28

**ANEXOII:** Diagrama del laboratorio de calidad de la Planta de Lácteos ESPOCH Tunshi



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química  Yesenia G. Guaño L.	Laboratorio de calidad de la Planta de Lácteos ESPOCH Tunshi		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Certificado</li> <li>○ Por aprobar</li> <li>○ Aprobado</li> <li>● Para información</li> <li>○ Por calificar</li> </ul>		Lámina	Escala	Fecha
			1A	1:1	2014-04-28

**ANEXO III: Reporte de resultados de los análisis realizados a la leche cruda**

**SETLAB**  
**SERVICIOS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y**  
**LABORATORIOS AGROPECUARIOS**

---

**REPORTE DE RESULTADOS**  
**CODIGO DE MUESTRA N° 02404**

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant \_\_\_\_\_

SRTA. YESENIA GUAÑO \_\_\_\_\_

Domicilio / Address \_\_\_\_\_ Teléfonos / Telephones \_\_\_\_\_

RIOBAMBA \_\_\_\_\_

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested \_\_\_\_\_

LECHE NO PASTEURIZADA \_\_\_\_\_

Marca comercial / Trade Mark \_\_\_\_\_

No tiene \_\_\_\_\_

Características del producto / Ratings of the product \_\_\_\_\_

Color, Olor y sabor característico \_\_\_\_\_

**Resultados Bromatológico**

PARAMETRO	RESULTADO TCO	METODO/NORMA
DENSIDAD RELATIVA 20 °C	1,031	AOAC/Gravimetrico
MATERIA GRASA (%)	3,03	AOAC/Gerber
ACIDEZ (% Ácido Láctico)	0,17	AOAC/Gravimetrico
SOLIDOS TOTALES (%)	11,49	AOAC/Gravimetrico
SOLIDOS NO GRASOS (%)	8,57	AOAC/Gravimetrico
CENIZA (%)	0,77	AOAC/Gravimetrico
PUNTO DE CONGELACIÓN °C	-528	AOAC/Gravimetrico
PROTEÍNAS, %	2,97	AOAC/Kjeldahl
REDUCTAZA (°)	3,4	AOAC/Gravimetrico
PRUEBA DE ALCOHOL	NEGATIVA	AOAC/Gravimetrico

Emitido en: Riobamba, el 21 de Noviembre de 2013



**Ing. Lúcia Silva Déley**  
RESPONSABLE TÉCNICO

**SETLAB**  
 Servicio de Transferencia Tecnológica  
 y Laboratorios Agropecuarios  
 Gale Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós  
 032266-744

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

**"EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIA CON SU EMPRESA"**

<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</b>	<b>Reporte de resultados de los análisis realizados a la leche cruda.</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Certificado</li> <li><input type="radio"/> Por aprobar</li> <li><input type="radio"/> Aprobado</li> <li><input checked="" type="radio"/> Para información</li> <li><input type="radio"/> Por calificar</li> </ul>	Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química  Yesenia G. Guaño L.	Lámina	Escala	Fecha
			1A	normal	2013-11-21

**ANEXO IV: Reporte de resultados de los análisis realizados a la leche pasteurizada**

**SETLAB**  
**SERVICIOS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y**  
**LABORATORIOS AGROPECUARIOS**

---

**REPORTE DE RESULTADOS**  
 CODIGO DE MUESTRA N° 02405

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

SRTA. YESENIA GUAÑO

Domicilio / Address: RIOBAMBA      Teléfonos / Telephones

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested: **LECHE PASTEURIZADA**

Marca comercial / Trade Mark: No tiene

Características del producto / Ratings of the product: Color, Olor y sabor característico

**Resultados Bromatológico**

PARAMETRO	RESULTADO TCO	METODO/NORMA
DENSIDAD RELATIVA 20 °C	1,030	AOAC/Gravimétrico
MATERIA GRASA (%)	3,00	AOAC/Serber
ACIDEZ (% Ácido Láctico)	0,14	AOAC/Gravimétrico
SOLIDOS TOTALES (%)	11,38	AOAC/Gravimétrico
SOLIDOS NO GRASOS (%)	8,44	AOAC/Gravimétrico
CENIZA (%)	0,70	AOAC/Gravimétrico
PUNTO DE CONGELACIÓN °C	-520	AOAC/Gravimétrico
PROTEÍNAS, %	2,95	AOAC/Sjeldahl
REDUCTAZA (h)	NEGATIVO	AOAC/Gravimétrico
Calcio, mg	123	AOAC/Colorimétrico
Fósforo, mg	98	AOAC/Colorimétrico

Emitido en: Riobamba, el 21 de Noviembre de 2013

  
**Ing. Lucía Silva Déley**  
**RESPONSABLE TÉCNICO**

**SETLAB**  
 Servicio de Transferencia Tecnológica  
 y Laboratorios Agropecuarios  
 Galo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós  
 032266-764

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

"EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIAS CON SU EMPRESA"

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química  Yesenia G. Guaño L.	Reporte de resultados de los análisis realizados a la leche pasteurizada		
	<input type="radio"/> Certificado <input type="radio"/> Por aprobar <input type="radio"/> Aprobado <input checked="" type="radio"/> Para información <input type="radio"/> Por calificar		Lámina	Escala	Fecha
			1A	normal	2013-11-21

**ANEXOV: Norma INEN9:2012**

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX.	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa: a 15 °C A 20 °C	-	1,029 1,028	1,033 1,032	NTE INEN 11
Materia grasa	% (fracción de masa) <sup>1)</sup>	3,0	-	NTE INEN 12
Acidez titulable como ácido láctico	% (fracción de masa)	0,13	0,17	NTE INEN 13
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,2	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	% (fracción de masa)	8,2	-	*
Cenizas	% (fracción de masa)	0,65	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico) **	°C °H	-0,536 -0,555	-0,512 -0,530	NTE INEN 15
Proteínas	% (fracción de masa)	2,9	-	NTE INEN 16
Ensayo de reductasa (azul de metileno)***	h	3	-	NTE INEN 018
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	Para leche destinada a pasteurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 68 % en peso o 75 % en volumen; y para la leche destinada a ultra-pasteurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 71 % en peso o 78 % en volumen			NTE INEN 1500
Presencia de conservantes <sup>1)</sup>	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes <sup>2)</sup>	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes <sup>3)</sup>	-	Negativo		NTE INEN 1500
Grasas vegetales	-	Negativo		NTE INEN 1500
Suero de Leche	-	Negativo		NTE INEN 2401
Prueba de Brucelosis	-	Negativo		Prueba de anillo PAL (Ring Test)
RESIDUOS DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS <sup>5)</sup>	ug/l	---	MRL, establecidos en el CODEX Alimentarius CAC/MRL 2	Los establecidos en el compendio de métodos de análisis identificados como idóneos para respaldar los LMR del codex <sup>6)</sup>

\* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa.  
 \*\*  $C = H \cdot f$ , donde  $f = 0,9656$   
 \*\*\* Aplicable a la leche cruda antes de ser sometida a enfriamiento  
 1) Conservantes: formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipocloritos, cloraminas, lactoperoxidasa adicionada y dióxido de cloro.  
 2) Neutralizantes: orina, carbonatos, hidróxido de sodio, jabones.  
 3) Adulterantes: Harina y almidones, soluciones azucaradas o soluciones salinas, colorantes, leche en polvo, suero de leche, grasas vegetales.  
 4) "Fracción de masa de B. W<sub>60</sub>": Esta cantidad se expresa frecuentemente en por ciento, %. La notación "% (m/m)" no deberá usarse".  
 5) Se refiere a aquellos medicamentos veterinarios aprobados para uso en ganado de producción lechera.  
 6) Establecidos por el comité del Codex sobre residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química	Norma INEN9:2012		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Certificado</li> <li>○ Por aprobar</li> <li>○ Aprobado</li> <li>● Para información</li> <li>○ Por calificar</li> </ul>	Yesenia G. Guaño L.	Lámina	Escala	Fecha
			1A	normal	2014-04-28

**ANEXO VI: Norma INEN 10:2012**

REQUISITOS	UNIDAD	ENTERA		SEMIDESCREMADA		DESCREMADA		MÉTODO DE ENSAYO	
		MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.		
Densidad Relativa a 15°C a 20°C	-	1,029	1,033	1,030	1,033	1,031	1,036	NTE INEN 11	
	-	1,028	1,032	1,029	1,032	1,030	1,035		
Contenido de grasa	% (fracción de masa)	3,0	-	≥ 1,0	< 3,0	-	< 1,0	NTE INEN 12	
Acidez titulable, expresada como ácido Láctico	% (fracción de masa)	0,13	0,18	0,13	0,18	0,13	0,18	NTE INEN 13	
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,30	-	8,80	-	8,30	-	NTE INEN 14	
Sólidos no grasos	% (fracción de masa)	8,30	-	8,20	-	8,20	-	-	
Ceriza	% (fracción de masa)	0,65	0,80	0,70	0,80	0,70	0,80	NTE INEN 14	
Punto de congelación (punto oscópico)**	°C	-0,536	-0,512	-0,536	-0,512	-0,536	-0,512	NTE INEN 15	
	°H	-0,555	-0,530	-0,555	-0,530	-0,555	-0,530		
Proteínas	% (fracción de masa)	2,9	-	2,9	-	2,9	-	NTE INEN 16	
Ensayo de los lípidos	-	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 19	
Ensayo de Peroxidasa	-	Positivo		Positivo		Positivo		NTE INEN 2334	
Presencia de conservantes <sup>1)</sup>	-	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500	
Presencia de neutralizantes <sup>2)</sup>	-	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500	
Presencia de adulterantes <sup>3)</sup>	-	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500	
Grasa Vegetal	-	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500	
Suero de Leche	-	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 2401	
RESIDUOS DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS <sup>4)</sup>	ug/l	-	LMR, establecidos en el CODEX Alimentarius CAC/MLR 2	-	LMR, establecidos en el CODEX Alimentarius CAC/MLR 2	-	LMR, establecidos en el CODEX Alimentarius CAC/MLR 2	Los establecidos en el compendio de métodos de análisis identificados como idóneos para respaldar los LMR del CODEX <sup>5)</sup>	
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 68 % en peso a 75 % en volumen								NTE INEN 1500
Cuando el producto haya sido reducido en su contenido de lactosa									
Lactosa en el producto parcialmente deslactosado	% (fracción de masa)	--	1,4	--	1,4	--	1,4	AOAC 98.4.15.16 Edc. Vol. 2	
Lactosa en el producto bajo en lactosa	% (fracción de masa)	--	0,7	--	0,7	--	0,7	AOAC 98.4.15.16 Edc. Vol. 2	

\*  $NC = \frac{H}{F}$  donde: F = 0,9658  
 \*\*  $°C = \frac{H}{F}$  donde: F = 0,9658  
 1) Conservantes: formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipocloritos, cloraminas, lactoperoxidaso adionada y dióxido de cloro.  
 2) Neutralizantes: orina, carbonatos, hidróxido de sodio, jabones.  
 3) Adulterantes: Harina y almidones, sales azucaradas o sales salinas, colorantes, leche en polvo, suero de leche, grasas vegetales.  
 4) "Fracción de masa de B. W<sub>u</sub>": Esta cantidad se expresa frecuentemente en por ciento, %. La notación "% (m/m)" no deberá usarse".  
 5) Se refiere a aquellos medicamentos veterinarios aprobados para uso en ganado de producción lechera.  
 6) Establecido por el comité del CODEX sobre residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos.

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química	Norma INEN 10:2012		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Certificado</li> <li>○ Por aprobar</li> <li>○ Aprobado</li> <li>● Para información</li> <li>○ Por calificar</li> </ul>	Yesenia G. Guaño L.	Lámina	Escala	Fecha
			1A	normal	2014-04-28

**ANEXO VII: Propiedades del agua saturada: Tabla de temperaturas**

Propiedades del agua saturada (líquido-vapor): Tabla de temperaturas										
Temp, °C	Presión bar	Volumen específico m <sup>3</sup> /kg		Energía interna kJ/kg		Entalpía kJ/kg		Entropía kJ/kg K		
		Líquido sat.	Vapor sat.	Líquido sat.	Vapor sat.	Líquido sat.	Vapor vaporiz.	Líquido sat.	Vapor sat.	
		$v_f \times 10^3$	$v_g$	$u_f$	$u_g$	$h_f$	$h_g$	$s_f$	$s_g$	
0,01	0,00611	1,0002	206,136	0,00	2375,3	0,01	2501,3	2501,4	0,0000	9,1562
4	0,00813	1,0001	157,232	16,77	2380,9	16,78	2491,9	2508,7	0,0610	9,0514
5	0,00872	1,0001	147,120	20,97	2382,3	20,98	2489,6	2510,6	0,0761	9,0257
6	0,00935	1,0001	137,734	25,19	2383,6	25,20	2487,2	2512,4	0,0912	9,0003
8	0,01072	1,0002	120,917	33,59	2386,4	33,60	2482,5	2516,1	0,1212	8,9501
10	0,01228	1,0004	106,379	42,00	2389,2	42,01	2477,7	2519,8	0,1510	8,9008
11	0,01312	1,0004	99,857	46,20	2390,5	46,20	2475,4	2521,6	0,1658	8,8765
12	0,01402	1,0005	93,784	50,41	2391,9	50,41	2473,0	2523,4	0,1806	8,8524
13	0,01497	1,0007	88,124	54,60	2393,3	54,60	2470,7	2525,3	0,1953	8,8285
14	0,01598	1,0008	82,848	58,79	2394,7	58,80	2468,3	2527,1	0,2099	8,8048
15	0,01705	1,0009	77,926	62,99	2396,1	62,99	2465,9	2528,9	0,2245	8,7814
16	0,01818	1,0011	73,333	67,18	2397,4	67,19	2463,6	2530,8	0,2390	8,7582
17	0,01938	1,0012	69,044	71,38	2398,8	71,38	2461,2	2532,6	0,2535	8,7351
18	0,02064	1,0014	65,038	75,57	2400,2	75,58	2458,8	2534,4	0,2679	8,7123
19	0,02198	1,0016	61,293	79,78	2401,6	79,77	2456,5	2536,2	0,2823	8,6897
20	0,02339	1,0018	57,791	83,95	2402,9	83,96	2454,1	2538,1	0,2966	8,6672
21	0,02487	1,0020	54,514	88,14	2404,3	88,14	2451,8	2539,9	0,3109	8,6450
22	0,02645	1,0022	51,447	92,32	2405,7	92,33	2449,4	2541,7	0,3251	8,6229
23	0,02810	1,0024	48,574	96,51	2407,0	96,52	2447,0	2543,5	0,3393	8,6011
24	0,02985	1,0027	45,883	100,70	2408,4	100,70	2444,7	2545,4	0,3534	8,5794
25	0,03169	1,0029	43,360	104,88	2409,8	104,89	2442,3	2547,2	0,3674	8,5580
26	0,03363	1,0032	40,994	109,06	2411,1	109,07	2439,9	2549,0	0,3814	8,5367
27	0,03567	1,0035	38,774	113,25	2412,5	113,25	2437,6	2550,8	0,3954	8,5156
28	0,03782	1,0037	36,690	117,42	2413,9	117,43	2435,2	2552,6	0,4093	8,4946
29	0,04008	1,0040	34,733	121,60	2415,2	121,61	2432,8	2554,5	0,4231	8,4739
30	0,04246	1,0043	32,894	125,78	2416,6	125,79	2430,5	2556,3	0,4369	8,4533
31	0,04496	1,0046	31,165	129,96	2418,0	129,97	2428,1	2558,1	0,4507	8,4329
32	0,04759	1,0050	29,540	134,14	2419,3	134,15	2425,7	2559,9	0,4644	8,4127
33	0,05034	1,0053	28,011	138,32	2420,7	138,33	2423,4	2561,7	0,4781	8,3927
34	0,05324	1,0056	26,571	142,50	2422,0	142,50	2421,0	2563,5	0,4917	8,3728
35	0,05628	1,0060	25,216	146,67	2423,4	146,68	2418,6	2565,3	0,5053	8,3531
36	0,05947	1,0063	23,940	150,85	2424,7	150,85	2416,2	2567,1	0,5188	8,3336
38	0,06632	1,0071	21,602	159,20	2427,4	159,21	2411,5	2570,7	0,5458	8,2950
40	0,07384	1,0078	19,523	167,56	2430,1	167,57	2406,7	2574,3	0,5725	8,2570
45	0,09593	1,0099	15,258	188,44	2436,8	188,45	2394,8	2583,2	0,6387	8,1648
50	0,1235	1,0121	12,032	209,32	2443,5	209,33	2382,7	2592,1	0,7038	8,0763
55	0,1576	1,0146	9,568	230,21	2450,1	230,23	2370,7	2600,9	0,7679	7,9913
60	0,1994	1,0172	7,671	251,11	2456,6	251,13	2358,5	2609,6	0,8312	7,9096

NOTAS	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b> ○ Certificado ○ Por aprobar ○ Aprobado ● Para información ○ Por calificar	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química Yesenia G. Guaño L.	<b>Propiedades del agua saturada:                  Tabla de temperaturas</b>		
			Lámina	Escala	Fecha
			1A	Normal	2014-04-28

**ANEXO VIII: Propiedades del agua saturada: Tabla de presiones**

Propiedades del agua saturada (líquido-vapor): Tabla de presiones										
Presión bar	Temp. °C	Volumen específico m <sup>3</sup> /kg		Energía interna kJ/kg		Entalpía kJ/kg			Entropía kJ/kg K	
		Líquido sat, v <sub>r</sub> × 10 <sup>3</sup>	Vapor sat, v <sub>g</sub>	Líquido sat, u <sub>r</sub>	Vapor sat, u <sub>g</sub>	Líquido sat, h <sub>r</sub>	Vapor vaporiz., h <sub>g</sub>	Vapor sat., h <sub>g</sub>	Líquido sat., s <sub>r</sub>	Vapor sat., s <sub>g</sub>
		0,04	28,96	1,0040	34,800	121,45	2415,2	121,46	2432,9	2554,4
0,06	36,16	1,0064	23,739	151,53	2425,0	151,53	2415,9	2567,4	0,5210	8,3304
0,08	41,51	1,0084	18,103	173,87	2432,2	173,88	2403,1	2577,0	0,5926	8,2287
0,10	45,81	1,0102	14,674	191,82	2437,9	191,83	2392,8	2584,7	0,6493	8,1502
0,20	60,06	1,0172	7,649	251,38	2456,7	251,40	2358,3	2609,7	0,8320	7,9085
0,30	69,10	1,0223	5,229	289,20	2468,4	289,23	2336,1	2625,3	0,9439	7,7686
0,40	75,87	1,0265	3,993	317,53	2477,0	317,58	2319,2	2636,8	1,0259	7,6700
0,50	81,33	1,0300	3,240	340,44	2483,9	340,49	2305,4	2645,9	1,0910	7,5939
0,60	85,94	1,0331	2,732	359,79	2489,6	359,86	2293,6	2653,5	1,1453	7,5320
0,70	89,95	1,0360	2,365	376,63	2494,5	376,70	2283,3	2660,0	1,1919	7,4797
0,80	93,50	1,0380	2,087	391,58	2498,8	391,66	2274,1	2665,8	1,2329	7,4346
0,90	96,71	1,0410	1,869	405,06	2502,6	405,15	2265,7	2670,9	1,2695	7,3949
1,00	99,63	1,0432	1,694	417,36	2506,1	417,46	2258,0	2675,5	1,3026	7,3594
1,50	111,4	1,0528	1,159	466,94	2519,7	467,11	2226,5	2693,6	1,4336	7,2233
2,00	120,2	1,0605	0,8857	504,49	2529,5	504,70	2201,9	2706,7	1,5301	7,1271
2,50	127,4	1,0672	0,7187	535,10	2537,2	535,37	2181,5	2716,9	1,6072	7,0527
3,00	133,6	1,0732	0,6058	561,15	2543,6	561,47	2163,8	2725,3	1,6718	6,9919
3,50	138,9	1,0786	0,5243	583,95	2548,9	584,33	2148,1	2732,4	1,7275	6,9405
4,00	143,6	1,0836	0,4625	604,31	2553,6	604,74	2133,8	2738,6	1,7766	6,8959
4,50	147,9	1,0882	0,4140	622,25	2557,6	623,25	2120,7	2743,9	1,8207	6,8565
5,00	151,9	1,0926	0,3749	639,68	2561,2	640,23	2108,5	2748,7	1,8607	6,8212
6,00	158,9	1,1006	0,3157	669,90	2567,4	670,56	2086,3	2756,8	1,9312	6,7600
7,00	165,0	1,1080	0,2729	696,44	2572,5	697,22	2066,3	2763,5	1,9922	6,7080
8,00	170,4	1,1148	0,2404	720,22	2576,8	721,11	2048,0	2769,1	2,0462	6,6628
9,00	175,4	1,1212	0,2150	741,83	2580,5	742,83	2031,1	2773,9	2,0946	6,6226
10,0	179,9	1,1273	0,1944	761,68	2583,6	762,81	2015,3	2778,1	2,1387	6,5863
15,0	198,3	1,1539	0,1318	843,16	2594,5	844,84	1947,3	2792,2	2,3150	6,4448
20,0	212,4	1,1767	0,09963	906,44	2600,3	906,79	1890,7	2799,5	2,4474	6,3409
25,0	224,0	1,1973	0,07998	959,11	2603,1	962,11	1841,0	2803,1	2,5547	6,2575
30,0	233,9	1,2165	0,06568	1004,8	2604,1	1008,4	1795,7	2804,2	2,6457	6,1869
35,0	242,6	1,2347	0,05707	1045,4	2603,7	1049,8	1753,7	2803,4	2,7253	6,1253
40,0	250,4	1,2522	0,04978	1082,3	2602,3	1087,3	1714,1	2801,4	2,7964	6,0701
45,0	257,5	1,2692	0,04406	1116,2	2600,1	1121,9	1676,4	2798,3	2,8610	6,0199
50,0	264,0	1,2859	0,03944	1147,8	2597,1	1154,2	1640,1	2794,3	2,9202	5,9734
60,0	275,6	1,3187	0,03244	1205,4	2589,7	1213,4	1571,0	2784,3	3,0267	5,8892
70,0	285,9	1,3513	0,02737	1257,6	2580,5	1267,0	1505,1	2772,1	3,1211	5,8133
80,0	295,1	1,3842	0,02352	1305,6	2569,8	1316,6	1441,3	2758,0	3,2068	5,7432
90,0	303,4	1,4178	0,02048	1350,5	2557,8	1363,3	1378,9	2742,1	3,2858	5,6772

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química  Yesenia G. Guaño L.	<b>Propiedades del agua saturada: Tabla de presiones</b>		
			Lámina	Escala	Fecha
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Certificado</li> <li>○ Por aprobar</li> <li>○ Aprobado</li> <li>● Para información</li> <li>○ Por calificar</li> </ul>		1A	Normal	2014-04-28

**ANEXO IX: Tabla del poder calorífico de algunos combustibles**

Combustíveis	Poder Calorífico Inferior (PCI) [1]					Poder Calorífico Superior (PCS) [1]					Densidade		
	Gasosos @ 0 C and 1 atm												
	Btu/ft3 [2]	Btu/lb [3]	MJ/kg [4]	kWh/kg	kcal/kg	Btu/ft3 [2]	Btu/lb [3]	MJ/kg [4]	kWh/kg	kcal/kg	grams/ft3	g/m3	
Gás Natural	983	20.267	47	13	11.259	1.089	22.453	52	15	12.474	22	777	
Hidrogênio	290	51.682	120	33	28.712	343	61.127	142	39	33.959	3	90	
Gás Refinaria	1.458	20.163	47	13	11.201	1.584	21.905	51	14	12.169	33	1.158	
	Líquidos												
	Btu/gal [2]	Btu/lb [3]	MJ/kg [4]	kWh/kg	kcal/kg	Btu/gal [2]	Btu/lb [3]	MJ/kg [4]	kWh/kg	kcal/kg	grams/gal	g/cm3	g/l
Petróleo Cru	129.670	18.352	43	12	10.195	138.350	19.580	46	13	10.878	3.205	0,847	847
Gasolina	116.090	18.679	43	12	10.377	124.340	20.007	47	13	11.115	2.819	0,745	745
Reformulated or low-sulfur gasoline	113.602	18.211	42	12	10.117	121.848	19.533	45	13	10.851	2.830	0,747	747
CA reformulated gasoline	113.927	18.272	42	12	10.151	122.174	19.595	46	13	10.886	2.828	0,747	747
Diesel	128.450	18.397	43	12	10.221	137.380	19.676	46	13	10.931	3.167	0,837	837
Diesel baixo enxofre	129.488	18.320	43	12	10.178	138.490	19.594	46	13	10.885	3.206	0,847	847
Petroleum naphtha	116.920	19.320	45	12	10.733	125.080	20.669	48	13	11.482	2.745	0,725	725
NG-based FT naphtha	111.520	19.081	44	12	10.601	119.740	20.488	48	13	11.382	2.651	0,700	700
Residual oil	140.353	16.968	39	11	9.426	150.110	18.147	42	12	10.082	3.752	0,991	991
Methanol	57.250	8.639	20	6	4.799	65.200	9.838	23	6	5.466	3.006	0,794	794
Ethanol	76.330	11.587	27	7	6.437	84.530	12.832	30	8	7.129	2.988	0,789	789
Butanol	99.837	14.775	34	10	8.208	108.458	16.051	37	10	8.917	3.065	0,810	810
Acetone	83.127	12.721	30	8	7.067	89.511	13.698	32	9	7.610	2.964	0,783	783
E-Diesel Additives	116.090	18.679	43	12	10.377	124.340	20.007	47	13	11.115	2.819	0,745	745
Liquefied petroleum gas (LPG)	84.950	20.038	47	13	11.132	91.410	21.561	50	14	11.979	1.923	0,508	508
Liquefied natural gas (LNG)	74.720	20.908	49	14	11.616	84.820	23.734	55	15	13.186	1.621	0,428	428
Dimethyl ether (DME)	68.930	12.417	29	8	6.898	75.610	13.620	32	9	7.567	2.518	0,665	665

<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química  Yesenia G. Guaño L.	<b>Tabla del poder calorífico de algunos combustibles</b>		
			Lámina	Escala	Fecha
			1A	Normal	2014-04-28

**ANEXO X: Proforma de los accesorios para la caldera de vapor de la Planta de lácteos Tunshi**

**CALDEROX - STEAM**

Construcción, Mantenimiento, Reparación, Reconstrucción de CALDEROS y Sistemas de Vapor  
Sistemas de Tratamientos de Aguas, Productos Químicos

Cotización: CB-0207  
Ambato, 9 de Abril del 2014.

Señores:  
**ESPOCH**  
Atención: Srta. Yesenia Guaño

**Referencia:**  
De mi consideración:  
Dr. Christian Barona L., pone a disposición la siguiente cotización sobre:  
**ACCESORIOS PARA CALDERA DE VAPOR PIROTUBULAR HORIZONTAL DE TRES PASOS DE 15 BHP.**

**COTIZACIÓN**

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL
1	Válvula Nibco en Hierro Negro para vapor de 1"	55,00
1	Válvula Nibco en Hierro Negro para vapor de 1 1/2"	98,00
3	Válvulas de purga de McDonnell	135,00
1	Foto celda Honeywell	45,00
1	Limpieza química de Incrustaciones y empaques	385,00
1	Ventilador	95,00
1	Par de electrodos	98,00
1	Boquilla	20,00
1	Mano de obra para los cambios de los repuestos	150,00
<b>SUBTOTAL</b>		<b>1281,00</b>
<b>12 % IVA</b>		<b>153,72</b>
<b>TOTAL</b>		<b>1434,72</b>

**OBSERVACIONES:**

**FORMA DE PAGO:** 50 % a la orden de compra y 50 % Contra - entrega.

**TIEMPO DE ENTREGA:** 48 horas después de recibir la orden de compra y el anticipo correspondiente.

**DISPONIBILIDAD:** Inexistente salvo el caso de no encontrarse en stock.

Debe enviar su orden de compra al correo: [atencion@esepoch.com](mailto:atencion@esepoch.com)

Espero que esta cotización sea de su interés, le reitero nuestro afán de servirles.

Atentamente:  


Dr. Christian Barona López. Celular: 0987750546; 0997448738.  
**ASESOR TÉCNICO**

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química  Yesenia G. Guaño L.	<b>Proforma de los accesorios para la caldera de vapor de la Planta de lácteos Tunshi</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Certificado</li> <li><input type="radio"/> Por aprobar</li> <li><input type="radio"/> Aprobado</li> <li><input checked="" type="radio"/> Para información</li> <li><input type="radio"/> Por calificar</li> </ul>		Lámina	Escala	Fecha
			1A	Normal	2014-04-09

**ANEXO XI: Proforma de los materiales y reactivos del laboratorio de calidad para la Planta de lácteos Tunshi**

INSTRUEQUIPOS CIA LTDA 2013		RUC: 1890074320001					
AVDA. LAS AMERICAS 01-59 Y GONZALES SUAREZ		TLF: 2526552					
Ambato- Ecuador		www.instruequipos.com.ec					
CLIENTE: GUAÑO YESENIA CODIGO: 000      9000000000000 DIRECCION: AMBATO 0957058421 TELEFONO:		<b>COTIZACIÓN N° 00002624</b> EMISION: 03/04/2014      VENCIMIENTO: 11/04/2014 LUGAR DE ENTREGA: AMBATO					
N°	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UND	P UNITARIO	DESC.	TOTAL
1	02010158	GRADILLA NACIONAL 20 TUBOS 18 MM	1.00	UND	5.71	0.00	5.71
2	02010419	TUBO ENSAYO 18 X 150 FISHER	20.00	UND	0.76	0.00	15.18
3	02010479	VASO PRECIPITACION 250 ML SUPERIOR	1.00	UND	5.88	0.00	5.88
4	02010561	VASO PRECIPITACION 50 ML SUPERIOR	1.00	UND	3.57	0.00	3.57
5	BOE-5118719	PIPETA GRADUADA 10 ML 0.10 CLASE A BOECO	1.00	UND	2.91	0.00	2.91
6	BOE-5118318	PIPETA GRADUADA 5 ML 0.05 CLASE A BOECO	1.00	UND	2.63	0.00	2.63
7	PIP	PIPETA VOLUMETRICA 50 ML VIDRIO IVA	1.00	UND	8.96	0.00	8.96
8	02010178	LACTODENSIMETRO S/TERMOMETRO	1.00	UND	18.56	0.00	18.56
9	02010096	ERLENMEYER 250 ML BOECO	1.00	UND	4.92	0.00	4.92
10	02010248	PINZA MADERA PARA TUBOS ENSAYO	1.00	UND	1.80	0.00	1.80
11	02010249	PINZA METAL PARA TUBOS ENSAYO	1.00	UND	2.63	0.00	2.63
12	VCHN19540	BURETA LLAVE DE TEFLON 10 ML	1.00	UND	15.18	0.00	15.18
13	02010387	TERMOMETRO P/ LECHE FUNKE GERBER -10-100°C	1.00	UND	27.68	0.00	27.68
14	02010247	PINZA DOBLE NUEZ	1.00	UND	14.07	0.00	14.07
15	SOP	SOPORTE UNIVERSAL BASE 15,25 X 22,5	1.00	UND	26.25	0.00	26.25
16	02010336	PROBETA 50 ML VIDRIO LMS	1.00	UND	10.79	0.00	10.79
17	02010453	VARILLA AGITADORA 200X5MM	1.00	UND	1.69	0.00	1.69
18	02010150	COTERO VIDRIO P/ERA GOME MARCA SUPERIOR	1.00	UND	0.93	0.00	0.93
19	LMAK052	PERA DE GOMA P/REPETEAR HASTA 25ML 500000003	1.00	UND	12.07	0.00	12.07
20	02030195	ESPATULA YESO 134.0285 PEQUERA	1.00	UND	2.84	0.00	2.84
21	02030047	BUTIROMETRO LECHE ISO488 0-9% GERB L	1.00	UND	25.96	0.00	25.96
22	TAN-8	TANON PARA BUTIROMETRO 1218740	1.00	UND	2.68	0.00	2.68
23	CLC-03-8	CENTRIFUGA 8 BUTIROMETROS MARCA GEMMY - TAWAN	1.00	UND	435.71	0.00	435.71
24	02040246	POTASIO DICROMATO 10% 50 GR MC	1.00	UND	12.07	0.00	12.07
25	02040216	NITRATO DE PLATA 10 GR 1800	1.00	UND	26.09	0.00	26.09
26	02040038	ALCOHOL ANTICEPTICO GALON	1.00	UND	11.45	0.00	11.45
27	02040235	SULFUR ACID 0.1N X 500 ML	1.00	UND	5.54	0.00	5.54
28	02040361	ETANOL 90% Q P. 1L J.T BAKER	1.00	UND	16.80	0.00	16.80
29	02040172	HIDROXIDO DE SODIO 0.1N 1 LT NARIUM	1.00	UND	7.09	0.00	7.09
30	02040237	YODO METALICO RESUBLIMADO 30 GR PROMECLIN	1.00	UND	12.77	0.00	12.77
31	02040237	CLOREUM ACID 0.1N X 500 ML	1.00	UND	4.82	0.00	4.82
32	02040061	AZUL DE METILENO 100 ML PROM	1.00	UND	3.44	0.00	3.44
33	02040143	FENOLFTALEINA SOL 100 ML 2%	1.00	UND	6.38	0.00	6.38
34	02040146	FORMALDEHDO 1 LT 15%-O (ENVAJ) - FORMOL	1.00	UND	12.60	0.00	12.60
35	AA	ALCOHOL AMILICO X L PANREAC	1.00	LTR	107.14	0.00	107.14
36	PLATO CALEF	PLATO CALENT. MARCA VUELF MOD.2071-0174 50-300° 15CM	1.00	UND	343.75	0.00	343.75
37	6-CD	CLORURO DE HIERRO III 5% 50 X 500 GR PANREAC	1.00	UND	44.56	0.00	44.56
Observaciones: ITEMS 15-22-23-36-37 ENTREGA EN 3 DIAS A PARTIR DE LA O/C.			SUBTOTAL: 1,263.18 DESCUENTO: 0.00 %      -0.00 TOTAL NETO: 1,263.18 I.V.A. 12 %      151.58 VALOR A PAGAR: 1,414.76				
LA CANTIDAD DE: UN ML CUATROCIENTOS CATORCE con 76/100			PREPARADO: CECILIA      RECIBI CONFORME				
TIEMPO DE ENTREGA : 8 días FORMA DE PAGO: CONTADO							

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química  Yesenia G. Guaño L.	Proforma de los materiales y reactivos del laboratorio de calidad para la Planta de lácteos Tunshi.		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Certificado</li> <li>o Por aprobar</li> <li>o Aprobado</li> <li>• Para información</li> <li>o Por calificar</li> </ul>		Lámina	Escala	Fecha
			1A	Normal	2014-04-07

**ANEXO XII: Proforma del tanque de recepción para la Planta de Lácteos EspochTunshi**

<b>INDUSTRIAL JC</b>		<small>Fabricación e Implementación de Maquinaria en Acero Inoxidable</small>			
<b>PROFORMA N° 001 -2014</b>		<b>FECHA: 23/04/2014</b>			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TOTAL		
1	Tanque de recepción construido en acero inoxidable 304 mate espesor 2 milímetros con acabados para alimentos capacidad 60 litro	1	300		
<b>SUB - TOTAL</b>			300		
<b>IMPORTE DEL IVA</b>			36,00		
<b>TOTAL</b>			<b>336,00</b>		
Dirección: Parque Industrial Evangelista Calero 11 y Antonio Santillán Celular: 0969405040 Mail: industrialjc@hotmail.com					
NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química  Yesenia G. Guaño L.	<b>Proforma de los materiales y reactivos del laboratorio de calidad para la Planta de lácteos Tunshi.</b>		
	<input type="radio"/> Certificado <input type="radio"/> Por aprobar <input type="radio"/> Aprobado <input checked="" type="radio"/> Para información <input type="radio"/> Por calificar		Lámina	Escala	Fecha
			1A	Normal	2014-04-17

**ANEXO XIII:** Proforma de los muebles del laboratorio de calidad para la Planta de lácteos Tunshi

**ESTRELLA LEON ROBERTO EDUARDO**  
DISEÑO Y CONFORT

DIRECCION:  
Carabobo 24-50 y Veloz  
Teléfonos: 2 952 670 - 2 603 344  
RIOBAMBA-ECUADOR

RUC: 0602948143001  
**PROFORMA**  
72  
**0000044**

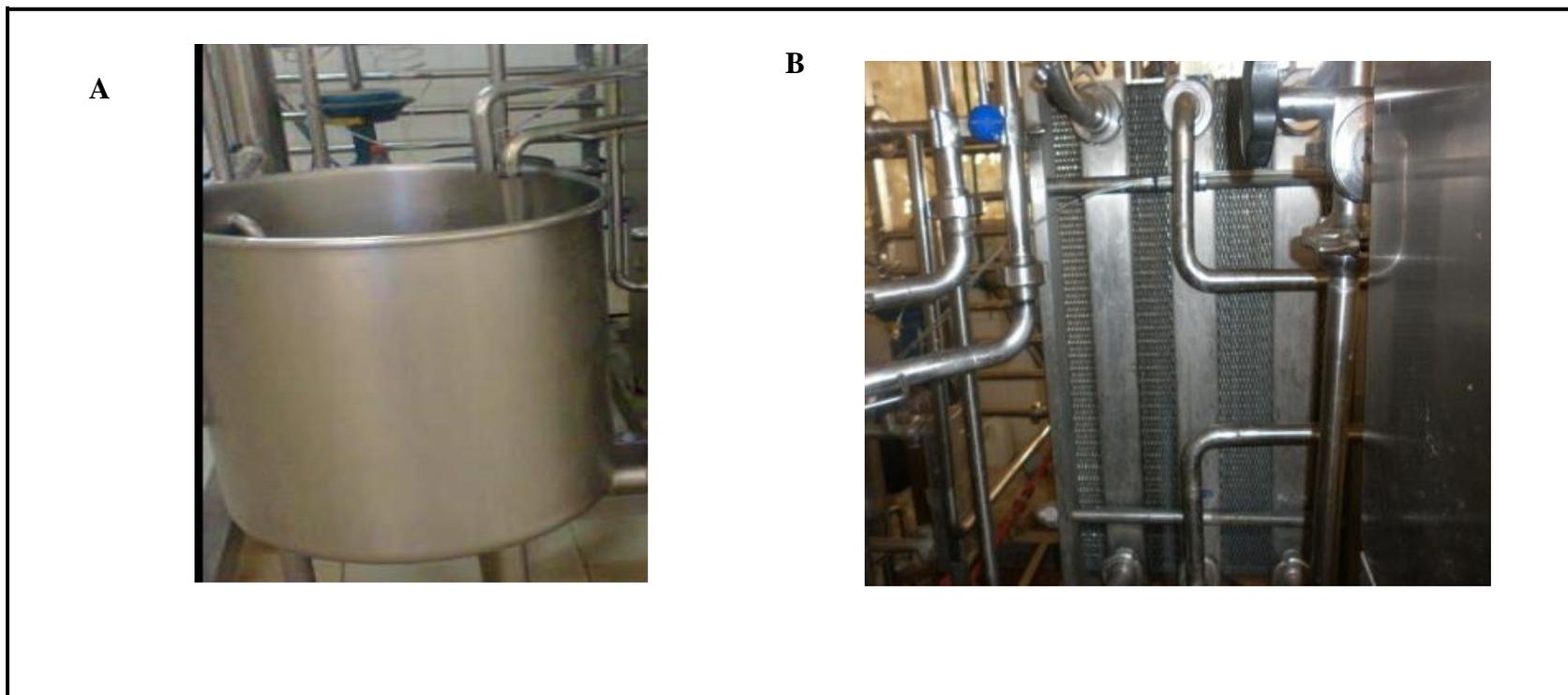
Señor (es): Yesenia G. Guaño  
Fecha: 15 de marzo del 2014  
Dirección: Tunshi

CANT.	DESCRIPCION	V. UNIT.	V. TOTAL
✓ 1	Arquival archivo de 070x180x25	170,00	170,00
✓ 1	Maquiel de 180x140x0350F	250,00	250,00
✓ 1	Escritorio de 0,60x0,80	80,00	80,00
✓ 1	Silla de oficina AP	22,00	22,00
			
			SUB-TOTAL \$ 522,00
			TOTAL GRAVADO IVA 0% \$ 522,00
			TOTAL GRAVADO IVA % \$
			IMPORTE DEL IVA \$
			TOTAL DE ESTA PROFORMA \$ 522,00

  
FIRMA AUTORIZADA

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química  Yesenia G. Guaño L.	Proforma de los muebles del laboratorio de calidad para la Planta de lácteos Tunshi		
	<input type="radio"/> Certificado <input type="radio"/> Por aprobar <input type="radio"/> Aprobado <input checked="" type="radio"/> Para información <input type="radio"/> Por calificar		Lámina	Escala	Fecha
			1A	Normal	2014-03-15

**ANEXO XIV:** Equipos de la Planta de lácteos Tunshi para la producción de leche pasteurizada



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	<p style="text-align: center;">ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química</p> <p style="text-align: center;">Yesenia G. Guaño L.</p>	<b>Equipos de la Planta de lácteos Tunshi para la producción de leche pasteurizada</b>		
<p>A. Tanque balanza</p> <p>B. Intercambiador de placas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Certificado</li> <li>○ Por aprobar</li> <li>○ Aprobado</li> <li>● Para información</li> <li>○ Por calificar</li> </ul>		Lámina	Escala	Fecha
			1A	Normal	2014-04-10

**ANEXO XV: Equipos de la Planta de lácteos Tunshi para la producción de leche pasteurizada**

**C**



**D**



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química  Yesenia G. Guaño L.	Equipos de la Planta de lácteos Tunshi para la producción de leche pasteurizada		
C. Estandarizadora D. Homogenizador	<input type="radio"/> Certificado <input type="radio"/> Por aprobar <input type="radio"/> Aprobado <input checked="" type="radio"/> Para información <input type="radio"/> Por calificar		Lámina	Escala	Fecha
			1A	Normal	2014-04-10

**ANEXO XVI:** Equipos de la Planta de lácteos Tunshi para la producción de leche pasteurizada

**E**



NOTAS		CATEGORIA DEL DIAGRAMA	Equipos de la Planta de lácteos Tunshi para la producción de leche pasteurizada		
E. Tanque de almacenamiento		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Certificado</li> <li>○ Por aprobar</li> <li>○ Aprobado</li> <li>● Para información</li> <li>○ Por calificar</li> </ul>	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química  Yesenia G. Guaño L.		
F. Enfundadora.					
			1A	Normal	2014-04-10

**ANEXO XVII: Equipos de la Planta de lácteos Tunshi para la producción de leche pasteurizada**

**G**



**H**



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO Facultad de Ciencias Escuela de Ingeniería Química  Yesenia G. Guaño L.	Equipos de la Planta de lácteos Tunshi para la producción de leche pasteurizada		
G. Caldero H. Banco de hielo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Certificado</li> <li>○ Por aprobar</li> <li>○ Aprobado</li> <li>● Para información</li> <li>○ Por calificar</li> </ul>		Lámina	Escala	Fecha
			1A	Normal	2014-04-10