



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**DISEÑO DE UNA PLANTA PROCESADORA PARA LA**  
**OBTENCIÓN DE PULPA DE FRUTILLA EN LA PARROQUIA SAN**  
**GERARDO DEL CANTÓN GUANO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**TIPO: PROYECTO TÉCNICO**

Previo a la obtención del título de:  
**INGENIERO QUÍMICO**

**AUTOR: ALEX SANTIAGO PILCO CARRAZCO**  
**TUTOR: ING. MARIO GUSTAVO VILLACRÉS ÁLVAREZ**

**Riobamba-Ecuador**  
**2017**

© 2017, Alex Santiago Pilco Carrazco

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El presente trabajo de titulación **“DISEÑO DE UNA PLANTA PROCESADORA PARA LA OBTENCIÓN DE PULPA DE FRUTILLA EN LA PARROQUIA SAN GERARDO DEL CANTÓN GUANO”**, de responsabilidad del señor Alex Santiago Pilco Carrasco ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizado su presentación.

**NOMBRE**

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Mario Villacrés

.....

.....

**DIRECTOR DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

Bqf. Verónica Villota

.....

.....

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Yo, Alex Santiago Pilco Carrazco, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 06 de diciembre de 2017

Alex Santiago Pilco Carrazco

C.I:060413190-4

“Yo, Alex Santiago Pilco Carrasco, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.”

Alex Santiago Pilco Carrasco  
C.I:060413190-4

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo quiero dedicar en primer lugar a Dios y a la Santísima Virgen por las bendiciones recibidas y por la oportunidad de dar este paso importante en mi vida y en la de mi familia.

En segundo lugar a mis padres que son mis ángeles que me brindaron su apoyo incondicional para cumplir con esta meta, con la enseñanza de valores importantes como la humildad, responsabilidad, respeto y perseverancia.

En tercer lugar a mis hermanos Víctor, Marcelo, Dennis, Juanito y a mi hermana hermosa Grace por darme las razones y motivos suficientes para culminar con esta etapa, dando un paso gigante en mi etapa de preparación.

A mis sobrinos que me motivaron a seguir como ejemplo en sus vidas, y por ultimo Jéssica Arévalo por el apoyo, paciencia, comprensión y amor para terminar el presente trabajo.

Alex Santiago Pilco Carrazco

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y la Virgen Santísima, por iluminarme y bendecirme en cada paso de mi proceso de preparación estudiantil, permitiendo llegar a culminar esta etapa.

A mis padres por el apoyo no solo emocional sino económico que me facilito el camino hacia el cumplimiento de esta etapa.

A cada uno de mis hermanos Víctor, Marcelo, Dennis, Juanito y a mi hermana Grace por nunca dejarme solo y apoyarme siempre.

A Jéssica Arévalo por el tiempo dedicado para desarrollar este proyecto.

Al GAD Parroquial Rural de San Gerardo, de manera especial al presidente Martin Quisnea por facilitar la realización del presente proyecto.

Al Ing. Mario Villacrés y a la Bqf. Verónica Villota por la guía en base a su conocimiento para la terminación del presente proyecto.

Alex Santiago Pilco Carrazco

## TABLA DE CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>1</b>	<b>DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....1</b>
1.1	Identificación del problema ..... 1
1.2	Justificación del problema .....1
1.3	Línea base del proyecto .....2
<b>1.3.1</b>	<b><i>Reconocimiento de los sectores productivos.....2</i></b>
<b>1.3.2</b>	<b><i>Producción actual y proyección para 5 años .....4</i></b>
<b>1.3.3</b>	<b><i>Parte Experimental .....4</i></b>
1.3.3.1	<i>Metodología .....4</i>
1.3.3.2	<i>Método de muestreo .....5</i>
1.3.3.3	<i>Caracterización de la muestra .....6</i>
1.3.3.4	<i>Datos experimentales .....7</i>
1.3.3.5	<i>Datos adicionales.....9</i>
<b>1.3.4</b>	<b><i>Marco Conceptual.....10</i></b>
1.3.4.1	<i>Frutilla .....10</i>
1.3.4.2	<i>Parámetros de caracterización de la frutilla .....11</i>
1.3.4.3	<i>Pulpa de frutilla .....12</i>
1.3.4.4	<i>Parámetros de validación de la pulpa .....12</i>
1.3.4.5	<i>Descripción del proceso de despulpado.....13</i>
1.3.4.6	<i>Aditivos para pulpa de frutas .....17</i>
1.4	Beneficiarios directos e indirectos.....18
<b>CAPITULO 2</b>	
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS DEL PROYECTO .....19</b>
2.1	Objetivo General .....19
2.2	Objetivos específicos.....19
<b>CAPÍTULO 3</b>	



<b>3</b>	<b>ESTUDIO TÉCNICO .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>Localización del proyecto.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Localización geográfica .....</b>	<b>20</b>
3.1.1.1	Macro Localización .....	21
3.1.1.2	Micro Localización .....	21
<b>3.1.2</b>	<b>Factores climáticos del lugar .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>Ingeniería del proyecto.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Instalación interna de la planta.....</b>	<b>24</b>
3.2.1.1	Tuberías .....	24
3.2.1.2	Accesorios .....	24
3.2.1.3	Válvulas.....	25
3.2.1.4	Materiales .....	25
3.2.1.5	Requerimientos básicos de la planta .....	26
<b>3.2.2</b>	<b>Dimensionamiento de la planta .....</b>	<b>28</b>
3.2.2.1	Cálculo del rendimiento de la pulpa de frutilla .....	28
3.2.2.2	Diseño del tanque de lavado .....	29
3.2.2.3	Diseño de la marmita .....	38
3.2.2.4	Diseño de la despulpadora.....	39
3.2.2.5	Diseño del pasteurizador .....	45
3.2.2.6	Diseño de una envasadora .....	62
3.2.2.7	Diseño del cuarto frio .....	66
3.2.2.8	Diseño de una caldera .....	67
3.2.2.9	Dimensionamiento de las bandas transportadoras.....	69
3.2.2.10	Diseño de la mesas de selección .....	73
<b>3.2.3</b>	<b>Resultados del dimensionamiento .....</b>	<b>74</b>
3.2.3.1	Dimensionamiento de los equipos principales .....	74
3.2.3.2	Dimensionamiento de equipos secundarios .....	77
<b>3.2.4</b>	<b>Balances de masa y energía .....</b>	<b>78</b>
3.2.4.1	Proceso de selección .....	78
3.2.4.2	Proceso de lavado .....	79
3.2.4.3	Proceso de escaldado.....	80
3.2.4.4	Proceso de despulpado .....	82
3.2.4.5	Proceso de pasteurizado .....	83
3.2.4.6	Proceso de envasado .....	86
3.2.4.7	Balance del cuarto frio.....	86
3.2.4.8	Proceso de generación de vapor .....	87

<b>3.3</b>	<b>Proceso de producción .....</b>	<b>93</b>
<b>3.4</b>	<b>Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria.....</b>	<b>95</b>
<b>3.5</b>	<b>Análisis de costo/beneficio del proyecto.....</b>	<b>96</b>
<b>3.5.1</b>	<b><i>Cálculo del VAN (Valor Anual Neto).....</i></b>	<b>99</b>
<b>3.5.2</b>	<b><i>Cálculo del TIR (Tasa Interna de Retorno) .....</i></b>	<b>99</b>
<b>3.6</b>	<b>Cronograma de ejecución del proyecto. ....</b>	<b>101</b>
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>104</b>

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Puntos de abastecimiento .....	3
<b>Tabla 2-1:</b> Determinación del tamaño de muestra para productos a granel .....	6
<b>Tabla 3-1:</b> Resultado de la caracterización organoléptica.....	6
<b>Tabla 4-1:</b> Caracterización físico-química de la frutilla .....	7
<b>Tabla 5-1:</b> Caracterización microbiológico a la frutilla .....	7
<b>Tabla 6-1:</b> Datos experimentales del diámetro y altura de la fruta .....	7
<b>Tabla 7-1:</b> Datos experimentales del diámetro de la semilla .....	8
<b>Tabla 8-1:</b> Dato adicional del acero inoxidable AISI 304.....	9
<b>Tabla 9-1:</b> Propiedades del agua .....	9
<b>Tabla 10-1:</b> Propiedades térmicas del agua.....	9
<b>Tabla 11-1:</b> Propiedades Térmicas de la frutilla .....	9
<b>Tabla 12-1:</b> Composición nutricional de la frutilla.....	10
<b>Tabla 13-1:</b> Especificaciones fisicoquímicas para pulpas de frutas .....	12
<b>Tabla 14-1:</b> Especificaciones microbiológicas para productos pasteurizados .....	13
<b>Tabla 15-1:</b> Características de la Parroquia San Gerardo .....	20
<b>Tabla 16-3:</b> Parámetros del agua para caldera .....	26
<b>Tabla 17-3:</b> Constante de accesorios.....	36
<b>Tabla 18-3:</b> Valores constantes para correlación de Nusselt .....	55
<b>Tabla 19-3:</b> Características del polietileno.....	65
<b>Tabla 20-3:</b> Anchos normalizados del CEMA.....	69
<b>Tabla 21-3:</b> Diámetro de rodillos en función del ancho de banda .....	71
<b>Tabla 22-3:</b> Coeficiente de fricción en rodillos.....	71
<b>Tabla 23-3:</b> Características de los rodillos ROTRANS .....	73
<b>Tabla 24-3:</b> Resultados del dimensionamiento del tanque de lavado .....	74
<b>Tabla 25-3:</b> Resultados del dimensionamiento del tanque de marmita.....	74
<b>Tabla 26-3:</b> Resultados del dimensionamiento de la despulpadora .....	75
<b>Tabla 27-3:</b> Resultados del dimensionamiento del pasteurizador.....	75
<b>Tabla 28-3:</b> Resultados del dimensionamiento de la envasadora y selladora .....	76
<b>Tabla 29-3:</b> Resultados del dimensionamiento del cuarto frío.....	77
<b>Tabla 30-3:</b> Resultados del dimensionamiento de la caldera .....	77
<b>Tabla 31-3:</b> Resultados del dimensionamiento de las bandas transportadoras. ....	78
<b>Tabla 32-3:</b> Resultados del dimensionamiento de las mesas de selección.....	78
<b>Tabla 33-3:</b> Descripción del proceso de producción.....	93

<b>Tabla 34-3:</b> Requerimiento de tecnología, equipos y maquinaria.....	95
<b>Tabla 35-3:</b> Inversión fija.....	97
<b>Tabla 36-3:</b> Egresos .....	97
<b>Tabla 37-3:</b> Costos totales.....	98
<b>Tabla 38-3:</b> Ingreso anual .....	99
<b>Tabla 39-3:</b> Cálculo del VAN .....	99
<b>Tabla 40-3:</b> Cálculo del TIR .....	99
<b>Tabla 41-3:</b> Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Índice de madurez de la frutilla .....	11
<b>Figura 2-3:</b> Macro Localización .....	21
<b>Figura 3-3:</b> Micro Localización .....	21
<b>Figura 4-3:</b> Aplicaciones del vapor.....	28
<b>Figura 5-3:</b> Diseño de la tolva.....	39
<b>Figura 6-3:</b> Diseño del tanque tamiz.....	41
<b>Figura 7-3:</b> Representación de la fuerza centrífuga .....	43
<b>Figura 8-3:</b> Representación de la velocidad angular.....	44
<b>Figura 9-3:</b> Sistema de dosificación flujo pistón .....	64

## RESUMEN

El objetivo fue diseñar una planta procesadora para la obtención de pulpa de frutilla para la Parroquia San Gerardo del Cantón Guano, para el desarrollo se efectuó el reconocimiento y cuantificación de la producción total, tomando como base la producción en años anteriores se proyecta a 5 años, el valor obtenido de carga fue de 125 kg/h, el método de muestreo será de acuerdo a la norma respectiva, la parte experimental del proyecto inició con la caracterización de la materia prima mediante análisis sensorial: olor, color, apariencia, análisis físico químico: pH, sólidos solubles, densidad, viscosidad, acidez, índice de refracción y el análisis microbiológico: mohos y levaduras, coliformes totales, coliformes fecales, aerobios mesófilos, la simulación del proceso se realizó en el Laboratorio de Procesos Industriales de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, una vez definido el proceso más adecuado se registró los datos obtenidos en la simulación y las variables de operación, se realizó el diseño de los equipos necesarios para el proceso propuesto como: tanque de lavado, tanque marmita para escaldado, despulpadora horizontal, pasteurizadora, envasadora y selladora, cuarto frío para congelación, y equipos secundarios: mesas de selección, bandas transportadoras y caldera. La validación del producto y del proceso se lo realizó con la norma NTE 2337, que establece parámetros físico químico: sólidos solubles mínimo para la frutilla es de 6 grados brix, pH: 3,5, parámetros microbiológicos: mohos y levaduras, coliformes totales, coliformes fecales, anaerobios mesófilos todos con un valor inferior a 10 UFC. Los equipos se distribuyen en planta de forma que garantice su correcto funcionamiento. El proceso propuesto es el adecuado para el procesamiento de la frutilla ya que asegura la inocuidad y calidad de la pulpa obtenida, se recomienda tener un registro de la frutilla que ingresa a la planta y realizar un control de calidad al final de cada lote producido.

**Palabras Clave:** <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA>, < CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA>, <ANÁLISIS SENSORIAL>, <VARIABLES DE PROCESO>, <DISEÑO DE EQUIPOS>, <PULPA DE FRUTILLA> <PLANTA PROCESADORA>

## ABSTRACT

The present research was carried out for designing a processor plant and to obtain strawberry pulp, in San Gerardo parish, in Guano canton. For the developing was made of recognition and quantification of total production based on the production last years was projected to 5 years, the value obtained load was 125 kg/h. The sampling method was according to the standard respective, experimental part of project that began with the characterization of raw material through sensory analysis as: odor, color, chemical physical appearance pH, soluble solids, density, viscosity, acidity, refractive index, and microbiological analysis, molds and yeasts, total coliforms, fecal coliforms, mesophilic aerobes. The simulation process was carried out at Laboratory of Processes from Faculty of Sciences at Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; the design of necessary equipment was approved out for proposed process such as: washing tank, scalding pot, horizontal pulpier, pasteurizer, packer and sealer, cold room for freezing, and secondary equipment: selection tables, conveyor belts and boiler. The validation of product and process was passed out with the NTE (Ecuadorian technical standard) 2337 standard, which establishes physical chemical parameters: minimum soluble solids for strawberries is 6 degrees brix, pH: 3,5, microbiological parameters: molds and yeasts, total coliforms, fecal coliforms, mesophilic aerobes with a value lower than 10 CFU. The equipment is distributed into a plant in a way that guarantees its correct functioning. The proposed process is suitable for strawberry processing, since it assures the innocuousness and quality of the pulp obtained, it is recommended to have a strawberry register as it enters the plant and perform a quality control at the end of each batch produced.

**Keywords:** <CHEMICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY>, <CHEMICAL PHYSICAL CHARACTERIZATION, AND MICROBIOLOGY>, <SENSORIAL ANALYSIS>, <PROCECESS VARIABLES>, <EQUIPMENT DESIGN>, <STRAWBERRIES PULP>, <PLANT PROCESSOR>

## CAPÍTULO 1

### 1 DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1 Identificación del problema

La parroquia de San Gerardo del Cantón Guano tiene una producción apreciable de frutilla, esta fruta es la más producida por encima de la mora la cual también se produce en el sector. La producción de frutilla que hasta el 2015 ocupaba 4.5 hectáreas de la extensión total de la parroquia, que ha ido en aumento ya que esta fruta se produce durante todo el año. (PDyOT, 2015, pág. 31)

La problemática que viven los productores de la parroquia es que el mercado nacional no reconoce la inversión realizada en todo el proceso de producción, sujetándose a la ley de la oferta y la demanda, quien termina imponiendo el precio de la fruta, que no satisfacen gastos y capital invertido de forma inmediata. La parroquia de San Gerardo del Cantón Guano no cuenta con una entidad dedicada al procesamiento de frutas, tampoco posee un proyecto que contribuya con el desarrollo agroindustrial, siendo la razón por la cual el desarrollo agroindustrial en la parroquia se ve obstaculizada.

#### 1.2 Justificación del problema

El sector de Agroindustria en el Ecuador se ha incrementado y ha tomado importancia en la economía, este crecimiento surge en el país por la necesidad de explotar otros sectores diferentes del petróleo, uno de ellos es el sector agroindustrial. El avance de la ciencia y tecnología constituyen el pilar fundamental para la implementación de sistemas de operación para un adecuado procesamiento, este tipo de adelantos garantizan la calidad del producto final que se comercializa en el mercado.

El presente estudio pretende brindar un camino distinto a la frutilla con su procesamiento, pero también para que sirva como punto de partida para el procesamiento de los demás alimentos



producidos en la zona, las transformaciones de la materia prima en sus derivados generan un valor agregado, con esto se extiende las posibilidades de comercialización. La aceptabilidad del cliente hacia productos que sean sellados y con distintivo de calidad es alto.

La implementación del proyecto será un impacto positivo para la zona, contribuirá con un mayor rédito económico a los productores, disminuyendo la participación de intermediarios que decrecen aún más el valor de la fruta, con el proyecto el desarrollo productivo y económico de la parroquia aumenta, al brindar una opción mucho más rentable para sus productores, y también incentivando para que los productores piensen en aumentar su producción o implementar su propio proyecto de procesamiento.

De acuerdo a los motivos antes mencionados se propone realizar el **“DISEÑO DE UNA PLANTA PROCESADORA PARA LA OBTENCIÓN DE PULPA DE FRUTILLA EN LA PARROQUIA SAN GERARDO DEL CANTÓN GUANO”**, cumpliendo con los requerimientos y exigencias planteadas por la parroquia, mediante las especificaciones de los organismos que regulan los productos que entran al mercado nacional, en nuestro país el organismo de control es el Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN), la norma correspondiente para este proyecto es la INEN NTE 2337-2008.







### **1.3 Línea base del proyecto**

#### ***1.3.1 Reconocimiento de los sectores productivos***

Para realizar este proyecto se hizo el recorrido del sector productivo de cada productor interesado, para en lo posterior cuantificar la producción total en la semana y obtener la cantidad por hora que se produce, para conocer los puntos de abastecimiento de la muestra para los análisis posteriores.

La muestra debe ser representativa de cada uno de los puntos que forman la carga total de frutilla producida, para ilustrar a continuación ilustramos tres puntos de abastecimiento de mayor producción con un aporte de casi el 50 % de la producción total.

**Tabla 1-1:** Puntos de abastecimiento

VISTA SATELITAL	UBICACIÓN	VISTA PANORAMICA
	<p><b>Punto 1 de muestreo</b>                      Zona: 17m                      Coordenada este: 765923.98 m e                      Coordenada norte: 9819758.75 m s                      Latitud: -1.629267°                      Longitud: -78.609945°</p>	
	<p><b>Punto 2 de muestreo</b>                      Zona: 17m                      Coordenada este: 765919.40 m e                      Coordenada norte: 9819541.87 m s                      Latitud: -1.631228°                      Longitud: -78.609984°</p>	
	<p><b>Punto 3 de muestreo</b>                      Zona: 17m                      Coordenada este: 765788.84 m e                      Coordenada norte: 9819437.75 m s                      Latitud: -1.631484°                      Longitud: -78.610771°</p>	

Fuente: Google Heart

Realizado por: PILCO, Alex.2017

El total de los productores que conforman el grupo interesado son alrededor de 15 productores de los cuales anteriormente se observa los tres más representativos con una mayor producción los demás cuentan con una producción muy inferior pero que esta contabilizado en la producción final utilizada para el diseño.

### ***1.3.2 Producción actual y proyección para 5 años***

La parroquia de San Gerardo posee un grupo de productores de frutilla que tienen un gran interés en formar parte de este proyecto. Los productores interesados en apoyar este proyecto fueron 15, que contribuyen con un total de carga de 29 760 lb/semana o lo que es lo mismo 80,35 Kg/h como producción total final, cabe indicar que existen productores que no están apoyando la ejecución de este proyecto que constituyen cerca de apenas el 1,20% de la producción total existente en la parroquia, debido a la desinformación o el miedo al cambio de comercialización de su frutilla, porque en la mayoría de los casos su producción es su fuente de subsistencia y no quieren arriesgarse.

Según la información del GAD Parroquial de San Gerardo en los dos últimos 2 años (2015-2016) la producción aumento en un 10 % por año, según este antecedente podemos proyectar a 5 años un aumento en la producción del 50%, y si a esto le sumamos la cantidad de productores que no están apoyando el proyecto tenemos un aumento del 56%, dato que servirá para poder determinar la cantidad de fruta disponible para su procesamiento. La producción actual de frutilla es de 80,35 Kg/h, la producción proyectada dentro de 5 años será 125 kg/h de frutilla, dato utilizado para el cálculo y dimensionamiento de la planta procesadora.

### ***1.3.3 Parte Experimental***

#### ***1.3.3.1 Metodología***

##### **❖ Métodos**

#### **Método Inductivo**

Este método de inferencia permite llegar a una conclusión a partir del análisis de los elementos, es decir va de lo particular hacia lo universal, se utiliza la observación y registro de los datos obtenidos. El razonamiento permite la adopción o no de la conclusión obtenida. En este proyecto se utiliza los parámetros medidos para la caracterización como pH, grados brix, índice de refracción, densidad y viscosidad, y las características microbiológicas, que permiten desarrollar y llegar al diseño de la planta procesadora.

## **Método Deductivo**

Este método de inferencia adopta una conclusión general para analizar un elemento particular, va de lo universal a lo particular, para ello se utiliza información de temas a fin al proyecto como Química de Alimento, Cálculos de Ingeniería, Operaciones Unitarias, Ingeniería de Plantas, Mecánica de Fluidos, Control de Procesos, que dan como solución más viable el diseño de la planta procesadora de frutilla.

## **Método Experimental**

Este método permite controlar equipos y herramientas donde el investigador realiza mediciones, y modificaciones a las variables a determinadas condiciones de acuerdo a criterio teórico-científico. Este método implica la observación y manipulación, para entender la relación que existe entre variables y su variabilidad que se produce. El método experimental permite la simulación del proceso para obtener la pulpa, controlando las variables en cada operación.

### **❖ Técnicas**

La caracterización de la muestra inicial y simulación del procesamiento para la obtención de la pulpa de frutilla, se ejecuta bajo el manual de procedimiento de laboratorio de Química Instrumental y del Laboratorio de Procesos Industriales de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.

#### *1.3.3.2 Método de muestreo*

Para la obtención de la materia prima, se procedió a la toma de una muestra representativa de los puntos establecidos de abastecimiento, y se lo hace de acuerdo a la norma INEN NTE 1750 específica para el muestreo de frutilla fresca.

**Tabla 2-1:** Determinación del tamaño de muestra para productos a granel

Masa de lote (en kg) o número total de unidades, paquetes o atados al lote.	Masa total de muestras elementales o número total de unidades, paquetes o atados que debe extraerse en kg.
Hasta 200	10
201 – 500	20
501 – 1000	30
1001 – 5000	60
Mayor de 5001	100 (mínimo)

Fuente: (INEN 1750, 1994, p. 4)

Realizado por: PILCO, Alex.2017

### 1.3.3.3 Caracterización de la muestra

#### Caracterización organoléptica

Para el análisis organoléptico o sensorial se procedió a evaluar la muestra que fue previamente muestreada según la norma específica, los 10 kg que son alrededor de 470 frutillas con un nivel de rechazo según la norma ICOTEC NTC 4103 de máximo el 5 %.

**Tabla 3-1:** Resultado de la caracterización organoléptica.

PARAMETRO	DESCRIPCION	RESULTADO	
		CUMPLE (%)	NO CUMPLE (%)
<b>OLOR</b>	El olor debe ser característico de la fruta sin la presencia de algún olor extraño.	99	1
<b>ASPECTO</b>	La fruta debe estar sana, entera, libre de material extraño ajeno a la fruta misma, deben ser consistentes y frescas.	97	3
<b>COLOR</b>	La coloración de la fruta debe ser igual o mayor al 90% del total de la fruta.	99	1

Realizado por: PILCO, Alex.2017

Fuente: Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos (SAQMIC)

## Caracterización física-química

**Tabla 4-1:** Caracterización físico-química de la frutilla

VARIABLE	VALOR
pH	3,50
Grados brix	9,70
Índice de refracción	1,349
Densidad (g/ml)	0,930
Viscosidad (mPa.s)	936
Acidez	0,98

Fuente: Laboratorio de Instrumental de la ESPOCH  
Realizado por: Alex Pilco.2017

## Caracterización microbiológica

**Tabla 5-1:** Caracterización microbiológico a la frutilla

VARIABLE	METODO	VALOR
Coliformes fecales (UFC/g)	INEN 1529-8	-
Coliformes totales (UFC/g)	INEN 1529-6	-
Mohos y levaduras (UFC/g)	INEN 1529-10	750
Aerobios mesófilos (UFC/g)	INEN 1529-8	

Fuente: Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos (SAQMIC)  
Realizado por: Alex Pilco.2017

### 1.3.3.4 Datos experimentales

#### Datos experimentales de la medición de diámetro de la fruta.

**Tabla 6-1:** Datos experimentales del diámetro y altura de la fruta

MUESTRA (FRUTA)	PESO (g)	DIÁMETRO DE FRUTA (cm)	ALTURA DE FRUTA (cm)
1	12,4416	2,972	3,374
2	32,0519	3,810	6,000
3	11,7702	2,746	3,522
4	31,4461	4,144	6,000
5	9,9765	2,630	3,410
6	21,0654	3,420	4,648
7	37,7619	4,100	6,200
8	6,2234	2,363	4,120

9	18,2654	3,152	3,542
10	15,2365	2,894	3,144
11	61,7467	4,900	6,344
12	26,6547	3,416	4,244
13	16,2971	3,024	3,412
14	7,6960	2,640	2,324
15	9,8819	2,616	3,246
<b>PROMEDIO</b>	<b>21,2344</b>	<b>3,255</b>	<b>4,250</b>

Realizado por: Pilco Alex

### Datos experimentales de la medición de diámetro semilla.

**Tabla 7-1:** Datos experimentales del diámetro de la semilla

<b>MUESTRA (SEMILLA)</b>	<b>DIÁMETRO (mm)</b>
1	1,30
2	1,38
3	0,98
4	1,20
5	0,98
6	1,27
7	1,05
8	0,95
9	0,97
10	1,16
11	1,09
12	1,22
13	0,97
14	0,99
15	0,98

Realizado por: Alex Pilco.2017

### 1.3.3.5 Datos adicionales

#### Datos adicionales del material acero AISI 304

**Tabla 8-1:** Dato adicional del acero inoxidable AISI 304

VARIABLE	VALOR	UNIDAD
Coficiente de conductividad térmica	3,60	$W/m^2 \cdot ^\circ C$

Fuente: (Ocaña, 2015)

Realizado por: PILCO, Alex.2017

#### Datos adicionales de las propiedades del agua

**Tabla 9-1:** Propiedades del agua

VARIABLE	VALOR	UNIDAD
k del agua a 20°C	0,513	$Kcal/m \cdot h \cdot ^\circ C$
Densidad del agua a 20°C	998,2	$Kg/m^3$
Densidad del agua a 100°C	958,38	$Kg/m^3$
Viscosidad a 20°C	$1,005 \times 10^{-3}$	$Kg/m \cdot s$

Fuente: (McCabe, Smith, & Harriott, 1991, p. 1084)

Realizado por: PILCO, Alex.2017

**Tabla 10-1:** Propiedades térmicas del agua

VARIABLE	VALOR	UNIDAD
Cp del agua a 20°C	4,188	$KJ/kg \cdot K$
Cp del agua a 100°C	4,22	$KJ/kg \cdot K$
Calor latente de vaporización	2257	$KJ/kg$

Fuente: (Cengel & Boles, 2009, p. 908)

Realizado por: PILCO, Alex.2017

#### Datos adicionales de las propiedades de la frutilla

Las propiedades térmicas de la frutilla son:

**Tabla 11-1:** Propiedades Térmicas de la frutilla

VARIABLE	VALOR	UNIDAD
----------	-------	--------



Cp de la frutilla por encima del punto de congelamiento	3,8	<i>KJ/kg.K</i>
Entalpia de fusión	301	<i>KJ/kg.K</i>
Cp de la frutilla por debajo del punto de congelamiento	1,97	<i>KJ/kg</i>

Fuente: (Cengel & Boles, 2009, p. 909)

Realizado por: PILCO, Alex.2017

### 1.3.4 Marco Conceptual

#### 1.3.4.1 Frutilla

La frutilla o fresa es conocida como una planta perenne, rastrera, que se caracteriza por tener brotes laterales del tallo denominados estolones de nombre científico fragaria, pertenece a la familia de las rosáceas, que se caracterizan por su aroma, el fruto es carnoso de color rojo que puede ser consumida como fruta cruda o de forma procesada como jugos, néctares, pulpas, etc. El fruto tiene forma cónica redondeada con un diámetro que varía de acuerdo a la especie, posee propiedades medicinales y propiedades diuréticas. (Angulo, 2009, pp. 8-9)

**Tabla 12-1:** Composición nutricional de la frutilla

<b>Frutilla (composición por 100 g de porción comestible )</b>		
Agua	80 – 90	%
Proteínas	0,5 – 0,9	%
Lípidos	0,1 – 0,4	%
Hidratos de carbono	5 – 10	%
Vitamina B	29,3	um
Vitamina C	20-70	mg
Calcio	21	mg
Hierro	1	mg
Fosforo	31,5	mg
Sodio	1	mg
Potasio	44,8	mg

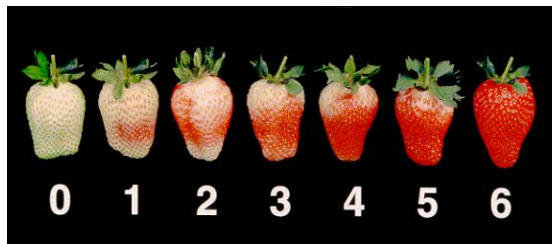
Fuente: (Angulo, 2009, p. 12)

Realizado por: PILCO, Alex. 2017

#### 1.3.4.2 Parámetros de caracterización de la frutilla

##### **Parámetros organolépticos**

Los parámetros organolépticos son adoptados de la norma colombiana (ICONTEC 4103, 1997, p. 7) con la consideración que no es la variedad de frutilla utilizada en este proyecto, ya que en el país no existe una norma específica para caracterizar la frutilla, los parámetros de importancia que afectan la calidad de la fruta son: el color, sabor, apariencia.



**Figura 1-1:** Índice de madurez de la frutilla  
Fuente: (ICONTEC 4103, 1997, p. 5)

##### **Parámetros físico químicos**

Los parámetros físico-químicos considerados para la fruta fresca son los siguientes:

- pH
- Densidad
- Viscosidad
- Grados brix
- Índice de refracción
- Acidez

##### **Parámetros microbiológicos**

Los parámetros considerados se especifican en la norma utilizada,

- Coliformes fecales
- Coliformes totales
- Mohos y Levaduras
- Aerobios mesófilos

#### 1.3.4.3 Pulpa de frutilla

Se considera pulpa de frutilla al producto carnosos y comestibles, sin fermentar pero que es susceptible a esta, que se obtiene a partir de la parte comestible de frutas maduras, sanas, lavadas y desinfectadas conservadas en medios físicos, sin la eliminación del jugo de frutas enteras o peladas en buen estado de madurez mediante el procesamiento conforme a los Principios de Buenas Prácticas de Manufactura. (INEN 2337, 2008, p. 1)

#### 1.3.4.4 Parámetros de validación de la pulpa

Para el proceso de validación de la pulpa obtenida nos basamos en la norma ecuatoriana INEN NTE 2337-2008 específica para pulpa de fruta, néctares, concentrados, bebidas de frutas y vegetales.

#### Parámetros organolépticos o sensoriales

Los parámetros organolépticos serán los mismos de la fruta de la cual procede según la norma establecida, la pulpa debe estar exenta de cualquier material diferente a la pulpa, exenta de sabores, olores extraños. (INEN 2337, 2008, p. 3)

#### Especificaciones físicas-químicas

**Tabla 13-1:** Especificaciones fisicoquímicas para pulpas de frutas

FRUTA	NOMBRE BOTÁNICO	SÓLIDOS (MÍNIMO)	SOLUBLES
Banano	Musa spp		21,0
Durazno(Melocotón)	Prunus Persica L.		9,0
Frutilla	Fragaria spp		6,0
Guayaba	Psidium Guajava L.		5,0
Limón	Citrus Limon L.		4,5
Manzana	Malus Domestica Borkh		6,0

Pera	Pyrus Communis L.	10,0
Piña	Ananas Comosus L.	10,0
Sandia	Citrullus Lanatus Thunb	6,0
Uva	Vitis spp	11,0
NOTA 1. Para las frutas que no se encuentran en la tabla el mínimo de grados Brix será el Brix del jugo o pulpa obtenido directamente de la fruta.		

Fuente: (INEN 2337, 2008, p. 4)

Realizado por: PILCO, Alex.2017

### Especificaciones Microbiológicas

La pulpa de frutilla debe estar libre de microorganismos, que puedan generar alguna sustancia y esto genera alguna alteración al producto, provocando algún tipo de riesgo para la salud. La alteración que más se presenta es la fermentación. Las especificaciones microbiológicas para productos pasteurizados se detallan a continuación de la siguiente tabla.

**Tabla 14-1:** Especificaciones microbiológicas para productos pasteurizados

	N	M	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm <sup>3</sup>	3	< 3	-	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm <sup>3</sup>	3	< 3	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuentos estándar en placa REP UP/cm <sup>3</sup>	3	< 10	10	0	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UFC/cm <sup>3</sup>	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-10

Fuente: (INEN 2337, 2008, p. 7)

Realizado por: PILCO, Alex.2017

#### 1.3.4.5 Descripción del proceso de despulpado

### Recepción de materia prima

La recepción de la materia prima es la etapa inicial de todo proceso, donde se receipta la materia prima que ingresa al procesamiento, permite obtener un control en la variedad, lugar de

procedencia, cantidad entregada, esto se realiza mediante un registro diario, para llevar toda la información de cada proveedor. (Suárez, 2013, p. 10)

## **Selección**

El proceso de selección, es el retiro de la materia prima que se encuentre en malas condiciones o presente alguna alteración ya sea parcial o total. Es el primer punto de control del proceso, se lo realiza con la ayuda de la visión y olfato del operador, quien será el encargado de decidir que frutas son separadas. La selección se realizará de forma minuciosa debido a su influencia en la calidad final del producto. Se lo realiza sobre mesas de selección o bandas transportadoras, estableciendo un lugar específico para la fruta descartada.

## **Lavado**

El lavado es la eliminación de impurezas o elementos extraños que son ajenos a la materia prima, para reducir la carga bacteriana, para esta operación se utiliza como fluido el agua potable de la red pública o agua clorada, que permita la eliminación de bacterias y asegurar una limpieza efectiva para las operaciones posteriores. La operación de lavado puede realizar por dos métodos comunes que son:

### **- Lavado por aspersión**

El lavado por aspersión consiste en rociar la materia prima con el objetivo de eliminar agentes contaminantes adheridos a esta. Este método es muy utilizado en industrias de gran producción por su eficiencia. Se controla el volumen, presión, temperatura, tiempo de exposición, distancia de los rociadores.

### **- Lavado por inmersión**

El lavado por inmersión consiste en sumergir el alimento en recipientes adecuados, controlar el tiempo de exposición, si se usa soluciones como el hipoclorito de sodio se debe enjuagar con

abundante agua y cambiar la solución cuando esta ya no presente las características iniciales. Este método es muy usado en pequeñas empresas por ser el más adecuado.

### **Escaldado**

La operación de escaldado es un tratamiento térmico que consiste en la exposición de la materia prima por pocos minutos a altas temperaturas, ya sea con un fluido caliente o con vapor, esto permite reducir la carga microbiana, inactivar las enzimas que deterioran la fruta provocando alteraciones en las características organolépticas, ablandar la fruta, fijar el color, eliminar el oxígeno que provoca el deterioro de alguna frutas, esta operación permite aumentar el rendimiento de la fruta y aumentar la calidad de la pulpa.

### **Despulpado**

La operación que permite obtener la pulpa en forma de pasta que es la parte comestible, separada totalmente de cascara y semillas, el principio en el que basa es la fuerza centrífuga de las paletas que desintegran la fruta, facilitando la extracción de la pulpa con la ayuda de un sistema de tamices, establecidas de acuerdo al diámetro de los residuos de la fruta como cascara y semillas. En esta operación la fruta primero debe ser pelada para que ingrese a la extracción, salvo excepciones de frutas como: guayaba, mora, frutilla que ingresan directamente.

### **Pasteurización y homogenizado**

La pasteurización o pasterización constituye un tratamiento térmico que garantiza la inocuidad de la pulpa, basado en la relación tiempo-temperatura para provocar la eliminación de agentes patógenos que puedan estar presentes, el principio se basa en elevar la temperatura un tiempo prudencial y de forma seguida bajar la temperatura drásticamente generando un cambio brusco para eliminar microorganismo termófilo.

La pasteurización será distinta para los diversos alimentos, tenemos dos relaciones para dar tratamiento térmico, la primera es la más usada y consiste en elevar la temperatura hasta 70°C por un tiempo de 15-30 minutos, y la pasteurización corta donde se incrementa la temperatura hasta

un rango de 75°C a un tiempo corto que hasta los 5 minutos, los dos métodos terminan con un enfriamiento. La homogenización se realiza con un sistema de agitación de palas que se seleccionan de acuerdo a las características del fluido.

## **Envasado**

El proceso de envasado se considera la etapa de conservación, al aislar la pulpa del medio, para evitar su manipulación directa, distribuyendo de manera uniforme en envases que se acomoden a las características y necesidades del producto, con la cantidad establecida, ya sea en peso o en volumen. El envasado al vacío prolonga la vida útil del producto y evita que el producto pierda sus características sensoriales hasta que sea consumida. Los envases que se utilizan para pulpas son de polietileno de alta o baja densidad y de vidrio generalmente.

Según la norma (INEN 2337, 2008, p. 8)“El material de envase debe ser resistente a la acción del producto y no debe alterar las características del mismo. Los productos se deben envasar en recipientes que aseguren su integridad e higiene durante su almacenamiento, transporte y expendio.” Los envases utilizados son los de polietileno de alta densidad envasados al vacío, mediante el cambio de temperatura brusco del producto.

## **Almacenado**

El producto envasado debe ser almacenado en un espacio físico cerrado a temperatura baja, para que las reacciones sean más lentas, para aumentar su tiempo de conservación, hasta que sean expandidas, es el método más empleado para preservar el producto en buenas condiciones, con características sensoriales y nutricionales semejantes a la fruta original. La temperatura ideal de congelamiento para productos como pulpa de fruta es de -15 a -20°C. (Ocaña, 2015, p. 11)

#### 1.3.4.6 *Aditivos para pulpa de frutas*

##### **Conservantes**

Estos compuestos retardan la proliferación de microorganismos.

- Ácido benzoico y sus sales de calcio, potasio, sodio en cantidad máxima de 1000 mg/kg.
- Ácido sórbico y sus sales de calcio, potasio, sodio en cantidad máxima de 1000 mg/kg.

##### **Estabilizantes**

Estos compuestos permiten la distribución uniforme de las partículas en toda la pulpa.

- Carboximetil celulosa de sodio
- Pectina

Solos o en mezcla en cantidad máxima de 1.5 g/kg.

##### **Colorantes**

Estos compuestos brindan color a los alimentos para mejorar su aspecto visual. Se pueden utilizar los colorantes naturales permitidos para alimentos. Únicamente para los néctares de guayaba y fresa se permite la adición de los colorantes artificiales.

##### **Acidulantes**

Permiten tener un control de la acidez en un alimento. Aquí tenemos: ácido cítrico, tartárico, málico, y fumárico. Estos limitados por las buenas prácticas de manufactura.



## **1.4 Beneficiarios directos e indirectos**

### **Directos**

El presente proyecto se desarrollará con la finalidad de beneficiar de forma directa a:

- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de San Gerardo
- Parroquia de San Gerardo
- Productores de frutilla.

### **Indirectos**

Con el desarrollo de este proyecto los beneficiarios serian:

- Proveedores de insumos.
- Actores en la línea de comercialización.
- Provincia de Chimborazo

## **CAPITULO 2**

### **2 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **2.1 Objetivo General**

Diseñar una planta de procesamiento para la obtención de pulpa de frutilla para la Parroquia San Gerardo del Cantón Guano.

#### **2.2 Objetivos específicos**

- Realizar la caracterización de la materia prima (frutilla) en base a la Norma NTC 4103 para frutilla fresca.
- Identificar las variables de proceso que involucran el procesamiento de la frutilla a partir de los datos experimentales obtenidos a nivel de laboratorio.
- Realizar el diseño de ingeniería para la planta de procesamiento (cálculos, dimensionamiento, tipo de materiales, controles y presupuesto).
- Validar el diseño de ingeniería en base a lo que establece la Norma NTE INEN 2337:2008 para pulpa de fruta.

## CAPÍTULO 3

### 3 ESTUDIO TÉCNICO

#### 3.1 Localización del proyecto

La planta procesadora de frutilla está diseñada para procesar la producción total en cinco años, considerando como producción total a todos los productores que se interesaron en el proyecto y también a los que no colaboraron, esta consideración se realizó para que la planta pueda acaparar toda la producción una vez esté construida, para un tiempo de construcción y puesta en marcha de cinco años.

##### 3.1.1 Localización geográfica

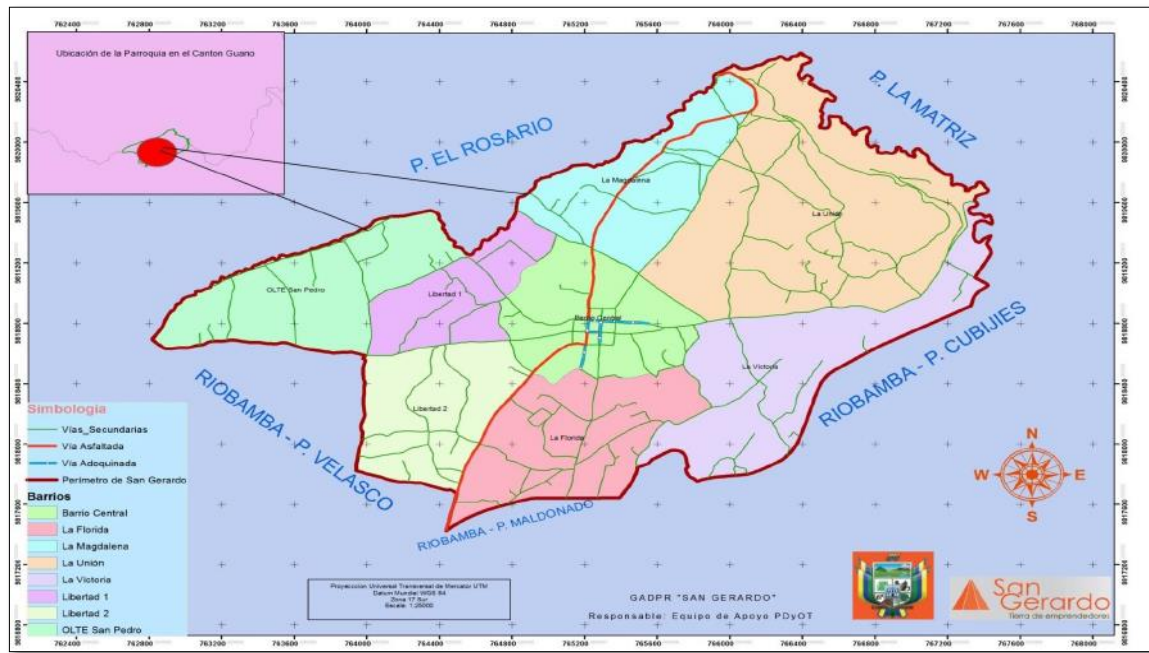
**Tabla 15-1:** Características de la Parroquia San Gerardo

<b>DIRECCIÓN</b>	Cantón Guano Provincia de Chimborazo
<b>Altitud</b>	2400-3000 m.s.n.m.
<b>Coordenadas Centrales</b>	765242,56 – 9818785,54
<b>Precipitaciones</b>	Menor a 500 mm
<b>Temperatura Promedio</b>	13.7 °C
<b>Superficie de la Parroquia</b>	7.12 km <sup>2</sup>
<b>Límites de la Parroquia</b>	<b>Norte:</b> con la Quebrada las Abras <b>Sur:</b> Carretera Riobamba Cubijíes <b>Este:</b> el Río Guano <b>Oeste:</b> Loma Alarcón, hasta cuatro esquinas.

Fuente: (PDyOT, 2015, pág. 18)

Elaborado por: PILCO, Alex.2017

### 3.1.1.1 Macro Localización



**Figura 2-3:** Macro Localización  
Fuente: (PDyOT, 2015, pág. 10)

### 3.1.1.2 Micro Localización



**Figura 3-3:** Micro Localización  
Realizado por: PILCO, Alex.2017

### **3.1.2 Factores climáticos del lugar**

San Gerardo posee un clima Ecuatorial Meso Térmico Seco de acuerdo a la clasificación climática., sus temperaturas propias de un clima semi-húmedo, generan una vegetación propia del clima. Las precipitaciones que presenta son inferiores a 500 mm anuales. Durante los últimos 8 años hasta el 2015 la temperatura media ha sido de 13.7 °C pero se registran ocasiones que ha llegado la temperatura hasta los 25°C. (PDyOT, 2015, pág. 35)

### **3.2 Ingeniería del proyecto**

La Parroquia de San Gerardo es el sector beneficiario de este proyecto técnico, posee una cantidad apreciable de producción de frutilla, que es la materia prima utilizada en este trabajo, precisamente este proyecto va dirigido aquellos productores de esta fruta. El factor de inicio del proyecto es la materia prima existente. El desarrollo del proyecto inicia con un reconocimiento del sector productivo, esto implica lugar, cantidad de materia prima, materiales y herramientas utilizadas, etc.

Como primera etapa se tiene el conocer la cantidad de producción en cada uno de los puntos establecidos y su variación en el tiempo, debido a que su producción en todo el año no es el mismo, la producción disminuye conforme aumenta la edad de la planta. Se conoció las medidas para la cosecha y su transportación, los cuales se hacen con el mayor cuidado posible para evitar alterar la fruta por el maltrato que puede sufrir. Para la transportación de la fruta usan recipientes plásticos que son anteriormente forrados con papel esto lo hacen para evitar el daño a la fruta para su comercialización a su destino final.

Para desarrollar el diseño de la planta procesadora de frutilla, una vez reconocido el lugar, como segunda etapa se realizara la caracterización de la materia prima, que constará de análisis sensorial, físico-químico y microbiológico de la frutilla comparándola con la Norma para fruta fresca que es la NTC 4103 para verificar la calidad de la materia prima antes de su procesamiento con la ayuda de los equipos existentes en el Laboratorio de Procesos Industriales de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Estos análisis que se utilizan para la caracterización permitirán un mejor control del procesamiento de la fruta para optimizar producto, como análisis sensorial calificamos las cualidades de la fruta en cuanto a su olor, sabor, apariencia, color de la fruta, ausencia de cuerpos extraños. Este procedimiento controla la calidad de la fruta, evitando que la fruta deteriorada no ingrese al procesamiento y asegurar la calidad del producto final.

De la cantidad inicial que paso el análisis organoléptico se muestreo 15 frutillas para medir los parámetros físicos, diámetro fruto-semilla, peso, los resultados obtenidos fueron registrados en tablas. Estos datos serán usados para los cálculos posteriores de diseño y dimensionamiento de equipos, para escoger el material de construcción adecuado, de los equipos de la planta procesadora. Se procede con el análisis físico-químico de la fruta, aquí se analiza: pH, grados brix, acidez, índice de refracción, densidad y viscosidad de la fruta.

El análisis microbiológico de la fruta es vital para asegurar la inocuidad del producto, se controla la presencia de agentes patógenos que afectan la calidad. Al ser un punto de control vital para el diseño se lo realizo en instituciones calificadas para que aseguren el control del mismo. Aquí se analiza la presencia de mohos y levaduras, coliformes totales y fecales principalmente.

El procesamiento de la fruta se lo realiza con ayuda de los equipos existentes que ayudan a simular el procedimiento y obtener la pulpa de frutilla, este procesamiento permite continuar con la segunda etapa que es identificar las variables que involucran el procesamiento de la fruta a partir de los datos experimentales del prototipo de prueba, siendo la más importante carga inicial, carga final, volumen, temperatura, presión, flujos.

En la tercera etapa se realizará el diseño de ingeniería de la planta de procesamiento propuesto, donde se detallará los cálculos del dimensionamiento de los equipos, el tipo de materiales a utilizar, los controles, presupuesto y la ubicación de los elementos de planta representando esquemáticamente: equipos, espacio para recepción de materia prima y zonas para producto terminado, espacios para almacenamiento, y espacios destinados al proceso mismo.

En la etapa final se validará el diseño de la planta procesadora en base a los que establece la Norma NTE INEN 2337:2008 específica para para pulpa de fruta.

### **3.2.1 Instalación interna de la planta**

La planta procesadora debe estar construida de material sólido, duradero que garantice la seguridad y protección de los equipos, que no presente daños para minimizar la acumulación de polvo o partículas que contribuyen a la proliferación de microorganismos y plagas, facilidad para su limpieza, en caso de ser necesario y ante cualquier eventualidad o emergencia.

#### **3.2.1.1 Tuberías**

El sistema de tuberías permite el transporte de fluidos sean sólidos, líquidos o gaseosos. El tipo de material se selecciona de acuerdo a normas de estandarización y de acuerdo al tipo de materia prima que se va procesar. Pueden ser de diferentes materiales cumpliendo con normas estandarizadas como: metales y aleaciones, madera, vidrio, cerámica y plásticos. El tipo de material para la industria de alimentos es el acero inoxidable del tipo AISI 304.

El control de las tuberías en el sector industrial se lo hace definiendo el color de acuerdo al significado y aplicación del fluido que transporta según lo establece la norma INEN 440.

#### **Tuberías de policloruro de vinilo (PVC)**

Son tuberías plásticas que se obtienen de la polimerización del cloruro de vinil, de amplio uso a nivel doméstico e industrial por su fácil manipulación, presentan características de resistencia a la abrasión y al impacto, muy ligero para manipular, duradero y presenta resistencia al fuego, duradero por sus propiedades inherentes. (DLPE-105, 2016, p. 2)

#### **3.2.1.2 Accesorios**

Las tuberías en el sector industrial se ajustan a la distribución del espacio y de los equipos. Siendo necesario contar con accesorios que permitan realizar esta distribución. Los accesorios constituyen el método para unir los tubos o tuberías las cuales presentan las mismas propiedades y características.

Los accesorios presentan diferentes tipos de unión como: tipo rosca, mediante collarines (bridas) o por soldaduras. Productos tubulares de pared gruesa utiliza accesorios tipo rosca, collarines o soldadura, productos tubulares de pared delgada se une mediante soldadura, compresión o mediante accesorios flameados y productos frágiles como vidrio, carbono o hierro fundido se conectan por medio de collarines (bridas) o uniones de enchufe y tipo campana. (Brito, 2000, p. 73)

#### *3.2.1.3 Válvulas*

Las válvulas son dispositivos que tienen como función controlar, retener o regular la velocidad o presión de un fluido entubado. En el sector industrial a las válvulas se les incorpora sensores que permitan controlar la temperatura, presión, nivel del líquido y otras propiedades del fluido. (Brito, 2000, pp. 74-75)

#### *3.2.1.4 Materiales*

La industria alimentaria asegura la inocuidad de sus productos, mediante las buenas prácticas de manufactura durante su proceso, el complemento de esta práctica es el tipo de material con que están construidos los equipos de la planta, durante la producción el alimento está en contacto directo, por lo que se busca que no desprendan sustancias nocivas, que sean un riesgo para la salud y que alteren las características organolépticas, de esta manera se garantiza la calidad durante el proceso hasta la etapa de consumo. El material que cumple con las características para preservar la calidad en los alimentos es el acero inoxidable.

#### **El acero inoxidable**

El acero inoxidable es una aleación de níquel, cromo y otros elementos, se caracteriza por la cantidad apreciable de cromo en su estructura, este material tiene una presencia vital en la industria de alimentos que es la industria de mayor importancia, por sus características brinda la seguridad en la calidad durante todo el proceso de producción hasta su destino.



### 3.2.1.5 Requerimientos básicos de la planta

#### Servicio de agua

La Industria de alimentos constituye uno de los principales sectores en consumo de agua a nivel mundial, la planta debe tener un abastecimiento de agua que satisfaga la demanda, es un componente fundamental, para el uso en cada una de las operaciones unitarias y para mantener un ambiente sanitario adecuado, el agua mantiene contacto directo con el alimento en ciertas partes del proceso, ya que está ligado a los alimentos, por tanto debe ser apta para su uso y consumo, cumpliendo con los parámetros que dicta la norma NTE –INEN 1108:2011.

#### Servicio de energía eléctrica

El servicio de energía eléctrica en el sector industrial y de manera específica en la industria de alimentos utiliza un sistema eléctrico de tipo monofásico de 110/220 V o trifásico de 220/440 V. Este sistema será el medio de alimentación de la energía eléctrica de baja o media tensión a las líneas y redes de distribución eléctrica en la planta para el funcionamiento. (UNESCO, 1998, p. 5)

#### Agua para caldera

El agua que ingresa de alimentación a la caldera debe cumplir con los parámetros establecidos para su uso, con el fin de alargar la vida útil del equipo, evitar la corrosión, problemas de tipo operacionales, reparaciones y daños a los trabajadores.

**Tabla 16-3:** Parámetros del agua para caldera

<b>PARAMETRO</b>	<b>PRESION BAJA &lt;150 PSIG</b>	<b>PRESION MEDIA 150 – 700 PSIG</b>	<b>PRESION ALTA &gt;700 PSIG</b>
Alcalinidad	350	100	40
Aluminio	5	0,1	0,01
Amoniaco	0,1	0,1	0,1
Bicarbonato	170	120	48
Calcio	-	0,4	0,01

Cobre	0,5	0,05	0,05
DQO	5	5	1
Dureza	350	1	0,07
Hierro	1	0,3	0,05
Magnesio	-	0,25	0,01
Manganeso	0,3	0,1	0,01
pH	7 – 10	8,2 – 10	8,2 – 9.0
SAAM	1	1	0,5
SDT	<3000	500	200
Sílice	30	10	0,7
SST	10	5	0,5

Fuente: (Pérez, 2015, p. 23)

Elaborado por: PILCO, Alex.2017

## Vapor

El vapor es el resultado de aplicar un gradiente de temperatura al agua para que sufra un cambio de fase, tiene un amplio uso a nivel industrial por su bajo costo, pero de manera específica en la industria alimentaria, tiene mucha importancia y esta radica porque está en contacto directo con el alimento en algunas operaciones unitarias y en otras brinda la energía necesaria para que puedan desarrollarse. El equipo que genera vapor es la caldera, el vapor se utiliza como fuente de energía porque es capaz de transportar mucha más energía en un volumen dado.

El vapor de agua está en contacto directo con el alimento, por ello es importante que presente buena calidad, que esté libre de impurezas, sea seco y limpio. Un vapor con baja calidad presenta un alto riesgo de contaminación, riesgo de calidad incluso de salubridad. El control de los sólidos suspendidos que quedan en el interior del equipo por la evaporación, permitirá tener un vapor de alta calidad. Para calderas medianas la concentración de TDS es de 2500 a 3000 ppm. El usar filtros para obtener vapor filtrado es el método más viable y efectivo en la industria de alimento para garantiza un vapor de calidad.



**Figura 4-3:** Aplicaciones del vapor  
Fuente: (Bermudez, 2014, pág. 5)

### 3.2.2 Dimensionamiento de la planta

#### 3.2.2.1 Cálculo del rendimiento de la pulpa de frutilla

El Diseño de la Planta Procesadora para la obtención de pulpa de frutilla inicia con la determinación del rendimiento de la frutilla. La que se calcula mediante la siguiente relación.

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{\text{Cantidad obtenida de pulpa}}{\text{Cantidad de frutilla al ingreso}} \cdot 100$$

Ecuación 1

$$\text{Rendimiento} = \frac{5,7 \text{ kg}}{10 \text{ kg}} \cdot 100$$

$$\text{Rendimiento} = 57\%$$

La frutilla presenta un rendimiento del 57%, con los datos obtenidos en la simulación del procesamiento. Con este dato calculamos la cantidad de pulpa de frutilla que se estima obtener al final del proceso.

$$\text{Cantidad obtenida de pulpa} = \frac{\text{Cantidad de frutilla al ingreso} * \text{Rendimiento}(\%)}{100}$$

$$\text{Cantidad obtenida de pulpa} = \frac{125\text{kg} * 57\%}{100\%}$$

$$\text{Cantidad obtenida de pulpa} = 71,25 \text{ kg}$$

### 3.2.2.2 Diseño del Tanque de Lavado

#### Número de frutillas que ingresan al tanque

Debido a la forma irregular de la fruta el número de frutilla se calcula según la siguiente relación:

$$N^{\circ} \text{frutillas} = \frac{M_f * C}{P_{mf}}$$

Ecuación 2

Donde:

$M_f$ : Muestra de frutillas (15)

$P_{mf}$ : Peso de la muestra de la frutilla (kg)

$$N^{\circ} \text{frutillas} = \frac{15 \text{ frutillas} * 125 \text{ kg}}{0,31851 \text{ kg}}$$

$$\text{numero de frutillas} = 5886,78 \approx 5887$$

#### Volumen de fruta

El cálculo del volumen de la fruta se lo realiza con los datos del diámetro, altura. El volumen de la fruta se calcula con la densidad de la fruta, según la siguiente ecuación:

$$V_{\text{unidad}} = \frac{\text{peso promedio}}{\delta}$$

Ecuación 3

Donde:

$\delta$ : Densidad de la fruta obtenida experimentalmente ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

peso promedio: peso promedio de la fruta (kg)

$$V_{unidad} = \frac{0,0212344}{930}$$

$$V_{unidad} = 2,28 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

### Volumen total

El volumen total del tanque de lavado se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$V_{tl} = (V_{unidad} \cdot \text{Cantidad de frutillas})$$

Ecuación 4

Donde:

$V_{tl}$ : Volumen del tanque de lavado ( $\text{m}^3$ )

$$V_{tl} = (2,28 \times 10^{-5} \text{ m}^3 * 5887)$$

$$V_{tl} = 0,13 \text{ m}^3$$

### Cálculo de radio total del tanque de lavado

Para calcular el diámetro del tanque asumimos un tanque cilindro y un factor forma  $h_{tl} = 1,2 \varnothing_{tl}$  para en lo posterior aumentar el factor seguridad establecido. (Vásquez, 2014, p. 57)

$$V_{tl} = \frac{\pi \varnothing^2 h_{tl}}{4} = \frac{\pi \varnothing^2 (1,2 * \varnothing)}{4}$$

Ecuación 5

Donde:

$V_{tl}$ : Volumen del tanque de lavado ( $\text{m}^3$ )

$\varnothing$ : Diámetro del tanque de lavado ( $\text{m}$ )

$h_{tl}$ : Altura del tanque de lavado ( $\text{m}$ )

De la ecuación 5 despejo la altura del tanque de lavado ( $h_{tl}$ ) y calculo:

$$\phi_{tl} = \sqrt[3]{\frac{4V_{tl}}{\pi * 1,2}}$$

$$\phi_{tl} = \sqrt[3]{\frac{4 * 0,13}{\pi * 1,2}}$$

$$\phi_{tl} = 0,52 \text{ m}$$

### Cálculo de la altura total del tanque de lavado

Para el cálculo de la altura se considera un tanque cilíndrico, y se utiliza la expresión siguiente que relaciona la capacidad y el diámetro calculado. (Andrade, 2014, p. 59)

$$h_{tl} = \frac{V_{tl}}{0,785 \phi_{tl}^2}$$

Ecuación 6

Donde:

$V_{tl}$ : Volumen del tanque de lavado ( $m^3$ )

$\phi_{tl}$ : Diámetro del tanque de lavado ( $m$ )

$h_{tl}$ : Altura del tanque de lavado ( $m$ )

$\pi$ : Constante

$$h_{tl} = \frac{(0,077)}{0,785 (0,52^2)}$$

$$h_{tl} = 0.61 \text{ m}$$

Para obtener el radio total y la altura total del tanque debemos considerar de un 10% al 20% como factor de seguridad para evitar derrames, considerando para nuestro caso el factor del 10%

Cálculo de diámetro del tanque de lavado final:

$$\phi_{tlf} = \phi_{tl} * f_{seguridad}$$

Ecuación 7

$$\phi_{tlf} = 0,52 * (1,1)$$

$$\phi_{tlf} = 0,57 \text{ m}$$

Cálculo de la altura del tanque de lavado final:

$$h_{tlf} = h_{tl} * f_{seguridad}$$

Ecuación 8

$$h_{tlf} = 0,61(1,1)$$

$$h_{tlf} = 0,67 \text{ m}$$

El tanque de lavado cuenta con una canastilla metálica que facilite su transporte. El diámetro es el siguiente:

$$\phi_{canastilla} = \phi_{interno} - (0,05 * \phi_{interno})$$

Ecuación 9

$$\phi_{canastilla} = 0,57 - (0,05 * 0,57)$$

$$\phi_{canastilla} = 0,54 \text{ m}$$

Para la altura de la canastilla tenemos:

$$h_{canastilla} = h_{tlf} - (0,05 * h_{tlf})$$

$$h_{canastilla} = 0,67 - (0,05 * 0,67)$$

$$h_{canastilla} = 0,64 \text{ m}$$

Según (Ocaña, 2015, p. 97) “El diámetro de las perforaciones que tendrá la canastilla será:

$$\phi_{perf} = \frac{\text{radio}_{canastilla}}{16}$$

Ecuación 10

$$\phi_{perf} = \frac{0,27 \text{ m}}{16}$$

$$\phi_{perf} = 0,01688 \text{ m}$$

### ❖ Cálculo de la potencia de la bomba

“Las bombas constituyen dispositivos mecánicos que generan altura de carga para transportar un fluido desde un lugar a otro, funcionan con energía eléctrica y éstas varían de acuerdo a la naturaleza del fluido. Las bombas se clasifican según el caudal y las propiedades físico-químicas del fluido:

- Centrifugas
- Rotatorias
- Reciprocantes “ (Brito, 2001, p. 2)

### **Cálculo del caudal másico o carga**

El caudal másico o carga se define como la cantidad de masa que atraviesa una sección por unidad de tiempo. (Mott, 2006, p. 153)

### **Cálculo de la velocidad promedio del flujo**

“El cálculo de la velocidad se realiza con un caudal de 0,5(L/s)” (PDyOT, 2015, pág. 170). La velocidad promedio se calcula mediante la siguiente expresión:

$$v_p = \frac{4Q}{\pi\phi^2}$$

Ecuación 11

Donde:

$Q$ : Caudal del fluido ( $m^3/s$ )

$\phi$ : Diámetro de la tubería( $m$ )

$$v_p = \frac{4 * 5 \times 10^{-4}}{\pi(0,0254)^2} = 0,99 \text{ m/s}$$



## Cálculo del número de Reynolds

Según (Mott, 2006, p. 230) “El número de Reynolds permite identificar el régimen en el que se encuentra el fluido, mediante cuatro variables que son: velocidad, diámetro de tubería, densidad y viscosidad”

Para conocer el régimen del fluido se consideran los siguientes intervalos.

Régimen laminar:  $N_{Re}$  menor a 2100

Régimen de transición:  $2100 > N_{Re} >$  *régimen de transición*

Régimen turbulento:  $N_{Re} > 2400$

El número de Reynolds se calcula mediante la siguiente expresión:

$$N_{Re} = \frac{\rho v_s \emptyset}{\mu}$$

Ecuación 12

Donde:

$\rho$ : Densidad del fluido ( $kg/m^3$ )

$v_s$ : Velocidad del fluido ( $m/s$ )

$\emptyset$ : Diámetro de la tubería ( $m$ )

$\mu$ : Viscosidad del fluido ( $kg/ms$ )

$$N_{Re} = \frac{998,23 * 0,99 * 0,0254}{1,005 \times 10^{-3}}$$

$$N_{Re} = 24976,61 \text{ Flujo turbulento}$$

## Cálculo de rugosidad relativa

“La rugosidad relativa se considera a la relación entre el la rugosidad absoluta y el diámetro de la tubería. La rugosidad absoluta según el material tubo extruido, cobre, latón y acero es de  $1 \times 10^{-6} m$ ” (Mott, 2006, pp. 235-236)

$$\text{Rugosidad Relativa} = \frac{\varepsilon}{\emptyset}$$

Ecuación 13

Donde:

$\varepsilon$ : Coeficiente de rugosidad absoluta en tuberías

$\varnothing$ : Diámetro de la tubería (m)

Se calcula el factor de fricción dependiendo sea flujo laminar, de transición o turbulento. Para flujo turbulento se calcula mediante la siguiente expresión.

$$\text{Rugosidad Relativa} = \frac{1,5 \times 10^{-3}}{0,0254}$$

$$\text{Rugosidad Relativa} = 0,06$$

### Cálculo del factor de fricción

Para régimen turbulento el factor de fricción se lo calcula con la carta de Moody que relaciona la rugosidad y el número de Reynolds.

$\frac{N_{Re}}{\frac{\varepsilon}{\varnothing}} \rightarrow \text{Diagrama de Moody} \rightarrow f$  (factor de fricción de Fanning) (Mott, 2006, p. 236)

$$\frac{\varnothing}{\varepsilon} = \frac{0,0254}{0,0015} = 16,9 \approx 17$$

### Cálculo de las pérdidas por fricción

Las pérdidas por fricción primaria o longitudinal son las pérdidas causadas por la fricción en tuberías.

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$h_{fl} = f \frac{Lv^2}{\varnothing 2g}$$

Ecuación 14

Donde:

$f$ : Factor de fricción de Fanning

$L$ : Longitud de tubería (m)

$\varnothing$ : Diámetro de la tubería (m)

$$h_{fl} = 0,075 \frac{50(0,99)^2}{(0,0254)(2)(9,81)} = 7,4 \text{ m}$$

### Cálculo de las pérdidas por accesorios

Las pérdidas por accesorios también conocidas como pérdidas secundarias son generadas por la fricción producidas en los accesorios que se encuentran en la tubería, para lo cual se considera:

**Tabla 17-3:** Constante de accesorios

NUMERO	ACCESORIO	CONSTANTE	PERDIDA TOTAL
6	Codo 90° estándar roscado	0,90	5,4
2	Válvula de bola	0,05	0,1
1	Conexión T	1	1
PERDIDA TOTAL			6,5

Elaborado por: PILCO, Alex.2017

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$h_{fm} = k \frac{v^2}{2g}$$

Ecuación 15

Donde:

$k$ : Constante de los accesorios

Cada accesorio posee su propia constante y se las encuentra tabuladas.

$$h_{fm} = 6,5 \frac{0,99^2}{2(9,81)} = 0,32 \text{ m}$$

Las pérdidas totales serán:

$$h_f = h_{fm} + h_{fl} = (7,4 + 0,32)m = 7,72m$$

En un sistema de flujo se toman dos puntos de referencia y se aplica la ecuación de Bernoulli:

$$\frac{v_2^2}{2g} + Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + hf = \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} \pm H$$

Ecuación 16

Donde:

$v_2$ : Velocidad en la descarga

$v_1$ : Velocidad en la succión

$Z_2$ : Altura estática de descarga

$Z_1$ : Altura estática de succión

$P_2$ : Presión de descarga

$P_1$ : Presión de succión

$H$ : Altura de carga del sistema

$hf$ : Pérdidas totales en tuberías y accesorios

$g$ : Gravedad

$\gamma$ : Peso específico (Domingo, 2011, p. 38)

La ecuación de Bernoulli queda reducido a:

$$\frac{v_2^2}{2g} + hf = \pm H$$

$$\frac{0,99^2}{2(9,81)} + 7,72 = \pm H$$

$$\pm H = 7,77 \text{ m}$$

### **Cálculo de la potencia de la bomba**

La potencia de la bomba se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Hp = \frac{WH}{75n}$$

Ecuación 17

Donde:

$W$ : Flujo másico ( $kg/s$ )

$n$ : Eficiencia 75%

$H$ : Carga total de altura (m)

El flujo másico ( $W$ ) se define como:

$$W = Q \cdot \rho$$

Ecuación 18

$$W = 5 \times 10^{-4} * 998,2 = 0,5 \text{ kg/s}$$

$$Hp = \frac{WH}{75n}$$

$$Hp = \frac{0,5 * 7,72}{75 * 0,75} = 0,07$$

### 3.2.2.3 Diseño de la marmita

#### **Cálculo de radio total del tanque de la marmita**

El dimensionamiento para el tanque de la marmita será igual al tanque de lavado considerando el mismo volumen  $0,13 \text{ m}^3$  y el mismo factor de seguridad. Entonces tenemos:

$$\phi_{tlf} = 0,57 \text{ m}$$

$$h_{tlf} = 0,67 \text{ m}$$

El tanque de la marmita cuenta con una canastilla metálica al igual que el tanque de lavado con el objetivo de facilitar el transporte de la fruta. Las medidas serán las mismas del tanque de lavado por tener la misma medida de volumen para el cual están dimensionado.

Diámetro de la canastilla:  $\phi_{canstilla} = 0,54 \text{ m}$

Altura de la canastilla tenemos:  $h_{canstilla} = 0,64 \text{ m}$

Diámetro de perforaciones de la canastilla:  $\phi_{perf} = 0,01688 \text{ m}$

#### **Cálculo del espesor de la chaqueta**

Para el cálculo del diámetro de la chaqueta este debería ser el 10% del diámetro del tanque de la marmita, la expresión de cálculo es la siguiente:

$$\phi_{CH} = 1,10 \cdot \phi_{tmf}$$

Ecuación 19

Donde:

$\phi_{CH}$ : Diámetro de la chaqueta

$\phi_t$ : Diámetro total” (Ocaña, 2015, p. 39)

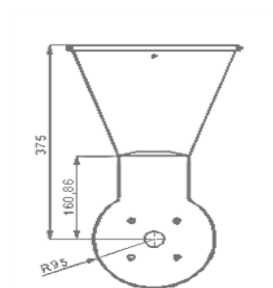
$$\phi_{CH} = 1,10 \cdot (0,57)$$

$$\phi_{CH} = 0,63 \text{ m}$$

### 3.2.2.4 Diseño de la despulpadora

#### ❖ Tolva de alimentación

Se denomina tolva al dispositivo en forma de embudo que es usado como canaleta para facilitar la alimentación de la materia prima al equipo. Es la parte que facilita la alimentación al equipo, puede ser automática y conectada con una banda transportadora o se lo puede hacer manualmente. Si es manualmente, debe tener las condiciones ergonómicas adecuadas. (Tirira & Castro, 2014, p. 42)



**Figura 5-3:** Diseño de la tolva

Fuente: (Tirira & Castro, 2014, p. 42)

#### Volumen de la tolva

Para saber la carga de fruta que ingresa a la etapa de despulpado lo hacemos mediante la expresión:

$$V_{tolva} = \frac{m_{capacidad}}{\rho_{fruta}}$$

Ecuación 20

Donde:

$m_{capacidad}$ : Capacidad de la tolva en una hora de operación (kg)

$\rho_{aparente}$ : Densidad aparente de la fruta ( $kg/m^3$ )

$$V_{tolva} = \frac{125}{932} 0,13 m^3$$

### **Cálculo del diseño de la tolva**

Para realizar el cálculo de la altura se considera una forma trapezoidal y se lo calcula con la siguiente ecuación.

$$V_{tolva} = \frac{(B_1 + B_2 + \sqrt{B_1 * B_2})H_T}{3}$$

Ecuación 21

Donde:

$H_T$ : Altura de la tolva

$B_1$ : Dimensión menor de la tolva

$B_2$ : Dimensión mayor de la tolva

Para llegar al valor del volumen debemos asumir valores con criterio hasta llegar al volumen establecido:

$$V_{tolva} = \frac{(0,25 + 0,42 + \sqrt{0,25 * 0,42})(0,4)}{3}$$

$$V_{tolva} = 0,132 m^3$$

### **❖ Cámara de despulpado**

#### **Cálculo del radio y altura de la cámara de despulpado**

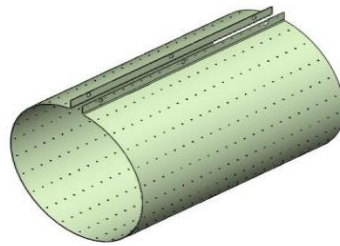
El volumen que ingresa a la tolva es de  $0,13 m^3$  por lo que se asume los mismos valores para el diámetro y la altura de la cámara de despulpado. Entonces tenemos:

$$\phi_d = 0,57 \text{ m}$$

$$h_d = 0.67 \text{ m}$$

#### ❖ Selección del diámetro de agujero del tamiz

El tamiz permite la separación de la pulpa de elementos que son extraños a la pulpa de la fruta. El tamiz que se elige es cilíndrico y de acero inoxidable.



**Figura 6-3:** Diseño del tanque tamiz

Fuente: (Tirira & Castro, 2014, p. 80)

Para el diseño del tamiz vamos a considerar un tamiz cilíndrico. “La altura del tamiz es del 3% menos que la altura del tanque y un 30 % menos que el diámetro del tanque” (Troya, 2014, p. 87)

$$h_t = h_d - 3\% (h_d)$$

Ecuación 22

$$\phi_t = \phi_d - 30\% (\phi_d)$$

Ecuación 23

Donde:

$h_t$ : Altura del la camara de despulpado (m)

$\phi_d$ : Diametro de la camara de despulpado (m)

$$h_t = 0,64 - (0.03 * 0,64)$$

$$h_t = 0,65 \text{ m}$$

$$\phi_t = 0,54 - (0,3 * 0,54)$$

$$\phi_t = 0,4 \text{ m}$$



El diámetro de la fruta promedio es de 1,03 mm por lo que se elige una luz de malla número 18 de medida 1mm con una tolerancia de  $\pm 0,05$  mm.

### **Cálculo del radio del rotor**

El radio de la cámara de despulpado es:

$$r_d = \frac{\phi_d}{2} = 0.27 \text{ m}$$

El cálculo del radio del rotor se lo realiza mediante la siguiente expresión:

$$r_{rotor} = \frac{3}{4} * r_d$$

Ecuación 24

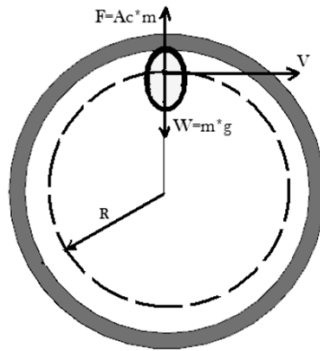
$$r_{rotor} = \frac{3}{4} * 0,27 = 0,20 \text{ m}$$

### **❖ Diseño de aspas**

El proceso de despulpado se realiza gracias a las fuerzas que se generan en la cámara. El rotor que se encuentra en el centro de la cámara impulsa las aspas generando velocidad angular que obliga a la fruta a permanecer en la periferia del tamiz cilíndrico, con este movimiento se genera una fuerza de empuje la cual tritura la fruta y permite separar la pulpa de semillas y otros elementos que no son parte de la pulpa. (Gómez & Velasco, 2010, p. 72)

### **Fuerza centrífuga**

La fuerza centrífuga es la fuerza que arrastra las aspas a partir del rotor. Para calcular se hacen aproximaciones y suposiciones para obtener un cálculo aproximado. (Gómez & Velasco, 2010, pp. 72-73)



**Figura 7-3:** Representación de la fuerza centrífuga  
**Fuente:** (Gómez & Velasco, 2010, p. 73)

En el punto más alto del tamiz la fuerza centrífuga tiene que ser mayor al peso de la frutilla.

$$F_C = m \cdot a_c = \frac{mv^2}{R}$$

Ecuación 25

Donde:

$F_C$ : Fuerza centrifuga ( $N$ )

$m$  = masa ( $Kg$ )

$a_c$  = Aceleración centrifuga ( $m/s^2$ )

$$F_C = m \cdot a_c = \frac{mv^2}{R}$$

La velocidad lineal se calcula mediante la expresión siguiente:

$$v = 2\pi fR$$

Donde:

$f$ : Frecuencia de rotacion ( $rpm$ )

$R$ : Radio de la trayectoria circular ( $m$ )

Remplazando la relación de la velocidad lineal en la ecuación de la fuerza centrífuga se tiene:

$$mg = \frac{m4\pi^2 f^2 R^2}{R}$$

$$g = 4\pi^2 f^2 R$$

Despejando la frecuencia se tiene:

$$f = \sqrt{\frac{g}{4\pi^2 R}}$$

Ecuación 26

Donde:

$g$ : Gravedad (9,81 m/s)

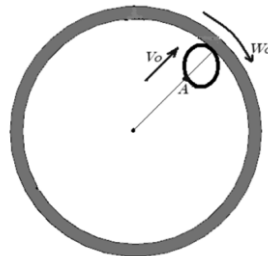
$R = r_d$ : Radio de la trayectoria circular (0,27 m)

$$f = \sqrt{\frac{9,81}{4\pi^2(0,27)}}$$

$$f = 0,96 \text{ RPS} = 57,6 \text{ RPM}$$

### Velocidad angular

Es la velocidad mínima para que la frutilla permanezca en la periferia interna del tamiz, como se observa en la gráfica:



**Figura 8-3:** Representación de la velocidad angular

Fuente: (Gómez & Velasco, 2010, p. 75)

Según (Gómez & Velasco, 2010, p. 75) “Esta velocidad angular es la mínima para que la fruta permanezca en la periferia, pero para que atraviese el tamiz se necesita una fuerza adicional llamado fuerza de empuje la cual se considera de 23N”

La velocidad angular es igual a:

$$w = \sqrt{\frac{mg - F_c}{-mr}}$$

Ecuación 27

Donde:

m: Masa de la fruta tomada para 10 muestras (kg)

$F_e$ : Fuerza de empuje (23N)

r: Radio del rotor menos el diametro de la frutilla

g: Gravedad (9,81 m/s)

$$w = \sqrt{\frac{mg - F_e}{-mr}}$$

$$w = \sqrt{\frac{(0,21 * 9,81) - 23}{-0,21 * 0,17}}$$

$$w = 28,83 \frac{rad}{s} \cdot \frac{1rev}{2\pi rad} = \frac{60s}{1min} = 275,31 rpm$$

La masa y el radio varía en el tiempo por lo que se calcula la velocidad angular para condiciones críticas, asumiremos un radio máximo de 0,15m y una masa mínima 0,02123, el cálculo será el siguiente:

$$w = \sqrt{\frac{mg - F_e}{-mr}}$$

$$w = \sqrt{\frac{(0,02123 * 9,81) - 23}{-0,02123 * 0,27}}$$

$$w = 63,06 \frac{rad}{s} \cdot \frac{1rev}{2\pi rad} = \frac{60s}{1min} = 602,2 rpm$$

### 3.2.2.5 *Diseño del pasteurizador*

#### **Volumen del tanque**

Se considera el caudal que ingresa de 82,5 kg/h. Para determinar el volumen del tanque se considera el factor de seguridad.

$$V_{pa} = \frac{m_{entrada}}{\rho_{pulpa}}$$

Ecuación 28

Donde:

$V_p$ : Volumen de pasteurización ( $m^3$ )

$$V_{pa} = \frac{82,5}{1044} = 0,08 \text{ m}^3$$

“Se aplica el factor de seguridad del 20% como factor anti-derrame”

$$V_p = V_{pa} * (1,2)$$

Ecuación 29

$$V_p = 0,08 * (1,2) = 0,1 \text{ m}^3$$

### Cálculo de radio total del pasteurizador

Para calcular el diámetro del tanque asumimos un factor forma  $h_{tl} = 1,2 \phi_{tl}$  para en lo posterior aumentar el factor seguridad establecido. (Vásquez, 2014, p. 72)

La relación para el cálculo es la siguiente:

$$V_{tl} = \frac{\pi \phi^2 h_{tl}}{4} = \frac{\pi \phi^2 (1,2 * \phi)}{4}$$

Donde:

$V_{tl}$ : Volumen del tanque de lavado ( $m^3$ )

$\phi$ : Diámetro del tanque del pasteurizador ( $m$ )

$h_{tl}$ : Altura del tanque de l pasteurizador ( $m$ )

De la ecuación del cálculo del volumen despejo el diámetro del tanque de lavado ( $h_p$ ) y calculo:

$$\phi_p = \sqrt[3]{\frac{4V_p}{\pi * 1,2}}$$

$$\phi_p = \sqrt[3]{\frac{4 * 0,1}{\pi * 1,2}}$$

$$\phi_p = 0,47 \text{ m}$$

### **Cálculo de la altura total del tanque pasteurizador**

Para el cálculo de la altura se considera la relación:

$$h_{tl} = \frac{V_p}{0,785 \phi_p^2}$$

Donde:

$V_p$ : Volumen del tanque del pasteurizador ( $m^3$ )

$h_{tl}$ : Diámetro del tanque del pasteurizador ( $m$ )

$h_p$ : Altura del tanque del pasteurizador ( $m$ )

$\pi$ : Constante (Andrade, 2014, p. 57)

$$h_p = \frac{(0,1)}{0,785 (0,47^2)}$$

$$h_p = 0.58 \text{ m}$$

Para obtener el radio total y la altura total del tanque debemos aumentar el 10% como factor de seguridad.

Cálculo de diámetro del tanque del pasteurizador final:

$$\phi_{pf} = \phi_p * f_{seguridad}$$

$$\phi_{pf} = 0,47 * (1,1)$$

$$\phi_{pf} = 0,52 \text{ m}$$

Ecuación 30

Cálculo de la altura del tanque del pasteurizador final:

$$h_{pf} = h_p * f_{seguridad}$$

Ecuación 31

$$h_{pf} = 0,58(1,1)$$

$$h_{pf} = 0.64 \text{ m}$$

### **Cálculo del espesor de la chaqueta**

“Para el cálculo del diámetro de la chaqueta este debería ser el 10% del diámetro del tanque de la marmita, la expresión de cálculo es la siguiente:

$$\phi_{CH} = 1,10 . \phi_{tmf}$$

Ecuación 32

Donde:

$\phi_{CH}$ : Diámetro de la chaqueta

$\phi_t$ : Diámetro total” (Ocaña, 2015, p. 39)

$$\phi_{CH} = 1,10 . (0,52)$$

$$\phi_{CH} = 0,57 \text{ m}$$

### **❖ Cálculo del diseño del sistema de agitación**

La agitación es la operación unitaria que se refiere principalmente a generar el movimiento de un fluido por medios mecánicos de manera específica, en un recipiente abierto o cerrado con el objetivo de conseguir homogenizar el fluido, los equipos que se utilizan para la agitación y homogenización son los agitadores. (Brito, 2001, p. 44)

Los agitadores se clasifican de acuerdo al ángulo que forman las corrientes con el plano de rotación, tenemos:

- Agitadores de flujo axial: son aquellos agitadores que generan corrientes paralelas al eje de rotación.
- Agitadores de flujo radial: son aquellos agitadores que generan corrientes radiales o tangenciales al eje de rotación. (Brito, 2001, p. 48)

### **Cálculo para agitador de rejillas palas planas**

El agitador de rejillas evita el estancado de fluido en las paredes del recipiente en zonas alejadas de las aspas. Este tipo de agitador es ideal para fluidos con una alta viscosidad. El Este sistema es incorporado en marmitas o pasteurizadores. (Perry, 1996, pp. 19-8)

El agitador palas planas inclinadas tiene las siguientes características:

Características:

- Estructura de malla
- 2-4 palas rectas
- Angulo de inclinación 45°
- Flujo que generado axial y radial
- Régimen de flujo generado transición y turbulento
- Posición del rodete de 0,2-0,5 m alejado de la pared del tanque (Gimeno, Ruiz, & Demming, 2003-2004)

La longitud del brazo se calcula mediante la siguiente expresión:

$$L_b = \frac{5}{8} \cdot \phi_{pf}$$

Ecuación 33

Donde:

$L_b$ : Longitud del brazo (m)

$\phi_{pf}$ : Diametro interno del pasteurizador (m)

$$L_b = \frac{5}{8} * 0,52 = 0,33 \text{ m}$$



El espesor del rodete se calcula con la mediante la expresión:

$$E_r = \frac{1}{10} \cdot L_b$$

Ecuación 34

Donde:

$E_r$ : Espesor del rodete (m)

$L_b$ : Longitud del brazo (m)

$$E_r = \frac{1}{10} * 0,330,033 \text{ m}$$

Para el cálculo del diámetro del rodete se emplea la siguiente ecuación:

$$\Phi_r = \frac{3}{4} * \Phi_p$$

Ecuación 35

Donde:

$\Phi_r$ : Diametro del rodete (m)

$\Phi_p$ : Diametro del pasteurizador (m)

$$\Phi_r = \frac{3}{4} * (0,52\text{m}) = 0,39 \text{ m}$$

La distancia entre el rodete y el fondo del tanque definen una buena agitación y homogenización del fluido. Un espacio adecuado facilita la agitación. Esta distancia se calcula con la siguiente expresión:

$$D = h_l - L_b$$

Ecuación 36

Donde:

D: Distancia entre el rodete y el fondo del tanque (m)

$h_l$ : Altura del líquido (m)

$L_b$ : Longitud del brazo (m)

$$D = 0,58 - 0,33 = 0,25 \text{ m}$$

El cálculo la altura de la paleta mediante la siguiente expresión:

$$h_{pa} = \frac{1}{5} \cdot L_b$$

Ecuación 37

Donde:

$L_b$ : Longitud de brazo (m)

$$h_{pa} = \frac{1}{5} * 0,33 = 0,07 \text{ m}$$

La distancia entre rejillas se calcula mediante la siguiente expresión:

$$L_r = \frac{L_b}{4}$$

Ecuación 38

Donde:

$L_r$ : Distancia entre rejillas (m)

$L_b$ : Longitud del brazo del rodete (m)

4: Número de palas planas que tiene el agitador

$$L_r = \frac{0,33}{4} = 0,08 \text{ m}$$

#### ❖ Cálculo de la potencia del agitador

Para calcular la potencia del agitador debemos utilizar números adimensionales y se relaciona una gráfica entre el número de Reynolds y el número de potencia. Las gráficas están en función de las características geométricas del agitador.

Calculo del área de transferencia de calor en el tanque

$$A_t = 2\pi r_p (h_p + r_p)$$

Ecuación 39

Donde:

$A_t$ : Area de transferencia ( $m^2$ )

$r_p$ : Radio del tanque (m)

$h_p$ : Altura del tanque (m)

$$A_t = 2\pi * (0,26)(0,64 + 0,26) = 1,47 \text{ m}^2$$

## Cálculo del número de Reynolds

“El número de Reynolds es un número adimensional que permite conocer el régimen en el que se encuentra el fluido, depende de cuatro variables que son: diámetro del tubo, densidad, viscosidad y velocidad lineal media del líquido.

$$N_{Re} = \frac{\rho N \phi_r}{\mu}$$

Ecuación 40

Donde:

$\rho$ : Densidad del fluido ( $kg/m^3$ )

$N$ : Velocidad de rotación

$\phi$ : Diámetro del rodete ( $m$ )

$\mu$ : Viscosidad del fluido ( $kg/ms$ )” (McCabe, Smith, & Harriott, 1991, pp. 48-49)

$$N_{Re} = \frac{1044 * 0,8 * 0,39^2}{0,936}$$

$$N_{Re} = 135,72 \text{ Flujo Laminar}$$

## Cálculo del consumo de potencia

“El consumo de potencia está relacionada directamente con la densidad del fluido, la viscosidad, la velocidad de rotación y el diámetro del impulsor. Gráficamente podemos obtener el consumo de potencia en función del número de Reynolds y el tipo de impulsor establecido” (McCabe, Smith, & Harriott, 1991, p. 257)

El cálculo de la potencia se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P = \frac{N_{po}}{gc} \cdot \rho \cdot N^3 \cdot \theta_r^5$$

Ecuación 41

Donde:

$N_{po}$ : Numero de potencia obtenida 13 del ANEXO D

$gc$ : Factor gravitacional de conservación ( $kgm/N \cdot s^2$ )

$N$ : Velocidad rotacional ( $rps$ )

$\rho$ : Densidad del fluido ( $kg/m^3$ )

$\theta_r$ : "Diámetro del rodete" (Geankoplis, 1998, p. 164)

$$P = \frac{14}{1} * 1044 * (0,8^3) * (0,39^5)$$

$$P = 67,52 \frac{J}{s} * \frac{1Hp}{746 \frac{J}{s}} = 0,09 Hp$$

Al agregar un 10% como factor de seguridad tenemos una potencia final de:

$$P = 0,09 * (1,1) = 0,1 Hp$$

La potencia obtenida es del 0,1 HP por lo que escogemos la potencia estandarizada de 0,5 HP.

#### ❖ Estimación del tiempo de calentamiento en el recipiente enchaquetado

#### Cálculo del número de Reynolds

$$N_{Re} = \frac{\rho N \phi_r}{\mu}$$

Ecuación 42

Donde:

$\rho$ : Densidad del fluido ( $kg/m^3$ )

$N$ : Velocidad de rotacion

$\phi$ : Diámetro del rodete ( $m$ )

$\mu$ : Viscosidad del fluido ( $kg/ms$ ) ” (McCabe, Smith, & Harriott, 1991, pp. 48-49)

$$N_{Re} = \frac{998,2 * 0,8 * 0,39^2}{1,005 * 10^{-3}}$$

$N_{Re}$  =Flujo Turbulento

#### Cálculo del Número de Prandtl

El principio de Prandtl es muy importante en el estudio de la mecánica de fluidos, dice que el efecto de una superficie solida sobre el flujo se limita a una capa, esta capa recibe el nombre de capa límite, esta ley no se cumple para fluidos con elevadas viscosidades o a velocidades bajas.

El número de Prandtl se define como:

$$N_p = \frac{C_p \cdot \mu}{k}$$

Ecuación 43

Donde:

$N_p$ : Numero de Prandtl (adimensional)

$C_p$ : Calor específico del fluido (Kcal/Kg.K)

$k$ : Conductividad termica (Kcal/m. h. K)

$\mu$  = Viscosidad (Kg/h. m)

$$N_p = \frac{1,002 * 3,618}{0,513}$$

$$N_p = 7,1$$

### Número de Nusselt

El número de Nusselt se usa para el cálculo de transferencia de calor, relaciona el coeficiente de transferencia de calor con la conductividad térmica del fluido y la dimensión característica. Es un número adimensional. (Geankoplis, 1998, p. 267)

Correlación de número de Nusselt

$$N_n = \frac{h_t \cdot D_t}{k} = a N_{Re}^b N_p^c \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^m$$

Ecuación 44

Donde:

$N_n$ : Número de Nusselt (adimensional)

$h_t$ : Coeficiente individual de transferencia de calor (W/m<sup>2</sup> . °C)

$D_t$ : Diámetro interno del tanque (m)

$k$ : Conductividad térmica del fluido (kcal/(m. h. °C)

$N_{Re}$ : Número de Reynolds (adimensional)

$N_p$ : Número de Prandtl (adimensional)

$\mu$ : Viscosidad del fluido (kg/m.s)

$\mu_w$ : Viscosidad del fluido a la temperatura de la pared (kg/m.s)

El valor de c es de 0,33 y los valores de a, b y m están tabulados. (Geankoplis, 1998, pp. 267-268)

**Tabla 18-3:** Valores constantes para correlación de Nusselt

Tipo de Agitador	A	b	M	Intervalo del $N_{Re}$
Paleta plana	0,36	0,67	0,21	$300 - 3 \times 10^5$
Turbina de aspas separadas	0,53	0,67	0,24	80 - 200
Turbina de aleta plana	0,54	0,67	0,14	$40 - 3 \times 10^5$
Hélice	0,54	0,67	0,14	$2 \times 10^3$
Ancla (tipo mezclador)	0,36	0,67	0,18	30 - 40000
Banda helicoidal	0,633	0,50	0,18	$8 - 10^5$

Fuente: (Perry, 1996, pp. 10-19)

Elaborado por: PILCO, Alex.2017

Reemplazando los datos en la ecuación tenemos:

$$N_n = \frac{h_t \cdot D_t}{k} = a N_{Re}^b N_p^c \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^m$$

### Coefficiente global de transferencia de calor

La transferencia de calor en el sector industrial tiene su importancia, ya que permite conocer el calor que se transfiere de un fluido a través de una pared solida hacia otro fluido. En los equipos no se puede realizar la medición directa de la temperatura, por ello para tener una idea del rendimiento del equipo calculamos el coeficiente global de transferencia de calor. (Perry, 1996, pp. 10-11,10-12)

Cálculo del coeficiente de transferencia de calor

$$h_t = a N_{Re}^b N_p^c \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^m \frac{k}{D_t}$$

Ecuación 45

$$h_t = a N_{Re}^b N_p^c \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^m \frac{k}{D_t}$$

$$h_t = 0,36 * 120856,7^{0,67} * 7,1^{0,33} * 1^{0,21} * \frac{0,513}{0,52}$$

$$h_t = 1723,7 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

### Cálculo estimado del coeficiente global limpio al interior del tanque

“La relación de transferencia de calor de un intercambiador de calor, usando vapor como fuente de calentamiento esta entre: 6000 – 15000 ( $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ), siendo el valor más utilizado de 8000 ( $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ )". (Ocaña, 2015, p. 58)

El cálculo lo hacemos mediante la expresión siguiente:

$$U_c = \frac{h_t \cdot h_{ch}}{h_t + h_{ch}}$$

Ecuación 46

Donde:

$U_c$ : Coeficiente global limpio en el interior del tanque ( $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ )

$h_t$ : Coeficiente individual de transferencia de calor ( $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ )

$h_{ch}$ : Coeficiente individual de transferencia de calor de la chaqueta ( $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ )

$$U_c = \frac{1723,7 * 8000}{1723,7 + 8000}$$

$$U_c = 1418,14 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

### Cálculo estimado del coeficiente global sucio al interior del tanque

Se lo calcula mediante la siguiente ecuación:

$$U_s = \frac{1}{\frac{1}{U_c} + R_d}$$

Ecuación 47

Donde:

$U_s$ : Coeficiente global sucio al interior del tanque ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )

$U_l$ : Coeficiente global limpio al interior del tanque ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )

$R_d$ : resistencia de la pared que se desprecia (0,0009)

$$U_s = \frac{1}{\frac{1}{1418,14} + 0,0009}$$

$$U_s = 623 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} = \frac{J}{s \cdot m^2 \cdot ^\circ C} * \frac{3600 s}{1h} * \frac{1KJ}{1000J} = 2242,8 \frac{KJ}{h \cdot m^2 \cdot ^\circ C}$$

### ❖ Cálculo del tiempo estimado de calentamiento

Para calentamiento isotérmico (vapor de agua), se calcula mediante la ecuación:

$$\ln \frac{(T_1 - t_1)}{(T_1 - t_2)} = \frac{U \cdot A}{M \cdot C} \theta$$

Ecuación 48

Donde:

$T_1$ : Temperatura del fluido caliente ( $^\circ C$ )

$t_1$ : Temperatura de entrada del agua al equipo ( $^\circ C$ )

$t_2$ : Temperatura del fluido a la salida del equipo ( $^\circ C$ )

$M$ : Masa del fluido (kg)

$A$ : Area de transferencia de calor ( $m^2$ )



$U_s$ : Coeficiente global sucio al interior del tanque ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )

$C_{p_s}$ : Capacidad calorífica del fluido ( $KJ/Kg \cdot ^\circ C$ )

$\theta$ : Tiempo estimado de calentamiento ( $h$ )

$$\theta = \frac{\ln \frac{(100 - 20)}{(100 - 75)}}{\frac{2242,8 * 1,47}{80,52 * 4,188}}$$

$$\theta = 0,13 h = 7,8 min$$

#### ❖ Estimación del tiempo de enfriamiento en el recipiente enchaquetado

#### Cálculo del número de Reynolds

$$N_{Re} = \frac{\rho N \phi_r}{\mu}$$

Ecuación 49

Donde:

$\rho$ : Densidad del fluido ( $kg/m^3$ )

$N$ : Velocidad de rotación

$\phi$ : Diámetro del rodete ( $m$ )

$\mu$ : Viscosidad del fluido ( $kg/ms$ )” (McCabe, Smith, & Harriott, 1991, pp. 48-49)

$$N_{Re} = \frac{999,13 * 0,8 * 0,39^2}{1,140 \times 10^{-3}}$$

$$N_{Re} = 106643,98 \text{ Flujo Turbulento}$$

#### Cálculo del Número de Prandtl

El número de Prandtl se define como:

$$N_p = \frac{C_p \cdot \mu}{k}$$

Ecuación 50

Donde:

$N_p$ : Numero de Prandtl (adimensional)

$C_p$ : Calor específico del fluido (Kcal/Kg.K)

$k$ : Conductividad termica (Kcal/m. h. K)

$\mu$  = Viscosidad (Kg/h. m)

$$N_p = \frac{1,002 * 4,104}{0,505} = 8,14$$

Correlación de número de Nusselt

$$N_n = \frac{h_t \cdot D_t}{k} = a N_{Re}^b N_p^c \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^m$$

Ecuación 51

Donde:

$N_n$ : Número de Nusselt (adimensional)

$h_t$ : Coeficiente individual de transferencia de calor (W/m<sup>2</sup> . °C)

$D_t$ : Diámetro interno del tanque (m)

$k$ : Conductividad térmica del fluido (kcal/(m. h. °C)

$N_{Re}$ : Número de Reynolds (adimensional)

$N_p$ : Número de Prandtl (adimensional)

$\mu$ : Viscosidad del fluido (kg/m. s)

$\mu_w$ : Viscosidad del fluido a la temperatura de la pared (kg/m. s)

Reemplazando los datos en la ecuación tenemos:

$$N_n = \frac{h_t \cdot D_t}{k} = a N_{Re}^b N_p^c \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^m$$

Cálculo del coeficiente de transferencia de calor

$$h_t = a N_{Re}^b N_p^c \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^m \frac{k}{D_t}$$

Ecuación 52

$$h_t = 0,36 * 106643,98^{0,67} * 8,14^{0,33} * 1^{0,21} * \frac{0,505}{0,52}$$

$$h_t = 1296,1 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

### Cálculo estimado del coeficiente global limpio al interior del tanque

El cálculo lo hacemos mediante la expresión siguiente:

$$U_c = \frac{h_t \cdot h_{ch}}{h_t + h_{ch}}$$

Ecuación 53

Donde:

$U_c$ : Coeficiente global limpio en el interior del tanque ( $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ )

$h_t$ : Coeficiente individual de transferencia de calor ( $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ )

$h_{ch}$ : Coeficiente individual de transferencia de calor de la chaqueta ( $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ )

$$U_c = \frac{1296,1 * 8000}{1296,1 + 8000}$$

$$U_c = 1115,4 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

### Cálculo estimado del coeficiente global sucio al interior del tanque

Se lo calcula mediante la siguiente ecuación:

$$U_s = \frac{1}{\frac{1}{U_c} + R_d}$$

Ecuación 54

Donde:

$U_s$ : Coeficiente global sucio al interior del tanque ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )

$U_l$ : Coeficiente global limpio al interior del tanque ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )

$R_d$ : resistencia de la pared que se desprecia (0,0009)

$$U_s = \frac{1}{\frac{1}{1115,4} + 0,0009}$$

$$U_s = 556,63 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} = \frac{J}{s \cdot m^2 \cdot ^\circ C} * \frac{3600 s}{1h} * \frac{1KJ}{1000J} = 2003,9 \frac{KJ}{h \cdot m^2 \cdot ^\circ C}$$

#### ❖ Cálculo del tiempo estimado de enfriamiento

Al ingresar el agua a temperatura ambiente es decir a  $20^\circ C$ . Se calcula mediante la ecuación:

$$\ln \frac{(T_1 - t_1)}{(T_1 - t_2)} = \frac{U \cdot A}{M \cdot C} \theta$$

Ecuación 55

Donde:

$T_1$ : Temperatura del fluido frio ( $^\circ C$ )

$t_1$ : Temperatura de entrada del fluido al equipo ( $^\circ C$ )

$t_2$ : Temperatura del fluido a la salida del equipo ( $^\circ C$ )

$M$ : Masa del fluido (kg)

$A$ : Area de transferencia de calor ( $m^2$ )

$U_s$ : Coeficiente global sucio al interior del tanque ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )

$C_p$ : Capacidad calorifica del fluido ( $KJ/Kg \cdot ^\circ C$ )

$\theta$ : Tiempo estimado de enfriamiento (h)

$$\theta = \frac{\ln \frac{(75 - 20)}{(30 - 20)}}{\frac{2003,9 * 1,47}{80,52 * 4,19}}$$

$$\theta = 0,20 h = 12 min$$

### 3.2.2.6 Diseño de una envasadora

“Según las características del producto el sistema de envasado será mediante dosificación vertical y mediante flujo pistón, seleccionado de acuerdo a la viscosidad de la pulpa y el posterior sellado térmico de la bolsa especificada” (Rodríguez & Tipantacig, 2013, p. 12)

“El mecanismo de funcionamiento es el siguiente:

- Almacenamiento en la tolva
- Apertura de las bolsas de polipropileno de alta densidad
- Llenado automático mediante el sistema flujo pistón
- Sellado térmico externo de bolsas automáticamente
- Despacho de bolsas” (Alfaro & Morán, 2011, p. 33)

#### ❖ Dimensionamiento de la tolva de alimentación

La tolva es de acero inoxidable AISI 304, ya que se encuentra en contacto directo con el producto alimenticio.

#### Volumen de la tolva

Para saber la carga de fruta que ingresa a la etapa de despulpado lo hacemos mediante la expresión:

$$V_{tolva} = \frac{m_{capacidad}}{\rho_{fruta}}$$

Donde:

$m_{capacidad}$ : Capacidad de la tolva en una hora de operación

$\rho_{aparente}$ : Densidad aparente de la fruta

$$V_e = \frac{82,5}{1044} = 0,08 \text{ m}^3$$

Se aplica el factor de seguridad del 20%:

$$V_p = V_{pa} * (1,1)$$

$$V_p = 0,08 * (1,1) = 0,09 \text{ m}^3$$

### **Cálculo del diseño de la tolva**

Para realizar el cálculo de la altura se considera una forma trapezoidal y se lo calcula con la siguiente ecuación.

$$V_{tolva} = \frac{(R_1^2 + R_2^2 + (R_1 * R_2)) * \pi * H_T}{3}$$

Ecuación 56

Donde:

$H_T$ : Altura de la tolva

$R_1$ : Radio mayor de la tolva (m)

$R_2$ : Radio menor de la tolva (m)

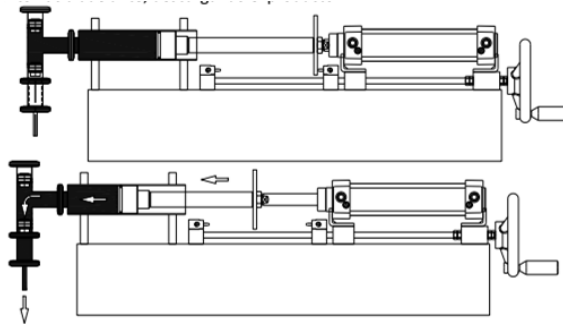
El proceso de envasado y sellado térmico dura de 6-10 segundos. Para fines de diseño se dimensiona el máximo volumen que puede soportar la tolva durante la hora de trabajo. Para llegar al valor del volumen debemos asumir valores con criterio hasta llegar al volumen establecido:

$$V_{tolva} = \frac{(0,32^2 + 0,22^2 + (0,32 * 0,22)) * \pi * 0,4}{3}$$

$$V_{tolva} = 0,9 \text{ m}^3/h$$

### **❖ Diseño del sistema de dosificación**

El llenado se realiza mediante el sistema flujo pistón que es el recomendado para líquidos viscosos.



**Figura 9-3:** Sistema de dosificación flujo pistón  
**Fuente:** (Alfaro & Morán, 2011, p. 39)

Área del émbolo

$$A_{emb} = \frac{\pi * \varnothing^2}{4}$$

Ecuación 57

$$A_{emb} = \frac{\pi * 5^2}{4} = 19,63cm^2$$

Fuerza de compresión:

$$6 \text{ bar} = 60 \frac{N}{cm^2}$$

$$F_{compresion} = 60 \frac{N}{cm^2} * 19,63cm^2 = 1177,8 N$$

El sistema de dosificación debe estar diseñada para ajustes o cambios de acuerdo al producto. Por ello se ajustara variando la altura del pistón o embolo para alcanzar la cantidad adecuada de producto dosificado.

Para el cálculo de la altura ideal del cilindro debemos considerar la mayor producción de pulpa en las bolsas de polietileno y es de 400g y 500g.

$$h_{cilindro} = \frac{4V_{cilindro}}{\pi\varnothing^2} = \frac{4 * 4,79x10^{-4}}{0,05^2 * 4} = 0,19m$$

Le agregamos un factor de seguridad del 20% por la presencia del embolo dentro del cilindro.

$$h_{cilindro} = 0,19 m (1,2) = 0,23 m$$

### ❖ Sistema de sellado

Para el sellado se debe realizar sin exceso de aire bolsas plásticas de alta densidad las cuales poseen las siguientes características.

**Tabla 19-3:** Características del polietileno

	Densidad ( $kg/dm^3$ )	Resistencia a la tensión ( $kg/cm^2$ )	Temperatura de sellado ( $^{\circ}C$ )	Presión de sellado ( $kgf/cm^2$ )	Fuerza por área de sellado ( $kgf/cm^2$ )
Polietileno de baja densidad (HDPE)	0,94 – 0,96	10 – 35	20 – 25	100 – 180	0,575 – 0,635
Polietileno de baja densidad (LDPE)	0,91 – 0,93	4 – 16	8 – 21	110 – 180	0,564 – 0,620
Polipropileno (PP)	0,90	30 – 35	55 – 60	110 – 190	0,610 – 0,635

Fuente: (Rodríguez & Tipantacig, 2013, p. 114)

Elaborado por: PILCO, Alex.2017

Las bolsas para el envasado tienen las siguientes medidas:

Largo: 0,2 m

Ancho: 0,1 m

“La mordaza va tener de largo 0,1 metros sumado un 20%. La bolsa seleccionada en un tiempo de 2 a 5 segundos será sometida a  $145^{\circ}C$  con una presión de las mordazas de  $0,564 (kgf/cm^2)$  para un correcto sellado.” (Rodríguez & Tipantacig, 2013, p. 114)

Área de sellado:

$$A_s = 0,1 * 0,1 = 0,01m^2 = 100cm^2$$



Fuerza de sellado:

$$F_s = 0,564 \frac{kgf}{cm^2} * 100cm^2 = 56,4 kgf = 552,7 N$$

El producto empaquetado es almacenado en un cuarto de congelación

### 3.2.2.7 *Diseño del cuarto frio*

Se desea congelar la fruta a una temperatura que permite conservar el producto antes de ser despachado a los puntos de distribución. A -18 C la pulpa se conserva hasta 6 meses de vida útil. La masa de producto que se va a conservar se determina con la densidad de la pulpa, definiendo la producción de tres días de producción se tiene:

$$m = v * d$$

$$m = 2,4 * 1000 = 2400 kg$$

La masa de producto a conservar es de 2400 kg, en un tiempo máximo de tres días de almacenamiento. Con este dato podemos definir las medidas de cuarto frio para nuestra planta considerando el espacio existente en la planta procesadora.

Dimensiones del cuarto frio: 2,5m x 2m x 2m de ancho, largo y altura respectivamente.

Volumen de cuarto frio:

$$\text{Volumen} = 2,5m \times 2m \times 2m = 10m^3.$$

El aislante utilizado en la industria de alimentos es el poliuretano y su espesor está en función de la temperatura que alcanza.

### **Condiciones de diseño de cuarto frio**

- Temperatura interior de cámara: -18C

- Humedad relativa: 80%
- Masa de producto a congelar: 2400 kg
- Aislamiento: Poliuretano
- Espesor de aislante: 75 mm

### 3.2.2.8 Diseño de una caldera

Una caldera o generador de vapor es un recipiente cerrado a presión que calienta un fluido para para su utilización posterior mediante la transformación de la energía química en energía térmica, por medio de la combustión de un combustible (sólido, líquido, gaseoso). (Kohan, 2000, p. 15)

#### Cálculo de la capacidad de vapor requerida

Para el diseño de una caldera se necesita conocer el requerimiento de vapor por parte de los equipos de la planta, Se calcula para la marmita y para el pasteurizador:

$$CC = \frac{C * 8.33 * (210 - T)}{33472}$$

Ecuación 58

Donde:

CC: Caballos caldera

C: Capacidad del tanque del proceso (gal)

T: Temperatura del agua suministrada (°F)

Cálculo en la marmita:

$$0,17 \frac{m^3}{h} * \frac{1000 l}{1m^3} * \frac{1 gal}{3,785 l} = 44,91 \frac{gal}{h}$$

$$CC_m = \frac{44,91 * 8.33 * (210 - 86)}{33472} = 1,4$$

Cálculo en el pasteurizador:

$$0,14 \frac{m^3}{h} * \frac{1000 l}{1m^3} * \frac{1 gal}{3,785 l} = 36,99 \frac{gal}{h}$$

$$CC_p = \frac{36,99 * 8.33 * (210 - 86)}{33472} = 1,14$$

$$CC = 1,4 + 1,1 = 2,5$$

A este valor se considera un factor de seguridad de 20% por perdidas en las tuberías por convección y radiación y por la operación de los equipos.

$$CC_T = 2,5 * 1,2 = 3$$

La presión de operación de un caldero difiere de acuerdo al sector que se necesite, para el sector alimentario la presión de operación utilizada generalmente es 60 PSI, ya que es suficiente para los requerimientos de vapor para los equipos del proceso.

Caudal de alimentación de agua a la caldera:

“Por cada CC debe alimentarse 4,25 galones por hora

$$Q_C = CC * 4,25$$

Donde:

$Q_C$  = Caudal de alimentación a la caldera (gal/h)’ (Pérez, 2015, p. 124)

$$Q_C = CC * 4,25 = 3 * 4,25 = 12,75 \text{ gal}$$

Caudal de alimentación de agua a la caldera por día:

Se considera 8 horas diarias de trabajo de la caldera. Se calcula mediante:

$$Q_{cd} = Q_C * \frac{h}{\text{dia}}$$

Donde:

$Q_{cd}$ : Caudal de caldera al día (gal/día)

$$Q_{cd} = 12,75 \frac{\text{gal}}{h} * \frac{8 h}{1 \text{ dia}} = 102 \frac{\text{gal}}{\text{dia}}$$

“Se propone el diseño de una caldera piro-tubular o de tubos de humo que puede ser construida hasta parámetros de 22000 kg/h y presión de 21 kg/cm<sup>2</sup>, nuestro equipo tiene una presión de diseño de 60 psi” (Kohan, 2000, p. 18)

### 3.2.2.9 Dimensionamiento de las bandas transportadoras

El dimensionamiento de las bandas dependerán de características del material como: densidad, tamaño, forma, fragilidad, peso, textura. Para determinar el ancho de banda se selecciona de la tabla normalizada, según la Asociación de Fabricantes de Equipos Transportadores (CEMA)

**Tabla 20-3:** Anchos normalizados del CEMA

ANCHOS NORMALIZADOS POR EL CEMA (mm)										
400	450	500	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1800

Fuente: (Sierra & Legrá, 2014, p. 100)

Realizado por: PILCO, Alex. 2017

El ancho de banda seleccionado es el de 400 mm, considerado para los cálculos posteriores.

### Cálculo de la cantidad de producto a transportar

El cálculo de la cantidad de producto a transportar es:

$$Q = \frac{82,5 \text{ kg}}{h} * \frac{1 \text{ frutilla}}{0,02123 \text{ kg}} * \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 65 \frac{\text{frutillas}}{\text{min}}$$

Cálculo del área de la fruta a transportar:

$$A_{ft} = \pi * r * (r + g)$$

Ecuación 59

Donde:

A<sub>ft</sub>: Área de la fruta transportada (m<sup>2</sup>)

g: Generatriz (m)

$$A_{ft} = \pi * (0,017) * (0,017 + 0,046) = 3,33 \times 10^{-3} m^2$$

$$A_{ft} = 3,33 \times 10^{-3} * 65 \text{ frutillas} == 0,22 m^2$$

Se calcula la longitud de banda según la siguiente relación:

$$A_{ft} = A_b = \frac{X_b A_{bn}}{2}$$

Despejando la longitud:

$$X_b = \frac{2A_b}{A_{bn}}$$

Ecuación 60

Donde:

$A_b$ : Area de la banda ( $m^2$ )

$X_b$ : Longitud de la banda (m)

$A_{bn}$ : Ancho de la banda normalizado 0,40 m

$$X_b = \frac{2(0,22)}{0,40} = 1,10 m$$

Se aplica el factor de seguridad del 10%

$$X_b = 1,10 * (1,1) = 1.21 m$$

La selección de los rodillos se lo hace de acuerdo a tablas

La velocidad de la banda es:

$$v_b = 1,21 \frac{m}{min} * \frac{1 min}{60 s} = 0,02 \frac{m}{s}$$

El peso máximo que soporta la banda es:

$$P_{max} = N^{\circ} \text{ frutillas} * P_{unidad} = 65 * 0,02123 kg$$

$$P_{max} = 1,38 kg$$

Para seleccionar el diámetro del rodillo, espesor, lo hacemos con la siguiente tabla:

**Tabla 21-3:** Diámetro de rodillos en función del ancho de banda

BANDA	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
$\varnothing$ (mm)										
63,5	X	X	X							
70		X	X	X						
76		X	X	X	X					
89		X	X	X	X					

Fuente: (Santacruz & Suárez, p. 81)

Realizado por: PILCO, Alex. 2017

Con el ancho de banda normalizado escogemos el diámetro del rodillo normalizado y es de 63,5 mm

Para el cálculo de la masa de la banda utilizamos los siguientes datos:

Tipo de material: nylon industrial

Espesor: 0,07 mm

Peso de la banda: 0,7 kg/m<sup>2</sup>

Partes móviles 24 kg/m

La masa de la banda:

$$M_b = A_{ft} * P_m = 0,22 * 0,7 = 0,15 \text{ kg}$$

La masa del producto por unidad de área es:

$$\frac{m}{a} = 0,0278 \frac{\text{carga segundo}}{v_b} = 0,0278 \frac{125}{0,02} = 0,05 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Para el cálculo de la tensión necesaria se tiene:

**Tabla 22-3:** Coeficiente de fricción en rodillos

TIPO DE COJINETE	ESTADO	VALOR DE f
	Favorable	0,018
RODAMIENTO	Normal	0,020
	Desfavorable	0,023 - 0,030
FRICCION		0,05

Fuente: (Santacruz & Suárez, p. 75)

Elaborado por: PILCO, Alex. 2017

Cálculo de la tensión necesaria para mover la banda:

$$T_x = 9,8 G * f_x * X_b$$

Ecuación 61

Donde:

$f_x$ : Coeficiente de fricción de la banda

$G$ : Masa de partes móviles (kg)

$$T_x = 9,8 * 24 * 0,020 * 1,21 = 5,7 N$$

Cálculo de la tensión necesaria para vencer la resistencia al movimiento de la carga:

$$T_y = 9,8 Q * f_y * X_b + W_f$$

Ecuación 62

Donde:

$Q$ : Masa de carga por unidad de área

$f_y$ : Coeficiente de fricción de la banda

$W_f$ : Peso de la fruta en la alimentación

$$W_f = 125 kg * 9,81 m/s^2 = 1226,25$$

$$T_y = (9,8 * 0,05 * 0,05 * 1,21) + 1226,25 = 1226,28 N$$

La tensión efectiva es la suma de las tensiones anteriores y se tiene:

$$T_e = T_x + T_y = 1226,28N + 5,7 N = 1231,98 N$$

Cálculo de la potencia de accionamiento

$$P_a = T_e * v_b$$

Ecuación 63

$$P_a = 1231,98 * 0,02 = 24,63 W$$

$$24,64W=0,03Hp$$

Se aplica un factor de seguridad del 25% por oscilaciones, choques y otros factores

$$(0,03 * 1,25) = 0,04 \text{Hp}$$

Con el dato del ancho de banda tenemos las especificaciones para los rodillos.

**Tabla 23-3:** Características de los rodillos ROTRANS

DIAMTERO RODILLO(mm)	63,5	70	76	89	102	108	127	133	152	159
ESPEJOR DEL TUBO(mm)	3	3	3	3	3,6	3,8	4	4	4,5	5

Fuente: (ROTRANS, 2014, p. 14)

Elaborado por: PILCO, Alex. 2017

### 3.2.2.10 Diseño de la mesas de selección

Para el diseño se asume valores para abastecer toda la materia prima utilizada, y con el volumen de carga a la entrada es de  $0,13 \text{m}^3$ .

Se considera estas dimensiones para la base de la mesa:

Largo: 1,60 m

Fondo: 0,55 m

Altura: 0,15 m

Grosor de canal de altura de selección: 0,03 m

$$V_{\text{mesa}} = l * f * h$$

Ecuación 64

$$V_{\text{mesa}} = 1,50 * 0,5 * 0,15 = 0,132 \text{m}^3.$$

La altura ergonómica para las mesas es de 0,9 m. Se propone la construcción de dos mesas.



### 3.2.3 Resultados del dimensionamiento

#### 3.2.3.1 Dimensionamiento de los equipos principales

**Tabla 24-3:** Resultados del dimensionamiento del tanque de lavado

<b>TANQUE DE LAVADO</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Volumen	0,13	m <sup>3</sup>
Altura	0,67	m
Diámetro	0,57	m
Material acero inoxidable AISI 304		
<b>DISEÑO DE CANASTILLA</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Diámetro de canastilla	0,54	m
Altura de canastilla	0,64	m
Diámetro de perforaciones	0,017	m
Material acero inoxidable AISI 304		
<b>SISTEMA DE TUBERÍAS</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Bomba	0,5	HP
Tubería PVC de 1 in	12	m
Accesorios (válvula de bola, codos)		

Realizado por: PILCO, ALEX. 2017

**Tabla 25-3:** Resultados del dimensionamiento del tanque de marmita

<b>TANQUE DE MARMITA</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Volumen	0,13	m <sup>3</sup>
Altura	0,67	m
Diámetro	0,57	m
Diámetro de chaqueta	0,63	m
Material acero inoxidable AISI 304		
<b>DISEÑO DE CANASTILLA</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>

Diámetro de canastilla	0,54	m
Altura de canastilla	0,64	m
Diámetro de perforaciones	0,017	m

Realizado por: PILCO, ALEX. 2017

**Tabla 26-3:** Resultados del dimensionamiento de la despulpadora

<b>TOLVA DE ALIMENTACION</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Volumen	0,13	m <sup>3</sup>
Altura	0,4	m
Dimensión mayor de la tolva	0,42	m
Dimensión menos de la tolva	0,25	m
Material acero inoxidable AISI 304		
<b>CAMARA DE DESPULPADO</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Diámetro	0,57	m
Altura	0,67	m
Material acero inoxidable AISI 304		
<b>TANQUE TAMIZ</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Diámetro	0,4	m
Altura	0,65	m
Diámetro del rotor	0,22	m
Luz de malla		
Material acero inoxidable AISI 304		
<b>SISTEMA MECÁNICO</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Motor trifásico	1	HP

Realizado por: PILCO, ALEX. 2017

**Tabla 27-3:** Resultados del dimensionamiento del pasteurizador

<b>TANQUE DEL PASTEURIZADOR</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Volumen	0,1	m <sup>3</sup>
Altura	0,64	m

Diámetro	0,52	m
Diámetro de chaqueta	0,57	m
Material acero inoxidable AISI 304		
<b>SISTEMA DE AGITACION DE REJILLAS PLANAS</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Longitud del brazo	0,33	m
Espesor del rodete	0,033	m
Diámetro del rodete	0,39	m
Altura de paleta	0,07	m
Velocidad	0,8	RPS
Potencia del agitador	0,1	HP
Numero de palas planas	4	-
Material acero inoxidable AISI 304		

Realizado por: PILCO, ALEX. 2017

**Tabla 28-3:** Resultados del dimensionamiento de la envasadora y selladora

<b>TOLVA DE ALIMENTACION CILÍNDRICA</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Volumen	0,9	m <sup>3</sup>
Altura	0,4	m
Diámetro mayor	0,32	m
Diámetro menor	0,22	m
Material acero inoxidable AISI 304		
<b>SISTEMA DE DOSIFICACIÓN FLUJO PISTÓN</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Altura del cilindro	0,23	m
Área del embolo	$1,963 \times 10^{-3}$	m <sup>2</sup>
Fuerza de compresión	1177,8	N
Bomba de vacío	0,25	HP
Material acero inoxidable AISI 304		
<b>SISTEMA DE SELLADO</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Largo de bolsa de polietileno	0,1	HP
Ancho de bolsa de polietileno	4	-

Área de sellado	0,01	m <sup>2</sup>
Fuerza de sellado	552,7	N

Realizado por: PILCO, ALEX. 2017

**Tabla 29-3:** Resultados del dimensionamiento del cuarto frío.

<b>CUARTO DE CONGELACIÓN</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Temperatura de entrada del producto	20	°C
Temperatura interna	-18	°C
Ancho	2	m
Largo	2,5	m
Altura	2	m
Espesor del aislante	0,075	m
Almacenamiento máximo	1000	kg
Tipo de aislamiento Poliuretano		

Realizado por: PILCO, ALEX. 2017

### 3.2.3.2 Dimensionamiento de equipos secundarios

**Tabla 30-3:** Resultados del dimensionamiento de la caldera

<b>CALDERA PIROTUBULAR HORIZONTAL A DIESEL</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Potencia de caldera	3	CC
Alimentación de agua por hora	0,04826	m <sup>3</sup>
Vapor generado	46,95	Kg/h
Presión de diseño	60	Psi
Superficie de calentamiento	2,79	m <sup>2</sup>
Material acero inoxidable AISI 304		

Realizado por: PILCO, ALEX. 2017

**Tabla 31-3:** Resultados del dimensionamiento de las bandas transportadoras.

<b>BANDAS TRANSPORTADORAS</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Área de la banda	0,22	$m^2$
Longitud de la banda	1,10	m
Ancho de la banda	0,4	m
Espesor de la banda	0,07	mm
Diámetros de rodillos	0,653	cm
Espesor del tubo	7	mm
NYLON INDUSTRIAL		

Realizado por: PILCO, ALEX. 2017

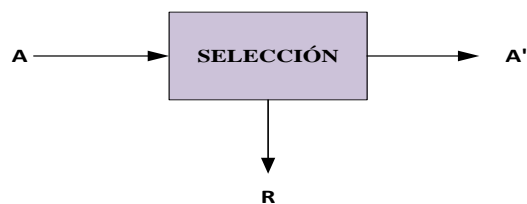
**Tabla 32-3:** Resultados del dimensionamiento de las mesas de selección

<b>MESAS DE SELECCIÓN</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Longitud	1,60	m
Altura de mesa	0,9	m
Ancho	0,55	m
Altura de selección	0,15	m
Espesor	0,03	m
Volumen de mesa	0,132	$m^3$ .
Material acero inoxidable AISI 304		

Realizado por: PILCO, ALEX. 2017

### 3.2.4 Balances de masa y energía

#### 3.2.4.1 Proceso de selección



## BALANCE DE MASA

$$A = A' + R$$

Se tiene:

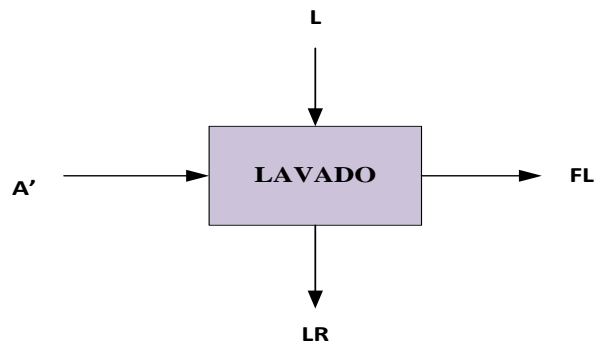
$$A = 125 \text{ kg}$$

$$A' = 116,89 \text{ kg}$$

## Cálculo del rendimiento

$$\frac{119,8}{125} * 100 = 96\%$$

### 3.2.4.2 Proceso de lavado



## BALANCE DE MASA

$$A' + L = FL + LR$$

Ecuación 65

Se tiene:

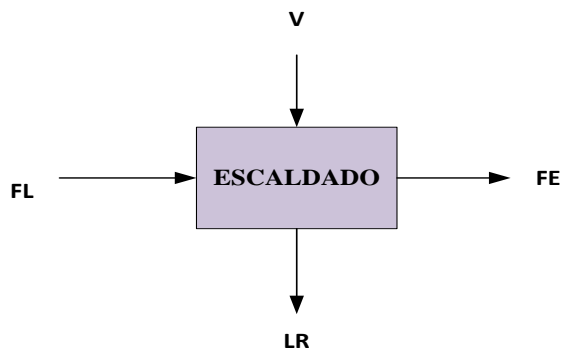
$$A' = 119,8 \text{ kg}$$

$$FL = 119,6 \text{ kg}$$

## Cálculo del rendimiento

$$\frac{119,6}{119,8} * 100 = 99,9\%$$

### 3.2.4.3 Proceso de escaldado



#### BALANCE DE MASA

$$FL + V = FE + LR$$

Ecuación 66

Se tiene:

$$FL = 119,6 \text{ kg}$$

$$FE = 119,5 \text{ kg}$$

#### Cálculo del rendimiento

$$\frac{119,5}{119,6} * 100 = 99,9\%$$

#### BALANCE DE ENERGÍA DE LA MARMITA

$$\Delta U = Q$$

Ecuación 67

Donde:

$\Delta U$ : Variación de Energía interna (J)

$Q$ : Flujo de calor (Kcal/h)

$$Q_{ganado} = Q_{H_2O} + Q_M$$

Ecuación 68

$Q_{H_2O}$ : Flujo de calor del agua (Kcal/h)

$Q_M$ : Flujo de calor del metal (Kcal/h)

Cálculo del área de transferencia de calor

$$A_{transf} = 2 * \pi * r * h = 2 * \pi * 0,29m * 0,34m = 0,62 m^2$$

Cálculo del gradiente de temperatura

$$\Delta T = T_{es} - T_{ent} = (80 - 20)^\circ C = 60^\circ C$$

Cálculo del calor en la marmita

$$Q_M = k * A * \Delta T$$

Ecuación 69

Donde:

$k$ : Coeficiente de transferencia del material ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )

$$Q_M = 16,28 * 0,62 * 60 = 605,62W * \frac{1kW}{1000W} * \frac{1Kcal/h}{0,001163 kW} = 520,74Kcal/h$$

Cálculo del calor del agua

$$Q_{H_2O} = m * Cp * \Delta T = 0,5kg * 1,008 \frac{kcal}{K * kg} * (373 - 353)K = 10,08 \frac{kcal}{h}$$

Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor

$$Q_{ganado} = Q_{H_2O} + Q_M = 10,08 \frac{kcal}{h} + 520,74 \frac{kcal}{h} = 530,82 \frac{kcal}{h}$$

$$U = \frac{Q}{A_{transf} * \Delta T}$$

Ecuación 70

Donde:

$U$ : Coeficiente global de transferencia de calor ( $KJ/m^2 * s * ^\circ C$ )

$$U = \frac{Q}{A_{transf} * \Delta T} = \frac{530,82kcal/h}{0,62 m^2 * 60^\circ C} = 14,27 \frac{kcal}{m^2 * h * ^\circ C} * \frac{4,1868 KJ}{1 kcal} * \frac{1h}{3600 s}$$
$$= 0,017 \frac{KJ}{m^2 * s * ^\circ C}$$



$$\Delta U = Q$$

$$Q_{final} = u * A_{transf}(T_f - T_i)$$

Ecuación 71

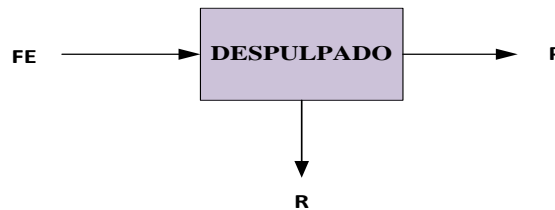
Donde:

$T_f$ : Temperatura de salida de la fruta (°C)

$T_i$ : Temperatura de entrada de la pulpa (°C)

$$T_f = \frac{Q_{final}}{u * A_{transf}} + (T_i) = \frac{530,82 \text{ kcal/h}}{14,27 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 * \text{h} * \text{°C}} * 0,62 \text{ m}^2} + 17^\circ\text{C} = 77^\circ\text{C}$$

#### 3.2.4.4 Proceso de despulpado



#### BALANCE DE MASA

$$FE = \text{Acumulacion} + P + R$$

Ecuación 72

Se tiene:

$$FE = 119,5 \text{ kg}$$

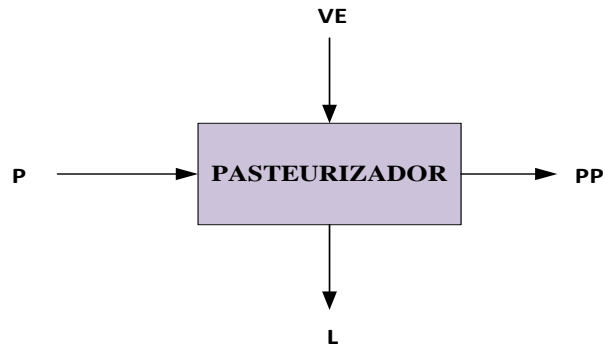
$$P = 78,87 \text{ kg}$$

#### Cálculo del rendimiento

$$\frac{78,87}{119,5} * 100 = 66\%$$

### 3.2.4.5 Proceso de pasteurizado

#### Proceso de calentamiento



#### BALANCE DE MASA

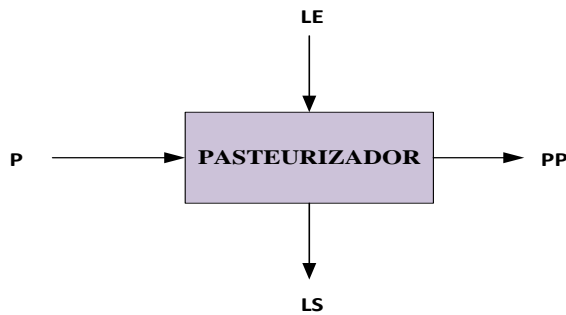
$$P + VE = PP + L$$

Ecuación 73

Se tiene:

$$P = 78,87 \text{ kg}$$

#### Proceso de enfriamiento



#### BALANCE DE MASA

$$P + FE = PP + LS$$

Ecuación 74

Se tiene:

$$P = 78,87 \text{ kg}$$

Perdidas por adherencia a los equipos 5%

$$PP = 78,87 \text{ kg} - (78,87 * 0.05) \text{ kg} = 74,92 \text{ kg}$$

### Cálculo del rendimiento

$$\frac{74,92}{78,87} * 100 = 95\%$$

### BALANCE DE ENERGÍA DEL PASTEURIZADOR

$$\Delta U = Q$$

Donde:

$\Delta U$ : Variación de Energía interna (J)

$Q$ : Flujo de calor (Kcal/h)

$$Q_{ganado} = Q_{H_2O} + Q_M$$

$Q_{H_2O}$ : Flujo de calor del agua (Kcal/h)

$Q_M$ : Flujo de calor del metal (Kcal/h)

Cálculo del área de transferencia de calor

$$A_{transf} = 2 * \pi * r * h = 2 * \pi * 0,26m * 0,32m = 0,52 m^2$$

Cálculo del gradiente de temperatura

$$\Delta T = T_{es} - T_{ent} = (70 - 20)^\circ C = 50^\circ C$$

Cálculo del calor en la marmita

$$Q_M = k * A * \Delta T$$

Donde:

$k$ : Coeficiente de transferencia del material ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )

$$Q_M = 16,28 \frac{W}{m^2 * ^\circ C} * 0,52 m^2 * 50^\circ C = 423,28 W * \frac{1 kW}{1000 W} * \frac{1 Kcal}{h} = 363,96 Kcal/h$$

Cálculo del calor del agua

$$Q_{H_2O} = m * C_p * \Delta T = 0,5 kg * 1,008 \frac{kcal}{K * kg} * (373 - 343) K = 15,12 \frac{kcal}{h}$$

Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor

$$Q_{ganado} = Q_{H_2O} + Q_M = 15,12 \frac{kcal}{h} + 363,96 \frac{kcal}{h} = 379,08 \frac{kcal}{h}$$

$$U = \frac{Q}{A_{transf} * \Delta T}$$

Donde:

$U$ : Coeficiente global de transferencia de calor ( $KJ/m^2 * s * ^\circ C$ )

$$U = \frac{Q}{A_{transf} * \Delta T} = \frac{379,08 kcal/h}{0,52 m^2 * 50^\circ C} = 14,58 \frac{kcal}{m^2 * h * ^\circ C} * \frac{4,1868 KJ}{1 kcal} * \frac{1 h}{3600 s} = 0,017 \frac{KJ}{m^2 * s * ^\circ C}$$

$$\Delta U = Q$$

$$Q_{final} = u * A_{transf} (T_f - T_i)$$

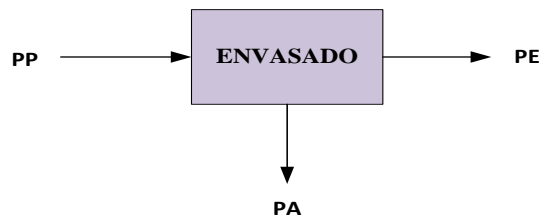
Donde:

$T_f$ : Temperatura de salida de la fruta ( $^\circ C$ )

$T_i$ : Temperatura de entrada de la pulpa ( $^\circ C$ )

$$T_f = \frac{Q_{final}}{u * A_{transf}} + (T_i) = \frac{379,08 kcal/h}{14,58 \frac{kcal}{m^2 * h * ^\circ C} * 0,52 m^2} + 17^\circ C = 67^\circ C$$

### 3.2.4.6 Proceso de envasado



#### BALANCE DE MASA

$$PP = PA + PE$$

Ecuación 75

Se tiene:

$$PP = 74,92 \text{ kg}$$

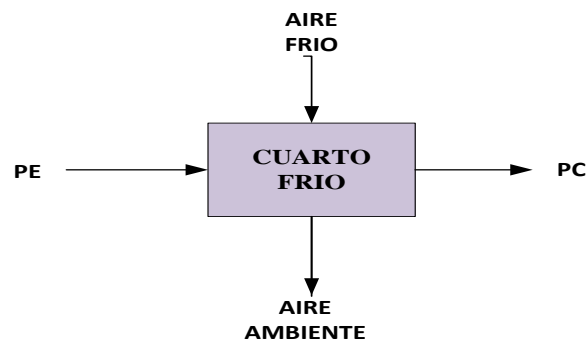
Perdidas por adherencia (PA) a los equipos es de 5%

$$PP = 74,92 \text{ kg} - (74,92 * 0.05) \text{ kg} = 71,17 \text{ kg}$$

#### Cálculo del rendimiento

$$\frac{71,17}{74,92} * 100 = 95\%$$

### 3.2.4.7 Balance del cuarto frio



#### BALANCE DE MASA

$$PC = PE$$

#### BALANCE DE ENERGIA

Cálculo del calor:

$$Q_{TOTAL} = Q_{pulpa \text{ de } 20^{\circ}\text{C} \text{ a } 0^{\circ}\text{C}} + Q_{fusión \text{ de la pulpa}} + Q_{pulpa \text{ de } 0^{\circ}\text{C} \text{ a } -4^{\circ}\text{C}}$$

Cálculo del calor en el paso de la pulpa de frutilla de 20 °C a 0°C:

$$Q_{pulpa \text{ de } 20^{\circ}\text{C a } 0^{\circ}\text{C}} = m * C_{p_{pulpa \text{ de frutilla}}} * \Delta T$$

$$Q = m\Delta H_f$$

$$Q_s = \left(71,17 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}\right) * 0,91 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{kg} * ^{\circ}\text{C}}\right) * (-20^{\circ}\text{C})$$

$$Q_s = -1295,29 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

Cálculo del calor por la fusión de la pulpa de frutilla.

$$Q_{fusión \text{ de la pulpa}} = m\Delta H_{f_{pulpa \text{ de frutilla}}}$$

$$Q_{fusión \text{ de la pulpa}} = \left(71,17 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}\right) 301 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} * \frac{1\text{Kcal}}{4,18 \text{KJ}}$$

$$Q_{fusión \text{ de la pulpa}} = 5124,92 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

Cálculo del calor en el paso de la pulpa de frutilla de 0 °C a -18 °C

$$Q_{pulpa \text{ de } 0^{\circ}\text{C a } -4^{\circ}\text{C}} = m * C_{p_{pulpa \text{ de frutilla}}} * \Delta T$$

$$Q_{pulpa \text{ de } 0^{\circ}\text{C a } -4^{\circ}\text{C}} = \left(71,17 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}\right) * 1,97 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} * \frac{1\text{Kcal}}{4,18 \text{KJ}} * (-18^{\circ}\text{C})$$

$$Q_{pulpa \text{ de } 0^{\circ}\text{C a } -4^{\circ}\text{C}} = -2523,68 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

Cálculo del calor total

$$Q_{TOTAL} = -1295,29 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 5124,92 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} - 2523,68 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_{TOTAL} = 1305,95 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

### 3.2.4.8 Proceso de generación de vapor



Para el cálculo de la masa de vapor generada en el caldero tenemos los siguientes datos:

Presión atmosférica de Riobamba: 10,5 psi

Presión absoluta: 70,5 psia

$$\dot{m}v = \frac{P}{hv - hf}$$

Donde:

$\dot{m}v$ : Flujo masico de vapor producido (lb/h)

$P$ : Potencia de la caldera (BTU/h)

$hv$ : Entalpia de vapor en condiciones de salida (BTU/lb)

$hf$ : Entalpia del agua en condiciones de entrada (BTU/lb)”

Tenemos:

$P = 3CC (100416 \text{ BTU/h})$

$hv = 1181,2 \text{ BTU/lb}$

$hf = 273,4 \text{ BTU/lb}$

Temperatura de saturación: 152,6 °C

$$\dot{m}v = \frac{100416}{1181,2 - 273,4} = 110,6 \frac{\text{lb}}{\text{h}} = 50,3 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Cálculo del flujo volumétrico del agua:

$$V_{\text{agua}} = \frac{\dot{m}v}{\rho_{\text{agua}}}$$

Donde:

$\rho_{\text{agua}}$ : Densidad del agua ( $\text{kg/m}^3$ )

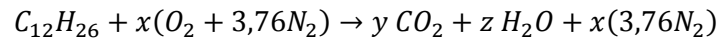
$$V_{\text{agua}} = \frac{\dot{m}v}{\rho_{\text{agua}}} = \frac{50,3}{1000} = 0,05 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Cálculo del flujo volumétrico del agua al día:

$$V_{\text{agua}} = 0,05 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * \frac{8 \text{ h}}{1 \text{ dia}} = 0,4 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

Para el análisis estos hidrocarburos se toman como si fuera uno solo a pesar de poseer impurezas y otros compuestos. El combustible que se utilizara es el diésel que tiene como fórmula  $C_{12}H_{26}$ .

Reacción del aire con el combustible:



Igualando se tiene los coeficientes:

$$x = 18,5$$

$$y = 12$$

$$z = 13$$

El aire seco está compuesto de 21% de oxígeno y 79% de nitrógeno y se tiene:

$$\frac{0,79}{0,21} = 3,76 \text{ mol de nitrógeno}$$

Es decir:

$$1 \text{ kmol } O_2 + 3,76 \text{ kmol } N_2 = 4,76 \text{ kmol de aire}$$

La masa de aire es igual:

$$m_{aire} = mol_e * mol_{aire} * PM_{aire} = 18,5 * 4,76 * 29 = 2553,74 \text{ kg}$$

La masa del combustible es:

$$m_{comb} = (mol_C * PM_C) + (mol_H * PM_H)$$

Donde:

$mol_e$ : Mol estequiometrico

$mol_C$ : Moles de carbono (kmol)

$PM_C$ ): Peso molecular del carbono (12 kg/kmol)

$mol_H$ : Moles de hidrogeno (kmol)

$PM_H$ ): Peso molecular de hidrogeno (2 kg/kmol)

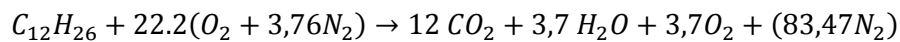


$$m_{comb} = \left(12 \text{ kmol} * \frac{12 \text{ kg}}{\text{kmol}}\right) + \left(13 \text{ kmol} * \frac{2 \text{ kg}}{\text{kmol}}\right) = 170 \text{ kg}$$

La relación de combustible será:

$$AC = \frac{2553,74 \text{ kg de aire}}{170 \text{ kg de combustible}} = 15,022 \frac{\text{kg de aire}}{\text{kg de combustible}}$$

La combustión no se lleva al 100%, por lo que se debe aumentar un exceso de aire del 20%



Flujo másico del combustible:

$$m_{comb} = \frac{P}{\eta * Cp_{diesel}}$$

Donde:

$P$ : Potencia (BTU/h)

$\eta$ : Eficiencia (70%)

$Cp_{diesel}$ : Capacidad calorífica inferior del diésel pesado (18440 BTU/lb) (Cengel & Boles, 2009, p. 945)

$$m_{comb} = \frac{100416}{0,7 * 18440} = 7,78 \frac{\text{lb}}{\text{h}} = 3,54 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Cálculo de la masa del aire:

$$m_{aire} = AC * m_{comb} = 18,03 * 3,54 = 63,83 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

## BALANCE DE ENERGIA

Cálculo del calor aportado al agua:

$$Q_T = Q_s + Q_L$$

Donde:

$Q_T$ : Calor Total (KJ/KG)

$Q_s$ : Calor Sensible (KJ/h)

$Q_L$ : Calor Latente (KJ/h)

Cálculo del calor sensible:

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

Ecuación 76

$$Q_s = 47,91(Kg/h) * 1,002 \left( \frac{Kcal}{kg * ^\circ C} \right) * (80^\circ C)$$

$$Q_s = 3840,5 \frac{Kcal}{h}$$

Cálculo del calor latente:

$$Q_L = m * Q_{LV}$$

Donde:

$Q_{LV}$ : Calor Latente de vaporización (KJ/KG)

$$Q_L = 47,91 \left( \frac{Kg}{h} \right) * 539,075 * \left( \frac{Kcal}{Kg} \right)$$

$$Q_L = 25827,1 \left( \frac{Kcal}{h} \right)$$

$$Q_T = Q_s + Q_L$$

$$Q_T = 25827,1 \left( \frac{Kcal}{h} \right) + 3840,5 \frac{Kcal}{h}$$

$$Q_T = 29667,58 \frac{Kcal}{h}$$

Cálculo del calor perdido

$$Q_{perdido} = Q_{sistema} - Q_{cedido}$$

Calor total del sistema:

$$Q_{sistema} = m_{combustible} * C_p_{combustible}$$

Donde:

$C_{p_{combustible}}$ : Capacidad calorífica del combustible (43200 KJ/Kg) (Cengel & Boles, 2009, p. 945)

$$Q_{sistema} = 3,54 \frac{Kg}{h} * 43200 \frac{KJ}{Kg} * \frac{1 Kcal}{4,1868 KJ}$$

$$Q_{sistema} = 36526,23 \frac{Kcal}{h}$$

$$Q_{perdido} = 36526,23 \frac{Kcal}{h} - 29667,58 \frac{Kcal}{h}$$

$$Q_{perdido} = 6858,42 \frac{Kcal}{h}$$

Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor:

$$U = \frac{Q}{A_{transf} * \Delta T}$$

Ecuación 77

Donde:

$U$ : Coeficiente global de transferencia de calor ( $KJ/m^2 * s * ^\circ C$ )

Cálculo del área de transferencia de calor

Para el cálculo del área se tiene el volumen de  $0,05m^3$ , y se aplica un factor de forma de  $h = \phi 1,5$ , aumentado un factor de seguridad del 10 %.

$$A_{transf} = 2 * \pi * r * h = 2 * \pi * 0,19m * 0,57m = 0,68 m^2$$

$$\begin{aligned} U &= \frac{Q}{A_{transf} * \Delta T} = \frac{29667,58 \frac{Kcal}{h}}{0,68 m^2 * 80^\circ C} = 545,36 \frac{kcal}{m^2 * h * ^\circ C} * \frac{4,1868 KJ}{1 kcal} * \frac{1h}{3600 s} \\ &= 0,63 \frac{KJ}{m^2 * s * ^\circ C} \end{aligned}$$

Cálculo del título de vapor:





$$X = \frac{m_{vapor}}{m_{mezcla}}$$





$$X = \frac{46,95 \text{ kg/h}}{47,91 \text{ kg/h}}$$


$$X = 0,9799$$

### 3.3 Proceso de producción

**Tabla 33-3:** Descripción del proceso de producción

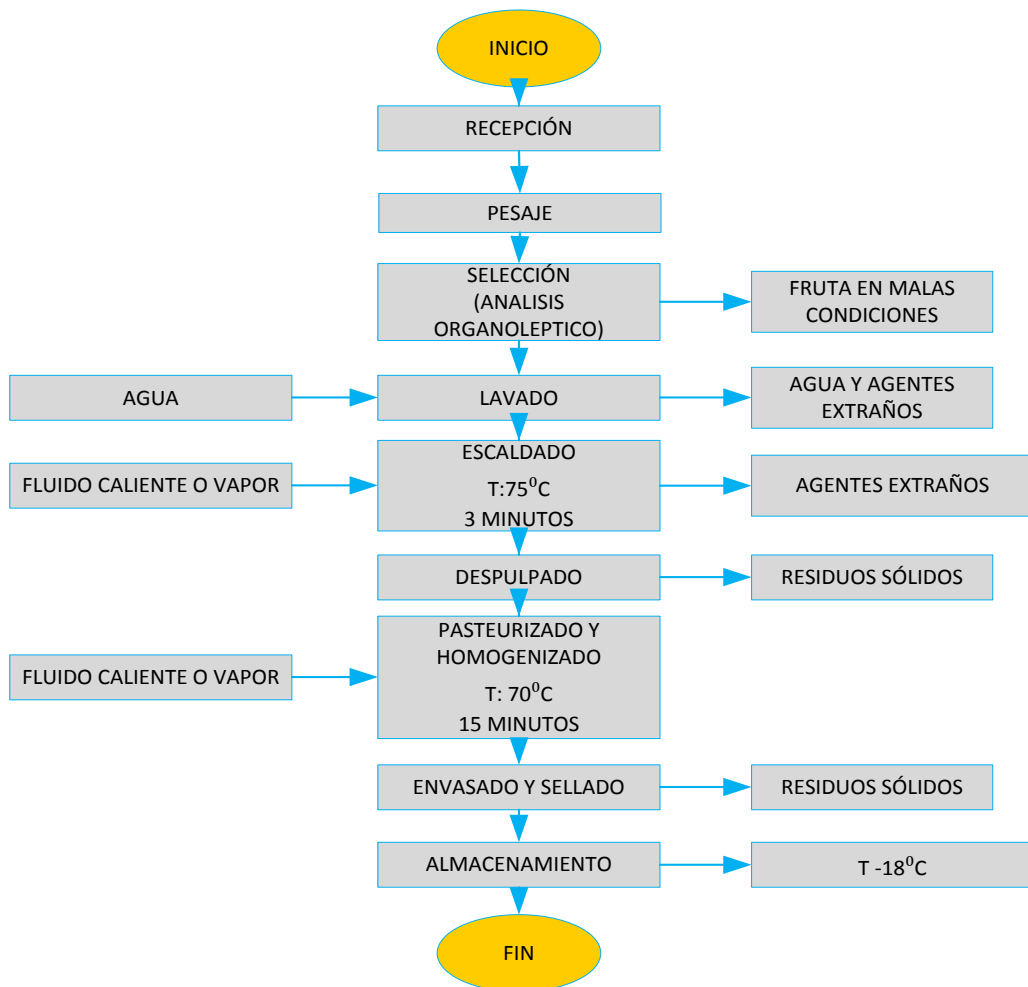
PROCESO	DETALLE	SECCIÓN	RESPONSABLE
Recepción de la materia prima	La frutilla es receptada en recipientes plásticos con el mayor cuidado para evitar maltratar la fruta, esta debe estar exenta de hojas y cualquier residuo ajeno a la fruta.		Alex Pilco
Selección de la frutilla	La fruta receptada es analizada por parte del personal operador mediante pruebas sensorial y organoléptica para evitar que la fruta en mal estado ingrese al proceso, y separarla a un recipiente.		Alex Pilco
Pesaje de la frutilla	La fruta que logre pasar el control sensorial debe ser pesada en recipientes adecuados, para que la carga de alimentación sea el mismo cada hora.		Alex Pilco
Lavado de la frutilla	La fruta ingresa al tanque que contiene agua desinfectada con hipoclorito de sodio a una concentración de 5 ppm, este equipo posee una canastilla metálica con perforaciones, una vez terminado el lavado por inmersión la fruta es retirada con ayuda de la canastilla, para pasar a la siguiente operación.		Alex Pilco

Escaldado de la frutilla	La canastilla posee las mismas dimensiones que en el tanque de marmita que facilita el transporte de la fruta en estas operaciones, la fruta es sometida a una temperatura de 75°C generada por el vapor alimentado por un tiempo corto (3 minutos)		Alex Pilco
Despulpado de la frutilla	La fruta que termina el primer tratamiento térmico ingresa a la operación de despulpado, con ayuda del equipo despulpador horizontal, en esta operación se obtiene la pulpa separándola de cascara, semilla y de cualquier residuo, por mecanismo de espas que generar la fragmentación de la fruta.		Alex Pilco
Pasteurizado y homogenizado	El segundo proceso térmico es la pasteurización la cual consiste en aumentar la temperatura de la pulpa a 70 a 75 °C durante unos 15 minutos, para después generar un cambio brusco disminuyendo la temperatura con agua a temperatura, para eliminar microorganismos termófilos.		Alex Pilco
Envasado y sellado	El envasado de la pulpa será en bolsas de polietileno de alta densidad que brinda una mayor garantía, y no altera las características del alimento, la dosificación se lo realiza con el método pistón-embolo, adecuado para líquidos que presentan viscosidad, el envasado se lo hará a con un termo-sellado. La pulpa tendrá una presentación de 500 gramos.		Alex Pilco

Almacenamiento	El almacenamiento de la pulpa será en un cuarto frío a temperatura -18°C. Se colocara sobre estanterías a una distancia de 15-20 cm sobre el suelo, hasta su posterior distribución, para evitar cualquier alteración de la pulpa.		Alex Pilco
----------------	--	--	------------

Realizado por: PILCO, ALEX. 2017

### Diagrama de flujo del proceso



### 3.4 Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria.

**Tabla 34-3:** Requerimiento de tecnología, equipos y maquinaria.

CANTIDAD	DESCRIPCION	FUNCIÓN
1	Calibrador o pie de rey	Permite tener un control sobre las medidas muy pequeñas en la línea principal de producción.

1	Pizeta	El agua destilada es utilizada a nivel de laboratorio para ello se utiliza estos materiales.
1	Pipeta pastor	Material utilizado para tomar medidas muy pequeñas especialmente en algunos equipos.
1	Picnómetro	Este material permite determinar la densidad del producto, usado en laboratorio.
2	Cronometro	Permite tener el control de tiempos exactos en cada etapa, especialmente en etapas térmicas.
2	Probeta	Material muy utilizado para medición de volúmenes de producción
1	Termómetro de alcohol 100 °C	Este material es muy utilizado en el área de alimentos ya que no es toxico y muy adecuado ya que no existen temperaturas superiores a 100 °C
2	Plástico de polietileno de alta densidad	El proceso de envasado implica el uso de plástico que se expende en rollos para su envasado del producto.
1	Viscosímetro	Este equipo permite tener un control de la viscosidad del producto en toda la línea de producción.
1	Refractómetro	Este equipo permite tener un control de solidos solubles en forma de grados brix en la línea de producción.
1	pH-metro	Este equipo permite controlar el pH de la pulpa en la línea de producción.
1	Balanza	Este equipo permite pesar la cantidad exacta que ingresa al proceso.
1	Reverbero	Este equipo permite tener una fuente de calor para diversas actividades cuando sea necesario.

Realizado por: PILCO, Alex. 2017

### 3.5 Análisis de costo/beneficio del proyecto

Para el análisis económico del proyecto determinamos la inversión inicial, los costos totales, y los ingresos que recibirá la planta en un año de producción, luego mediante herramientas económicas determinar si es viable que el proyecto se realice, para esto utilizaremos en VAN (Valor Anual Neto) y TIR (Tasa Interna de Retorno).

**Tabla 35-3:** Inversión fija

<b>INVERSIÓN FIJA</b>			
<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR UNIDAD (\$)</b>	<b>TOTAL (\$)</b>
1	Terreno o predio	10000,00	10000,00
2	Construcción civil	50000,00	50000,00
<b>Subtotal</b>			60000,00
<b>EQUIPOS PRINCIPALES DE PROCESO</b>			
1	Tanque de lavado con canastilla de acero	750,00	750,00
1	Tanque doble fondo para cocción con canastilla de acero	1800,00	1800,00
1	Despulpadora horizontal	1900,00	1900,00
1	Pasteurizador con sistema de agitación	2450,00	2450,00
1	Envasadora y selladora	2300,00	2300,00
1	Cuarto de congelación	7304,80	7304,80
<b>Subtotal</b>			16504,8
<b>EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO</b>			
1	Caldera pirotubular horizontal	5000,00	5000,00
2	Mesas de acero inoxidable	550,00	1100,00
2	Bandas transportadoras	2300,00	4600,00
1	Laboratorio de control de calidad	5000,00	5000,00
1	Taller de mantenimiento eléctrico/electrónico	5000,00	5000,00
<b>Subtotal</b>			20700,00
<b>TOTAL</b>			97204,8

Realizado por: PILCO, Alex. 2017

**Determinación de los egresos.****Tabla 36-3:** Egresos

<b>EGRESOS</b>			
<b>RECURSOS HUMANOS</b>			
<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR UNITARIO (\$)</b>	<b>VALOR ANUAL (\$)</b>



1	Jefe de administración y producción	700,00	8400,00
6	Trabajadores de planta	375,00	22500,00
1	Analista de control de calidad	700,00	8400,00
1	Técnico de mantenimiento	700,00	8400,00
<b>Subtotal</b>			47700,00
<b>OTROS GASTOS</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>VALOR UNITARIO (\$)</b>	<b>VALOR ANUAL (\$)</b>
Servicios básicos		110,00	1320,00
Diésel (combustible )		1,03	2214,91
Mantenimiento		-	1000,00
<b>Subtotal</b>			3634,91
<b>TOTAL</b>			34234,91

Realizado por: PILCO, Alex. 2017

#### Determinación de los costos totales.

**Tabla 37-3:** Costos totales

<b>COSTO TOTAL</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR (\$)</b>
Inversión fija	97204,80
Recursos humanos	47700,00
Otros gastos	34234,91
Subtotal	179139,71
Imprevistos 10%	17913,97
<b>TOTAL</b>	197053,68

Realizado por: PILCO, Alex. 2017

La cantidad de pulpa obtenida es de 71,14 kg/h, esta cantidad de producto produce la cantidad de 142,34 bolsas/h, de presentación de 500 gramos, de valor \$ 1,40 generando una entrada de \$ 199,276 en cada hora de operación. Con este valor se calcula el ingreso anual de la planta.

## Ingresos anuales

**Tabla 38-3:** Ingreso anual

INGRESOS		
ASPECTO	VALOR UNITARIO	VALOR ANUAL
Pulpa de frutilla de 500 gramos	\$ 1,40	382609,92
TOTAL		382609,92

Realizado por: PILCO, Alex. 2017

### 3.5.1 Cálculo del VAN (Valor Anual Neto)

**Tabla 39-3:** Cálculo del VAN

NUMERO DE PERIODO INICIAL	INGRESO	EGRESO	INVERSIÓN INICIAL
0	-	97204,80	-97204,80
NUMERO DE PERIODO AÑO	INGRESO	EGRESO	FLUJO DE CAJA
1	382609,92	197053,68	185556,24
Tasa de descuento (k)			10%
$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1 + K)^n} \dots$			VAN: \$ 71483,22
VAN > 0 SE ACEPTA EL PROYECTO			

Realizado por: PILCO, Alex. 2017

El valor actual neto que vamos a tener después de un año de operación es de \$ 71483, por tanto se acepta el proyecto ya que cumple con la condición de que el VAN sea mayor que cero, por lo tanto el proyecto es viable.

### 3.5.2 Cálculo del TIR (Tasa Interna de Retorno)

**Tabla 40-3:** Cálculo del TIR

NUMERO DE PERIODO	INGRESO	EGRESO	FLUJO DE CAJA

0	-	97204,80	-97204,80
<b>NUMERO DE PERIODO AÑO</b>	<b>INGRESO</b>	<b>EGRESO</b>	<b>FLUJO DE CAJA</b>
1	382609,92	197053,68	185556,24
Tasa de descuento (k)			10%
$TIR: 0 = -A + \frac{Q_1}{(1 + K)^n} \dots$			TIR= 91%
TIR > k SE ACEPTA EL PROYECTO			

Realizado por: PILCO, Alex. 2017

**Tabla 41-3:** Tasa Interna de Retorno (TIR)

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	
TASA DE DESCUENTO	VNA
0%	\$ 88.351,97
10%	\$ 71.483,22
20%	\$ 57.425,93
30%	\$ 45.531,30
40%	\$ 35.335,90
50%	\$ 26.499,89
60%	\$ 18.768,38
70%	\$ 11.946,46
80%	\$ 5.882,53
90%	\$ 456,91
100%	-\$ 4.426,15
110%	-\$ 8.844,16
120%	-\$ 12.860,52
130%	-\$ 16.527,64
140%	-\$ 19.889,17
150%	-\$ 22.981,77
<b>TIR</b>	<b>91%</b>

Realizado por: PILCO, Alex. 2017

El TIR es igual a 91%, proyecto se acepta ya que cumple con la condición de que el TIR sea mayor que la tasa de descuento, por lo tanto el proyecto es viable. En un tiempo de siete meses se recuperará los costos totales generados en la planta, y se deben vender 140752 unidades de pulpa de frutilla.

### 3.6 Cronograma de ejecución del proyecto.

ACTIVIDAD	TIEMPO																																								
	1° mes				2° mes				3° mes				4° mes				5° mes				6° mes				7° mes				8° mes				9° mes								
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
Revisión de la bibliografía																																									
Recopilación de la información																																									
Identificación de zonas de producción y cuantificación																																									
Determinación de zonas de muestreo																																									
Toma de muestras de puntos establecidos																																									
Análisis sensorial, físico-químico, microbiológico																																									
Simulación del proceso para obtener pulpa																																									
Identificación de las variables de diseño																																									
Dimensionamiento de los equipos																																									
Factibilidad técnica																																									
Factibilidad económica																																									
Elaboración de los planos del equipo																																									
Redacción del borrador																																									
Corrección del trabajo final																																									
Empastado y presentación del trabajo final																																									
Auditoria Académica																																									
Defensa del trabajo																																									

Realizado por: PILCO, Alex. 2017

## DISCUSIÓN

El proyecto inicia con el muestreo de la frutilla de acuerdo a la norma respectiva para fruta fresca, a la cual se efectúa la caracterización respectiva que consta de análisis organoléptico o sensorial, análisis físico químico, análisis microbiológico y análisis físico, que permiten definir el proceso más adecuado para su procesamiento y para determinar las variables de proceso.

Una vez realizada la caracterización inicial de la frutilla nos proporcionó los siguientes resultados que serán usados en la ingeniería del proyecto. El análisis organoléptico de la frutilla; color: rojo, fruta entera, olor: característico de la fruta, aspecto: libre de material extraño, sabor: característico de la fruta, análisis físico-químico; pH: 3,5, sólidos solubles: 9,70 °Brix, índice de refracción: 1,349, densidad: 930 kg/m<sup>3</sup>, viscosidad: 936 kg/m.s, análisis microbiológico; coliformes totales: ausencia, coliformes fecales: ausencia, mohos y levaduras: 750 UP/cm<sup>3</sup>, aerobios mesófilos: ausencia, el análisis físico que se realizó es la medición de diámetro promedio: 3,255 cm, altura promedio: 4,250 cm, peso promedio: 21,2344 g.. La semilla tiene un diámetro promedio de 1.03 mm.

El presente proyecto brinda un método para el procesamiento de la frutilla, proponiendo el proceso más adecuado considerando las características obtenidas de la parte experimental, de manera que elimine la presencia de microorganismos, con la aplicación de dos tratamientos térmicos que son parte del proceso, para de esta manera poder garantizar la ausencia de agentes patógenos asegurando la inocuidad y la calidad del producto final.

La validación de la pulpa de frutilla se lo hace de acuerdo a la norma INEN NTE 2337, luego de haber realizado la aplicación del método propuesto nos proporciona los siguientes resultados; análisis físico químico: pH: 3,47, sólidos solubles: 10 ,00 °Brix, análisis microbiológico; coliformes totales: <3 NMP/cm<sup>3</sup>, coliformes fecales: <3NMP/cm<sup>3</sup>, aerobios mesófilos: <10 UFC/cm<sup>3</sup>, mohos y levaduras: < 10 UP/cm<sup>3</sup>. El producto obtenido cumple con todos los parámetros que dicta la norma, por lo que se acepta el método propuesto de procesamiento.

El análisis económico permite evaluar la rentabilidad del proyecto en base a la inversión, a los ingresos y egresos. Este análisis nos da la facultad de decidir si nuestro proyecto es viable para su

ejecución o no. Para este análisis hacemos el uso de herramientas financieras y estos son: (VNA o VAN) Valor Anual Neto y el (TIR) Tasa Interna de Retorno.

El cálculo de estas parámetros dieron como resultados: VNA: \$ 71.483,22 este valor es mayor a cero por cuanto se acepta el proyecto, el TIR: fue del 91% este valor es mayor que la tasa de descuento por tanto se acepta el proyecto, el 91 % de la inversión está regresando en un año de producción. Con estos valores del VAN y TIR nos demuestran que el proyecto es muy rentable y viable. La inversión realizada de \$ 197053,68 se va recuperar en menos del año de operación de la planta procesadora, ya que se está recuperando casi el doble de lo invertido en un año.

## CONCLUSIONES

- Se diseñó una planta procesadora para la obtención de pulpa de frutilla para la parroquia San Gerardo del cantón Guano, la muestra de frutilla se la obtuvo mediante un método de muestreo según la norma NTE INEN 1750, para posterior simular el proceso a escala de laboratorio para obtener la pulpa, obteniendo las variables para el diseño de cada uno de los equipos que necesitamos para el procesamiento, los equipos fueron distribuidos en la planta, la validación será de acuerdo a la norma NTE INEN 2337 específica para pulpa de frutilla.
- Se realizó la caracterización de la muestra de frutilla en base a la norma NTC 4103 que establece, en el análisis sensorial evaluar el color, olor, y apariencia arrojando como resultado que la muestra está dentro de los parámetros aceptables, en el análisis físico química se evaluó los siguientes parámetros obteniendo los siguientes resultados pH: 3,5; sólidos solubles: 9,7°Brix; acidez: 0,98; densidad: 930 kg/m<sup>3</sup>; viscosidad: 936 kg/m.s y dentro del análisis microbiológico se analizó mohos y levaduras: 750 UFC, coliformes fecales: ausencia, coliformes fecales: ausencia. , aerobios mesófilos: ausencia.
- Se identificó las variables de proceso más importantes que involucran el procesamiento de la frutilla basado en las pruebas piloto realizadas a nivel de laboratorio, las variables determinadas son: presión, temperatura, tiempo, volumen, flujos.
- Se realizó el diseño de ingeniería de planta, con cada uno de sus cálculos, dimensionamiento, tipo de material, controles y presupuesto de cada uno de los equipos, para este proyecto la parroquia cuenta con un espacio físico de 10mx20m, este espacio cuenta con el acceso a todos los servicios básicos, los equipos están distribuidos de modo que facilite su control y manipulación, no existe ninguna retroalimentación en el proceso.
- La muestra de pulpa de frutilla fue validada de acuerdo a la norma NTE INEN 2337 obteniendo los siguientes resultados: pH: 3,47, sólidos solubles: 10,00 °Brix; dentro del análisis microbiológico se analizó mohos y levaduras: <10, aerobios meso filios: <3, coliformes fecales:<3, coliformes totales:<3. Estos resultados están dentro de lo que especifica la norma NTE 2337, por lo que la pulpa obtenida esta lista para su producción y comercialización.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda elaborar el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para la planta procesadora de frutilla.
- Elaborar el Manual de Funcionamiento y Operatividad de cada uno de los equipos que conforman la planta procesadora de frutilla.
- Al momento de receiptar la materia prima (frutilla), registrar por lugar de procedencia, grado de madurez, para constatar el estado de la fruta y tener un control de cada lote que ingresa a procesamiento.
- Al final de cada lote producido de producto terminado tomar una muestra para analizar y tener un registro de control de los resultados.
- Tener un control continuo durante todo el tiempo de operación de la caldera para controlar la presión y flujos de alimentación de combustible y agua, así como la manipulación de la purga para aliviar la presión en el equipo.
- Controlar el agua que está destinado a la alimentación en la caldera para que se encuentre dentro de los parámetros establecidos y no disminuya la vida útil del equipo además de otros problemas.



## BIBLIOGRAFÍA

- ALFARO, R., & MORÁN, J.** Diseño de Modelo de Maquina Empacadora de Bolsas Prefabricadas Tipo Doypack:. [En línea],(Tesis),(Pregrado)*Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, Facultad de ingeniería y arquitectura, Cuscatlan, El Salvador.* 2011.pp. 33-39 [Consultal:2017-06-07]. Disponible en: [http://cef.uca.edu.sv/descargables/tesis\\_descargables/disenio\\_de\\_modelo\\_de\\_maquina\\_e\\_mpacadora\\_de\\_bolsas\\_prefabricadas\\_tipo\\_doypack.pdf](http://cef.uca.edu.sv/descargables/tesis_descargables/disenio_de_modelo_de_maquina_e_mpacadora_de_bolsas_prefabricadas_tipo_doypack.pdf)
- ANDRADE, J.** Diseño de tanques de lavado de techo conico fijo con paredes deflectoras internas para la empresa PEC. [En línea],(Tesis),(Pregrado) *Escuela Politecnica Nacional, Facultad de Ingenieria Mecanica. Quito, Ecuador.*2014, pp. 57-59. [Consultal:2017-04-03]. Disponible en: [ppbibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7416/1/CD-5580.pdf](http://ppbibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7416/1/CD-5580.pdf)
- ANGULO, R.** *Fresa Fragaria ananassa.* [En línea]. Colombia [Consultado el: 09 de abril de 2017]. Disponible en: [https://www.cropscience.bayer.co/~media/Bayer%20CropScience/Peruvian/Country-Colombia-Internet/Pdf/Cartilla-FRESA\\_baja.ashx](https://www.cropscience.bayer.co/~media/Bayer%20CropScience/Peruvian/Country-Colombia-Internet/Pdf/Cartilla-FRESA_baja.ashx)
- BRITO, H.** *Texto Basico de Mecanica de Fluidos.* Riobamba-Ecuador.Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, 2000, pp74-75
- BRITO, H.** *Texto Basico de Operaciones Unitarias II.* [En línea].Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, 2001.[Consulta: 2017-04-09]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Hannibal\\_Brito/publication/315778840\\_TEXTO\\_BASICO\\_OPERACIONES\\_UNITARIAS\\_II/links/58e3ec400f7e9bbe9c94cda1/TEXT-O-BASICO-OPERACIONES-UNITARIAS-II.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hannibal_Brito/publication/315778840_TEXTO_BASICO_OPERACIONES_UNITARIAS_II/links/58e3ec400f7e9bbe9c94cda1/TEXT-O-BASICO-OPERACIONES-UNITARIAS-II.pdf)
- CENGEL, Y., & BOLES, M.** *Termodinámica.* [En línea]. (Sexta edicion.). (V. González, & S. Sarmiento, Trads.) Mexico: Mc Graw Hill, 2009 pp.909-945. [Consulta: 2017-04-09]. Disponible en: [http://www.cei-ucab.com.ve/views/app/guias/calor\\_y\\_termodinamica/Termodinamica%20-%20Cengel%207th.pdf](http://www.cei-ucab.com.ve/views/app/guias/calor_y_termodinamica/Termodinamica%20-%20Cengel%207th.pdf)
- DOMINGO, A.** *Apuntes de Mecanica de Fluidos.* [En línea]*España Creative Commons, 2011* , pp. 37-39. [Consulta: 2017-03-27]. Disponible en: <http://oa.upm.es/6531/1/amd-apuntes-fluidos.pdf>
- GEANKOPLIS, C.** *Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias.* Mexico: CECSA,1998 pp164-267

- GIMENO, S., & RUIZ, E.,** Ampliación de Fenómenos de Transporte, Estudio Teórico Experimental de la Agitación [En línea]. México, 2001. [Consulta: 2017-06-28], Disponible en: <http://www.unizar.es/dctmf/jblasco/AFTAgitacion/index.htm>
- GÓMEZ, M., & VELASCO, H.** Diseño y Construcción de una planta Prototipo Procesadora de Frutas, [En línea], (Tesis), (Pregrado), Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Bucaramanga, 2010, pp. 32, 72-75. [Consulta: 2017-03-11] Disponible en: <https://es.scribd.com/document/210378311/DISENO-pdf>
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACION (ICONTEC).** Norma Técnica Colombiana 4103, Frutas frescas. fresa variedad chandler. Especificaciones: 4103, [En línea], Quito-Ecuador, Abril-1997. [Consulta: 2017-06-18], Disponible en: <http://es.calameo.com/read/004339121cb3d29d9e010>
- INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN).** Norma Técnica Ecuatoriana 1750, Hortalizas y Frutas Frescas. Muestreo., [En línea], Quito, Ecuador. 1994. [Consulta: 2017-01-12], Disponible en: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1750-C.pdf>
- INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN)** Norma Técnica Ecuatoriana 2337, Jugos, pulpas, concentrados, nectares, bebidas de frutas y vegetales, [En línea], Quito-Ecuador, 2008 [Consulta: 2017-01-17], Disponible en: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/2337.pdf>
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. CLORURO DE POLIVINILO (PVC), Fracción Respirable, Documentación Toxicológica para el Establecimiento del Límite de Exposición Profesional del Cloruro de Polivinilo (PVC).** [En línea]. México [Consulta: 2017-06-24]. Disponible en: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/LEP%20\\_VALORES%20LIMITE/Doc\\_Toxicologica/capitulos%20101\\_106/ficheros/DLEP%20105.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/LEP%20_VALORES%20LIMITE/Doc_Toxicologica/capitulos%20101_106/ficheros/DLEP%20105.pdf)
- KOHAN, A.** Manual de Calderas, Principios Operativos de Mantenimiento, Construcción, Instalación Reparación, Seguridad, Requerimientos y Normativas (Vol. I). España : Gómez, & R. Urcelay, Edits., 2000 pp. 15-18
- MCCABE, W., & SMITH, J.,** Operaciones Unitarias en Ingeniería Química (Cuarta ed.): McGraw Hill. Merlo, S. España (Septiembre de 2009). pp 48-60
- MOTT, R.** Mecánica de Fluidos (Sexta ed.). (P. M. Guerrero Rosas, Ed.) México, 2006, pp. 153-236

- MUÑOZ, E., & GRAU, M.** *Ingeniería Química*. UNED. Madrid, Abril-2013, pp. 45-95
- OCAÑA, E.** *Diseño de una Planta Despulpadora de Frutas para Proalimentos Riobamba*. [En línea],(Tesis),(Pregrado) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo Nacional, Facultad de Ciencias. Riobamba-Ecuador. Abril-2015, pp. 39-97. [Consulta: 2017-01-18] Disponible en: <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/4113/1/96T00290%20UDCTFC.pdf>
- PALACIOS, A.** *Evaluación y adecuación de un tanque con agitador y chaqueta de vapor de 0,9 m<sup>3</sup> para la pasteurización de 880 Kg de pulpa de fruta*. [En línea],(Tesis),(Pregrado). Escuela Superior Politecnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil-Ecuador. 2011. pp. 65-68. [Consulta:2017-07-27]. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/88941/D-79581.pdf>
- PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL (PDYOT)..** *Visión. Sistema Nacional de Información. GAD Parroquial Rural San Gerardo*. [En línea]. Guano-Ecuador. Equipo técnico de la actualización del plan de Desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia San Gerardo. [Consulta: 2017-01-05]. Disponible en: [http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0660821480001\\_PLAN%20DE%20DESARROLLO%20Y%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL-SAN%20GERARDO\\_30-10-2015\\_19-56-04.pdf](http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660821480001_PLAN%20DE%20DESARROLLO%20Y%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL-SAN%20GERARDO_30-10-2015_19-56-04.pdf)
- PÉREZ, J.** *Diseño de un sistema de tratamiento para el agua de alimentación a los calderos en el parque acuático Los Elenes del Cantón Guano*. [En línea],(Tesis),(Pregrado) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo Nacional, Facultad de Ciencias. Riobamba-Ecuador. 24 de Abril de 2015, pp. 39-97. [Consulta:2017-08-12]. : <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/4681/1/96T00301%20UDCTFC.pdf>
- PERRY, R.** *Manual del Ingeniero Químico*. [En línea]. (Sexta ed., Vols. Sección 19, Tomo VI). México: Mc Graw Hill. 1996, pp 19-8. [Consulta: 2017-04-09]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/josejuanrochalopez1/manual-del-ingeniero-quimico-perry-tomos-16>
- RODRIGUEZ, J., & TIPANTACIG, B.** *Diseño y construcción de un prototipo de una máquina dosificadora y selladora para condimentos*. [En línea],(Tesis),(Pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Mecánica. Quito-Ecuador. Febrero-2013. pp. 12,114 [Consulta:2017-06-29], Disponible en: <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4447/6/UPS-KT00065.pdf>

- ROTRANS.** *Rodillos, Características Generales. Serie, Tubo, Soportes, Eje, Rodamientos* [En línea]. Burgos, España. 2014. [Consultado el 10 de julio de 2017], Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/132429490/rodillos-rotrans>
- SANTACRUZ, E., & SUÁREZ, J.** *Diseño y modelamiento de una maquina dosificadora y empacadora de frutas deshidratadas.* [En línea],(Tesis),(Pregrado). Universidad de la Salle, Facultad de Ingenieria de Diseño y Automatización Electrónica Bogota, Colombia. 2007. pp. 12,114 [Consultal:2017-06-29], Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16664/T44.07%20S59d.pdf?sequence=1>
- SERNA, L., & LOPEZ, K** *Actualizacion del Manual del Manual de Laboratorio de Analisis de Alimentos del Programa de Tecnologia Quimica,* [En línea],(Tesis),(Pregrado), Universidad Tecnologica de Pereira, Facultad de Tecnologia, Escuela de Quimica.. 2010. pp. 12,114 [Consultal:2017-06-29], Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/1824/66407S486.pdf?sequence=1>
- SIERRA, R., & LEGRÁ, A..** *Procedimiento para seleccionar la velocidad óptima en bandas transportadoras de menas lateríticas.* REDALYC. [En línea]. Holguín, Cuba [Consulta:2017-05-23], p. 100. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/2235/223531569007.pdf>
- SUÁREZ, D.** *Guia de procesos para la elaboracion de néctares, mermeladas, uvas pasa y vinos.* [En línea]. Bogotá-Colombia. Convenio Andrés Bello. 2013. [Consulta: 2017-05-23], ISBN: 958-698-105-3 Disponible en: [https://books.google.com.ec/books/about/Gu%C3%ADa\\_de\\_procesos\\_para\\_la\\_elaboraci%C3%B3n\\_d.html?id=3xyk5WXjW5sC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books/about/Gu%C3%ADa_de_procesos_para_la_elaboraci%C3%B3n_d.html?id=3xyk5WXjW5sC&redir_esc=y)
- TIRIRA, L., & CASTRO, D.** *Diseño y Construcción de una maquina despulpadora de frutas,* [En línea],(Tesis),(Pregrado), Escuela Superior Politecnica de Chimborazo , Facultad de Ciencias. Enero-2014. pp. 35-39 [Consultal:2017-08-19], Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/3715/1/15T00586.pdf>
- TROYA, J. C.** *Diseño de una despulpadora de Guanábana de 400 Kg/H de capacidad.* [En línea],(Tesis),(Pregrado) Escuela Politecnica Nacional.Facultad de Ingenieria Mecanica. Octubre-2014 p. 87 [Consultal:2017-08-11], Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8719/3/CD-5857.pdf>
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN LA CIENCIA Y LA CULTURA (UNESCO).** *Organización de las Naciones Unidas para la*

*Educación, la Ciencia y la Cultura, Mantenimiento de Instalaciones Electricas del Establecimiento Educacional* [En línea].Santiago-Chile [Consulta:2017-04-09], pp.5-6.  
Disponibile en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001586/158665s.pdf>

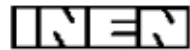
**VASCO, V.** *Determinacion de parametros fisico-quimicos de la zanahoria amarilla (daucus carota) comobase para el establecimiento de la norma de requisitos* [En línea],(Tesis),(Pregrado) *Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquimica y Farmacia* (2008).. pp. 35-39 [Consultal:2017-08-19],  
Disponibile en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/204/1/56T00176.pdf>

**VÁSQUEZ, T.** *Diseo de una planta piloto para el procesamiento de frutas*[En línea],(Tesis),(Pregrado) Universidad Central de Ecuador. Facultad de Ingeniería Química. Agosto-2014, pp. 57,72. [Consultal:2017-08-07], Disponibile en: [https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiY1\\_qfleHVAhXHJCYKHRWFCLkQFggsMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.dspace.uce.edu.ec%2Fhandle%2F25000%2F3492&usg=AFQjCNE5xrjWZWjguycHuu7HhgZOJC-log](https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiY1_qfleHVAhXHJCYKHRWFCLkQFggsMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.dspace.uce.edu.ec%2Fhandle%2F25000%2F3492&usg=AFQjCNE5xrjWZWjguycHuu7HhgZOJC-log)

ANEXOS

ANEXO A

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA 2337.JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS,  
NÉCTARES BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES



**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2 337:2008**

---

---

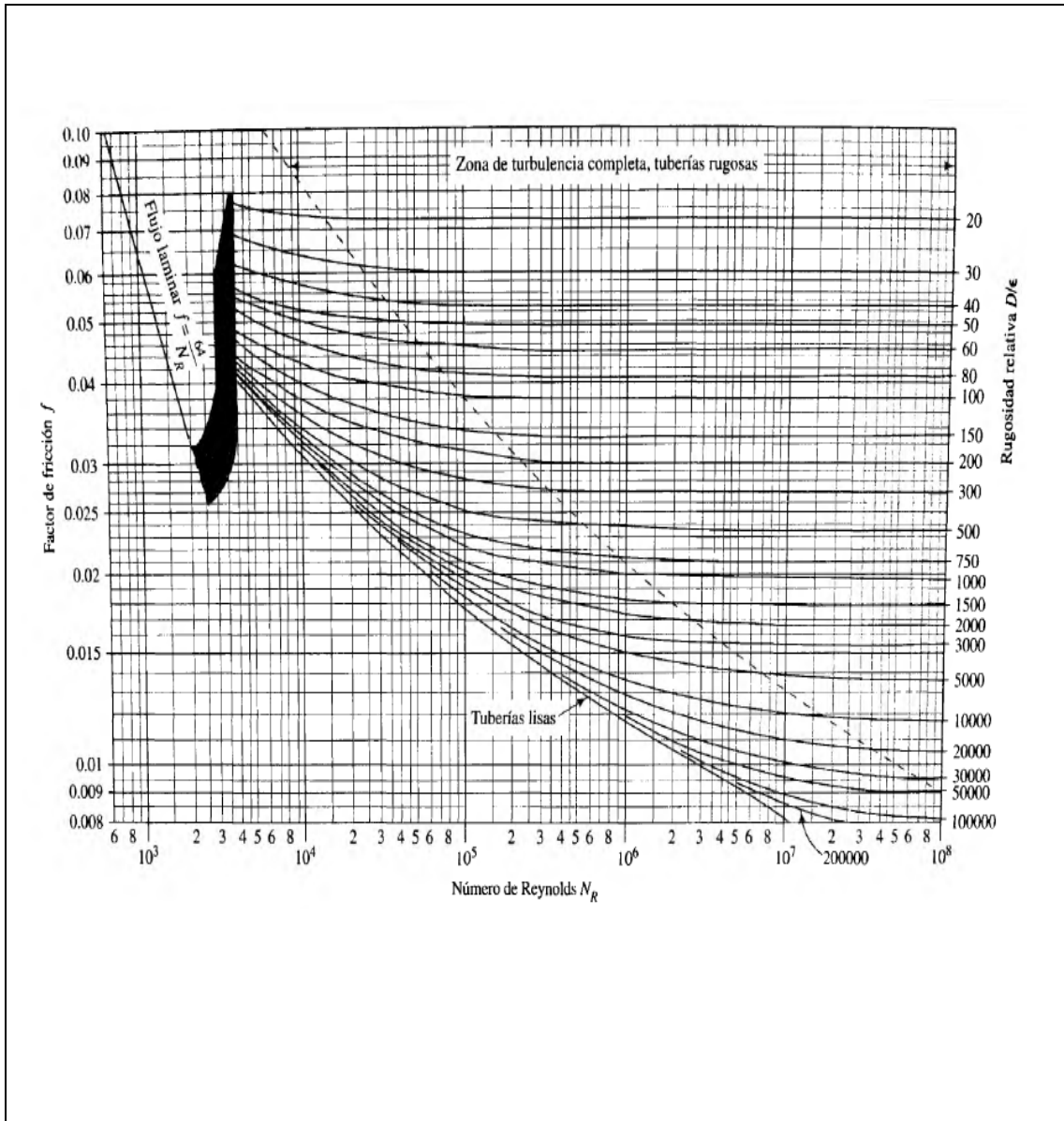
**JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE  
FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS**

**Primera Edición**

FRUIT JUICE, PUREES, CONCENTRATES, NECTAR AND BEVERAGE. SPECIFICATIONS.

First Edition

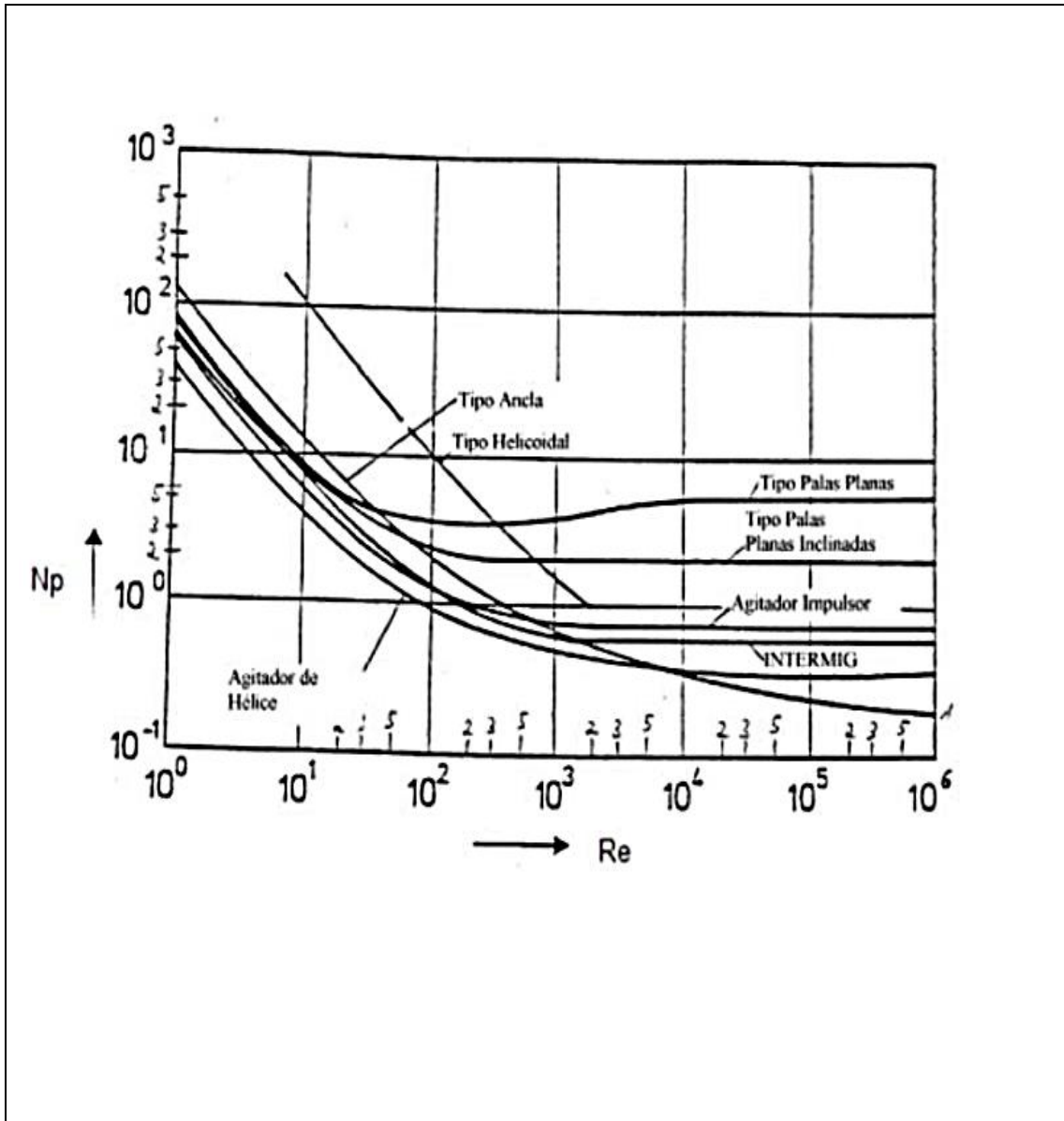
ANEXO B  
DIAGRAMA DE MOODY



<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>	<b>DEL</b>	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO		
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR				
			<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>
			1:1	30/08/2017	1

ANEXO C

DIAGRAMA DEL NÚMERO DE POTENCIA



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA <input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO	DIAGRAMA DEL NUMERO DE POTENCIA		
			ESCALA	FECHA	LÁMINA
			1:1	30/08/2017	1



ANEXO D

PROFORMA DE EQUIPOS INDUSTRIALES



"Su satisfacción es nuestra mejor garantía"



Planta de producción: Av. Juan Véliz Proaño e Islantía Barrio: la Libertad Vía a San Luis

RUC: 0603484783001

Teléfono: ofi. 2922-558/Almacén 2952465 0997197182 - 0984304443 Riobamba - Ecuador

Email: elite maquinarias@gmail.com

COTIZACION: 028




Empresa: GAD PAROQUIAL SAN GERARDO  
 Nombre: JNG ALEX PILCO  
 Dirección: RIOBAMBA  
 Ciudad: RIOBAMBA  
 Teléfono: 0979302410

Propuesta N°: 01  
 Fecha: 23 DE octubre de 2017  
 Asesor Técnico: Jorge Tenegusñay  
 Teléfono: 2922-558 - 2952465  
 Celular: 0997197182 - 0984304443

Ítem	Descripción	Logotipo	Cant	Precio Unit	Precio total
A	<b>DESPULPADORA DE FRUTAS</b> Construido en acero inox304 acabado sanitario, capacidad 50 kl/h incluye tolva de alimentación manual, destrozadora y picador de frutas, tapa lateral de fácil acceso para limpieza, aspas con teflón alimenticio reemplazable para la remoción de residuos de pulpa, 2 tamices (1,2 y 2 mm de perforación), lave de salida del producto de 1,5 pulg., motor MONOFASICO de 3 HP A 220 voltios con poleas reductoras de velocidad, todo el soporte la estructura o base está construida en acero inox con regatones de nivelación		1	3650,00	3650,00
B	<b>OLLA DE COCCION DOBLE FONDO 500 LITROS</b> Doble pared, procedencia nacional, fabricada totalmente en acero inoxidable 304(alimenticio) por 2,5 Y 3mm de espesor de pared interior. fondo inclinado a 4° hacia la llave de 1 1/2, regleta de control de cantidad Con sus respectivos refuerzos apto para caldero o quemador. Asiento de acero al carbono por 3 mm de espesor inoxidable		1	1950,00	1950,00
CD	<b>MARMITA DE COCCION O PASTEURIZACION PARA MERMELADA O PULPA DE FRUTAS</b> Construcción esférica volcable capacidad 150 litros brutos doble pared en acero inox. 304 incluye moto reductor de 1/2 HP monofásico 110-220 voltios, velocidad de salida 38 rpm. Aspas agitadora inox con nylon alimenticio para evitar la adherencia del producto a las paredes, desmontable, tapa fija (soporte de moto reductor) válvula de seguridad de 20 Psi, manómetro de presión, 2 neopos de drenaje de 3/4 pulg. Con llave esférica, soldadura TIG. Y acabados totalmente sanitarios, el equipo esta soportado en una estructura de acero inox, funcional caldero-quemador		1	3200,00	3200,00





DEPÓSITOS O TRANSFERENCIAS A NOMBRE DE JORGE TENEGUSÑAY C.I. 060348478-3  
 CUENTA CORRIENTE BANCO INTERNACIONAL # 3000624097  
 CUENTA CORRIENTE BANCO PICHINCHA # 2100012951

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO	PROFORMA INDUSTRIALES EQUIPOS
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		
		ESCALA	FECHA
		1:1	30/08/2017
		LÁMINA	1

E	<p><b>ENVASADOR DE YOGURTH MANUAL 80 L</b></p> <p>Construido en acero inoxidable 304 alimenticio por 1,5 mm de espesor tipo cilíndrico con base cónica, filos redondeados para evitar contaminación acabados totalmente sanitario, Soportes de envasador en tres posiciones a una altura considerable q permita trabajar al operario Válvula esférica de acero inoxidable 304 en la parte inferior para poder dispensar el producto manualmente. Soporte de envases plásticos regulable.</p>		1	450,00	450,00
F	<p><b>CALDERO DE 6 HP</b> Construido en acero Naval de 6 mm de espesor capacidad 10 BHP tipo vertical, piro tubular con todo el funcionamiento automático.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aislamiento térmico de fibra de vidrio de 50 mm de espesor, ducto de chimenea 3 metros por 20cm de diámetro</li> </ul> <p><b>ELEMENTOS SECUNDARIOS.-</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 quemador a diésel con consumo de 0,5 a 3 galones/h</li> <li>• 1 magdonal de 150 psi</li> <li>• 1 presostato de 150 psi</li> <li>• 1 manómetro de control de presión VHP</li> <li>• 1 tablero eléctrico de control del sistema con control automático de desfases eléctricos, (contactares de fuerza, protección térmico)</li> <li>• 1Tanque de reserva de combustible con capacidad de acuerdo a su consumo</li> <li>• Filtro de combustible</li> <li>• Garantía 12 meses</li> </ul> <p><b>NO INCLUYE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acometida eléctrica principal MEDIDOR y breakers de seccionamiento eléctrico ni materiales eléctricos.</li> <li>• tanque de reserva de agua</li> <li>• bomba de agua</li> </ul> <p>Obras de albañilería necesarias</p>		1	7500,00	7550,00
G	<p><b>Mesa de selección</b> Mesa de moldeo para desuero en lámina de acero inoxidable AISI 304L grado alimenticio por 1,5 mm de espesor, estructura del tubo de 11/2" en acero inoxidable medidas 2200mm de largo y 1150mm de ancho y 15 cm de profundidad con caída de 5° hacia el desfogue uniones con suelda TIG de acero inoxidable 316 de calidad alimenticia</p> <p><u>Soportes de tubo con teflón plástico alimenticio para evitar la fricción en el piso</u></p> <p>Todas las uniones de soldadura serán pulidas tipo sanitario cumpliendo la norma sanitaria 3-A americana.</p>		1	1100,00	2200,00
H	<p><b>BANDA TRANSPORTADORA</b> construido en estructura de acero inoxidable 304</p>		1	2300,00	2300,00

DEPÓSITOS O TRANSFERENCIAS A NOMBRE DE JORGE TENEGUSÑAY C.I. 060348478-3  
CUENTA CORRIENTE BANCO INTERNACIONAL # 3000624097  
CUENTA CORRIENTE BANCO PICHINCHA # 2100012951

NOTAS	<p><b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b></p>	<p><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS DE ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO</b></p>	<p>PROFORMA INDUSTRIALES EQUIPOS</p>						
	<p><input type="checkbox"/> CERTIFICADO</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> APROBADO POR APROBAR</p> <p><input type="checkbox"/> POR CALIFICAR</p> <p><input type="checkbox"/> POR VERIFICAR</p>		<table border="1"> <tr> <td data-bbox="994 1854 1137 1890">ESCALA</td> <td data-bbox="1137 1854 1270 1890">FECHA</td> <td data-bbox="1270 1854 1394 1890">LÁMINA</td> </tr> <tr> <td data-bbox="994 1890 1137 1944">1:1</td> <td data-bbox="1137 1890 1270 1944">30/08/2017</td> <td data-bbox="1270 1890 1394 1944">1</td> </tr> </table>	ESCALA	FECHA	LÁMINA	1:1	30/08/2017	1
ESCALA	FECHA	LÁMINA							
1:1	30/08/2017	1							

					
D	<p><b>ENFUNDADORA SELLADORA DE LECHE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Máquina para envasar líquidos y/o viscosos (baja viscosidad) en bolsas formadas a partir de un film plástico termosellable, envasa agua, leche, yogurt</li> </ul> <p><b>SECUENCIA DE OPERACIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Formación de bolsa a partir de un film LDPE</li> <li>Tracción del film hacia abajo</li> <li>Sellado térmico vertical</li> <li>Dosificado continuo por medio de pistón neumático</li> <li>Sellado térmico simultáneo de la parte superior de la bolsa llena y la parte inferior de la próxima bolsa</li> <li>Tobogán para la descarga de bolsas llenas</li> <li>Tamaño de film LDPE 320-330mm de ancho por 0,070/0,085 de espesor</li> <li>Producción: 1300 bolsas de 1 litro /h 1800 Bolsas de 100- 500 cc / h</li> <li>Volumen variable de 100/1100cc +/- 10 cc</li> <li>Consumo de energía: 2500watts 110-220 voltios/ 60 Hz. Monofásico.</li> <li>Dimensiones aprox. Alto 2,45 mts Ancho: 65 cm. Prof.: 60 cm.</li> </ul> <p>Peso aproximado 380kg</p> <p><b>SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO</b></p> <p>Este sistema cuenta con funcionamiento de controles totalmente automático reprogramables según su requerimiento</p> <p><b>RECIPIENTE CAP. 50 LITROS</b></p> <p>Envase construido en acero inoxidable 304 alimenticio con capacidad máxima de 50 litros el mismo que está diseñado para mantener un peso continuo de trabajo</p> <p>Formación de bolsa a partir de un film LDPE plástico termosellable, tamaño de film LDPE 320-330mm de ancho por 0,070/0,085 de espesor</p>	  	1	12500,00	12500,00
E	<p><b>TANQUE DE LAVADO</b></p> <p>construido en lámina de acero inoxidable 304 por 2 mm de espesor capacidad 500 litros con canastilla y sistema de tuberías con bomba de presión para el lavado</p>	No disponible	1	1650,00	1650,00

---

DEPÓSITOS O TRANSFERENCIAS A NOMBRE DE JORGE TENEGUÑAY C.I. 060348478-3  
CUENTA CORRIENTE BANCO INTERNACIONAL # 3000624097  
CUENTA CORRIENTE BANCO PICHINCHA # 2100012951

NOTAS	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b> <input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>ESCUELA SUPERIOR DE POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b> <b>REALIZADO POR:</b> PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO	PROFORMA INDUSTRIALES EQUIPOS		
			<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>
			1:1	30/08/2017	1

reforzador moto reductor de ½ hp con un avance de 0,50 m /s banda de nylon 1alimenticio				
			Subtotal	35450,00
			Descuent	*****
			o	
			IVA	*****
			TOTAL	35450,00

<b>Opción:</b>	<b>Efectivo o Cheque personal</b>	
70%	Anticipo a la orden o firma del contrato.	24815,00
30%	Contra entrega de los equipos en nuestra planta de producción.	1063,5,00

<b>Validez de la oferta:</b>	28 DIAS
Tiempo de entrega:	60 días laborables.
Instalación:	ENFUNDADORA SELLADORA

**Observaciones:**  
Garantía: 1 año contra cualquier defectos de fabricación previa inspección.  
La carga así como la descarga de los equipo corre por cuenta del cliente.

Asociación  
**MAQUINARIA & EQUIPOS**  
Tlgo. Jorge Tenegusñay  
CEL: 0971971182  
GERENTE GENERAL





Cliente

DEPÓSITOS O TRANSFERENCIAS A NOMBRE DE JORGE TENEGUSÑAY C.I. 060348478-3  
CUENTA CORRIENTE BANCO INTERNACIONAL # 3000624097

<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO</b>	<b>PROFORMA INDUSTRIALES EQUIPOS</b>
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO		
	<input checked="" type="checkbox"/> APROBADO POR APROBAR		
	<input type="checkbox"/> POR CALIFICAR		
	<input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		


ANEXO E

PROFORMA DE EQUIPOS INDUSTRIALES


FECHA: 17/10/2017 PÁGINA: 1/1		<b>IAF INDUSTRIAS</b> <b>COTIZACIÓN DE EQUIPOS</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	P. TOTAL		
1	TANQUE DE LAVADO DE ACERO INOXIDABLE AISI 304: Volumen 130 L, Altura 0,67 m, Diámetro 0,57 m	750,00	750,00		
2	CANASTILLAS DE ACERO INOXIDABLE AISI 304:: Diámetro de canastilla 0,54 m, Altura de canastilla 0,64 m, Diámetro de perforaciones 0,017 m	540,00	1080,00		
1	TANQUE DOBLE FONDO DE ACERO INOXIDABLE AISI 304: Volumen 130L, Altura 0,67, Diámetro 0,57 m, Diámetro de chaqueta 0,63 m	1800,00	1800,00		
1	DESPULPADORA HORIZONTAL DE ACERO INOXIDABLE AISI 304: con tolva trapezoidal con una cámara de despulpado de: Diámetro 0,57 m, Altura 0,67 m con un TANQUE TAMIZ de: Luz de malla 18, con un moto-reductor de 1 Hp	1900,00	1900,00		
1	PASTEURIZADOR DE ACERO INOXIDABLE AISI 304: Volumen 100L, Altura 0,64 m, Diámetro 0,52 m, Diámetro de chaqueta 0,57 m con un REJILLAS PLANAS: Longitud del brazo 0,33 m, Potencia del agitador 0,5 HP, Numero de palas planas 4	2450,00	2450,00		
1	ENVASADORA DE ACERO INOXIDABLE AISI 304: con tolva cilíndrica y un sistema de dosificación flujo pistón,	2300,00	2300,00		
1	CALDERA HPRIZONTAL PIROTUBULAR A DIESEL: Potencia de caldera 3 BHP, Alimentación de agua por hora, Vapor generado 46,95 Kg/h Presión de diseño 60 Psi	5000,00	5000,00		
2	MESAS DE ACERO INOXIDABLE AISI 304: Longitud 1,60 m, Ancho 0,55 m, Altura 0,9 m, Altura de selección 0,15 m,	550,00	1010,00		
1	Banda trasportadora de nylon para alimentos: Longitud de banda 1,21 m, Ancho de banda 0,4 m	2500,00	2500,00		
			<b>Subtotal</b>	<b>21290,00</b>	
FORMA DE PAGO: 60%INICIO - 40% ENTREGA TIEMPO DE ENTREGA: 40 DIAS GARANTIA: 1 AÑO PROFORMA VALIDA POR 20 DIAS			<b>IVA</b>	<b>12%</b>	
			<b>TOTAL</b>	<b>23844,80</b>	
Elaborado por:  Ing. María José Machado				Fecha: 17-10 - 2017	
NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO		PROFORMA EQUIPOS INDUSTRIALES	
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR			ESCALA	FECHA
				1:1	30/08/2017
					LÁMINA
					1

ANEXO F

PROFORMA DE UN CUARTO DE CONGELACIÓN



100 0001  
BUREAU VERITAS  
Certificación



Cora  
refrigeración

COT- 2017 - 2.084

Quito, 14 de noviembre de 2017

Señor  
**ALEX PILCO**






Presente.  
Me es grato enviar a usted la cotización referente a la construcción de un cuarto de refrigeración, para almacenar pulpa de fruta, en la ciudad de RJOBAMBA con las siguientes características:

**1.-REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE**





Medidas externas :	(2,00 m x 2,00 m x 2,00 m H).
Medidas internas:	(1,88 m x 1,88 m x 1,94 m H).
Volumen interno:	6,86 m3
Temperatura exterior:	25°C
Temperatura de cámara:	-18°C
Tipo de producto:	Pulpa de fruta
Temperatura de ingreso del producto:	15°C
Temperatura final del producto:	-15°C
Duración del proceso:	24 H
Capacidad máx. de ingreso por proceso:	750 Kg.
Capacidad máx. de almacenamiento:	1000 Kg.

**2.-COSTO DE LA OFERTA**

**TIPO:** CUARTO DE CONGELACIÓN

Cant.	Descripción	V. Unitario	V. Total	Detalle
15,71	Metros cuadrados de panel aislante estructural auto soportante de poliuretano marca HANSA de procedencia española con norma ISO 9001 y 14001, de 6 cm de espesor tipo sandwich recubierto a los dos lados por láminas de galvanneal pre-pintadas blancas de 0,5 mm de espesor protegidas por un film plástico removible, con sistema machembriado para fácil instalación y desmontaje.	32,00	502,72	
1,00	Kit de AISLAMIENTO para piso que incluye planchas de poli-isocianurato marca R-MAX de procedencia USA, de 5 cm de espesor, recubierta las dos caras con una película de fibra de vidrio, para aislamiento de piso en 5 cm incluye poliuretano líquido para unión de pláncas. Instaladas con láminas impermeabilizantes polimerizadas protegidas con armadura de fibra de vidrio con Norma de referencia: NTE-INEN 2063:2005 y UNE 104-242-1:2001	220,00	220,00	
1,00	Kit de perfil sanitario para evitar la acumulación de bacterias marca CAFF, de procedencia española para uniones de pared-pared y pared-techo donde el perfil macho es fabricado en aluminio y el perfil hembra es fabricado en PVC, incluye perfil angular triple para las esquinas.	215,00	215,00	
1,00	Kit de perfil sanitario en U para fijación de paneles al piso, fabricado en PVC rígido con borde curvo que evita la acumulación de bacterias.	115,00	115,00	
1,00	Kit de perfil externo de aluminio para pared-pared y pared techo.	135,00	135,00	

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	DEL							
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO						
			PROFORMA						
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 33%;">ESCALA</th> <th style="width: 33%;">FECHA</th> <th style="width: 33%;">LÁMINA</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1:1</td> <td style="text-align: center;">30/08/2017</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table>	ESCALA	FECHA	LÁMINA	1:1	30/08/2017	1
ESCALA	FECHA	LÁMINA							
1:1	30/08/2017	1							

1,00	Puerta frigorífica de bisagra para cuarto de refrigeración fabricada de (0,80 m x 1,90 m H) con panel importado marca INSTAPANEL, de 10 cm de espesor con perfiles de aluminio y sistema corredera marca CAFF de procedencia española, incluye: marco de pared en aluminio, resistencia eléctrica, tiradera externa e interna. Puerta ingreso hielo.	850,00	850,00	
1,00	Cortina plástica PVC TIPO ANTI BACTERIAL de procedencia USA, que cumple requerimientos de FDA; USDA; SAGARPA; OSHA; especiales para alimentos fabricada de (1,00 m x 2,00 m H). Traslapada al 50%.	100,00	100,00	
1,00	Kit eléctrico incluye 1 tubo led water proof para iluminación de cámara frigorífica de 1,20 m, 18W, 1800 lumenes, para ambientes de mucha humedad, son resistentes a altas y bajas temperaturas, (+50°,-35°C), tiene un extraordinario ahorro del 50% comparado con luces fluorescentes, no contienen mercurio y contribuyen a la certificación BPM y HACCP, incluye además todos los materiales eléctricos, para conexión de equipos, sistema de control y automatización de equipos.	120,00	120,00	
1,00	Grupos frigoríficos monoblock de REFRIGERACIÓN marca ZANOTTI de procedencia Italiana, modelo BGM330617F de 3 HP a 220 V monofásico de 60 HZ, el equipo viene ensamblado y probado listo para funcionar. Incluye: unidad condensadora; evaporador con resistencia en el desagüe; elementos de automatismo y control de refrigeración y eléctrico; tablero de control con múltiples funciones además viene cargado con gas ecológico R404 A.	3.550,00	3550,00	
1,00	Montaje de cámara frigorífica e instalación de equipo. Incluye instalación de paneles, puerta, marco de puerta, periferia interna y externa, periferia de piso, aislamiento de piso, cortina plástica PVC, equipo, programación, calibración de equipo y trabajos eléctricos.	600,00	600,00	
1,00	Logística en la ciudad de Riobamba	300,00	300,00	
1,00	Transporte de equipos y materiales a la ciudad de Riobamba	300,00	300,00	
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 6.407,72</b>	
		<b>IVA</b>	<b>\$ 897,08</b>	
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 7.304,80</b>	

### 3.- ALGUNAS VENTAJAS DE ESTE TIPO DE EQUIPOS.

\*Descarche por gas caliente: En las unidades tradicionales el descarche es por resistencia eléctrica, esto significa que se demora en limpiar el evaporador mínimo en 30 minutos, en cambio con gas caliente el tiempo es máximo dos minutos.

\*Tubería de cobre estratada: Con esta nueva tecnología se logra equipos mucho más compactos y eficientes (35%), lo que se traduce en ahorro de consumo de energía eléctrica.

\*Soldas comprobadas con radiografía industrial: Con esto se reduce los problemas por fugas de refrigerante.

\*Carga de refrigerante electrónica: La carga de refrigerante para este tipo de unidades se calcula en bancos de prueba y luego se carga electrónicamente, con lo que se garantiza una máxima eficiencia del equipo.

\*Reducción de mantenimiento: Al ser equipos listos para funcionar y probados en fabrica, se reduce en un 70 % los costos de mantenimiento.

\*Equipos ecológicos: Utilizan gas refrigerante R404A que no destruyen la capa de ozono ni perjudican al efecto invernadero.

\*Bajos ruidos: El equipo produce muy bajos decibeles durante su funcionamiento.

\*No requiere: Casa de máquinas.

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO	PROFORMA
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO		
	<input checked="" type="checkbox"/> APROBADO POR APROBAR		
	<input type="checkbox"/> POR CALIFICAR		
	<input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		
	<input type="checkbox"/>		

ANEXO G

PROFORMA DE MATERIALES DE LABORATORIO



**TECNOMEDICA**

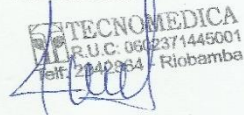
tecnomedica07@yahoo.com

RUC: 0602371445  
RUC: 0602371445001

SEÑOR  
ALEX PILCO  
RIOBAMBA, 19 DE OCTUBRE DEL 2017

CANT	DESCRIPCION	VALOR U.	VALOR T.
1	BALANZA BOECO, DIGITAL DE 0.1 MODELO BLC1500, ALEMANA.	169,64	169,64
1	PH-METRO CHINO	74,00	74,00
1	BRIXOMETRO MODELO BOE30104 ALEMAN	177,00	177,00
1	CAJA DE GUANES DE MANEJO	6,07	6,07
1	VASO DE PRECIPITACION DE 250ML	4,5	4,50
1	VASO DE PRECIPITACION DE 500ML	5,9	5,90
1	VASO DE PRECIPITACION DE 100ML	2,9	2,90
1	VASO DE PRECIPITACION DE 50ML	2,3	2,30
1	CALIBRADOR O PIE DE REY	65	65,00
1	PISETA DE 259ML PLASTICA	5,35	5,35
1	PICNOMETRO DE 5ML	16,5	16,50
1	CRONOMETRO DE UN TIEMPO	11	11,00
1	PROBETA DE 500ML	18	18,00
1	PROBETA DE 1000ML	26,5	26,50
1	TERMOMETRO DE ALCOHOL HASTA 110 GRADOS	5,9	5,90
20	LITROS DE AGUA DESTILADA	1,85	37,00
	subtotal		627,56
	iva 12%		75,30
	total		702,86

PROFORMA VALIDA POR 8 DIAS  
TECNOMEDICA




**IMPORTADORES DE EQUIPOS E INSUMOS MÉDICOS HOSPITALARIOS**

Primera Constituyente 2313 y Morona • Telefax: 2942 864 • Celular: 097663869 • Riobamba - Ecuador

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA QUÍMICA	PROFORMA MATERIALES DE LABORATORIO		
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>REALIZADO POR:</b> PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>
			1:1	30/08/2017	1



ANEXO H  
VALIDACIÓN DE LA PULPA DE FRUTILLA

	<b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b>  <b>DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</b> Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183																																																					
<b>INFORME DE ENSAYO No:</b> ST:	Alm-102-17 42 - 17 ANÁLISIS DE ALIMENTOS																																																					
<b>Nombre Peticionario:</b> Atn.	GAD PARROQUIAL SAN GERARDO-GUANO Alex Santiago Pilco Carrasco Guano, San Gerardo Guano-Chimborazo																																																					
<b>Dirección:</b>	11 de Octubre del 2017																																																					
<b>FECHA:</b> NÚMERO DE MUESTRAS: FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: FECHA DE MUESTREO: FECHA DE ANÁLISIS: TIPO DE MUESTRA: CÓDIGO CESTTA: CÓDIGO DE LA EMPRESA: PUNTO DE MUESTREO: ANÁLISIS SOLICITADO: PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:	1 2017/09/20 16:30 2017/09/20 - 10:00 2017/09/20 - 2017/10/11 Pulpa de Fruta (Frutilla) LAB-Alm 99-17 NA Parroquia San Gerardo, Barrio La Unión Físico - Químico Microbiológico Alex Santiago Pilco Carrasco T máx.: 25.0 °C. T mín.: 15.0 °C																																																					
<b>RESULTADOS ANALÍTICOS:</b>																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>PARÁMETROS</th> <th>MÉTODO/NORMA</th> <th>UNIDAD</th> <th>RESULTADO</th> <th>VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Coliformes Fecales</td> <td>Fermentación en Tubos Múltiples</td> <td>NMP/cm<sup>3</sup></td> <td>&lt;3</td> <td>&lt;3</td> </tr> <tr> <td>Coliformes Totales</td> <td>Fermentación en Tubos Múltiples</td> <td>NMP/cm<sup>3</sup></td> <td>&lt;3</td> <td>&lt;3</td> </tr> <tr> <td>Acrobios Mesófilos</td> <td>PEE/CESTTA/117 AOAC 990.12</td> <td>UFC/cm<sup>3</sup></td> <td>&lt;10</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Mohos y Levaduras</td> <td>PEE/CESTTA/120 AOAC 997.02</td> <td>UP/cm<sup>3</sup></td> <td>&lt;10</td> <td>1,0x10<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Potencial de Hidrógeno</td> <td>Potenciométrico</td> <td>Unidades de pH</td> <td>3,47</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Sólidos solubles</td> <td>Refractometría</td> <td>°Brix a 20°C</td> <td>10,00</td> <td>6,0</td> </tr> <tr> <td>Grasa</td> <td>Gravimétrico</td> <td>%</td> <td>0,04</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Fibra</td> <td>Gravimétrico</td> <td>%</td> <td>0,02</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ceniza</td> <td>Gravimétrico</td> <td>%</td> <td>0,43</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>					PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)	Coliformes Fecales	Fermentación en Tubos Múltiples	NMP/cm <sup>3</sup>	<3	<3	Coliformes Totales	Fermentación en Tubos Múltiples	NMP/cm <sup>3</sup>	<3	<3	Acrobios Mesófilos	PEE/CESTTA/117 AOAC 990.12	UFC/cm <sup>3</sup>	<10	-	Mohos y Levaduras	PEE/CESTTA/120 AOAC 997.02	UP/cm <sup>3</sup>	<10	1,0x10 <sup>2</sup>	Potencial de Hidrógeno	Potenciométrico	Unidades de pH	3,47	-	Sólidos solubles	Refractometría	°Brix a 20°C	10,00	6,0	Grasa	Gravimétrico	%	0,04	-	Fibra	Gravimétrico	%	0,02	-	Ceniza	Gravimétrico	%	0,43	-
PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)																																																		
Coliformes Fecales	Fermentación en Tubos Múltiples	NMP/cm <sup>3</sup>	<3	<3																																																		
Coliformes Totales	Fermentación en Tubos Múltiples	NMP/cm <sup>3</sup>	<3	<3																																																		
Acrobios Mesófilos	PEE/CESTTA/117 AOAC 990.12	UFC/cm <sup>3</sup>	<10	-																																																		
Mohos y Levaduras	PEE/CESTTA/120 AOAC 997.02	UP/cm <sup>3</sup>	<10	1,0x10 <sup>2</sup>																																																		
Potencial de Hidrógeno	Potenciométrico	Unidades de pH	3,47	-																																																		
Sólidos solubles	Refractometría	°Brix a 20°C	10,00	6,0																																																		
Grasa	Gravimétrico	%	0,04	-																																																		
Fibra	Gravimétrico	%	0,02	-																																																		
Ceniza	Gravimétrico	%	0,43	-																																																		
Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados MC01-16				Página 1 de 2 Edición 0																																																		

<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>  <input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>DEL</b>  ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO	VALIDACIÓN DE LA PULPA DE FRUTILLA						
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>ESCALA</th> <th>FECHA</th> <th>LÁMINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1:1</td> <td>30/08/2017</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	ESCALA	FECHA	LÁMINA	1:1	30/08/2017	1
ESCALA	FECHA	LÁMINA							
1:1	30/08/2017	1							



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y  
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL**

DEPARTAMENTO :  
SERVICIOS DE LABORATORIO

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)  
RIOBAMBA - ECUADOR  
Telefax: (03) 3013183

Proteína	Volumétrico	%	0,80	-
----------	-------------	---	------	---

**OBSERVACIONES:**

- Muestra receptada en el laboratorio.
- La columna marcada (■) contemplan los límites máximos permisibles contemplados en la INEN 2 337:2008 Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos. Tabla 1. Especificaciones para los jugos o pulpas de fruta. Tabla 3. Requisitos microbiológicos para los productos congelados. Solicitados a petición del cliente.

**RESPONSABLE DEL INFORME:**

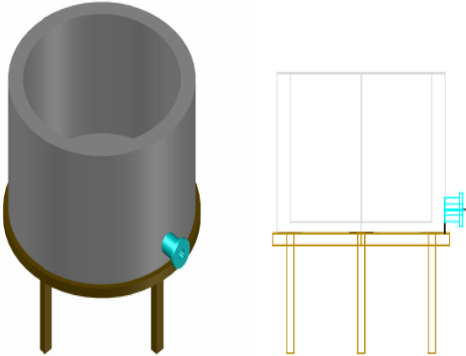
Ing. Verónica Bravo  
RESPONSABLE TÉCNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados  
MC01-16

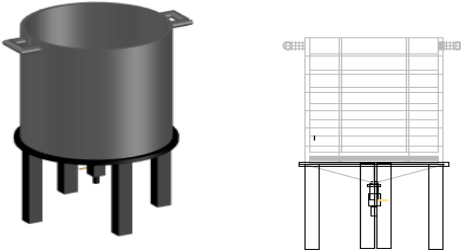
Página 2 de 2  
Edición 0

NOTAS	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b> <b>REALIZADO POR:</b> PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO	VALIDACIÓN DE LA PULPA DE FRUTILLA
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		

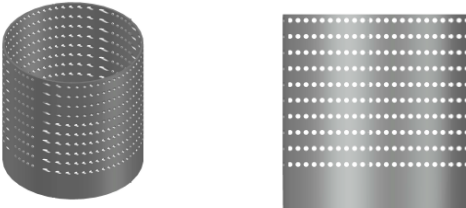
ANEXO I  
DISEÑO DE EQUIPOS

TANQUE DE LAVADO			
Descripción	Valor	Unidad	
Volumen	0,13	m <sup>3</sup>	
Altura	0,67	m	
Diámetro	0,57	m	
Material acero inoxidable AISI 304			
SISTEMA DE TUBERÍAS			
Descripción	Valor	Unidad	
Bomba	0,5	HP	
Tubería PVC de 1 in	12	m	
Accesorios (válvula de bola, codos)			

TANQUE MARMITA			
Descripción	Valor	Unidad	
Volumen	0,13	m <sup>3</sup>	
Altura	0,67	m	
Diámetro	0,57	m	
Diámetro de chaqueta	0,63		
Material acero inoxidable AISI 304			

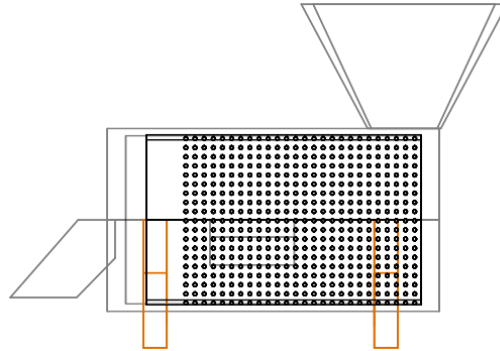
  

DISEÑO DE CANASTILLA			
Descripción	Valor	Unidad	
Diámetro de canastilla	0,54	M	
Altura de canastilla	0,64	M	
Diámetro de perforaciones	0,017	M	

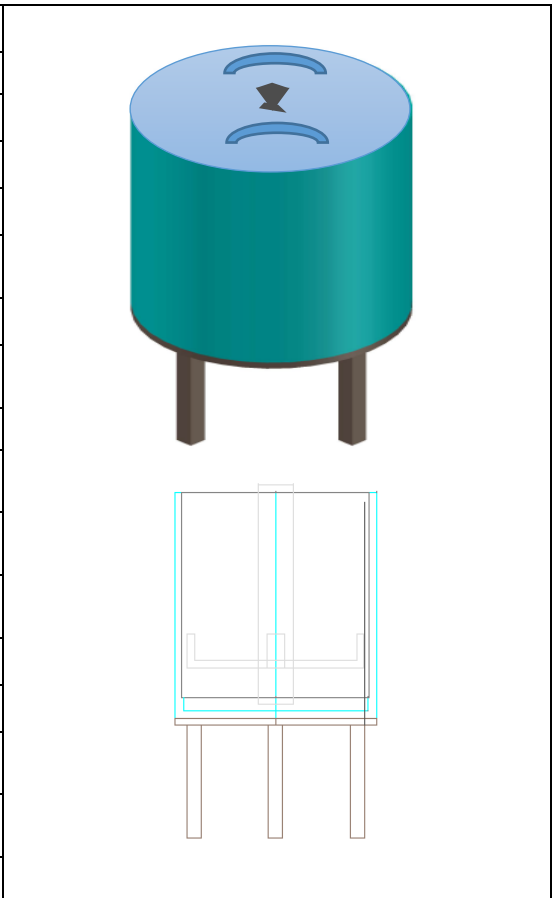
NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR DE POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA QUÍMICA	DISEÑO DE EQUIPOS		
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO POR APROBAR <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>REALIZADO POR:</b> PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO			
			ESCALA	FECHA	LÁMINA
			1:1	30/08/2017	1

<b>DESPULPADORA HORIZONTAL</b>		
<b>TOLVA DE ALIMENTACION</b>		
Descripción	Valor	Unidad
Volumen	0,13	m <sup>3</sup>
Altura	0,4	M
Dimensión mayor de la tolva	0,42	M
Dimensión menos de la tolva	0,25	M
Material acero inoxidable AISI 304		
<b>CAMARA DE DESPULPADO</b>		
Descripción	Valor	Unidad
Diámetro	0,57	M
Altura	0,67	M
Material acero inoxidable AISI 304		
<b>TANQUE TAMIZ</b>		
Descripción	Valor	Unidad
Diámetro	0,4	M
Altura	0,65	M
Diámetro del rotor	0,22	M
Luz de malla		
Material acero inoxidable AISI 304		
<b>SISTEMA MECÁNICO</b>		
Descripción	Valor	Unidad
Motoreductor	1	HP



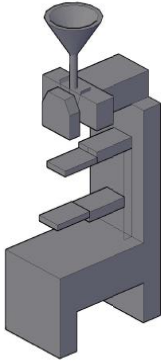
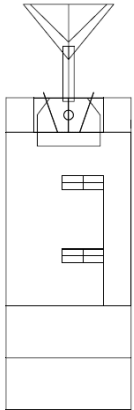
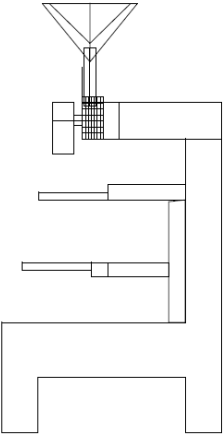
NOTAS	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b> <input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>  <b>REALIZADO POR:</b> PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO	DISEÑO DE EQUIPOS		
			1:1	30/08/2017	1

<b>TANQUE DEL PASTEURIZADOR</b>		
Descripción	Valor	Unidad
Volumen	0,1	m <sup>3</sup>
Altura	0,64	M
Diámetro	0,52	M
Diámetro de chaqueta	0,57	M
Material acero inoxidable AISI 304		
<b>SISTEMA DE AGITACION DE REJILLAS PLANAS</b>		
Descripción	Valor	Unidad
Longitud del brazo	0,33	m
Espesor del rodete	0,033	m
Diámetro del rodete	0,39	m
Altura de paleta	0,07	m
Velocidad	0,8	RPS
Potencia del agitador	0,1	HP
Numero de palas planas	4	-
Material acero inoxidable AISI 304		



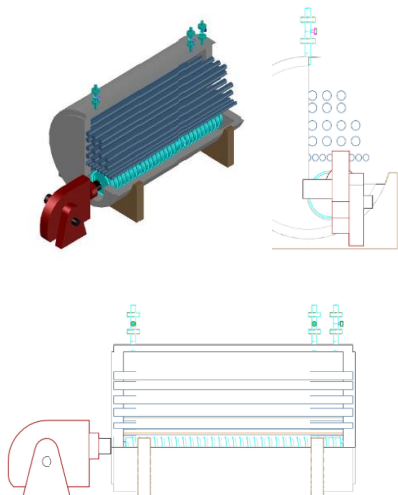
<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b> <input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>ESCUELA SUPERIOR DE POLITÉCNICA CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>  <b>REALIZADO POR:</b> PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO	DISEÑO DE EQUIPOS		
			1:1	30/08/2017	1

<b>TOLVA DE ALIMENTACION CILÍNDRICA</b>		
Descripción	Valor	Unidad
Volumen	0,9	m <sup>3</sup>
Altura	0,4	m
Diámetro mayor	0,32	m
Diámetro menor	0,22	m
Material acero inoxidable AISI 304		
<b>SISTEMA DE DOSIFICACIÓN FLUJO PISTÓN</b>		
Descripción	Valor	Unidad
Altura del cilindro	0,23	m
Área del embolo	$1,963 \times 10^{-3}$	m <sup>2</sup>
Fuerza de compresión	1177,8	N
Bomba de vacío	0,25	HP
Material acero inoxidable AISI 304		
<b>SISTEMA DE SELLADO</b>		
Descripción	Valor	Unidad
Largo de bolsa de polietileno	0,1	HP
Ancho de bolsa de polietileno	4	-
Área de sellado	0,01	m <sup>2</sup>
Fuerza de sellado	552,7	N

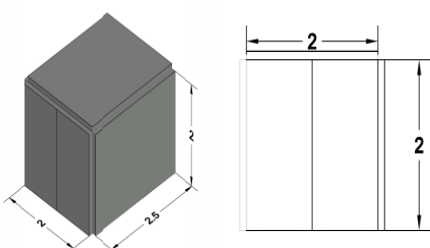




NOTAS	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b> <input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>  <b>REALIZADO POR:</b> PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO	DISEÑO DE EQUIPOS		
			1:1	30/08/2017	1

<b>CALDERA PIROTUBULAR HORIZONTAL A DIESEL</b>		
Descripción	Valor	Unidad
Potencia de caldera	3	CC
Alimentación de agua por hora	0,04826	m <sup>3</sup>
Vapor generado	46,95	Kg/h
Presión de diseño	60	Psi
Superficie de calentamiento	2,79	m <sup>2</sup>
Material acero inoxidable AISI 304		



<b>CUARTO DE CONGELACIÓN</b>		
Descripción	Valor	Unidad
Ancho	2	m
Largo	2,5	m
Altura	2	m
Espesor del aislante	0,075	m
Almacenamiento máximo	1000	kg
Tipo de aislamiento Poliuretano		

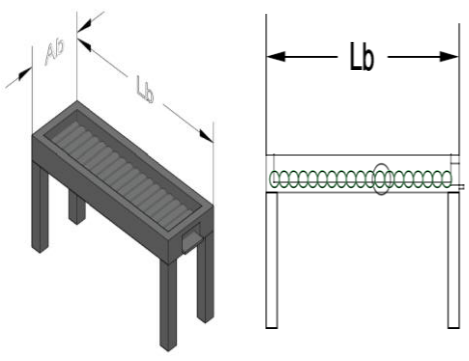


NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA POLITÉCNICA CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	DISEÑO DE EQUIPOS		
			ESCALA	FECHA	LÁMINA
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO	<b>REALIZADO POR:</b> PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO	1:1	30/08/2017	1
	<input checked="" type="checkbox"/> APROBADO POR APROBAR				
	<input type="checkbox"/> POR CALIFICAR POR VERIFICAR				
	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>				

ANEXO J

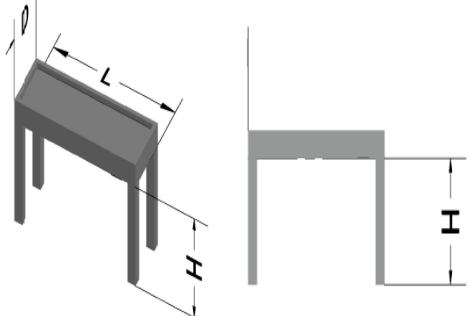
DISEÑO DE EQUIPOS SECUNDARIOS

BANDAS TRANSPORTADORAS		
Descripción	Valor	Unidad
Área de la banda	0,22	m <sup>2</sup>
Longitud de la banda	1,10	M
Ancho de la banda	0,4	M
Espesor de la banda	0,07	Mm
Diámetros de rodillos	0,653	Cm
Espesor del tubo	7	Mm
NYLON INDUSTRIAL		



MESAS DE SELECCIÓN		
Descripción	Valor	Unidad
Longitud	1,60	M
Altura de mesa	0,9	M
Ancho	0,55	M
Altura de selección	0,15	M
Espesor	0,03	m
Volumen de mesa	0,132	m <sup>3</sup> .
Material acero inoxidable AISI 304		



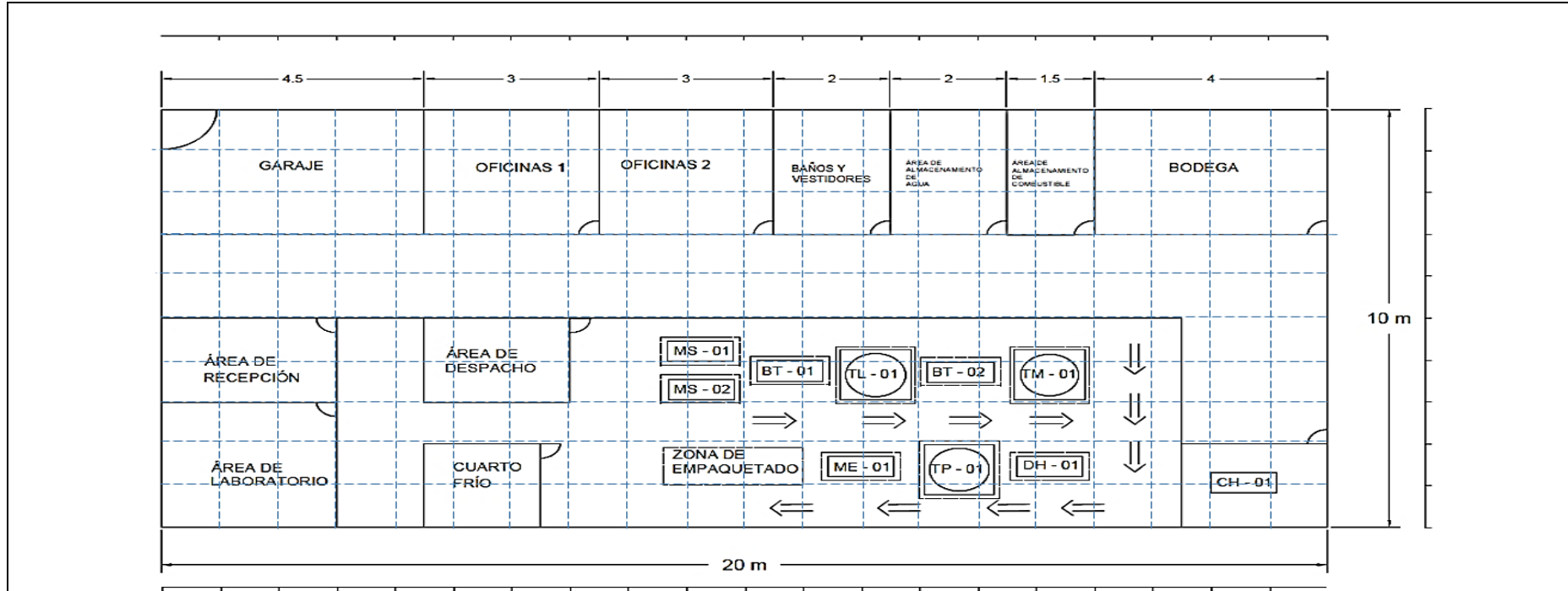
  

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR DE POLITÉCNICA CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICA	REALIZADO POR: PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO	DISEÑO DE EQUIPOS SECUNDARIOS		
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR			ESCALA	FECHA	LÁMINA
				1:1	30/08/2017	1



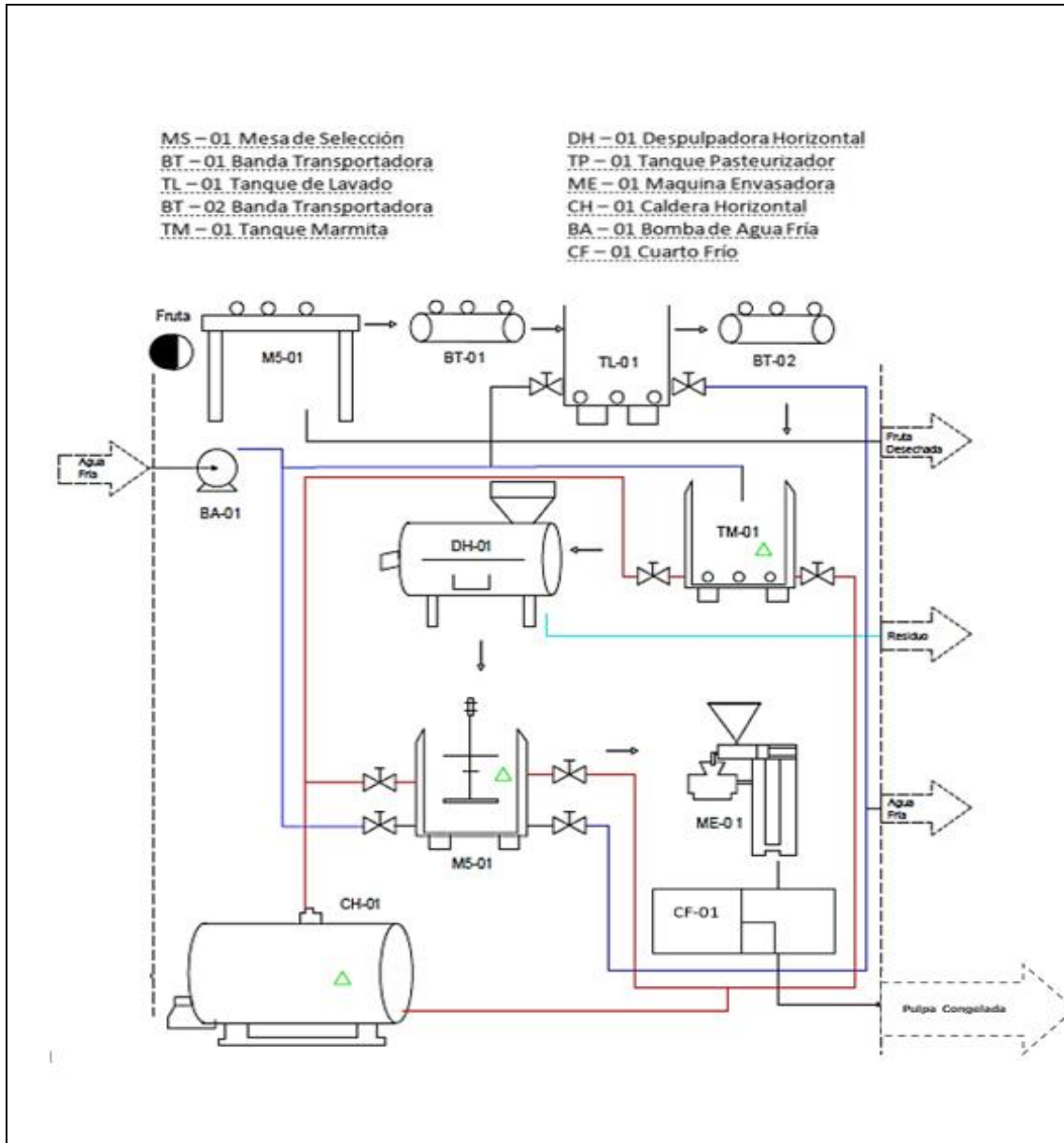
## ANEXO K

### DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA



<b>NOTAS</b>  	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>  <input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b> <b>REALIZADO POR:</b> PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO	DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA				
			<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>		
			1:1	30/08/2017	1		

ANEXO L  
DIAGRAMA P&I



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	DE	DIAGRAMA P&I		
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>ESCUELA SUPERIOR DE POLITÉCNICA CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>  <b>REALIZADO POR: PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO</b>			
			<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>
			1:1	30/08/2017	1

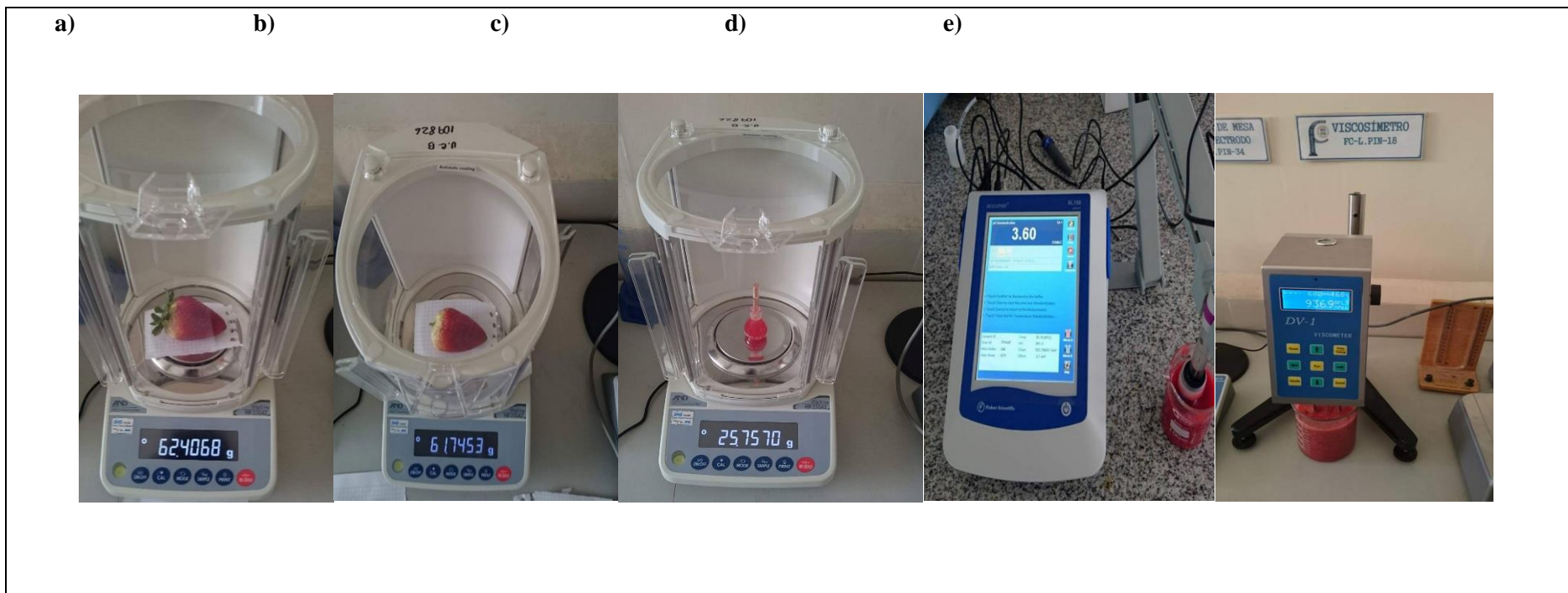
ANEXO M

PUNTOS DE ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA



<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR DE POLITÉCNICA CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS DE ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>	<b>DISTRIBUCION DE LA PLANTA</b>							
<b>a)</b> Punto de abastecimiento. <b>b)</b> Punto de abastecimiento. <b>c)</b> Punto de abastecimiento. <b>d)</b> Materia prima	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR					<table border="1"> <tr> <th>ESCALA</th> <th>FECHA</th> <th>LÁMINA</th> </tr> <tr> <td>1:1</td> <td>30/08/2017</td> <td>1</td> </tr> </table>	ESCALA	FECHA	LÁMINA	1:1
ESCALA	FECHA	LÁMINA								
1:1	30/08/2017	1								
		<b>REALIZADO POR:</b> PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO								

ANEXO N  
SIMULACIÓN DE LAS PRUEBAS PILOTO



<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO</b>	SIMULACIÓN A ESCALA DE LABORATORIO																	
<p><b>a)</b> Pesaje de la frutilla.</p> <p><b>b)</b> Pesaje de la frutilla sin hojas.</p> <p><b>c)</b> Pesaje del picnómetro con muestra.</p> <p><b>d)</b> Determinación del pH.</p> <p><b>e)</b> Determinación de la viscosidad.</p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; border: 1px solid black; text-align: center;"> </td><td>CERTIFICADO</td></tr> <tr><td style="width: 20px; border: 1px solid black; text-align: center;">X</td><td>APROBADO</td></tr> <tr><td style="width: 20px; border: 1px solid black; text-align: center;"> </td><td>POR APROBAR</td></tr> <tr><td style="width: 20px; border: 1px solid black; text-align: center;"> </td><td>POR CALIFICAR</td></tr> <tr><td style="width: 20px; border: 1px solid black; text-align: center;"> </td><td>POR VERIFICAR</td></tr> </table>		CERTIFICADO	X	APROBADO		POR APROBAR		POR CALIFICAR		POR VERIFICAR		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; border-bottom: 1px solid black;"><b>ESCALA</b></td> <td style="width: 33%; border-bottom: 1px solid black;"><b>FECHA</b></td> <td style="width: 33%; border-bottom: 1px solid black;"><b>LÁMINA</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1:1</td> <td style="text-align: center;">30/08/2017</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>	1:1	30/08/2017	1	
	CERTIFICADO																			
X	APROBADO																			
	POR APROBAR																			
	POR CALIFICAR																			
	POR VERIFICAR																			
<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>																		
1:1	30/08/2017	1																		

ANEXO O  
SIMULACION DE LAS PRUEBAS PILOTO

**f)**



**g)**



**h)**



**i)**



<p><b>NOTAS</b></p> <p><b>f)</b> Selección de la materia prima..</p> <p><b>g)</b> Muestreo</p> <p><b>h)</b> Preparación de la muestra</p> <p><b>i)</b> Determinación de medidas físicas de la materia prima.</p>	<p><b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b></p> <p><input type="checkbox"/> CERTIFICADO</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> APROBADO</p> <p><input type="checkbox"/> POR APROBAR</p> <p><input type="checkbox"/> POR CALIFICAR</p> <p><input type="checkbox"/> POR VERIFICAR</p>	<p><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b></p> <p><b>FACULTAD DE CIENCIAS</b></p> <p><b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p><b>REALIZADO POR:</b></p> <p>PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO</p>	<p style="text-align: center;">SIMULACIÓN DE LAS PRUEBAS PILOTO</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="1585 1235 1727 1262"><b>ESCALA</b></td> <td data-bbox="1727 1235 1872 1262"><b>FECHA</b></td> <td data-bbox="1872 1235 2049 1262"><b>LÁMINA</b></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1585 1262 1727 1286">1:1</td> <td data-bbox="1727 1262 1872 1286">30/08/2017</td> <td data-bbox="1872 1262 2049 1286">1</td> </tr> </table>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>	1:1	30/08/2017	1
<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>							
1:1	30/08/2017	1							

ANEXO P

SIMULACION DE LAS PRUEBAS PILOTO

j)



k)



l)



m)



n)



**NOTAS**

- j) Selección de la fruta dañada.
- k) Escaldado de la fruta.
- l) Medición de temperatura de pasteurizado.
- m) n) Envasado de la pulpa de frutilla.

**CATEGORIA DEL DIAGRAMA**

- CERTIFICADO
- APROBADO
- POR APROBAR
- POR CALIFICAR
- POR VERIFICAR

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**REALIZADO POR:**  
 PILCO CARRAZCO ALEX SANTIAGO

SIMULACIÓN DE LAS PRUEBAS PILOTO

ESCALA	FECHA	LÁMINA
1:1	30/08/2017	1