



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

**“DISEÑO DE UNA PLANTA DESPULPADORA DE
FRUTAS PARA PROALIMENTOS RIOBAMBA”.**

TESIS DE GRADO
Previa la Obtención del Título de:
INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: EVELYN ROCÍO OCAÑA PATARÓN
TUTOR: ING. MÓNICA ANDRADE

RIOBAMBA – ECUADOR
2015

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

El tribunal de tesis certifica que: El trabajo de investigación “**DISEÑO DE UNA PLANTA DESPULPADORA DE FRUTAS PARA PROALIMENTOS RIOBAMBA**”, de responsabilidad de la señorita Evelyn Rocío Ocaña Patarón ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizado su presentación.

| NOMBRE | FIRMA | FECHA |
|--|--------------|--------------|
| Dra. Nancy Veloz DECANA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS | | |
| Dr. Marcelo Ramos DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA | | |
| Ing. Mónica Andrade DIRECTORA DE TESIS | | |
| Ing. Hugo Calderón COLABORADOR DE TESIS | | |
| COORDINADOR SISBIB ESPOCH | | |
| NOTA DE TESIS | | |

“Yo, **EVELYN ROCÍO OCAÑA PATARÓN**, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenecen a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**”

EVELYN ROCÍO OCAÑA PATARÓN

AGRADECIMIENTO

A Jesús y la Santísima Virgen María, camino y fin último de todos mis esfuerzos, a quienes entrego todo lo que soy y cuanto tengo.

A mi familia por ser mi primera escuela, refugio y fortaleza a lo largo de mi formación profesional y personal.

A mis amigas, amigos de siempre y familia espiritual que con sus oraciones y apoyo me han fortalecido a lo largo del camino.

A PROALIMENTOS en la persona del Dr. Raúl Valverde por la apertura para realizar el presente trabajo de investigación y su apoyo a lo largo del mismo en conjunto con el personal que labora en sus instalaciones.

A los Ing. Hugo Calderón e Ing. Mónica Andrade por brindar su tiempo y contingente tanto humano como profesional a la dirección y revisión del presente trabajo de investigación y por medio de ellos a la Institución Educativa por la formación académica y experiencias ganadas a lo largo de este tiempo de aprendizaje.

A todos quienes con sus oraciones y apoyo impulsarán el crecimiento de mi apostolado humano y profesional a lo largo de mi vida.

Evelyn Rocío Ocaña Patarón

DEDICATORIA

Al culminar este trabajo de investigación dedico cada letra, esfuerzo y tiempo invertido al Sagrado Corazón de Jesús e Inmaculado Corazón de María, refugio y alegría de mi alma.

A mis padres Germán y Nivia por la bendición de un buen hogar y el impulso a mi formación académica.

A mi segunda madre Elina Piedad y a mi tío Washington por ser ejemplo vivo de valor ante adversidades.

A mi familia espiritual que con su apoyo y oraciones han impulsado mi meta más grande, la voluntad de entrega y servicio.

A Mayor Gloria de Dios y Alegría de María Inmaculada.

Evelyn Rocío Ocaña Patarón

TABLA DE CONTENIDO

| CONTENIDO | Pp. |
|---|-----|
| Tabla de Contenido de Abreviaturas | |
| Tabla de Contenido de Tablas | |
| Tabla de Contenido de Figuras | |
| Tabla de Contenido de Anexos | |
| Tabla de Contenido de Símbolos | |
| | |
| RESUMEN | |
| SUMMARY | |
| INTRODUCCIÓN | |
| ANTECEDENTES | i |
| JUSTIFICACIÓN | ii |
| OBJETIVOS | iii |
| | |
| CAPÍTULO I | |
| 1 MARCO TEÓRICO | 1 |
| 1.1 Aspectos generales de la fruta | 1 |
| <i>1.1.1 Pulpa</i> | 1 |
| <i>1.1.2 Descripción del Mercado de Pulpa</i> | 2 |
| <i>1.1.3 Calidad de la Pulpa</i> | 3 |
| <i>1.1.4 Características Físicas de las Pulpas</i> | 3 |
| <i>1.1.5 Características Microbiológicas de las Pulpas</i> | 5 |
| 1.2 Descripción del Proceso de Despulpado | 7 |
| <i>1.2.1 Recepción de los frutos.</i> | 7 |
| <i>1.2.2 Selección.</i> | 8 |
| <i>1.2.3 Clasificación.</i> | 8 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1.2.4 | <i>Lavado.</i> | 8 |
| 1.2.5 | <i>Escaldado.</i> | 9 |
| 1.2.6 | <i>Despulpado.</i> | 9 |
| 1.2.7 | <i>Conservación de la pulpa.</i> | 9 |
| 1.2.8 | <i>Pasteurización y homogenizado.</i> | 10 |
| 1.2.9 | <i>Envasado y empaçado.</i> | 10 |
| 1.2.10 | <i>Almacenamiento y Congelación.</i> | 11 |
| 1.3 | Características Generales de las Frutas a procesar | 13 |
| 1.3.1 | <i>Naranjilla (Solanum quitoense)</i> | 13 |
| 1.3.2 | <i>Tomate de Árbol (Cyphomandra betacea)</i> | 14 |
| 1.3.3 | <i>Mora (Rubus glaucus)</i> | 15 |
| 1.4 | Rendimiento de la Fruta | 16 |
| 1.5 | Aditivos permitidos para la elaboración de pulpa de frutas | 17 |
| 1.6 | Sistemas de Operación de la Planta Procesadora de Frutas | 18 |
| 1.6.1 | <i>Sistema de lavado de fruta.</i> | 18 |
| 1.6.2 | <i>Sistema para el escaldado de frutas.</i> | 18 |
| 1.6.3 | <i>Sistema para el despulpado.</i> | 19 |
| 1.6.4 | <i>Sistema para pasteurización</i> | 20 |
| 1.6.5 | <i>Sistema para almacenamiento</i> | 20 |
| 1.6.6 | <i>Mesas de Selección</i> | 21 |
| 1.6.7 | <i>Bandas Transportadoras</i> | 22 |
| 1.6.8 | <i>Caldera</i> | 22 |
| 1.6.9 | <i>Tuberías</i> | 23 |
| 1.6.10 | <i>Accesorios y Conexiones</i> | 24 |
| 1.6.11 | <i>Válvulas</i> | 24 |
| 1.7 | Diseño de Ingeniería | 25 |
| 1.8 | Materiales | 25 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 1.8.1 | <i>Acero Inoxidable</i> | 26 |
| 1.9 | Servicios de Agua, Vapor y de Energía eléctrica | 28 |
| 1.9.1 | <i>Agua</i> | 28 |
| 1.9.2 | <i>Vapor</i> | 29 |
| 1.9.3 | <i>Energía Eléctrica</i> | 29 |
| 1.10 | Cálculo de Diseño de Equipos | 30 |
| 1.10.1 | <i>Cálculo de la cantidad de fruta</i> | 30 |
| 1.10.2 | <i>Volumen de la fruta</i> | 30 |
| 1.10.3 | <i>Ecuaciones para Diseño de Tanque de Lavado</i> | 31 |
| 1.10.4 | <i>Ecuaciones para el Diseño de Marmita</i> | 38 |
| 1.10.5 | <i>Ecuaciones de Diseño de la Despulpadora</i> | 40 |
| 1.10.6 | <i>Ecuaciones de Diseño para el Pasteurizador</i> | 48 |
| 1.10.7 | <i>Ecuaciones para Dimensionamiento de Bandas Transportadoras</i> | 59 |
| 1.10.8 | <i>Diseño de Mesas de Selección</i> | 66 |
| 1.11 | Ecuaciones para Balance de Masa y Energía | 67 |

CAPÍTULO II

| | | |
|------------|---|-----------|
| 2 | PARTE EXPERIMENTAL | 72 |
| 2.1 | Muestreo | 72 |
| 2.1.1 | <i>Plan de Muestreo</i> | 72 |
| 2.1.2 | <i>Localización de la Investigación</i> | 73 |
| 2.1.3 | <i>Recopilación de la información</i> | 74 |
| 2.2 | Metodología | 74 |
| 2.2.1 | <i>Equipos y Materiales</i> | 75 |
| 2.2.2 | <i>Métodos y Técnicas</i> | 75 |
| 2.2.2.1 | <i>Métodos</i> | 75 |
| 2.2.2.2 | <i>Técnicas</i> | 77 |
| 2.3 | Datos Experimentales | 84 |

| | | |
|------------------------------|---|-----|
| 2.4 | Datos Adicionales | 86 |
| 2.5 | Diagnóstico | 88 |
| | | |
| CAPÍTULO III | | |
| 3 | CÁLCULOS Y RESULTADOS | 90 |
| 3.1 | Diseño de Ingeniería | 90 |
| 3.1.1 | <i>Diseño del Tanque de Lavado</i> | 90 |
| 3.1.2 | <i>Diseño de la Marmita</i> | 96 |
| 3.1.3 | <i>Diseño de la Despulpadora</i> | 98 |
| 3.1.4 | <i>Diseño del Pasteurizador</i> | 102 |
| 3.1.5 | <i>Diseño de Bandas Transportadoras</i> | 109 |
| 3.1.6 | <i>Diseño de Mesas de Selección</i> | 112 |
| 3.2 | Balances de Masa y Energía | 114 |
| 3.2.1 | <i>Balance de Masa</i> | 114 |
| 3.2.2 | <i>Balance de Energía</i> | 116 |
| 3.3 | Resultados | 121 |
| 3.3.1 | <i>Propuesta de diseño</i> | 121 |
| 3.4 | Requerimiento Presupuestario | 124 |
| 3.4.1 | <i>Recursos Humanos</i> | 124 |
| 3.4.2 | <i>Recursos Materiales</i> | 124 |
| 3.4.3 | <i>Recursos Totales</i> | 125 |
| 3.5 | Análisis y Discusión de Resultados | 126 |
| CONCLUSIONES | | 130 |
| RECOMENDACIONES | | 131 |
| | | |
| BIBLIOGRAFÍA | | |
| | | |
| ANEXOS | | |

TABLA DE CONTENIDO DE ABREVIATURAS

| | |
|---------------------------------|---|
| a_c | Aceleración centrífuga |
| A_o | Área de producto a transportar |
| A_p | Alto de la paleta |
| A_1, A_2 | Dimensiones de la tolva |
| A_t | Área de transferencia de calor |
| C | Calor específico |
| C_p | Capacidad Calórica |
| P | Densidad del Fluido |
| D_2 | Diámetro del Tanque Tamiz |
| E_r | Espesor del rodete |
| ε | Coefficiente de Rugosidad Absoluta |
| f_x | Coefficiente de Fricción |
| F | Factor de fricción de Fanning |
| F | Frecuencia |
| F_c | Fuerza centrífuga |
| F_e | Fuerza de empuje |
| F_{fruta} | Peso de fruta canalizada |
| G | Gravedad |
| G_c | Factor gravitacional de conservación |
| H | Altura |
| h_t | Altura Total |
| h_l | Altura del liquido |
| h_f, h_L | Pérdidas por accesorios y longitudinales |
| H | Altura de carga del sistema |
| H_d | Valores Asumidos de altura en Tanque Recolector |
| H_2 | Altura Tanque Tamiz |
| HP | Potencia de la bomba |
| K | Constantes de accesorios |
| L | Longitud |
| L_b | Longitud del Brazo |
| M | Masa |

| | |
|---|--|
| M_{cap} | Capacidad de la tolva en 1 hora de operación |
| N | Velocidad de rotación |
| N_{po} | Número de Potencia obtenida |
| N_{Re} | Número de Reynolds |
| P | Potencia del Agitador |
| Q | Caudal |
| Q_M | Flujo de calor del metal |
| Q_{H_2O} | Flujo de calor del agua |
| Q_f | Flujo de calor necesario para calentar la pulpa |
| $R.R$ | Rugosidad Relativa |
| R | Radio |
| r_d | Radio Tanque Recolector |
| R | Trayectoria |
| T_1, T_2, t_1, t_2 | Temperatura líquido |
| T_p, T_e | Temperatura de pasteurización y escaldado |
| T_{al} | Temperatura de alimentación |
| T_e, T_x, T_y | Tensiones |
| U | Coefficiente global de transferencia de calor |
| V | Volumen del Tanque |
| V | Volumen total del tanque |
| v_s | Velocidad de Flujo |
| W | Flujo másico |
| W | Velocidad Angular |
| X | Volumen Adicional |
| X_b, X_t, X_g, X_a, X_m | Fracciones de carbohidratos, proteína, grasa, ceniza, humedad. |

TABLA DE CONTENIDO DE TABLAS

| TABLA | | Pp. |
|-------------------|--|------------|
| TABLA 1-1 | Especificaciones para los Jugos o Pulpas | 4 |
| TABLA 1-2 | Características Físico Químicas de Pulpas | 4 |
| TABLA 1-3 | Requisitos Microbiológicos para Productos Congelados | 5 |
| TABLA 1-4 | Requisitos Microbiológicos para Productos Pasteurizados | 6 |
| TABLA 1-5 | Composición Química de Frutos de Naranja | 14 |
| TABLA 1-6 | Composición Química de Frutos de Tomate de Árbol | 15 |
| TABLA 1-7 | Composición Química de Frutos Mora | 16 |
| TABLA 1-8 | Propiedades Generales de los Aceros Inoxidables | 29 |
| TABLA 1-9 | Especificaciones del Acero Inoxidable | 30 |
| TABLA 1-10 | Características Físicas del Agua | 30 |
| TABLA 1-11 | Características de agua Recomendada para Calderas | 31 |
| TABLA 1-12 | Valores Estándar de Longitudes y Radios | 44 |
| TABLA 1-13 | Terminología de Mallas Metálicas | 45 |
| TABLA 1-14 | Características Básicas de Motor Siemens | 50 |
| TABLA 1-15 | Tipos y Dimensiones de Sistemas de Agitación | 52 |
| TABLA 1-16 | Agitador Tipo Rejilla de Palas Planas Inclinadas | 53 |
| TABLA 1-17 | Valores de Constantes | 59 |
| TABLA 1-18 | Normalizados de Bandas Transportadoras | 61 |
| TABLA 1-19 | Recomendación de Diámetro de Rodillo | 63 |
| TABLA 1-20 | Características del Material de Banda | 63 |
| TABLA 1-21 | Peso de las Partes Móviles | 65 |
| TABLA 1-22 | Coefficientes de Fricción de los Rodillos | 65 |
| TABLA 1-23 | Características Físico-Químicas del Fruto | 70 |
| TABLA 2-1 | Características del Área de Estudio | 75 |
| TABLA 2-2 | Características de Materia Prima, Producto final y Variables del Proceso | 76 |
| TABLA 2-3 | Equipos, Materiales y Reactivos | 77 |
| TABLA 2-4 | Determinación de Diámetro de Fruta y Semilla | 80 |

| | | |
|-------------------|---|-----|
| TABLA 2-5 | Determinación de pH | 81 |
| TABLA 2-6 | Determinación de Densidad | 82 |
| TABLA 2-7 | Determinación de la Viscosidad | 83 |
| TABLA 2-8 | Determinación de Grados Brix | 84 |
| TABLA 2-9 | Determinación Coliformes Fecales | 85 |
| TABLA 2-10 | Diámetros y Pesos de Naranja | 86 |
| TABLA 2-11 | Diámetros y Pesos de Mora | 86 |
| TABLA 2-12 | Diámetros y Pesos de Tomate de Árbol | 87 |
| TABLA 2-13 | Densidad de la Fruta | 87 |
| TABLA 2-14 | Densidad de la Pulpa | 87 |
| TABLA 2-15 | Viscosidad | 88 |
| TABLA 2-16 | Datos Experimentales Pulpas | 88 |
| TABLA 2-17 | Datos Adicionales | 88 |
| TABLA 2-18 | Datos Adicionales para Balances de Energía | 89 |
| TABLA 2-19 | Datos Adicionales de Propiedades Físicas del Agua | 89 |
| TABLA 2-20 | Datos Adicionales de Capacidad Calorífica de la Pulpa | 89 |
| TABLA 2-21 | Características Caldera Horizontal | 90 |
| TABLA 2-22 | Condiciones de Diseño Cuarto Frío | 90 |
| TABLA 3-1 | Constantes por Accesorios | 96 |
| TABLA 3-2 | Valores de Longitudes y Radios | 101 |
| TABLA 3-3 | Dimensionamiento del Tanque de Lavado | 123 |
| TABLA 3-4 | Dimensionamiento de la Marmita | 123 |
| TABLA 3-5 | Dimensionamiento de la Despulpadora | 124 |
| TABLA 3-6 | Dimensionamiento del Pasteurizador | 124 |
| TABLA 3-7 | Dimensionamiento de bandas Transportadoras | 125 |
| TABLA 3-8 | Dimensionamiento de Mesas de Selección | 125 |
| TABLA 3-9 | Recursos Humanos | 126 |
| TABLA 3-10 | Costo de Equipos Propuestos | 126 |
| TABLA 3-11 | Recursos Totales | 127 |

TABLA DE CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

| ILUSTRACIÓN | | Pp. |
|---------------------------|--|------------|
| ILUSTRACIÓN No. 1 | Diagrama de Flujo de Operaciones | 7 |
| ILUSTRACIÓN No. 2 | Diagrama de Flujo Para Obtención de Pulpa | 12 |
| ILUSTRACIÓN No. 3 | Naranjilla | 13 |
| ILUSTRACIÓN No. 4 | Tomate de Árbol | 14 |
| ILUSTRACIÓN No. 5 | Mora de Castilla | 15 |
| ILUSTRACIÓN No. 6 | Rendimiento de la Pulpa | 16 |
| ILUSTRACIÓN No. 7 | Tanque Lavador de Frutas Vertical | 18 |
| ILUSTRACIÓN No. 8 | Marmita de Vapor | 19 |
| ILUSTRACIÓN No. 9 | Despulpadora Horizontal de Frutas | 19 |
| ILUSTRACIÓN No. 10 | Pasteurizador | 20 |
| ILUSTRACIÓN No. 11 | Esquema de Cuarto Frío | 21 |
| ILUSTRACIÓN No. 12 | Esquema de Mesas de Selección | 22 |
| ILUSTRACIÓN No. 13 | Esquema de Bandas Transportadoras | 22 |
| ILUSTRACIÓN No. 14 | Esquema Caldera | 23 |
| ILUSTRACIÓN No. 15 | Diagrama de Moody | 35 |
| ILUSTRACIÓN No. 16 | Tolva | 40 |
| ILUSTRACIÓN No. 17 | Diámetro de Semilla | 42 |
| ILUSTRACIÓN No. 18 | Esquema de Rotor y Aspas | 44 |
| ILUSTRACIÓN No. 19 | Diagrama de Fuerzas | 45 |
| ILUSTRACIÓN No. 20 | Desplazamiento de la Naranjilla | 47 |
| ILUSTRACIÓN No. 21 | Características de Potencia frente al Número de Reynolds | 54 |
| ILUSTRACIÓN No. 22 | Esquema de Inclinación de Bandas Transportadoras | 65 |
| ILUSTRACIÓN No. 23 | Altura de Mesas de Trabajo Sugeridas para brindar soporte. | 66 |
| ILUSTRACIÓN No. 24 | Esquema de Balance de Masa | 67 |
| ILUSTRACIÓN No. 25 | Ubicación de la Planta de PROALIMENTOS | 73 |

TABLA DE CONTENIDO DE ANEXOS

| | |
|----------------|--|
| ANEXO A | VALOR DE LAS CONSTANTES DE ACCESORIOS |
| ANEXO B | VALOR DE LAS CONSTANTES DE ACCESORIOS |
| ANEXO C | COEFICIENTE DE RUGOSIDAD ABSOLUTA PARA TUBERÍAS COMERCIALES |
| ANEXO D | RUGOSIDAD RELATIVA EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO |
| ANEXO E | DIAGRAMA DE MOODY |
| ANEXO F | ANÁLISIS DE LABORATORIO |
| ANEXO G | ESQUEMA DE MESAS DE SELECCIÓN Y BANDAS TRANSPORTADORAS |
| ANEXO H | ESQUEMA DE TANQUE DE LAVADO Y MARMITA PARA ESCALDADO |
| ANEXO I | ESQUEMA DE DESPULPadora |
| ANEXO J | ESQUEMA DE PASTEURIZADOR |
| ANEXO K | DIAGRAMA P&I DEL PROCESO |
| ANEXO L | PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA |
| ANEXO M | PROFORMA DE EQUIPOS |
| ANEXO N | PROFORMA DE DESPULPadora |
| ANEXO O | PROFORMA DE EQUIPO DE LABORATORIO |
| ANEXO P | PRUEBA DE CARACTERIZACIÓN DE FRUTAS |
| ANEXO Q | PRUEBA DE DESPULPADO |
| ANEXO R | PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS |
| ANEXO S | DIAGNÓSTICO DE PLANTA - CALDERA |
| ANEXO T | DIAGNÓSTICO DE PLANTA - CUARTO FRÍO |

TABLA DE CONTENIDO DE SÍMBOLOS

| | |
|------------------|-------------------------------------|
| π | Constante |
| \emptyset | Diámetro de equipos (m) |
| \emptyset_i | Diámetro interno de equipos (m) |
| \emptyset_t | Diámetro Total (m) |
| \emptyset_{ch} | Diámetro Chaqueta (m) |
| Γ | Peso específico (N/m ³) |
| % | Porcentaje |
| Σ | Sumatoria |
| M | Viscosidad (kg/ms) |

RESUMEN

El Diseño de una Planta Despulpadora de Frutas para PROALIMENTOS Riobamba se realizó con la finalidad de proporcionar a la empresa auspiciante un proyecto de diseño, descripción de equipos y distribución de áreas de trabajo seguro y eficiente para la producción de pulpa.

Se realizó la caracterización de mora, tomate y naranjilla como fruta patrón determinando el diámetro frutos-semillas y peso individual de la fruta, además se analizaron las variables de temperatura, volumen, tiempo, flujo másico en el proceso y parámetros físico-químicos de pH, ° Brix, % Acidez y microbiológicos para la pulpa procesada en la planta piloto del Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Con los datos obtenidos se dimensionaron los equipos principales de planta: Tanque de lavado, Marmita, Despulpadora horizontal, Pasteurizador, y Equipos anexos: Mesas de selección y Bandas transportadoras para la producción de 250kg/h de pulpa. En base a los análisis realizados en conformidad con la Norma Técnica INEN 2337:2008 se obtuvo pulpa con características de pH entre 3,05 a 3,70, ° Brix entre 9 a 10,50 a 20 °C y parámetros microbiológicos para Coliformes Totales, Mohos, y Aerobios Mesófilos de <10 UFC/g.

Para la distribución de equipos se ocupó el 80% del espacio disponible en área de planta de 5 m de ancho por 10 m de longitud y en base a los cálculos de ingeniería se estableció un Diagrama P&I del Proceso para permitir el correcto funcionamiento del sistema que garantice la calidad del producto final.

Se recomienda la elaboración inmediata del respectivo Manual de Buenas Prácticas de Manufactura.

Palabras Clave: <PULPA> <DESPULPADO> <FRUTAS> <PARÁMETROS DE DISEÑO> <VARIABLES> <PLANTA> <ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO> <NORMA TÉCNICA>

SUMMARY

The design of a Fruit Pulper Plant for PROALIMENTOS Riobamba was conducted in order to provide the sponsoring company a design project, description of equipment, and distribution the areas of safe and efficient pulp production work.

Characterization of blackberry, tomato and naranjilla was performed as fruit pattern, determining the diameter fruit-seeds, and single fruit weight also variables of temperature, volume, time, mass flow in the process and physicochemical parameters were analyzed for pH, ° Brix, % of Acidity and Microbiological parameters for the pulp processed in the pilot plant of the Unit Operations Laboratory of the Faculty of Science at the Superior Polytechnic School of Chimborazo.

With the data obtained were sized main plant equipment as follows: Wash Tank, Marmite, Horizontal Pulper, Pasteurizer, and ancillary equipment: Sorting tables and Conveyor belts for the production of 250kg/h of pulp. Based on the analyzes performed in accordance with the Technical Standard INEN 2337: 2008 pulp was obtained with characteristics of pH 3,05 to 3,70, Brix degrees from 9 to 10,50 at 20 ° C and Microbiological parameters for Total coliforms, Mohos, and Mesophilic Aerobes <10 CFU / g.

For the distribution of equipment, 80% of available space was occupied in plant area of 5 m wide by 10 m long and based on the engineering calculations a P&I Process Diagram was established to allow the proper functioning of system that guarantees the product quality.

It is recommended to the sponsoring company the immediate preparation of the Manual of Good Manufacturing Practice

Keywords: <PULP> <PULPED> <FRUITS> <PARAMETERS OF DESIGN> <VARIABLE> <PLANT> <PHYSICAL-CHEMICAL ANALYSIS> <TECHNICAL STANDARD>

INTRODUCCIÓN

Las frutas son productos de gran importancia en la dieta alimenticia del ser humano por sus aportes nutricionales de antioxidantes, vitaminas y minerales. Durante los últimos años se ha generalizado a nivel mundial el interés por las bondades de las frutas frescas en el equilibrio de la dieta diaria.

El consumo de frutas según la Organización Mundial de la Salud (OMS) en promedio por persona al año debe ser de 120 kg, según estadísticas en Ecuador el consumo promedio por persona es de 40 kg, lo cual refleja un promedio por debajo del normal, a pesar de que Ecuador se caracteriza por producir diferentes variedades de frutas debido a su diversidad de climas y microclimas.

Con el fin de incentivar y aprovechar el cultivo y consumo de fruta en la población y dentro de la línea de investigación y desarrollo agroindustrial se introdujeron al mercado productos elaborados y semielaborados que conserven las propiedades nutritivas de las frutas frescas, uno de ellos es el procesamiento de las frutas para la obtención de pulpas que conserven sus propiedades naturales, mediante el método físico del congelamiento.

Para la producción eficiente y sostenible de pulpa y para incrementar significativamente los niveles de producción y productividad, se debe promover el uso eficiente de recursos que permitan a los productores ser cada vez más competitivos ofreciendo productos de calidad y manteniendo una economía sostenible.

En el proceso de obtención de pulpa de fruta se busca un aprovechamiento máximo para lo cual se lleva a cabo una metodología que consiste en lavar, pelar, cocinar, despulpar y empacar. El contar con instalaciones óptimas, maquinarias, herramientas y equipos adecuados con los procesos es un factor preponderante para evitar mermas y desperdicio

Antecedentes

La tendencia en el desarrollo agroindustrial en los últimos años aumenta conforme al interés por consumir alimentos sanos y funcionales que aporten beneficios a la salud de la población.

Durante los últimos 30 años, los sectores: agrícola y agroindustrial, se desarrollan gracias al proceso de globalización y a los avances tecnológicos; lo cual genera un incremento generalizado de la demanda por alimentos procesados y elaborados en base a materias primas agrícolas.

PROALIMENTOS nace como un grupo empresarial familiar el 07 de Noviembre del año 2001, ubicando su planta productora en la Calle La Paz y Buenos Aires, junto al Colegio Carlos Cisneros de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, con el objetivo de alimentar con responsabilidad a todos sus clientes favoreciendo a la vez al desarrollo agroindustrial local.

Orientada en un principio a la elaboración de yogurt Sultanita en varias presentaciones y diferentes sabores a partir de la leche proveniente de las regiones aledañas de Chimborazo, este producto fue distribuido a nivel provincial teniendo como principales consumidores a las ciudades de Riobamba y Pallatanga.

En vista de la necesidad de un nuevo proyecto se adquieren posteriormente los equipos necesarios para poner en marcha una planta purificadora de agua y lanzar al mercado su nuevo producto AQUAZUL, agua purificada envasada que permite con su proceso de purificación mantener en el agua elementos minerales esenciales como calcio, magnesio, sodio, potasio, entre otros.

Actualmente PROALIMENTOS busca ampliar su producción e incurrir en el área de productos elaborados y semielaborados de fruta ubicando en el mercado un producto que satisfaga las necesidades nutricionales del consumidor con gran valor proteínico, mineral y vitamínico.

Justificación

El sector agroindustrial ecuatoriano es un motor significativo dentro de la estructura productiva nacional, las agroindustrias equivalen al 8,6% en promedio del total de la producción de la economía, considerando al Ecuador como un país con una importante proyección dentro de la producción, industrialización y comercialización de frutas.

Con este referente PROALIMENTOS busca la obtención de pulpa con características naturales, ingresando de esta manera al sector de las frutas congeladas que se ubica como una de las actividades más importantes dentro de la industria de los productos no tradicionales. Por lo cual la pulpa de fruta de mora, naranjilla, tomate de árbol y frutilla se convierten en una alternativa para obtener productos que conserven las características naturales y organolépticas de las frutas frescas.

La inexistencia de un proceso en PROALIMENTOS para la producción de pulpa de fruta, y para el incremento en la capacidad competitiva de las unidades productoras en nuestra mediana industria provoca un problema, pues estas actividades deben estar sustentadas tanto en un aporte de innovación tecnológica, como en la identificación y control de los costos de producción, transformación y comercialización.

Por lo mismo se requiere del Diseño de una Planta Despulpadora de Frutas, con el cual se obtendrá pulpa para su comercialización en mercados nacionales, que beneficie al consumidor final por cuanto este recibiría productos de alta calidad basados en las normativas nacionales a precios competitivos, mejorando la calidad de vida de los productores y el desarrollo socio productivo de la comunidad y los alrededores en concordancia con uno de los objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir que busca consolidar el sistema económico social y solidario de forma sostenible .

Objetivos

General

Diseñar una Planta Despulpadora de Frutas para la Empresa PRO ALIMENTOS de la ciudad de Riobamba.

Específicos

- Determinar las variables de las materias primas que intervienen en la elaboración de pulpa de fruta.
- Establecer los equipos que intervienen en el proceso de despulpado.
- Realizar el Balance de Masa y Energía en el proceso.
- Dimensionar la planta.
- Validar el diseño mediante la caracterización de las variables del producto final basada en la Norma NTE INEN 2337:2008.

CAPITULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 ASPECTOS GENERALES DE LA FRUTA

La fruta es todo producto comestible de plantas o árboles, caracterizado por una variedad de colores, sabores, tamaños y texturas. Es un producto altamente comercializado y puede ser adquirido con facilidad en el mercado local o a nivel nacional.

Las frutas se constituyen de cáscaras, pepas o semillas y la carne o pulpa, siendo esta última el componente alimenticio más importante para el ser humano. Por sus múltiples beneficios se buscan constantemente técnicas de conservación que faciliten su consumo sin que se alteren las propiedades y características esenciales de la fruta como tal.

1.1.1 Pulpa

Es el producto carnoso y comestible de la fruta sin fermentar, obtenido por procesos tecnológicos adecuados entre ellos: tamizado, triturado o desmenuzado, conforme a buenas prácticas de manufactura; a partir de la parte comestible y sin eliminar el jugo, de frutas enteras o peladas en buen estado, debidamente maduras o, a partir de frutas conservadas por medios físicos. Puede concentrarse mediante la eliminación física de parte del agua contenida en la misma. (NTE INEN 2337:2008)

Es decir la parte comestible de las frutas obtenida por la separación de las partes comestibles carnosas de éstas, mediante los más aptos y adecuados procesos tecnológicos. Las pulpas en relación a su consistencia son más viscosas que los jugos, la pulpa de fruta congelada presenta ciertas ventajas en relación a las frutas frescas y otros tipos de conservas. Algunas de ellas son:

- La pulpa congelada permite mantener el aroma, el color y el sabor inicial de la fruta.
- Las características nutritivas en el proceso de congelación varían en menor porcentaje con respecto a otros sistemas de conservación.
- Ésta se considera materia prima base de cualquier producto que necesite fruta.
- La congelación permite preservar la fruta por mayor tiempo, incluso hasta un año.
- No se acumulan desperdicios, conservando únicamente la parte útil de las frutas.
- Las pulpas pueden procesarse en las épocas de cosecha para utilizarlas cuando haya poca disponibilidad de frutas. (ALDANA, 1995)

1.1.2 Descripción del Mercado de Pulpa

El consumo de pulpa de fruta en la actualidad tiene dos importantes segmentos de mercado: para el consumo en los hogares y como materia prima en industrias. En los hogares facilitando la preparación de alimentos en menor tiempo y en las industrias partiendo de la pulpa para la elaboración de productos finales en cualquier época del año, disminuyendo sus costos de producción y almacenaje.

En el mercado se pueden encontrar varios sabores de pulpa de fruta tradicionales como: mora, guanábana, naranjilla, coco, papaya, mango, guayaba. En la Amazonía Ecuatoriana se proyecta a la producción de pulpa de frutos, propios del sector, que tienen una excelente demanda a nivel nacional como internacional entre ellos: arazá, borojó, y pitahaya.

A pesar de ello la producción de pulpa no ha sido explotada en su totalidad, en la ciudad de Quito, donde se encuentran la mayoría de empresas de este tipo, se abarca apenas el 40% del total del mercado, el producto final es vendido mayoritariamente en establecimientos como: Super Maxi, Santa María, Mi Comisariato y Magda Espinosa .

Dentro de las principales empresas que producen pulpa de fruta podemos mencionar: María Morena, La Jugosa, Envagrif, Frozen Tropic, La Delicia y Jugo Fácil. Siendo las más reconocidas a nivel nacional: María Morena y La Jugosa, que elaboran pulpa desde el año 1994. En el mercado local no existe variedad de presentaciones de pulpa de fruta congelada y debido a su poca publicidad no ha causado un impacto significativo en las familias riobambeñas.

1.1.3 Calidad de la Pulpa

Para aplicar un programa integral de control de calidad deben realizarse las operaciones que se detallan a continuación:

- Inspección de insumos que ingresan para prevenir que materias primas o envases en mal estado lleguen al área de procesamiento.
- Control del proceso.
- Inspección del producto final.
- Vigilancia del producto durante el almacenamiento y distribución. Área que no siempre se controla y su descuido podría anular todo el trabajo anterior de control de calidad.

La pulpa debe ser extraída bajo condiciones sanitarias apropiadas, de frutas maduras, sanas, lavadas y desinfectadas, aplicando los Principios de Buenas Prácticas de Manufactura, ser homogénea libre de fragmentos de cáscara, de semillas, de partículas gruesas o duras propias de la fruta. (NTE INEN 2337:2008)

De igual manera las características organolépticas: apariencia, color, aroma, sabor deben ser propias de la fruta de la cual procede la pulpa y estar libre de olores o sabores extraños u objetables. Uno de los parámetros que nos permiten medir la calidad de las pulpas son los grados ° Brix que miden la cantidad de sólidos solubles presentes en pulpas o jugos expresados en porcentaje de sacarosa.

Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta. Se determinan empleando un refractómetro calibrado y a 20°C. (ALDANA, 1995)

1.1.4 Características Físicas de las Pulpas

En lo que corresponde a requisitos físico-químicos debe cumplir con especificaciones establecidas en las siguientes tablas:

TABLA 1-1: ESPECIFICACIONES PARA LOS JUGOS O PULPAS DE FRUTA

| FRUTA | Nombre Botánico | Sólidos Solubles ^{a)} |
|---|------------------------------|--------------------------------|
| | | Mínimo |
| Babaco | <i>CaricaPentagonaHeilb</i> | 5,0 |
| Durazno | <i>PrunuspérsicaL.</i> | 9,0 |
| Frutilla | <i>Fragaria spp.</i> | 6,0 |
| Guanabana | <i>Anona muricata</i> | 11,0 |
| Guayaba | <i>Psidiumguajava L.</i> | 5,0 |
| Maracuyá | <i>PassifloraedulisSims.</i> | 12,0 |
| Mango | <i>Mangifera indica L.</i> | 11,0 |
| Melón | <i>Cucumismelo L.</i> | 5,0 |
| Mora | <i>Rubusspp.</i> | 6,0 |
| Naranja | <i>Solanumquitoense</i> | 6,0 |
| Papaya | <i>Carica Papaya</i> | 8,0 |
| Piña | <i>Ananascomosus L.</i> | 10,0 |
| Tomate de árbol | <i>Cyphomandrabetacea</i> | 8,0 |
| a)En grados Brix a 20 °C (con exclusión de azúcar) | | |
| 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: NTE –INEN 2337:2008. Jugos, Pulpas, Concentrados, Néctares, Bebidas de Frutas y Vegetales. Requisitos.

TABLA 1-2: CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE PULPAS DE FRUTAS

| FRUTA | PH | GRADOS BRUX | % ACIDEZ |
|-----------------|-----------|-------------|-------------|
| Durazno | 3,9 - 4,3 | 9 – 12 | 0,42 - 0,51 |
| Mora | 2,8 - 3,2 | 6,5 - 8 | 2,3 - 2,9 |
| Mango | 3,5-4,2 | 13-16 | 0,3-0,6 |
| Naranja | 3,5 – 4,1 | 5 – 15 | 4 – 6,1 |
| Frutilla | 3,2 – 3,5 | 7 – 9 | 0,5 – 1,3 |
| Papaya | 5,0-5,5 | 8-10 | 0,12-0,20 |
| Piña | 3,2-3,8 | 10-12 | 0,6-1,0 |
| Tamarindo | 2,6-2,9 | 19-20 | 2,4-3,2 |
| Limón | 2,0-2,4 | 6,5-8 | 4.5-6,1 |
| Tomate de árbol | 3,5 – 4 | 10 – 12 | 1,3 – 2,3 |
| Manzana | 3,8-4 | 11-13 | 0,4-0,58 |

| | | | |
|------|-------|-------|-----------|
| Pera | 4-4,3 | 11-13 | 0,25-0,32 |
|------|-------|-------|-----------|

Fuente: Norma Técnica Colombiana- NTC 404. Frutas procesadas. Jugos y pulpas de frutas, Bogotá, 1998.

1.1.5 Características Microbiológicas de las Pulpas

Para las características microbiológicas de las pulpas se aceptan niveles de contaminación de ciertos microorganismos que con frecuencia pueden desarrollarse en este tipo de alimento estos límites están normalizados. Las determinaciones frecuentes son: microorganismos mesófilos, coliformes, esporas de clostridium sulfito reductor, hongos y levaduras.

El nivel permitido de estos microorganismos dependerá del tipo de proceso de conservación al que se haya sometido la pulpa. Para pulpas o jugos congelados, los niveles de recuentos de microorganismos aceptados son:

TABLA 1-3: REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA PRODUCTOS CONGELADOS.

| | N | M | M | c | Método de ensayo |
|---|---|---------------------|---------------------|---|------------------|
| Coliformes NMP/cm ³ | 3 | <3 | - | 0 | NTE INEN 1529-6 |
| Coliformes fecales NMP/cm ³ | 3 | <3 | - | 0 | NTE INEN 1529-8 |
| Recuento de esporas ¹⁾ clostridium UFC/cm ³ | 3 | <10 | - | 0 | NTE INEN 1529-18 |
| Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³ | 3 | 1,0x10 ² | 1,0x10 ³ | 1 | NTE INEN 1529-5 |
| Recuento De mohos y levaduras UP/cm ³ | 3 | 1,0x10 ² | 1,0x10 ³ | 1 | NTE INEN 1529-10 |
| 1) Para productos enlatados | | | | | |

Fuente: NTE –INEN 2337:2008. Jugos, Pulpas, Concentrados, Néctares, Bebidas de Frutas y Vegetales. Requisitos.

Para pulpas o jugos pasteurizados, los niveles de recuentos de microorganismos aceptados son:

TABLA 1-4: REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA PRODUCTOS PASTEURIZADOS.

| | N | M | M | c | Método de ensayo |
|--|---|----|---|---|------------------|
| Coliformes NMP/cm ³ | 3 | <3 | - | 0 | NTE INEN 1529-6 |
| Coliformes fecales NMP/cm ³ | 3 | <3 | - | 0 | NTE INEN 1529-8 |

| | | | | | |
|--|---|-----|----|---|------------------|
| Recuento de esporas ¹⁾ clostridium UFC/cm ³ | 3 | <10 | 10 | 0 | NTE INEN 1529-5 |
| Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³ | 3 | <10 | 10 | 1 | NTE INEN 1529-10 |

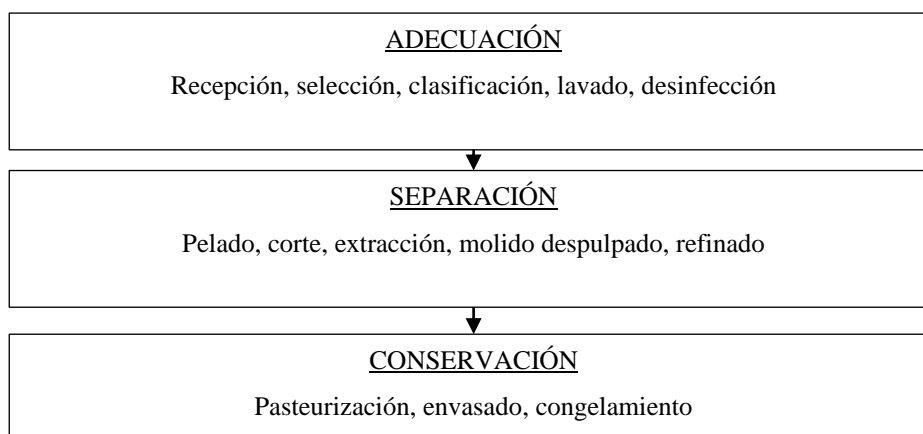
Fuente: NTE –INEN 2337:2008. Jugos, Pulpas, Concentrados, Néctares, Bebidas de Frutas y Vegetales. Requisitos.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DESPULPADO

El despulpado incluye todas aquellas operaciones que contribuyen a extraer la mayor cantidad de pulpa con el mínimo deterioro de sus características propias. Tiene como objetivo separar la semilla y la cáscara manteniendo inalteradas condiciones como color, textura, sabor y en especial su valor nutritivo. Para lo cual se necesitan frutas sanas, maduras, sin llegar al deterioro, exentas de materia terrosa, parásitos, residuos químicos, tóxicos, y limpias. Estas frutas se caracterizan por su aroma, color y sabor, además de una textura firme con ligero inicio de ablandamiento.

Las operaciones de producción de pulpa de frutas se pueden dividir en tres fases: Adecuación, Separación y Conservación. (ALDANA, 1995)

ILUSTRACIÓN No. 1 DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE PULPA



Fuente: ALDANA, A., OSPINA, J.1995

1.2.1 *Recepción de los frutos.*

En esta etapa la fruta será recibida y pesada en la planta en cajas plásticas evitando que se maltrate. Es importante contar con una balanza adecuada para pesaje de la fruta en cajas, de preferencia de 250 kg.

Este proceso permite conocer con exactitud la cantidad de materia prima que entrega el proveedor y a partir de esta cantidad se podrá conocer los porcentajes de la calidad de fruta que este suministra. En este momento es posible verificar el grado de maduración y estado de la fruta, constatando que se encuentre sana y libre de contaminación. (CAMACHO, 2008)

1.2.2 Selección.

Los frutos deteriorados, podridos o en malas condiciones se descartan en su totalidad. Se realiza sobre mesas o bandas transportadoras debe designarse un lugar específico para la fruta descartada. Mediante la vista y el olfato del operario se decide si las frutas son aceptadas o rechazadas, se realiza un trabajo minucioso ya que es un factor con gran influencia en la calidad del producto final.

1.2.3 Clasificación.

Permite separar las frutas que pasaron la selección de aquellas que están listas para ingresar en el proceso, en razón de su grado de madurez y las que pueden ser almacenadas por más tiempo.

Los operarios realizan un análisis sensorial de color, aroma y dureza de las frutas, para garantizar la calidad de materia prima se toma muestras representativas y luego puede hacerse conforme la fruta se moviliza por las bandas transportadoras.

1.2.4 Lavado.

El lavado permite eliminar los elementos extraños presentes o adheridos a la fruta que pueda contaminarla, su importancia radica en asegurar una limpieza eficaz para que el producto pueda ingresar en las operaciones siguientes. En esta operación se utiliza agua potable, o de preferencia agua clorada a 6 ppm de concentración, con el fin de eliminar bacterias, el agua no se reutiliza al menos que haya sido tratada de forma adecuada, puede realizarse por aspersión o inmersión, evitando causar daño físico por golpes.

Lavado por Inmersión: Para el caso de pequeñas empresas, éste es el método más adecuado. En este método, el tiempo de inmersión de la fruta no debe ser menor a 15 minutos con el uso de soluciones como el agua clorada y se sugiere efectuar un recambio frecuente del agua de inmersión para obtener mejores resultados durante el lavado. La idea es retirar toda la suciedad presente en la superficie de la fruta para minimizar el uso de desinfectantes.

Lavado por Aspersión: Es un método más eficiente utilizado comúnmente en plantas de gran capacidad de producción. Consiste en hacer pasar la fruta a través de aspersores o duchas de

agua a presión, lo que facilita la remoción de suciedad. Para este tipo de lavado se debe tomar en cuenta la presión, temperatura y volumen del agua, la distancia de los rociadores a la fruta, la carga del producto y el tiempo de exposición.

1.2.5 Escaldado.

Se somete a la fruta a un tiempo de calentamiento en contacto directo con un fluido caliente. El objetivo de este proceso es ablandar la fruta y con esto aumentar el rendimiento, se facilita la reducción de carga microbiana en la fruta y también se realiza para evitar la activación de enzimas que producen cambios desfavorables de color, aroma, apariencia, y sabor en la pulpa. En esta fase no todas las frutas se deben ser escaldadas necesariamente. (ALDANA, 1995).

El método del escaldado se puede realizar con agua caliente o vapor, a una temperatura inferior a 100 ° C. El procedimiento se realiza en equipos de acero inoxidable, poniendo la fruta en contacto directo con agua caliente no más de tres minutos; en este proceso en ocasiones se utiliza soda caustica con una concentración entre 2 y 10 %. Cabe anotar que se debe eliminar todo tipo de residuo con abundante agua.

1.2.6 Despulpado.

En este proceso se extrae la pulpa de fruta en forma de pasta. La fruta es sometida a golpeteo y la fuerza centrífuga que se crea con el giro de las paletas del equipo despulpador, la fruta desintegrada es enviada hacia el tamiz y atraviesa las perforaciones, el sistema de tamices tiene la función de refinador de productos que retiene la semilla, así se brinda una mejor apariencia a la pulpa y se evita la separación de los sólidos insolubles en suspensión. Las semillas y cualquier otro material que no pase por el tamiz son expulsados por el otro extremo en calidad de desechos.

1.2.7 Conservación de la pulpa.

Las principales reacciones de deterioro de la pulpa son de degradación, originadas por microorganismos que contribuyen a la fermentación y por consiguiente a cambios sensoriales claros. Las diferentes técnicas de conservación buscan detener o retardar estos tipos de deterioro, sobre todo el provocado por los microorganismos, que fácilmente invade a las pulpas,

por esta razón las técnicas más comunes de conservación emplean calor, frío y aditivos. (CAMACHO, 2008)

Un método de conservación para tiempos prolongados de almacenamiento, se puede realizar adicionando Benzoato de Sodio($\text{NaC}_6\text{H}_5\text{CO}_2$) en una proporción del 0,1%, así como la cantidad necesaria de Ácido Cítrico($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) con el fin de alcanzar un pH de 3,5 a 3,8. En caso de requerir un aditivo éste se agrega después de la etapa de pasteurización.

1.2.8 Pasteurización y homogenizado.

Se refiere a calentar el producto a determinada temperatura para provocar la destrucción de microorganismos patógenos. Posterior al calentamiento se debe enfriar para impedir la sobre cocción y presencia de microorganismos termófilos. La pulpa obtenida del proceso de despulpado, se someterá a un tratamiento térmico a presión atmosférica y se mantendrá por un tiempo de 20 minutos aproximadamente de 70-75° C, luego se procede al enfriamiento. (LUQUE, 2009)

El proceso se conoce como pasteurización, el cual elimina las formas vegetativas de los microorganismos que pueden causar deterioro en los productos. También se busca impedir la oxidación de pulpa durante el almacenamiento final lo cual disminuiría en gran porcentaje en el producto muchas de sus propiedades nutritivas y se evita la formación de espuma, inducida por la mezcla de pulpa con aire. Para provocar la salida del aire se mantiene la agitación continua lo cual disminuye la solubilidad del oxígeno y uniformiza el tamaño de las partículas y apariencia de la pulpa, facilitando el llenado uniforme de envases y recipientes.

1.2.9 Envasado y empaçado.

Es la fase de conservación que consiste en dosificar la pulpa obtenida en cantidades determinadas de peso o volumen en los recipientes adecuados.

El material del envase debe ser adecuado para el producto sin afectar sus características físico químicas o biológicas. El producto se envasa en recipientes que garanticen su higiene e integridad desde el almacenamiento hasta el transporte y expendio. Se empaça en bolsas plásticas de polietileno de alta densidad, con capacidad de 500 mL o 1000 mL de acuerdo a la presentación. Al llenar se debe evacuar el aire al máximo. Un gran porcentaje de la

conservación depende de la hermeticidad con la que se haya cerrado el envase del producto. (NTE INEN 2337:2008)

El envasado y sellado pueden realizarse simultáneamente en un mismo equipo automático, éste debe ser apto para sustancias semilíquidas o pastosas, dentro de la unidad se llenan las bolsas pre elaboradas con la pulpa ingresa desde una tolva de alimentación y posteriormente se envasa y sella con un mecanismo eléctrico que genera alta temperatura.

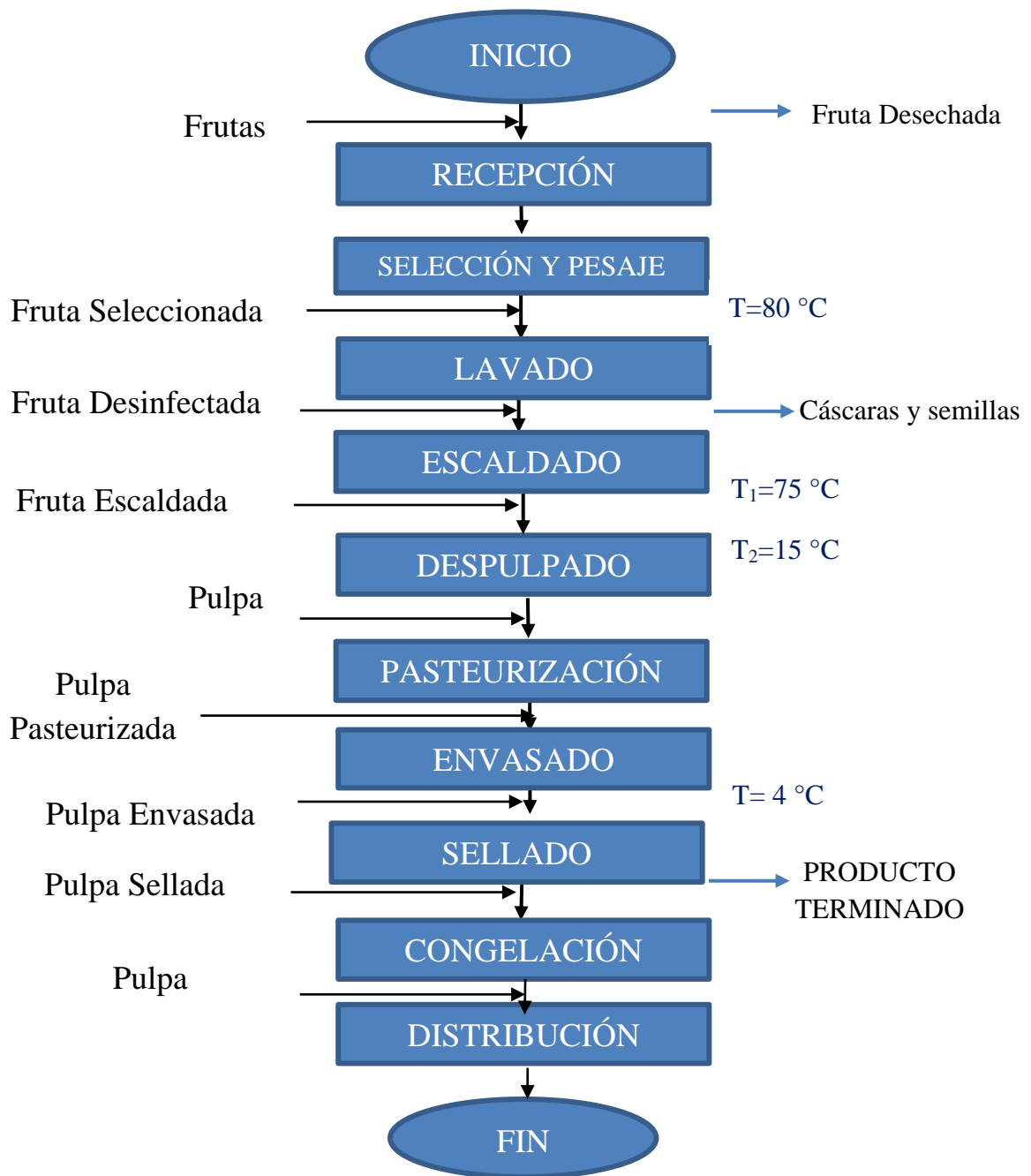
1.2.10 Almacenamiento y Congelación.

Para el almacenamiento de pulpas se utilizan métodos que buscan disminuir la temperatura del producto para facilitar su conservación; de tal manera que se inhibe el crecimiento de microorganismos perjudiciales y se reduce considerablemente las reacciones químicas y metabólicas en su mayoría. Los cuartos fríos, trabajan con temperaturas entre 4 a 7 ° C, mientras que para los cuartos de congelación se utiliza una temperatura de operación por debajo del punto de congelación del agua, entre -18 a -20°C.

La congelación es de las favoritas en la industria, porque mantiene la calidad nutricional y organoléptica incluso posteriormente a un período de más de seis meses.

Los productos y alimentos procesados deben ser almacenados sobre tarimas o estanterías ubicadas a por lo menos 20 cm del piso y la pared, para permitir la circulación de aire y evitar que la humedad los deteriore y facilitar la limpieza. Los distintos tipos de alimentos deben ser almacenados por clase, especie u origen. (NTE INEN 2687:2013)

ILUSTRACIÓN No. 2 DIAGRAMA DE FLUJO PARA OBTENCIÓN DE PULPA DE FRUTA



Fuente: OCAÑA, E., 2014

1.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS FRUTAS A PROCESAR

1.3.1 Naranjilla (*Solanum quitoense*)

La naranjilla o lulo es una fruta tropical de forma redondeada, cuyo diámetro varía entre 4 y 8cm con un peso entre 50 y 100 g, su cáscara es de color naranja cuando está madura y tiene una envoltura de finas y pequeñas espinas o “vellosidades”. El interior está dividido en cuatro compartimentos separados por membranas que contienen la pulpa de sabor agrídulce, de color amarillo y verde - amarillento con numerosas semillas pequeñas. Crece en los bosques húmedos cálidos y medios. Tiene una gran aceptación en mercados por delicioso sabor y aroma, su valor nutritivo y sus múltiples usos en la agroindustria.

ILUSTRACIÓN No. 3 NARANJILLA



Fuente: WIKIPEDIA.ORG – *Solanum quitoense*

TABLA 1-5: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE FRUTOS DE NARANJILLA

Valor alimenticio por cada 100 g de la porción comestible

| COMPOSICIÓN | |
|---------------------|---------|
| Valor energético | 44 kcal |
| Agua | 88,5 g |
| Proteína | 1,0 g |
| Grasa | 0,2 g |
| Hidratos de Carbono | 9,6 g |
| Sales Minerales | 0,7 g |
| Calcio | 14mg |
| Hierro | 500 ug |
| Caroteno | 130 ug |
| Vitamina B | 60 ug |
| Vitamina B | 40ug |
| Vitamina C | 65 ug |
| Nicotinamida | 1500 ug |

Fuente: SENSER, F., SCHERZ, H., Tablas de composición de alimentos. 2001

1.3.2 Tomate de Árbol (*Cyphomandra betacea*)

Fruto con forma ovoide que presenta una coloración rojo-amarillo al alcanzar cierto grado de madurez. Su peso en promedio está entre los 70 a 80 g, de piel lisa y gruesa, su pulpa tiene un sabor agradable propio de la fruta, en su área central se encuentra gran cantidad de semillas. Es un arbusto originario de Sudamérica propio de zonas tropicales altas. Gracias a sus pocas calorías y gran cantidad de vitaminas C, A, B₁, B₂, B₃ E es ideal para dietas.

ILUSTRACIÓN No.4 TOMATE DE ÁRBOL



Fuente: WIKIPEDIA.ORG – *Cyphomandra betacea*

TABLA 1-6: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE FRUTOS DE TOMATE DE ÁRBOL.

Valor alimenticio por cada 100 g de la porción comestible

| COMPOSICIÓN | |
|---------------------|---------|
| Valor Energético | 56 kcal |
| Agua | 86,0 g |
| Proteína | 1,7 g |
| Grasa | 0,8 g |
| Hidratos de Carbono | 10,6 g |
| Sales Minerales | 0,9 g |
| Potasio | 320 mg |
| Calcio | 12 mg |
| Hierro | 700 ug |
| Caroteno | 1300 ug |
| Vitamina B | 80 ug |
| Vitamina B | 40 ug |
| Vitamina C | 25ug |
| Nicotinamida | 1100 ug |

Fuente: SENSER, F., SCHERZ H., Tablas de composición de alimentos.2001

1.3.3 Mora (*Rubusglaucus*)

El fruto, es una baya elipsoidal, de color verde cuando se forma, pasando a rojo y luego a morado oscuro y brillante cuando madura, constituido por un conjunto de drupas succulentas con una semilla en su interior. Tamaño promedio de 2,7 cm y diámetro de 2,2 cm, con un peso promedio de 5 gramos. Tiene un contenido promedio de 12 grados ° Brix, de sabor agridulce y dulce cuando está madura.

El fruto es rico en vitamina C, calcio y fósforo, apto para obtener jugos, néctares, mermeladas, jaleas, helados, repostería y confitería. Es una fruta propia de las zonas altas tropicales de Centro y Sur América.

ILUSTRACIÓN No.5 MORA DE CASTILLA



Fuente: WIKIPEDIA.ORG – *Rubusglaucus*

TABLA 1-7: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE FRUTOS MORA DE CASTILLA

Valor alimenticio por cada 100 g de la porción comestible

| COMPOSICIÓN | |
|---------------------|----------|
| Valor Energético | 391 kcal |
| Agua | 92,8 g |
| Proteína | 6,18 g |
| Carbohidratos | 8,9 g |
| Grasas | 0,65 g |
| Fibra Dietética | 16,53 g |
| Glucosa | 7,42 g |
| Fructuosa | 10,13 g |
| Vitamina C | 99,28 g |
| Polifenoles Totales | 6,46 g |

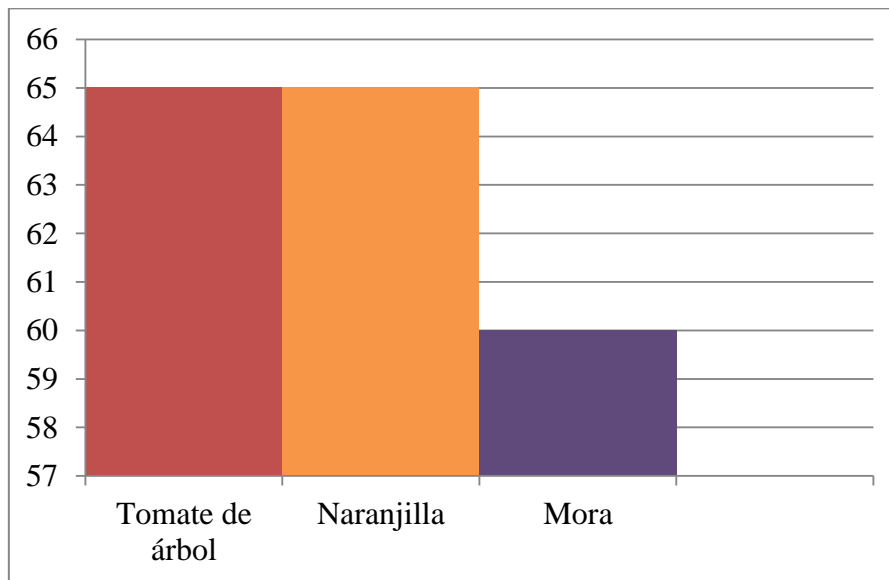
Fuente: SENSER, F., SCHERZ H., Tablas de composición de alimentos. 2001

1.4 RENDIMIENTO DE LA FRUTA

Las pulpas tienen compuestos nutricionales que les proporcionan un especial atractivo, cuentan con un porcentaje de 70-75% de agua, un aporte significativo de vitaminas, minerales, enzimas y carbohidratos como la fibra para la dieta diaria. A causa de su composición de diferentes elementos su rendimiento varía entre ellas de acuerdo a sus características.

El rendimiento de la pulpa de fruta depende de las características internas: tamaño de semillas y externas: espesor de la cáscara.

ILUSTRACIÓN No.6 RENDIMIENTO DE LA PULPA



Fuente: OCAÑA, E. 2014

1.5 ADITIVOS PERMITIDOS PARA LA ELABORACIÓN DE PULPA DE FRUTAS.

1.5.1 Ácido Cítrico

$C_6H_8O_7$, es un compuesto blanquecino semejante a los cristales de azúcar blanca. No hay una restricción específica para su uso ya que no es dañino para la salud, su uso proporción a la acidez adecuada a la pulpa. La acidez permite disminuir la posibilidad de vida de los microorganismos, favoreciendo su conservación.

1.5.2 Estabilizantes

El estabilizante se utiliza para que las partículas de la fruta queden uniformemente distribuidas en el néctar e impide que se sedimenten.

El Carboxi Metil Celulosa (CMC) es un estabilizante de color crema, utilizado preferentemente en la industria por grandes ventajas: Se usa en pequeñas cantidades, no modifica el color de la pulpa y no pierde su propiedad aun cuando la pulpa es muy ácida o su temperatura es muy alta.

Otros estabilizantes como: Alginatos de Amonio ($C_6H_7O_6NH_4$)_n, Calcio ($C_{12}H_{14}CaO_{12}$)_n, Potasio ($C_6H_7O_6K$)_n y Propilenglicol ($C_3H_7O_2$)_n, Carragenina ($C_{24}H_{36}O_{25}S_2$), Goma Xantán ($C_{35}H_{49}O_{29}$)_n y Pectina pueden utilizarse solos o en mezcla en cantidad máxima de 1.5 g/kg.

1.5.3 Conservantes

Los conservantes contribuyen a garantizar la conservación de la pulpa y prolongar su duración, disminuyendo el desarrollo y reproducción de microorganismos.

El Sorbato de Potasio ($C_6H_7KO_2$) es uno de los conservantes más usados en la industria, pues disminuye el desarrollo y reproducción de mohos, levaduras y bacterias

La pulpa de frutas podrá llevar en el rótulo la frase "100% natural", solamente cuando al producto no se le agregue aditivos, con la excepción del ácido ascórbico. Para la denominación

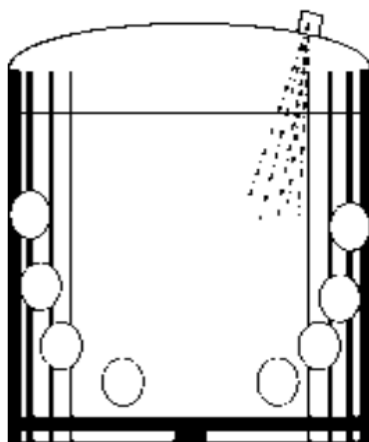
de las pulpas comercializadas en los empaques se designarán con la palabra pulpa, más el nombre de la fruta utilizada en la elaboración. (NTC 404:1998)

1.6 SISTEMAS DE OPERACIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE FRUTAS

1.6.1 Sistema de lavado de fruta.

El lavado se realiza por inmersión en un tanque metálico, el cual consiste en un recipiente con un sistema interno de entrada de agua, que puede dotarse de un sistema de agitación de agua a través de presión de aire, su forma cilíndrica evita la acumulación de suciedad en las esquinas y a continuación se puede colocar un sistema continuo de bandas rotatorias con los aspersores.

ILUSTRACIÓN No. 7 TANQUE LAVADOR DE FRUTAS VERTICAL POR INMERSIÓN



Fuente: GÓMEZ, M., VELASCO, H. 2010

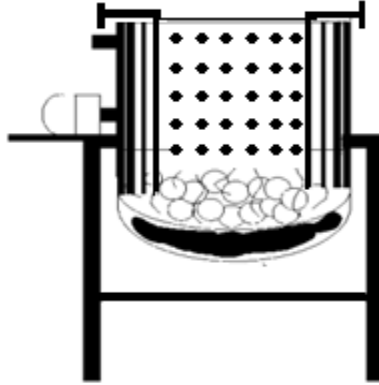
1.6.2 Sistema para el escaldado de frutas.

El escaldado se realiza en una marmita conformada por una cámara de calentamiento conocida como camisa o chaqueta de vapor, que rodea el recipiente donde se coloca el material en contacto directo con agua caliente a través de una canastilla cilíndrica con perforaciones.

El calentamiento se realiza haciendo circular agua caliente o vapor por la cámara de calefacción, el mismo que es suministrado por una caldera. Generalmente la marmita tiene forma

semiesférica. Es una marmita abierta por lo que el producto es calentado a presión atmosférica.

ILUSTRACIÓN No. 8 MARMITA DE VAPOR

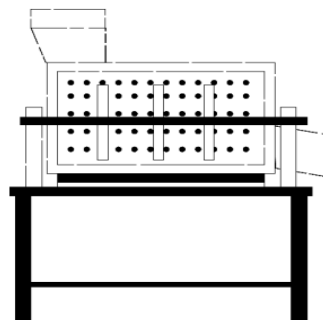


Fuente: GÓMEZ, M., VELASCO, H. 2010

1.6.3 Sistema para el despulpado.

Se pueden emplear diferentes tipos de despulpadoras: Verticales, Horizontales con cortadoras y refinadoras incorporadas, o Manuales por compresión; de múltiples potencias y rendimiento; incluso pueden utilizarse Licuadoras Industriales. Se escoge la despulpadora de tipo horizontal. El principio se basa en el ingreso de la fruta por una tolva de alimentación, su procesamiento y el paso de la pulpa a través de una malla conocida como tamiz, ejercido por el impulso de las paletas soldadas a un eje que gira a determinada velocidad. La fuerza centrífuga de las paletas mientras giran provoca que la masa contra la malla atraviese los orificios y la semilla sea separada y llevada por un conducto interno del tamiz hacia los laterales para desecharse.

ILUSTRACIÓN No. 9 DESPULPadora HORIZONTAL DE FRUTAS.

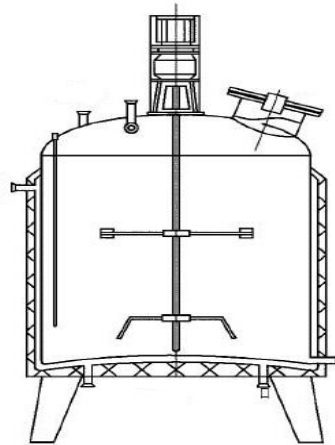


Fuente: GÓMEZ, M., VELASCO, H. 2010

1.6.4 Sistema para pasteurización

Se utiliza un intercambiador de calor tipo chaqueta, que consta de un tanque con doble fondo pared donde circula el fluido de calentamiento y un tanque provisto de un agitador donde se homogeniza y pasteuriza la pulpa, para controlar la temperatura se requiere un termómetro. Por el interior de la doble pared circula el fluido calefactor o fluido refrigerante respectivamente.

ILUSTRACIÓN No. 10 PASTEURIZADOR



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/23958175/Pasteurizadores>

1.6.5 Sistema para almacenamiento

La refrigeración y congelación buscan eliminar el calor del cuerpo que se refrigera y transferirlo a otro de menor temperatura en relación al cuerpo refrigerado. En un ciclo de refrigeración por compresión de vapor sencillo se realizan los siguientes procesos:

1. Expansión
2. Vaporización
3. Compresión
4. Condensación

La cámara de enfriamiento se coloca en la parte exterior de la planta, su base es de concreto a una distancia de 17 cm del piso que evita filtraciones de agua y humedad. En cuanto a los aislantes, se considera la espuma rígida de poliuretano un aislante térmico y acústico de alto desempeño, la cual ofrece un comportamiento absolutamente confiable en todos los climas y

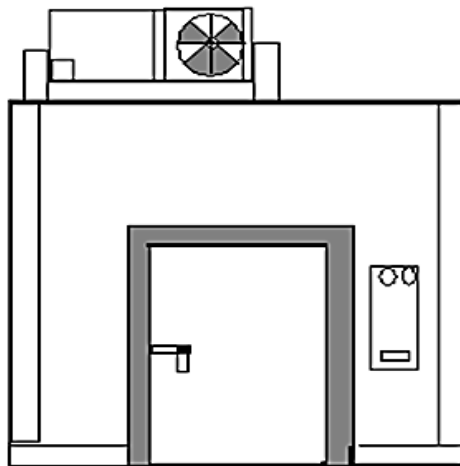
condiciones atmosféricas, que lo hace ideal para la construcción de cuartos fríos y demás aplicaciones de ingeniería.

Ventajas:

- Alto rendimiento y facilidad en instalación
- Alta capacidad de aislamiento. Alcanza un valor inicial de conductividad térmica de $0,02 W/m \cdot K$.
- Liviano
- Inorgánico, no es tóxico, no crea bacterias ni hongos, ni genera olores
- Impermeabilidad
- Resistencia al envejecimiento.

La puerta puede ser elaborada en base de madera, y forrada de acero inoxidable, con una manija cromada que permite abrir o cerrar por dentro y por fuera.

ILUSTRACIÓN No. 11 ESQUEMA DE CUARTO FRÍO



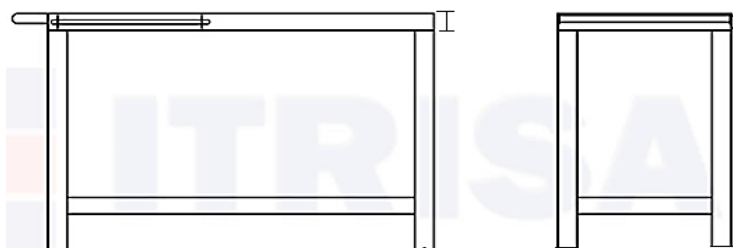
Fuente: http://virtualplant.net/vptd/includes/equipo.php?id_equipo=CR-0401

1.6.6 Mesas de Selección

Para el trabajo manual de clasificación de fruta se requieren mesas de selección lineales de acero inoxidable para evitar cualquier proceso de oxidación al ponerse en contacto directo el material de la mesa y la fruta a procesar, el ancho y longitud están en función de la producción.

Los operarios se pueden situar a uno o ambos lados en función del ancho.

ILUSTRACIÓN No. 12 ESQUEMA DE MESAS DE SELECCIÓN

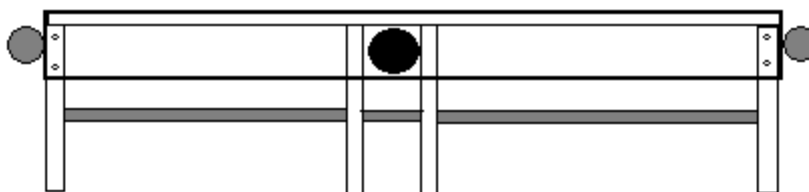


Fuente: http://virtualplant.net/vptd/includes/equipo.php?id_equipo=CR-0401

1.6.7 Bandas Transportadoras

Se trata de mecanismos acarreadores que permiten transportar los materiales sólidos por medio de una banda sinfín movida y sustentada por un juego de rodillos accionados mecánicamente, lo cual facilita la dosificación de la fruta. Su diseño está en función de variables como: cálculo de tensiones, potencia requerida y el material de la misma.

ILUSTRACIÓN No. 13 ESQUEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS

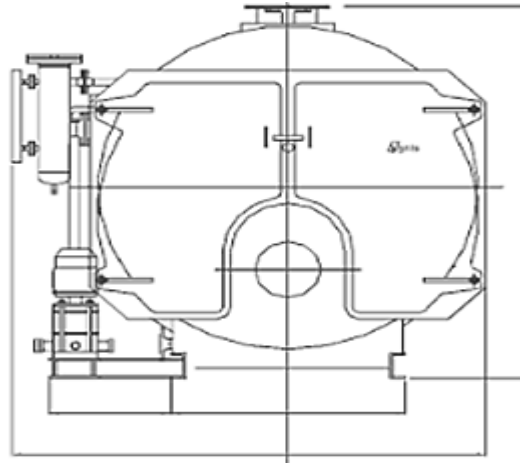


Fuente: http://virtualplant.net/vptd/includes/equipo.php?id_equipo=CR-0401

1.6.8 Caldera

Las calderas son cuerpos cilíndricos a presión cerrados, empleados para el calentamiento de un fluido, se componen de un cilindro de planchas de acero con fondos combados. En la parte central superior se instala una cúpula cilíndrica llamada domo, donde se encuentra el vapor más seco de la caldera, que se conduce por cañerías a las máquinas. Se elaboran de chapa de acero, cerrados herméticamente con el objeto de generar vapor para calentamiento posterior en otros equipos de la línea de producción.

ILUSTRACIÓN No. 14 ESQUEMA CALDERA



Fuente: PROALIMENTOS- Riobamba. 2015

1.6.9 Tuberías

Las tuberías son un sistema para transportar fluidos, líquidos o gases, de un lugar a otro, se fabrican de diferentes materiales y especificaciones, su selección depende de la naturaleza del fluido a conducir y de las condiciones de caudal, presión y temperatura.

Las líneas de flujo pueden ser tuberías de agua potable, agua no potable, vapor, combustible, aire comprimido, aguas de desecho, y deben identificarse de acuerdo a la norma NTE INEN 440:1998 de Colores de Identificación de Tuberías.

Las tuberías destinadas a transportar agua potable se identificarán con color azul y las tuberías destinadas para vapor de agua con color gris plata, incluyendo accesorios y válvulas. Se debe asegurar que las tuberías suministren el flujo necesario que cubra las necesidades de la planta.

De acuerdo al fluido que transporta la tubería se tendrán:

- **Tuberías de PVC:** Elaboradas de Policloruro de Vinilo, un polímero termoplástico a temperatura ambiente el material presenta características más rígidas que cuando se aumenta la temperatura, en este caso se vuelve mucho más blando y maleable. En el caso del poli cloruro, éste comienza a tornarse más blando cuando está expuesto a una temperatura superior a los 30°C por lo cual se utilizará únicamente para transporte de agua fría.

Entre las ventajas técnicas y económicas, están la alta resistencia química y alta resistencia al envejecimiento, gran capacidad de aislamiento eléctrico, bajo coeficiente de fricción, bajo peso y facilidad de instalación.

- **Tubería de Acero:** Usada principalmente donde existen temperaturas y presiones elevadas. Presenta resistencia a la corrosión, también se usa en la conducción de fluidos alimenticios leche, jugos, aceites. Las calderas e intercambiadores de calor requieren diferentes tipos de tuberías para manejar las altas temperaturas y requerimientos de dimensiones exactas para estos sistemas de más tensión. Este tipo de tuberías se utilizan para calderas a presión media baja, hasta 800 PSI y temperatura debajo de 450 °C.

Se utilizarán para el transporte de vapor proveniente de la caldera y redes de distribución de agua caliente.

1.6.10 Accesorios y Conexiones

A los fluidos se los transporta mediante tuberías de diversas dimensiones, grosores de pared y materiales. Los métodos para unir las piezas de tuberías dependen de las propiedades del material y espesor de pared. Los productos tubulares de pared gruesa se conectan generalmente por medio de accesorios de rosca, collarines o soldadura. Las piezas de tubo de pared delgada se unen por soldadura o compresión. (BRITO, 2006)

1.6.11 Válvulas

Una planta de procesamiento típica cuenta con válvulas de diferentes tamaños y formas, existen variedades de diseños pero todas tienen como propósito principal disminuir o detener el flujo de un fluido. Algunas válvulas funcionan mejor en servicio de cerrado-abierto prendido-apagado, es decir, abiertas o cerradas por completo. Pueden estar diseñadas para suprimir o reducir la presión y la velocidad del flujo de un fluido.

Existen otras que permiten el flujo solo en una dirección o bajo ciertas condiciones de temperatura y presión. Se puede utilizar sensores y sistemas de control automático para ajustar la posición de la válvula y del flujo a través de la válvula, y es posible controlar la temperatura, presión, nivel del líquido y otras propiedades.

1.7 DISEÑO DE INGENIERÍA

El Diseño permite determinar condiciones, características y dimensiones para conocer esquemáticamente un proceso con el objetivo de tener una idea sólida del mismo.

Al diseñar una planta es necesario conocer el proceso productivo, el tipo de productos, la materia prima a utilizar, dimensiones y condiciones para su almacenamiento.

La ubicación de los elementos de planta se representan esquemáticamente: equipos, espacio para recepción de materia prima y zonas para producto terminado, espacios para almacenamiento, y espacios destinados para el proceso en sí. (CASTILLO, 2007)

El diseño debe proporcionar las mejores condiciones de operabilidad, adaptándose a las condiciones ambientales y físicas, se tienen varias restricciones y limitaciones según las necesidades de la empresa patrocinadora:

- La capacidad mínima de producción debe ser de 250 kg/h.
- El motor seleccionado debe ser eléctrico, 110 V, 220 V destinado a pequeños y medianos productores.
- Se dispone de un espacio de 5m x10 m para el montaje de la planta.

Se toma en cuenta la variedad de frutas a despulpar, el diámetro de su semilla o pepa de la fruta para la selección del tamiz, características de la pulpa, tiempo, volúmenes, presión, calor necesario, cumpliendo establemente con las condiciones de despulpado para: mora, naranjilla y tomate de árbol.

Con esta información se podrá determinar:

- Dimensiones de Equipos
- Material de Construcción
- Requerimientos en Planta

1.8 MATERIALES

El Codex Alimentarius en el documento Code of Practice- General Principles of Food Hygiene, establece que todo equipo o utensilio empleado para manipulación de productos alimenticios o en contacto con ellos debe ser de un material que impida la transmisión de sustancias tóxicas, olores o sabores, ser inabsorbente, resistente a las operaciones de limpieza o desinfección y resistente a la corrosión. Las superficies deben ser lisas y estar libres de poros o grietas.

En el caso de la industria alimenticia, el material recomendado es el acero inoxidable, para las superficies que entran en contacto con los alimentos de forma directa. En general los tipos AISI 304 y 316 son más usados. Cuando se necesita hacer soldaduras es preferible el uso de AISI 304, para evitar corrosión inter-granular, de forma especial en los procesos de limpieza.

1.8.1 Acero Inoxidable.

El acero inoxidable es una aleación que contienen un 12% de cromo mínimo, en ocasiones se emplean aceros que contienen además del 18 por 100 de cromo y del 8 por 100 de níquel, para mejorar la resistencia a la corrosión, mejorar el auto-templado y soldadura. El cromo forma una película delgada y estable en la superficie la cual queda inerte a posteriores reacciones químicas haciéndolo resistente a la corrosión y muy versátil.

Para seleccionar el acero inoxidable deben tomarse en cuenta los siguientes puntos:

- Resistencia a corrosión y oxidación incluso a temperatura elevada.
- Características de los procesos de transformación para los que será utilizado.
- Resistencia mecánica.
- Disponibilidad del acero.
- Costo total y de mantenimiento.

Principales Aplicaciones: La facilidad de fabricación y sus excelentes propiedades mecánicas lo hacen un material ideal para fabricar utensilios domésticos, equipo hospitalario y farmacéutico, tanques y tuberías en la industria alimentaria y química. El material en la elaboración y/o producción de los alimentos debe:

- Impedir la contaminación de materias primas por la acción de microorganismos.
- Prevenir la proliferación de bacterias por medio de la disminución o aumento de la temperatura.
- No ser corrosivo en presencia de sustancias alimenticias, lo que garantiza la no toxicidad de las sustancias alimenticias y la conservación de todas las propiedades organolépticas: sabor, olor, color.
- Que se empleen medios de lavado y descontaminación prácticos.

TABLA 1-8: PROPIEDADES GENERALES DE LOS ACEROS INOXIDABLES

| PROPIEDADES GENERALES DE LOS ACEROS INOXIDABLES | | | | | |
|--|----------------------------|---------------|------------|-------------------------------------|-------------|
| Tipo | Resistencia A la corrosión | Dureza | Magnéticos | Endurecidos por tratamiento térmico | Solubilidad |
| Martensíticos | Baja | Alta | SI | SI | Pobre |
| Ferríticos | Buena | Media baja | SI | NO | Limitada |
| Austeníticos | Excelente | Alta* | NO** | NO | Excelente |

*Adquieren mayor dureza al ser trabajados en frío.

**Adquieren cierto magnetismo al ser trabajados en frío.

Fuente: CARBALLO, J. Técnica de la Ingeniería Alimentaria.1995

1.8.1.1 Acerto Inoxidable tipo AISI 304

El acero inoxidable austenítico 304 presenta buena resistencia a la corrosión en atmósfera industrial, en la industria química y atmósferas agresivas. Puede soldarse con facilidad incluso con metales no ferrosos como plomo-estaño y aleaciones en base de plata. Tiene buen desempeño en temperaturas elevadas incluso de 800 a 900° C y buenas propiedades mecánicas.

TABLA 1-9: ESPECIFICACIONES DEL ACERO INOXIDABLE

| | |
|--|---|
| Composición química (%) | Cr 17-19 Ni 8-11 Mn <2 *Aproximados |
| Densidad (g/cm³) | 8,0 |
| Coefficiente de transferencia térmica (W/m²°C) | 16,28 |
| Coefficiente de dilatación | 18,2 µm/m °C a 20-100 °C |
| Temperatura aproximada de servicio | -200 a 300°C |

Fuente: CARBALLO, J. Técnica de la Ingeniería Alimentaria.1995.

1.9 SERVICIOS DE AGUA, VAPOR Y DE ENERGÍA ELÉCTRICA

1.9.1 Agua

Se utiliza agua potable de la red pública, que debe cumplir con los parámetros establecidos en conformidad con la Norma NTE INEN 1108:2006 de Requisitos para Agua Potable, siendo los principales:

TABLA 1-10: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA

| PARÁMETRO | UNIDAD | LÍMITE MÁXIMO |
|--------------------------------|------------------------------------|---------------|
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | | |
| Color | Unidades de color aparente (Pt-Co) | 15 |
| Turbiedad | NTU | 5 |
| Olor | --- | No objetable |
| Sabor | --- | No objetable |
| pH | --- | 6,5 – 8,5 |
| Sólidos Totales Disueltos | mg/l | 1 000 |

Fuente: NTE –INEN 1108:2011. Agua Potable. Requisitos.

Las calderas necesitan pre tratamiento en la alimentación del agua dependiendo del tipo de caldera, la presión de operación y del sistema total. El Tratamiento químico es necesario y se enfoca principalmente a la reducción de Dureza Total en el agua mediante equipos de intercambio iónico, los Solidos Disueltos Totales y la Alcalinidad A mayor presión en una caldera, mayor es el proceso y la necesidad de tener mejor calidad de agua.

TABLA 1-11: CARACTERÍSTICAS DE AGUA RECOMENDADA PARA CALDERAS

| CALIDAD RECOMENDADA PARA CALDERAS | | | |
|--|-----------------|-------------------------|--------------------|
| PRESIÓN | TDS (Máximo) | ALCALINIDAD (Máximo) | DUREZA (Máximo) |
| Menor - 300 | 3500 | 700 | 20 |
| 301 - 450 | 3000 | 600 | 0 |
| 451-600 | 2500 | 500 | 0 |
| 601-750 | 2000 | 400 | 0 |

Fuente: NTE –INEN 1108:2011. Agua Potable. Requisitos.

1.9.2 Vapor

El vapor de agua constituye el fluido energético ideal para la industria, se necesita para la utilización de calor a diversas temperaturas generalmente entre los 90 ° C y 260 ° C.

El vapor de agua cede una cantidad de calor por unidad de masa, mucho mayor que la que cede cualquier otra sustancia (2257 kJ/kg) y su alto calor latente y pequeña densidad hacen que sea altamente efectivo. En este caso se emplea vapor saturado, es decir vapor a la temperatura de ebullición del líquido a presión atmosférica para calefacción.

Es recomendable identificar bien las instalaciones, colocarlas a una distancia prudencial de equipos sensibles a altas temperaturas, controlar continuamente las instalaciones por medio de válvulas de control automático o manómetros, para mantener la presión controlada y permitir la salida del vapor obviando catástrofes.

1.9.3 Energía Eléctrica

Las instalaciones eléctricas están en función a los requerimientos de planta, para el uso de maquinaria y equipos varios, deben ser de tipo trifásica, en el caso de equipos pequeños, de laboratorio, servicio u oficina sólo requieren de una conexión de tipo normal de 110 o 220 watts.

1.10 CÁLCULO DE DISEÑO DE EQUIPOS

1.10.1 Cálculo de la cantidad de fruta

Se determina la cantidad de fruta que debe ingresar para obtener de ella un promedio de 250 kg/h de pulpa, en función de su rendimiento:

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{\text{Cantidad Obtenida de Pulpa}}{\text{Cantidad de Fruta que ingresa}} \cdot 100$$

Ec. 1

El rendimiento para pulpa de naranjilla es del 65%¹, la cantidad obtenida al final del proceso debe ser de 250kg/h. De la Ecuación 1 despejamos la cantidad de fruta necesaria que debe ingresar al proceso.

$$\text{Cantidad de Fruta que ingresa} = \frac{\text{Cantidad Obtenida de Pulpa}}{\text{Rendimiento}(\%)} \cdot 100$$

Ec. 2

1.10.2 Volumen de la fruta

Se calcula el volumen de la naranjilla que ingresa al lavado utilizando el radio promedio de la fruta medido experimentalmente, cuyos datos se registran en la Tabla 2-10 de Diámetros y Pesos de Naranjilla. Considerando su forma esférica se aplica la fórmula:

$$V_{\text{unidad}} = \frac{4}{3} \pi r^3$$

Ec. 1

Dónde:

r: Radio de la naranjilla (m)

π: Constante

Se calcula el volumen total de la fruta que debe ingresar al tanque de lavado, el peso individual de la fruta se toma experimentalmente.

¹ Resultado obtenido de las pruebas piloto. Laboratorio de Operaciones Unitarias ESPOCH.

$$\text{Cantidad naranjillas} = \frac{\text{Peso total de fruta que ingresa}}{\text{Peso individual de fruta}}$$

Ec. 2

$$v = V_{total} = V_{unidad} \cdot \text{Cantidad naranjillas}$$

Ec. 3

1.10.3 Ecuaciones para Diseño de Tanque de Lavado

1.10.3.1 Volumen del Tanque

El volumen es una magnitud escalar que se define como el espacio ocupado por un cuerpo. Para el cálculo se determina un volumen y se aumenta el factor de seguridad que para este caso es de 0,15.

$$x = v \cdot 0,15$$

Ec. 4

Dónde:

v: Volumen propuesto L

0,15: Factor de Seguridad

x: Volumen adicional (L)

1.10.3.1.1 Volumen total del tanque

Se determina el volumen total del tanque al sumarle el factor de seguridad mediante la expresión:

$$V = v + x$$

Ec. 5

Dónde:

V: Volumen Total L

v: Volumen Propuesto L

x: Volumen adicional (L)

1.10.3.2 Cálculo de Radio y Altura de Tanque de Lavado

Para el cálculo del radio se considera que todos tienen forma cilíndrica, se asume un diámetro entre 0,80 y 0,90 m, en función del espacio físico disponible en planta. El radio se calcula mediante la fórmula:

$$r = \frac{\emptyset}{2}$$

Ec. 6

Dónde:

\emptyset : Diámetro asumido 0,90 (m)²

r : Radio de los equipos m

Se procede al cálculo de alturas, se define la altura como la distancia entre las bases del tanque cilíndrico, y se calcula utilizando la fórmula:

$$h = \frac{V}{\pi r^2}$$

Ec. 7

Dónde:

h : Altura de los equipos (m)

V : Volumen Total del tanque L

r : Radio de los equipos (m)

1.10.3.2.1 Cálculo de Radio y Altura Totales

Se añade 0,025m a la altura del tanque de alimentación y 0,05m al diámetro de alimentación 0,025 a cada lado como factor de seguridad asumido en función de disponibilidad de espacio en planta.

$$h_t = h + 0,025$$

$$\emptyset_t = \emptyset + 0,05$$

Ec. 8

² Diámetro asumido en función del espacio disponible en planta y considerando la facilidad de manipulación para lavado manual.

1.10.3.3 Cálculo de la Potencia de la Bomba

1.10.3.3.1 Cálculo del Caudal

Se entiende al caudal como la cantidad de fluido que circula a través de una sección de ducto por unidad de tiempo, es decir el volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. El caudal puede tomarse por medición directa en las tuberías de agua existentes en la planta.

1.10.3.3.2 Cálculo de la Velocidad Promedio del Flujo

Se calcula mediante la expresión:

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

Ec. 9

Dónde:

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

ϕ : Diámetro de la tubería (m)

1.10.3.3.3 Cálculo del Número de Reynolds

El número de Reynolds es un número adimensional utilizado para caracterizar el movimiento de un fluido. Para calcularlo se emplea la ecuación:

$$NRe = \frac{\rho v_s \phi}{\mu}$$

Ec. 10

Dónde:

ρ : Densidad del fluido (kg/m^3)

v_s : Velocidad del fluido $\frac{m}{s}$

\emptyset : Diámetro de la tubería (m)

μ : Viscosidad del fluido (kg/ms)

Para identificar el Régimen de Flujo se utilizan los siguientes parámetros:

$$N_{Re} < 2100 \text{ Régimen laminar}$$

$$2100 > N_{Re} > 2400 \text{ Régimen de transición}$$

$$N_{Re} > 2400 \text{ Régimen Turbulento}$$

1.10.3.3.4 Cálculo de Rugosidad Relativa

Para el cálculo de rugosidad relativa es necesario seleccionar el coeficiente de rugosidad absoluta que consta en las tablas del Anexo C de acuerdo al material de la tubería y el diámetro de la misma. Se aplica la fórmula siguiente:

$$R.R = \frac{\varepsilon}{\emptyset}$$

Ec. 11

Dónde:

ε : Coeficiente de Rugosidad Absoluta para tuberías

\emptyset : Diámetro de la tubería (m)

El factor de fricción se calcula en función del régimen en el que se encuentre el fluido, laminar, turbulento o de transición.

Para flujo laminar el factor de fricción se lo calcula mediante la siguiente expresión:

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

Ec. 12

Dónde:

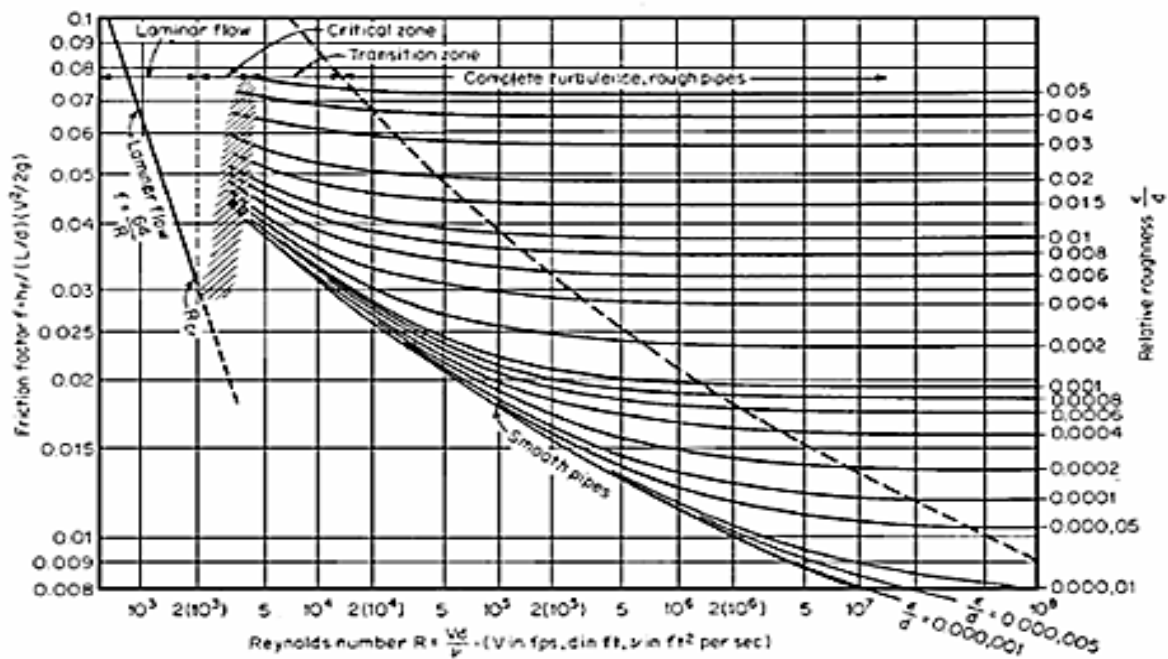
N_{Re} : Número Adimensional de Reynolds

Para determinar el factor de fricción en un flujo turbulento se emplea la carta de Moody de la siguiente forma:

Se relaciona la rugosidad relativa y el N_{Re}

$$\frac{N_{Re}}{\varepsilon} \rightarrow \text{Diagrama de Moody} \rightarrow f(\text{Factor de fricción de Fanning})$$

ILUSTRACIÓN No. 15 DIAGRAMA DE MOODY



Fuente: BRITO, H. Texto Básico de Mecánica de Fluidos. 2006

1.10.3.3.5 Cálculo de pérdidas por fricción

También se las conoce como pérdidas longitudinales o primarias, este tipo de pérdidas de energía se disipan por la rugosidad del material de las tuberías o tubos.

Las pérdidas por fricción pueden calcularse con la ecuación de Darcy-Weisbach:

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

Ec. 13

Dónde:

f: Factor de fricción Fanning

L: Longitud de la tubería

\emptyset : Diámetro de la tubería

1.10.3.3.6 Cálculo de pérdidas por accesorios

A este tipo de pérdidas se las conoce como secundarias o puntuales y se las puede calcular mediante la expresión:

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

Ec. 14

Dónde:

k: Constante de los accesorios

Cabe mencionar que los accesorios tienen su propia constante y son tabuladas en tablas.

Para un sistema de flujo es necesario tomar dos puntos de referencia para aplicar la Ecuación de Bernoulli que se define de la siguiente forma:

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

Ec. 15

Dónde:

H: Altura de carga del sistema

*Z*₁: Altura estática de succión

*Z*₂: Altura estática de descarga

*P*₁: Presión de succión

*P*₂: Presión de descarga

*v*₁: Velocidad en la succión

*v*₂: Velocidad en la descarga

h_f: Pérdidas de energía en tuberías y accesorios

g: Gravedad

Para determinar la potencia requerida por una bomba se calcula la potencia con la expresión:

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

Ec. 16

Dónde:

W : Flujo másico $\frac{kg}{s}$

n : Eficiencia

Se incluye a la potencia calculada el factor de seguridad (10 al 20%)

1.10.4 Ecuaciones para el Diseño de Marmita

1.10.4.1 Volumen del Tanque

Se dimensiona utilizando el mismo volumen que en el apartado anterior de acuerdo a la Ecuación 6 ya que las pérdidas entre una y otra operación son mínimas y a este volumen se aumenta el factor de seguridad, se considera 0,20 para el tanque de la marmita considerando un incremento de producción a futuro.

$$x = v \cdot 0,20$$

Dónde:

v: Volumen propuesto L

0,20: Factor de Seguridad

x: Volumen adicional (L)

1.10.4.1.1 Volumen total del tanque

Se determina el volumen total del tanque al sumarle el factor de seguridad mediante la Ecuación 7:

$$V = v + x$$

Dónde:

V: Volumen Total L

v: Volumen Propuesto L

x: Volumen adicional (L)

1.10.4.2 Cálculo de Radio y Altura de Marmita

Para el cálculo del radio se considera que todos tienen forma cilíndrica, se asume un diámetro de 0,80, en función del espacio físico disponible en planta. El radio se calcula mediante la Ecuación 8:

$$r = \frac{\emptyset}{2}$$

Dónde:

\emptyset : Diámetro asumido 0,80 (m)³

r : Radio de los equipos m

Se procede al cálculo de alturas, se define la altura como la distancia entre las bases del tanque cilíndrico, y se calcula utilizando la Ecuación 9:

$$h = \frac{V}{\pi r^2}$$

Dónde:

h : Altura de los equipos (m)

V : Volumen Total del tanque L

r : Radio de los equipos (m)

π : Constante

1.10.4.2.1 Cálculo de Radio y Altura Totales

Se añade 0,025m a la altura del tanque de alimentación y 0,05 m al diámetro de alimentación 0,025 a cada lado como factor de seguridad en función de disponibilidad de espacio en planta. De acuerdo a la Ecuación 10:

$$h_t = h + 0,025$$

$$\emptyset_t = \emptyset + 0,05$$

Para recipientes enchaquetados el espesor de la chaqueta se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\emptyset_{ch} = 0,10 * \emptyset_t$$

Ec. 17

Para facilitar el transporte de fruta del escaldado al despulpado puede utilizarse una canastilla con perforaciones que contendrá el producto en el interior del cuerpo cilíndrico de la marmita con el agua de escaldado caliente.

³ Diámetro asumido en función del espacio disponible en planta.

La forma de la canastilla es cilíndrica, se utiliza con una plancha de acero inoxidable; los bordes estarán libres de perforaciones para poder realizar sin ningún problema la soldadura. El diseño de forma de la canastilla será el siguiente:

$$\begin{aligned}\phi_{canastilla} &= \phi_{interno} - (0,05 \cdot \phi_{interno}) \\ h_{canastilla} &= h_{marmita} - (0,05 \cdot h_{marmita})\end{aligned}$$

Ec. 18

El diámetro de los agujeros de la canastilla se establecerá de acuerdo a la siguiente relación:

$$\phi_{perforaciones} = \frac{1}{16} r_{canastilla}$$

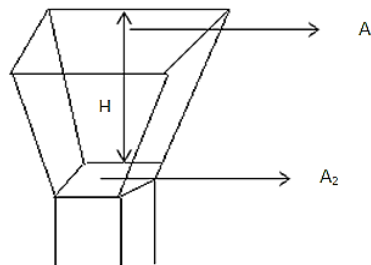
Ec. 19

1.10.5 Ecuaciones de Diseño de la Despulpadora

1.10.5.1 Tolva de Alimentación

La Tolva de alimentación facilita el ingreso de la fruta al tanque recolector y tamiz, se diseñará con una capacidad suficiente para mantener el material necesario para una hora de operación y con la geometría adecuada, para que la fruta descienda sin obstrucción se escoge una tolva tipo polígono trapezoidal con un ángulo de inclinación de 60°.

ILUSTRACIÓN No. 16 TOLVA



Fuente: OCAÑA, E. 2014

Para calcular el volumen se utilizará la ecuación:

$$V_{Tolva} = \frac{m_{cap}}{\rho_{aparente}}$$

Ec. 20

Dónde:

m_{cap} : Capacidad de la tolva en 1 hora de operación

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

Para el cálculo de altura y dimensiones de la tolva se asume su forma trapezoidal se emplea la ecuación:

$$V_{Tolva} = \frac{H_{tl}}{3} * A_1 + A_2 + \overline{A_1 + A_2}$$

Ec. 21

Dónde:

H_{tl} : Altura de la tolva

A_1, A_2 : Dimensiones de la tolva

1.10.5.2 Cámara de Despulpado

La cámara de despulpado debe diseñarse en función del volumen que ingresa por la tolva, se establece el cálculo del Diseño Geométrico del Tanque cilíndrico con la ecuación:

$$V = \pi r_d^2 H_d$$

Ec. 22

Dónde:

V : Volumen que entra a la despulpadora

H_d : Valores asumidos entre 0,50 m a 1,10 m.

Los valores se asumen en consideración de los valores estándar para diámetro de despulpadoras en función del espacio disponible

r_d : Radio del Tanque

Se da valores a H_d para calcular r_d y llegar al valor que más se aproxime al V ya calculado. Despejando la Ecuación 29 tenemos:

$$r_d = \frac{\sqrt{V}}{\pi H_d}$$

Los valores se asumen en función de la tabla:

TABLA 1-12: VALORES ESTÁNDAR DE LONGITUDES Y RADIOS

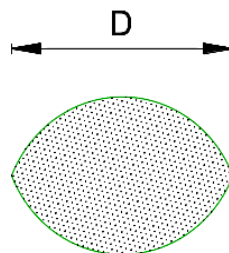
| H_d (m) | r_d (m) |
|-----------|-----------|
| 0,50 | 0,51 |
| 0,60 | 0,47 |
| 0,70 | 0,43 |
| 0,80 | 0,40 |
| 0,90 | 0,38 |
| 1 | 0,36 |
| 1,10 | 0,34 |
| 1,20 | 0,33 |
| 1,30 | 0,32 |

Fuente: OCAÑA, E. 2014

1.10.5.3 Selección del Diámetro de agujeros de tamiz

Es necesario determinar las dimensiones de las pepas de las frutas para la selección del tamiz, se midieron las semillas de tres frutas de diferentes tamaños como se indica en las Tablas 2-10, 2-11, 2-12 del Capítulo II Parte Experimental.

ILUSTRACIÓN No. 17 DIÁMETRO DE SEMILLA



Fuente: Ocaña, E. 2014

Se debe seleccionar el material de Acero Inoxidable, en relación con su resistencia a la corrosión ambiental y la compatibilidad con alimentos. Los materiales se escogen de acuerdo a las normas pertinentes o con relación a las especificaciones comerciales. En la norma ISO 9044 se detallan los requisitos técnicos para telas mecánicas industriales, en relación a: Tolerancias de Ø de alambre y Tolerancias en la luz de malla.

Las tolerancias máximas admitidas para luz de malla son:

TABLA 1-13: TERMINOLOGÍA DE MALLAS METÁLICAS SEGÚN DIN/ISO 9044

| LUZ* | TOLERANCIA |
|--|-------------------|
| 4,00 mm | ± 0,20 mm |
| 2,00 mm | ± 0,10 mm |
| 1,00 mm | ± 0,05 mm |
| 0,50 mm | ± 0,025 mm |
| * Luz de malla es la distancia entre dos alambres contiguos de urdimbre o trama. | |

Fuente: <http://www.ingenieria.unam.mx/industriales/descargas/documentos/catedra/apuntesDSP.pdf>

1.10.5.4 Cálculo Diseño Geométrico del Tanque Tamiz

El tamiz es la parte de la máquina por donde se filtra la pulpa separando pulpa de semillas y vástagos. Para el diseño del tanque de tamizado se hace la referencia de los cálculos del tanque recolector donde la altura será un 3% menor y su diámetro un 30% menor. (GÓMEZ, 2010)

Las perforaciones del tamiz tienen diámetro de diferentes medidas que determinarán el tamaño final de las partículas de pulpa.

$$H_2 = H - (3\% \cdot H)$$

$$D_2 = D - (30\% \cdot D)$$

Ec. 23

Dónde:

H: Altura del Tanque recolector

D: Diámetro del Tanque recolector

1.10.5.5 Cálculo del Radio del rotor

El eje gira a altas velocidades gracias a una polea que va a un motor. Para calcular el radio del eje del rodete:

$$r_{rotor} = \frac{3}{4} \cdot r_t$$

Ec. 24

Dónde:

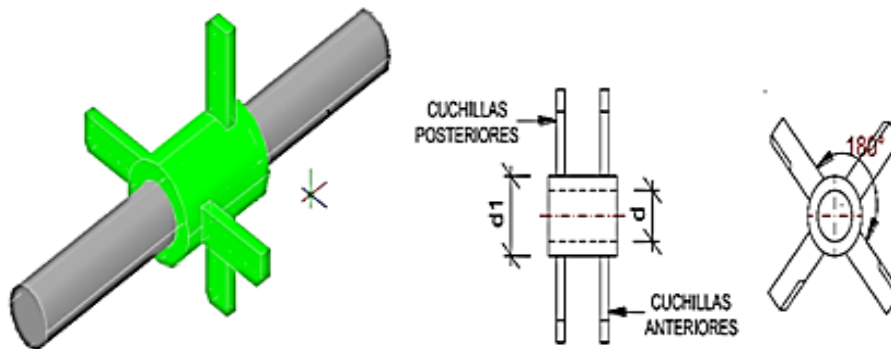
r_d : Radio del tanque tamiz

1.10.5.6 Diseño de Aspas.

La despulpadora está formada por una carcasa cilíndrica, el rotor, cuyo eje tiene aspas metálicas, gira a velocidad fija o variable. La fruta se tritura pasa por el tamiz y se separa de la semilla que no pasa por las perforaciones del tamiz.

Para el sistema de corte se considera un mecanismo de cuatro cuchillas rectangulares rotadas a 180°, las cuales van soldadas al bacín y rotor como se muestra en la Ilustración 18.

ILUSTRACIÓN No. 18 ESQUEMA DE ROTOR Y ASPAS



Fuente: GÓMEZ M., VELASCO, H. 2010

1.10.5.7 Cálculo de Fuerzas

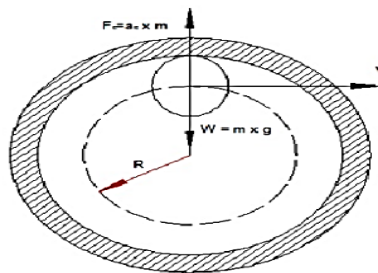
El movimiento rotativo da lugar a una fuerza centrífuga, la misma que comprime la fruta sobre el tamiz y regula el paso de la pulpa sin dejar pasar las semillas.

Se calculan las fuerzas involucradas en el diseño, estableciendo la cantidad máxima de frutas que caben en el rotor tomando el diámetro de la naranjilla de la Tabla 2-10 del Capítulo Parte Experimental como referencia.

1.10.5.7.1 Fuerza Centrífuga

Es la fuerza que mantiene en contacto la fruta con la superficie interna del tamiz.

ILUSTRACIÓN No. 19 DIAGRAMA DE FUERZAS



Fuente: GÓMEZ M., VELASCO, H. 2010

En el punto más alto dentro del tamiz la fuerza centrífuga tiene que ser mayor al peso de la naranjilla:

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

Ec. 25

F_C : Fuerza Centrífuga N

m : Masa (kg)

a_c : Aceleración Centrífuga m/s^2

R : Radio de trayectoria m

v : Velocidad Lineal m/s

1.10.5.7.2 Velocidad Lineal

$$v = 2\pi fR$$

Ec. 26

Dónde:

f : Frecuencia de rotación (rpm)

Despejando de las ecuaciones 27 y 28 tenemos:

$$mg = \frac{mv^2}{R}$$

Ec. 27

Reemplazando la velocidad:

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

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

Despejando la Frecuencia de rotación:

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

Ec. 28

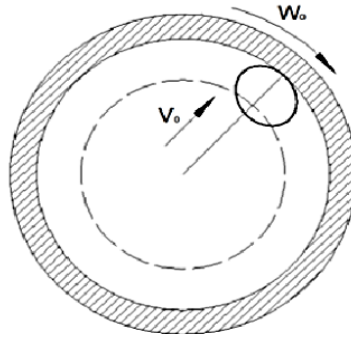
Dónde:

g : gravedad (9,81m/s²)

1.10.5.7.3 Velocidad Angular

La velocidad angular es la mínima para que la fruta en este caso naranjilla, permanezca en la periferia interna del tamiz durante la totalidad de su recorrido, se necesita de una fuerza adicional denominada Fuerza de Empuje (Fe) que obliga a la fruta a pasar por los agujeros del tamiz, en este caso conforme avanza el proceso la masa y el radio cambiarán continuamente.

ILUSTRACIÓN No. 20 DESPLAZAMIENTO DE LA NARANJILLA DENTRO DEL TAMIZ



Fuente: GÓMEZ M., VELASCO, H. 2010

Para que la naranjilla pase por el tamiz se ejerce la fuerza adicional (F_e), esta es de magnitud constante 23N (2,038 kg), valor calculado experimentalmente.

$$F_c + F_e = mg$$

Ec. 29

De la ecuación 27:

$$F_c = ma_c$$

$$a_c = -r\omega^2$$

Reemplazando la aceleración centrífuga en la ecuación se obtiene

$$F_c = ma_c = -mr\omega^2$$

Ec. 30

Sustituyendo y despejando ω

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

Ec. 31

Dónde:

m : masa de la fruta (kg)

F_e : Fuerza de empuje (23 N)

r : Radio del rotor menos el diámetro de la naranjilla

Esta velocidad angular es la necesaria para que la pulpa pase, pero la masa y el radio varían en el tiempo por lo que debe asumirse un radio máximo $r_{\text{máx}} = 0,19 \text{ m}$ y una masa mínima

$m = 0,056 \text{ kg}$ como condiciones críticas. A estas rpm se garantiza el correcto funcionamiento hasta terminar de procesar toda la masa de la fruta.

Con los valores obtenidos se utiliza la siguiente tabla para el cálculo de la potencia considerando que la despulpadora opera a su máxima capacidad:

TABLA 1-14: CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE MOTOR SIEMENS VELOCIDAD DE HASTA 800 R.P.M

| CODIGO | TIPO | HP | Kw | F.S | rpm | EFICIENCIA A % | MOMENTO DE INERCI Kg m ² | PESO kg |
|--------|-----------------------|------|------|------|-----|----------------------|---|------------|
| 01113 | 1LA7 080- 4YA60 | 1,00 | 0,75 | 0,75 | 800 | 69,2 | 0,0015 | 8,1 |

Fuente: GÓMEZ, M., VELASCO, H. 2010

1.10.6 Ecuaciones de Diseño para el Pasteurizador

1.10.6.1 Volumen del tanque

El volumen que ingresa es el que sale de la despulpadora y a este se aumenta el factor de seguridad, se considera 0,20 para el tanque del pasteurizador en caso de incrementar la producción, con la Ecuación 6:

$$x = v \cdot 0,20$$

Dónde:

v : Volumen propuesto L

0,20: Factor de Seguridad

x : Volumen adicional (L)

1.10.6.1.1 Volumen total del tanque

Se determina el volumen total del tanque al sumarle el factor de seguridad mediante la Ecuación 7:

$$V = v + x$$

Dónde:

V: Volumen Total L

v: Volumen Propuesto L

x: Volumen adicional (L)

1.10.6.2 Cálculo de radio y altura de pasteurizador

Para el cálculo del radio se considera que todos tienen forma cilíndrica, se asume un diámetro entre 0,80 y 0,90 m, en función del espacio físico disponible en planta. El radio se calcula mediante la Ecuación 8:

$$r = \frac{\emptyset}{2}$$

Dónde:

∅: Diámetro asumido 0,80 (m)⁴

r: Radio de los equipos m

Se procede al cálculo de alturas, se define la altura como la distancia entre las bases del tanque cilíndrico, y se calcula utilizando la Ecuación 9:

$$h = \frac{V}{\pi r^2}$$

Dónde:

h: Altura de los equipos (m)

V: Volumen Total del tanque L

r: Radio de los equipos (m)

π: Constante

⁴ Diámetro asumido en función del espacio disponible en planta.

1.10.6.2.1 Cálculo de Radio y Altura Totales

Se añade 0,025m a la altura del tanque de alimentación y 0,05m al diámetro de alimentación 0,025 a cada lado como factor de seguridad. Mediante la Ecuación 10

$$h_t = h + 0,025$$

$$\phi_t = \phi + 0,05$$


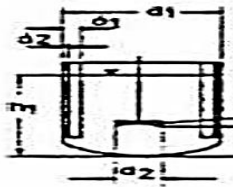

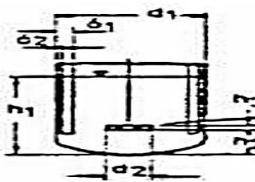
Para recipientes enchaquetados el espesor de la chaqueta se calcula utilizando la Ecuación 19:


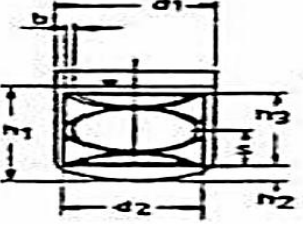

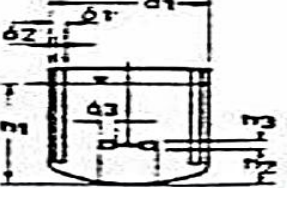
$$\phi_{ch} = 0,10 * \phi_t$$

1.10.6.3 Ecuaciones para Diseño de Sistemas de Agitación

La agitación hace referencia al movimiento circular rotatorio inducido dentro de un contenedor. Entre los sistemas de agitación más conocidos se encuentran los siguientes, requeridos para Marmita y Pasteurizador:

TABLA 1-15: TIPOS Y DIMENSIONES DE LOS SISTEMAS DE AGITACIÓN

| DENOMINACIÓN | SÍMBOLO | GEOMETRÍA |
|--------------------------------------|---|---|
| Agitador de Hélice |  |  <ul style="list-style-type: none"> $d_2 / d_1 = 1,0$ $d_2 / d_1 = 0,33$ $H = 2,5$ $d_1 / d_1 = 0,1$ $d_2 / d_1 = 0,02$ |
| Agitador con palas planas inclinadas |  |  <ul style="list-style-type: none"> $d_2 / d_1 = 1,0$ $d_2 / d_1 = 0,337$ $d_2 / d_1 = 0,17 + 0,34$ $d_2 / d_1 = 0,177$ 6 Blätter $d_1 / d_1 = 0,1$ $d_2 / d_1 = 0,02$ |

| | | |
|--------------------------|---|---|
| Agitador Helicoidal |  |  <ul style="list-style-type: none"> $h_1 / d_1 = 1.0$ $d_2 / d_1 = 0.98$ $b / d_2 = 0.1$ $h_3 / d_2 = 1.0$ $s / d_2 = 0.5$ $z / d_1 = 0.01$ |
| Agitador de palas planas |  |  <ul style="list-style-type: none"> $h_1 / d_1 = 1.0$ $d_2 / d_1 = 0.33$ $h_2 / d_1 = 0.33$ $h_3 / d_2 = 0.2$ $b_3 / d_2 = 0.25$ $b_1 / d_1 = 0.1$ $b_2 / d_1 = 0.02$ |

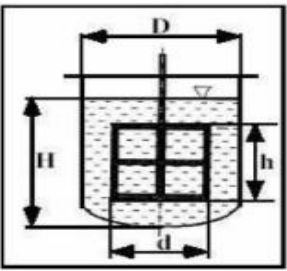

Fuente: <http://www.unizar.es/dctmf/jblasco/AFTAgitacion/index.htm>

1.10.6.4 Cálculo para Agitador de Rejillas planas inclinadas

Para agitar fluidos se utilizan dispositivos de tipo mecánico que dan lugar a la agitación con la ayuda de un motor, si generan corriente paralela al eje agitador se conocen como de flujo axial y de flujo radial si dan origen a corrientes en dirección tangencial o radial.

Se escoge el sistema de Agitación de Palas Planas Inclinadas para facilitar la homogenización, este sistema es aplicable para Marmita de Escaldado y Pasteurizador de Pulpa.

TABLA 1-16: AGITADOR TIPO REJILLA DE PALAS PLANAS INCLINADAS

| | | |
|---|--|--|
| Descripción | <ul style="list-style-type: none"> • Estructura de Malla • 4-6 palas rectas • Ángulo de inclinación 45° |   |
| Campo de flujo generado | Axial / Radial | |
| Régimen de flujo | Transición y turbulento | |
| Velocidad Tangencial | 3-15 m/s | |
| Velocidad del medio | Hasta 20 Pa.S | |
| Posición del rodete d_2/d_1 | 0,2-0,5 m (alejado de la pared) | |
| Aplicación | Homogenizar | |

Fuente: <http://www.unizar.es/dctmf/jblasco/AFTAgitacion/index.htm>

1.10.6.4.1 Longitud del Brazo

Dentro del sistema agitador el rodete crea un modelo de flujo en el sistema, que permita al líquido circular a través del tanque. La longitud del brazo agitador está dada por:

$$L_b = \frac{5}{8} \times \phi_i$$

Ec. 32

Dónde:

L_b : Longitud del Brazo m

ϕ_i : Diámetro interno de la marmita

1.10.6.4.2 Espesor del Agitador

El agitador debe generar una fuerte turbulencia y por tanto mezclar de manera eficiente. La relación entre el espesor del rodete generalmente no es fija, varía desde un sexto a un décimo de la longitud del brazo. A pesar de ello se considera como relación más estimada la siguiente:

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

Ec. 33

Dónde:

L_b : Longitud del Brazo m

E_r : Espesor del rodete m

1.10.6.4.3 Diámetro del Rodete

Se conoce como rodete a un tipo de rotor que se sitúa dentro de un conducto que se encarga de impulsar un fluido. Para el cálculo de diámetro del rodete se emplea la siguiente ecuación:

$$\theta_r = \frac{3}{4} \times \phi_i$$

Ec. 34

Dónde:

θ_r : Diámetro del rodete (m)

ϕ_i : Diámetro interno de la marmita (m)

1.10.6.4.4 Distancia entre el Fondo del Tanque y el Rodete

Debe existir un espacio adecuado entre el fondo del tanque y el rodete para generar una buena mezcla y las corrientes provocadas por la agitación puedan homogeneizar por completo el líquido en proceso. Para ello generalmente se tiene la siguiente ecuación:

$$X = h_l - L_b$$

Ec. 35

Dónde:

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

L_b : Longitud del Brazo m

h_l : Altura del Líquido m

1.10.6.4.5 Altura de la Paleta

La altura de la paleta se calcula mediante la ecuación:

$$A_p = \frac{1}{5} \times L_b$$

Ec. 36

Dónde:

A_p : Alto de la paleta m

L_b : Longitud del Brazo m

1.10.6.5 Cálculo de la Potencia del Agitador

El cálculo de la potencia necesaria está basado en números adimensionales y la relación gráfica del Número de Reynolds y el Número de Potencia dependiendo de las características geométricas del agitador.

1.10.6.5.1 Cálculo del Número de Reynolds

Este número adimensional relaciona la densidad, viscosidad, velocidad de un flujo en una expresión adimensional.

En mecánica de fluidos el Número de Reynolds es utilizado para diseño de reactores y fenómenos de transporte, para la caracterización el movimiento de un fluido y además permite predecir el carácter laminar o turbulento del mismo. Aplicando la ecuación dada por Mc Cabe. Smith:

$$N_{Re} = \frac{\theta_r^2 \times N \times \rho}{\mu}$$

Ec. 37

Dónde:

θ_r : Diámetro del rodete

N : Velocidad de rotación

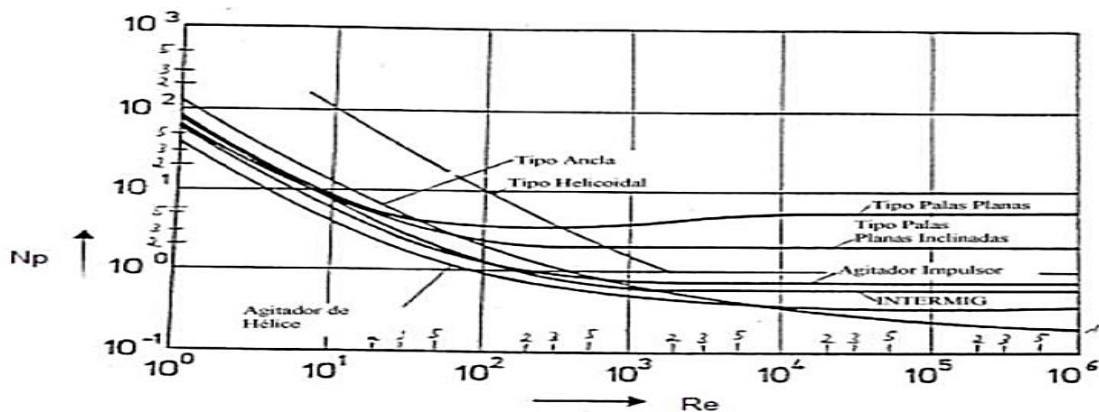
ρ : Densidad del Fluido $\frac{1035kg}{m^3}$

μ : Viscosidad del Fluido (1,093kg/ms)

1.10.6.5.2 Características de la Potencia frente al Número de Reynolds.

El consumo de potencia está en función de la densidad del fluido ρ , viscosidad μ , velocidad de rotación N , diámetro del rodete ϕ_r , a través de las gráficas Número de potencia y Número de Reynolds.

ILUSTRACIÓN No. 21 CARACTERÍSTICAS DE POTENCIA FRENTE AL NÚMERO DE REYNOLDS.



Fuente: <http://www.unizar.es/dctmf/jblasco/AFTAgitacion/index.htm>

Utilizando la Ilustración 21, se calcula el número de potencia N_p en función del número de Reynolds N_{Re} .

El factor gravitacional de conservación g_c es igual $9,8 \text{ kgm/kgf} \cdot \text{s}^2$ (para el cálculo se ocupa $1 \text{ kgm/N} \cdot \text{s}^2$ porque un kilogramo fuerza es igual a $9,8 \text{ N}$).

$$P = \frac{N_{po}}{g_c} \rho \times N^3 \times \theta_r^5$$

Ec. 38

Dónde:

P : Potencia del agitador

N_{po} : Número de Potencia obtenida 18

g_c : Factor gravitacional de conservación ($\text{kgm/N} \cdot \text{s}^2$)

N : Velocidad rotacional (rps)

ρ : Densidad del fluido (kg/m^3)

μ : Viscosidad del fluido (kg/ms)

1.10.6.6 Estimación de Tiempo de Calentamiento en Recipiente Enchaquetado

En el Manual del Ingeniero Químico. Tomo II. Capítulo 10-19 se detalla el cálculo estimado del tiempo de calentamiento en un recipiente con chaqueta y agitación mecánica empleando las siguientes correlaciones:

Para medio de calentamiento isotérmico:

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

Ec. 39

Dónde:

T_1 : Temperatura del medio calefactor °C

t_1 : Temperatura inicial del líquido frío (°C)

t_2 : Temperatura del líquido frío a un tiempo dado (°C)

A : Área de transferencia de calor (m^2)

θ : Tiempo en segundos (s)

M : Masa de líquido contenida (kg)

C : Calor específico del líquido contenido ($J/kg^\circ C$)

U : Coeficiente global de transferencia del calor ($W/m^2^\circ C$)

Para el interior del recipiente, se han publicado diversas relaciones, se toma en cuenta las características del equipo, incluyendo el tipo de producto a tratar y el fluido.

La correlación más general tiene la siguiente forma:

$$Nu = \frac{h_t \cdot D_t}{k} = a Re^b Pr^c \frac{u}{u_w}^m$$

Ec. 40

Dónde:

Nu : Número de Nusselt

NRe: Número de Reynolds

Pr: Número de Prandtl

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

D_t: Diámetro interno del tanque

k: Conductividad térmica del fluido $kcal/m \cdot h \cdot ^\circ C$

u: Viscosidad del fluido (kg/ms)

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

El Número de Prandtl se calcula con la ecuación siguiente:

$$Pr = \frac{Cp \cdot \mu}{k}$$

Ec. 41

Dónde:

Cp: Calor específico del fluido $kcal/kg \cdot ^\circ C$

El exponente *c* para el *Pr* usualmente es 0,33. El coeficiente *a* y los exponentes *b* y *m* dependen del tipo de agitador:

TABLA 1-17 : VALORES DE CONSTANTES

| Tipo de Agitador | a | B | M | Intervalo de NRe |
|----------------------------|-------|------|------|----------------------|
| Paleta plana | 0,36 | 0,67 | 0,21 | 300- 3×10^5 |
| Turbina de aspas separadas | 0,53 | 0,67 | 0,24 | 80-200 |
| Turbina de aleta plana | 0,54 | 0,67 | 0,14 | 40 - 3×10^5 |
| Hélice | 0,54 | 0,67 | 0,14 | 2×10^3 |
| Ancla (Tipo mezclador) | 0,36 | 0,67 | 0,18 | 30 - 40000 |
| Banda Helicoidal | 0,633 | 0,50 | 0,18 | $8 \cdot 10^5$ |

Fuente: PERRY J., Manual del Ingeniero Químico. 3era Ed., México., Mc Graw Hill., Tomo II., Capítulo 10-19.

1.10.6.6.1 Coeficiente global de transferencia de calor

El coeficiente global de transferencia de calor limpio se determina cuando se considera la superficie de intercambio limpia de deposiciones o incrustaciones, que puedan dejar los fluidos que toman parte en el proceso. Cuando los equipos de transferencia de calor han estado operando durante algún tiempo, es frecuente la deposición de sólidos sobre la superficie de transferencia de calor

Para obviar las dificultades, en el diseño de los equipos de intercambio térmico se considera una resistencia denominada factor de obstrucción o de incrustación ***R_d***, el cual se obtiene de la suma de los factores de obstrucción de los fluidos que toman parte en el proceso de transferencia de calor. Cuando el coeficiente global de transferencia de calor toma en cuenta las resistencias debido a las incrustaciones se le denomina Coeficiente global de transferencia de calor sucio. (PERRY, 1994)

Para el Cálculo estimado del coeficiente global limpio U_c al interior del tanque:

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

Ec. 42

Dónde:

h_{ch} : Coeficiente individual de transferencia de calor, para chaqueta $W/m^2 \cdot ^\circ C$

La relación a la cual se transfiere el calor a la superficie de transferencia de un intercambiador de calor, utilizando vapor como fuente de calentamiento, está entre: $6000 - 15000 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$, siendo generalmente de $8000 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$. (PALACIOS, 2011)

Para el Cálculo estimado del coeficiente global sucio U_d al interior del tanque:

$$U_d = \frac{1}{\frac{1}{U_c} + R_d}; \text{ Se desprecian resistencias}$$

Ec. 43

1.10.7 Ecuaciones para Dimensionamiento de Bandas Transportadoras

Para el diseño de bandas transportadoras se utilizan métodos estandarizados en la industria. Según el fabricante Kauman S.A, la capacidad de transporte está en función del ancho y velocidad de la banda. La base de cálculo de la banda es la superficie ocupada por el material o producto en función de la velocidad para conocer el volumen transportado.

Se selecciona el ancho de la banda normalizado se según la tabla siguiente:

TABLA 1-18: ANCHOS NORMALIZADOS DE BANDAS TRANSPORTADORAS KAUMAN S.A

| ANCHOS DE BANDAS NORMALIZADOS | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| 400 | 500 | 600 | 650 | 800 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 | 2200 |

Fuente: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16664/T44.07%20S59d.pdf?sequence=1>

De acuerdo a estos parámetros se escoge el ancho de banda (B_b). Se determina la cantidad de producto a transportar por unidad de tiempo (Q).

$$Q \text{ en } \frac{kg}{min} \cdot \frac{1 \text{ naranjilla}}{\text{Peso individual de fruta}(kg)} = No. \frac{\text{naranjillas}}{min}$$

Se busca encontrar el área efectiva en la que el producto va a ser transportado, este dato se consigue en base a los datos de propiedades físicas de la fruta (A_o). Se utiliza el dato de la cantidad de fruta que tendría que mover en un minuto.

$$A_o = \pi r^2$$

Ec. 44

Dónde:

A_o : Área de producto a transportar por minuto

Para el dimensionamiento del área que ocupa el material a transportar durante un minuto, se considera el ancho (B_b) y se define la longitud (L_b):

$$A_o = A_b = \frac{L_b \cdot B_b}{2}$$

Ec. 45

Dónde:

A_b : Área de banda

L_b : Longitud de banda

B_b : Ancho de banda

Con el valor de (L_b) se obtiene la velocidad de la banda V_b . La longitud de banda debe escogerse de forma que se garantice que se pueda alimentar la mayor cantidad de fruta posible. (SANTACRUZ, 2007).

Es necesario ajustar la longitud de banda de acuerdo al factor de seguridad sugerido por Kauman según la ecuación:

$$L_c = L + 0,10$$

Ec. 46

Dónde:

L = Longitud escogida para la banda

1.10.7.1 Peso máximo de producto que soporta la banda cargada.

Se asume que la banda está cargada en su totalidad, es decir suponiendo que la naranjilla está totalmente esparcida en todo el ancho y largo de la banda.

$$N_o .de\ naranjillas \cdot m_i = m_n$$

Ec. 47

Dónde:

m_i : Masa por fruta individual (kg)

En función del área transversal promedio de la naranjilla, se determina la cantidad de fruta aproximada que se distribuye en el área y su masa (m_n).

1.10.7.2 Selección de Rodillos

Se realiza la selección de los rodillos con base en las sugerencias de industrias fabricantes, según el ancho de banda, se selecciona un diámetro de rodillo, su longitud y demás medidas aparecen en la tabla siguiente:

TABLA 1-19: RECOMENDACIÓN DE DIÁMETRO DE RODILLO POR ANCHO DE BANDA

| BANDA | | | | | |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| DIÁMETRO (mm) | 400 | 500 | 650 | 800 | 1000 |
| 63,5 | X | x | x | | |
| 70 | | x | x | x | |
| 76 | | x | x | x | x |
| 89 | | x | x | x | x |
| 102 | | | x | x | x |
| 108 | | | x | x | x |

Fuente: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16664/T44.07%20S59d.pdf?sequence=1>

1.10.7.3 Material de la banda

El material de banda se elige según las normativas para la manipulación de alimentos de la FDA (Food Department Administration. Las características de banda son:

TABLA 1-20: CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DE LA BANDA SELECCIONADO

| CARACTERÍSTICA | DETALLE |
|---------------------------|-----------------------|
| Referencia | E2/IU0/U2 |
| Material de tejido | Uretano |
| Espesor | 0,7 mm |
| Peso de la banda | 0,7 kg/m ² |

Fuente: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16664/T44.07%20S59d.pdf?sequence=1>

1.10.7.4 Cálculo de motor de la banda

Se inicia con el cálculo de la potencia para el que se consideran los siguientes aspectos:

- Velocidad y Tensiones sobre la banda.
- Fricción entre las partes móviles: cilindros, rodamientos, banda.
- Masa de la banda y masa del producto o material que soporta.

De esta forma se procede a obtener los datos que determinan las características finales del motor, que conforman el medio motriz que acciona el transporte.

1.10.7.5 Cálculo de masa del producto por unidad de longitud

Se calcula la masa de material distribuido en la banda transportadora, con la capacidad máxima en toneladas por hora, la masa de carga por unidad de área se obtiene mediante la ecuación:

$$m/a = 0,0278 \frac{T}{V_b} \quad o \quad m/a = \frac{T}{3,6 V_b}$$

Ec. 48

Dónde:

m/a : Masa del producto por unidad de área

T : Capacidad máxima a transportar por hora $250 \frac{kg}{h}$

V_b : Velocidad de la banda

1.10.7.6 Cálculo de la tensión necesaria para mover la banda.

Se calcula a partir del peso de partes móviles del equipo, el coeficiente de fricción en los rodillos de apoyo, longitud y velocidad. Su valor está en Newtons (N), y se deduce mediante la ecuación:

$$T_x = 9,8 G \cdot f_x \cdot L_c$$

Ec. 49

Dónde:

T_x : Tensión necesaria para mover la banda

G : Masa de las partes móviles

f_x : Coeficiente de fricción de la banda

L_c : Longitud de la banda corregida

De acuerdo a la siguiente tabla del catálogo Kauman, teniendo en cuenta el ancho de banda y suponiendo un ciclo de funcionamiento ligero, se tiene el peso de sus partes móviles (G):

TABLA 1-21: PESO DE LAS PARTES MÓVILES

| Belt Width (mm) | Mass of Moving Parts (kg/m) | | | |
|--------------------|---|---|---|--|
| | Light Duty 102 mm Idlers Light Belt | Medium Duty 127 mm Idlers Moderate Belt | Heavy Duty 152 mm Idlers Heavy Belt | Extra Heavy Duty 152 mm Idlers Steel Cord Belt |
| 300 | 23 | 22 | 30 | |
| 450 | 25 | 25 | 33 | |
| 600 | 29 | 36 | 45 | 49 |
| 750 | 37 | 46 | 57 | 63 |
| 900 | 45 | 55 | 70 | 79 |
| 1050 | 52 | 64 | 82 | 94 |

Fuente: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16664/T44.07%20S59d.pdf?sequence=1>

Para determinar el coeficiente de rozamiento f_x se tiene en cuenta el tipo de cojinetes que se utilizan para el movimiento. Se seleccionará un estado de rodamiento normal. En base a esto se observa la siguiente tabla:

TABLA 1-22: COEFICIENTES DE FRICCIÓN DE LOS RODILLOS

| TIPO DE COJINETE | ESTADO | VALOR DE f |
|------------------|--------------|-------------|
| | Favorable | 0,018 |
| Rodamiento | Normal | 0,020 |
| | Desfavorable | 0,023-0,030 |
| Fricción | | 0,050 |

Fuente: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16664/T44.07%20S59d.pdf?sequence=1>

1.10.7.7 Cálculo de la tensión

Para superar las resistencias de rozamiento se necesitan las tensiones calculadas considerando el peso de la carga a transportar (m/a) y el peso del producto que se está canalizando:

$$T_y = 9,8 \cdot m/a \cdot f_y \cdot L_c + F_{fruta}$$

Ec. 50

Dónde:

T_y : Tensión necesaria para vencer las resistencias de rozamiento al movimiento de la carga

f_y : Coeficiente de fricción de la banda con carga

L_c : Longitud de la banda corregida

F_{fruta} : Peso de la masa de naranjilla canalizada

1.10.7.7.1 Carga de la naranjilla sobre la banda

Se refiere a la fuerza genera el producto y ejerce empuje sobre la banda, factor determinante para calcular la potencia del motor. Para determinar este peso se debe considerar el peso específico de la naranjilla

$$F_{fruta} = m_{fruta} \cdot g$$

Ec. 51

Dónde:

g : gravedad: $9,81 \text{ m/s}^2$

1.10.7.8 Cálculo de la potencia de accionamiento

Luego se calcula la tensión efectiva (T_e), que es la suma de las dos tensiones T_x y T_y , obtenidas por cálculos anteriores:

$$T_e = T_x + T_y$$

Ec. 52

La potencia de accionamiento se calcula con la tensión total y velocidad de banda. El valor de P es la potencia mínima necesaria para accionar la banda por medio del motor.

$$P = T_e \cdot V_b$$

Ec. 53

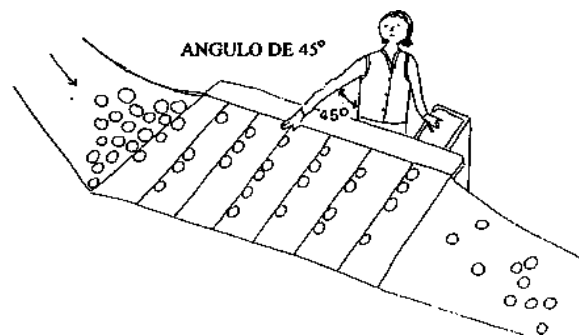
El siguiente paso es calcular el valor de la potencia corregida, con el factor de seguridad, considerando variables como oscilaciones, choques y jalones que puedan intervenir en el correcto funcionamiento del sistema.

$$P_{\text{corregida}} = P_{\text{calculada}} + 0,15 P_{\text{calculada}}$$

Ec. 54

Se recomienda para el caso de bandas inclinadas que los brazos de los operarios creen un ángulo de 45° cuando se extienden a la mesa y que el ancho de la banda sea menor que 0,80 m para reducir el esfuerzo de extensión de sus brazos. El alto de la banda desde el piso hasta la base de la mesa deberá facilitar al trabajador la manipulación de materia prima y garantizar su comodidad. (MONDELO, 2014)

ILUSTRACIÓN No. 22 ESQUEMA DE INCLINACIÓN DE BANDAS TRANSPORTADORAS



Fuente: MONDELO, P., GREGORIE, E. Fundamentos de Ergonomía .2001

1.10.8 Diseño de Mesas de Selección

Las mesas de selección utilizan medidas preestablecidas por el fabricante, para constatar que la capacidad sea suficiente para la cantidad de materia prima empleamos la siguiente ecuación:

$$V_{ms} = l_{ms} \cdot a_{ms} \cdot h_{ms}$$

Ec. 55

Dónde:

V_{ms} : Volumen de mesa de selección

l_{ms} : Longitud de mesa de selección

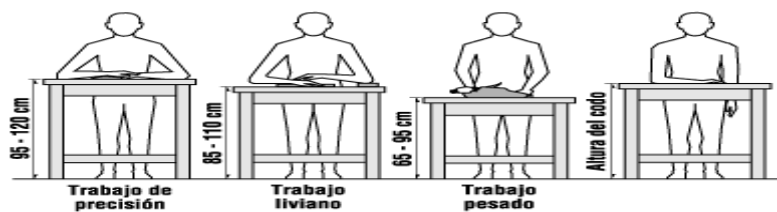
a_{ms} : Ancho de mesa de selección

h_{ms} : Altura de caja de selección

Se sugiere una longitud de mesas de 1,50 m y ancho de 0,70 m en función del espacio disponible en la planta, por facilidad de manipulación de la fruta y movilización del personal se sugiere que sean dos mesas separadas.

La altura desde el piso hasta la base de la mesa deberá facilitar al trabajador la manipulación de materia prima. Las diferentes tareas requieren diferentes alturas de superficie de trabajo como se muestra a continuación:

ILUSTRACIÓN No. 23 ALTURA DE MESAS DE TRABAJO SUGERIDAS PARA BRINDAR SOPORTE.



Fuente: MONDELO, P., GREGORIE, E. Fundamentos de Ergonomía .2001

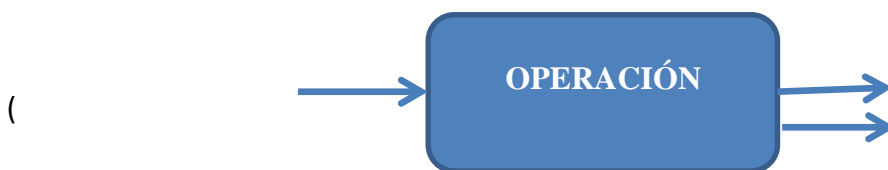
1.11 ECUACIONES PARA BALANCE DE MASA Y ENERGÍA

1.11.1 Ecuaciones para Balance de Masa

El balance de masa para los diferentes procesos se expresa de la siguiente forma:

$$\text{Entradas} + \text{Masa residente inicial} = \text{Salidas} + \text{Pérdidas o desperdicios}$$

ILUSTRACIÓN No. 24 ESQUEMA DE BALANCE DE MASA



Fuente: OCAÑA, E. 2014

El balance de masa permite calcular el rendimiento, es decir la cantidad de producto obtenido a partir de la materia prima que ingresa.

$$\text{Rendimiento \%} = \frac{\text{Cantidad Obtenida}}{\text{Cantidad que ingresa}} \cdot 100 = \frac{m_e}{m_s} \cdot 100$$

Ec. 56

1.11.2 Ecuaciones para Balances de Energía

1.11.2.1 Ecuaciones para el cálculo del Cp de la fruta

Heldman y Singh (1981) desarrollaron una ecuación para el cálculo del calor específico que es más dependiente de los componentes del producto, y de aplicación más amplia. Puede ser usada, además de jugos en leches y otros productos líquidos, las que en unidades del sistema internacional es: (ALVARADO, 1996)

$$Cp = 1424 x_b + 1549 x_t + 1675 x_g + 837 x_a + 4187 x_m$$

Ec. 57

Se entiende que x es el peso del componente como fracción unitaria.

Dónde:

x_b : fracción de carbohidratos

x_t : fracción de proteína

x_g : fracción de grasa

x_a : fracción de ceniza

x_m : fracción de humedad

TABLA 1-23: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL FRUTO DE NARANJILLA

| Análisis | Resultados (g) |
|-----------------------|----------------|
| Humedad (%) | 91,62 |
| Ceniza (%) * | 0,96 |
| Proteína (%) | 1,01 |
| Grasa (%) | 0,062 |
| Carbohidratos Totales | 8,57 |
| Acidez (%) | 2,65 |
| Sólidos Totales (%) | 10,60 |
| *Muestra Seca | |

Fuente: Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos UTA, 2015

1.11.2.2 Cálculo de Flujo de Calor

La ecuación general del balance de energía se expresa de la siguiente forma:

$$\Delta E_c + \Delta E_p + \Delta H = Q \pm W$$

$$\cancel{\Delta E_c} + \cancel{\Delta E_p} + \Delta U = Q \pm \cancel{W}$$

$$\Delta U = Q$$

Ec. 58

Se trata de un estado estacionario en el que no existe acumulación.

$$Q_{ganado} = Q_{perdido}$$

$$Q_{ganado} = Q_{perdido}$$

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

Ec. 59

Dónde:

Q_M : Flujo de calor del metal(kcal/h)

Q_{H_2O} : Flujo de calor del caldero (kcal/h)

Q_f : Flujo de calor necesario para calentar la pulpa(kcal/h)

1.11.2.2.1 Cálculo del Flujo de Calor del Metal

$$Q_M = k \cdot A_t \cdot \Delta T$$

Ec. 60

Dónde:

k : Coeficiente de transmisión térmica del material ($w/m^2\text{°C}$)

A_t : Área de transferencia de calor

ΔT : Cálculo de la gradiente de temperatura °C

1.11.2.2.2 Cálculo del Q del agua

$$Q_{H_2O} = m \cdot Cp_{H_2O} \cdot \Delta T$$

Ec. 61

m : Masa

Cp_{H_2O} : Capacidad calorífica del agua

ΔT : Gradiente de temperatura °C

1.11.2.2.3 Cálculo de la gradiente de Temperatura

$$\Delta T = T_p - T_{al}$$

Ec. 62

Dónde:

$T_{p,e}$: Temperatura de pasteurización o escaldado °C

T_{al} : Temperatura de alimentación de la pulpa (°C)

1.11.2.2.4 Cálculo del Área de Transferencia de Calor

$$A_t = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$$

Ec. 63

Dónde:

$r_{m,p}$: Radio de la marmita o pasteurizador m

$h_{m,p}$: Altura de la marmita o pasteurizador (m)

1.11.2.2.5 Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de calor

$$Q_f = A_t \cdot u \cdot \Delta T$$

Ec. 64

De la Ecuación 66 se despeja u :

$$u = \frac{Q}{A \cdot \Delta T}$$

Ec. 65

Dónde:

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

A : Área de transferencia de calor m^2

ΔT : Diferencia de Temperatura ($^{\circ}C$)

u : Coeficiente global de transferencia de calor ($J/m^2 \cdot s \cdot ^{\circ}C$)

La energía se intercambia en forma de calor y se analiza la energía vinculada a los flujos de masa. Entonces de la Ecuación 60:

$$\Delta U = Q$$

Dónde:

ΔU : Variación Energía Interna (J)

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

De la Ecuación 66 tenemos que:

$$Q_f = u A_t (T_f - T_A)$$

Dónde:

T_f : *Temperatura de salida de la pulpa*(°C)

T_A : *Temperatura ambiente*(°C)

Se realizará el balance de energía para la Marmita y Pasteurizador.

CAPÍTULO II

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 MUESTREO

2.1.1 *Plan de Muestreo*

La selección de la fruta para las pruebas piloto se realiza de acuerdo a un análisis previo de mercado que determinó los sabores de pulpa con mayor aceptación: mora, tomate de árbol y naranjilla.

La fruta utilizada como materia prima en las pruebas piloto proviene del EMMPA San Pedro de Riobamba, provincia de Chimborazo, su ubicación en el centro de la Región Interandina facilita la diversidad de productos en el mercado.

Se aplica un tipo de muestreo simple para la recolección de datos experimentales. El procedimiento empleado es el siguiente: Se utiliza fruta fresca, se inspeccionan sus características organolépticas: forma, color, tamaño, ausencia de defectos, firmeza. Además se registran los diámetros de fruta, peso individual y diámetros de semillas, para las muestras de materia prima se toman 6 frutas de cada tipo.

A lo largo del proceso se pesan las cantidades que entran y salen de cada operación para determinar las pérdidas en cada una de ellas y obtener el rendimiento. Concluido el proceso se toman muestras de la pulpa elaborada y se obtiene de ellas el pH, densidad, viscosidad, °Brix, coliformes totales, hongos y levaduras. Se someten al proceso la mora, tomate de árbol y naranjilla.

Las variables del proceso se van determinando a medida que se realiza el lavado, escaldado, despulpado y pasteurizado. Las muestras del producto terminado se toman con una frecuencia de una (1) vez por fruta por un periodo de tres días, el proceso de despulpado se aplica a una fruta por día.

2.1.2 Localización de la Investigación.

La Investigación se desarrolló en las instalaciones de PRO ALIMENTOS del Cantón Riobamba Provincia de Chimborazo.

TABLA 2-1: CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

| UBICACIÓN | |
|----------------------------|---------------|
| PROVINCIA | Chimborazo |
| CANTÓN | Riobamba |
| PARROQUIA | Velasco |
| CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS | |
| TEMPERATURA | 14° C a 23° C |
| ALTITUD | 2787 m.s.n.m |
| HUMEDAD RELATIVA | 61% |
| LATITUD | 1° 39' 58" S |
| LONGITUD | 78° 39' 33" O |

Fuente: OCAÑA, E. 2015

La Planta de Producción se localizará en un área urbana de la Provincia Chimborazo, en el Parque Industrial de la Ciudad de Riobamba, calle La Paz A10 y Buenos Aires junto al colegio Carlos Cisneros.

ILUSTRACIÓN No. 25 UBICACIÓN DE LA PLANTA DE PRO ALIMENTOS RIOBAMBA



Fuente: GOOGLE MAPS, Riobamba, Ecuador

2.1.3 Recopilación de la información

Las pruebas piloto se realizan con 5 kg de mora, tomate de árbol y naranjilla respectivamente. Se inicia con la inspección y selección de la materia prima, se somete la fruta al proceso de despulpado y se obtiene el producto final en cada etapa se analizan las siguientes características y variables:

TABLA 2-2: CARACTERÍSTICAS DE MATERIA PRIMA, PRODUCTO FINAL Y VARIABLES DEL PROCESO

| Características de Materia Prima | Variables del Proceso | Características de Producto Terminado |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Diámetro de frutos• Peso de frutos• Diámetro de Semillas• Cantidad de Fruta• Características Organolépticas | <ul style="list-style-type: none">• Flujo másico• Volumen• Temperatura• Tiempo | <ul style="list-style-type: none">• pH• Densidad• Viscosidad• ° Brix• Coliformes Totales• Mohos y Levaduras |

Fuente: OCAÑA, E. 2015

2.2 METODOLOGÍA

El desarrollo de la presente investigación tuvo como fundamento de trabajo el análisis de materia prima y muestras de pulpa de naranjilla, mora y tomate de árbol, obtenidas en el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se caracteriza la materia prima, se determinan las variables del proceso y se realiza el análisis físico- químico de producto terminado.

La pulpa se obtiene con la despulpadora piloto y equipos existentes en el Laboratorio de Operaciones Unitarias y Alimentos de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, y en base a las pruebas piloto se toman los parámetros de referencia para el correcto dimensionamiento del Tanque de Lavado, Marmita para Escaldado, Despulpadora y Pasteurizador como equipos principales, Mesas de Selección y Bandas Transportadoras como complementarios. Todos los datos recolectados se registran en tablas.

2.2.1 Equipos y Materiales

TABLA 2-3: EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

| Equipos | Materiales | Reactivos |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• pH metro• Balanza.• Reverbero• Refractómetro• Marmita doble fondo de acero inoxidable• Despulpadora• Cámara Incubadora. | <ul style="list-style-type: none">• Mesa de acero inoxidable.• Baldes y bandejas• Calibrador• Cronómetro• Flexómetro• Vasos de Precipitación de 100, 250 mL• Probetas de 250, 500 mL• Picnómetro 10 mL• Pipeta volumétricas 1, 5,10 mL.• Bola metálica• Cajas Petri• Pinza | <ul style="list-style-type: none">• Muestras de Fruta• Muestras de Semilla• Pulpa• Soluciones Buffer pH4 pH7 y pH 10• Medio de cultivo. |

Fuente: OCAÑA, E. 2015

2.2.2 Métodos y Técnicas

2.2.2.1 Métodos

Existen dos tipos de investigación: los métodos lógicos y los empíricos. Los métodos lógicos son todos aquellos que se basan en las funciones de deducción, análisis y síntesis, mientras que los métodos empíricos se aproximan al conocimiento del objeto mediante sus conocimientos directos y la experiencia, entre ellos se encuentran la observación y la experimentación.

En todo proceso de diseño son necesarios procedimientos que se formulan lógicamente para obtener información y para cumplir con los objetivos. En este estudio se utiliza la investigación tanto teórica como experimental para seleccionar los medios y procesos más aptos para hacer posible el análisis de datos y posterior toma de decisiones.

2.2.2.1.1 Método Inductivo

Es el proceso de razonamiento de una parte de un todo; va de lo particular a lo general, se apoya en los resultados de algunos casos particulares para establecer una relación general.

En este caso partiendo de las propiedades de la pulpa como Densidad, Viscosidad, pH, así como las condiciones de funcionamiento de los diferentes equipos necesarios para el proceso de despulpado se logra un adecuado dimensionamiento, elección adecuada del material y accesorios para cada equipo.

2.2.2.1.2 Método Deductivo

A lo largo del desarrollo del presente estudio se requiere utilizar herramientas de Química de Alimentos, Cálculo Básico, Control de Procesos, Operaciones Unitarias, para el Diseño del Tanque de Lavado, Marmita para Escaldado, Despulpadora, Pasteurizador, Bandas Transportadoras y Mesas de Selección mediante el cálculo y posterior diseño, selección adecuada de materiales y accesorios.

2.2.2.1.3 Método Experimental.

Este método analizará los datos experimentales de la materia prima y se constatará que se obtenga pulpa de fruta que cumpla con las Normas de Calidad establecidas en la NORMA INEN 2337:2008 de Requisitos para Jugos, Pulpas, Concentrados, Néctares, Bebidas de frutas y vegetales, mediante:

- Métodos prácticos para determinar los pesos de las frutas, tamaño de frutas, semillas, y determinación de volúmenes y cantidad de fruta con los que opera cada equipo.
- Mediante la experimentación y bibliografía determinar las temperaturas, tiempos óptimos de operación, así como rendimiento de la fruta
- Métodos físico-químicos para medir las propiedades básicas de la pulpa como el pH, densidad, grados ° Brix, densidad y viscosidad.
- Ensayos Microbiológicos para determinar cantidad de coliformes fecales, hongos y levaduras.

2.2.2.2 Técnicas

Se definen como los procedimientos, o recursos con los que se facilita el desarrollo del diseño, la cual permitirá la recopilación de información.

2.2.2.2.1 *Determinación de Diámetro de frutas y semillas.*

TABLA 2-4: DETERMINACIÓN DE DIÁMETRO DE FRUTA Y SEMILLA

| CONCEPTO | EQUIPOS/ MATERIALES/ REACTIVOS | SUSTANCIAS | PROCEDIMIENTO | CÁLCULOS |
|--|--|---|------------------|-----------------|
| El diámetro de una circunferencia es el segmento que une dos puntos de la circunferencia y pasa por el centro. | <p>MATERIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calibrador o Pie de rey <p>REACTIVOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muestras de fruta • Muestras de Semillas | Muestras de Frutas y Semillas completas | Medición Directa | Lectura Directa |

Fuente: BRITO, H. Técnica Guía Laboratorio Operaciones Unitarias, ESPOCH.2014

2.2.2.2.2 *Determinación de pH.*

TABLA 2-5: DETERMINACIÓN DE pH

| CONCEPTO | EQUIPOS/ MATERIALES/ REACTIVOS | SUSTANCIAS | PROCEDIMIENTO | CÁLCULOS |
|--|--|--|---|-------------------------|
| <p>El pH es el parámetro que nos indica la alcalinidad o acidez de la pulpa, en una escala numérica del 1 a 14.</p> <p>Si la sustancia es ácida el pH es menor a 7, si es básica mayor a 7, si es igual a 7 es neutro.</p> | <p>EQUIPOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • pH metro digital. <p>MATERIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vaso de precipitación de 250 mL. <p>REACTIVOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soluciones buffer pH4 pH7 y pH 10 • Muestras de Pulpa | <p>Muestras de Pulpa de naranjilla, tomate de árbol, mora.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que el pH metro este calibrado utilizando las soluciones buffer (en el siguiente orden 4,7 y 10 de pH) estas se encargarán de realizar pequeños cambios del potencial de estado y mantenerlo. • Colocar el electrodo directamente en el interior del vaso. • Leer el valor en la pantalla del equipo. | <p>Lectura directa.</p> |

Fuente: Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos UTA, 2015

2.2.2.2.3 Determinación de Densidad.

TABLA 2-6: DETERMINACIÓN DE DENSIDAD

| CONCEPTO | EQUIPOS/ MATERIALES/ REACTIVOS | SUSTANCIAS | PROCEDIMIENTO | CÁLCULOS |
|--|--|-------------------|---|---|
| La densidad es la relación entre la masa y el volumen de una sustancia la densidad de líquidos se mide mediante el método del picnómetro | <p>EQUIPOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Balanza <p>MATERIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> Picnómetro 10 mL Probeta de 500 mL | Muestras de Pulpa | <ul style="list-style-type: none"> Colocar 10 mL de muestra de pulpa en la probeta. Pesar el picnómetro vacío en la balanza y registrar su peso (P₁) Colocar la muestra de pulpa en el picnómetro y cerrarlo. Colocar el picnómetro con la muestra en la balanza y registrar su peso (P₂) Anotar la diferencia entre los dos pesos y dividir el resultado por la capacidad del picnómetro (10 mL). | $\rho = \frac{(P_1 - P_2)}{V_p}$ <p>Dónde:</p> <p>$\rho = \text{Densidad}(g/mL)$</p> <p>$P_1 = \text{Picnómetro vacío } g$</p> <p>$P_2 = \text{Picnómetro con muestra } g$</p> <p>$V_p = \text{Volumen del picnómetro}(mL)$</p> |

Fuente: BRITO, H. Técnica Guía Laboratorio Operaciones Unitarias, ESPOCH.2014

2.2.2.2.4 Determinación de Viscosidad.

TABLA 2-7: DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD

| CONCEPTO | EQUIPOS/ MATERIALES/ REACTIVOS | SUSTANCIAS | PROCEDIMIENTO | CÁLCULOS |
|--|--|-------------------|--|---|
| <p>La viscosidad de un fluido se refiere a la resistencia que presenta a fluir. Es una característica de los fluidos en movimiento</p> | <p>EQUIPOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Balanza <p>MATERIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> Cronómetro Flexómetro Probeta de 250 mL Bola Calibrador | Muestras de Pulpa | <ul style="list-style-type: none"> Pesar la bola en la balanza y registrar su peso. Medir el diámetro de la bola con un calibrador Colocar la pulpa (10mL) en la probeta e introducir la bola, observar el aumento de volumen en la probeta. Colocar la muestra de pulpa (10 mL) en la probeta y con el flexómetro determinar la distancia a recorrer. Introducir la bola en la probeta y con un cronómetro determinar el tiempo que toma el recorrido de la bola a una distancia dada en la probeta. Repetir el procedimiento hasta obtener un valor constante. | $\mu = \frac{2g(\rho_{sól} - \rho_{liq})r^2}{9v_l}$ <p>Dónde:</p> <p>$\mu =$ Viscosidad (kg/ms)</p> <p>$g =$ Gravedad específica m/s²</p> <p>$\rho =$ Densidad de sólido y líquido(g/mL)</p> <p>$r =$ radio de la bola metálica m</p> <p>$v_l =$ velocidad límite (m/s)</p> |

Fuente: BRITO, H. Técnica Guía Laboratorio Operaciones Unitarias, ESPOCH.2014

2.2.2.2.5 Determinación de Grados Brix

TABLA 2-8: DETERMINACIÓN DE GRADOS BRUX

| CONCEPTO | EQUIPOS/ MATERIALES/ REACTIVOS | SUSTANCIAS | PROCEDIMIENTO | CÁLCULOS |
|---|---|--------------------------|--|------------------------|
| <p>Los grados Brix miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Es una medida de la concentración de azúcar.</p> | <p>EQUIPOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Refractómetro <p>MATERIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pipeta | <p>Muestras de Pulpa</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Para efectuar una medición se agrega al prisma del refractómetro una pequeña cantidad de pulpa de muestra utilizando una pipeta o, con muestras altamente viscosas, utilizando una espátula. Operando el dispositivo a través de la pantalla se visualiza la medición. • Después de que se complete el ajuste de temperatura y se toma la lectura de la medición. | <p>Lectura directa</p> |

Fuente: Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos UTA, 2015

2.2.2.2.6 *Determinación de Coliformes Fecales y E. coli.*

TABLA 2-9: DETERMINACIÓN COLIFORMES FECALES

| CONCEPTO | EQUIPOS/ MATERIALES/ REACTIVOS | SUSTANCIAS | PROCEDIMIENTO | CÁLCULOS |
|--|---|--------------------------|---|--|
| <p>Grupo bacteriano que representa una indicación de la contaminación fecal del agua. Son fáciles de identificar y contar en laboratorio por su capacidad de fermentar la lactosa.</p> | <p>EQUIPOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cámara Incubadora <p>MATERIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cajas Petri • Pinza • Pipetas <p>REACTIVOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medio de Cultivo | <p>Muestras de Pulpa</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Se esteriliza el equipo microbiológico para la filtración, se toma 50 ml de muestra y se procede a filtrar, se vierte el reactivo y se siembra a la temperatura correspondiente | <p>Conteo de unidades formadoras de colonias (UFC)</p> |

Fuente: Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos UTA, 2015

2.3 DATOS EXPERIMENTALES

2.3.1 Datos experimentales para la medición de diámetro de la fruta y semillas

TABLA 2-10: DIÁMETROS Y PESOS DE NARANJILLA (*Solanum quitoense*)

| No. | Diámetro de naranjilla (cm) | Diámetro de Semilla (mm) | Peso Promedio (kg) |
|-----------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------|
| 1 | 4,9 | 1,00 | 0,057 |
| 2 | 4,4 | 1,00 | 0,050 |
| 3 | 5,0 | 1,50 | 0,060 |
| 4 | 4,8 | 0,50 | 0,055 |
| 5 | 4,9 | 1,50 | 0,056 |
| 6 | 5,1 | 2,00 | 0,060 |
| Promedio | 4,85 | 1,25 | 0,056 |

Fuente: OCAÑA, E. 2014

TABLA 2-11: DIÁMETROS Y PESOS DE MORA (*Rubus glaucus*)

| No. | Diámetro de mora (cm) | Diámetro de Semilla (mm) | Peso Promedio (kg) |
|-----------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| 1 | 2,20 | 2,00 | 0,0078 |
| 2 | 1,90 | 1,00 | 0,0064 |
| 3 | 1,80 | 1,50 | 0,0068 |
| 4 | 2,10 | 1,00 | 0,0080 |
| 5 | 2,00 | 1,50 | 0,0075 |
| 6 | 2,10 | 1,00 | 0,0085 |
| Promedio | 2,02 | 1,33 | 0,0075 |

Fuente: OCAÑA, E. 2014

TABLA 2-12: DIÁMETROS Y PESOS DE TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea*)

| No. | Diámetro de tomate de árbol (cm) | Diámetro de Semilla (mm) | Peso Promedio (kg) |
|-----|----------------------------------|--------------------------|--------------------|
| 1 | 4,50 | 3,00 | 0,085 |
| 2 | 4,80 | 3,50 | 0,090 |

| | | | |
|-----------------|------|------|-------|
| 3 | 4,70 | 3,00 | 0,080 |
| 4 | 5,50 | 3,00 | 0,120 |
| 5 | 5,20 | 3,50 | 0,100 |
| 6 | 5,00 | 3,50 | 0,095 |
| Promedio | 4,95 | 3,25 | 0,095 |

Fuente: OCAÑA, E. 2014

2.3.2 Datos experimentales para la determinación de la densidad de la fruta

TABLA 2-13: DENSIDAD DE LA FRUTA

| Muestra | T (°C) | Peso promedio fruta (kg) | Volumen fruta (m ³) | Densidad Fruta (kg/m ³) |
|---------|--------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Naranja | 20 | 0,056 | 5,97x10 ⁻⁵ | 938 |

Fuente: OCAÑA, E. 2014

2.3.3 Datos experimentales para la determinación de la densidad de la pulpa

TABLA 2-14: DENSIDAD DE LA PULPA

| Muestra | T(°C) | Peso picnómetro vacío (g) | Peso picnómetro + muestra (g) | V (mL) | Densidad Pulpa (kg/m ³) |
|------------------|-------|---------------------------|-------------------------------|--------|-------------------------------------|
| Pulpa de Naranja | 20 | 11,50 | 21,85 | 10 | 1035 |
| Pulpa de Mora | 20 | 11,50 | 21,90 | 10 | 1040 |
| Pulpa de Tomate | 20 | 11,50 | 21,90 | 10 | 1040 |

Fuente: OCAÑA, E. 2014

2.3.4 Datos experimentales para la determinación de la viscosidad de la pulpa

TABLA 2-15: VISCOSIDAD

| Muestra | T (°C) | Radio de la esfera (m) | Peso de la esfera (g) | Volumen Inicial (mL) | Volumen Final (mL) | Distancia (m) | Tiempo (s) | Viscosidad Pulpa (kg/ms) |
|------------------|--------|------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|---------------|------------|--------------------------|
| Pulpa de Naranja | 20 | 0,02 | 11,3 | 60 | 65 | 0,3 | 1,24 | 1,093 |
| Pulpa de Mora | 20 | 0,002 | 11,3 | 60 | 65 | 0,3 | 1,26 | 1,098 |
| Pulpa de Tomate | 20 | 0,002 | 11,3 | 60 | 65 | 0,3 | 1,26 | 1,098 |

Fuente: OCAÑA, E. 2014

2.3.5 Datos experimentales para la determinación de pH y Grados Brix

TABLA 2-16: DATOS EXPERIMENTALES PULPAS

| Muestra | T(°C) | pH | Grados °Brix |
|--------------------------|-------|------|--------------|
| Pulpa de Naranja | 20 | 3,28 | 9,0 |
| Pulpa de Mora | 20 | 3,05 | 10,5 |
| Pulpa de Tomate de Árbol | 20 | 3,70 | 10,5 |

Fuente: OCAÑA, E. 2014

2.4 Datos Adicionales

TABLA 2-17: DATOS ADICIONALES PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS

| CARACTERÍSTICA | UNIDAD | VALOR |
|---------------------|--------|-------|
| Factor de Seguridad | % | 15 |

Fuente: OCAÑA, E. 2014

TABLA 2-18: DATOS ADICIONALES PARA BALANCES DE ENERGÍA

| CARACTERÍSTICA | UNIDAD | VALOR |
|--|-------------------------|-------|
| Coefficiente de transferencia térmica. Acero Inoxidable AISI 304 | k (W/m ² °C) | 16,28 |

Fuente: CARBALLO, J., Técnica de la Ingeniería Alimentaria., 1995

TABLA 2-19: DATOS ADICIONALES DE PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGUA

| CARACTERÍSTICA | UNIDAD | VALOR |
|---------------------|-----------------|--------|
| Cp del agua a 100°C | kcal/ kg · K | 1,008 |
| Cp del agua a 20°C | kcal/ kg · K | 0,9995 |
| k del agua a 20°C | Kcal/m · h · °C | 0,517 |

Fuente: http://www.vaxasoftware.com/doc_edu/qui/caloresph2o.pdf

TABLA 2-20: DATOS ADICIONALES DE CAPACIDAD CALORÍFICA DE LA PULPA

| CARACTERÍSTICA | UNIDAD | VALOR |
|------------------------------|------------|-------|
| Cp de la pulpa de naranjilla | kJ/ kg · K | 3,98 |

Fuente: OCAÑA, E. 2014

2.5 DIAGNÓSTICO

Para llevar a cabo el proyecto de investigación “Diseño de una Planta Despulpadora de frutas para PRO ALIMENTOS Riobamba” se realizó el diagnóstico previo de la planta:

La Empresa PRO ALIMENTOS actualmente cuenta con una Planta de Purificación de Agua, AQUAZUL, red que cuenta con las instalaciones adecuadas para proveer del fluido a los distintos equipos de la nueva planta.

Se dispone de un espacio físico de 5 x 10 metros para las nuevas instalaciones, la planta cuenta con una Caldera de tipo horizontal a diesel y Cuarto frío con las siguientes características:

TABLA 2-21: CARACTERÍSTICAS CALDERA HORIZONTAL

| VARIABLES | VALOR | | UNIDADES |
|--------------------------------------|----------|------|----------------|
| Cuerpo | Diámetro | 0,86 | m |
| | Longitud | 1,44 | |
| Chimenea | Diámetro | 0,20 | m |
| | Longitud | 2,00 | |
| Capacidad | 1 | | m ³ |
| Presión máx. de trabajo | 150 | | PSI |
| Combustible Piloto | Diesel | | - |
| Bomba de Agua | 1 | | HP |
| Temperatura Promedio de Gases | 200 | | °C |
| Consumo aprox. Combustible | 5 | | gal/h |

Fuente: PROALIMENTOS- Riobamba. 2015

TABLA 2-22: CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO CUARTO FRÍO

| VARIABLES | VALOR | UNIDADES |
|----------------------------------|--------------------------|----------|
| Temperatura Interior | -4 | ° C |
| Humedad Relativa | 80 | % |
| Capacidad del Cuarto Frío | 3000 | kg |
| Dimensiones | 3,57 m x 2,50 m x 2,16 m | m |
| Espesor de pared | 0,08 | m |

| | | |
|-----------------|---|---|
| Material | Láminas de Poliuretano Acero Inoxidable Madera Bisagras Cromadas | - |
|-----------------|---|---|

Fuente: PROALIMENTOS- Riobamba. 2015

Las pruebas piloto se realizaron en el Laboratorio de Operaciones Unitarias, que cuenta con una marmita provista de un sistema de agitación que recibe vapor de calentamiento de la caldera a través de tuberías; y una despulpadora horizontal. Antes y después de cada etapa se pesaron las cantidades que ingresan y salen del proceso para calcular los porcentajes de rendimiento, datos que serán utilizados para los balances de masa.

Posteriormente se obtuvo la pulpa de las tres frutas mora, tomate de árbol y naranjilla, escogiendo como fruta estándar para el dimensionamiento de la planta despulpadora la naranjilla; el diámetro promedio de las tres frutas se asemeja más al de la naranjilla y el diámetro de sus semillas es el más pequeño de todas. Con el resultado de las variables de peso de frutas, diámetro de frutas y semilla se procede al dimensionamiento.

A las pulpas obtenidas se le realizan las pruebas físicas, químicas y microbiológicas dentro de las cuales están: densidad, viscosidad, pH, °Brix, Coliformes Totales para comparar los resultados con las especificaciones de la NORMA NTE INEN 2337:2008.

CAPÍTULO III

3 CÁLCULOS Y RESULTADOS

3.1 DISEÑO DE INGENIERÍA

3.1.1 *Diseño del Tanque de Lavado*

3.1.1.1 *Volumen del Tanque*

Se calcula el volumen unitario de la fruta para hacer una relación al volumen del total de materia prima que ingresa.

$$V_{unidad} = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$V_{unidad} = \frac{4}{3}\pi(0,02425)^3$$

$$V_{unidad} = 5,97 \times 10^{-5} m^3$$

Determinamos la cantidad de naranjillas que son necesarias para producir 250 kg/h.

$$Rendimiento(\%) = \frac{Cantidad\ Obtenida}{Cantidad\ Esperada} \cdot 100$$

$$65 = \frac{250\ kg}{Cantidad\ Esperada} \cdot 100$$

$$Cantidad\ Esperada = \frac{250 \cdot 100}{65}$$

$$Cantidad\ Esperada = 384,62\ kg$$

Considerando las pérdidas por desperdicios se necesita ingresar 384,62 kg/h de naranjilla aproximadamente lo que significa 6868 naranjillas por hora.

$$V_{total} = V_{unidad} \cdot Cantidad\ naranjillas$$

$$V_{total} = 5,97 \times 10^{-5} m^3 \cdot 6868$$

$$V_{total} = 0,41 m^3$$

Por lo que se requiere un volumen total de fruta de 0,41 m³.

Se plantea un volumen y este valor se multiplica por el factor de seguridad detallado para el dimensionamiento del equipo.

$$x = v \cdot 0,15$$

$$x = 0,41 \cdot 0,15$$

$$x = 0,062 m^3$$

3.1.1.2 Volumen Total del tanque

$$V = v + x$$

$$V = 0,41 + 0,062$$

$$V = 0,47 m^3$$

3.1.1.3 Cálculo de Dimensiones del Tanque

$$r = \frac{\emptyset}{2}$$

$\emptyset =$ Diámetro asumido 0,90

$$r = \frac{0,90}{2}$$

$$r = 0,45 m$$

3.1.1.4 Altura del Tanque

$$h = \frac{V}{\pi r^2}$$

$$h = \frac{0,47}{\pi(0,45)^2}$$

$$h = 0,74 \text{ m}$$

3.1.1.5 Altura y Diámetro Total

$$h_t = h + 0.025$$

$$h_t = 0,74 + 0,025$$

$$h_t = 0,77 \text{ m}$$

$$\phi_t = \phi + 0,05$$

$$\phi_t = 0,90 + 0,05$$

$$\phi_t = 0,95 \text{ m}$$

3.1.1.6 Cálculo de la Potencia de la bomba

3.1.1.6.1 Cálculo del Caudal

$$Q = 1,8 \text{ m}^3/h$$

$$\frac{1,8 \text{ m}^3}{h} \cdot \frac{1h}{3600s} = 5,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3/s$$

3.1.1.6.2 Cálculo de la Velocidad Promedio del Flujo

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

$$v_s = \frac{4 (5,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3/s)}{\pi(0,0254\text{m})^2}$$

$$v_s = 0,99 \text{ m/s}$$

3.1.1.6.3 Cálculo del Número de Reynolds

$$NRe = \frac{\rho v_s \phi}{\mu}$$

$\mu = \text{Viscosidad del agua a } 20^\circ\text{C} (1,003 \times 10^{-3} \text{ kg/ms})$

$\rho = \text{Densidad del agua a } 20^\circ\text{C} (998,29 \text{ kg/m}^3)$

$$NRe = \frac{998,29 \cdot 0,99 \cdot 0,0254}{1,003 \times 10^{-3}}$$

$NRe = 25027,92 \text{ Flujo Turbulento}$

3.1.1.6.4 Cálculo de Rugosidad Relativa

$$R.R = \frac{\varepsilon}{\phi} = \frac{0,0015}{0,0254} = 0,059$$

$$\frac{NRe}{\frac{\varepsilon}{\phi}} \rightarrow \text{Moody} \rightarrow f$$

$$f = 0,075$$

Del Diagrama de Moody de la Ilustración No. 15 se interpola el factor de fricción

3.1.1.6.5 Cálculo de pérdidas por fricción

$$hf = f \frac{Lv^2}{\phi 2g}$$

$$hf = 0,075 \frac{15,00 \cdot 0,99^2}{0,0254 \cdot 2 \cdot 9,81}$$

$$hf = 2,21$$

3.1.1.6.6 Cálculo de pérdidas por accesorios

Se toman los valores de constantes de accesorios del Anexo B:

TABLA 3-1: CONSTANTES POR ACCESORIOS

| No. | Accesorio | Constante (k) | Pérdida Total |
|----------------------------------|------------------|---------------|---------------|
| 4 | Codos | 0,90 | 3,60 |
| 2 | Válvulas de bola | 0,05 | 0,10 |
| 1 | Flujo Ramificado | 1,00 | 1,00 |
| Total de Perdidas por accesorios | | | 4,70 |

Fuente: OCAÑA, E. 2015

3.1.1.6.7 Cálculo de pérdidas secundarias

A este tipo de pérdidas se las conoce como secundarias o puntuales y se las puede calcular mediante la expresión:

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

$$h_{fm} = 4,70 \frac{0,99^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$h_{fm} = 0,23$$

3.1.1.6.8 Ecuación de Bernoulli

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

$$\frac{0,99^2}{2 \cdot 9,81} + 2,44 = \pm H$$

$$\pm H = 2,49$$

3.1.1.6.9 Potencia

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

$$W = Q \cdot \rho$$

$$W = 5,0 \times 10^{-4} \cdot 998,2 = 0,50$$

$$Hp = \frac{0,50 \cdot 2,49}{0,75 \cdot 75}$$

$$Hp = 0,02$$

Se incluye a la potencia calculada el factor de seguridad (10 al 20%)

$$Hp = 0,5 HP$$

3.1.2 *Diseño de la Marmita*

3.1.2.1 *Volumen total del tanque*

$$V = \text{Volumen que ingresa a operación} = 0,47 \text{ m}^3$$

3.1.2.2 *Cálculo de Dimensiones de la Marmita*

3.1.2.2.1 *Radio de la Marmita*

$$r = \frac{\emptyset}{2}$$

$\emptyset =$ Diámetro asumido 0,80

$$r = \frac{0,80}{2}$$

$$r = 0,40 \text{ m}$$

3.1.2.2.2 *Altura del Tanque*

$$h = \frac{V}{\pi r^2}$$

$$h = \frac{0,47}{\pi(0,40)^2}$$

$$h = 0,94 \text{ m}$$

3.1.2.2.3 *Altura y Diámetro Total*

$$h_t = h + 0,025$$

$$h_t = 0,94 + 0,025$$

$$h_t = 0,97 \text{ m}$$

$$\emptyset_t = \emptyset + 0,05$$

$$\phi_t = 0,80 + 0,05$$

$$\phi_t = 0,85 \text{ m}$$

Para recipientes enchaquetados el espesor de la chaqueta es equivalente a un décimo del total del diámetro de la unidad.

$$\phi_{ch} = 0,10 * \phi_t$$

$$\phi_{ch} = 0,10 * 0,85$$

$$\phi_{ch} = 0,085 \text{ m}$$

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

$$\phi_{canastilla} = 0,85 - (0,05 \cdot 0,85)$$

$$\phi_{canastilla} = 0,80 \text{ m}$$

$$h_{canastilla} = h_{marmita} - (0,05 \cdot \phi_{interno})$$

$$h_{canastilla} = 0,97 - (0,05 \cdot 0,97)$$

$$h_{canastilla} = 0,92 \text{ m}$$

Para el cálculo de diámetro de las perforaciones:

$$\phi_{perforaciones} = \frac{1}{16} r_{canastilla}$$

$$\phi_{perforaciones} = \frac{1}{16} \cdot 0,40$$

$$\phi_{perforaciones} = 0,025 \text{ m}$$

3.1.3 Diseño de la Despulpadora

3.1.3.1 Diseño de la Tolva de Alimentación

Datos:

Capacidad de la Tolva 1 hora de operación: 384,63 Kg.

$$V_{Tolva} = \frac{m}{\rho_{aparente}} = \frac{384,63 \text{ kg}}{938,02 \text{ kg/m}^3} = 0,41 \text{ m}^3$$

Para los cálculos de medidas de la tolva si se carga dos veces la fruta tendremos un volumen de $0,20 \text{ m}^3$ por carga.

$$V = \frac{H}{3} * A_1 + A_2 + \overline{A_1 * A_2}$$
$$V = \frac{H}{3} * A_1 + A_2 + \overline{A_1 * A_2} = 0,20 \text{ m}^3$$

Se interpolan datos de altura y ancho de manera que sea apto para recibir el volumen que ingresa:

$$V = \frac{0,45}{3} * 0,65 + 0,25 + 0,65 * 0,25^{\frac{1}{2}} = 0,20 \text{ m}^3$$

3.1.3.2 Cámara de Despulpado

$$V = \pi r_d^2 H_d$$

$$V = 0,41 \text{ m}^3$$

$$r_d = \frac{\overline{V}}{\pi H_d}$$

Los valores se van reemplazando y se asignan en función del espacio disponible en planta según de la tabla:

TABLA 3-2: VALORES DE LONGITUDES Y RADIOS

| H_d (m) | r_d (m) |
|-----------|-----------|
| 0,60 | 0,47 |
| 0,70 | 0,43 |
| 0,80 | 0,40 |
| 0,90 | 0,38 |
| 1 | 0,36 |
| 1,10 | 0,34 |
| 1,20 | 0,33 |
| 1,30 | 0,32 |

Fuente: OCAÑA, E. 2014

$$H_d = 1,00 \text{ m}$$

$$r_d = 0,36 \text{ m}$$

3.1.3.3 Diámetro de agujeros de tamiz

Se utilizan los datos de Diámetros de semillas tomados de la Tabla 2-10 Diámetros y Pesos de Naranjilla (*Solanum quitoense*):

| No. | Diámetro de naranjilla(cm) | Diámetro de Semilla(mm) | Peso Promedio (kg) |
|------------|----------------------------|-------------------------|--------------------|
| Naranjilla | 4,85 | 1,25 | 0,056 |
| Mora | 2,02 | 1,33 | 0,0075 |
| Tomate | 4,95 | 3,25 | 0,095 |

Fuente: OCAÑA, E. 2014

Se escoge un tamiz de luz de malla 1mm con tolerancia $\pm 0,05$ mm

3.1.3.4 Cálculo Diseño Geométrico del Tanque Tamiz

$$H_2 = H_d - (3\% \cdot H_d)$$

$$H_2 = 1 - (0,03 \cdot 1)$$

$$H_2 = 0,97 \text{ m}$$

$$D_2 = D - (30\% \cdot D) ; \quad D = r_d \cdot 2$$

$$D_2 = 0,72 - (0,3 \cdot 0,72)$$

$$D_2 = 0,51 \text{ m}$$

3.1.3.5 Cálculo del Radio del rotor

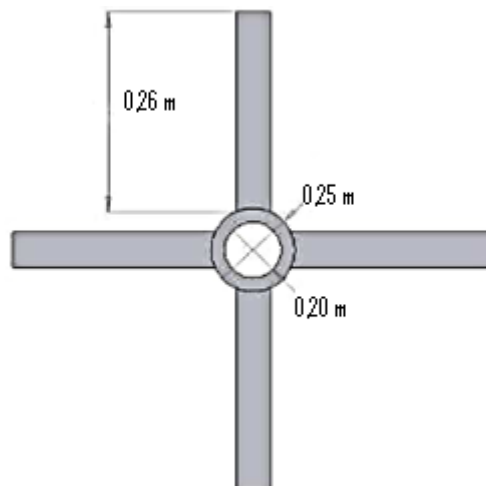
Para calcular el radio del rodete se tiene que:

$$r_{rotor} = \frac{3}{8} \cdot D_2$$

$$r_{rotor} = \frac{3}{8} \cdot 0,26$$

$$r_{rotor} = 0,20 \text{ m}$$

Teniendo las medidas del rotor se establecen las medidas de brazo y eje, en función a las medidas de la cámara.



Fuente: OCAÑA, E. 2014

3.1.3.6 Frecuencia de rotación

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

$$f = \frac{9,81}{4\pi^2 \cdot 0,36} = 0,83 \frac{rev}{s} \cdot \frac{60s}{1 \text{ min}} = 50 \text{ rpm}$$

3.1.3.7 Velocidad Angular

$$\omega = \frac{mg - F_e}{-mr}$$

$$\omega = \frac{0,34 \cdot 9,81 - 23}{-0,34 \cdot 0,22}$$

$$\omega = 16,21 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot \frac{1 \text{ rev}}{2\pi \text{ rad}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 155 \text{ rpm}$$

Al cabo de cierto tiempo de operación la masa de la fruta en el interior de la despulpadora como el diámetro cambian. Por lo cual se realizan los cálculos para condiciones críticas:

$$\omega = \frac{0,056 \cdot 9,81 - 23}{-0,056 \cdot 0,27}$$

$$\omega = 38,53 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot \frac{1 \text{ rev}}{2\pi \text{ rad}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 368 \text{ rpm}$$

A estas rpm se garantiza el correcto funcionamiento del sistema hasta que se termine de procesar hasta la última fruta.

3.1.3.8 Potencia requerida para el sistema

Con los valores obtenidos se utiliza la Tabla 14: Características de Motor Siemens 800 r.p.m, considerando que la despulpadora opera a su máxima capacidad.

$$P = 1,00 \text{ HP}$$

3.1.4 Diseño del Pasteurizador

3.1.4.1 Cálculo de volumen que ingresa

Ingresan a pasteurización 250,10 kg/h de pulpa, encontramos el volumen que ingresa utilizando la relación:

$$V_{pas} = \frac{m}{\rho_{pulpa}}$$
$$V_{pas} = \frac{250,10 \text{ kg}}{1035 \text{ kg/m}^3}$$
$$V_{pas} = 0,24 \text{ m}^3$$

3.1.4.2 Cálculo de factor de seguridad

$$x = v \cdot 0,20$$
$$x = 0,24 \cdot 0,20$$
$$x = 0,048 \text{ m}^3$$

3.1.4.3 Cálculo de volumen total

$$V = v + x$$
$$V = 0,24 + 0,048$$
$$V = 0,29 \text{ m}^3$$

3.1.4.4 Cálculo de Dimensiones del Pasteurizador

3.1.4.4.1 Radio del Pasteurizador

$$r = \frac{\emptyset}{2}$$

Dónde:

\emptyset = Diámetro asumido 0,80

$$r = \frac{0,80}{2}$$

$$r = 0,40 \text{ m}$$

3.1.4.4.2 *Altura del Pasteurizador*

$$h = \frac{V}{\pi r^2}$$
$$h = \frac{0,29}{\pi(0,40)^2}$$
$$h = 0,58 \text{ m}$$

3.1.4.4.3 *Altura y Diámetro Total*

Se añade 0,025m a la altura del tanque de alimentación y 0,05m al diámetro de alimentación 0,025 a cada lado

$$h_t = h + 0,025$$
$$h_t = 0,58 + 0,025$$
$$h_t = 0,61 \text{ m}$$

$$\phi_t = \phi + 0,05$$
$$\phi_t = 0,80 + 0,05$$
$$\phi_t = 0,85 \text{ m}$$

Para recipientes enchaquetados el espesor de la chaqueta es equivalente a un décimo del total del diámetro de la unidad.

$$\phi_{ch} = 0,10 * \phi_t$$
$$\phi_{ch} = 0,10 * 0,85$$
$$\phi_{ch} = 0,085 \text{ m}$$

3.1.4.5 Cálculo del Sistema de Agitación para Agitador tipo palas planas inclinadas

3.1.4.5.1 Longitud del Brazo

$$L_b = \frac{5}{8} \times \emptyset$$

$$L_b = \frac{5}{8} \times 0,80$$

$$L_b = 0,50 \text{ m}$$

3.1.4.5.2 Espesor del Agitador

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

$$E_r = \frac{1}{10} \times 0,50$$

$$E_r = 0,05 \text{ m}$$

3.1.4.5.3 Diámetro del Rodete

$$\theta_r = \frac{3}{4} \times \emptyset$$

$$\theta_r = \frac{3}{4} \times 0,80$$

$$\theta_r = 0,60 \text{ m}$$

3.1.4.5.4 Distancia entre el fondo del tanque y el rodete

$$X = h_l - L_b$$

$$X = 0,58 - 0,50$$

$$X = 0,08 \text{ m}$$

3.1.4.5.5 Altura de la paleta

$$A_p = \frac{1}{5} \times L_b$$

$$A_p = \frac{1}{5} \times 0,50$$

$$A_p = 0,10 \text{ m}$$

3.1.4.6 Potencia del Agitador

3.1.4.6.1 Cálculo de la Velocidad Rotacional

N : 0,8 r.p.s

N , se obtiene experimentalmente al analizar la velocidad óptima para homogenizar la pulpa.

3.1.4.6.2 Número de Reynolds

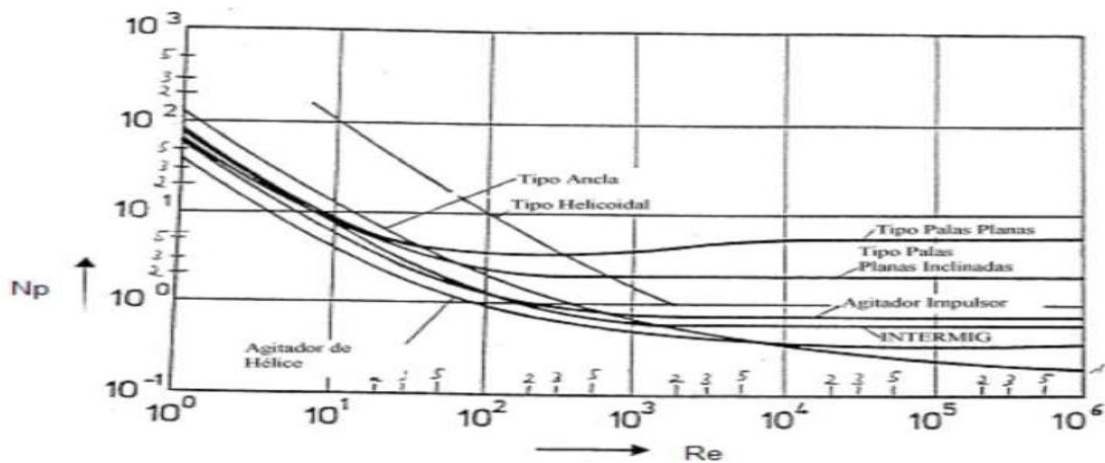
$$N_{Re} = \frac{\theta_r^2 \times N \times \rho}{\mu}$$

$$N_{Re} = \frac{0,60^2 \times 0,80 \times 1035}{1,093}$$

$$N_{Re} = 272,72 \text{ Flujo Laminar}$$

3.1.4.6.3 Calculo de la Potencia del Agitador

$$P = \frac{Np_0}{gc} \rho \times N^3 \times \theta_r^5$$



Fuente: <http://www.unizar.es/dctmf/jblasco/AFTAgitacion/index.htm>

Np_0 : Número de Potencia obtenido 18

N : 0,8 rps

g_c : 1 $kgm/N \cdot s^2$

$$P = \frac{Np_o}{gc} \rho \times N^3 \times \theta_r^5$$

$$P = \frac{18}{1} 1035 \times 0,80^3 \times 0,60^5$$

$$P = 927,15 W$$

Se utiliza un factor de seguridad del 10%

$$927,15 W \cdot \frac{1 HP}{746 W} = 1,24 HP$$

$$P = 1,5 HP$$

3.1.4.7 Cálculo de Tiempo de Calentamiento

3.1.4.7.1 Cálculo estimado del NRe para el fluido del tanque

$$NRe_t = \frac{\rho \cdot N \cdot \phi^2}{\mu}$$

$$NRe_t = \frac{998,2 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,80 \frac{rev}{s} \cdot 0,60^2 m^2}{1,009 \cdot 10^{-3} \frac{kg}{m \cdot s}}$$

$$NRe_t = 284917,34$$

3.1.4.7.2 Cálculo para el número de Prandal para el Fluido en el tanque

$$Pr = \frac{Cp \cdot \mu}{k}$$

$$Pr = \frac{0,9995 \frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \cdot 1,009 \cdot 10^{-3} \frac{kg}{m \cdot s} \cdot \frac{3600s}{1h}}{0,52 \frac{kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C}}$$

$$Pr = 6,98$$

3.1.4.7.3 Cálculo del coeficiente de transferencia de calor h_t .

$$Nu = \frac{h_t \cdot D_t}{k} = a Re^b Pr^c \frac{u}{u_w}^m$$

$$h_t = 0,36 \cdot 284917,34^{0,67} \cdot 6,98^{0,33} \cdot 1^{0,21} \cdot \frac{0,52}{0,85}$$

$$h_t = 1888,08 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

3.1.4.7.4 Cálculo estimado del coeficiente global limpio U_c al interior del tanque

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

$$U_c = \frac{1888,08 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \cdot 8000 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}}{1888,08 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} + 8000 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}}$$

$$U_c = 1527,56 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

3.1.4.7.5 Cálculo estimado del coeficiente global sucio U_d al interior del tanque

$$U_d = \frac{1}{\frac{1}{U_c} + R_d}; \text{ se desprecian resistencia de las paredes}$$

$$U_d = \frac{1}{\frac{1}{1527,56 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}} + 0,0009}$$

$$U_d = 643,24 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \cdot \frac{0,001 kJ/s}{1 W} \cdot \frac{3600 s}{1 h}$$

$$U_d = 2315,66 \frac{kJ}{h \cdot m^2 \cdot ^\circ C}$$

Para medio de calentamiento isotérmico (vapor de agua) se emplea la siguiente ecuación:

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

Despejando el tiempo se reordena a:

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

$$\theta = \frac{\ln \frac{100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}}{(100^\circ\text{C} - 70^\circ\text{C})}}{\frac{2315,66 \frac{\text{kJ}}{\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1,71 \text{ m}^2}{250,10 \text{ kg} \cdot 0,9995 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot \frac{4,1868 \text{ kJ}}{1 \text{ kcal}}}}$$

$$\theta = 0,26 \text{ h} = 15,6 \text{ min}$$

3.1.5 Diseño de Bandas Transportadoras

$$Q = \frac{250 \text{ kg}}{h} = 4,17 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$$

Se escoge el ancho de banda en base a la Tabla 18 Anchos normalizados de bandas transportadoras:

B_b : 0,60 m (600mm).

Se calcula el área de producto a transportar:

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi \cdot 0,0485^2$$

$$A_i = 7,39 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$4,17 \frac{\text{kg}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ naranjilla}}{0,056 \text{ kg}} = 75 \frac{\text{naranjillas}}{\text{min}}$$

$$A_o = 7,39 \times 10^{-3} \cdot 75$$

$$A_o = 0,55 \text{ m}^2$$

Se calcula la longitud (L_b):

$$A_o = A_b = \frac{L_b \cdot B_b}{2}$$

$$0,55 = \frac{L_b \cdot 0,60}{2}$$

$$L_b = 1,83 \text{ m}$$

Con este valor se obtiene la velocidad de la banda V_b :

$$V_b = 1,83 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 0,03 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Se corrige la longitud:

$$L_c = L_b + 0,10$$

$$L_c = 1,83 + 0,10$$

$$L_c = 1,93 \text{ m}$$

3.1.5.1 *Peso máximo de producto que soporta la banda cargada.*

$$N_o . de naranjillas \cdot m_i = m_n$$
$$75 \cdot 0,056 = 4,20 \text{ kg}$$

3.1.5.2 *Selección de Rodillos*

En referencia a la Tabla 1-19 Recomendación de Diámetro de Rodillo por ancho de banda, se selecciona un diámetro para el rodillo ($D_{rodillo}$) de 63,50 mm.

$$D_{rodillo} = 63,50 \text{ mm}$$

3.1.5.3 *Masa de la banda*

De la Tabla 1-20 Características del material de Banda Seleccionado se encuentra que el peso de la banda es: $0,7 \text{ kg/m}^2$

Se tiene la masa de la banda:

$$M_b = 0,55 \text{ m}^2 \cdot 0,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$
$$M_b = 0,39 \text{ kg}$$

3.1.5.4 *Cálculo de motor de la banda*

Masa del producto por unidad de área:

$$m/a = 0,0278 \frac{\text{Capacidad hora}}{V_b} \quad \text{o} \quad m/a = \frac{\text{Capacidad hora}}{3,6 V_b}$$
$$m/a = 0,10 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

3.1.5.4.1 *Cálculo de la tensión necesaria para mover la banda.*

$$T_x = 9,8 G \cdot f_x \cdot L_c$$

De la tabla 1-21 Peso de las Partes Móviles se encuentra el valor de:

G : Masa de las partes móviles = 26kg/m

De la tabla 1-22 Coeficientes de Fricción de Rodillos se encuentra el valor de:

f_x : Coeficiente de fricción de la banda = 0,020

$$T_x = 9,8 \cdot 26 \cdot 0,020 \cdot 1,93$$

$$T_x = 9,83 \text{ N}$$

3.1.5.4.2 Cálculo de la tensión efectiva

$$T_y = 9,8 \cdot m/a \cdot f_y \cdot L_c + F_{fruta}$$

$$F_{fruta} = m_{fruta} \cdot g$$

m_{fruta} : 250 kg

$$F_{fruta} = 250 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F_{fruta} = 2452,50 \text{ N}$$

Reemplazando tenemos:

$$T_y = 9,8 \cdot 0,10 \cdot 0,027 \cdot 1,93 + 2452,50$$

$$T_y = 2452,55$$

$$T_e = T_x + T_y$$

$$T_e = 9,83 + 2452,55$$

$$T_e = 2462,38$$

3.1.5.5 Cálculo de la potencia de accionamiento

$$P = T_e \cdot V_b$$

$$P = 2462,38 \cdot 0,03$$

$$P = 73,87 \text{ W}$$

$$P = 73,87 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ HP}}{746 \text{ W}} = 0,10 \text{ HP}$$

$$P_{\text{corregida}} = P_{\text{calculada}} + 0,15 P_{\text{calculada}}$$

$$P = 0,10 \text{ HP} + (0,15 \cdot 0,10)$$

$$P = 0,15 \text{ HP}$$

Se sugiere en el caso de requerir bandas inclinadas para el transporte al tanque de lavado utilizar un ángulo de 45° de acuerdo a la Ilustración 22.

La altura desde el piso hasta las bandas será de 0,90 m, ergonómicamente adecuada, según la Ilustración 23.

3.1.6 Diseño de Mesas de Selección

Para el diseño se sugieren medidas de 1,50 m de longitud y ancho de 0,70 m de acuerdo al apartado 1.10.7.

Para el cálculo de la capacidad de cada mesa en volumen:

$$V_{ms} = l \cdot a \cdot h$$

Para evitar aplastamiento de fruta la altura de la caja de selección h medirá entre 0,15 a 0,20 m.

$$V_{ms} = 1,50 \cdot 0,70 \cdot 0,15$$

$$V_{ms} = 0,15 \text{ m}^3 \text{ c/u}$$

La capacidad en kg es:

$$\delta_{\text{fruta}} = \frac{m}{v}; \quad m = \delta_{\text{fruta}} \cdot v$$

$$m = 938 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,15 \text{ m}^3$$

$$\text{Capacidad aproximada} = 150 \text{ kg c/u}$$

De acuerdo al apartado 3.1.1 ingresan al proceso 384,62 kg/h de fruta, por lo cual se requieren dos (2) mesas con las siguientes características:

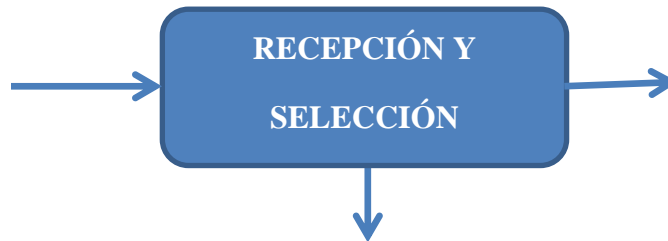
$$1,50 \text{ m} \cdot 0,70 \text{ m} \cdot 0,15 \text{ m}$$

La altura desde el piso hasta la caja de selección es de 0,90 m, de acuerdo a la Ilustración 23 para alturas ergonómicas.

3.2 BALANCES DE MASA Y ENERGÍA

3.2.1 Balance de Masa

3.2.1.1 Recepción y selección



Desperdicio

$$\text{Rendimiento} = \frac{385,09}{397,00} \cdot 100 = 97,00\%$$

Fuente: OCAÑA, E. 2014

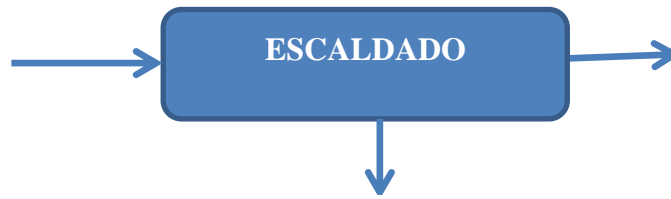
3.2.1.2 Lavado



$$\text{Rendimiento} = \frac{384,90}{385,09} \cdot 100 = 99,95\%$$

Fuente: OCAÑA, E. 2014

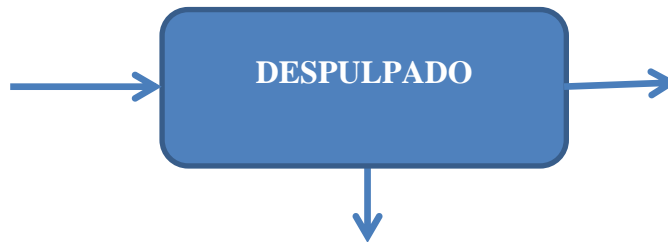
3.2.1.3 Escaldado



$$\text{Rendimiento} = \frac{384,63}{384,90} \cdot 100 = 99,93\%$$

Fuente: OCAÑA, E. 2014

3.2.1.4 Despulpado



$$\text{Rendimiento} = \frac{250,10}{384,63} \cdot 100 = 65,02 \%$$

Fuente: OCAÑA, E. 2014

3.2.1.5 Pasteurizado



$$\text{Rendimiento} = \frac{250,02}{250,10} \cdot 100 = 99,97 \%$$

Fuente: OCAÑA, E. 2014

3.2.2 Balance de Energía

3.2.2.1 Cálculo de Calor Específico de la fruta

$$Cp = 1424 x_b + 1549 x_t + 1675 x_g + 837 x_a + 4187 x_m$$

$$Cp = 1424 \cdot 0,0857 + 1549 \cdot 0,0101 + 1675 \cdot 0,00062 + 837 \cdot 0,0096 + 4187 \cdot 0,9162$$

$$Cp = 3,98 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$$

3.2.2.2 Balance de Energía Marmita

3.2.2.2.1 Cálculo de Flujo de Calor

La ecuación general del balance de energía se expresa de la siguiente forma:

$$Q_{ganado} = Q_{perdido}$$

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

3.2.2.2.1.1 Cálculo de la gradiente de la temperatura

$$\Delta T = T_e - T_{ap}$$

$$\Delta T = 80 - 20$$

$$\Delta T = 60 \text{ } ^\circ C$$

3.2.2.2.2 Cálculo del área de transferencia de calor

$$Area.Transf = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$$

$$Area.Transf = 2 \cdot \pi \cdot 0,47 \text{ m} \cdot 0,58 \text{ m}$$

$$Area.Transf = 1,71 \text{ m}^2$$

Reemplazamos los datos hallados en la fórmula:

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

$$Q_M = 16,28 \cdot 1,71 \cdot 60$$

$$Q_M = 1670,33 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} = 1,67 \text{ kW}$$

$$Q_M = 1,67 \text{ kW} \cdot \frac{1 \text{ kcal/h}}{0,001163 \text{ kW}}$$

$$Q_M = 1435,94 \text{ kcal/h}$$

3.2.2.2.1 Cálculo del Q del agua

$$Q_{H_2O} = m \cdot Cp \cdot \Delta T$$

$$Q_{H_2O} = 0,5 \text{ kg} \cdot 1,008 \frac{\text{kcal}}{\text{K} \cdot \text{kg}} \cdot 373 - 353 \text{ K}$$

$$Q_{H_2O} = 10,08 \text{ kcal/h}$$

3.2.2.2.3 Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor

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

$$Q = 10,08 + 1435,98 \text{ kcal/h}$$

$$Q = 1446,06 \text{ kcal/h}$$

$$Q = A \cdot U \cdot \Delta T$$

$$U = \frac{Q}{A \cdot \Delta T}$$

$$U = \frac{1446,06 \text{ kcal/h}}{1,71 \text{ m}^2 \cdot (60^\circ\text{C})}$$

$$U = 14,09 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{C}} \cdot \frac{4,1868 \text{ kJ}}{1 \text{ kcal}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}$$

$$U = 0,016 \frac{\text{kJ}}{\text{m}^2\text{s}^\circ\text{C}}$$

Se reemplazan los valores en la ecuación de balance de energía:

$$\Delta U = Q$$

$$Q_f = u A_t (T_f - T_A)$$

$$1446,06 \text{ kcal/h} = u A_t (T_f - T_A)$$

$$1446,06 \frac{kcal}{h} = 14,09 \frac{kcal}{h \cdot m^2 \cdot ^\circ C} \cdot 1,71 m^2 \cdot (T_f - 17^\circ C)$$

$$T_f = 77^\circ C$$

Del cálculo sabemos que la temperatura a la que estará la fruta escaldada es 77 °C, es decir no existen pérdidas considerables de calor, por lo que no se requiere de un aislamiento térmico en el equipo.

3.2.2.3 Balance de Energía Pasteurizador

3.2.2.3.1 Cálculo de Flujo de Calor

La ecuación general del balance de energía se expresa de la siguiente forma:

$$Q_{ganado} = Q_{perdido}$$

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

3.2.2.3.1.1 Cálculo de la gradiente de la temperatura

$$\Delta T = T_p - T_{ap}$$

$$\Delta T = 70 - 20$$

$$\Delta T = 50^\circ C$$

3.2.2.3.2 Cálculo del área de transferencia de calor

$$Area.Transf = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$$

Dónde:

r: Radio de la marmita *m*

h: Altura de la marmita(*m*)

$$Area.Transf = 2 \cdot \pi \cdot 0,47 m \cdot 0,55 m$$

$$Area.Transf = 1,62 m^2$$

Reemplazamos los datos hallados en la fórmula:

$$\begin{aligned}Q_M &= k \cdot A \cdot \Delta T \\Q_M &= 16,28 \cdot 1,62 \cdot 50 \\Q_M &= 1318,68 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} = 1,32 \text{ kW} \\Q_M &= 1,32 \text{ kW} \cdot \frac{1 \text{ kcal/h}}{0,001163 \text{ kW}} \\Q_M &= 1135,00 \text{ kcal/h}\end{aligned}$$

3.2.2.3.2.1 Cálculo del Q del agua

$$\begin{aligned}Q_{H_2O} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\Q_{H_2O} &= 0,5 \text{ kg} \cdot 1,008 \frac{\text{kcal}}{\text{K} \cdot \text{kg}} \cdot 373 - 343 \text{ K} \\Q_{H_2O} &= 15,12 \text{ kcal/h}\end{aligned}$$

3.2.2.3.3 Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor

$$\begin{aligned}Q &= Q_{H_2O} + Q_M \\Q &= 15,12 + 1135,00 \text{ kcal/h} \\Q &= 1150,12 \text{ kcal/h} \\Q &= A \cdot U \cdot \Delta T \\U &= \frac{Q}{A \cdot \Delta T} \\U &= \frac{1150,12 \text{ kcal/h}}{1,62 \text{ m}^2 \cdot (50^\circ\text{C})} \\U &= 14,20 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2\text{C}} \cdot \frac{4,1868 \text{ kJ}}{1 \text{ kcal}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \\U &= 0,017 \frac{\text{kJ}}{\text{m}^2\text{s}^\circ\text{C}}\end{aligned}$$

Se reemplazan los valores en la ecuación de balance de energía:

$$\Delta U = Q$$

$$Q_f = u A_t (T_f - T_A)$$

$$981,00 \text{ kcal/h} = u A_t (T_f - T_A)$$

$$981,00 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 14,22 \frac{\text{kcal}}{\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1,38 \text{ m}^2 \cdot (T_f - 17^\circ\text{C})$$

$$T_f = 67^\circ\text{C}$$

Del cálculo sabemos que la temperatura a la que estará la pulpa después del calentamiento es 67 ° C, es decir no existen pérdidas considerables de calor, por lo que no se requiere de un aislamiento térmico.

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Propuesta de diseño

TABLA 3-3: DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE LAVADO

| DESCRIPCIÓN | VARIABLE | INDICADOR |
|-------------------------------------|----------------------|-----------------|
| MEDIDAS DEL TANQUE DE LAVADO | | |
| TANQUE | Valor | Unidades |
| Volumen | 0,47 | m ³ |
| Diámetro | 0,95 | m |
| Altura | 0,77 | m |
| Material | Acero Inoxidable 304 | - |
| SISTEMA DE TUBERÍAS | | |
| Potencia de la bomba | 0,50 | HP |
| Material | PVC | - |

Fuente: OCAÑA, E. 2015

TABLA 3-4: DIMENSIONAMIENTO DE LA MARMITA

| DESCRIPCIÓN | VARIABLE | INDICADOR |
|------------------------------|-------------------------|-----------------|
| MEDIDAS DE LA MARMITA | | |
| TANQUE | Valor | Unidades |
| Volumen | 0,47 | m ³ |
| Diámetro Interno | 0,85 | m |
| Diámetro Externo | 0,94 | m |
| Diámetro Chaqueta | 0,085 | m |
| Altura | 0,97 | m |
| Material | Acero Inoxidable 304 | - |
| CANASTILLA INTERNA | | |
| Diámetro de la canastilla | 0,80 | m |
| Altura de la canastilla | 0,92 | m |
| Diámetro de perforaciones | 0,015 | m |

Fuente: OCAÑA, E. 2015

TABLA 3-5: DIMENSIONAMIENTO DE LA DESPULPADORA

| DESCRIPCIÓN | VARIABLE | INDICADOR |
|--|----------------------|-----------------|
| TOLVA DE ALIMENTACIÓN | | |
| Volumen | 0,41 | m ³ |
| Altura | 0,45 | m |
| Ancho boca de alimentación | 0,65 | m |
| Ancho ingreso a cámara de despulpado | 0,25 | m |
| MEDIDAS DE CÁMARA DE DESPULPADO | | |
| TANQUE | Valor | Unidades |
| Longitud | 1,00 | m |
| Radio | 0,36 | m |
| Material | Acero Inoxidable 304 | - |
| MEDIDAS DEL TANQUE TAMIZ | | |
| Longitud | 0,97 | m |
| Diámetro | 0,51 | m |
| Radio del Rotor | 0,20 | m |
| SISTEMA DE DESPULPADO | | |
| Potencia | 1 | HP |
| Velocidad | 155 | rpm |

Fuente: OCAÑA, E.2015

TABLA 3-6: DIMENSIONAMIENTO DEL PASTEURIZADOR

| DESCRIPCIÓN | VARIABLE | INDICADOR |
|----------------------------------|--------------|-----------------|
| MEDIDAS DEL PASTEURIZADOR | | |
| TANQUE | Valor | Unidades |
| Volumen | 0,29 | m |
| Diámetro Interno | 0,85 | m |
| Diámetro Externo | 0,94 | m |
| Diámetro Chaqueta | 0,085 | |
| Altura | 0,61 | m |
| SISTEMA DE AGITACIÓN | | |
| Velocidad | 0,8 | r.p.s |
| Longitud del brazo | 0,50 | m |
| Espesor del Agitador | 0,005 | m |

| | | |
|---|------|----|
| Diámetro del Rodete | 0,60 | m |
| Distancia del Fondo de la marmita y el Rodete | 0,08 | m |
| Alto de la Paleta | 0,10 | m |
| Potencia del Agitador | 1,5 | HP |
| Número de Paletas | 2 | - |

Fuente: OCAÑA, E. 2015

TABLA 3-7: DIMENSIONAMIENTO DE BANDAS TRANSPORTADORAS

| DESCRIPCIÓN | VARIABLE | INDICADOR |
|---|--------------|-----------------|
| MEDIDAS DE LA BANDA TRANSPORTADORA | | |
| TANQUE | Valor | Unidades |
| Longitud | 1,93 | m |
| Ancho | 0,60 | m |
| Material | Uretano | - |
| Diámetro de Rodillos | 63,50 | mm |
| SISTEMA DE TRANSPORTE | | |
| Potencia | 0,15 | HP |
| Tipo de Rodamiento | Normal | - |

Fuente: OCAÑA, E. 2015

TABLA 3-8: DIMENSIONAMIENTO DE MESAS DE SELECCIÓN

| DESCRIPCIÓN | VARIABLE | INDICADOR |
|--|----------------------|-----------------|
| MEDIDAS DE LA MESA DE SELECCIÓN | | |
| TANQUE | Valor | Unidades |
| Longitud | 1,50 | m |
| Ancho | 0,70 | m |
| Altura caja de selección | 0,15 | m |
| Altura desde el piso | 0,90 | m |
| Material | Acero Inoxidable 304 | - |

Fuente: OCAÑA, E. 2015

3.4 REQUERIMIENTO PRESUPUESTARIO

3.4.1 Recursos Humanos

TABLA 3-9: RECURSOS HUMANOS

| DENOMINACIÓN | COSTO (dólares) |
|--|-----------------|
| Mano de Obra para montaje de planta | 1000 |
| Mano de Obra para adecuaciones de planta | 1000 |
| Asesoría de Planta | 1500 |
| TOTAL | 3500 |

Fuente: OCAÑA, E. 2015

3.4.2 Recursos Materiales

TABLA 3-10: COSTO DE EQUIPOS PROPUESTOS

| MAQUINARIA | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL |
|--|----------|----------------|--------------|
| Mesas de Selección Acero Inoxidable 304 AISI | 2 | 440 | 880 |
| Tanque para lavado de Acero Inoxidable | 1 | 780 | 780 |
| Bandas Transportadoras | 2 | 2500 | 5000 |
| Tanque para escaldado con canastilla perforada | 1 | 980 | 980 |
| Marmita para escaldado Capacidad 300 L | 1 | 3800 | 3800 |
| Despulpadora | 1 | 5326 | 5326 |
| Envasadora | 1 | 2000 | 2000 |
| Balanza para pesaje 250 kg | 1 | 180 | 180 |
| Bomba de Presión 1HP | 2 | 380 | 760 |
| Tubería para agua 1 m | 15 | 4,00 | 60 |
| Equipo de Laboratorio | - | 1500 | 1500 |
| TOTAL | | | 21266 |

Fuente: OCAÑA, E. 2015

3.4.3 Recursos Totales

TABLA 3-11: RECURSOS TOTALES

| DENOMINACIÓN | COSTO (dólares) |
|---------------------|------------------------|
| Recursos Humanos | 3500 |
| Recursos Materiales | 21266 |
| Subtotal | 24766 |
| Imprevistos (10%) | 2476,6 |
| TOTAL | 27242,6 |

Fuente: OCAÑA, E. 2015

3.5 Análisis y Discusión de Resultados

Después de identificar las variables que intervienen en el proceso de despulpado, se realizaron los cálculos para dimensionar los equipos, obteniendo:

Para el Tanque de Lavado valores de Volumen: $0,47 \text{ m}^3$, Altura del tanque: $0,77 \text{ m}$, Diámetro: $0,95 \text{ m}$, el tanque recibirá agua de lavado de la red pública que se almacena en una cisterna dentro de la planta para lo cual se requiere de una bomba de $0,5 \text{ HP}$.

Para la Marmita para Escaldado valores de Volumen: $0,47 \text{ m}^3$, Altura del tanque: $0,97 \text{ m}$, Diámetro: $0,85 \text{ m}$ para la Canastilla interna con perforaciones de $0,015 \text{ m}$, Altura de la canastilla: $0,92 \text{ m}$, Diámetro: $0,80 \text{ m}$, para mantener el buen estado físico de la fruta y facilitar la movilización de la misma.

Para la Despulpadora se considera tipo Horizontal de valores de Volumen: $0,41 \text{ m}^3$, Longitud: $1,00 \text{ m}$, Radio: $0,36 \text{ m}$, interiormente se debe colocar el tanque tamiz con las siguientes características: Longitud: $0,97 \text{ m}$ y Diámetro de $0,51$, la Luz de malla de 1 mm con tolerancia de $\pm 0,05 \text{ mm}$, la Velocidad de Rotación se encuentra en las 155 r.p.m , se observa que para condiciones críticas se puede manejar una velocidad angular de hasta 368 r.p.m .

Para el Pasteurizador para el Tratamiento térmico y Homogenización valores de Volumen: $0,29 \text{ m}^3$, Altura del tanque: $0,61 \text{ m}$, Diámetro: $0,85 \text{ m}$, Velocidad de Agitación: $0,8 \text{ r.p.s}$, Longitud de brazo agitador: $0,50 \text{ m}$, Potencia del Agitador: $1,5 \text{ HP}$, se considera un agitador con 2 paletas tipo planas en el sistema para mantener una adecuada homogenización de la pulpa.

Para las Bandas Transportadoras utilizadas para la movilización de materia prima tendrán una Longitud: $1,93 \text{ m}$, Ancho: $0,60 \text{ m}$, Diámetro de Rodillos: $63,50 \text{ mm}$; Potencia: $0,15 \text{ HP}$, para Rodamiento de tipo Normal.

Para la Mesa de Selección utilizada en la clasificación de materia prima se necesitan dos mesas lineales de Acero Inoxidable de Longitud: $1,50 \text{ m}$, Ancho: $0,70 \text{ m}$, Altura de Caja de Selección: $0,15 \text{ m}$.

Todos los equipos se construirán con Acero Inoxidable Tipo AISI 304, calificado para el procesamiento de alimentos, debido a su resistencia a la corrosión y mayor vida útil.

Las tuberías para paso de agua, fría o caliente serán de PVC del color correspondiente, para agua fría gris o y para agua caliente rojo. En el caso de tuberías para vapor deben ser de acero del color característico.

Los equipos pueden procesar sin inconveniente pulpa de: naranjilla, mora y tomate de árbol, que de acuerdo a la NORMA TÉCNICA INEN 2337:2008 concuerdan con las siguientes características: Parámetros Físicos.- $\rho = 1035 \text{ kg/m}^3$, $\mu = 1,093 \text{ kg/ms}$

Parámetros Químicos.- $pH = 3,28$ Parámetros Microbiológicos.- Para Coliformes Totales, E.Coli, Mohos, Levaduras y Aerobios Mesófilos UFC/g <10.

En promedio se obtiene un Rendimiento entre 60-70% de pulpa en función de la fruta.

La distribución de los equipos se realizará en el espacio adecuado considerando una distancia mínima de separación para movilización de 0,80 m entre equipo y equipo. Se ocupa alrededor del 80% de espacio en planta, lo que es un porcentaje favorable.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Las frutas utilizadas como materia prima para producción de pulpa tienen las siguientes características promedio: Datos para Mora; Diámetro de Frutos: 0,0220 m, Diámetro de Semillas: 1,33 mm, Peso Individual: 0,0075 kg. Datos para Tomate de árbol; Diámetro de Frutos: 0,0450 m, Diámetro de Semillas: 3,25 mm, Peso Individual: 0,095 kg. Datos para Naranja; Diámetro de frutos: 0,0485 m, Semillas: 1,25 mm, Peso Individual: 0,056 kg,
- Para un diseño óptimo de la planta despulpadora son necesarios: Tanque de Lavado, Marmita, Despulpadora, Pasteurizador, Mesas de Selección y Bandas Transportadoras.

En el proceso se debe realizar la Recepción y Selección de la materia prima, el Lavado en un Tanque con agua clorada a 6 ppm proveniente de la red pública a temperatura ambiente de 17 ° C promedio; el Escaldado usando para este proceso la Marmita con agua caliente a 80 ° C; el Despulpado con una Despulpadora tipo horizontal, el Pasteurizado con un Pasteurizador de chaqueta donde permanece la fruta por un tiempo promedio de calentamiento de 15 minutos a 75° C, el Envasado y Almacenamiento de producto terminado en el Cuarto Frío a -4 ° C hasta su distribución.

- Los balances de masa en cada etapa proporcionan información detallada de cantidades de productos de entrada y salida, el rendimiento en las etapas de: Lavado, Escaldado y Pasteurizado son mayores al 90%, mientras que en el Despulpado es del 65%, porcentaje que dependerá de la fruta a procesar.

Para obtener 250 kg/h de Producto Terminado se requiere que ingresen 385 kg/h de Materia Prima. Los balances de energía no reflejan una pérdida notable de calor, por lo cual no se necesita usar un aislante térmico en ninguno de los equipos, marmita o pasteurizador.

- PROALIMENTOS cuenta con un espacio físico disponible de 5 x 10 m para la instalación de la planta; una caldera a diesel para la generación de calor con sus respectivas conexiones de tuberías, y un cuarto frío en los exteriores de la planta, ambos

funcionales; los nuevos equipos e instalaciones ocuparán el 80% del espacio disponible, todas las etapas deben estar interconectadas entre sí facilitando la puesta en marcha del proceso.

- Las muestras de pulpa de mora, tomate de árbol y naranjilla tienen las siguientes características: Datos para Mora: pH: 3,05, ° Brix: 10,50, Densidad: 1040 kg/m³. Datos para Tomate de árbol: pH: 3,70, ° Brix: 10,50, Densidad: 1040 kg/m³. Datos para Naranjilla pH: 3,28, ° Brix: 9,0, Densidad: 1035 kg/m³ a 20°C y Viscosidad de 1,093 kg/ms. Para parámetro Microbiológicos: Coliformes Totales, E. Coli, Mohos, Levaduras y Aerobios Mesófilos UFC/g <10 y para características organolépticas color y sabor no objetables.

Las pulpas obtenidas mediante el proceso cumplen con los parámetros permisibles en todos sus rangos y son aptas para la comercialización.

RECOMENDACIONES

- Elaborar un Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para la Planta Despulpadora de Frutas de PRO ALIMENTOS Riobamba.
- Elaborar un Manual de Funcionamiento de los Equipos existentes en la Planta.
- Tomar una o dos muestras de respaldo de producto terminado por cada lote producido para realizar sus análisis físicos, químicos y biológicos y llevar un archivo de registro de los resultados.
- Analizar las muestras una vez al año en un laboratorio acreditado por la OAE Organización Ecuatoriana de Acreditación, para tener un respaldo legal de la calidad del producto.
- Implementar el Laboratorio existente en PRO ALIMENTOS a la mayor brevedad posible, para adaptarlo a las necesidades de los análisis: físicos y químicos de la pulpa.
- Realizar los trámites pertinentes para la obtención del Registro Sanitario para las diferentes presentaciones de pulpa de fruta.
- Capacitar periódicamente al personal de Planta en el conocimiento de las Normas de Calidad INEN 2337:2008 de Requisitos para Pulpas, Jugos y Néctares, así como en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).
- Realizar un mantenimiento programado y limpieza de todos los equipos e instalaciones.

BIBLIOGRAFÍA

ALVARADO, J. Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos. Quito-Ecuador. Radio Comunicaciones-División de Artes Gráficas. 1996. Pp. 8-11.

ALDANA, A., & OSPINA, J. Terranova Enciclopedia Agropecuaria, Ingeniería y Agroindustria. 2. ed. Bogotá-Colombia. Terranova Editores. 1995. Pp. 216-254.

ANSÓ, S., & DEMMING S. Estudio Teórico Experimental de la Agitación. <http://www.unizar.es/dctmf/jblasco/AFTAgitacion/index.htm>
2015/11/14

BRITO, H. Texto Básico de Mecánica de Fluidos. Riobamba-Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2006. Pp. 77-97.

CAMACHO, G. Obtención de Pulpa de Frutas. Bogotá-Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural & Corporación Colombia Internacional. 2008. Pp.1-9.
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obpulpfru/p1.htm>
2015/03/10

CARBALLO, J., & LOCÍN, M. Técnica de la Ingeniería Alimentaria. Madrid-España. Editorial Dossat. 1965. Pp. 150-170.

CASTILLO, J. Diseño de Sistemas Productivos. Departamento de Ingeniería Industrial UNAM. Ciudad de México, D. F. - México. Pp. 11-46.
<http://www.ingenieria.unam.mx/industriales/descargas/documentos/catedra/apuntesDSP.pdf>
2015/01/20

COLOMBIA, INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS (ICONTEC). Frutas procesadas, jugos y pulpas de frutas. NTC 404:1998. Bogotá-Colombia. 1998. Pp. 5.

ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). Requisitos para Agua Potable. INEN 1108:2006. Quito-Ecuador. 2006. Pp. 5-7.

ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). Requisitos para Jugos, Pulpas, Concentrados, Néctares, Bebidas de Frutas y Vegetales. INEN 2337:2008. Quito-Ecuador. 2008. Pp.1-4.

ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). Requisitos para Mercados Saludables. INEN 2687:2013. Quito-Ecuador. 2013. Pp. 8.

GÓMEZ, M., & VELASCO, H. Diseño y Construcción de una Planta Prototipo Procesadora de Frutas. (TESIS). (ING. MECÁNICO). Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Bucaramanga- Colombia. 2010. Pp. 72-158

LUQUE, J. Estudio Experimental de la Obtención de Pulpa de Guayaba. Quito-Ecuador. 2009.

<http://www.scribd.com/doc/8920799/Pulpa-de-Guayaba>
2014/12/10

MONDELO, P., & GREGORIE, E. Fundamentos de Ergonomía. 3.ed. Medellín-Colombia. Alfa Omega Ediciones. 2001. Pp. 20-45.

PALACIOS, A. Adecuación de un tanque agitador para pasteurización de pulpa de fruta. (TESIS). (M. Sc. CIENCIA ALIMENTARIA). ESPOL. Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil-Ecuador. 2011. Pp. 23-45.

PERRY, J., et al. Manual del Ingeniero Químico. 3.ed. Ciudad de México, D. F. - México. Mc Graw Hill. 1994. Tomo II. Capítulo 10-19.

SANTACRUZ, E., & SUAREZ, J. Diseño y Modelamiento de Máquinas Dosificadoras y Empacadoras de Frutas. Bogotá- Colombia. Universidad de la Salle. 2007. Pp. 30-60.
<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16664/T44.07%20S59d.pdf?sequence=1>
2015/01/20

SENSER, F., & SCHERZ H. El pequeño “Souci-Fachmann-Kraut”- Tablas de Composición de Alimentos. Zaragoza-España, Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie. 2001. Pp.370-380

VAXA SOFTWARE. Tabla de Calores Específicos del Agua entre 0° y 100° C.
http://www.vaxasoftware.com/doc_edu/qui/caloresph2o.pdf
2015/03/20

ANEXO A: VALOR DE LAS CONSTANTES DE ACCESORIOS

| Accesorio | | Constante (K) |
|---|--|---------------|
| Válvula de globo | | |
| Asiento biselado completamente abierta | | 6,40 |
| 50 % abierta | | 9,50 |
| Asiento compuesto completamente abierta | | 6,00 |
| 50 % abierta | | 8,50 |
| Asiento de tapón de disco completamente abierta | | 10,00 |
| 75 % abierta | | 13.00 |
| 50 % abierta | | 36.00 |
| Válvula de ángulo completamente abierta | | 5,00 |
| Válvula de retención | | |
| De charnela completamente abierta | | 2,50 |
| De bola | | 70.00 |
| Válvula de compuerta | | |
| De disco prismático completamente abierta | | 0,19 |
| 75% abierta | | 1,15 |
| 50 % abierta | | 5,60 |

| NOTAS | Categoría del Diagrama | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO | CONSTANTES PARA ACCESORIOS | | |
|-------|---|--|----------------------------|------------|-------|
| | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | | Lámina | Escala | Fecha |
| | | | | 2015/04/22 | |

ANEXO B: VALOR DE LAS CONSTANTES DE ACCESORIOS

| Accesorio | | Constante (K) |
|--|--|----------------------|
| Válvula de escape o Y | | |
| Llave de expulsión completamente abierta | | 3,00 |
| Llave o grifo de disco (grifo de corcho) | | |
| Ángulo con la horizontal 5° | | 0,05 |
| 10° | | 0,29 |
| 20° | | 1,56 |
| 40° | | 17,30 |
| Válvula de mariposa (cerradura de disco) | | |
| Ángulo con la horizontal 5° | | 0,24 |
| 20° | | 1,54 |
| Codos | | |
| 90° estándar roscado | | 0,90 |
| radio medio roscado | | 0,75 |
| radio largo roscado | | 0,60 |
| en escuadra | | 1,30 |
| 45° estándar roscado | | 0,42 |

| NOTAS | Categoría del Diagrama | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO | CONSTANTES PARA ACCESORIOS | | |
|-------|---|---|-------------------------------|--------|------------|
| | | | Lámina | Escala | Fecha |
| | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO | | | 2015/04/22 |

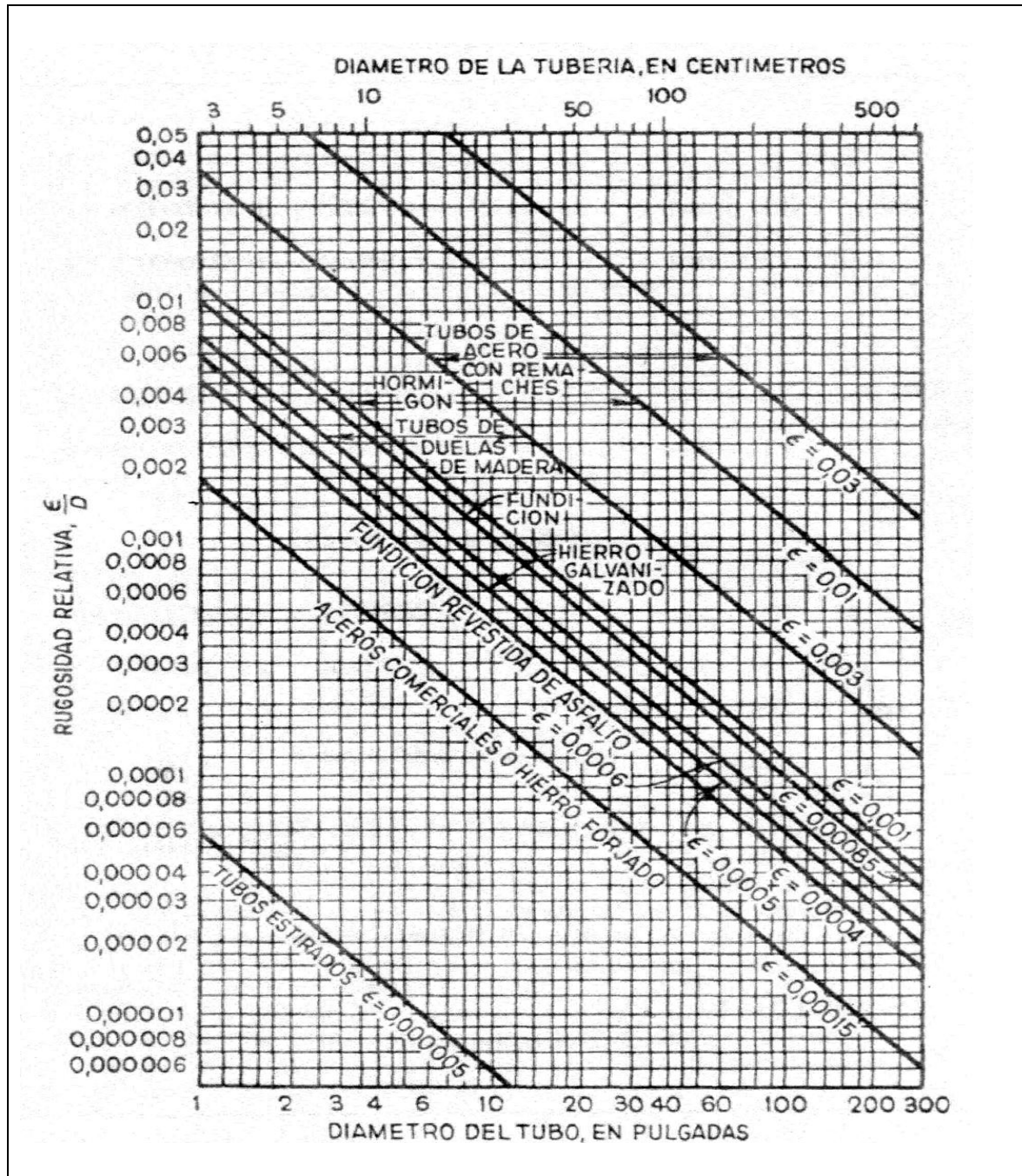
ANEXO C: COEFICIENTE DE RUGOSIDAD ABSOLUTA PARA TUBERÍAS COMERCIALES

| Tubería | Rugosidad Absoluta (mm) |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Vidrio, Cobre o Latón estirado | 0,001 (Lisa) |
| Latón Industrial | 0,025 |
| Acero Laminado Nuevo | 0,05 |
| Acero Laminado Oxidado | 0,15-0,25 |
| Acero Laminado con Incrustaciones | 1,5-3,0 |
| Acero Asfaltado | 0,015 |
| Acero Soldado Nuevo | 0,03-0,1 |
| Acero Soldado Oxidado | 0,4 |
| Hierro Galvanizado | 0,15-0,20 |
| Cemento Alisado | 0,3-0,8 |
| Duela de Madera | 0,183-0,091 |
| Plástico (PE, PVC) | 0,0015 |
| Hormigón | 0,3-3,0 |

Fuente: http://www.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/Temas/TablaRugosidadAbsolutaMateriales.pdf

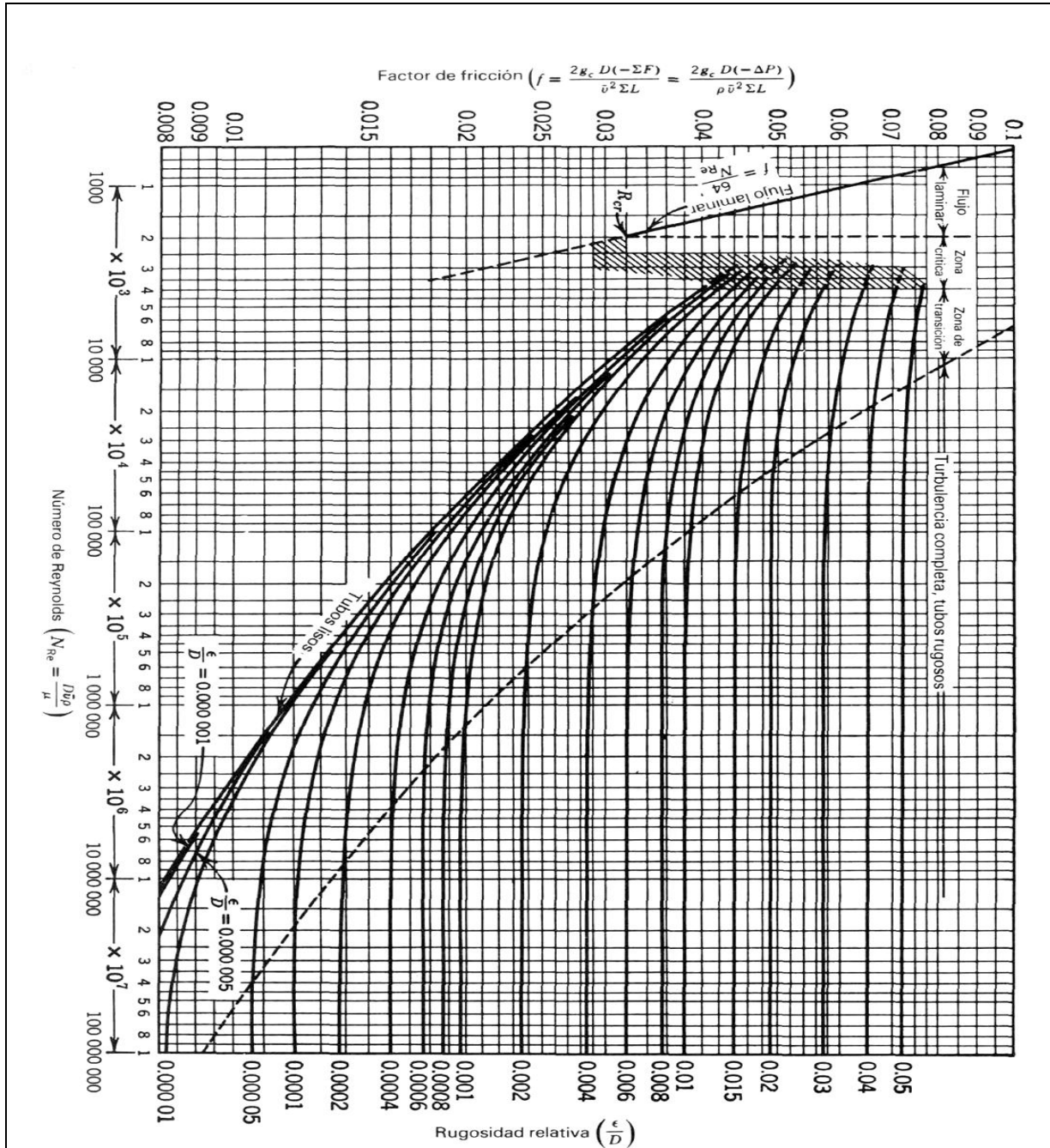
| NOTAS | Categoría del Diagrama | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO | COEFICIENTE DE RUGOSIDAD ABSOLUTA PARA TUBERÍAS | | |
|-------|---|--|--|------------|-------|
| | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | | Lámina | Escala | Fecha |
| | | | | 2014/04/22 | |

ANEXO D: RUGOSIDAD RELATIVA EN FUNCION DEL DIAMETRO



| NOTAS | Categoría del Diagrama | <p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO</p> | DIAGRAMA DE RUGOSIDAD RELATIVA | | |
|-------|---|---|--------------------------------|--------|------------|
| | | | Lámina | Escala | Fecha |
| | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | | | | 2015/04/22 |

ANEXO E: DIAGRAMA DE MOODY



| NOTAS | Categoría del Diagrama | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO | DIAGRAMA DE MOODY | | |
|-------|---|--|-------------------|------------|-------|
| | | | Lámina | Escala | Fecha |
| | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | | | 2015/04/22 | |

ANEXO F: ANÁLISIS DE LABORATORIO

a.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Ambato Ecuador Telefonos: 2400987 Correo: laconal@hotmail.com

"Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación N°: OAE LE C 10-008"

CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

| Certificado No:15-055 | | R01-5.10 06 | | | | |
|--|---|----------------|---|---------------------------------------|-------------------------|------------|
| Solicitud No:15-055 | Pág.:1 de 1 | | | | | |
| Fecha de recepción: 09 marzo 2015 | Fecha de ejecución de ensayos: 09-13 marzo 2015 | | | | | |
| Información del cliente: | | | | | | |
| Empresa: Particular | C.I./RUC: 0604096206 | | | | | |
| Representante: Evelyn Ocaña Patarón | Tlf: 2317296 | | | | | |
| Dirección: Av. Ocho de Noviembre y Milton Reyes | Email: evyce31@hotmail.es | | | | | |
| Ciudad: Riobamba | | | | | | |
| Descripción de las muestras: | | | | | | |
| Producto: Pulpa de naranjilla | Vulmen: 2u 500ml | | | | | |
| Marca comercial: n/a | Tipo de envase: funda plástica | | | | | |
| Lote: n/a | No de muestras: una | | | | | |
| F. Elb.: n/a | F. Exp.: n/a | | | | | |
| Conservación: Ambiente: Refrigeración: Congelación: | Almac. en Lab: n/a | | | | | |
| Cierres seguridad: Ninguno: Intactos: Rotos: | Muestreo por el cliente: | | | | | |
| RESULTADOS OBTENIDOS | | | | | | |
| Muestras | Código del laboratorio | Código cliente | Ensayos solicitados | Métodos utilizados | Unidades | Resultados |
| Pulpa de naranjilla | 5515139 | Ninguno | *Coliformes Totales | PE-01-5.4-MB AOAC 991.14. Ed 19, 2012 | UFC/g | <10 |
| | | | *E. Coli | PE-01-5.4-MB AOAC 991.14. Ed 19, 2012 | UFC/g | <10 |
| | | | Mohos | PE-02-5.4-MB AOAC 997.02. Ed 19, 2012 | UFC/g | <10 |
| | | | Levaduras | PE-02-5.4-MB AOAC 997.02. Ed 19, 2012 | UFC/g | <10 |
| | | | Aerobios Mesófilos | PE-03-5.4-MB AOAC 990.12. Ed 19, 2012 | UFC/g | <10 |
| | | | *Cenizas | INEN 401 | % | 0.96 |
| | | | *Proteína | AOAC 991.2 Ed 19, 2012 | % (Nx6.25) | 1.01 |
| | | | *Sólidos Totales | AOAC 920.151. Ed 19, 2012 | % | 10.6 |
| | | | *Grasa | PE13-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2003.06 | % | 0.062 |
| | | | *Carbohidratos Totales | Cálculo | % | 8.57 |
| | | | *Energía | Cálculo | Kcal/100g | 39 |
| | | | *pH | AOAC 942.15 Ed 19, 2012 / INEN 389 | Unidades de pH | 3.28 |
| | | | *Acidez | AOAC 942.15. Ed 19, 2012 | mg/100g (ácido cítrico) | 2.65 |
| | | | *Sólidos solubles | AOAC 932.12 Ed 19, 2012 / INEN 380 | *Brix | 9.0 |
| Conds. Ambientales: 19.2°C; 50%HR | | | | | | |
| Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE | | | | | | |
| | | | <p>DIRECTOR DE CALIDAD</p> <p>Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad</p> | | | |
| Autorización para transferencia electrónica de resultados: SI | | | | | | GR |

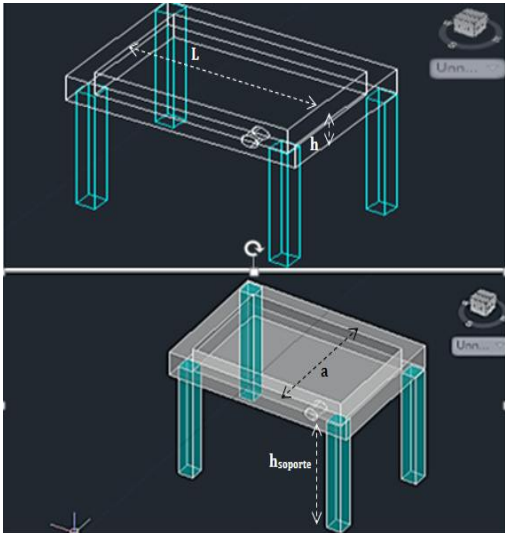
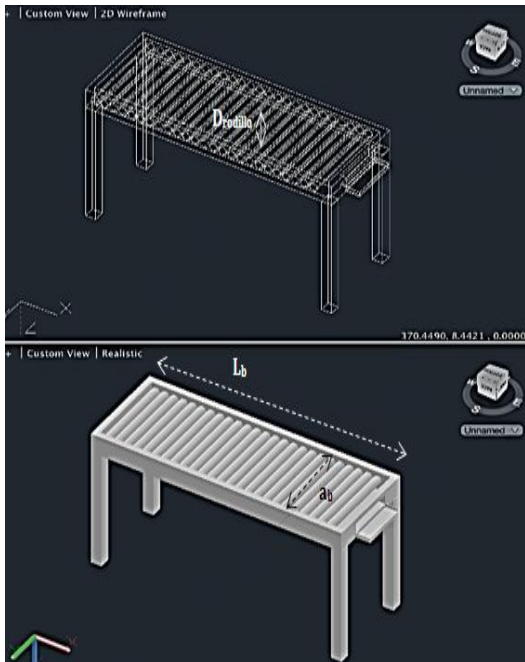
Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.

No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

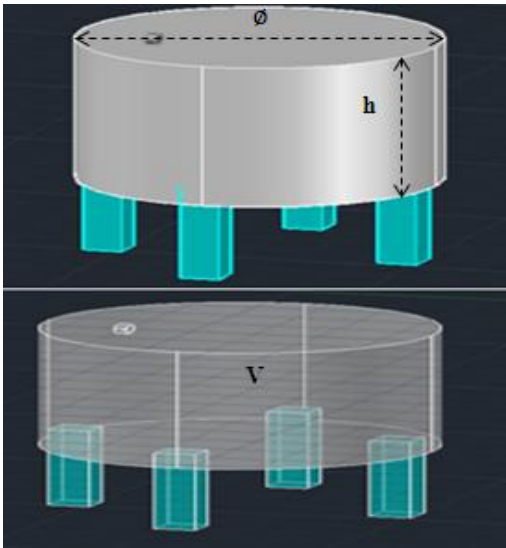
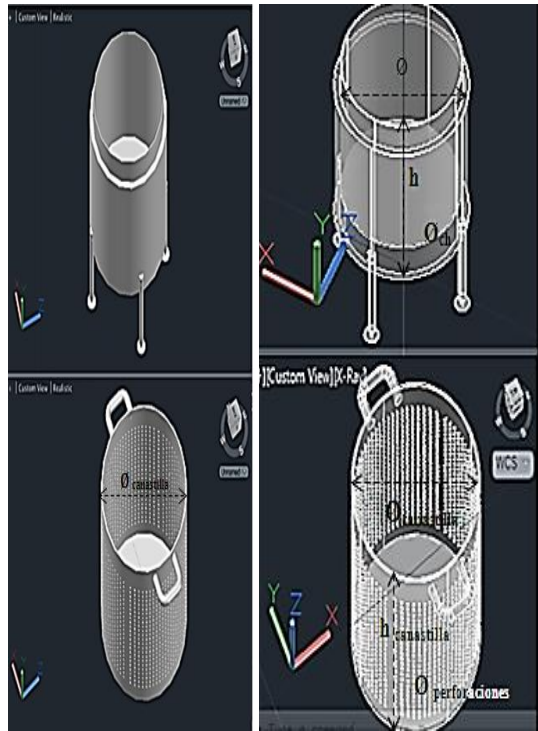
"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

| NOTAS | Categoría del Diagrama | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO | ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS | | |
|--------------------------------------|---|--|--|--------|------------|
| a. Análisis para pulpa de naranjilla | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | | FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA | Lámina | Escala |
| | | OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO | | | 2015/04/22 |

ANEXO G: ESQUEMA DE EQUIPOS

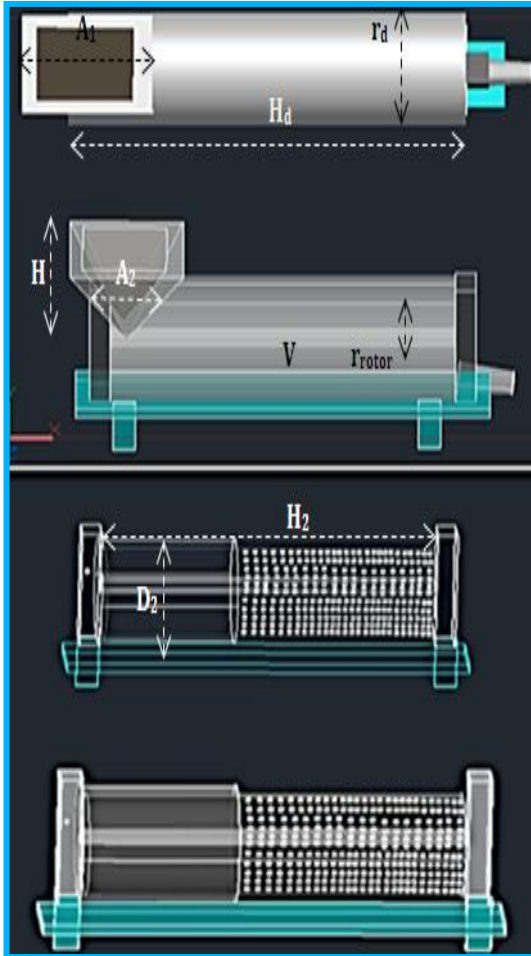
| a. | | | | | |
|---|---|---|------------------------------|------------|-------|
|  | DESCRIPCIÓN | VARIABLE | INDICADOR | | |
| | MEDIDAS DE LA MESA DE SELECCIÓN | | | | |
| | TANQUE | Valor | Unidades | | |
| | Longitud | 1,50 | m | | |
| | Ancho | ,70 | m | | |
| | Altura caja de selección | 0,15 | m | | |
| | Altura desde el piso | 0,90 | m | | |
| Material | Acero Inox. 304 | - | | | |
| b. | | | | | |
|  | DESCRIPCIÓN | VARIABLE | INDICADOR | | |
| | MEDIDAS DE LA BANDA TRANSPORTADORA | | | | |
| | TANQUE | Valor | Unidades | | |
| | Longitud | 1,93 | m | | |
| | Ancho | 0,60 | m | | |
| | Material | Uretano | - | | |
| | Diámetro de Rodillos | 63,50 | mm | | |
| | SISTEMA DE TRANSPORTE | | | | |
| | Potencia | 0,15 | HP | | |
| Rodamiento | Normal | - | | | |
| Inclinación | 45 | ° | | | |
| NOTAS | Categoría del Diagrama | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO | ESQUEMA 3D DE EQUIPOS | | |
| a. Mesas de Selección b. Banda Transportadora | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | | Lámina | Escala | Fecha |
| | | | 1:1 | 2015/04/22 | |

ANEXO H: ESQUEMA DE EQUIPOS

| <p>a.</p>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESC IPCIÓN</th> <th>VARIABLE</th> <th>INDICADOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">MEDIDAS DEL TANQUE DE LAVADO</td> </tr> <tr> <td>TANQUE</td> <td>Valor</td> <td>Unidades</td> </tr> <tr> <td>Volumen</td> <td>0,47</td> <td>m³</td> </tr> <tr> <td>Diámetro</td> <td>0,95</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Altura</td> <td>0,77</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>Acero Inox. 304</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">SISTEMA DE TUBERÍAS</td> </tr> <tr> <td>Potencia</td> <td>0,50</td> <td>HP</td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>PVC</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> | DESC IPCIÓN | VARIABLE | INDICADOR | MEDIDAS DEL TANQUE DE LAVADO | | | TANQUE | Valor | Unidades | Volumen | 0,47 | m ³ | Diámetro | 0,95 | m | Altura | 0,77 | m | Material | Acero Inox. 304 | - | SISTEMA DE TUBERÍAS | | | Potencia | 0,50 | HP | Material | PVC | - | | | | | | | | | |
|--|--|--|---|-----------|-------------------------------------|-------|--|---------------|--------------|-----------------|---------|------|----------------|------------------|------|---|------------------|------|---|-------------------|--------------------|---|----------------------------|------|---|----------|--------------------|----|---------------------------|-----|---|----------|------|---|----------------------|------|---|---------------------------|-------|---|
| | DESC IPCIÓN | VARIABLE | INDICADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEDIDAS DEL TANQUE DE LAVADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TANQUE | Valor | Unidades | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen | 0,47 | m ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diámetro | 0,95 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altura | 0,77 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Material | Acero Inox. 304 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SISTEMA DE TUBERÍAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Potencia | 0,50 | HP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Material | PVC | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>b.</p>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>VARIABLE</th> <th>INDICADOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">MEDIDAS DE LA MARMITA</td> </tr> <tr> <td>TANQUE</td> <td>Valor</td> <td>Unidades</td> </tr> <tr> <td>Volumen</td> <td>0,47</td> <td>m³</td> </tr> <tr> <td>Diámetro Interno</td> <td>0,85</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Diámetro Externo</td> <td>0,94</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Diámetro Chaqueta</td> <td>0,085</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Altura</td> <td>0,97</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>Acero Inox. 304</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">CANASTILLA INTERNA</td> </tr> <tr> <td>Diámetro</td> <td>0,80</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Altura de canastilla</td> <td>0,92</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Diámetro de perforaciones</td> <td>0,015</td> <td>m</td> </tr> </tbody> </table> | DESCRIPCIÓN | VARIABLE | INDICADOR | MEDIDAS DE LA MARMITA | | | TANQUE | Valor | Unidades | Volumen | 0,47 | m ³ | Diámetro Interno | 0,85 | m | Diámetro Externo | 0,94 | m | Diámetro Chaqueta | 0,085 | m | Altura | 0,97 | m | Material | Acero Inox. 304 | - | CANASTILLA INTERNA | | | Diámetro | 0,80 | m | Altura de canastilla | 0,92 | m | Diámetro de perforaciones | 0,015 | m |
| | DESCRIPCIÓN | VARIABLE | INDICADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEDIDAS DE LA MARMITA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TANQUE | Valor | Unidades | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen | 0,47 | m ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diámetro Interno | 0,85 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diámetro Externo | 0,94 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diámetro Chaqueta | 0,085 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altura | 0,97 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Material | Acero Inox. 304 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CANASTILLA INTERNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diámetro | 0,80 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altura de canastilla | 0,92 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diámetro de perforaciones | 0,015 | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>NOTAS</p> <p>a. Tanque de Lavado</p> <p>b. Marmita para escaldado y canastilla con perforaciones</p> | <p>Categoría del Diagrama</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | <p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO</p> | <p style="text-align: center;">ESQUEMA 3D DE EQUIPOS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Lámina</th> <th>Escala</th> <th>Fecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>1:1</td> <td>2015/04/22</td> </tr> </tbody> </table> | Lámina | Escala | Fecha | | 1:1 | 2015/04/22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lámina | Escala | Fecha | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1:1 | 2015/04/22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ANEXO I: ESQUEMA DE EQUIPOS

a.

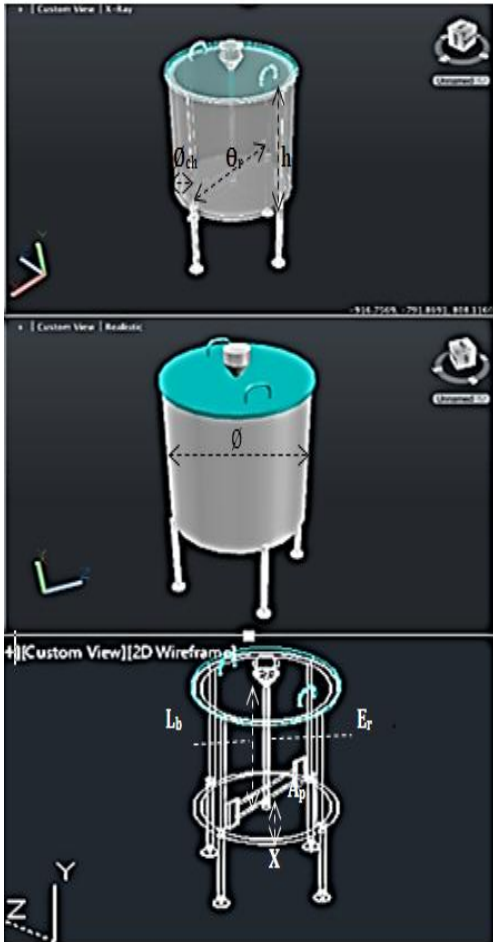


| DESCRIPCIÓN | VARIABLE | INDICADOR |
|--|----------------------|-----------------|
| TOLVA DE ALIMENTACIÓN | | |
| Volumen | 0,41 | m ³ |
| Altura | 0,45 | m |
| Ancho boca de alimentación | 0,65 | m |
| Ancho ingreso a cámara de despulpa | 0,25 | m |
| MEDIDAS DE CÁMARA DE DESPULPADO | | |
| TANQUE | Valor | Unidades |
| Longitud | 1,00 | m |
| Radio | 0,36 | |
| Material | Acero Inoxidable 304 | - |
| MEDIDAS DEL TANQUE TAMIZ | | |
| Longitud | 0,97 | m |
| Diámetro | 0,51 | m |
| Radio del Rotor | 0,20 | m |
| SISTEMA DE DESPULPADO | | |
| Potencia | 1 | HP |
| Velocidad | 155 | rpm |

| NOTAS | Categoría del Diagrama | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO | ESQUEMA 3D DE EQUIPOS | | |
|-------------------------------|---|--|-----------------------|--------|------------|
| | | | Lámina | Escala | Fecha |
| a. Despulpadora Horizontal | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | | | 1:1 | 2015/04/22 |

ANEXO J: ESQUEMA DE EQUIPOS

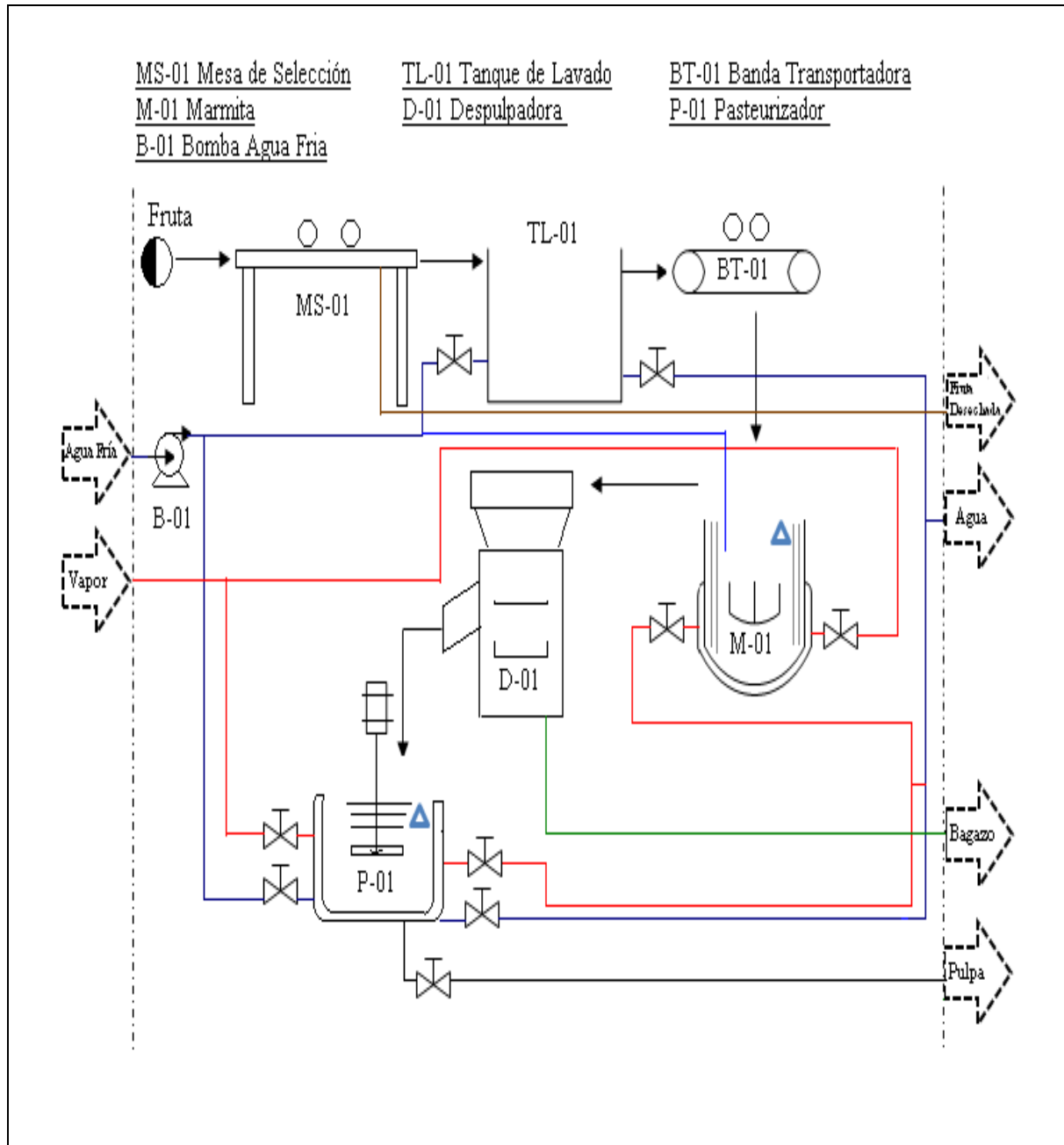
a.



| DESCRIPCIÓN | VARIABLE | INDICADOR |
|----------------------------------|--------------|-----------------|
| MEDIDAS DEL PASTEURIZADOR | | |
| TANQ E | Valor | Unidades |
| Volumen | 0,29 | m |
| Diámetro Interno | 0,85 | m |
| Diámetro Externo | 0,94 | m |
| Diámetro Chaqueta | 0,085 | |
| Altura | 0,61 | m |
| SISTEMA DE AGITACIÓN | | |
| Velocidad | 0,8 | r.p.s |
| Longitud del brazo | 0,50 | m |
| Espesor del Agitador | 0,005 | m |
| Diámetro del Rodete | 0,60 | m |
| Distancia del Fondo y el Rodete | 0,08 | m |
| Alto de la Paleta | 0,10 | m |
| Potencia | 1,5 | HP |
| Número de Paletas | 2 | - |

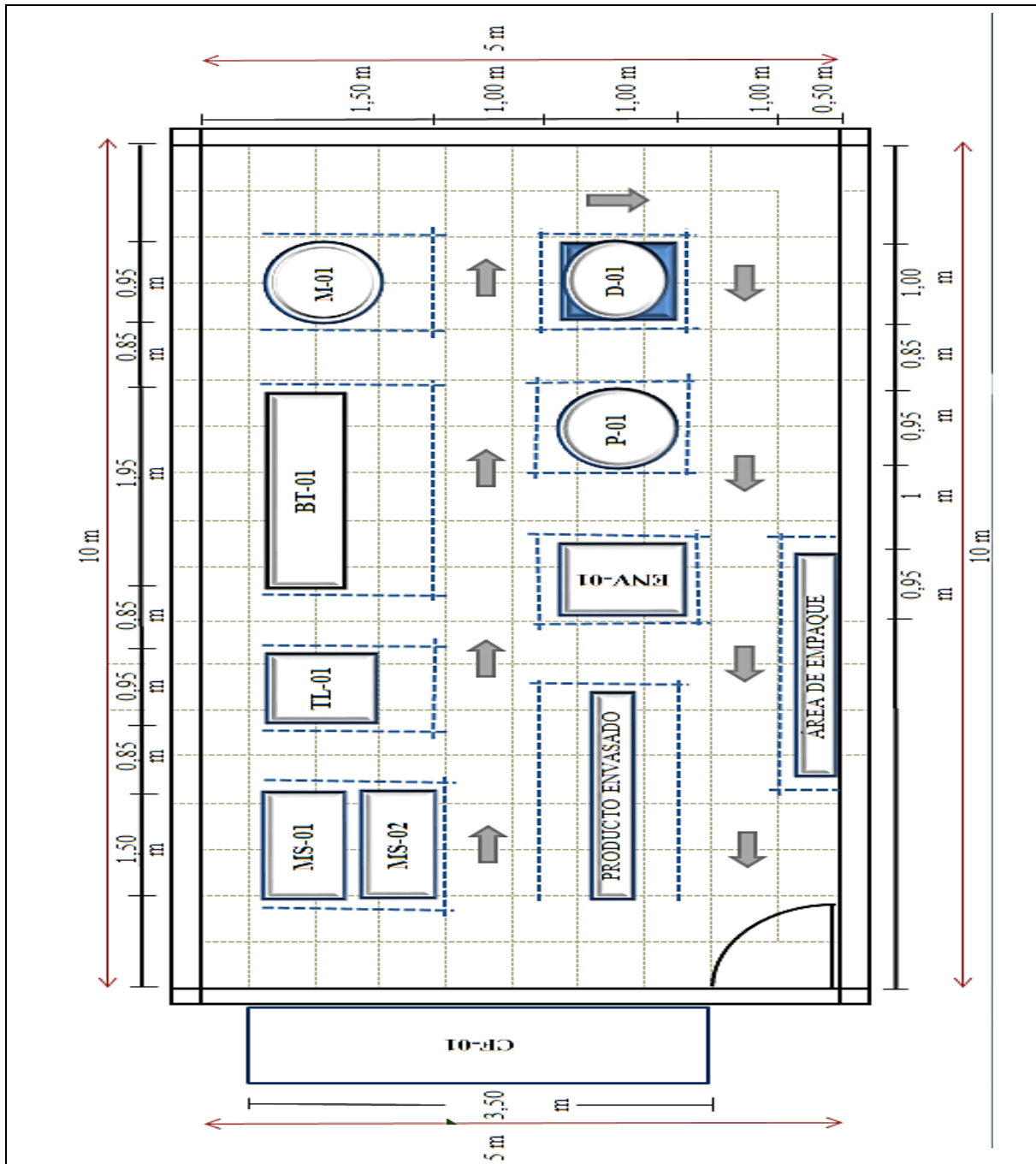
| NOTAS | Categoría del Diagrama | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO | ESQUEMA 3D DE EQUIPOS | | |
|---------------------|---|--|-----------------------|--------|------------|
| | | | Lámina | Escala | Fecha |
| a. Pasteurizador | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | | | 1:1 | 2015/04/22 |


ANEXO K: DIAGRAMA P&I DEL PROCESO



| NOTAS | Categoría del Diagrama | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO | DIAGRAMA DE DESPULPADO | | |
|-------|---|---|------------------------|--------|------------|
| | | | Lámina | Escala | Fecha |
| | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | | | 1:1 | 2015/04/22 |

ANEXO L: PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA



| NOTAS | Categoría del Diagrama | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO | PLANO DE PLANTA | | |
|---|---|--|-----------------|--------|------------|
|  Control de Temperatura | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO | Lámina | Escala | Fecha |
| | | | | 1:1 | 2015/04/22 |

ANEXO M: PROFORMA DE EQUIPOS

RIOLAC

**VENTA DE EQUIPOS - MAQUINARIA E INSUMOS PARA LACTEOS
CÁRNICOS Y MERMELADAS**

Dirección: Orozco 22-27 y Colon - Telf.: 0993 498 924 / 0998 423 679
E-mail: riolac.riobamba@yahoo.es
RIOBAMBA - ECUADOR

PROFORMA Nº 0000613

Lugar y Fecha: RIOBAMBA, 10 de ABRIL del 2015

Señores: EVELIN OCAÑA PATARON

| CANT. | DESCRIPCION | P. UNITARIO | P. TOTAL |
|-------|---|-------------|------------------------------------|
| 1 | TANQUE LAVADO CONSTRUIDO EN ACERO INOXIDABLE AISL 304, PATAS, RUEDAS LLAVE DE SALIDA LARGO: 0,97, ANCHO 0,94 CAPACIDAD: 0,5 m ³ | | 780,00 |
| 1 | MARQUETA DOBLE PARED, CONSTRUIDA EN ACERO INOX AISL 304 - 316 MOTOREDUCTOR ASPAS, VOLCABIE, LLAVE VAPOR O AGUA MANOMETRO DE PRENSION, PEDESTAL, CONSTRUIDO TUBO ACERO 1/2" CAPACIDAD 500 Lts. | | 3800,00 |
| 1 | TANQUE PARED SIMPLE CON CANASTILLAS PERFORADA, CAPACIDAD DE 100 LITROS, ACERO INOX AISL 304-316. | | 980,00 |
| 2 | BANDAS TRANSPORTADORAS, MOTOREDUCTOR TEFION ALIMENTARIO, VARILLAS 316 AISL - ACERO 304, PEDESTAL TUBO 1/2" 110 - 220 VOLT. LARGO: 1,90 m x 0,70 m. | 2500,00 | 5000,00 |
| 2 | MESAS DE SELECCION ACERO INOX 304 LARGO 1,50 x 0,70 ANCHO x 0,85 ALTO | 440,00 | 880,00 |
| 1 | BALANZA MECANICA CAPACIDAD DE 250 KILOS. | | 180,00 |
| | | | SUB TOTAL US. \$ 11620,00 |
| | | | IVA 12% US. \$ 1394,40 |
| | | | VALOR TOTAL US. \$ 13014,40 |


FIRMA AUTORIZADA

SON: _____

FORMA DE PAGO: 60% INICIO - 40% ENTREGA

TIEMPO DE ENTREGA: 20 DIAS

GARANTIA: 1 AÑO.



| NOTAS | Categoría del Diagrama | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO | PROFORMA | | |
|-------|---|---|----------|--------|------------|
| | | | Lámina | Escala | Fecha |
| | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | | | | 2015/04/22 |

ANEXO N: PROFORMA DE DESPULPADORA



Señores
PROALIMENTOS
 Presente.-
 Atn. Sr. Ing. Raúl Valverde

De mis consideraciones:

De acuerdo a lo solicitado por usted, nos es grato cotizar lo siguiente:

1. DESPULPADOR DE ACERO INOXIDABLE

Despulpador, refinador, para extracción de pulpas. Industrial, construido en acero inoxidable AISI 304; el equipo cuenta con un cuerpo cilíndrico; tolva superior de alimentación; tornillo transportador de producto; ducto delantero para expulsar los residuos; y salida inferior (en el cilindro) de pulpa o concentrado, refinado.

Paletas longitudinales técnicamente diseñadas para máximo rendimiento y eficiencia. Tamiz de despulpado con lámina perforada de Acero inoxidable AISI 304L 2B con agujeros de 1,5 mm.

Tamiz de refinado con perforaciones de 0,5 mm (para frutas de semilla fina).

Frutas procesables:

- Mora
- Fresa / frutilla
- Guayaba
- Tomate de árbol
- Piña troceada
- Maracuyá (sin cáscara)

Capacidad: 300 Kg/h, dependiendo de la fruta o producto a procesar.

El equipo contará con un motor monofásico a 110V / 60Hz de 2 HP de potencia motriz.

Sistema motriz accionado por poleas y correa tipo V.

Soportación sobre una estructura fabricada con tubería cuadrada de Acero inoxidable AISI 304L de 40 mm x 1,5 mm.

Acabados según ASME (Norma de acabados sanitarios), N. Sanitaria Americana 3-A.

VALOR UNITARIO: \$ 4.755,00

Aceitunos N68-105 y Av. Eloy Alfaro
 (593 2) 2807875 / (593 2) 2800961 / (593 9) 9442858
inoxidablesmt@gmail.com / www.inoxidablesmt.com
 Quito, Ecuador

| NOTAS | Categoría del Diagrama | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO | PROFORMA | | |
|-------|---|--|----------|--------|------------|
| | | | Lámina | Escala | Fecha |
| | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO | | | 2015/04/22 |

ANEXO O: PROFORMA DE EQUIPOS DE LABORATORIO



Primera Constituyente 23-13 y Morona
Teléfonos: 032942864/ 032966221
RIOBAMBA-ECUADOR

Señores;
PROALIMENTOS RIOBAMBA

Riobamba, 15 de Abril del 2015

PROFORMA

RUC.0602371445001

| CANT | DESCRIPCIÓN | PRECIO UNIT. | VALOR TOT. |
|------|--|-----------------|------------|
| 1 | MEDIDOR DE GRABOS BRUX O REFRACTOMETRO DE 0 A 85 MARCA MILWAUKE. RANGO PSU 0-50 PSU 0-50, Temperatura 0-80grados centigrados / 32, Temperatura +/- 0.3 grados centigrados / +/- Calibracion automatica. | 253,00 | 253,00 |
| 1 | MEDIDOR DE PA O PEACHIMETRO MARCA BOECO ALEMAN PT-70.Gran pantalla cribado muestra de pH y temperatura, al mismo tiempo, 1, 2 o 3 calibración de punto, con reconocimiento automático de tampón de Estados Unidos y juegos de tampones NIST. Pantalla eficiencia Electrodo, Módulo de electrodo reemplazable asegura utilidad ampliada, IP carcasa hermética al agua 67, Apagado automático Después de 10 minutos de inactividad, BOE 5190070 PH / Temp. Tester PT-70,Rangos:De 0 a 14 pH, MEDIDOR DE VISCOSIDAD O VISCOCIMETRO rotasionario ST20-20. RANGO DE VELOCIDAD DE 1'60--01-100 RANGO DE MEDIDA DE 20 A 600000CP, RANGO DE TEMPERATURA DE 0,0 A 0,100. MARCA SELECTA ESPANOL. | 283,00 | 283,00 |
| 1 | CALIBRADOR MARCA BOECO ALEMAN | 5.950,000 | 5.950,00 |
| 1 | PROBETA DE 500ML MARACA LMS ALEMANA | 101,00 | 101,00 |
| 1 | PICNOMETRO DE 5ML MARCA LMS ALEMAN | 27,50 | 27,50 |
| 1 | VASO DE PRECIPITACION DE 50ML BOECO ALEMAN | 16,20 | 16,20 |
| 1 | BALANZA ANALITICA BOECO ALEMANA, DE 0.01 MODELO PPS52 DE 2100 GRAMOS, CALIBERACION AUTOMATICA, LCD LUZ DE FONDOI | 3,50 | 3,50 |
| | | 1.100,00 | 1.100,00 |
| | | SUBTOTAL | 7.734,20 |
| | | IVA12% | 928,10 |
| | | TOTAL | 8.662,30 |
| | NOTA. EL VISCOSIMETRO SOLAMENTE BAJO PEDIDO, DE 45 A 60 DÍAS | | |

TECNOMEDICA
EDISON PROANO

| NOTAS | Categoría del Diagrama | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO | PROFORMA | | |
|-------|---|--|----------|--------|------------|
| | | | Lámina | Escala | Fecha |
| | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO | | | 2015/04/22 |

ANEXO P: PRUEBAS PILOTO

a.

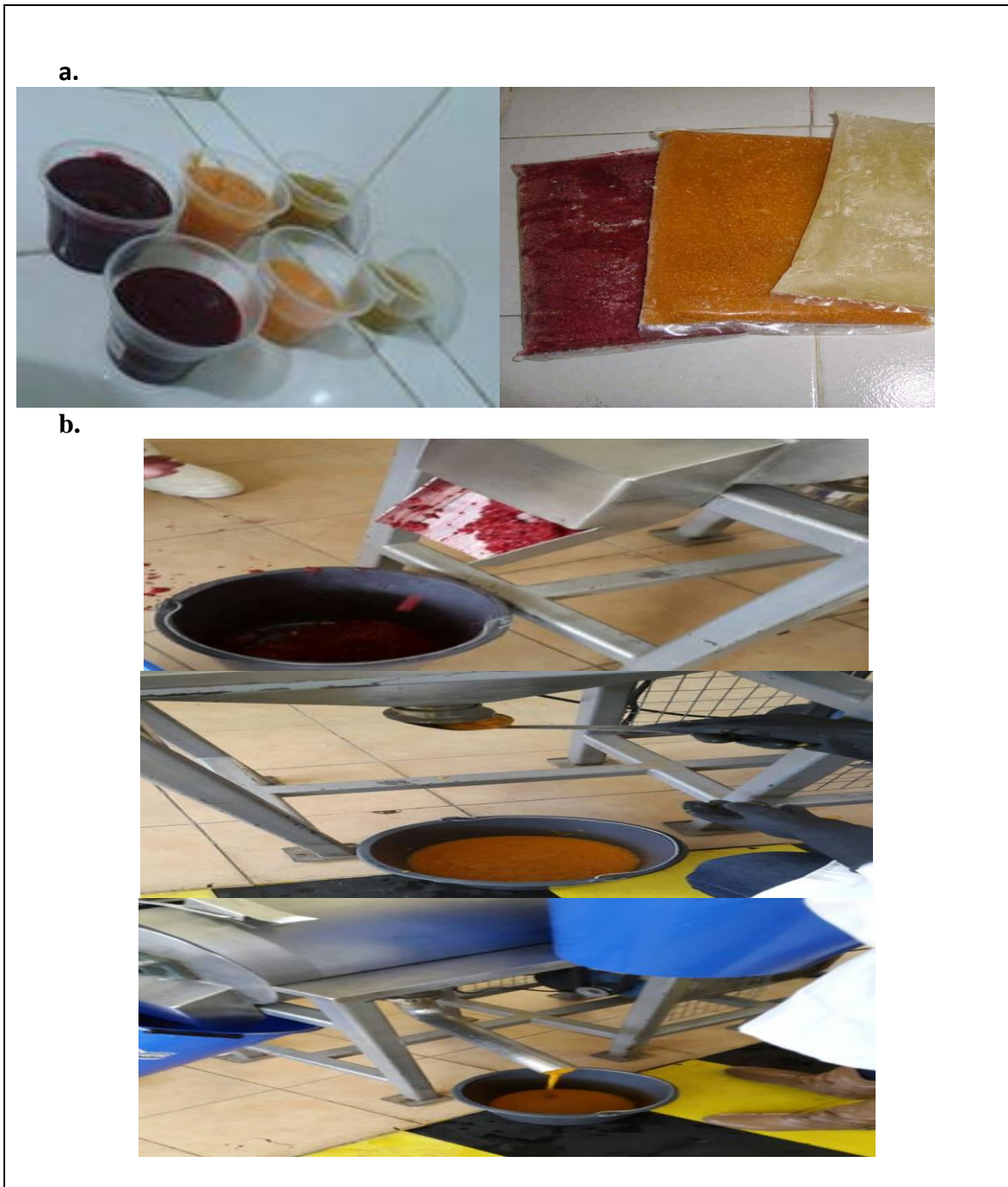


b.



| NOTAS | Categoría del Diagrama | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO | PRUEBA DE CARACTERIZACIÓN DE FRUTAS | | |
|---|---|---|---|--------|------------|
| a. Selección y Lavado. | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | | Lámina | Escala | Fecha |
| b. Medición diámetro de frutas y semillas | | | | | 2015/04/22 |

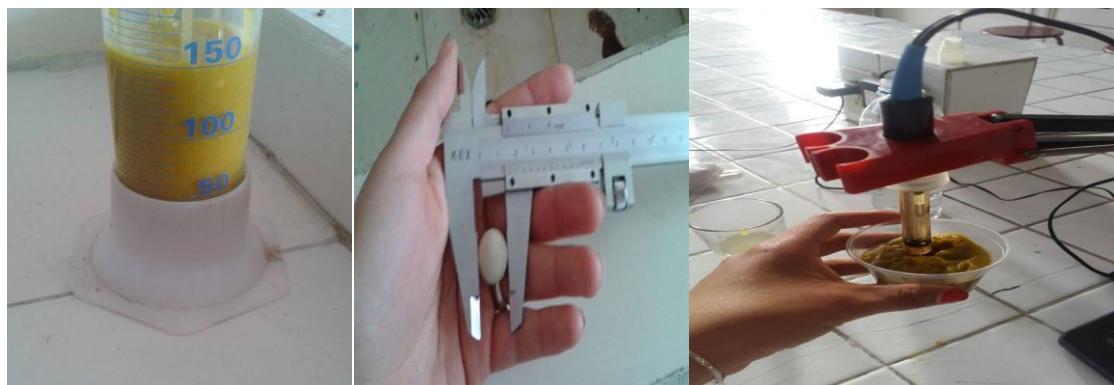
ANEXO Q: PRUEBAS PILOTO



| NOTAS | Categoría del Diagrama | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO | PRUEBA DE DESPULPADO | | |
|--------------------------|---|---|-------------------------|--------|------------|
| | | | Lámina | Escala | Fecha |
| a. Pulpas | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO | | | 2015/04/22 |
| b. Proceso de despulpado | | | | | |

ANEXO R: PRUEBAS FÍSICO- QUÍMICAS

a.



b.



| NOTAS | Categoría del Diagrama | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO | PRUEBAS DE CARACTERIZACIÓN DE FRUTAS | | |
|----------------------------|---|---|--|------------|-------|
| a. Viscosidad y pH | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | | Lámina | Escala | Fecha |
| b. Densidad y ° Brix | | | | 2015/04/22 | |

ANEXO S: CALDERA DISPONIBLE EN PLANTA

a.



b.



| NOTAS | Categoría del Diagrama | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO | DIAGNÓSTICO DE PLANTA | | |
|---|---|--|-----------------------|--------|------------|
| | | | Lámina | Escala | Fecha |
| a. Caldera Planta Riobamba | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | | | | 2015/04/22 |

ANEXO T: CUARTO FRÍO DISPONIBLE EN PLANTA

a.



| NOTAS | Categoría del Diagrama | ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA OCAÑA PATARÓN EVELYN ROCÍO | DIAGNÓSTICO DE PLANTA | | |
|-----------------------------------|---|---|-----------------------|--------|------------|
| | | | Lámina | Escala | Fecha |
| a. Cuarto Frío Planta Riobamba | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por calificar | | | | 2015/04/22 |