



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA: INGENIERIA ELÉCTRICO MECÁNICA**

**INCIDENCIA DE LAS CARACTERISTICAS DEL VAPOR  
SATURADO EN EL PROCESO DE PELETIZADO. PROPUESTA DE  
UN PLAN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN EL PROCESO DE  
PELETIZADO**

**AUTOR:**

**Ordóñez Toro, Roberth Andrés**

**TUTOR:**

**Ing. Orlando Philco Asqui MSc.**

**Guayaquil, Ecuador**

**2016**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA

### CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Ordóñez Toro, Roberth Andrés**, como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico-Mecánica**.

TUTOR

Ing. Orlando Philco Asqui MSc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Armando Heras Sánchez MSc.

Guayaquil, Febrero del 2016



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA: INGENIERIA ELÉCTRICO MECÁNICA

### DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Roberth Andrés Ordóñez Toro**

#### DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación **Incidencia de las características del vapor saturado en el proceso de peletizado. Propuesta de un plan para mejorar la eficiencia en el proceso de peletizado** previo a la obtención del Título de Ingeniería **Eléctrico-Mecánica**, ha sido desarrollada respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación, referido.

Guayaquil, Febrero del 2016

EL AUTOR

---

Roberth Andrés, Ordóñez Toro



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA: INGENIERIA ELECTRICOMECANICA

### AUTORIZACIÓN

Yo, **Roberth Andrés Ordóñez Toro**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación **Incidencia de las características del vapor saturado en el proceso de peletizado. Propuesta de un plan para mejorar la eficiencia en el proceso de peletizado**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, Febrero del 2016

EL AUTOR:

---

Roberth Andrés, Ordóñez Toro

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	xiv
AGRADECIMIENTOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
(ABSTRACT).....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	18
CAPITULO 1.....	19
1.1    Antecedentes.....	19
1.1.1    Nombre de la empresa.....	19
1.1.2    Ubicación.....	19
1.1.3    Dirección.....	19
1.1.4    Página web.....	19
1.2    Reseña histórica.....	19
1.3    Otras Fábricas de alimentos balanceados para camarón.....	20
1.4    Formulación del problema.....	21
1.5    Justificación.....	21
1.6    Alcance.....	22
1.7    Objetivos.....	23
1.7.1    Objetivos Generales.....	23
1.7.2    Objetivos Específicos.....	23
1.8    Hipótesis.....	23
2    CAPITULO 2.....	24
2.1    Definición del pellet.....	24
2.2    Procesos y métodos para la eficiencia del proceso de peletizado.....	24
2.2.1    Sistema de dosificación.....	24

2.2.2	Premezcladora.....	25
2.2.3	Molienda .....	26
2.2.4	Mezcladora.....	27
2.3	Proceso de peletizacion.....	28
2.3.1	Maquina Peletizadora.....	28
2.3.1.1	Funcionamiento. ....	29
2.3.2	Componentes para el proceso de peletizado.....	29
2.3.2.1	Tolva o recipiente de almacenaje.....	29
2.3.2.2	Tornillo sin fin alimentador. ....	30
2.3.2.3	Acondicionador doble eje.....	30
2.3.2.4	Dados .....	31
2.3.2.5	Rodillos.....	31
2.3.3	Importancia de eficiencia en el proceso de peletizado.....	32
2.3.4	Postacondicionador.....	34
2.3.5	Enfriador .....	34
2.3.6	Producto terminado.....	35
2.4	Generalidades del vapor.....	36
2.4.1	Definición del vapor.....	36
2.4.2	Tipos de vapor .....	36
2.4.2.1	Vapor húmedo .....	36
2.4.2.2	Vapor saturado .....	37
2.4.2.3	Vapor sobrecalentado.....	37
2.4.3	Titulo o calidad de vapor .....	37
2.4.3.1	Determinación de la calidad del vapor .....	38
2.4.3.2	Mediante la ecuación de Expansión de Joule-Thompson .....	39

2.5	Generadores de vapor .....	39
2.5.1	Caldera de vapor.....	40
2.5.2	Clasificación de las calderas .....	40
2.5.2.1	Calderas pirotubulares.....	40
2.5.2.2	Calderas acuatubulares .....	41
2.5.3	Partes que constituyen una caldera .....	41
2.5.3.1	Hogar.....	41
2.5.3.2	Quemadores.....	42
2.5.3.3	Sistema de alimentación de agua .....	42
2.5.3.4	Ablandamiento del agua .....	43
2.5.3.5	Control de combustión .....	44
2.5.3.6	Purga del caldero.....	45
2.6	Sistema de distribución de vapor .....	45
2.6.1	Manifold o cabezal de distribución.....	45
2.6.2	Red de tuberías principales y secundarias .....	47
2.6.2.1	Dimensionamiento de tuberías .....	47
2.6.2.2	Aislamiento térmico .....	49
2.6.3	Válvulas de globo.....	50
2.7	Sistema de reducción de presión de vapor saturado .....	51
2.7.1	Separador de condensado .....	51
2.7.2	Válvulas reductoras de presión .....	51
2.7.3	Válvulas proporcionales reguladoras de flujo .....	52
2.7.4	Válvula actuadora ON-OFF .....	52
2.8	Red de retornos de condensado.....	52
2.8.1	Formación de condensados .....	52

2.8.2	Impacto del condensado en la distribución de vapor saturado .....	53
2.8.3	Repercusiones de la eficiencia energética en el retorno de vapor saturado .....	53
2.8.4	Piernas colectoras de condensado.....	53
2.8.5	Sistema de retorno de condensado.....	54
2.8.5.1	Sistema abierto.....	54
2.8.5.2	Sistema cerrado.....	54
2.8.6	Trampas de vapor .....	54
2.8.7	Tipos de trampas de vapor .....	55
2.8.7.1	Trampas termostáticas .....	56
2.8.7.2	Trampas de flotador y termostáticas .....	56
2.8.7.3	Trampas de balde invertido.....	57
2.8.7.4	Trampas termodinámicas .....	57
2.9	Instrumentos de medición.....	58
2.9.1	Termómetro de resistencia de platino.....	58
3	CAPITULO 3 .....	59
3.1	Análisis de maquina peletizadora .....	59
3.1.1	Modelo .....	59
3.1.1	Propiedades .....	59
3.1.2	Estructura.....	60
3.1.2.1	Alimentador .....	61
3.1.2.2	Acondicionador .....	62
3.1.3	Dimensiones de máquina peletizadora.....	63
3.1.4	Operación .....	65
3.1.4.1	Condiciones de operación .....	65



3.1.4.2	Puntos de seguridad en la operación.....	65
3.1.4.3	Procedimiento de operación para el proceso de peletizado ...	66
3.2	Generación del vapor saturado.....	68
	Tabla 3-2 Especificaciones técnicas del caldero .....	68
3.2.1	Accesorios.....	68
3.2.1.1	Quemadores.....	69
	Tabla 3-3 Especificaciones técnicas de los quemadores .....	69
3.2.1.2	Tuberías e instrumentación.....	72
3.2.2	Panel de control .....	72
3.2.3	Sistema de combustible .....	73
3.2.3.1	Tanque de combustible.....	73
3.2.3.2	Bomba de combustible .....	73
3.2.4	Sistema de alimentación del agua.....	74
3.2.4.1	Tanque de alimentación de agua.....	74
3.2.4.2	Bombas de alimentación.....	74
3.2.4.3	Ablandador .....	75
3.2.4.4	Agitador de químico .....	76
3.2.4.5	Dimensiones y partes del agitador.....	77
3.2.5	Procedimiento para pre puesta en marcha del caldero.....	78
3.2.6	Procedimiento para pre puesta en marcha de alimentación del agua caliente	79
3.3	Sistema distribución de vapor saturado .....	80
3.3.1	Manifold Principal.....	80
3.3.2	Tubería principal .....	80
3.3.3	Manifold de distribución.....	81

3.3.4	Sistema de reducción de vapor .....	81
3.3.4.1	Línea 1.....	81
3.3.4.2	Línea 2.....	82
3.3.4.3	Línea 3.....	82
3.3.4.4	Línea 4.....	83
3.3.5	Sistema de retorno de condensado.....	83
3.3.5.1	Línea 1.....	83
3.3.5.2	Línea 2.....	84
3.3.5.3	Línea 3.....	84
3.3.5.4	Línea 4.....	84
4	CAPITULO 4.....	85
4.1	Determinación de las causas relevantes que disminuyen la calidad del vapor saturado .....	85
4.1.1	Titulo o calidad del vapor.....	85
4.1.2	Causas en el sistema de distribución de vapor saturado que disminuyen la calidad del vapor .....	86
4.2	Plan de desarrollo de la calidad del vapor saturado.....	92
	CONCLUSIONES.....	94
	BIBLIOGRAFÍA.....	97
	GLOSARIO.....	99
	ANEXOS .....	100
	ÍNDICE DE ANEXOS.....	100

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Sistema de dosificación de granos .....	25
Figura 2-2 Premezcladora horizontal de cintas .....	25
Figura 2-3 Molino de martillos.....	26
Figura 2-4 Mezcladora de tipo paletas .....	27
Figura 2-5 Maquina peletizadora .....	29
Figura 2-6 Dados .....	31
Figura 2-7 Rodillo .....	32
Figura 2-8 Post acondicionador .....	34
Figura 2-9 Enfriador .....	35
Figura 2-10 T-P .....	36
Figura 2-11 Caldera pirotubular .....	41
Figura 2-12 Ablandadores de agua.....	44
Figura 2-13 Dimensiones de tubería por método por velocidad .....	48
Figura 2-14 dimensiones de tubería por método de caída de presión.....	49
Figura 2-15 Válvula reguladora de presión .....	51
Figura 2-16 Trampas tipo flotador .....	56
Figura 2-17 Trampas de balde invertido .....	57
Figura 2-18 Trampas termodinámicas .....	58
Figura 3-1 Partes de una maquina peletizadora .....	60
Figura 3-2 Alimentador de una maquina peletizadora .....	61
Figura 3-3 Acondicionador de una maquina peletizadora .....	62
Figura 3-4 Dimensiones de una maquina peletizadora I .....	63
Figura 3-5 Dimensiones de una maquina peletizadora II .....	64
Figura 3-6 Fuerzas de compresión entre el rodillo y el dado.....	67

Figura 3-7 Dimensiones del quemador 1 .....	70
Figura 3-8 Dimensiones del quemador II .....	71
Figura 3-9 Dimensiones del tanque de almacenamiento .....	73
Figura 3-10 Tanque de alimentación de agua.....	74
Figura 3-11 Ablandador de agua y sus partes .....	75
Figura 3-12 Agitador de químico.....	77
Figura 3-13 Dimensiones y partes del agitador de químico.....	77
Figura 3-14 Manifold principal de distribución .....	80
Figura 3-15 Manifold de distribución .....	81
Figura 4-1 Termografía del manifold de distribución de vapor .....	87
Figura 4-2 Termografía de tuberías de distribución secundarias.....	88
Figura 4-3 Termografía trampa de balde invertido línea 2.....	88
Figura 4-4 Termografía trampa de balde invertido manifold de distribución .....	89
Figura 4-5 Termografía trampa de balde invertido línea 4.....	89
Figura 4-6 Evidencia de la falta de analisis piernas colectoras de condensado	90
Figura 4-7 Fuga y perdida de vapor por el sistema de retorno de condensado.	91

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Valores de solidos según la presión de trabajo .....	43
Tabla 2-2 Tipos de trampas .....	55
Tabla 3-1 Especificaciones técnicas de la maquina peletizadora.....	59
Tabla 3-2 Especificaciones técnicas del caldero.....	68
Tabla 3-3 Especificaciones técnicas de los quemadores .....	69
Tabla 3-4 Dimensiones en pulgadas de quemador i .....	70
Tabla 3-5 Dimensiones en pulgadas del quemador II .....	71
Tabla 3-6 Especificaciones técnicas .....	72
Tabla 3-7 Especificaciones técnicas .....	72
Tabla 3-8 Especificaciones de la bomba de combustible para el caldero.....	73
Tabla 3-9 Dimensiones del tanque de alimentación de agua .....	74
Tabla 3-10 Especificaciones técnicas de las bombas de alimentación de agua	74
Tabla 3-11 Dimensiones del manifold principal de distribución .....	80
Tabla 3-12 Especificaciones técnicas de la tubería principal .....	80
Tabla 3-13 Dimensiones del manifold de distribución .....	81
Tabla 3-14 Lista de componentes del sistema de reducción de vapor línea 1 ..	81
Tabla 3-15 Lista de componentes del sistema de reducción de vapor línea 2 ..	82
Tabla 3-16 Lista de componentes del sistema de reducción de vapor línea 3 ..	82
Tabla 3-17 Lista de componentes del sistema de reducción de vapor línea 4 ..	83
Tabla 3-18 Lista de componentes del sistema de retorno línea 1 .....	83
Tabla 3-19 Lista de componentes del sistema de retorno línea 2 .....	84
Tabla 3-20 Lista de componentes del sistema de retorno línea 3 .....	84
Tabla 3-21 Lista de componentes del sistema de retorno línea 3 .....	84
Tabla 4-1 Plan de desarrollo.....	92

## DEDICATORIA

*A mi hija Oriana*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres por su confianza y apoyo incondicional, a mis hermanos, tíos y demás familiares que estuvieron pendientes en mi periodo universitario.

A los maestros, ingenieros de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

A la empresa Alimentos S.A. por darme la oportunidad de ejercer mis conocimientos universitarios y emprender mi carrera profesional.

## RESUMEN

Durante los últimos años se ha visto en constante evolución la productividad en la industria, debido a los grandes avances tecnológicos y nuevas metodologías de operación. A este crecimiento de la industria se suman también acontecimientos y problemas que puedan condicionar con la productividad. Es por ello que es necesario de la investigación y el estudio para encontrar soluciones que puedan ser de alguna manera beneficiosos para la productividad.

El siguiente tema de titulación que se presenta estudiara los acontecimientos y sucesos del vapor saturado en un proceso de peletizado utilizado en la fabricación de pellets para alimentación animal.

El tema propuesto será estructurado e incluirá todas las partes involucradas que efectúan los procedimientos adecuados para llevar a cabo el proceso de peletizado.

Se define y se contextualiza en mayor énfasis al vapor saturado aplicado al proceso de peletización, también se levantara información y datos de operación de lo descrito en el tema, esto nos permitirá evaluar y analizar el presente estado de las instalaciones que operan en la producción de pellets.

Conforme a lo obtenido en el levantamiento de información y datos, finalmente se propondrá un plan detallado para mejorar la eficiencia en el proceso de peletizado.

**Palabras Claves:** *Peletizado, Calderas, Vapor saturado, Calidad de vapor, Retorno de condensado, Eficiencia.*



## **(ABSTRACT)**

Productivity in the industry, due to technological breakthroughs and new methods of operation has been constantly evolving over the past years. This growth of the industry there are also events and problems that can influence productivity. Therefore, it is necessary for the research and study to find solutions that may be somehow beneficial to productivity. The following item of qualification which arises to study events and events of steam saturated in a process of pelleting used in the manufacture of pellets for animal feed.

You will define and contextualizes with greater emphasis on the applied to the pelletizing process saturated steam, also rose information and data of operation as described in the topic, this will allow us to assess and analyse the present state of facilities operating in the production of pellets.

In accordance with obtained in the survey of information and data, finally will be proposed a detailed plan to improve the efficiency in the process of pelleting.

## INTRODUCCIÓN

El siguiente tema de titulación tiene el propósito de analizar un sistema de distribución de vapor de inyección-directa utilizado para la cocción de alimento balanceado en un molino acondicionador en un proceso de peletizado.

Las características principales se centran en la deficiencia del uso del vapor para la hidratación del alimento balanceado y las consecuencias que percuten a la producción y economía de esta industria.

Para establecer su problemática es importante reconocer sus causas. Una de ellas son las pérdidas de vapor que se efectúan en el transporte y su distribución, produciendo variaciones en el porcentaje de la calidad del vapor.

Estas pérdidas en las líneas de vapor son ocasionadas por un mal aislamiento, fugas producidas en puntos de unión, la falta de un sistema o piezas y elementos claves para un retorno de condensado.

El interés propuesto se origina por la problemática que conlleva la elaboración de pellets. Una de sus partes importantes del proceso de peletizado es precisamente la entrega e inyección de un vapor de calidad (saturado) al acondicionador para que con ello se logre un óptimo grado de gelatinización y mayor durabilidad del pellet.

En el ámbito profesional extender los conocimientos sobre eficientes sistemas de vapor aplicados a la industria, en este caso a un proceso de peletizado para la fabricación de alimento balanceado.

# **CAPITULO 1**

## **1.1 Antecedentes**

### **1.1.1 Nombre de la empresa**

ALIMENTSA S.A.

### **1.1.2 Ubicación**

DURÁN, GUAYAS, Ecuador

### **1.1.3 Dirección**

Km 6.5 Vía Durán Tambo

### **1.1.4 Página web**

[www.alimentsa.com](http://www.alimentsa.com)

## **1.2 Reseña histórica**

Alimentsa S.A. fue creada en el año de 1989, comenzó a operar en la Ciudad de Duran, Guayas, con el fin de fabricar alimentos balanceados que busquen combatir los problemas nutricionales en la producción principalmente del langostino, además de aves de corral, ganadería, etc.

Es una fábrica de alimentos balanceados especializada en acuicultura desarrollando productos de primera calidad y servicios integrados.

La empresa se dedica a la busca de soluciones a problemas nutricionales para la producción avícola y ganadería.

Se diferencia de los demás por su tecnología de procesamiento, ya que cuenta con nuevos equipos especializados para la elaboración de productos acuícola.

Con el proceso y una exigente selección de materias primas conseguimos un producto:

- De alto valor nutricional.
- Libre de contaminación microbiana.
- Con mejor absorción y digestibilidad de los nutrientes.
- Equilibrado y homogéneo en su formulación, para que cada partícula tenga idéntico contenido nutricional.
- Un producto más palatable, hidroestable y de bajo impacto ambiental.

En la actualidad la empresa exporta sus productos a países camaroneros de América Latina. En el mercado de exportación la empresa ha tenido un paulatino crecimiento debido a los excelentes resultados conseguidos con sus productos.

### **1.3 Otras Fábricas de alimentos balanceados para camarón.**

En el Ecuador la demanda de alimentos para camarones fue de aproximadamente 550 mil toneladas en el 2014 así como el crecimiento de la producción nacional.

Los productores de alimentos para camarón que operan en Ecuador han estado disfrutando de la reciente subida del país como un importante proveedor mundial de camarón, ya que, inevitablemente, más camarones significan más alimento.

Como resultado, un par de grandes empresas se han ido expandiendo en el sector con el objetivo de satisfacer esta creciente demanda.

En respuesta a este rápido crecimiento de la producción, los productores de alimentos para camarón también miran en planes de expansión.

El año pasado Nicovita, subsidiaria de balanceado de Ecuador de la compañía peruana Alicorp, completó la construcción de \$ 20 millones (€ 14,9 millones) en una nueva planta en la ciudad de Milagro, Guayas, con el fin de aumentar la capacidad y el suministro de alimento para el creciente mercado local.

Otro gran proveedor de alimento balanceado para camarón en el país, ALIMENTSA, anunció el año pasado la construcción de \$ 5 millones (€ 3,7 millones) en una planta de alimento para camarones con el aumento de las exportaciones de camarón ecuatoriano.

La industria de alimentos para camarones de Ecuador cuenta actualmente con más de nueve proveedores por lo que la mayoría de la demanda se satisface mediante la producción local.

#### **1.4 Formulación del problema**

De qué manera se optimiza el diseño de las purgas de condensado en una línea de vapor saturado, mejorando sus características de humedad en el acondicionamiento de una maquina peletizadora, y de esa forma certificar la calidad del alimento balanceado para camarón.

#### **1.5 Justificación**

Las crecientes demandas y normas que se establecen el país, sugieren, y además obligan la creación de nuevas tecnologías para la elaboración de alimento balanceado. Esto deriva en el estudio de las principales características del proceso, para así con ello demostrar técnicamente las excelencias y falencias que presente determinado punto en la manufactura de peletización, y por lo tanto tomar acciones correctivas de mejoras.

Este análisis agrupara la incidencia del vapor saturado con fines para la elaboración de alimento balanceado para camarón y su correcta utilización para mejorar eficiencia y calidad en el proceso de peletización.

Este proyecto de titulación tendrá impactos en el sector camaronero, como es, su economía, eficiencia y manejos adecuados para el proceso de peletización.

Los beneficiarios serán aquellas entidades e instituciones que laboran y tienen conocimiento acerca de la producción para alimento balanceado utilizando procesos de peletizado.

## **1.6 Alcance**

Con el análisis efectuado se propondrá el mejoramiento del diseño y las componentes de una línea de vapor, obteniendo así características de vapor saturado o seco para su utilización en el acondicionamiento de una maquina peletizadora para la elaboración de alimento balanceado. La misma que cumpla humectar la masa para una mejor transferencia de calor, y aumentar la temperatura para lograr un cierto grado de gelatinización de los almidones presentes, para que actúen como aglutinantes y obtener un mejor pellet.

En la fabricación de alimento balanceado, el proceso de peletizado se centra en el acondicionamiento de la masa o producto mezclado por medio de vapor saturado, este es su punto más crítico, lo cual hacemos de suma relevancia la calidad del vapor, por lo que seguramente obtendremos la eficiencia del proceso de peletizado y por ende un producto final de calidad.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivos Generales**

Analizar el diseño de una línea de vapor saturado y sus características por medio de la descripción, para utilizarlo en un molino acondicionador de un proceso de peletizado.

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

1. Analizar el diseño del sistema de distribución de vapor saturado utilizado en el proceso de peletizado.
2. Ejecutar un levantamiento de información del proceso de peletizado y sus componentes principales para que pueda desarrollarse.
3. Determinar las causas relevantes que disminuyen la calidad del vapor saturado en el sistema de distribución.
4. Realizar un plan de desarrollo de la calidad del vapor saturado para mejorar la eficiencia del proceso de peletizado.

## **1.8 Hipótesis**

La optimización del sistema de distribución de vapor saturado, mediante la aplicación de reducción de pérdidas del sistema de vapor saturado empleado en el proceso de peletizado, cambiando las características del vapor saturado y con un resultado de eficiencia en el proceso de peletizado.

## **2 CAPITULO 2**

### **MARCO TEORICO**

#### **PELLET**

##### **2.1 Definición del pellet**

Se considera al pellet como una partícula, elaborada a través de la mezcla y compactación de harinas. La forma y tamaño del pellet la otorga un dado.

El pellet se fabrica mediante algunas materias primas, estos materiales deben tener propiedades fundamentales como: partículas minúsculas con bajo porcentaje de agua (Estimado 15%). (Granda, 2012)

##### **2.2 Procesos y métodos para la eficiencia del proceso de peletizado**

Para formar pellets se necesita dar comienzo diferentes procesos para obtener el alimento en harinas, las mismas que pasaran por fases como el dosificado, molienda y mezclado que luego se las almacenara en tolvas o recipientes metálicos que a su vez deben asegurar la fluida suministración de las harinas hacia los procesos que se realizan en máquinas, se intenta de que el producto este lo menos tiempo posible en estos recipientes para impedir problemas de separación en los ingredientes, además a la descarga de cada tolva se instalan alimentadores de tipos helicoidales o tornillos de gusanos controlados a velocidades alterables estableciendo la capacidad a las máquinas.

###### **2.2.1 Sistema de dosificación**

Este sistema se encarga de unificar los ingredientes en función de cantidades o más precisamente lo que indique una receta o formula. Está constituida por recipientes donde son almacenados los ingredientes, estos recipientes de almacenaje incluyen tornillos sinfines helicoidales accionados por motores eléctricos que giran regulados a través por un variador de frecuencia, como se muestra en la figura 2.2.1. La dosificación es



automática a través de un controlador lógico programable. La fórmula nutricional es ingresada desde el sistema SCADA, permitiendo a la balanza de celdas de carga pesar lo estimado y el peso que indica la fórmula, al concluir el batch se descarga a una tolva de compensación y es enviada mediante transportadores y elevadores a un premezclado



Figura 2-1 Sistema de dosificación de granos

Fuente Muyang Group, 2012

### 2.2.2 Premezcladora

El premezclado es utilizado para que los ingredientes de la fórmula dosificados sean homogenizados antes de que sean transportados a la molienda, existen premezcladoras horizontales de cintas como se muestra en la figura 2.2.2 y verticales con un tornillo helicoidal.



Figura 2-2 Premezcladora horizontal de cintas

Fuente Muyang Group, 2012

### 2.2.3 Molienda

Luego de una premezcla de las materias primas, pasa al sistema de molienda que por medios mecánicos y utilizando martillos el tamaño de las partículas disminuye, figura 2.2.3. El desarrollo de la molienda en buen estado influye de manera significativa en el mezclado ya que se evidenciaría una mejora en la materia prima empleada.

Así mismo la materia prima pasa por dos procesos de molienda, utilizan diferentes tipos de martillos. Cabe recalcar que este tipo de procesos influyen entre el 50 – 60% de los costos de producción.



Figura 2-3 Molino de martillos

Fuente Muyang Group, 2012

Estos molinos de martillos gracias a su eficiencia nos proporcionan partículas de alrededor 1200 micrones, producidas mediante el uso de mallas de diámetros de hasta 2.2mm. Si aun así se requiere partículas más pequeñas se relacionara a la potencia de la maquina.

La participación que tiene la molienda en el proceso de pelletizado es el efecto de compactar, que tiene relación con respecto al tamaño de las partículas, entre más pequeñas son hay más puntos de fricción, si se obtienen más puntos de fricción mejoran los vínculos entre los ingredientes

de la mezcla como son proteínas y almidones, llevando a cabo una estructura compacta, fuerte y estable a la degeneración bajo el agua.

La molienda juega un papel fundamental en el acondicionamiento, al igual, si se consiguen partículas de menor tamaño, habrán mayores superficies de área que estarán a exposición de la adición de vapor saturado. Esto no solo permitira la trasferencia de calor, si no tambien que el vapor se condense mas rapido en cantidad de partículas. (Eugenio Bortoné, 2001)

#### **2.2.4 Mezcladora**

La principal característica del mezclado de alimento balanceado es integrar las harinas, aceites y derivados de manera homogénea, del tal forma que ayude a que la compactación del pellet contenga en el alimentos todos los nutrientes en cantidades conformes para así suministrar proporcionalmente en su dieta diaria.

Hay varios tipos de mezcladoras, el modelo que se adaptó en la planta es un mezclador de paletas, figura 2.2.4, debido a la adición de líquidos que resulta más fácil combinar con las harinas. (Bortoné, 2002)



Figura 2-4 Mezcladora de tipo paletas

Fuente Muyang Group, 2012

## **2.3 Proceso de peletizacion**

El proceso de peletizado se basa en la aglomeración de harinas mezcladas, de contextura larga y compactada a través de fuerzas mecánicas compuestas también de calor, humedad y presión, estas características señaladas definen la mejora de los pellets.

En un proceso de peletizacion se siguen pasos que son indispensables para la fabricación. Además de la obtención de las harinas el mezclado de estas tiene que ser homogéneo.

Se ha considerado que el acondicionamiento es el principal punto del proceso, aquí es donde se aplica el vapor saturado para incrementar calor y humedad al alimento. El mayor suceso se presenta aquí como lo es el desdoblamiento de los almidones y la cocción de proteínas. El alimento se encuentra similar a una pasta.

Una vez añadido el vapor saturado se transporta este producto por medio de unas paletas que se ajustan a la caída donde se comprimirá a través de unos rodillos que giran en el interior del dado, aquí se le da forma al pellet, sin embargo esta húmedo y caliente.

Por último el pellet se enfría por lo general se busca la humedad y temperatura adecuada para no tener problemas de choque térmico la cual otorga la durabilidad y estabilidad del pellet. (Arbeláez, 2011)

### **2.3.1 Maquina Peletizadora**

Una maquina peletizadora, figura 2.3.1 es aquella que convierte partículas de harinas en pellets, que son fragmentos de forma cilíndrica, preparado por la inyección de vapor saturado y la comprensión de las fuerzas que son producidas por el dado y los rodillos.



Figura 2-5 Maquina peletizadora

Fuente Muyang Group, 2014

### **2.3.1.1 Funcionamiento.**

El proceso de peletizado comienza en el acondicionador, la cual comprende la mezcla de harinas y la adición de vapor saturado.

El calor no solo es suministrado por el contacto del vapor saturado, sino también por la condensación del vapor, que luego de ser humedecida las partículas de harina, es sometida a la presión de rodillos que impulsan el producto mezclado a un dado, el mismo que otorga el tamaño y forma al pellet.

### **2.3.2 Componentes para el proceso de peletizado.**

#### **2.3.2.1 Tolva o recipiente de almacenaje.**

Esta es la primera parte del proceso de peletizado, la función de esta tolva es almacenar las harinas, molidas, pulverizadas y mezcladas.

En esta etapa es importante que para obtener una buena compactación de las harinas con la adición del vapor, se deben realizar constantes análisis de la granulometría del producto, para identificar que nuestro sistema de molienda, pulverizado y mezclado este en óptimas condiciones de trabajo.

### **2.3.2.2 Tornillo sin fin alimentador.**

El tornillo sin fin o tornillo de gusano en este proceso de peletización resulta uno de los procedimientos más eficaces para el transporte continuo de polvos pulverizados, es por ello que se toman medidas de control en la alimentación del producto.

Estas medidas de control en el sin fin son realizadas a través del grupo de accionamiento, que es la composición de un motor-reductor eléctrico conectado a un variador de frecuencia. La operación y control de la velocidad de transporte se hace mediante sistemas SCADA-HMI con la modificación de la frecuencia de alimentación.

### **2.3.2.3 Acondicionador doble eje.**

Acondicionador doble eje también llamado DDC, es la parte del proceso más crítica y es en esta área donde se inyecta el vapor saturado a una presión y temperatura controlada.

En el acondicionamiento se da origen a la cocción o gelatinización de los almidones y la plastificación de las proteínas. La eficiencia de trabajo del acondicionador depende de factores de calor, humedad y tiempo. El calor es alimentado por el vapor saturado, la humedad se obtiene a través de la condensación del mismo vapor saturado.

Un adecuado acondicionamiento y un vapor saturado de calidad son claves para aumentar eficiencia y durabilidad en el pellet. La función del vapor saturado es separar los aceites propios de las harinas, para lubricar y disminuir la fricción entre el dado y los rodillos, de esto se obtiene mejores porcentajes de producción.

El acondicionador está conformado por un transportador de paletas acoplado a un motor-reductor eléctrico, su función es mezclar las harinas pulverizadas con el vapor inyectado. La calibración y ángulo de las paletas dependerá del producto que se fabrique, en el caso de alimento balanceado

para camarón requiere de mayor retención de la mezcla en el acondicionamiento. (Moncada, 1996)

#### **2.3.2.4 Dados**

Estos dados se utilizan para la fabricación de alimentos animales es por ellos que la construcción de estos objetos se debe realizar con materiales resistentes como lo es el acero inoxidable, por cuestiones en que algunas fórmulas contengan ácidos lo que pueda provocar corrosión. Ante aquello en algunas ocasiones para mejoramiento del pellet se llega a utilizar acero inoxidable carburizado, otorga mejores características mecánicas como el coeficiente de fricción que necesita la mezcla para lograr una eficiencia en peletización.

El dado establece la forma del pellet, hay un buen número de medidas en el espesor que se determinan y utilizan dependiendo del producto o animal que se vaya alimentar.



Figura 2-6 Dados

Fuente Fansum, 2015

#### **2.3.2.5 Rodillos**

El rodillo, figura 2.3.3 interviene con mayor relevancia en el trabajo del dado, debido a que su trabajo es en conjunto. Un fallo en el rodillo afectara también al dado y viceversa. El rodillo concede la fuerza de compresión entre el producto mezcla y el dado. Ciertas recomendaciones indican que cada vez que se monte un nuevo dado en la maquina se debe utilizar un

juego de rodillos nuevos para evitar desgastes en los materiales. (Eugenio Bortoné, 2001)



Figura 2-7 Rodillo

Fuente Fansum, 2015

### **2.3.3 Importancia de eficiencia en el proceso de peletizado**

Cuando se peletiza el alimento se somete a una temperatura y se cocina, beneficiando los excedentes de los nutrientes como las proteínas y almidones, teniendo como resultado óptimo tracto digestivo del animal y por consecuencia distintas conversiones alimenticias.

El vapor inyectado en el alimento está a temperaturas altas, consiguiendo eliminar un encadenamiento de bacterias patógenas que pueden involucrarse en la salud de los animales. Un proceso de peletizado eficiente, asegura la caducidad del alimento en un mínimo de dos meses.

Las ventajas de una alimentación animal mediante el pellet se obtiene mayores consumos, digestibilidad de almidones y proteínas, también se reduce selección del alimento por parte del animal, la separación de partículas en los comederos, el riesgo de enfermedades, además de facilitar el manejo del alimento en bodega.

El proceso de peletizado tiene costos muy elevados, tanto como en el capital, como en sus costos variables. En general este gasto es ampliamente justificado en utilidades de la planta, como también en el desempeño animal reduciendo la pérdida de alimento, teniendo un seguimiento adecuado del procedimiento.



El peletizado sigue siendo la técnica de procesamiento común para la fabricación de alimentos balanceados. En principio el peletizado transforma una mezcla de materias primas molidas en aglomeraciones densas libres de flujo.

El pellet se forma en el punto donde está por entrar en contacto los rodillos y el dado de salida. Aquellas tareas de operación, como el acondicionamiento, post acondicionamiento, enfriamiento son importantes para incrementar la acción en ese punto del sistema. Estos conocimientos son claves para el entender el proceso y estar en la capacidad de tomar decisiones para mejorar la calidad, producción, etc.

Las propiedades físicas de alimento balanceado dependerán de la compresión, si necesitara una mayor o menor capacidad de la peletizadora. Como en el caso de una fórmula que contenga un nivel alto de ingredientes fibrosos o alfalfa molida la peletizadora tendrá un mayor consumo de energía por el hecho de que comprime la harina a la densidad del pellet consiguiente. Por el contrario, un alimento denso como alto en harina de soya o granos, la peletizadora consume menos cantidad de energía para la compresión.

Los rodillos tienen como finalidad efectuar una fuerza de resistencia sobre la mezcla, este fenómeno tiene relación directa sobre la tasa de producción y calidad del pellet. Las propiedades físicas de la harina determina la fuerza entre el rodillo y el dado de salida.

El dado provee el diámetro final del pellet, además la fuerza de compactación del alimento, también tiene influencia directa con la tasa de producción y calidad. Las dos fuerzas dado y rodillo son opuestas una a la otra, la eficiencia está en que trabajen de manera conjunta para tener como resultado pellets de calidad a un tasa de producción admisible. La fuerza ejercida por el rodillo debe ser mayor a la ejercida por el dado, de otra

forma, la producción es cero. El pellet de calidad se evidencia a los que son capaces de mantenerse intactos y no generan finos.

La peletizadora puede afectar su desempeño, por las formas físicas y químicas de las fuentes de calcio y fosforo que integran la formula. Estos ingredientes afectan de manera directa la calidad y la tasa de producción del pellet.

#### **2.3.4 Postacondicionador**

Posteriormente de la peletización se ubica el postacondicionador, cuya función es mantener a los pelles a la misma temperatura por un tiempo determinado. Esto posibilita que el pellet este caliente por un tiempo más prolongado y así conseguir mayor gelatinización de los almidones.

El diseño de los postacondicionadores suelen ser horizontales semejantes a los transportadores donde se reduce la velocidad mediante variador de frecuencia para reducir la velocidad y retener el pellet mayor tiempo.

Existen equipos más complejos que proporciona la inyección de vapor y mantener el vapor por aun más tiempo.



Figura 2-8 Post acondicionador

Fuente Bortone, 2001

#### **2.3.5 Enfriador**

En la fabricación de alimentos balanceados es fundamental el uso de un secador para disminuir la temperatura del pellet.

El principio que se emplea en una recámara es el contraflujo, donde los pellets calientes y húmedos entran por la parte superior y por la inferior el aire frío y seco, producido por un extractor blower, logrando la reducción de humedad en el pellet por enfriamiento evaporado. El caudal de aire es regulado con una compuerta llamado dámper. (Bortoné, 2002)



Figura 2-9 Enfriador

Fuente Muyang Group, 2014

### 2.3.6 Producto terminado

Luego de obtener el pellet, pasa a tener complicaciones debido a factores externos con lo que puede trascender significativamente en el alimento, alterando los parámetros de calidad.

Algunos entes que pueden ser capaces de originar alteraciones en el alimento son organismos vivos, desplazamiento biológico del alimento, desarrollo físico y químicos del ambiente. Se debe además implementar control de plagas que invaden el producto.

El pellet terminado dependiendo de las cantidades que se entregan al consumidor, se programa los pesos, mediante balanzas es entregada para ensacar de forma lógica y precisa. (López, 2011)

## VAPOR

### 2.4 Generalidades del vapor

#### 2.4.1 Definición del vapor

Como cualquier elemento se puede encontrar en sólido, líquido y gaseoso. El agua cuando se somete a altas temperaturas y presiones constantes llega a su punto de ebullición y saturación produciendo que sus moléculas de H<sub>2</sub>O se liberen de su cohesión y cambie de estado líquido a gaseoso, así es como el término vapor renace, describiendo el estado gaseoso del agua.

#### 2.4.2 Tipos de vapor

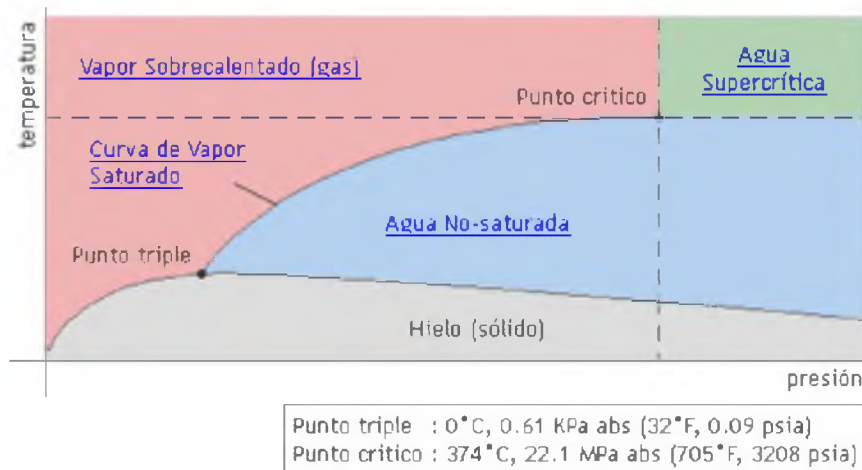


Figura 2-10 T-P

Fuente TLV Compañía especialista en vapor, 2015

En general existen tres tipos de vapor de consideración relevante utilizados en la industria y en nuestro medio doméstico moderno:

##### 2.4.2.1 Vapor húmedo

Este tipo de vapor es el más habitual que se encuentra en las plantas y procesos industriales, este tipo de vapor posee gotas de agua es nocivo

en algunas aplicaciones de vapor puesto que incrementa la corrosión y disminuye la transferencia de calor.

#### **2.4.2.2 Vapor saturado**

El vapor saturado es aquel que se halla a una temperatura igual a la de ebullición del agua a presiones constantes. Si la presión no cambia, se mantiene establecida mientras se realiza el cambio de fase, la temperatura lo hará igual, obteniendo vapor saturado seco.

Las presiones y temperatura del vapor saturado seco establecen que el vapor y el agua puedan equilibrarse juntos. Este tipo de vapor es ampliamente utilizado en procesos industriales, químicos, de limpieza, de cocción y pasteurización de alimentos y bebidas, calefacción, esterilización hospitalaria.

#### **2.4.2.3 Vapor sobrecalentado**

El vapor sobrecalentado se consigue recalentando y adicionando calor al vapor saturado o húmedo para sobrepasar la zona de saturación, es decir la presión se conserva, lo contrario ocurre con la temperatura la cual da comienzo a su incremento, llegando a un punto donde el vapor es sobrecalentado.

El tipo de vapor sobrecalentado es considerablemente empleado para el movimiento de turbinas para la generación de energía eléctrica, accionamiento de barcos y funcionamiento de locomotoras. (Bohórquez, 2013)

#### **2.4.3 Título o calidad de vapor**

Se puede denominar como aquel porcentaje de vapor – agua en temperatura de ebullición. Cuando se dice que un vapor con título con 80% señala un 20% de agua en su volumen.

Se considera además la zona de saturación como una mezcla entre un vapor saturado puro y un líquido saturado puro. Esta relación de vapor saturado, de la masa de vapor con afinidad a la masa total de la mezcla establecida en la zona saturada se denomina calidad.

Un vapor con baja calidad en general es perjudicial para cualquier tipo de aplicación que se requiera, principalmente en aquellos procesos que están en contacto directo con el vapor como es el caso de la industria de alimentos, textiles, etc.

La primera causante de un vapor con mala calidad es la existencia de condensado, lo que en algunos procesos disminuye la transferencia de calor desfavoreciendo a la producción de la planta. Otro incidente es aquel condensado que es arrastrado por el vapor en su distribución ocasionando fallas en sus componentes como en válvulas reguladores de presión, medidores de flujos, tuberías etc.

Algunos métodos que se utilizan para mejorar la calidad del vapor se muestran más adelante, entre ellos se señala la importancia de la disminución del condensado a través de trampas automáticas, un buen aislamiento térmico en las líneas de distribución de vapor y los separadores de gotas.

#### **2.4.3.1 Determinación de la calidad del vapor**

Para determinar la calidad del vapor se realiza a través de dos diferentes formas.

##### **2.4.3.1.1 Mediante los pesos de vapor y líquidos**

$$x = \frac{w_V}{w_V - w_L} \quad \text{Ecuación 1}$$

$w_V$  =Peso del vapor en Kg

$w_L$  =Peso del líquido en Kg

### 2.4.3.2 Mediante la ecuación de Expansión de Joule-Thompson

$$h_1 = h_2 \text{ Ecuación 2}$$

$$h_1 = h_f + x h_{fg} = h_2 \text{ Ecuación 3}$$

$$x = \frac{h_2 - h_f}{h_{fg}} \text{ Ecuación 4}$$

$x$  = calidad del vapor, expresada en fracción decimal.

$h_2$  = entalpía total del vapor recalentado a la presión absoluta del calorímetro, en Btu por lb.

$h_f$  = entalpía del líquido a la presión inicial, en Btu por lb.

$h_{fg}$  = entalpía de vaporización del vapor saturado seco a la presión absoluta inicial en Btu por lb. (López & Luis Salazar , 2011)

$$q_{sh} = C_p \Delta t \text{ Ecuación 5}$$

$Q_{sh}$  = El calor sensible del calor recalentado

$C_p$  = Calor específico del vapor recalentado

$$q_{sh} = 0.48 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \Delta t \text{ Ecuación 6}$$

$$q_{sh} = h_2 - h_{g2} = C_p \Delta t \text{ Ecuación 7}$$

$$h_2 = h_{g2} + 0.48 \Delta t \text{ Ecuación 8}$$

## 2.5 Generadores de vapor

Los generadores de vapor es la composición de un caldero y equipos adicionales que usan como fuente de calor la combustión para transformar el estado del agua de líquido a gaseoso a temperaturas y presiones mayores a las atmosféricas.

### **2.5.1 Caldera de vapor**

Las calderas de vapor son máquinas que se emplean en la industria, su primordial función es producir vapor a presión a través de transferencia de calor. Se definen también como recipientes metálicos a presión donde se realiza el proceso de combustión, transfiriendo calor al estado líquido elevando su temperatura y cambiando su estado.

Este vapor generado se transporta por medio de conductos o cañerías térmicamente aislados hasta sus puntos de consumo. Algunas aplicaciones importantes del uso del vapor son por ejemplo el movimiento de turbinas de vapor para la producción de energía eléctrica, también en hospitales para esterilización de sus herramientas, para suministrar calor en procesos alimenticios industriales, hasta para calefacción y calentamiento de hogares. (Sosa, 2013)

### **2.5.2 Clasificación de las calderas**

Hay diversos diseños y estructuras por las que se clasifican las calderas como por ejemplo a través de la presión conforme de trabajo de la caldera, por su movilidad (fija o estacionaria y móvil), por el tipo de combustible utilizado y por el paso de los humos de la caldera.

#### **2.5.2.1 Calderas pirotubulares**

En la caldera generadora de vapor pirotubular, el calor se trasfiere mediante los gases de combustión, estos gases fluye a través de los tubos que están en el interior del agua. Están contruidos para presiones de hasta 20 bar, la ventaja de este tipo de calderas en su alto rendimiento y sencillo mantenimiento que da como conclusión menores costos económicos.



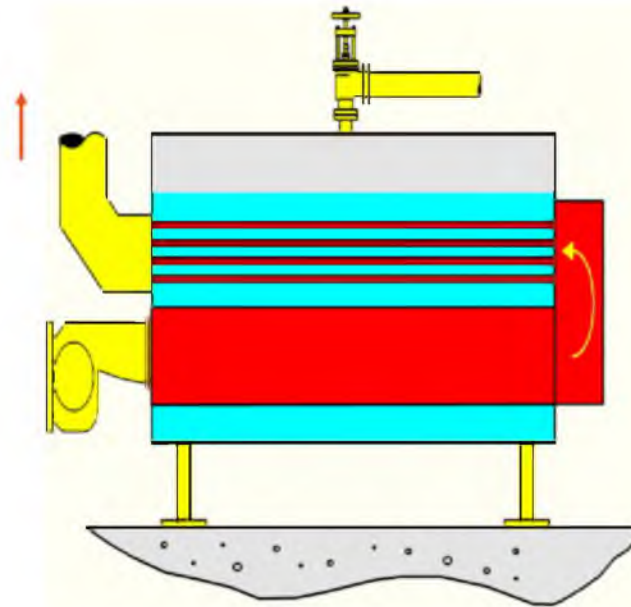


Figura 2-11 Caldera pirotubular

Fuente Spirax Sarco El vapor en la industria, 2012

### 2.5.2.2 Calderas acuatubulares

Las calderas acuatubulares su nombre se debe a que el agua es conducida por los tubos y el calor se trasfiere por su exterior, resultan más fiables, se utilizan en aplicación donde se requiere vapor a presiones altas. (Criollo & Pazmiño, 2006)

### 2.5.3 Partes que constituyen una caldera

#### 2.5.3.1 Hogar

Es el sitio donde realiza la combustión. Se la conoce también con el nombre de cámara de combustión. En esta llamada cámara se regula y se aísla la combustión soporta altas presiones y temperaturas producidas. El tamaño y sus dimensiones se adecuan de acuerdo a sus demandas como rapidez de producción de energía térmica, el tipo de combustible empleado y su sistema de combustión.

### **2.5.3.2 Quemadores**

Los quemadores son los encargados de combinar y proyectar el combustible y el aire de tal modo que el encendido sea dinámico con una combustión completa, en este procedimiento se obtiene el fuego para la caldera.

### **2.5.3.3 Sistema de alimentación de agua**

El agua es primordial y desempeña un papel importante en la eficiencia de producción de vapor saturado, su procedencia es cualquiera que pueda trabajar con firmeza y ventaja. Debido a esto se abastece permanentemente la caldera con el fin de establecer una generación persistente de vapor saturado.

En muchos sistemas de producción de vapor saturado, el agua de alimentación que se utiliza es de ríos y pozos, por lo que es obligación tratarla, además se suele incorporar el condensado de retorno para su empleo, esto resulta conveniente porque el agua está caliente y en efecto el uso de combustible disminuiría.

La alimentación de agua a calderos se la pueda realizar de diferentes maneras como es el caso de una red de abastecimiento también denominados circuitos abiertos, bombas impulsoras o por la diferencia de densidades del agua caliente y fría.

Para lograr efectividad en la alimentación de agua al caldero es necesario que conste de una reserva mínima de agua en un tanque de almacenamiento, equipo de bombeo y un control del sistema.

#### **2.5.3.3.1 Tratamiento de agua de alimentación**

Se tiene en cuenta que el agua es el compuesto químico más abundante y extendido por nuestro alrededores, es por aquello que el agua entra con impurezas ya sean solidas o diluidas.

Es por esto que resulta importante realizar un tratamiento al agua de alimentación antes que sea ingresado caldero, aquello deriva asegurar mayor tiempo de vida útil, independiente de problemas operacionales, reparaciones o accidentes. En la tabla se muestra los valores que se recomienda mantener los sólidos en función de la presión según la Asociación Americana de Constructores de Calderos ABMA.

Tabla 2-1 Valores de solidos según la presión de trabajo

<b>Presión de Trabajo de la Caldera (psig)</b>	<b>Sólidos Totales Disueltos (ppm)</b>
0-50	2500
51-300	3500
301-450	300
451-600	2500
601-750	1000
751-900	750
901-1000	625

Fuente ABMA, Boiler Blowdown, Fact Data Sheet

#### **2.5.3.4 Ablandamiento del agua**

Los ablandadores son dispositivos que tienen como función intercambiar iones de magnesio y calcio que producen precipitados por iones de sodio en el agua puesto que este último no forma aquellos sedimentos. Los iones de sodio

proviene del cloruro de sodio con el que se forma una solución con agua llamada salmuera. (Jiménez, 1997)



Figura 2-12 Ablandadores de agua

Fuente Mario incorporated, 2012

#### **2.5.3.5 Control de combustión**

La combustión en un caldero es una reacción rápida de oxidación entre el combustible y el oxígeno del aire liberando grandes cantidades de energía. Los combustibles a usarse pueden ser líquidos, gaseosos y sólidos.

En el control de la combustión tiene como objetivos liberar mayor cantidad de energía minimizando la cantidad de energía perdida. Un factor determinante para la buena combustión es el control del exceso de aire manteniendo su combustión completa, ya que no permite el aumento de aire lo que puede provocar pérdidas a través de gases expulsados.

En el control además se analizan los gases de combustión periódicamente y ajustando los quemadores y el ventilador. Para un control continuo se instala analizadores de oxígeno o de dióxido de carbono, en la salida de humos de combustión se regula la cantidad de aire y combustible.

### **2.5.3.6 Purga del caldero**

La purga del caldero conserva los sólidos dentro de parámetros, asimismo previenen que los sólidos se precipiten y formen depósitos a través de la superficie. La purga del caldero también sostiene en su mínimo necesario sin excesos y mayores consumos de agua evitando pérdidas energéticas y económicas.

La purga de agua del caldero determina circunstancias como tipo de caldera, presión de trabajo, tratamiento de agua y la cantidad de la misma para su operación, el caudal de la purga debe ser la cantidad óptima.

## **2.6 Sistema de distribución de vapor**

En este espacio se presenta con repercusión los sistemas de distribución de vapor saturado, se demostrara la importancia de un modelo eficiente para distribuir vapor desde su generación hasta su aplicación, el procedimiento para reducir vapor y algunos otros métodos apropiados para el empleo del vapor.

Se encuentran ciertas ventajas en la distribución de vapor saturada de alta presión, por ejemplo reducción del diámetro de las tuberías oportuno a su vez ya que a mayor presión es menor el volumen de vapor por unidad de masa, así mismo las pérdidas de energía, costos y dimensionamiento de los accesorios disminuyen, además se alcanza el vapor seco debido al resultado de secado por el decrecimiento de la presión realizada en las válvulas reguladoras. Otro aspecto a destacar de trabajar a su máxima presión indica que sus limitaciones de operación son óptimas, por lo tanto es más eficiente.

### **2.6.1 Manifold o cabezal de distribución**

En los sistemas de distribución de vapor se ha puesto interés e importancia la presencia de un manifold, sus funciones de operación deben cumplir con algunas características.

Es utilizado en distribución del vapor saturado, comparte a las cargas. Aquí llega la tubería de salida del generador de vapor, algunas especificaciones expresan que la tubería entre la caldera y el manifold debe ser de mayor diámetro, caso contrario si las tuberías que se reparten a las cargas son de mayor o igual diámetro el consumo de la demanda será mayor de lo que se genera.

Las tuberías de entrada y salida de vapor saturado se instalan en la parte superior del tanque y deben estar instaladas para facilitar la operación de las maniobras, por tal motivo se constituye el centro del sistema de distribución.

Otras funciones que se exponen sobre la importancia del manifold para la distribución del vapor es el de un acumulador, permitiendo la llegada de vapor al consumo final de manera lenta, logrando prevenir efectos de golpes de ariete, asimismo mantiene la presión de forma continua.

Se requiere instalar un trapeo en la parte inferior otorgando funciones de separador de condensado, dirigiendo hacia las tuberías de entrada, para que en las salidas exista arrastre y el agua se quede en el manifold.

## **2.6.2 Red de tuberías principales y secundarias**

El sistema de tuberías principales es la fase media que comprende desde la generación de vapor hasta el manifold, es el encargado de trasladar el vapor saturado.

Las tuberías secundarias o ramales son las que llevan hacia el consumidor final y se ubican entre el manifold y la aplicación en particular donde se consumirá en vapor.

Existen varios métodos para la selección adecuada de las tuberías, siguiendo procedimientos se determinan los diámetros a través de tablas y curvas relacionadas entre variables.

### **2.6.2.1 Dimensionamiento de tuberías**

Se promedia que la velocidad de vapor en una tuberías principales es de 40 a 30 m/s, mientras que para ramales y derivaciones es de 25m/s para el vapor saturado. A mayor velocidad del vapor saturado se incrementan también la erosión y el ruido.

Debemos tener en cuenta que unas tuberías sobredimensionadas incrementan tantos costos, perdidas de calor y condensando, mientras que unas tuberías subdimensionadas provocan más velocidad y caídas de presión del vapor, además que se expondrán más a la erosión. Existen varios métodos para dimensionar en perfectas condiciones las tuberías que transportaran el vapor saturado que se describirán a continuación.

#### **2.6.2.1.1 Dimensionamiento mediante método velocidad**

Para realizar este método no excluye la caída de presión del sistema, por lo general se emplean distancias pequeñas de un límite de hasta 30 m.

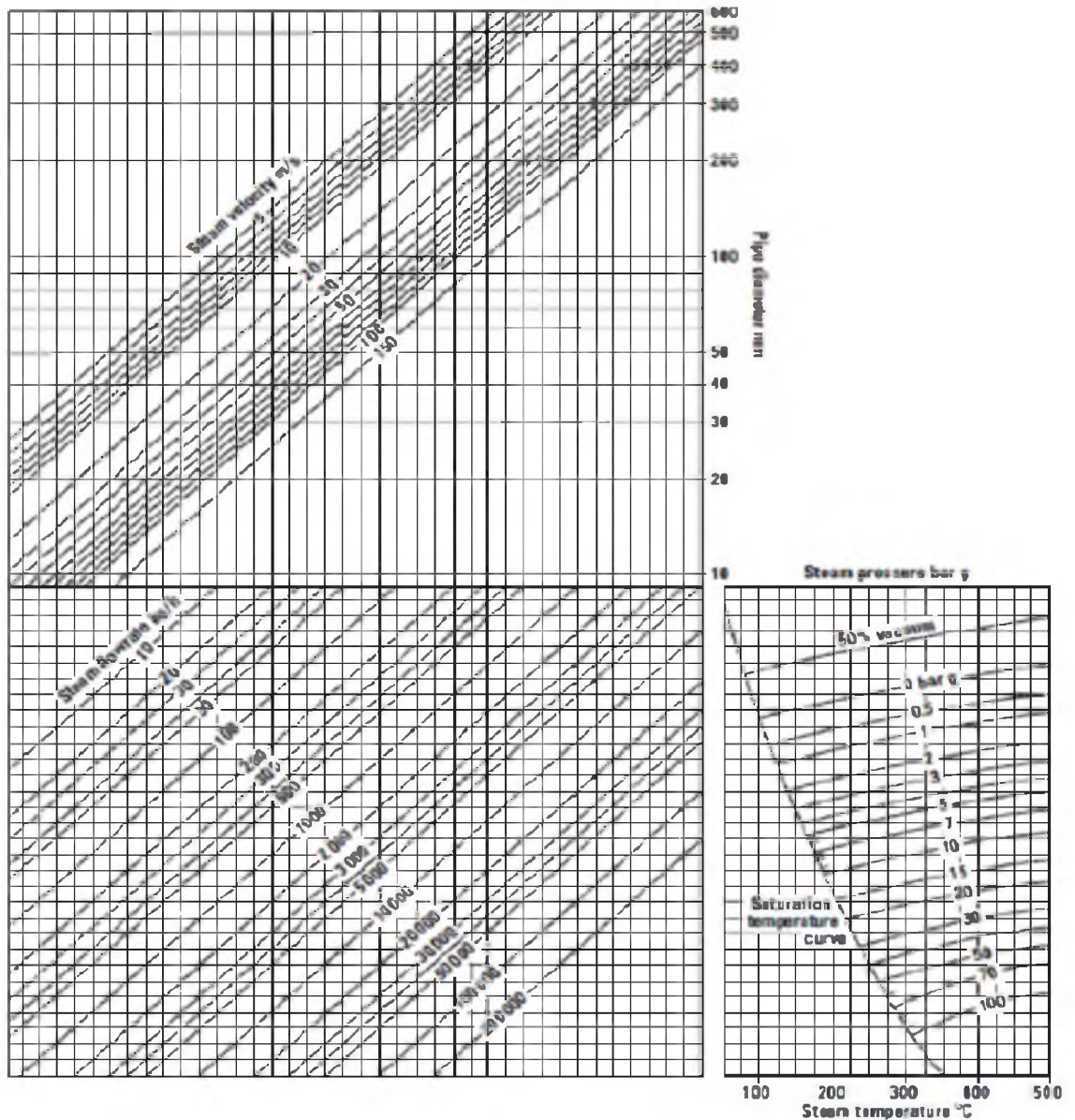


Figura 2-13 Dimensiones de tubería por método por velocidad

Fuente Bohórquez, 2013

Para comprobar las tuberías del sistema de distribución de vapor por medio del método de velocidad es indispensable conocer los factores del flujo de vapor, la velocidad de vapor y la presión en la tubería.

### 2.6.2.1.2 Dimensionamiento mediante método de caída de presión

El siguiente método en todo lo contrario del anterior, en este caso se incluye la caída de presión en las tuberías de distribución de vapor, cuando se va a



dimensionar distancias mayores a 30 m. Para realizar el dimensionamiento de las tuberías por este método los factores indispensables que deben conocerse son presión de vapor de entrada, flujo de vapor en la tubería y presión de vapor de salida. (Bohórquez, 2013)

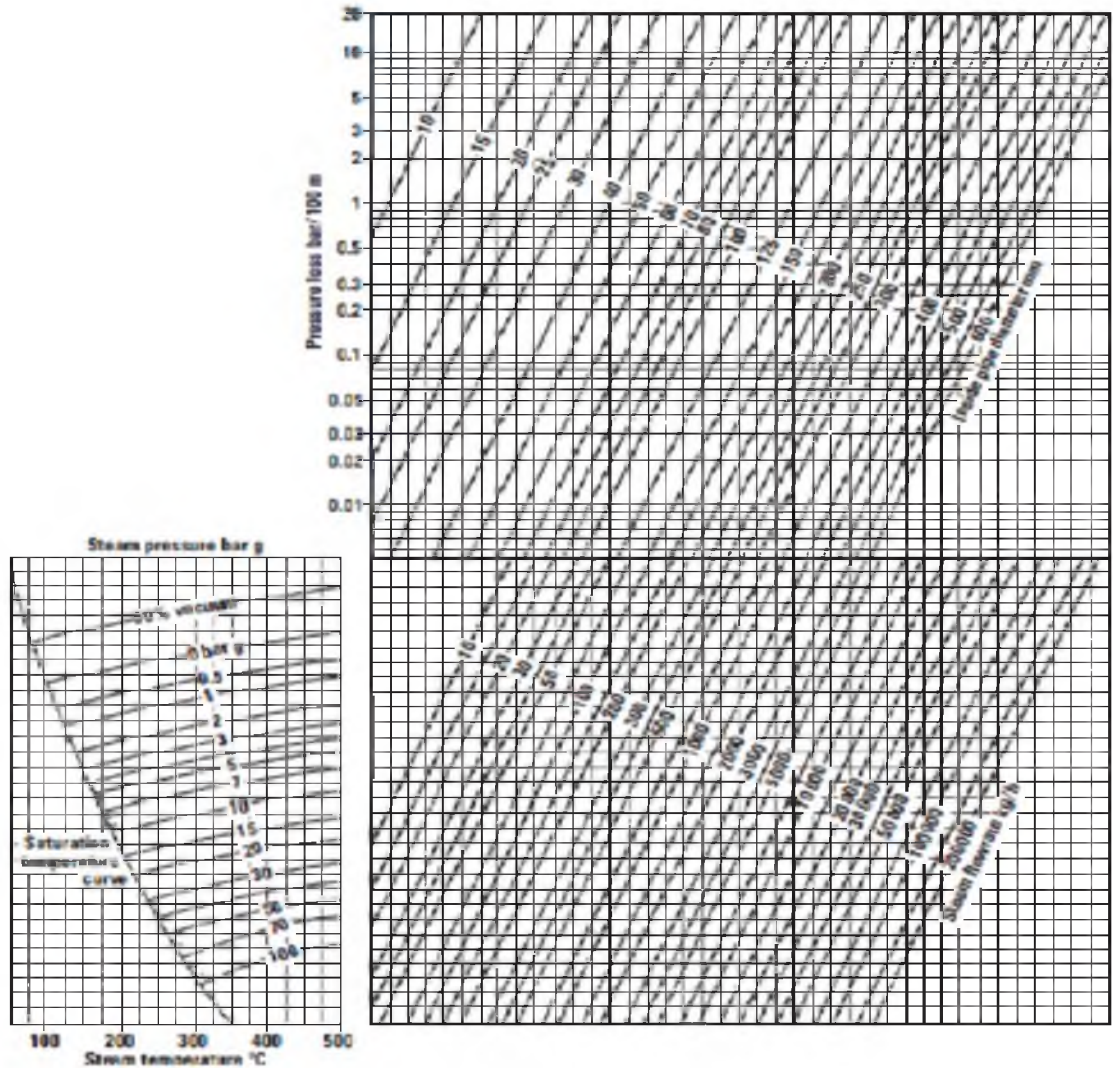


Figura 2-14 dimensiones de tubería por método de caída de presión

Fuente Bohórquez, 2013

### 2.6.2.2 Aislamiento térmico

Es uno de los procedimientos fundamentales para reducir pérdidas de calor en las líneas de distribución de vapor. Para producir energía térmica se requiere de recursos económicos expuesta en combustibles, si se exponen

principios de conservación térmica, concluimos que el calor se trasfiere de sectores calientes a más fríos. El mismo caso pasa por las tuberías que llevan calor a través del vapor y al exponerse con un medio más frío existirán pérdidas energéticas térmicas.

Es así que sin un aislamiento correcto de las líneas de vapor, el sistema de generación se convertirá en ineficiente. Uno de los reglamentos se manifiesta que por cada 1" de aislamiento por 56°C de temperatura en el vapor.

Entre los materiales que se usan en el aislamiento térmico se pueden mencionar: lana de vidrio, cañuela fibra de vidrio, silicato de calcio, lana mineral de roca.

### **2.6.3 Válvulas de globo**

Es un tipo de válvula que posee un tapón obturador en forma de cono sujeto y accionado por un vástago para abrir, cerrar o regular el flujo del líquido o gas que pasa por el orificio de paso que se encuentra en el cuerpo de la válvula.

La válvula de globo es adecuada para utilizarse en una amplia variedad de aplicaciones, desde el control de caudal hasta el control abierto-cerrado (On-Off).

## 2.7 Sistema de reducción de presión de vapor saturado

### 2.7.1 Separador de condensado

Comúnmente usados en el cuadro de reducción de vapor para apartar pequeñas gotas de agua que recorren junto con el vapor en un aspecto similar a la niebla.

El montaje e instalación en el cuadro de vapor se recomienda ubicarlos antes de las válvulas de control para evitar corrosiones en sus piezas, o en procesos donde se requiera vapor seco, también a colocar aislamiento para aumentar la eficiencia del separador, esto ayuda a que la transferencia de calor no descienda. (Rodríguez & Oswaldo Rubio, 2014)

### 2.7.2 Válvulas reductoras de presión

La válvula reguladora ayuda a mantener la presión del vapor saturado a los 30 psi. Esta presión de vapor entregada es regulada por el balance de fuerzas que actúan directamente en la válvula misma: La fuerza inferior se genera por la compresión del resorte de ajuste sobre la fuerza superior de la presión secundaria que actúa sobre la parte inferior del diafragma.

En las válvulas reductoras de presión de acción directa, el porcentaje de apertura se determina directamente por el movimiento del resorte de ajuste.

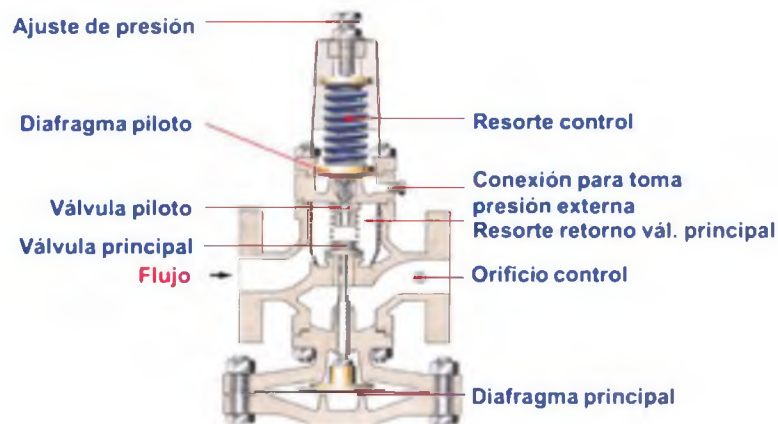


Figura 2-15 Válvula reguladora de presión

Fuente Spirax Sarco El vapor en la industria

### **2.7.3 Válvulas proporcionales reguladoras de flujo**

Estas válvulas regulan los flujos proporcionalmente, son de suma importancia porque puede modificar la cantidad de flujo del vapor saturado que se desee inyectar al acondicionador.

### **2.7.4 Válvula actuadora ON-OFF**

Es la que efectúa el cierre y la apertura directa del transporte de vapor hacia el acondicionador. Esta acoplada a un actuador neumático comandada por un selector que activa la solenoide de la electroválvula.

## **2.8 Red de retornos de condensado**

En la generación y aplicación de vapor saturado es elemental recuperar la energía de vapor flash o reutilizado, como también los condensados como fuente de calor para la alimentación de agua del caldero.

### **2.8.1 Formación de condensados**

El condensado es la resultante de transferencia de calor en un sistema de distribución de vapor saturado. La creación de este condensado en los sistemas de distribución se debe a las pérdidas energéticas causadas por su radiación y convección con el ambiente exterior.

Es importante que este condensado sea retirado en los sistemas de distribución de vapor lo más rápido posible y ser trasladado al tanque de alimentación de la caldera ya que aún cuenta con energía reutilizable que puede propiciar algunas ventajas.

### **2.8.2 Impacto del condensado en la distribución de vapor saturado**

La existencia de en una red de distribución de vapor saturado trae consigo un sin número de problemas ya sea en el mismo sistema de distribución como también en la aplicación del vapor saturado.

En el incidente se de las líneas de distribución se almacena en el fondo de estas causando golpes de ariete. Diferentes secuelas negativas que se originan en las líneas de distribución vapor saturado como lo es la corrosión ocasionado por la aparición de gases no condensables que cuando se mezclan con el condensado que su temperatura es más baja que el vapor forman ácido carbónico que corroe las tuberías y componentes de un sistema de distribución de vapor. El dióxido de oxígeno es otro elemento químico que apresura la oxidación, formando perforaciones en las tuberías.

### **2.8.3 Repercusiones de la eficiencia energética en el retorno de vapor saturado**

Un sistema de distribución de vapor saturado que incorpore una red para el retorno del condensado significa eficiencia y ahorro de combustible para la caldera reduciendo costos económicos en la producción del vapor saturado.

Uno de los argumentos es que el condensado en condiciones normales regresa con una temperatura promedio a 80°C, esto implica mayor cantidad de calor que si no es usada, se necesitara más combustible para el calentamiento de agua de alimentación, asimismo si se desperdicia los condensados se tendrá que tratar nuevamente el agua de alimentación, aumentando los costos de operación. La recuperación de condensado beneficia la conservación del ambiente, ya que la liberación de fluidos con altas temperaturas tiene impacto en lagos, ríos y almacenamientos de agua.

### **2.8.4 Piernas colectoras de condensado**

Es esencial para mover el condensado que se forma a raíz del desplazamiento del vapor saturado, en principio en los anclajes y codos de

las tuberías, estas piernas colectoras de condensado son esenciales para corregir este tipo de inconvenientes en los sistemas de distribución de vapor saturado. (Sosa, 2013)

## **2.8.5 Sistema de retorno de condensado**

Se conocen dos procedimientos utilizados en el retorno de condensado de un sistema de distribución de vapor saturado.

### **2.8.5.1 Sistema abierto**

Se entiende como aquel condensado que sale desde de una trampa de vapor y es llevado a través de una red de tuberías a un tanque de recuperación de condensados o alcantarillas, su desventaja es que el vapor del tanque de recuperación de condensados se libera a la atmosfera provocando pérdidas de energía.

### **2.8.5.2 Sistema cerrado**

Este sistema es eficiente respecto al anterior ya que se conforma de un tanque de recuperación de condensados sellado, de esta manera se evitan perdidas por contacto con la atmosfera. Se utilizan en gran parte donde los flujos de condensados son a gran presión y temperaturas por los 100 °C. Este condensado termina siendo reutilizable para la generación de vapor saturado.

## **2.8.6 Trampas de vapor**

Las trampas de vapor tienen como función eliminar el condensado y aquellos gases no condensados de las redes de vapor saturado de una forma rápida y sencilla.

Estas trampas de vapor se encargan de procurar la disminución de pérdidas de vapor saturado, vida larga y confiable, vitalidad a la corrosión y beneficiando energía térmica al sistema de vapor saturado.

Otras trampas que se utilizan también para la eliminación de aire y gases no condensables, desfavorables ya que ayuda a reducir la transferencia de calor y causan corrosión en especial el dióxido de carbono.

### 2.8.7 Tipos de trampas de vapor

Existen varias formas y tipos de funcionamiento de trampas de vapor saturado que se describirán a continuación.

Tabla 2-2 Tipos de trampas

<b>MECANICAS</b>	Flotador - termostáticas	Flotador libre
	Balde invertido	Flotador con nivel
		Balde libre
<b>TERMOSTATICAS</b>	Expansión	Capsula con liquido
	Presión balanceada	Fuelle tipo diafragma
	Bimetálicas	Bimetálicas
<b>TERMODINAMICAS</b>	Disco	Cámara expuesta
		Aislamiento con aire
	Impulsos	Aislamiento con vapor
		Oricio y pistón

Fuente El autor

### 2.8.7.1 Trampas termostáticas

El principio que utilizan estas trampas es la diferencia de temperatura del vapor y el condensado. Llamadas también trampas de presión balanceada o trampas de control de temperatura.

Se conforma por una capsula interior que incluye dos placas metálicas que sufren de dilatación al momento en que la temperatura asciende, la capsula se agranda cerrando la trampa, cuando la temperatura se encuentra en la de condensado se abrirá.

### 2.8.7.2 Trampas de flotador y termostáticas

También llamada trampa de flotador porque incorpora una boya, se emplean en aplicaciones donde el vapor se seca con presión de control modulado. Este tipo de trampas de vapor termostáticas posibilita el desagüe rápido del condensado incluye también un venteador termostático de aire para salida de gases no condensables.

Estas trampas son mecánicas, funcionan respecto al motivo de diferencial de densidad y temperatura, la boya incluye una palanca que permite la apertura de la válvula cuando el condensado llega a cierto nivel drenándose de inmediato, mientras que el venteador termostático de aire incluido, hace su apertura cuando la temperatura es menor a la de saturación, este descenso de la temperatura son originados por gases no condensables los mismos que se desea eliminar.

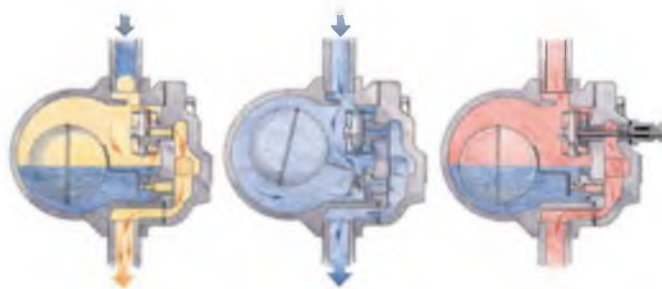


Figura 2-16 Trampas tipo flotador

Fuente La Llave S.A.



### 2.8.7.3 Trampas de balde invertido

Estas trampas usan una cubeta como mecanismo flotador unido a un acople al obturador de la válvula. El funcionamiento es ocasionado por las alteraciones de densidades entre el vapor saturado y el condensado, estas modificaciones establecen una fuerza de flote sobre la cubeta para el drenaje de condensado y el cierre hermético del vapor saturado

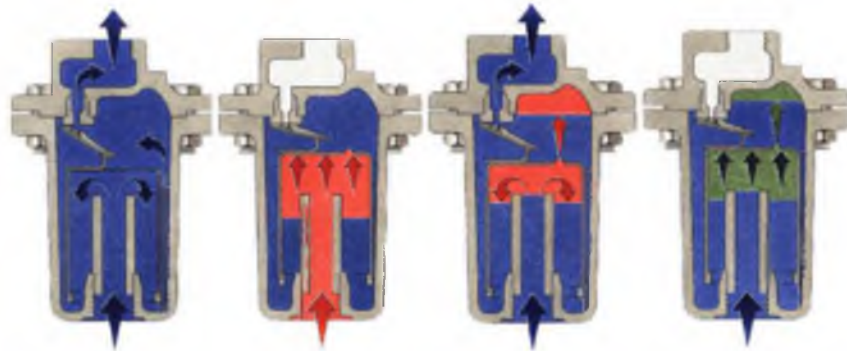


Figura 2-17 Trampas de balde invertido

Fuente La Llave S.A.

### 2.8.7.4 Trampas termodinámicas

Las trampas termodinámicas funcionan mediante los diferenciales de velocidad entre el vapor saturado y el condensado. La trampa tiene un disco removible que posibilita la descarga de condensado y el cierre hermético cuando se encuentra vapor saturado.

En el instante que la velocidad del flujo aumenta en el frente del disco, se origina un descenso de la presión que atranca al disco hacia su superficie cerrando la trampa. La base para el disco son dos frentes concéntricos de la superficie que cierran el cauce de entrada, esto permite la acumulación del vapor y condensado por encima del disco.

El diseño de estas trampas termodinámicas son compactos y resistentes capaces de soportar golpes de ariete, su fabricación de acero inoxidable previene corrosión. (Bohórquez, 2013)

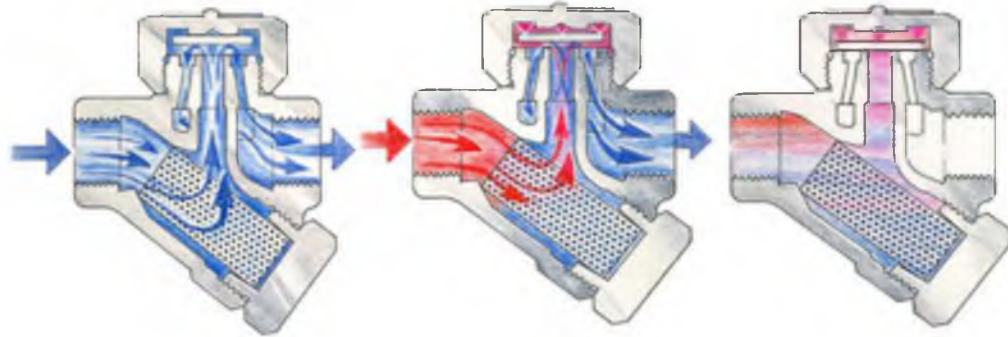


Figura 2-18 Trampas termodinámicas

Fuente La Llave S.A.

## 2.9 Instrumentos de medición

En la industria la instrumentación es determinante para las operaciones eficientes del vapor saturado, ya que están en capacidad de otorgar datos necesarios para el control y manipulación del proceso de peletizado.

### 2.9.1 Termómetro de resistencia de platino

Tienen relevancia en la industria en instalaciones con procesos de transferencia de calor. La resistencia que incorpora se someterá a cambios de temperatura, esto provocara que la resistencia varié de manera proporcional.

### 3 CAPITULO 3

#### LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DEL PROCESO DE PELETIZADO

##### 3.1 Análisis de maquina peletizadora

###### 3.1.1 Modelo

Muyang MUZL 600 Pellet Mill fabricada en base con normas técnicas internacionales, para su uso en la producción de pellet.

Su empleo es exclusivo para la fabricación de alimentos para animales en gránulos compuestos.

Tabla 3-1 Especificaciones técnicas de la maquina peletizadora

Modelo	Potencia de la máquina (KW)	Capacidad de producción (t / h)	Tamaño de los pellet (mm)	Diámetro interior del dado (mm)	Número de rodillos de presión acondicionador de potencia (kW)	Motor alimentador de tornillo sin fin (kW)
MUZL600	55KW×2	3~12	φ2~12	φ550	3	1.5
	75KW×2	4~16	φ2~12	φ550	3	1.5
MUZL600-X	55KW×2	2~3.5	φ1.2~2.5	φ550	3	1.5

Fuente Muyang Group

###### 3.1.1 Propiedades

Consta de dos motores y una correa tipo V para la conducción de la cámara de pellets, la cual hace posible un equilibrio en la rotación, con alto rendimiento, niveles bajos de ruido, fácil operación y mantenimiento.

Contiene tres rodillos de presión, esto hace posible de hace mismo de tres zonas de compresión.

Los dados o moldes pueden ser equipados con medidas en sus orificios de  $\phi 1.2$  a  $\phi 12$  que se eligen según sus requerimientos prácticos para optimizar sus especificaciones técnicas y eficiencia económica.

Motor alimentador con variador de frecuencia, bypass de seguridad para evitar sobrecargas e instrumentos de medición para mostrar la carga del motor.

### 3.1.2 Estructura

En la fig. 3.1.1 se muestra la configuración de la máquina y sus partes principales por la cual está constituida.

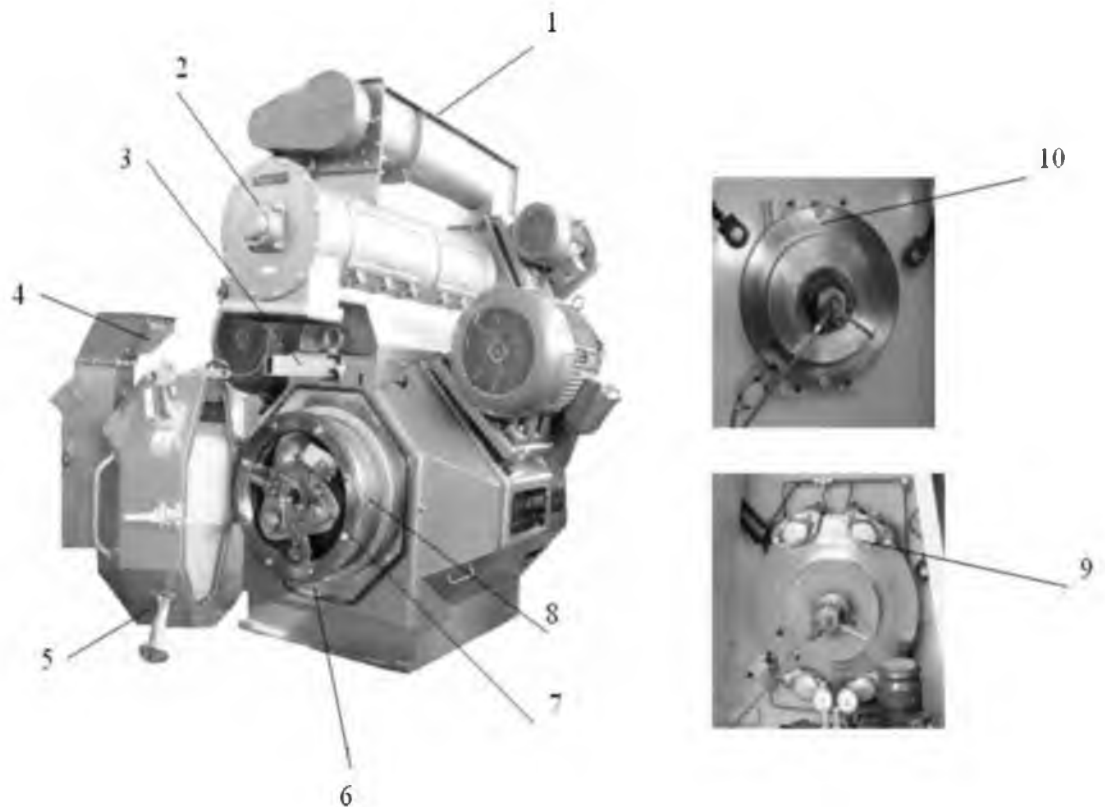


Figura 3-1 Partes de una maquina peletizadora

Fuente Muyang Group

- 1.- Alimentador.
- 2.- Acondicionadores.
- 3.- Viga para levantamiento del dado.

- 4.- Hierro magnético.
- 5.- Cuchilla de corte.
- 6.- Raspador.
- 7.- Rodillo de presión.
- 8.- Dado.
- 9.- Sistema Hidráulico.
- 10.- Dispositivo de protección.

### 3.1.2.1 Alimentador

En la fig. 3.1.2 se muestra un diagrama esquemático donde se detallan las componentes del alimentador de una máquina de peletizado.

1. Chumacera.
2. Estancia.
3. Eje del sinfín.
4. Acople sinfín moto reductor
5. Motoreductor.

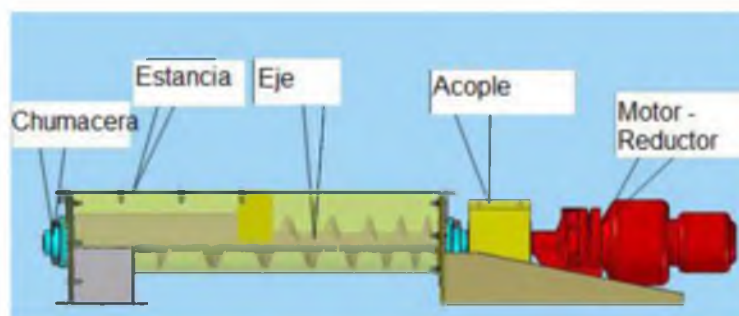


Figura 3-2 Alimentador de una maquina peletizadora

Fuente Muyang Group

### 3.1.2.2 Acondicionador

En la siguiente figura 3-3 se muestra el diagrama esquemático de los elementos principales que pertenecen a un acondicionador.

1. Chumacera.
2. Protector de eje y paletas.
3. Motor.
4. Elemento de accionamiento

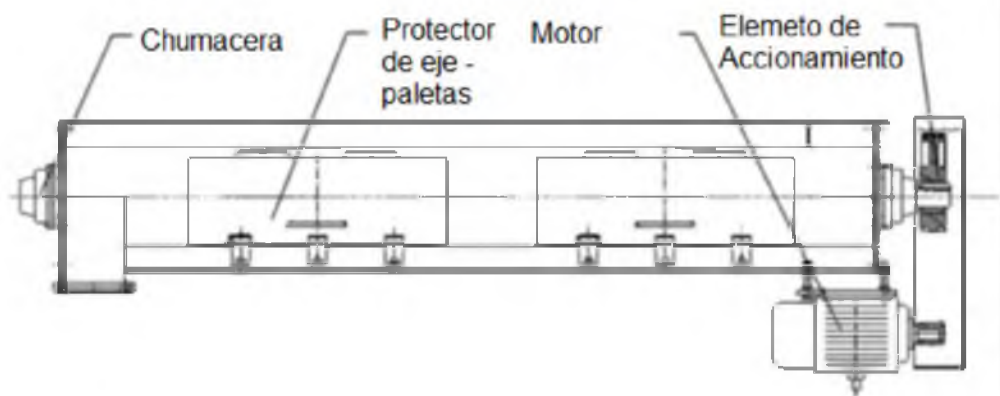


Figura 3-3 Acondicionador de una maquina peletizadora

Fuente Muyang Group

### 3.1.3 Dimensiones de máquina peletizadora

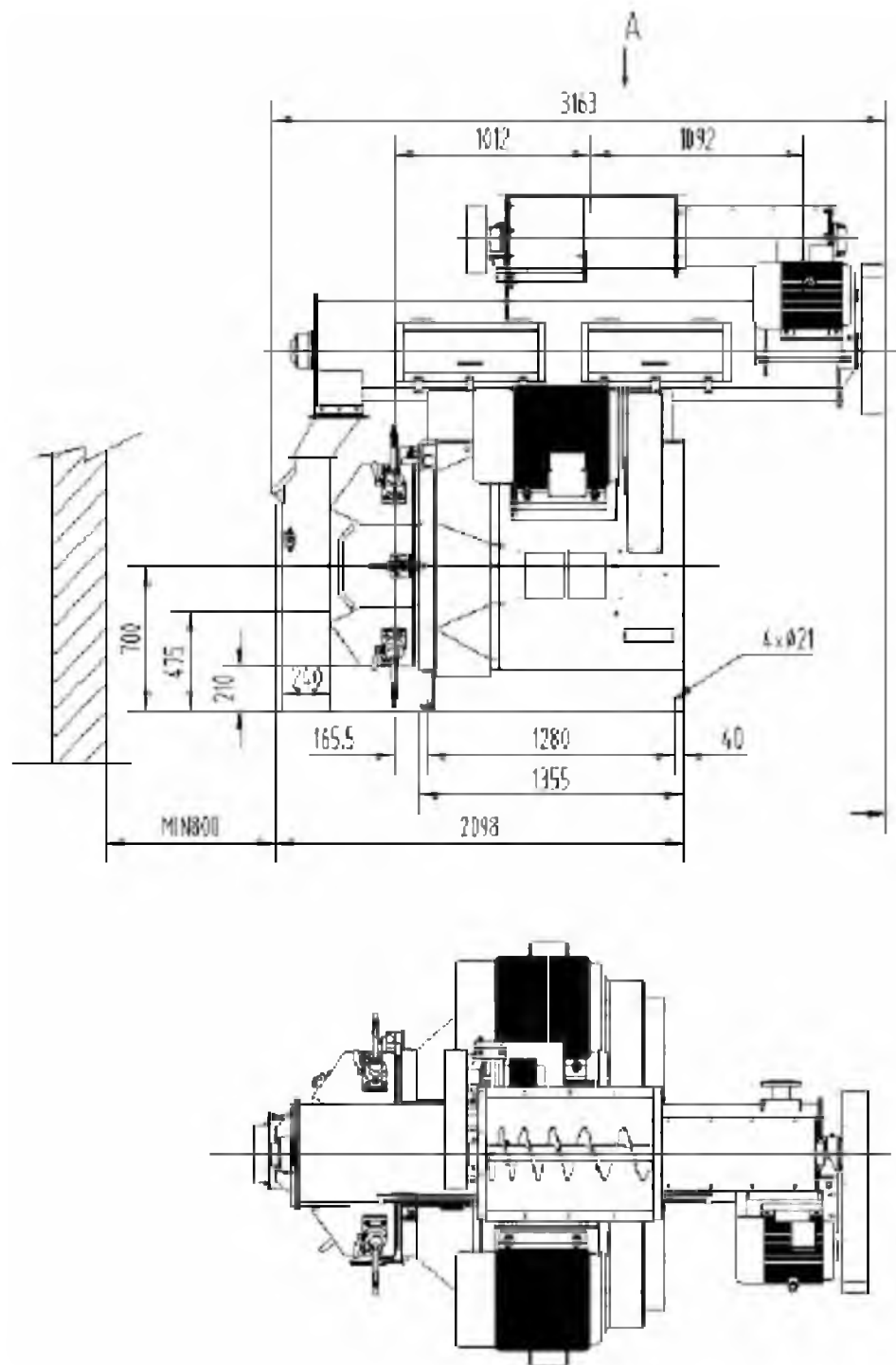
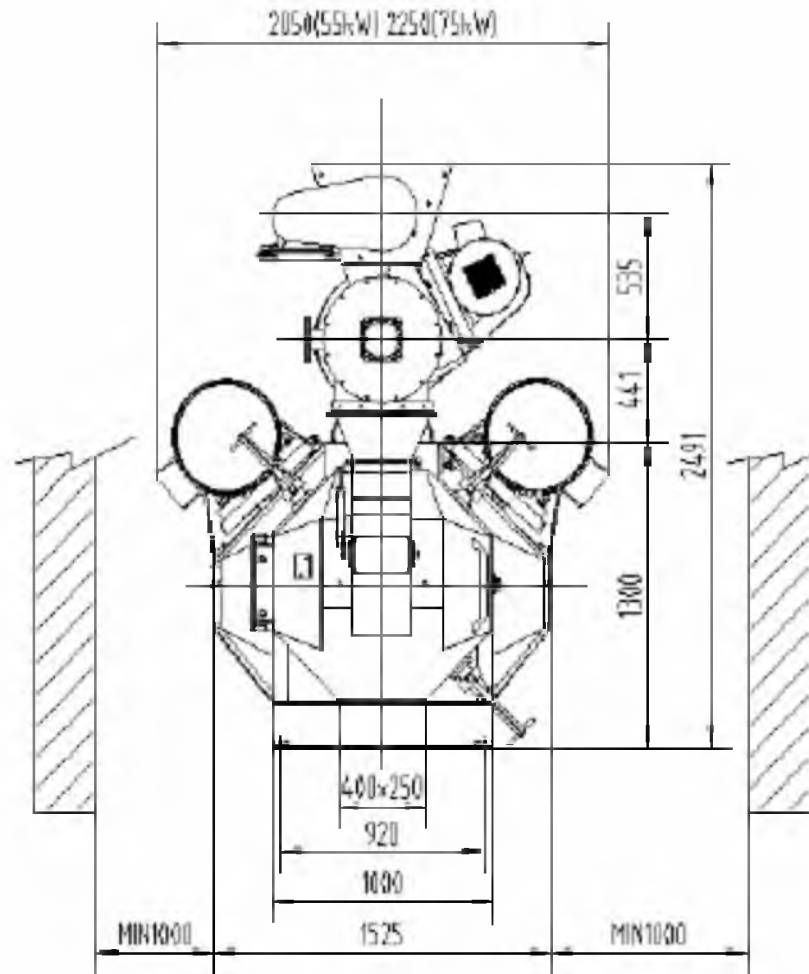


Figura 3-4 Dimensiones de una maquina peletizadora I

Fuente Muyang Group



A

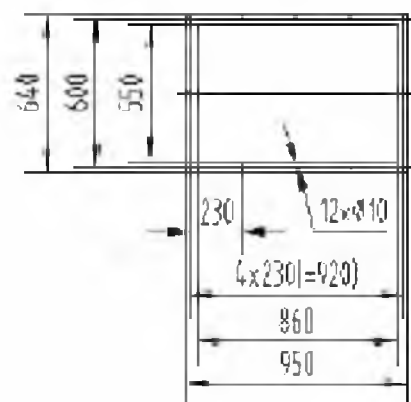


Figura 3-5 Dimensiones de una maquina peletizadora II

Fuente Muyang Group



### **3.1.4 Operación**

La mezcla de harinas procedente no debe exceder de 18% de humedad, esta se almacena en una tolva que incluye sensores de nivel rotativos que indican el estado de la misma, a continuación se transporta el producto por medio de un sinfín, el caudal se regula a través del variador de frecuencia que controla el motor acoplado al transportador, luego se dirige al acondicionador donde se adiciona el vapor saturado.

La temperatura de la mezcla en el acondicionador es controlada y está entre un rango 65 - 95°C y la humedad es 14 - 18% dependiendo de la formula. Por último la mezcla entra a la cámara de peletización donde se comprimirá por la presión de los rodillos y el dado en pequeñas formas cilíndricas.

#### **3.1.4.1 Condiciones de operación**

Para mejorar la eficiencia y seguridad de la máquina es necesario:

Ambiente del área debe disponer de un rango de temperatura -5°C A 40°C.

Humedad relativa de 30% al 85%.

Regiones con altitud menor a 1000m.

Rango de temperatura para el transporte común es: -25 - 55°C.

#### **3.1.4.2 Puntos de seguridad en la operación**

Cuando se realiza la operación de la máquina, se debe tener presente las medidas de seguridad indicadas por el fabricante, para garantizar el buen manejo del proceso.

El operador está en la obligación de prestar atención a las señales donde existe un alto riesgo de accidentes. Los dispositivos de seguridad no pueden ser obviados ni desmontados, se requiere crear rutinas de comprobación de estos dispositivos de protección.

### **3.1.4.3 Procedimiento de operación para el proceso de peletizado**

El primer paso es abrir la puerta principal de la cámara de pellet y ajustar las cuchillas de corte.

Realizar limpieza en la cámara de pellet y en los dispositivos de separación magnética, comprobar alimentador y acondicionador.

Instalar el dado en la posición correcta, junto con los rodillos de presión para el ajuste apropiado.

Iniciar el arranque de los motores principales, luego verificar y asegurarse que la funcionalidad de los componentes de la cámara de pellet sea correcta, el dado debe girar en sentido horario e inspeccionar la comprensión entre los rodillos y la superficie interior del anillo, deben girar levemente.

Constatar que la adición de vapor para un trabajo en condiciones normales, la presión del vapor 14 – 40 psi.

Posterior se procede alimentar a una cierta cantidad de producto gruesa aceitosa a la entrada de la cámara de pellet de manera manual, y continuar la alimentación hasta que se forma y se comprime fuera del dado. Esto ayuda a lubricar el dado antes de la producción normal.

Encender motor del alimentador y ajustar el variador de frecuencia a un nivel de baja frecuencia y alimentar la mezcla a la cámara de pellet lentamente. Sin añadir vapor.

Luego abrir la válvula proporcional de vapor un poco, a continuación, aumentar adecuadamente la tasa de alimentación hasta que el amperímetro muestre el rango de carga normal.

La cantidad de alimentación y suministro de vapor son diferentes de los tipos de dados y fórmulas, y la calidad de pellets también varía. En la fig se muestra un esquema de trabajo de la cámara de pellet.

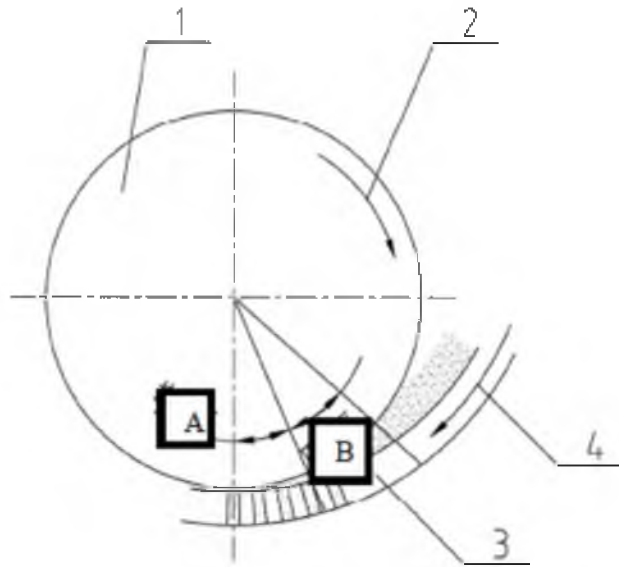


Figura 3-6 Fuerzas de compresión entre el rodillo y el dado

Fuente Muyang Group

1. Rodillo
  2. Rotación dirección del rodillo
  3. Dado
  4. Dirección de rotación del anillo de matriz
- A. Zona de extrusión
- B Zona Compactación

### 3.2 Generación del vapor saturado

Tabla 3-2 Especificaciones técnicas del caldero

<b>Marca</b>	Hurst Boiler and Welding Company
<b>Modelo</b>	DHF250A4SM
<b>Número de serie</b>	S1000 – 150 - 295
<b>Tipo</b>	Scotch
<b>Caldera de vapor</b>	Tubos de humo
<b>Fecha</b>	08/07/2012
<b>Capacidad calorífica</b>	200BHP
<b>Presión a plena carga</b>	150 psi
<b>Presión de trabajo</b>	
<b>Presión de salida</b>	
<b>Tasa de disparo</b>	57 GLPH Diesel

Fuente Hurst Boiler & Welding Company INC, 2012

#### 3.2.1 Accesorios

### 3.2.1.1 Quemadores

Tabla 3-3 Especificaciones técnicas de los quemadores

<b>Modelo número</b>	DHF250A4SM
<b>Ventilador</b>	C-5787-7
<b>Boquillas de disparo</b>	C-3987
<b>Tipo de combustible</b>	Diésel
<b>Boquillas de diésel</b>	(2) 18.0 * 60
<b>Motor HP</b>	5 HP
<b>RPM</b>	3600 RPM
<b>Piloto</b>	Chispa directa de diésel

Fuente Hurst Boiler & Welding Company INC, 2012

DHF: cabeza de difusor, de tiro forzado

Tamaño: 250 nominal de la caldera CV

Combustible: C - Gas y petróleo, A - Sólo al óleo - G - Sólo Gas

Detección de llama: 0 ninguno, 3 infrarrojos, ultravioleta 4

Ignición: G: gas / piloto eléctrica. S: chispa directo de diésel

Tasa de disparos: D: Lo-Hi-Lo. M: Modulación. T: inicio de 2 pasos

#### 3.2.1.1.1 Disparo de modulación

Permite la plena modulación del flujo de aire y combustible. El flujo de gas se controla mediante una válvula de mariposa y el flujo de aceite se controla con una válvula de medición de flujo de retorno.

### 3.2.1.1.2 Dimensión de montaje del quemador

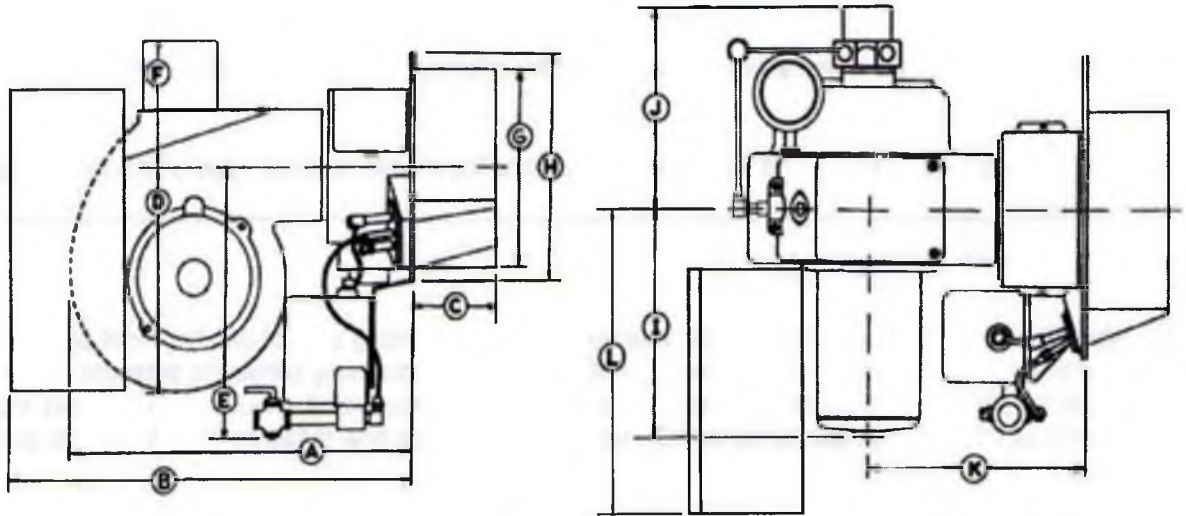


Figura 3-7 Dimensiones del quemador 1

Fuente ST. Johnson Co, 2012

Tabla 3-4 Dimensiones en pulgadas de quemador i

Tamaño	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
20	16 7/8	23	4 3/8	8	7	5	10 1/2	17 7/8	11 1/4	9	16 1/2
30-40	17	23	4 3/8	10 3/4	7 3/8	7 3/8	12 1/2	12 3/8	13	10 7/8	16 1/2
50-100	23	29	4 3/8	15 1/8	8	9 1/8	15 1/2	14 3/8	15 1/2	12 1/8	17 1/2
125-250	30 5/8	33 3/4	4 3/8	17 1/2	8 3/4	10 1/2	18	19 3/8	14 3/4	10 7/8	18 1/2

Fuente ST. Johnson Co, 2012

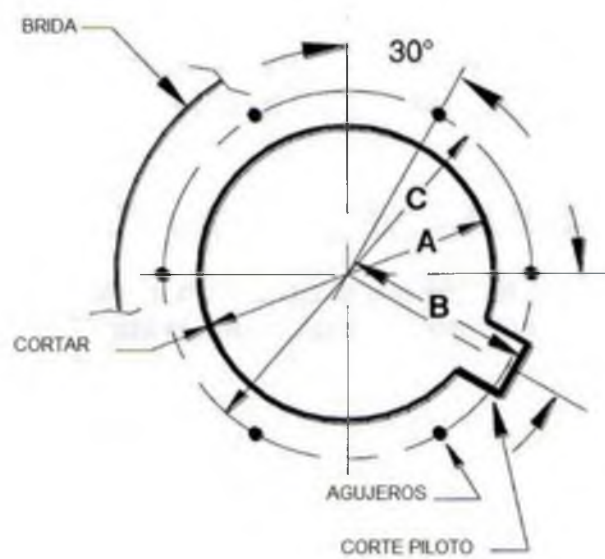


Figura 3-8 Dimensiones del quemador II

Fuente ST. Johnson Co, 2012

Tabla 3-5 Dimensiones en pulgadas del quemador II

Tamaño	A	B	C	D
20	7 ½	5 – 5/8	9	12 – ½
30-40	10 – 1 ¼	7	11	15 – ½
50-100	12 – 1 ¼	8	14	17 – ½
125-250	15	9 – 3/8	16 – 1/2	20

Fuente ST. Johnson Co, 2012

### 3.2.1.2 Tuberías e instrumentación

Tabla 3-6 Especificaciones técnicas

<b>Diagrama de tuberías de combustible</b>	B – 8630
<b>El montaje de tuberías de combustible</b>	B-8348-2, V026
<b>Válvula de control</b>	Hauck S-3-11
<b>Suministro de combustible</b>	295 PSIG
<b>Medios de atomización</b>	Presión

Fuente ST. Johnson Co, 2012

### 3.2.2 Panel de control

Tabla 3-7 Especificaciones técnicas

<b>Tensión de control</b>	120V-1-60Hz
<b>Control de la combustión</b>	RM7840
<b>Tamaño del panel</b>	21*21*7
<b>Luces piloto</b>	Potencia - Encendido – Combustible - Seguridad
<b>Alarma</b>	Si
<b>Código</b>	UL Standars, CSD-1, IRI
<b>Tensión de motor</b>	220-3-60
<b>Detección de llama</b>	UV
<b>Ubicación</b>	Quemador montado
<b>Interruptor de silenciamiento</b>	Si

Fuente ST. Johnson Co, 2012



### 3.2.3 Sistema de combustible

#### 3.2.3.1 Tanque de combustible

##### 3.2.3.1.1 Capacidad

La capacidad del tanque del almacenamiento para diésel es de 1935 galones.

##### 3.2.3.1.2 Dimensiones del tanque de almacenamiento de diésel

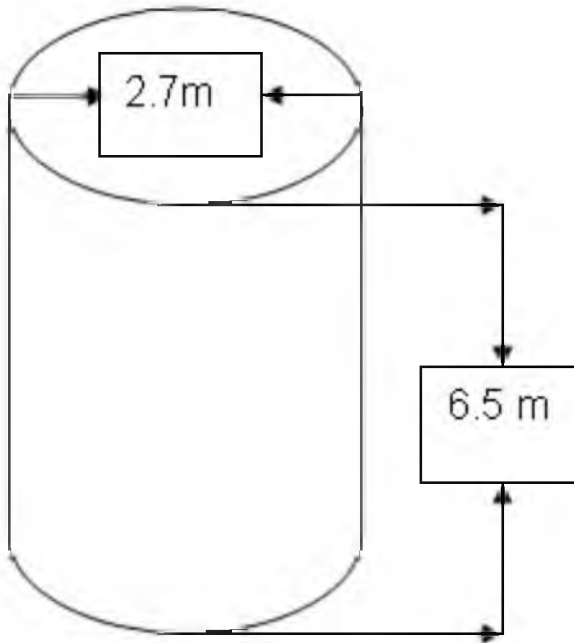


Figura 3-9 Dimensiones del tanque de almacenamiento

Fuente El Autor

##### 3.2.3.2 Bomba de combustible

Tabla 3-8 Especificaciones de la bomba de combustible para el caldero

<b>Marca</b>	WattSaver
<b>Modelo</b>	C6T17FK98C
<b>Hp</b>	1
<b>V/Hz</b>	208-230/460 - Hz
<b>Presión</b>	100 psi

Fuente El Autor

### 3.2.4 Sistema de alimentación del agua

#### 3.2.4.1 Tanque de alimentación de agua

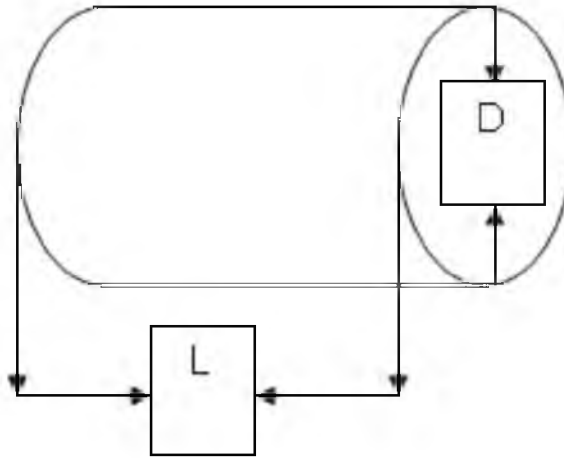


Figura 3-10 Tanque de alimentación de agua

Fuente El Autor

Tabla 3-9 Dimensiones del tanque de alimentación de agua

L	1.30 m
D	0.80 m

Fuente El Autor

#### 3.2.4.2 Bombas de alimentación

Tabla 3-10 Especificaciones técnicas de las bombas de alimentación de agua

Bomba	1	2
Marca	BALDOR Reliances	BALDOR Industrial motor
Modelo	VM3559	D4 – Z00S63
Hp	3	5
V	208-230/460	208-230/460
Presión	100 psi	100 psi

Fuente El Autor

### 3.2.4.3 Ablandador

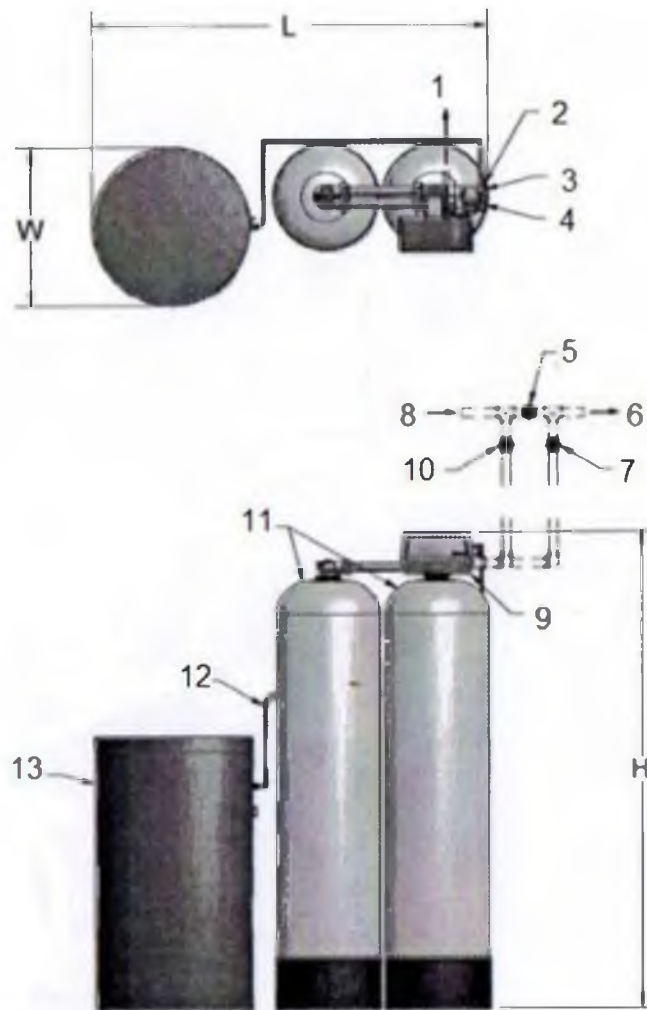


Figura 3-11 Ablandador de agua y sus partes

Fuente Mario incorporated, 2012

- 1.- Drenaje
- 2.- Medidor de agua
- 3.-Salida
- 4.-Entrada
- 5.- Válvula by - pass ( normalmente cerrado )
- 6.-Salida de agua blanda

- 7.-Válvula de salida
- 8.-Entrada de agua
- 9.-Válvula de control
- 10.-Valvula de entrada
- 11.- Deposito de minerales
- 12.- Tubería para sal
- 13.- Tanque de sal

#### **3.2.4.4 Agitador de químico**

Sistemas de alimentación de productos químicos se fabrican a las necesidades individuales de los clientes. Por tamaños de depósito, están disponibles a partir de 30 galones a 500 galones. La plataforma de la bomba esta debajo del depósito y tiene la capacidad para una, dos o tres bombas, o una plataforma lateral pueden ser fabricada para integrar un máximo de cinco bombas. Un agitador se puede instalar en la parte superior del tanque para mezclar líquidos o mezcla de polvos en la solución. El panel de control, se lo instala para controlar el nivel de líquido en el tanque, y para que funcionen las bombas y mezclador, o cierres de contacto remotos desde un proceso del sistema. Los sistemas de alimentación de productos químicos se preparan con una válvula de filtro y el aislamiento en la línea de suministro desde el depósito a la bomba de succión y una válvula de alivio de presión en la tubería de descarga de la bomba. En la figura 3.10 se muestra el agitador adaptado al sistema de tratamiento del agua.



Figura 3-12 Agitador de químico

Fuente A & L Machine Products Co, 2012

### 3.2.4.5 Dimensiones y partes del agitador

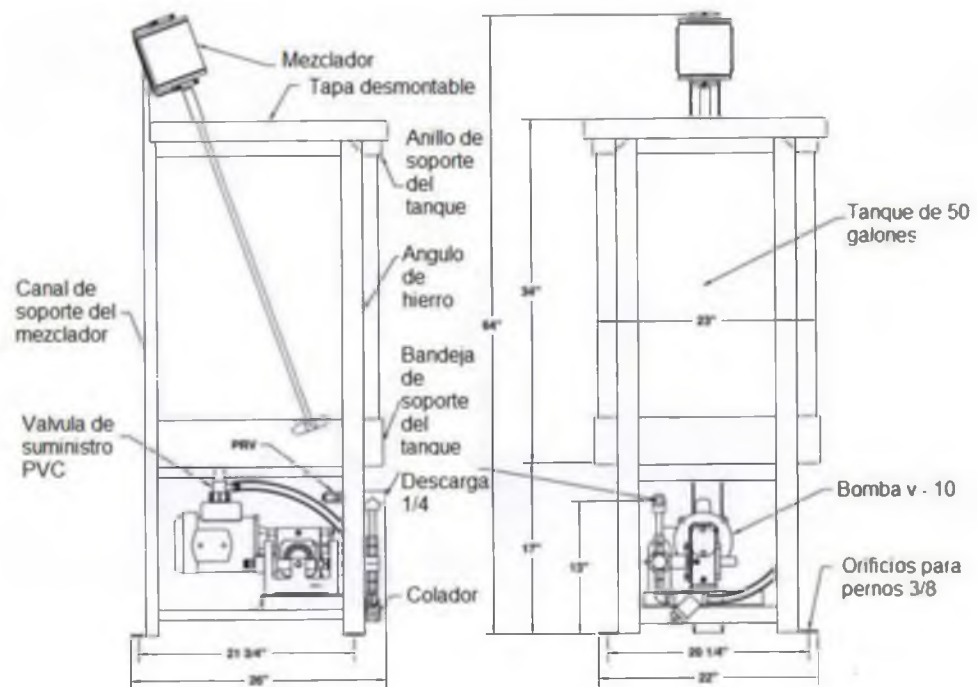


Figura 3-13 Dimensiones y partes del agitador de químico

Fuente A & L Machine Products Co, 2012

### **3.2.5 Procedimiento para pre puesta en marcha del caldero**

El desarrollo óptimo de la caldera depende de la atención a los detalles. Los siguientes pasos deben ser atendidos en el arranque inicial y después de cualquier periodo de parada.

- 1.- Comprobar el tanque de agua de alimentación, verificar que el nivel del agua sea correcta y que la válvula de paso de alimentación que suministra agua al tanque este abierta.
- 2.- Revisar válvulas de aspiración de la bomba si están abiertas
- 3.- Compruebe voltaje de alimentación si está disponible para la bomba (s)
- 4.- Abra la válvula de suministro de vapor (s).
- 5.- Verificar si la válvula (s) de seguridad, son correctas para este diseño de la caldera de presión y capacidad.
- 6.- Observe si el agua de la caldera está en el nivel indicado y abra las válvula (s) del agua de alimentación.
- 7.- Verificar el funcionamiento de corte bajo agua, abriendo la válvula de purga de la columna de agua hasta que indique la alarma y los arranques de la bomba de alimentación de agua.
- 8.- Compruebe que corte auxiliar de bajo nivel de agua está en funcionamiento. (Es posible que cierre la válvula de alimentación y abra la purga de fondo para esta comprobación. Asegúrese de volver a abrir la válvula de alimentación después de cerrar la válvula de purga). La bomba debe iniciar y llevar el nivel del agua en la caldera de nuevo a nivel de funcionamiento normal sistema de tratamiento de aguas.

9 Todos los armarios de control deben estar limpias - dentro y por fuera - con las puertas completamente funcionales que están cerrados.

10 Guardias del equipo deben estar en su lugar

11 Las válvulas de combustible no deben estar abiertas en este momento.

### **3.2.6 Procedimiento para pre puesta en marcha de alimentación del agua caliente**

1 Compruebe que la válvula de alimentación que suministra agua al sistema está abierto

2 válvulas de suministro y retorno están abiertas válvula (s)

3 La seguridad es correcto para este diseño de la caldera de presión y capacidad

4 Sistema de agua está en correcto de la válvula

5 Verificar el funcionamiento de corte bajo el agua

6 Compruebe el tratamiento químico se ha realizado y es satisfactoria

7 todas las cabinas de control deben estar limpias - dentro y por fuera - con las puertas completamente funcionales que están cerrados.

8 protectores de equipos deben estar en su lugar

9 válvulas de combustible no deben estar abiertas en este momento

### 3.3 Sistema distribución de vapor saturado

#### 3.3.1 Manifold Principal

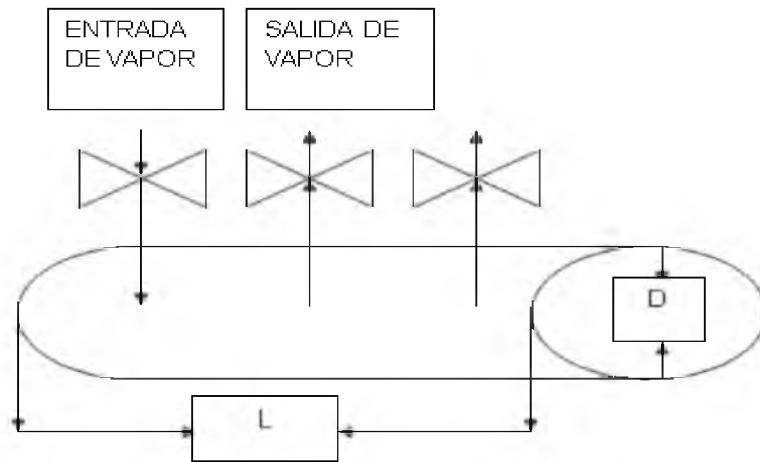


Figura 3-14 Manifold principal de distribución

Fuente El Autor

Tabla 3-11 Dimensiones del manifold principal de distribución

L	1.79m
D	0.30m

Fuente El Autor

#### 3.3.2 Tubería principal

Tabla 3-12 Especificaciones técnicas de la tubería principal

Tubería	29.5m	3"
Codos	7unidades	3"

Fuente El Autor



### 3.3.3 Manifold de distribución

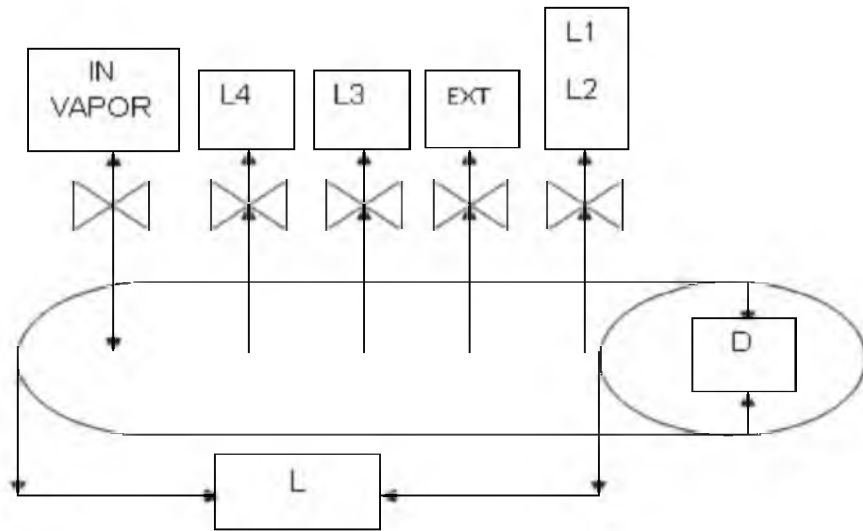


Figura 3-15 Manifold de distribución

Fuente El Autor

Tabla 3-13 Dimensiones del manifold de distribución

L	1.79m
D	0.30m

Fuente El Autor

### 3.3.4 Sistema de reducción de vapor

#### 3.3.4.1 Línea 1

Tabla 3-14 Lista de componentes del sistema de reducción de vapor línea 1

Unidades	Descripción
3	Válvulas de compuerta
1	Válvula reductora de presión
1	Válvula reguladora de flujo
1	Válvula de control accionada por actuador
1	Manómetro de salida

Fuente El Autor

### 3.3.4.2 Línea 2

Tabla 3-15 Lista de componentes del sistema de reducción de vapor línea 2

<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>
2	Válvulas de compuerta
1	Filtro
1	Válvula reductora de presión
1	Válvula de control accionada por actuador
1	Válvula reguladora de flujo
1	Manómetro de salida

Fuente El Autor

### 3.3.4.3 Línea 3

Tabla 3-16 Lista de componentes del sistema de reducción de vapor línea 3

<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>
1	Separador de condensado
4	Válvulas de compuerta
1	Válvula reductora de presión
1	Filtro
1	Válvula de control accionada por actuador
1	Válvula reguladora de flujo
1	Válvula de bola
1	Manómetro de salida

Fuente El Autor

### 3.3.4.4 Línea 4

Tabla 3-17 Lista de componentes del sistema de reducción de vapor línea 4

<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>
1	Separador de condensado
4	Válvulas de compuerta
1	Válvula reductora de presión
1	Filtro
1	Válvula de control accionada por actuador
1	Válvula reguladora de flujo
1	Válvula de bola
1	Manómetro de salida

Fuente El Autor

### 3.3.5 Sistema de retorno de condensado

#### 3.3.5.1 Línea 1

Tabla 3-18 Lista de componentes del sistema de retorno línea 1

<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>
3	Válvulas de bola
1	Filtro
1	Mirilla
1	Trampa de balde invertido

Fuente El Autor

### 3.3.5.2 Línea 2

Tabla 3-19 Lista de componentes del sistema de retorno línea 2

<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>
<b>3</b>	Válvula de globo
<b>2</b>	Válvula de bola
<b>1</b>	Trampa de balde invertido

Fuente El Autor

### 3.3.5.3 Línea 3

Tabla 3-20 Lista de componentes del sistema de retorno línea 3

<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>
<b>3</b>	Válvula de globo
<b>2</b>	Válvula de bola
<b>2</b>	Trampa de balde invertido

Fuente El Autor

### 3.3.5.4 Línea 4

Tabla 3-21 Lista de componentes del sistema de retorno línea 3

<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>
<b>3</b>	Válvula de globo
<b>2</b>	Válvula de bola
<b>2</b>	Trampa de balde invertido

Fuente El Autor

## 4 CAPITULO 4

### 4.1 Determinación de las causas relevantes que disminuyen la calidad del vapor saturado

#### 4.1.1 Título o calidad del vapor

Se determinara el valor de título o calidad del vapor mediante la ecuación 4

$$x = \frac{h_2 - h_f}{h_{fg}}$$

*x = calidad del vapor, expresada en fracción decimal.*

*h<sub>2</sub> = entalpía total del vapor recalentado a la presión absoluta del calorímetro, en Btu por lb.*

*h<sub>f</sub> = entalpía del líquido a la presión inicial, en Btu por lb.*

*h<sub>fg</sub> = entalpía de vaporización del vapor saturado seco a la presión absoluta inicial en Btu por lb.*

Donde los valores de *h<sub>f</sub>* y *h<sub>fg</sub>* se obtienen de las tablas de vapor en función de la presión absoluta de la caldera

$$h_f = 309.11 \text{ Btu/lb}$$

$$h_{fg} = 880.6 \text{ Btu/lb}$$

El valor de la entalpia *h<sub>2</sub>* puede ser estimable mediante el incremento de temperatura a presión constante. Ecuación 5

$$q_{sh} = C_p + \Delta t$$

Reemplazando nos queda la ecuación 8

$$h_2 = h_{g2} + 0.48\Delta t$$

$$h_{g2} = 1189.7 \text{ Btu/lb}$$

$$\Delta t = (302 - 356) \text{ }^\circ\text{F}$$

Reemplazando en la ecuación 8 nos queda,

$$h_2 = 1189.7 + 0.48 (-54)$$

$$h_2 = 1211.3 \text{ btu/lb}$$

Teniendo el valor  $h_2$ , reemplazamos en la ecuación 4

$$x = \frac{1211.3 - 309.11}{880.6}$$

$$X = 0.9746$$

Lo que nos indica que el vapor que sale del caldero está al 97% vapor saturado y el 3% es condensado.

#### **4.1.2 Causas en el sistema de distribución de vapor saturado que disminuyen la calidad del vapor**

Como ya fue mencionado que una disminución de la calidad del vapor saturado puede ser capaz de ocasionar ciertos problemas como la reducción de las tasas de productividad y calidad del producto.

- En la teoría del capítulo 2 nos indica que los separadores son fuente fundamental para eliminar el condensado y debe ser instalado antes del sistema de reducción de presión de vapor. Mientras tanto que en el levantamiento de información se nota que en la línea 1 y línea 2 no cuentan con separadores de gotas como se muestra en las tablas 3-14, 3-15. Este ámbito puede ser ampliamente cuestionable en el

proceso de peletizado ya que permite el desencadenamiento de problemas ya mencionados en el acondicionador.

- Para probar algunas de las causas de la disminución del vapor saturado se realizó termografía en las tuberías del sistema de distribución, como se evidencia en el manifold figura 4-1 de distribución las tuberías de salida que se conectan a la línea 3 – 4 no están aisladas correctamente, esto es relevante para la buena calidad del vapor ya que al no estar aisladas aumenta la entalpia de condensación, perdiendo entalpia de evaporación.

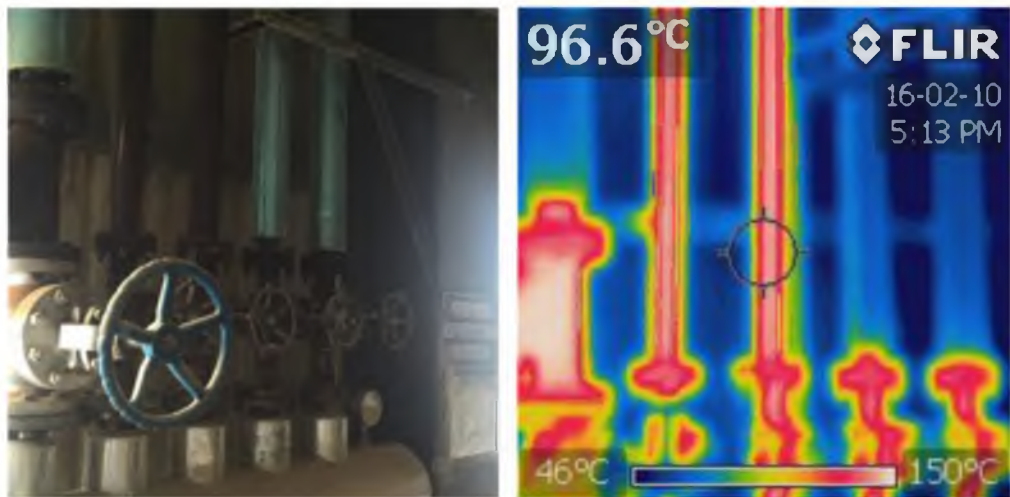


Figura 4-1 Termografía del manifold de distribución de vapor

Fuente El Autor

- La siguiente termografía figura 4-2 muestra las tuberías de distribución de vapor a la intemperie sin ningún aislante térmico que puede suplir las pérdidas.

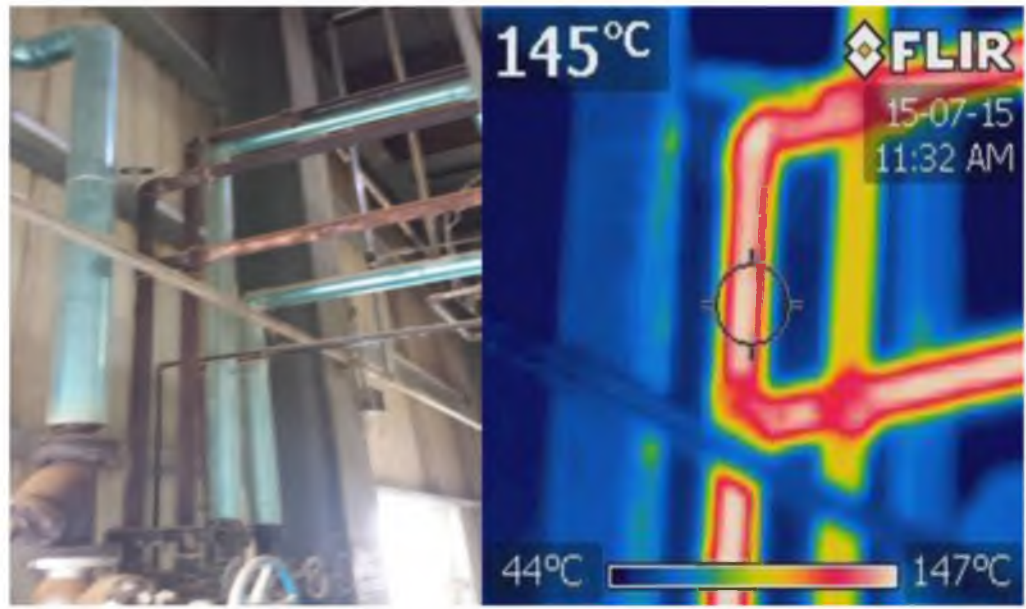


Figura 4-2 Termografía de tuberías de distribución secundarias

Fuente El Autor

- También con la herramienta termo gráfica se comprobaron el funcionamiento de trampas de condensado. En la Figura 4-3 se señala una trampa de balde invertido en buen estado, sellando el escape de vapor correctamente.

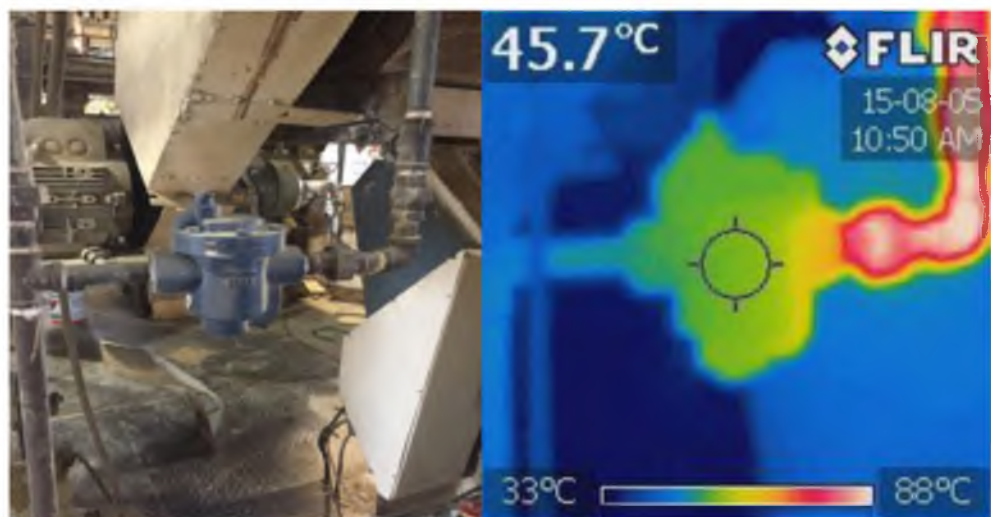


Figura 4-3 Termografía trampa de balde invertido línea 2

Fuente El Autor



- En las siguientes termografías figura 4-4 y 4-5 se indican las trampas de balde invertido funcionando en mal estado, se puede evidenciar la fuga de vapor por la salida de la trampa.



Figura 4-4 Termografía trampa de balde invertido manifold de distribución

Fuente El Autor

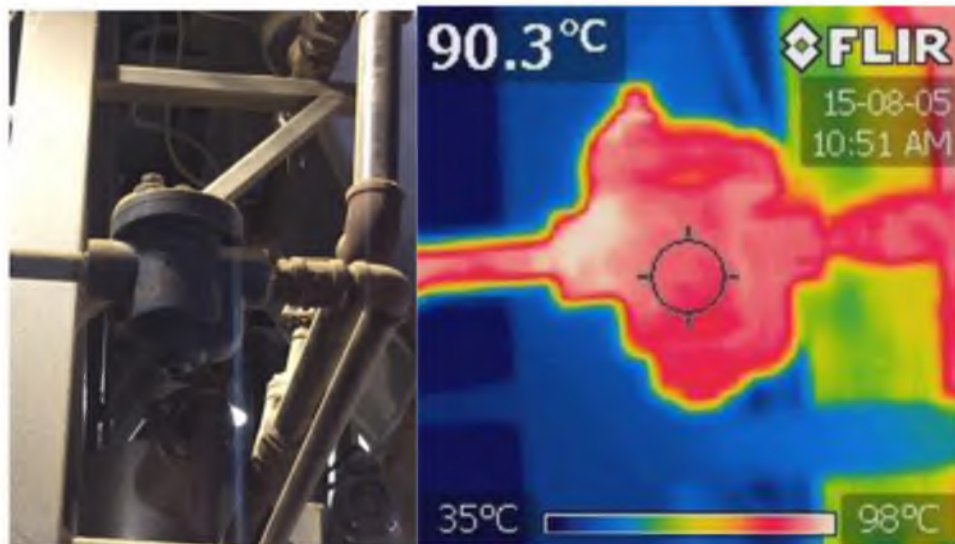


Figura 4-5 Termografía trampa de balde invertido línea 4

Fuente El Autor

- Una de las causantes es la falta de análisis de piernas colectoras, se evidencio que en las distribuciones de las cuatro líneas no hay piernas colectoras en el manifold del acondicionador del proceso de peletizado.

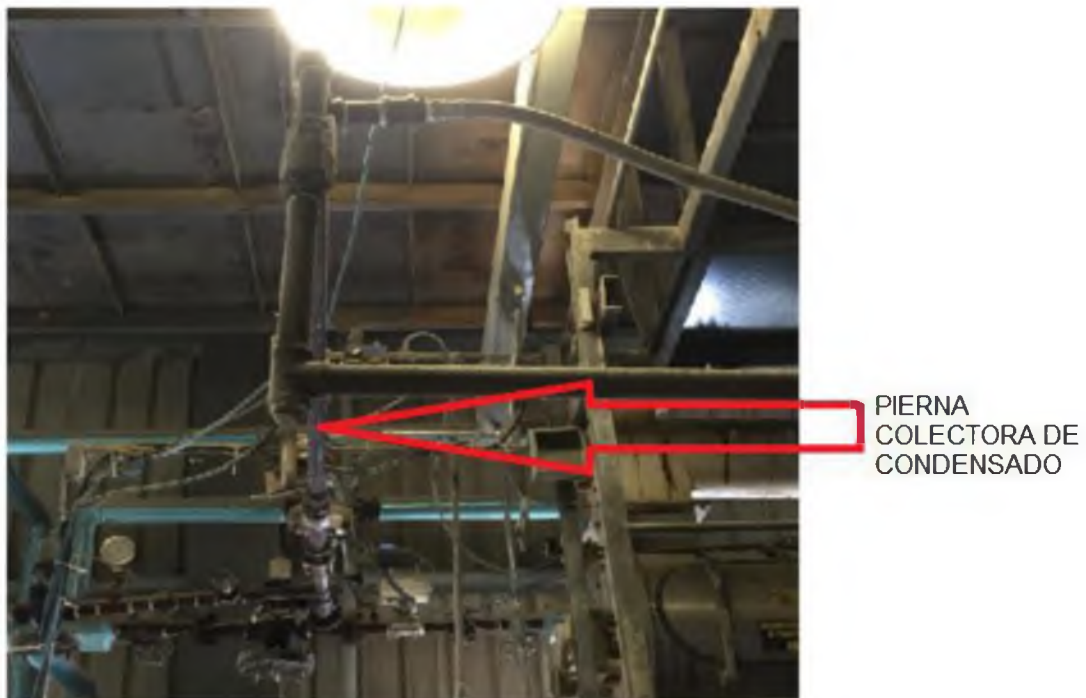


Figura 4-6 Evidencia de la falta de analisis piernas colectoras de condensado

Fuente El Autor

- En la figura 4-6, la flecha roja indica donde se debe instalar una pierna colectoras para remover condensado de la línea 2 de distribución de vapor.
- En la figura 4-7, se muestra la perdida de vapor a través del sistema de retorno de condensado que se descargan al tanque de alimentación de agua del caldero



Figura 4-7 Fuga y perdida de vapor por el sistema de retorno de condensado

Fuente El Autor

- El motivo por aquel escape de vapor se debe a que las trampas de balde invertido de las figuras 4-4 y 4-5 no están sellando correctamente lo que origina la fuga de vapor. Hay que tener presente este problema ya que al existir estas fugas el caldero demandara más combustible lo que incrementara los costos de producción.

## 4.2 Plan de desarrollo de la calidad del vapor saturado

Tabla 4-1 Plan de desarrollo

PROPUESTA	ACTIVIDADES
Purga automática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar señales eléctricas para la automatización de la purga.</li> <li>• Migrar señales eléctricas de la purga a un controlador lógico.</li> <li>• Programar señales en el controlador lógico.</li> <li>• Crear una interfaz gráfica o sistema Scada donde se pueda visualizar, registrar y operar a través de forma remota</li> </ul>
Mejoramiento del control y operación del caldero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar señales eléctricas del caldero para su automatización.</li> <li>• Migrar señales a un controlador lógico.</li> <li>• Crear una interfaz gráfica o sistema Scada donde se pueda visualizar, registrar y operar a través de forma remota</li> </ul>
Automatización de bombas de alimentación de agua al caldero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar señales eléctricas de las bombas.</li> <li>• Migrar señales a un controlador lógico.</li> <li>• Programar y crear una interfaz gráfica en el Scada para visualizar, registrar y operar el sistema de alimentación de agua.</li> </ul>
Nuevo diseño de manifold de distribución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Añadir una quinta salida en la distribución del vapor para la línea 2.</li> </ul>
Independizar la salida de distribución del vapor L1-L2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmontar junta entre la distribución de vapor de la línea 1 y la línea 2</li> </ul>

<p>Aislamiento de las tuberías de la línea 2, 3 y 4.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar el medio de aislamiento para las tuberías secundarias de distribución de la línea 2, 3,4.</li> </ul>
<p>Instalación de separadores de condensado en la línea 1,2</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionar separadores de condensado.</li> <li>• Montar separadores de condensado antes de la válvula reguladora de presión.</li> </ul>
<p>Instalar piernas colectoras de condensado en los separadores de la línea 1, 2.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionar las piernas colectoras de condensado.</li> <li>• Montar piernas colectoras de condensado.</li> </ul>
<p>Instalar piernas colectoras de condensado en los manifold del acondicionador de la línea 1, 2, 3, 4.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionar las piernas colectoras de condensado.</li> <li>• Montar piernas colectoras de condensado.</li> </ul>
<p>Instalar trampas termostáticas en los manifold de acondicionamiento 1,2,3,4</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionar trampas termostáticas.</li> <li>• Montar trampas termostáticas.</li> </ul>
<p>Añadir trampas termodinámicas en las piernas colectoras que se instalen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionar trampas termodinámicas.</li> <li>• Instalar trampas termodinámicas.</li> </ul>
<p>Manómetros digitales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar a la salida de cada válvula reguladora.</li> <li>• Instalar en el manifold de distribución.</li> <li>• Configurar manómetros digitales.</li> <li>• Crear una interfaz gráfica en el Scada para visualizar presión de los manómetros</li> </ul>

Fuente El Autor

## CONCLUSIONES

- El peletizado es un proceso que conlleva varias variables y cada una de ellas juega un papel fundamental en las tasas de producción y calidad.
- El acondicionamiento se ha considerado la parte crítica del proceso, pues es aquí donde se produce el desdoblamiento de los almidones, es por esto que el proyecto estudia el vapor saturado, su calidad y control de operaciones aumentara las tasas de productividad y calidad del proceso de peletizado.
- En el levantamiento de información del proceso de peletizado y el sistema de generación y distribución de vapor saturado se pudo constatar la falta de evaluación del montaje de componentes y dispositivos que favorecen la calidad del vapor.
- En el análisis de causas se evidencio que el vapor saturado puede incidir de manera negativa en el proceso de peletizado. no solo en la calidad del pellet, sino también en los recursos económicos.
- Es importante determinar el título o calidad del vapor para evaluar el proceso de peletizado y mejorar sus variables de calidad innovando las metodologías de trabajo, creando planes de desarrollo y aprovechando los recursos tecnológicos.
- El vapor saturado para la adición en el acondicionamiento del proceso de peletizado debe ser seco, con la mínima producción de condensado. El condesado formado en el sistema de generación y distribución de vapor

saturado puede ser lesivo al no solo proceso de peletizado, sino también a sus componentes como válvulas, tuberías, medidores de flujo, etc.

## RECOMENDACIONES

- Incentivar la investigación y el estudio de los sistemas de transferencia de calor para la búsqueda de problemas y el ahorro energético.
- Utilizar el vapor saturado en la adición de tanques de almacenamiento de aceites y solubles para mejorar su fluidez.
- Realizar un mantenimiento ordenado y programado para evitar posibles fallas en el sistema de generación y distribución de vapor saturado evitando paradas en la producción.
- Crear un plan de medición de las variables más críticas del proceso de peletizado.
- Realizar, evaluar plan de propuesto de mejoramiento del sistema de generación y distribución de vapor saturado.



## BIBLIOGRAFÍA

- Arbeláez, C. A. (2011). Análisis de la influencia que tiene la cantidad de concentrado peletizado sobre los rendimientos de las producciones pecuarias. Caldas, Colombia: Corporación Universitaria Lasallista.
- Bohórquez, R. D. (2013). Auditoría Energética del Circuito de Vapor y Condensado de una Planta de Café Liofilizado. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politecnica del Litoral.
- Bortoné, E. (2002). Interacción de ingredientes y procesos en la producción de alimentos hidroestables para camarones. Frisco, Texas.
- Criollo, C., & Pazmiño, B. (2006). Prediseño de las instalaciones de vapor y selección de la caldera de tipo pirotubular del "Hospital un canto a la vida". Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.
- Eugenio Bortoné, P. (2001). Diseño de plantas de alimentos balanceados especializado para peces y crustáceos. Monterrey, Mexico.
- Granda, E. (2012). Rediseño y automatización de la máquina peletizadora para la planta de balanceados Espejo. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Jiménez, C. O. (1997). Cálculos de procesos de vapor de una industria textil. Guayaquil, Ecuador: Universidad Politécnica del Litoral.
- López, A., & Luis Salazar. (2011). Diseño, construcción y pruebas de un calorímetro de estrangulamiento para el laboratorio de termodinámica de la facultad de mecánica de la ESPOCH. Riobamba, Ecuador: Universidad Politécnica de Chimborazo.
- López, D. M. (2011). Desarrollo de un método para la localización de fallas aplicadas a los equipos de producción de la empresa Bioalimentar CIA. LTA. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.

Moncada, L. F. (1996). Puntos de control para la fabricación de alimentos balanceados acuícolas. Guayaquil: Universidad Autónoma de Nuevo León.

Muyang Gruop. (s.f.).

Rodríguez, D., & Oswaldo Rubio. (2014). Diseño del sistema de distribución de vapor y selección del caldero para el Hospital San Juan de Dios. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.

Sosa, J. A. (2013). Recuperación de condensados generados en el sistema de drenaje de cabezales de vapor y venas de calentamiento en el área de setil en la Refinería Estatal de Esmeraldas. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.

## GLOSARIO

**Peletizado:** Es un proceso húmedo y con calor, la temperatura promedio que llega a las harinas es de 85°C, con un porcentaje de humedad de 16% en un tiempo aproximado de 37 segundos.

**Acondicionamiento:** Punto crítico del proceso de peletizado donde se mezclan harinas con vapor saturado en un tiempo determinado que facilite la compactación en la cámara de peletización.

**Calderas:** Es un recipiente metálico, cerrado, destinado a producir vapor o calentar agua, mediante la acción del calor a una temperatura superior a la del ambiente y presión mayor que la atmosférica.

**Vapor saturado:** Es aquel vapor que presenta presiones y temperaturas en la cual el vapor y el agua coexisten juntos, esto ocurre cuando el rango de evaporización es igual al rango de condensación.

**Trampas de vapor:** Las trampas de vapor son un tipo de válvula automática que filtra el condensado (es decir vapor condensado) y gases no condensables como lo es el aire esto sin dejar escapar al vapor.

**Eficiencia térmica:** Es un coeficiente o ratio adimensional calculado como el cociente de la energía producida (en un ciclo de funcionamiento) y la energía suministrada a la máquina (para que logre completar el ciclo termodinámico).

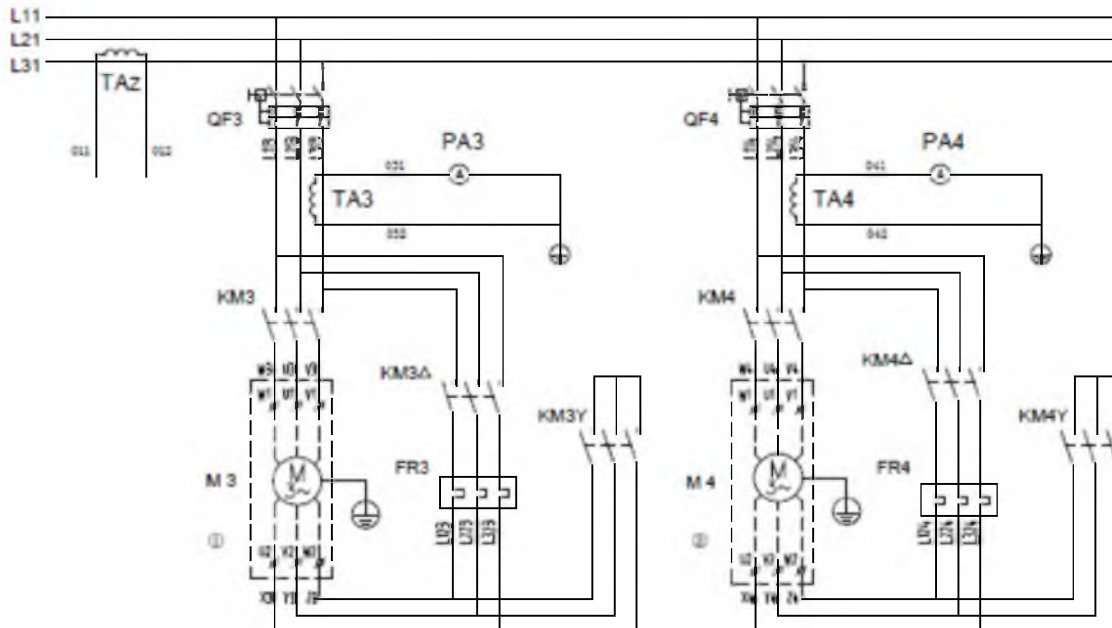
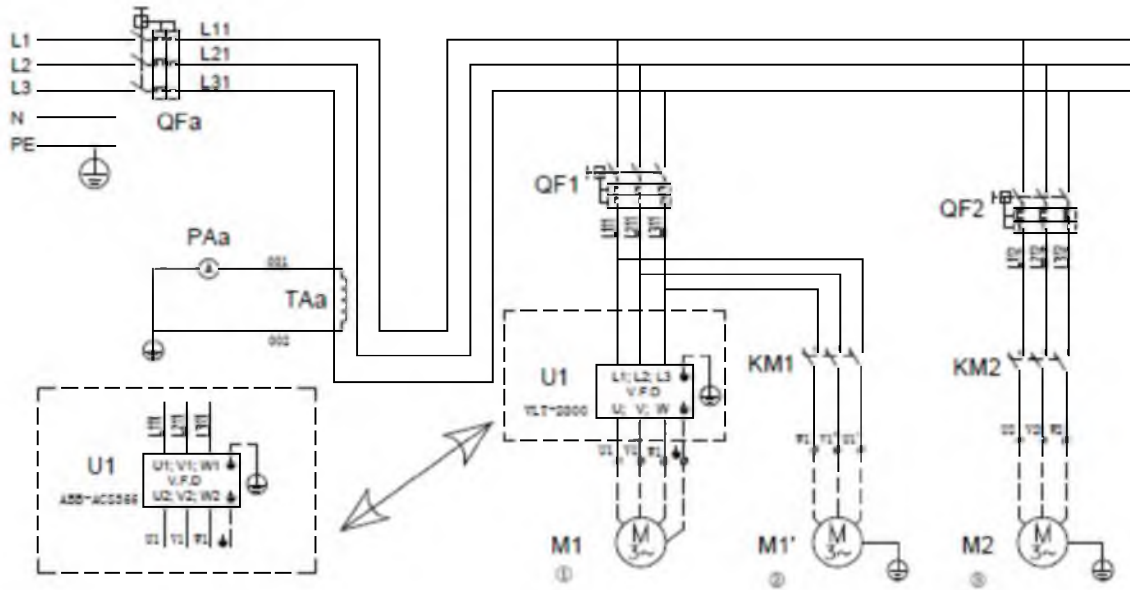
**Título o calidad del vapor:** El título se denomina al porcentaje como la masa de vapor presente en una mezcla agua – vapor.

# ANEXOS

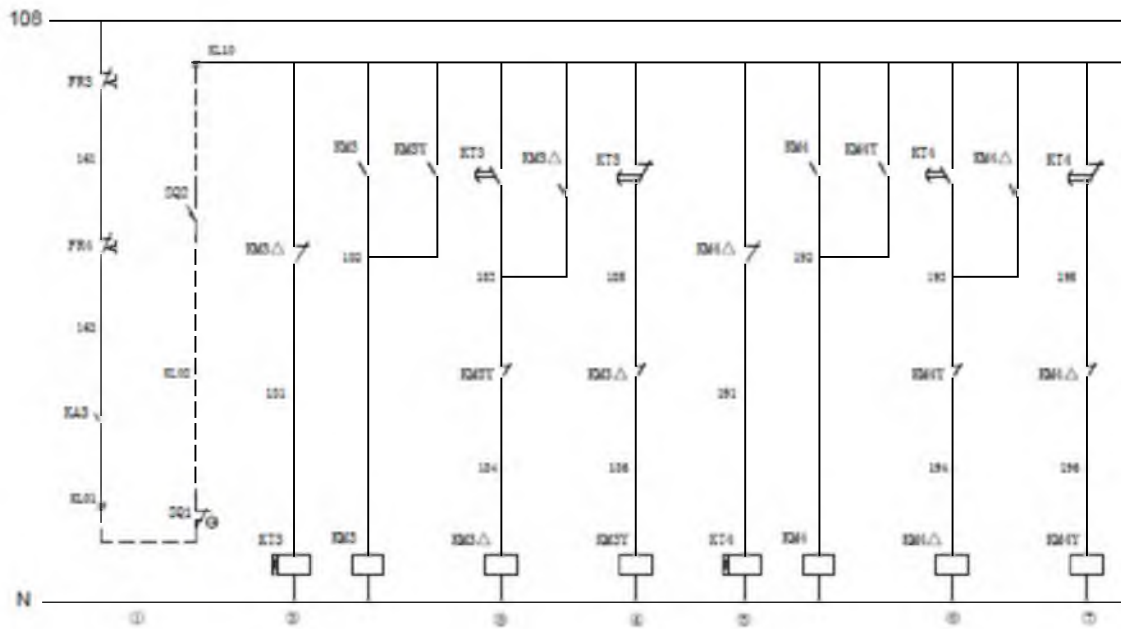
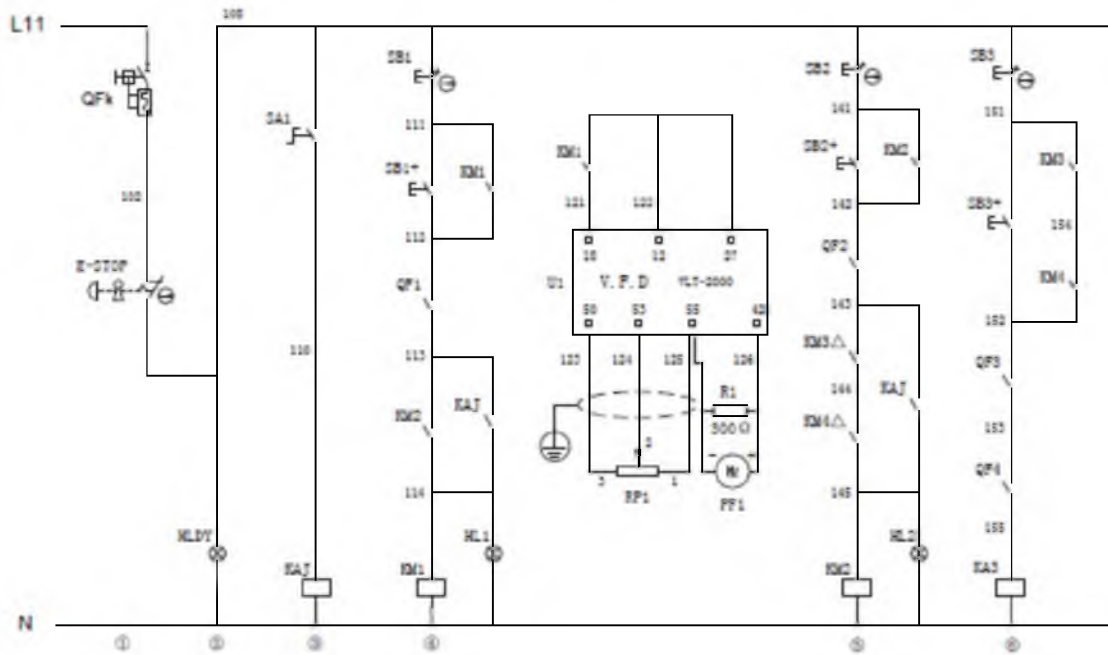
## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Diagramas eléctricos maquina peletizadora I .....	101
Anexo 2 Diagramas eléctricos maquina peletizadora II .....	102
Anexo 3 Diagrama del sistema de combustible del caldero .....	103
Anexo 4 Equipos de bombeo del combustible.....	104
Anexo 5 Termómetro bimetálico del caldero .....	105

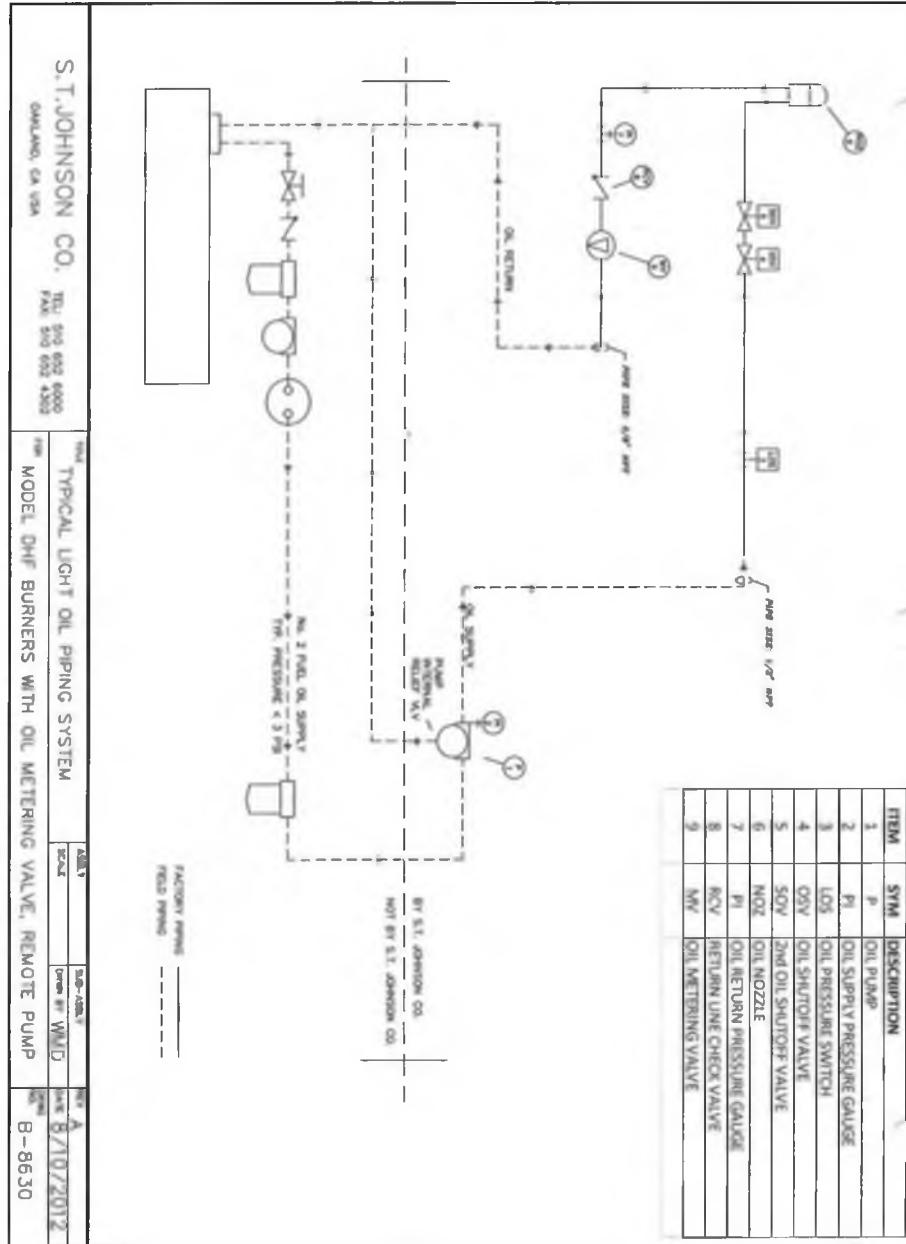
Anexo 1 Diagramas eléctricos maquina peletizadora I

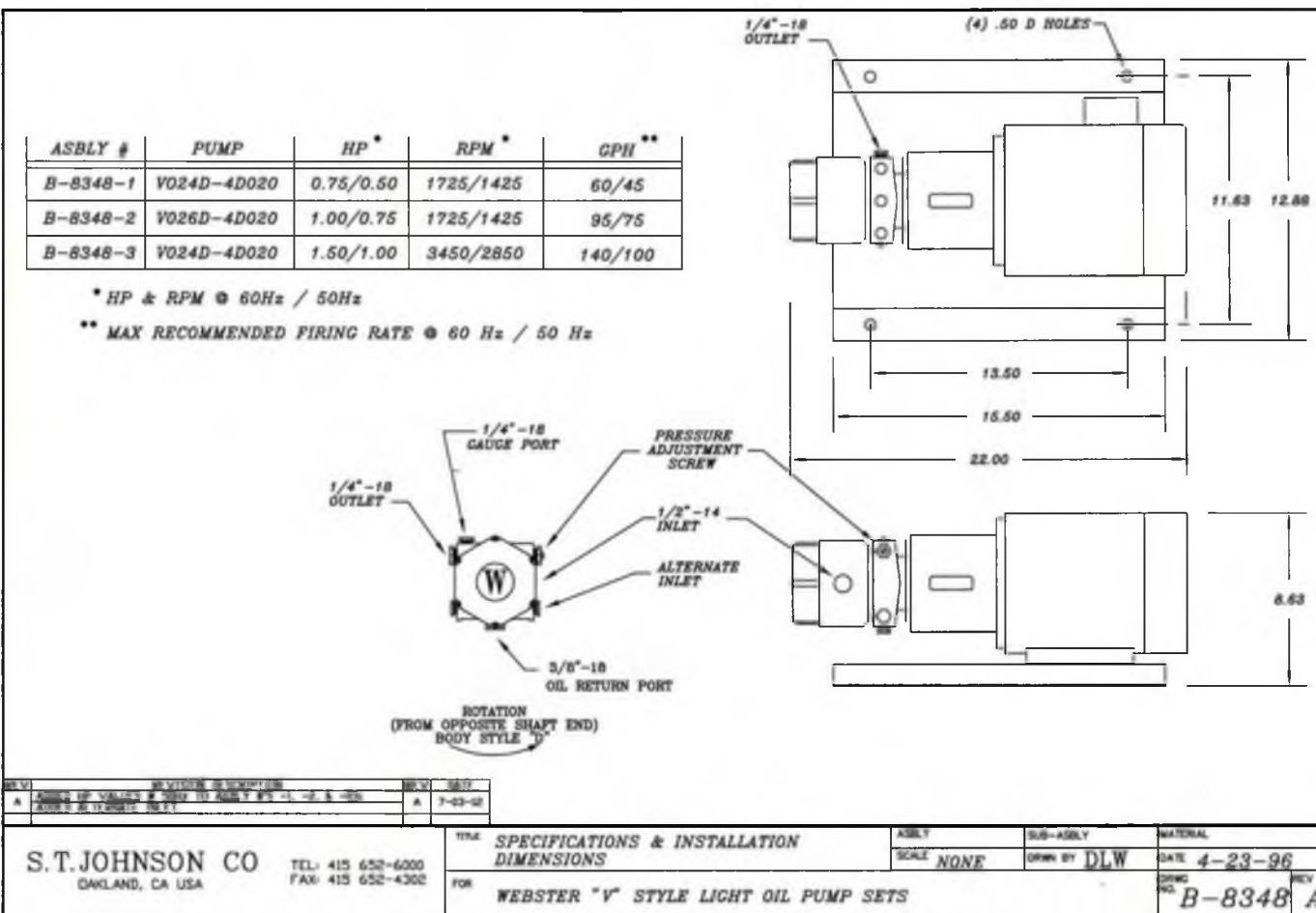


Anexo 2 Diagramas eléctricos maquina peletizadora II



Anexo 3 Diagrama del sistema de combustible del caldero







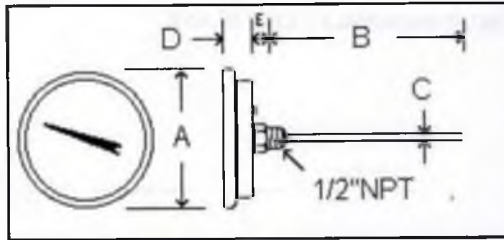
# PRECISION INSTRUMENT COMPANY

## BIMETAL THERMOMETER

### 90° BACK ANGLE TYPE

**STANDARD FEATURES**

- All Stainless Construction
- With Glass Lens
- Anti-Parallax Dial
- Vibration Resistant (No Needle Flutter)
- Fast Response To Temperature Change
- Hermetically Sealed (Moisture Proof)
- +/- 1 % Full Scale Accuracy
- Stem Welded To Connection
- Zero Adjustment on Back of Case



STEM LENGTH*	PART NUMBER	
	3" DIAL	5" DIAL
2 1/2"	B3B2	B5B2
4"	B3B4	B5B4
6"	B3B6	B5B6
9"	B3B9	B5B9
12"	B3B12	B5B12
15"	B3B15	B5B15
18"	B3B18	B5B18
24"	B3B24	B5B24

		A	B	C	D	E
3"	IN.	3.18"	STEM LENGTH	.25"	.60"	.38"
	MM	80.78	STEM LENGTH	6.45	15.24	9.76
5"	IN.	5.13"	STEM LENGTH	.25"	.67"	.38"
	MM	130.87	STEM LENGTH	6.45	16.95	9.76

STANDARD RANGES*	
CODE	RANGE
AA	-40/120 F & C
BB	-40/160 F & C
EE	0/150 F & C
GG	0/200 F & C
JJ	20/240 F & C
II	0/250 F & C
MM	50/300 F & C
PP	50/400 F & C
RR	50/550 F & C
SS	150/750 F & C
TT	200/1000 F & C

**\*Note:**

- Other Ranges, Stem Lengths And Configurations Are Available Upon Request.
- Thermowells of all sizes and materials of construction are available also.
- Please Call With Any Inquiries.



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Ordóñez Toro Roberth Andrés, con C.C: # 0706332079 autor del trabajo de titulación: Incidencia de las características del vapor saturado en el proceso de peletizado. Propuesta de un plan para mejorar la eficiencia en el proceso de peletizado previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, febrero de 2016

---

Ordóñez Toro Roberth Andrés  
C.C: 0706332079



## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Incidencia de las características del vapor saturado en el proceso de peletizado		
Propuesta de un plan para mejorar la eficiencia en el proceso de peletizado.			
AUTOR(apellidos/nombres):	Ordóñez Toro, Roberth Andrés		
REVISOR/TUTOR(apellidos/nombres):	Ing. Philco Asqui, Orlando		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ing. Eléctrico - Mecánica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ing. Eléctrico - Mecánica		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	16 de Marzo 2016	No. DE PÁGINAS:	105
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sistemas de vapor saturado. Eficiencia de un proceso de peletizado		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	PELETIZADO, CALDERAS, VAPOR SATURADO, CALIDAD DEL VAPOR, EFICIENCIA		

#### RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):

Durante los últimos años se ha visto en constante evolución la productividad en la industria, debido a los grandes avances tecnológicos y nuevas metodologías de operación. A este crecimiento de la industria se suman también acontecimientos y problemas que puedan condicionar con la productividad. Es por ello que es necesario de la investigación y el estudio para encontrar soluciones que puedan ser de alguna manera beneficiosos para la productividad. El siguiente tema de titulación que se presenta estudiara los acontecimientos y sucesos del vapor saturado en un proceso de peletizado utilizado en la fabricación de pellets de alimentación animal. El tema propuesto será estructurado e incluirá todas las partes involucradas que efectúan los procedimientos adecuados para llevar a cabo el proceso de peletizado. Se define con mayor énfasis al vapor saturado aplicado al proceso de peletización, también se levantara información y datos de operación de lo descrito en el tema, esto nos permitirá evaluar y analizar el presente estado de las instalaciones que operan en la producción de pellets. Conforme a lo obtenido en el levantamiento de información y datos, finalmente se propondrá un plan detallado para mejorar la eficiencia en el proceso de peletizado.

ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR:	Teléfono: 0983495034	E-mail: <a href="mailto:roberth.ordonez@cu.ucsg.edu.ec">roberth.ordonez@cu.ucsg.edu.ec</a> / <a href="mailto:roberth-raot@hotmail.com">roberth-raot@hotmail.com</a>
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing Philco Asqui, Orlando	
	Teléfono: 0980960875	
	E-mail: <a href="mailto:orlando.philco@cu.ucsg.edu.ec">orlando.philco@cu.ucsg.edu.ec</a> / <a href="mailto:orlandophilco@hotmail.com">orlandophilco@hotmail.com</a>	

#### SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	