



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA**

**MECÁNICA ELÉCTRICA**

“Diseño de una torre de refrigeración de tiro inducido para optimizar enfriamiento en autoclaves de Procesadora Perú SAC - Chiclayo”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Mecánico Electricista**

**AUTOR:**

Br. Samillan Ramirez Jorge Luis (ORCID: 0000-0001-8933-2682)

**ASESOR:**

Dr. Aníbal Jesús Salazar Mendoza (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

CHICLAYO – PERÚ

2019

## **Dedicatoria**

Las razones que acabo de expresar, dedico esta tesis a mis padres, doy gracias a Dios por permitirme disfrutar cada momento de mi vida al lado de ellos, agradezco a la vida por permitirme tener tan excelentes padres, y de nuevo agradezco a Dios por hacerme el hijo más feliz de este mundo. Hoy concluye todo el esfuerzo y dedicación que demando la realización de esta tesis, pero el camino continúa por la vida, y dentro de este camino, tengo claridad y certeza de que mis padres me apoyarán y querrán lo mejor para mi hasta el último día de sus vidas.

**El autor.**

## **Agradecimiento**

En un primer lugar gracias a Dios por permitirme terminar mi carrera de Ingeniería Mecánica eléctrica y la dicha que disfrutar a mi familia y por apoyarme en cada decisión y proyecto. Gracias a la vida por demostrarme que a pesar de los obstáculos es hermosa y justa y que todo lo que propones se concreta con actitud y perseverancia. A todas aquellas personas que de una u otra manera confiaron en mí y me apoyaron, agradezco y hago presente mi gran afecto hacia ustedes.

Cada momento vivido durante toda mi carrera profesional, son simplemente únicos, cada oportunidad de corregir un error, la oportunidad de que mañana puedo empezar de nuevo, sin importar la cantidad de errores y faltas cometidas durante el día anterior; demostrando así ser un profesional con muchos valores y metas que ayuden como oportunidad para las próximas generaciones.

**Jorge Luis Samillan Ramirez**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Mgtr. Dante Omar Panta Carranza  
Coordinador de Escuela Ingeniería Mecánica Eléctrica

**ACTA DE SUSTENTACIÓN**

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 17:00 horas del día 19 de diciembre de 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Carrera Profesional N° 222-2019-UCV-EPIME, de fecha 12 de diciembre, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis: "DISEÑO DE UNA TORRE DE REFRIGERACIÓN DE TIRO INDUCIDO PARA OPTIMIZAR ENFRIAMIENTO EN AUTOCLAVES DE PROCESADORA PERÚ SAC - CHICLAYO", presentada por el Br. Samillan Ramirez Jorge Luis con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Mecánico Electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- **Presidente** : Mgtr. Dante Omar Panta Carranza
- **Secretario** : Dr. Daniel Carranza Montenegro
- **Vocal** : Mg Edilbrando Vega Calderon

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

*Aprobada por mayoría*

Siendo las 18:00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 19 de diciembre de 2019

Mg. Dante Omar Panta Carranza  
Presidente

Dr. Daniel Carranza Montenegro  
Secretario

Mg. Edilbrando Vega Calderon  
Vocal

CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## Declaratoria de autenticidad

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **JORGE LUIS SAMILLAN RAMIREZ**, estudiante de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 46862271, con el trabajo de investigación titulada:

**“DISEÑO DE UNA TORRE DE REFRIGERACIÓN DE TIRO INDUCIDO PARA OPTIMIZAR ENFRIAMIENTO EN AUTOCLAVES DE PROCESADORA PERÚ SAC - CHICLAYO”**

**Declaro bajo juramento que:**

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

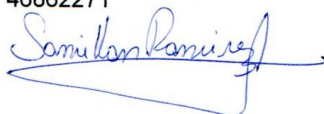
De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo 19 de Diciembre, 2019

Nombres y apellidos: Jorge Luis Samillan Ramirez

DNI: 46862271

Firma:



## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice .....	vi
Índice de figuras .....	viii
Índice de tablas .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Realidad problemática .....	1
1.2 Trabajos previos .....	3
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	6
1.4 Formulación del problema.....	17
1.5 Justificación del estudio.....	17
1.6 Hipótesis. ....	17
1.7 Objetivos.....	18
II. MÉTODO .....	19
2.1 Diseño de investigación.....	19
2.2 Variables, operacionalización.....	19
2.3 Población y muestra del estudio. ....	21
2.4 Técnica de Recolección de Datos .....	21
2.5 Métodos de análisis de datos. ....	22
2.6 Aspectos éticos. ....	22
III. RESULTADOS .....	23

3.1 Diagnosticar y analizar el proceso de enfriamiento actual en la planta área de conserva frejol de palo. ....	23
3.2 Determinar los parámetros de funcionamiento de la torre de refrigeración. ....	39
3.3 Dimensionar los equipos electromecánicos que componen la torre de refrigeración, con capacidad para la optimización del enfriamiento de agua en autoclaves. ....	41
3.4.- Realizar la evaluación económica de la torre de refrigeración de tiro inducido. ....	47
IV. DISCUSIÓN.....	53
V. CONCLUSIONES .....	54
VI. RECOMENDACIONES .....	55
REFERENCIAS .....	56
ANEXOS .....	59
Acta de aprobación de originalidad de tesis .....	63
Reporte de turnitin .....	64
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV .....	65
Autorización de la versión final del trabajo de investigación .....	66

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Foto del estado actual de autoclaves en Procesadora Perú. ....	2
<b>Figura 2:</b> Estado actual de materia prima en espera para ser procesada en autoclave. ..	3
<b>Figura 3:</b> Componentes de la torre de refrigeración.....	7
<b>Figura 4:</b> Bandeja recogida.....	8
<b>Figura 5:</b> Carta psicométrica. ....	13
<b>Figura 6:</b> Condensador evaporativo. ....	16
<b>Figura 7:</b> Lata de frejol de palo de 15 onzas. ....	23
<b>Figura 8:</b> Flujograma del proceso conserva de frejol.....	24
<b>Figura 9:</b> Autoclave ferlo. ....	25
<b>Figura 10:</b> Panel de control autoclave ferlo.....	26
<b>Figura 11:</b> Diagrama cartesiano XY proceso de conserva de frejol de palo. ....	27
<b>Figura 12:</b> Disco gráfico del proceso de tratamiento térmico. ....	28
<b>Figura 13:</b> Cálculo del condensador.....	30
<b>Figura 14:</b> Volumen del control diferencial sobre agua y aire. ....	31
<b>Figura 15:</b> Volumen de control diferencial sobre el agua. ....	32
<b>Figura 16:</b> Volumen de control diferencial sobre el aire.....	33
<b>Figura 17:</b> Magnitud de control en los refrigerantes. ....	34
<b>Figura 18:</b> Volumen de control diferencial sobre el condensador. ....	35
<b>Figura 19:</b> Elementos infinitesimales del condensador para localizar el volumen. ....	37
<b>Figura 20:</b> Temperatura del refrigerante. ....	40
<b>Figura 21:</b> Entalpía del refrigerante.....	40
<b>Figura 22:</b> Diagrama de transferencia entre calor y masa. ....	41
<b>Figura 23:</b> Tiro inducido - flujo a contracorriente.....	42
<b>Figura 24:</b> Variaciones. ....	44
<b>Figura 25:</b> Valores estimados de aire. ....	50
<b>Figura 26:</b> Banco de tubos de torre de refrigeración.....	60
<b>Figura 27:</b> Detalle del ventilador extractor.....	61
<b>Figura 28:</b> Plano vista planta y corte A-A de Procesadora Perú. ....	62



## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Cuadro de Operacionalización. ....	20
<b>Tabla 2:</b> Técnica e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad. ....	21
<b>Tabla 3:</b> Datos del frejol de palo.....	29
<b>Tabla 4:</b> Datos de placa de caldero.....	29
<b>Tabla 5:</b> Propiedades del h <sub>2</sub> o para la torre. ....	39
<b>Tabla 6:</b> Variación con respecto a la velocidad.....	43
<b>Tabla 7:</b> Presupuesto para una torre de refrigeración. ....	49
<b>Tabla 8:</b> Tiempo de vida del proyecto.....	51
<b>Tabla 9:</b> Flujo neto de efectivo proyectado. ....	51
<b>Tabla 10:</b> Valor actual neto. ....	52
<b>Tabla 11:</b> Formato para el control del proceso térmico.....	59

## RESUMEN

La Industria alimentaria en el Perú, cada día adquiere más importancia y clase mundial, por el sostenido crecimiento de las exportaciones de productos alimenticios preparados, por los requerimientos sanitarios y ambientales cada vez son más exigentes, para mejorar calidad y aumentar eficiencia.

El Proceso de cocido y precocido de alimentos , se hace más necesario y por lo tanto la utilización de autoclaves y el correspondiente vapor para realizar las operaciones de depuración de bacterias y demás micro organismos , estos procesos térmicos producen gran cantidad de aguas calientes y vapores residuales , que deben integrar un circuito cerrado para no perder la energía utilizada en calentar el agua y no perder el agua banda tratada , por lo que es necesario el establecer circuitos cerrados , que utilicen estas aguas tratadas y calientes Las torres de refrigeración, son instrumentos que permiten aumentar la capacidad de enfriamiento de las aguas de salida de los procesos industriales, utilizando espacios más pequeños y con enfriamientos más rápidos y seguros, pero que necesitan un mayor control en su utilización, para evitar mayores pérdidas de calor y poder seguir utilizando su capacidad mayor de enfriamiento.

**Palabras claves:** Autoclaves, Enfriamiento, Torres de refrigeración.

## **ABSTRACT**

The food industry in Peru, every day becomes more important and world class, due to the sustained growth of prepared food products, due to the sanitary and environmental requirements are increasingly more demanding, to improve quality and increase efficiency. The Process of cooking and precooking of food becomes more necessary and therefore the use of autoclaves and the corresponding steam to carry out the operations of purification of bacteria and other micro-organisms, these thermal processes produce large quantities of hot water and residual vapors, which must integrate a closed circuit so as not to lose the energy used to heat the water and not lose the water treated band, so it is necessary to establish closed circuits, which use these treated and hot waters.

The cooling towers are instruments that allow to increase the cooling capacity of the exit waters of the industrial processes, using smaller spaces and with faster and safer cooling, but that need a greater control in their use, to avoid greater losses of heat and be able to continue using its cooling capacity.

**Keywords:** Autoclaves, Cooling, Cooling towers

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Realidad problemática**

#### **1.1.1 A nivel internacional**

**Según (Inmodiario, 2018, p 1)** “Según el informe manifiesta que en España un porcentaje de 84% tiene un alto consumo de energía eléctrica por lo tanto deberían de buscar nuevas tecnologías, Para ello, si utilizamos los sistemas de refrigeración resultara útil para una manera determinante exista el ahorro energético ya que, se trata de edificios industriales, comerciales, residenciales, lo cual eficientemente garantizara los sistemas de climatización de cualquier edificio”.

**Según (Datacenter Dynamics 2017, P 1)** “Según lo que nos menciona el autor que la gran potencia informática de los centros de datos que genera calor, lo cual hace que el enfriamiento eficiente sea uno de los requisitos clave. Las torres de refrigeración por evaporación son importantes en los sistemas de refrigeración en los centros de datos”.

**Mesa, Brossard y Guillen (2015)**, “la comparación de las torres de enfriamientos autoventiladas y torres de enfriamiento a contracorrientes existen diferentes desventajas y ventajas y límites de tenacidad. El aire en una TEA con la automatización de agua, para ello no se requiere empaquetadura ni ventilador; a comparación de las TCC suelen ser económicas en determinados sistemas de refrigeración”.

**Mingo (2015)** “los sistemas re enfriamiento para autoclaves se distinguen en dos sistemas de refrigeración: enfriamiento por evaporación, ebullición del líquido en la fase de enfriamiento, este proceso se debe llevar a cabo de una manera adecuada ya que este enfriamiento se requiere que el líquido se enfríe pasando por un punto de ebullición; el enfriamiento por radiación es el calor irradiado por el líquido, en donde no existe liquido en el sistema de refrigeración. El proceso tiene las ventaja que el enfriamiento sea rápido con soporte de presión, el recipiente se enfría a través de toda la superficie gracias a serpentines conectados externamente”.

#### **1.1.2 A nivel nacional**

“Para que exista una adecuada selección a una torre de enfriamiento, se debe definir la carga térmica de un proceso, por otro lado también se debe calcular los grados del bulbo húmedo, los componentes de la torre de refrigeración de acuerdo a las características al proceso que se va a enfriar, para ello se debe considerar un margen de seguridad apropiado al proceso” (Salazar, 2015, P.25).

### 1.1.3 A nivel local

Procesadora, organización agro industrial brinda exportación y transformación de productos como frejol de palo, mango y plátano. Empezó su funcionamiento desde el año 1986 al servicio de los mercados internacionales.

La compañía cuenta con diferentes procesos, de los cuales el que más se destaca es conserva de frejol de palo, en donde mediante el instrumento de observación aplicado se encuentra deficiencias en las autoclaves de esterilización; que consiste en realizar un tratamiento térmico al producto de frejol de palo, luego el proceso de enfriamiento de agua fría para refrigerar las latas colocadas en el interior de la autoclave. Los problemas encontrados dentro del proceso, que para realizar el tratamiento térmico del agua no cuenta con suficiente temperatura adecuada, lo que se opta por ingresar agua de red fría, para continuar con la producción; a consecuencia de ello, la autoclave demoraba en enfriar, haciendo que exista almacenamiento de materia prima (latas de frejol de palo). Para mejorar las diferentes deficiencias encontradas durante lo mencionado anteriormente, se va a Diseñar la torre de enfriamiento de tiro mecánico inducido y así optimizar el enfriamiento en autoclaves, permitiendo así una reducción de tiempo, ahorro de agua y gastos innecesarios que perjudiquen a la empresa.



**Figura 1:** Foto del estado actual de autoclaves en Procesadora Perú.

Fuente: Empresa agroindustrial



**Figura 2:** Estado actual de materia prima en espera para ser procesada en autoclave.

Fuente: Empresa agroindustrial

## 1.2 Trabajos previos

### 1.2.1 A Nivel internacional

**Mendoza y Gallardo (2016)**, en su tesis “Construir un prototipo para enfriamiento con tiro inducido a contraflujo”. Los investigadores llegaron a la deducción que han logrado crear una torre de enfriamiento con las variables siguientes: altura 1.70 metros; área 0.36 m<sup>2</sup> altura de relleno 0.15 m, con un rango a entibiar de 33 °C enfriando con una temperatura de 26 0 23° C por el intercambiador. El propósito que implementó que una refrigeración tiene un resultado para un proceso de producción que consiste en enfriar una cuantía de agua para mantener el proyecto de fabricación de acuerdo con los objetivos establecidos”.

**Bustamante (2015)**, “Mejoramiento en proceso de congelamiento para un molino”, presentado en Universidad Central del Ecuador, indica que el flujo de aire va desde 1753 CFM (77% del flujo del ventilador) hasta 2048 CFM (90% del flujo total del ventilador) esto permite obtener a menor los 18<sup>0</sup>C del agua, lo que indica un menor desperdicio de agua por el calentamiento; el flujo de calor que transfiere el molino hacia el agua en su interior 7,006 kJ/s, lo cual permite conocer aquella cantidad de calor que va a retirar dicha torre, cuando el sistema está en equilibrio”.

**Robalino (2016), en su título de investigación “Propuesta de mejora en el funcionamiento de autoclaves para el aumento de producción de harina de plumas de pollo HLJB;** lo cual nos indica que la falta del funcionamiento de autoclaves es uno de los problemas de la empresa; para ello planteo analizar a cada uno de los procesos de producción, balance de costos acerca de los recursos necesarios para que se operen con una productividad de 8%. El nivel de productividad con dicho trabajo se conseguirá un 20%, para ello se realizaron cálculos como mínimos cuadrados para observar el nivel de producción a 5 años posteriores, también se dedujo la eficiencia de producción para responder el problema de inoperatividad de las autoclaves, lo cual ayudara con un criterio de lineamientos de producción para evitar problemas futuros para la organización”.

**Piñeros (2014), en su trabajo de investigación “Implementación de un método automático para el control y supervisión de una autoclave,** la conclusión al que llego el autor para la esterilización debe existir constantemente control y verificación en la autoclave; se realizó planos para el tablero y adjudicación de los alimentos. Por otro lado también se implementó un instrumento eléctrico que mide la temperatura y humedad con transmisión inalámbrica”.

**Aguilar (2017), en su tesis titulada “Plantear y optimizar una torre de refrigeración”;** el autor concluye en su trabajo de investigación que no existe un factor de traslado en la masa que sea constante una torre de enfriamiento; el coeficiente va a cambiar dependiendo de las condiciones de operación de la que se viene realizando; la diferencia de temperaturas, saturación de aguas modificara el coeficiente lo cual este será siempre distinto. La temperatura y la alimentación juegan un papel importante durante la operación de una torre, en donde se va a modificar la transferencia de masa, lo cual afectan la eficiencia máxima esperada en la operación, en donde la torre estará desperdiciando su capacidad de enfriamiento”.

### **1.2.2 A nivel nacional**

**Flores (2016), “Implementar un procedimiento en enfriamiento para molino Bolas”,** la autora llego a la conclusión que con la ejecución de un sistema de enfriamiento desde el punto técnico y económico, lo cual calculando la primera alternativa el beneficio económico, reduciendo el coste de operación y mantenimiento en un 62% por año. Por otro lado se determinó el plazo y los costos estimados en donde se aplicó técnicas y herramientas del

PMI a cada una de las actividades del proyecto con una inversión de 1,600, 000 dólares con un periodo de recuperación de 6 años; ya que mediante el proyecto se ha logrado mejorar la administración, planificación, coordinación y control de la gestión de proyectos de las empresas mineras”.

**Sifuentes (2014), trabajo de investigación denominado: “Análisis técnico para la instauración un condensador e implementación para una torre de refrigeración disminuyendo costos del agua”.** Como resultado de su investigación menciona; que la problemática encontrada fue en la temperatura para que se caliente el agua se encontró con 0.587 kg/seg y se logró templar el H<sub>2</sub>O con 60 °c, 785.64 gal/hr combustible, con un rendimiento a 75%. Por otro lado se obtuvo con un beneficio y un ahorro de agua de pozo 101651.76 N.S /año ahorro en consumo de sal 272726.9 N.S/año; el rendimiento de 4006666.66 N.S/ año; con una inversión activa de 327911.40.

**Limo y Novoa (2017), en su trabajo de investigación “Rendimiento de la sucesión para esterilizar en la autoclave”;** la conclusión según las autoras la esterilización del ciclo en autoclave se debe limitar en casos de emergencia. Aquellos productos que se someten a esterilización a vapor deben estar sujetos a cumplir los requisitos de limpieza y descontaminación; por otro lado la documentación debe estar completa y disponible de una manera inmediata para cada uno de los ciclos con vapor para que el dispositivo sea trazable al paciente si surgen problemas”.

**Rangel y Porlles (2015), en su tesis “Torres adiabáticas para enfriamiento de agua: métodos de cálculo”;** su informe de investigación indica la forma práctica, para ello ayuda de una manera fácil la interpretación para los alumnos de ingeniería en la transferencia de masa. También se presenta fundamentos teóricos para entender las técnicas de cálculo necesario para el diseño de torres adiabático para enfriamiento de agua en la industria química especificado con ejemplos prácticos de aplicación”.

**Calderón y Meza (2016), trabajo de grado: “Simulación para un columna de refrigeración con tiro forzado diseñada con curvas experimentales”;** en su trabajo de investigación concluyen que formularon un modelo matemático de una columna de enfriamiento, del que se obtuvieron cinco ecuaciones diferenciales de primer grado, que se trabajaron en conjunto de sistema de ecuaciones. De las cuales se muestra la conclusión la



distribución del aire, temperatura del agua y distribución de la humedad. Se validó experimentalmente el modelo matemático de la columna de enfriamiento, utilizando técnicas visuales y medidas como MEF, CD Y C, y después su evaluación cumplió lo requerido para validar el modelo matemático”.

### **1.2.3 A nivel local**

**Gallardo y Quesquén (2017), “Aprobación para un simulador de esterilizar nutrientes enlatados aplicando el método de diferencias finitas”;** este presente trabajo de investigación concluye que la difusividad térmica promedia obtenida experimentalmente de la conserva de bonito en aceite, agua y sal; y la conserva de bonito con la alverja y zanahoria en aceite,  $1.607 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$  y  $1.729 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$  respectivamente. El valor letal promedio de las curvas de penetración de calor de retorta simuladas para la conserva de bonito de aceite, agua y sal es de 9.11 min y de la conserva de bonito con alverja y zanahoria en aceite, agua y sal es de 6.94 min. Al realizar la simulación de las pruebas experimentales, los valores de punto más frío no realizan el mismo comportamiento en el simulador, y estos valores al compararse por la prueba Student si presentaron diferencias significativas, por ende no se pudo validar el simulador con estos tipos de producto”.

## **1.3 Teorías relacionadas al tema**

### **1.3.1 Torres de refrigeración**

“Dispositivo que se encarga de pasar el aire exterior por encima del agua para eliminar de ella el calor del sistema. La capacidad de las torres de agua está limitada por la cantidad de evaporación que tiene lugar. La velocidad de la evaporación está relacionada con la temperatura de termómetro húmedo del aire exterior” (William y William, 2000, P.25).

#### **1.3.1.1 Funciones de la torre de refrigeración**

“Dentro de funciones una torre, la bomba conduce el agua con calor para que así refrigere; dado así que en los sistemas por comprensión, la torres de refrigeración debe expulsar más calor del que absorbe al enfriar, por ejemplo un compresor agrega un aproximado de 25% de calor que llega al bombeo, ante la mencionada determinación la torre de refrigeración debe expulsar más de un 25% de calor del aire exterior” (William y William, 2000, P.207).

### 1.3.1.2 Componentes de las torres de refrigeración

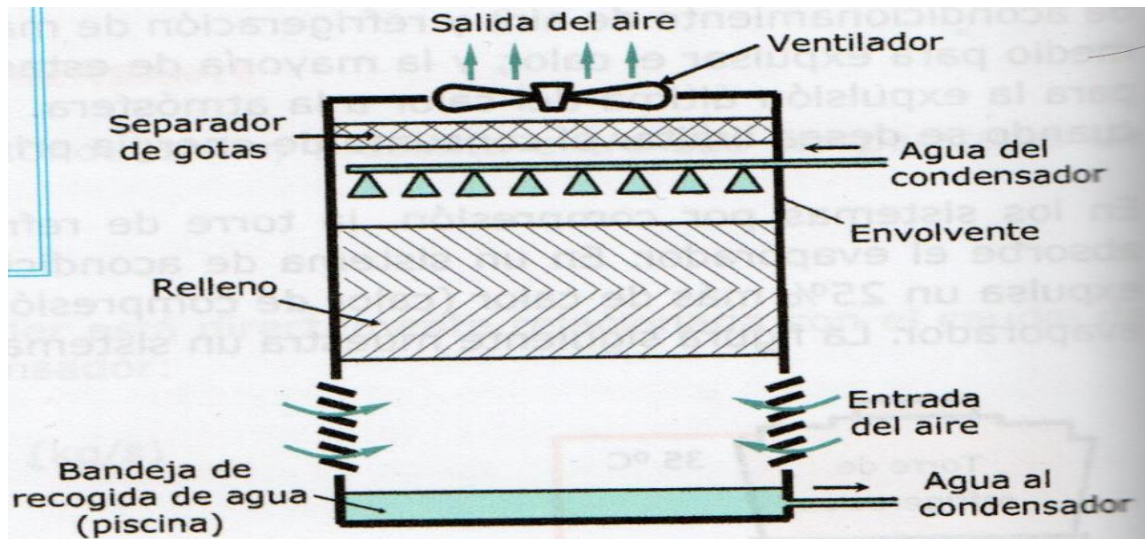


Figura 3: Componentes de la torre de refrigeración.

Fuente: Gonzales 2012

#### 1.3.1.2.1 Material de relleno

“Este componente de la torre de refrigeración favorece al relación aire y agua, lo cual aumenta el intercambio térmico; el material que se utiliza es PVC o reforzado con fibra FRP, lo cual permite que el agua se esparza por una superficie, mientras por conductos pequeños el aire pasa por encima” (Gonzales, 2012, P.180).

#### 1.3.1.2.2 Sistema de distribución de agua

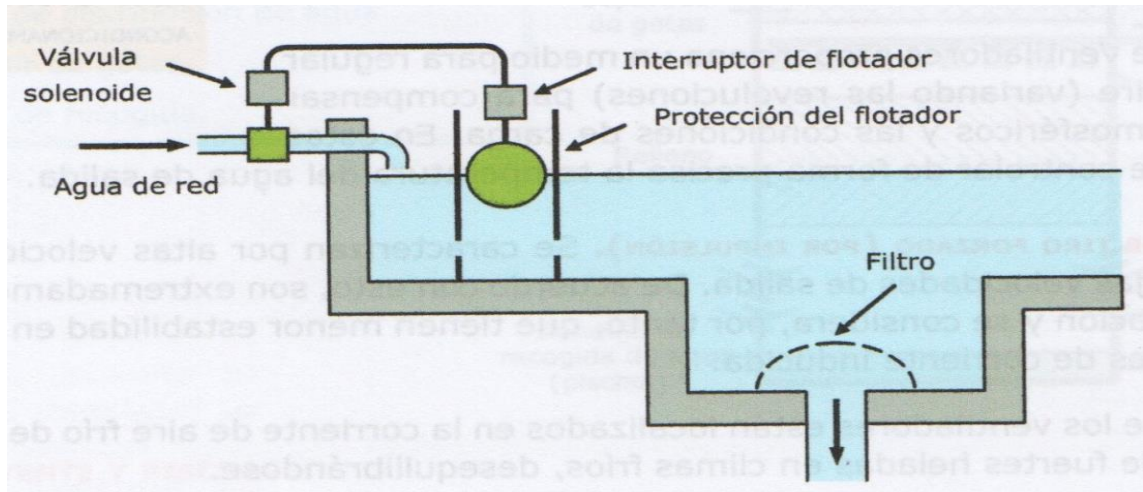
“Para obtener las máximas prestaciones de las torres es preciso que el agua a refrigerar se reparta uniformemente sobre el relleno, mediante la utilización de pulverizadores. Cada celda del refrigerante debe ser distribuida de igual cantidad de agua para que la torre funcione eficientemente, utilizando colector de H<sub>2</sub>O y válvulas” (Gonzales, 2012, P.181).

#### 1.3.1.2.3 Separador de gotas

“El separador de gotas tiene como objetivo reducir el arrastre de agua de forma minúscula, en la corriente de agua; obligadas a que el aire tenga contacto en sus caras permitiendo adherir las gotas de suspensión” (Gonzales, 2012, P.181).

### Bandeja de recogida

“Esta bandeja ubicada en la parte más baja; se encarga de recolectar el agua para luego enviarla de vuelta al condensador; si esta se encuentra ubicada en lugares muy fríos se debe incorporar un sistema de protección contra la congelación” (Gonzales, 2012, P.182).



**Figura 4:** Bandeja recogida.

*Fuente: Gonzales 2012*

#### 1.3.1.3 Temperatura utilizada en la torre de enfriamiento

“Cuando se efectúa transmisión entre el aire y agua, procede enfriar en la torre, lo cual se manifiesta de acuerdo a la evaporación del agua cuando esta cae desde la parte superior” (Gonzales, 2012, P.184).

“Para que se efectuó de una manera productiva el proceso de enfriamiento, y exista efectividad los grados deben ser mayor al bulbo del aire; porque si existe aire saturado no lograra enfriar el H<sub>2</sub>O” (Gonzales, 2012, P.184).

Salida de agua T<sub>ws</sub> equivale:

$$T_{ws} = T_h + a$$

“En los procesos de refrigeración, agua saliente en la torre T<sub>ws</sub> = 30 °C. En los climas cálidos, donde los grados de bulbo seco podría ser 35°C de bulbo húmedo de 26 °C, la torre de enfriamiento puede restar el temperamento de agua hasta que tenga una diferencia de solo 4 °C con respecto a la temperatura húmeda del aire exterior.”(Gonzales, 2012, P.184).

“La temperatura experimentada del agua pasa mediante la torre (grados agua T<sub>we</sub> y salida T<sub>ws</sub>) se llama rango de la torre. Para mantener el equilibrio entre el proceso del agua en el

condensador, el rango debe ser siempre igual al aumento de temperatura del agua en el condensador” (Gonzales, 2012, P.184).

“La eficacia de una torre de enfriamiento va a depender de una condición atmosférica y varia, evidentemente, de acuerdo con la estación. Se expresa:

$$E = \frac{T_{we} - T_{ws}}{T_{we} - T_h}$$

“En una eficiencia puede variar alrededor de 40% y 90%” (Gonzales, 2012, P. 181).

### **1.3.2 Sistema de circulación de aire**

“De acuerdo con los tipos de circulación de aire, torres en refrigeración clasificadas en tiro natural (atmosféricas) y tiro mecánico. Las naturales la circulación del aire son por convección natural. En las mecánicas el proceso del aire a través la torre se realiza por acción de un ventilador” (Gonzales, 2012, P.180).

#### **1.3.2.1 Torres de tiro natural**

“El aire cumple su función una forma horizontal y el agua cae verticalmente. Se caracterizan por ser de gran altura tienen pequeña sección transversal y no están equipadas con relleno para mejorar la transferencia de calor” (Gonzales, 2012, P.180).

“Para su instalación se debe adecuar en lugares despejados y sin obstáculos, la velocidad del viento no debe ser igual o superior a 8 km/h., si la velocidad del aire disminuye no se ahorra el coste de ventilación; generando enormes pérdidas de agua” (Gonzales, 2012, P.180).

#### **1.3.2.2 Refrigeración mecánica**

“Se caracterizan por utilizar uno o varios ventiladores para mover el aire, para que su rendimiento tenga una mayor estabilidad, viéndose afectado por menos variables psicrométricas a comparación de las torres atmosféricas.” (Gonzales, 2012, P.181).

“Los ventiladores proporcionan un medio regular del aire, compensando los cambios atmosféricos y las condiciones de carga, teniendo como beneficio verificar la temperatura del agua de salida” (Gonzales, 2012, P.181).

#### **1.3.2.2.1 Torres de tiro forzado (por impulsión)**

“Estas torres contienen altas velocidades de entrada de aire y bajas velocidades de salida, son susceptibles a la recirculación y contienen poca consistencia a comparación de las torres de corriente inducida” (Gonzales, 2012, P.181).

#### **1.3.2.2.2 Torres de tiro inducido (por aspiración).**

“Tiene una aceleración del aire de disparo 3 o 4 veces superior a la aceleración de entrada de aire, con está aproximándose a 0,22 m/s. en la cual, generara una pequeña propensión a originarse una zona de fuerza mínima en entrada del aire solo por acción al ventilador” (Gonzales, 2012, P.181).

### **1.3.3 Consumo de agua**

#### **1.3.3.1 Evaporación, pérdida de arrastre y sangrado**

“Además del agua perdida por “ebullición” en la torre de refrigeración, también hay ciertas disminuciones de agua “arrastrada por la corriente de aire” y por “sangrado” ” (Gonzales, 2012, P.185).

#### **1.3.3.2 Evaporación**

“El agua que se reduce por la ebullición es alrededor del 1% (de 0,85% - 1,25%) de la cantidad de agua que recirculación en cada 6 °C de diferencia de temperatura en dicha cantidad de agua” (Gonzales, 2012, P.185).

#### **1.3.3.3 Pérdida de arrastre**

“En una cierta porción exigua de agua de gotas reducidas, es extraída por el aire que ingresa y sale a través de dicha torre. La proporción que pierde por arrastre en la torre depende del diseño y de la aceleración del viento” (Gonzales, 2012, P.185).

#### **1.3.3.4 Sangrado o vaciado**

“Ayuda en gran proporción al agua que circula y así evitar muchos solidos minerales o suciedad que se encuentra en agua del condensador, si el sangrado, la concentración de solidos se verían crecer muy rápidamente en el condensador como resultado de la evaporación de las torres de enfriamiento” (Gonzales, 2012, P.185).

### 1.3.3.5 Calculo del consumo del agua

Se puede calcular el consumo de agua mediante las siguientes expresiones:

Caudal de agua evaporada ( $V_{\text{evap}}$ ):

$$V_{\text{evap}}^{(\text{L/h})} = \frac{\text{calor a disparar}}{\text{calor latente de vaporación}} = \frac{\text{Kcal /h}}{580 \text{ kcal/L}}$$

Perdidas por arrastre de gotas ( $V_{\text{arr}}$ ): con un separador de gotas de calidad aceptables, este caudal será como máximo de un 0,1% del caudal en recirculación:

$$V_{\text{arr}}^{(\text{L/h})} = \text{caudal de agua en recirculación (L/h)} \cdot 0,0001$$

Caudal de vaciado o purga ( $V_{\text{vac}}$ ):

$$V_{\text{vac}}^{(\text{L/h})} = \frac{V_{\text{evap}}}{N - 1}$$

$$N = \frac{\text{concentración de sales deseada}}{\text{concentración de sales de agua de aporte}}$$

La suma de las cantidades anteriores, constituye el gasto mínimo de agua preciso para el funcionamiento de cualquier torre. Por tanto el consumo total de agua ( $V_{\text{total}}$ ) es:

$$V_{\text{total}}^{(\text{L/h})} = V_{\text{evap}} + V_{\text{arr}} + V_{\text{vac}}. \text{ (Gonzales, 2012, P.186).}$$

## 1.3.4 Transferencia de calor

### 1.3.4.1 Método de convección

“Este método transfiere calor por un movimiento de fluido agua o aire. Durante el proceso el aire circula sobre los productos y retorna enfriando los serpentines de los productos por conducción” (Langey, 2009, P.8).

### 1.3.4.2 Método de radiación

“Se transmite el calor a través del espacio iluminado mediante la luz del sol. Un serpentín en una habitación con una temperatura de 0 °C puede congelarse al radiar su calor directamente al serpentín más- frío. El calor radiante es la única forma de calor que puede viajar por un vacío” (Langey, 2009, P.8).

#### **1.3.4.3 Conducción**

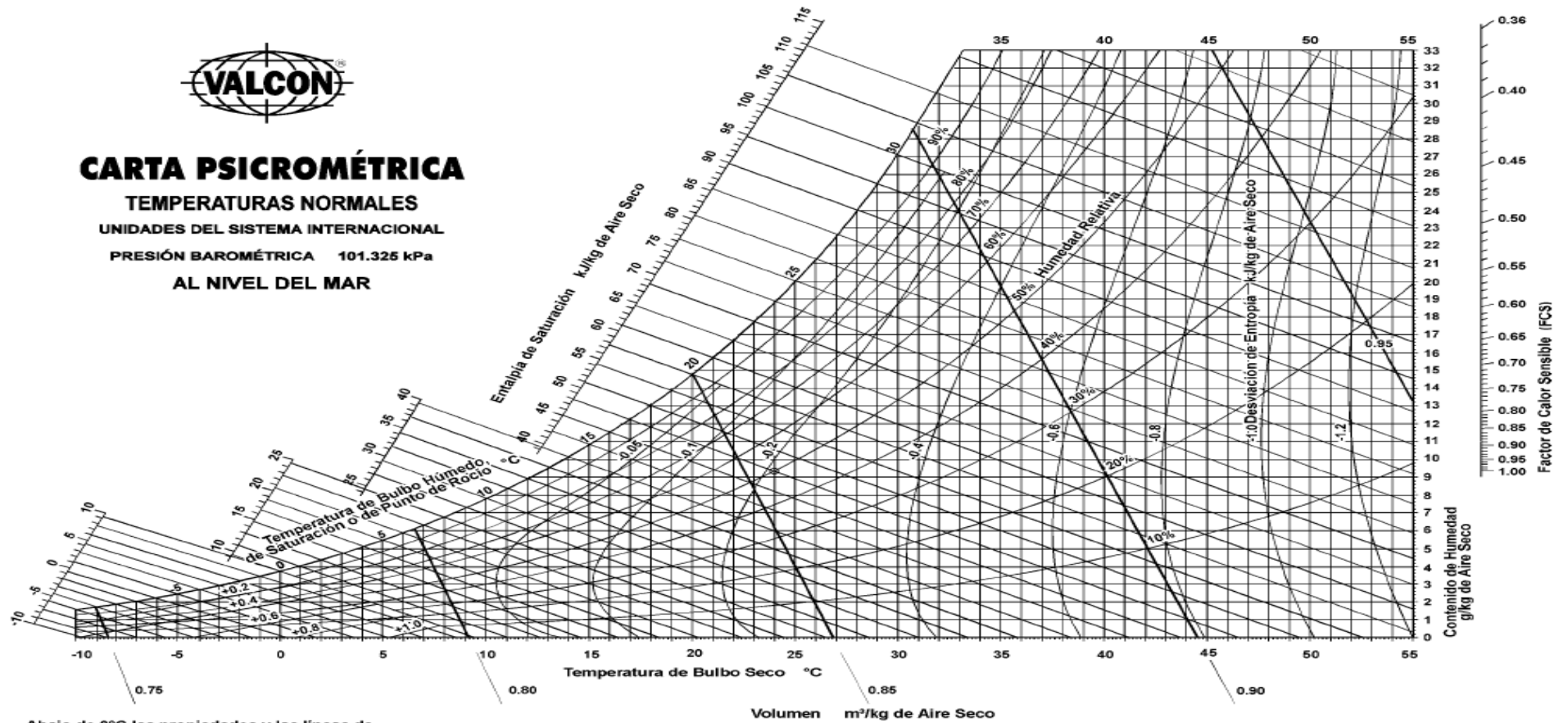
“Consiste en la transmisión de energía mediante partículas con sustancia para las adyacentes menos energéticas. Durante la aplicación de conducción en los gases y líquidos son por colisiones y difusiones de moléculas siempre deben moverse fortuitamente en el momento. Por otro lado en sólidos las combinaciones va de la mano con las vibraciones de átomos en forma lineal así trasladara la energía por electrones” (Yunus, 2007, P.17).

#### **1.3.5 La carta psicométrica**

Yunus y Michael (2009), “La carta psicométrica beneficia con visualizar el desarrollo del acondicionamiento de aire. Para ello el incremento y reducción de temperatura, se mostrara a través de una línea horizontal si se da el caso de no incorporar humidificación (es decir,  $w = \text{constante}$ ). Si ocurriera una desviación, la línea indicara que mientras el proceso agrega o se elimina humedad del aire” (P.740).



**CARTA PSICROMÉTRICA**  
TEMPERATURAS NORMALES  
UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL  
PRESIÓN BAROMÉTRICA 101.325 kPa  
AL NIVEL DEL MAR



Abajo de 0°C las propiedades y las líneas de desviación de la entalpia son para el hielo

Figura 5: Carta psicrométrica.

Fuente: Yunus y Michael (2009)



### **1.3.6 Aire seco y aire atmosférico**

Yunus y Michael (2009), “Se trata de una mezcla de oxígeno, nitrógeno y reducidas porciones de diferentes gases, conteniendo una cierta proporción de vapor de agua. El aire seco está caracterizado por la proporción del vapor de agua cuando cambia la condensación también la evaporación de ríos”.

### **1.3.7 Temperatura del bulbo húmedo**

“Es la combinación de aire-vapor con higrometría relativa menos que el 100% dicho termómetro se cubre con una tela humedecida con agua. Para condicionar en proporción para la transferencia de energía con el aire al agua va proceder igual con el calor va hacer subyacente de vaporación que se requiere del agua que se evaporara y difundirá la combinación. Velocidad del aire ambiente para lograr una medición precisa de estar entre 30 y 60 n/min” (Manrique, 2005, P.420).

### **1.3.8 Temperatura del bulbo seco**

“Es la combinación aire-vapor en el cual indicara el nivel térmico en un termómetro cuando es puesto en una mezcla” (Manrique, 2005, P.417).

### **1.3.9 Enfriamiento evaporativo**

Yunus y Michael (2009), “El enfriamiento evaporativo empieza con volatilización del agua, el calor latente absorbe cierta cantidad de energía además aire del exterior”.

### **1.3.10 Autoclaves**

“La autoclave es un instrumento a presión con una temperatura de 100 °C que ayuda a destruir los microorganismos termorresistentes que contaminan los alimentos. La esterilización es un proceso discontinuo conformada por tres fases diferenciadas: calentamiento hasta la temperatura de procesado, mantenimiento de temperatura un tiempo suficiente para destruir los microorganismos hasta temperatura ambiente, se conserva de una forma hasta que se encuentre en condiciones de ser almacenada hasta su comercialización” (Baigorri, 2015, P.01).

### **1.3.10.1 Enfriamiento de autoclaves**

“Cuando la autoclave está llena, cierre la válvula de agua superior y abra la válvula de agua inferior. Esto permite que el agua circula de abajo hacia arriba y sale por el desbordamiento. Continuar enfriando por unos pocos minutos. Luego invierta el flujo cerrando la válvula de agua inferior y abriendo el drenar y las válvulas de agua superiores. Si la autoclave no está equipada con un rebosadero, admitir agua en la parte superior y el drenaje a través del desagüe (con la réplica mantenida llena de agua) proporcionará un uniforme fresco el tiempo requerido para completar el enfriamiento puede ser variable, ya que depende con los grados del agua el tamaño del recipiente y el tipo de producto” (Featherstone, 2012, P.218).

### **1.3.11 Condensadores Evaporativos**

Espinoza (2012); “Son equipos que ayudan con alternativas de mejora para las empresas industriales, aportando ahorro económico, energético utilizando el agua como fuente de aplicación para refrigerar cualquier alimento; desempeñando un papel importante para las industrias modernas” (p.13).

#### **El principio de funcionamiento**

Espinoza (2012), “Los equipos de enfriamiento evaporativo usan H<sub>2</sub>O como fuente para condensar con la maquina frigorífica. “En el desarrollo refrigeran los sistemas extraen al exterior el calor que fue elaborado mediante la ebullición; dicho proceso se consigue al contacto directo entre el agua y aire. “Al ponerse en relación existe una transferencia de calor y masa teniendo como resultado descenso de temperatura que se utiliza para diferentes procesos industriales”.

Castro (2013), “En la tecnología aplicada hoy en día en las organizaciones industriales en cuanto a los refrigerantes constituyen un ahorro energético en su aplicación y su implementación. Por otra parte, se incrementaría el consumo de recursos naturales, ya que otros sistemas requieren de un mayor gasto de agua en origen dada la mayor cantidad de energía que requieren”.

Castro (2013), “También comparo en conjunto con una asociación de empresas del frio y tecnologías, que los equipos evaporativos son más eficientes con otros equipos alternativos”.

## **Eficiencia energética y otras ventajas**

Castro J (2013), “Si se compara con algunas de las instalaciones ya sea por climatización o refrigeración; se podrá relacionar que existe una relación en la temperatura del refrigerante; en cambio cuando se instala aire acondicionado clásico en cuanto al consumo energético, y por otro lado los condensadores ofrecen antes los 2 mencionados anteriormente u ahorro de consumo de 45% aprox.

Peralta F (2015), “la capacidad de estos equipos para ofrecer el uso adecuado de energía existe una derivación en inversión sobre rendimiento es una de las principales ventajas, con un punto de vista económico, inversión inventaría y energía consumida”.

A medida que se inicia el proyecto existe beneficios como:- instalación rápida, equipos livianos y voluminosos y el consumo de energía eléctrica es inferior.

Cuando se realiza el proceso de refrigeración por aire, si hay mayor temperatura disminuye la producción; ante ello es necesario instalar un motor y condensadores de tamaños grandes.

Según Peralta F, 2015 “Se utilizara en cantidades inferiores de agua viendo modo ahorro ya que mediante una recirculación y devuelto al ambiente ya en estado de vapor”. Constituyendo una vida útil para aquellos materiales resistentes y así poder darles tratamiento.



**Figura 6:** Condensador evaporativo.

#### **1.4 Formulación del problema**

¿Cómo optimizar el enfriamiento en autoclaves de procesadora Perú SAC, mediante el diseño de una torre de refrigeración?

#### **1.5 Justificación del estudio.**

##### **1.5.1 Técnica.**

Este proyecto tendrá una buena finalidad en la cual reducirá la etapa de enfriamiento en autoclaves, además se reducirá el consumo de agua para este proceso. La empresa contará con una tecnología acorde a otras compañías agroindustriales de la región.

##### **1.5.2 Económica –financiera**

Con el aprovechamiento de enfriar el agua y que la autoclave mejore en sus tiempos de enfriamiento, la empresa ahorrará costos y se obtendrá mejor rentabilidad gracias al ahorro de agua, que se reutilizara en la torre de refrigeración y la autoclave mejorara su eficiencia dando su 100% de trabajo.

##### **1.5.3 Social – comunal**

Desde el punto de vista social la empresa será beneficiada ya que estrategias de innovación de enfriar agua en una torre de refrigeración, la producción aumentaría y se daría más trabajo para la gente de su localidad, cumpliendo con ello todos sus objetivos propuestos, cumpliendo con sus programaciones puntuales de pago a cada uno de sus colaboradores.

##### **1.5.4 Ambiental**

Con la implementación de una torre de refrigeración va a contribuir en el ahorro de energía y garantizará un ambiente libre de contaminación, se emitirá vapor inocuo a través de la gasificación de agua favoreciendo energía eficiente y reducir el efecto invernadero.

#### **1.6 Hipótesis.**

El diseño de una torre de refrigeración de tiro inducido permitirá optimizar el enfriamiento en autoclaves de procesadora.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo General**

- Diseño de una torre de refrigeración de tiro inducido para optimizar enfriamiento en autoclaves de Procesadora Perú SAC – Chiclayo.

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar y analizar el proceso de enfriamiento actual, planta área de conserva frejol de palo.
- Determinar los parámetros de funcionamiento de la torre de refrigeración.
- Dimensionar los equipos electromecánicos que componen la torre de refrigeración, con capacidad para la optimización del enfriamiento de agua en autoclaves.
- Realizar la evaluación económica de la torre de refrigeración de tiro inducido.

## **II. MÉTODO**

### **2.1 Diseño de investigación**

**No experimental.** “Este trabajo de indagación será no experimental ya que en su variable independiente no ha sido manipulada con otras variables, se analizó con la observación en un contexto natural”.

#### **Descriptiva**

En el contenido del proyecto se describe y observa la situación actual tal como se encuentra en su naturaleza, sin que exista manipulación alguna por parte del autor.

Donde:

N1 y N2 son muestras.

B1 y B2 son observaciones.

### **2.2 Variables, operacionalización.**

#### **2.2.1 Variable Independiente**

Diseño de una torre refrigeración tiro inducido.

#### **2.2.2 Variable Dependiente.**

Optimizar enfriamiento en Autoclave.

#### **2.2.3 Operacionalización de las Variables.**

<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de Medición</b>
<p><b>Variable independiente.</b></p> <p>Diseño de una Torres de refrigeración tiro inducido.</p>	<p>La refrigeración mecánica utiliza una o varios ventiladores para mover el aire por la torre. De este modo su rendimiento térmico tiende a una mayor estabilidad (Gonzales, 2012, P.180).</p>	<p>Este sistema de refrigeración mediante la extracción de calor interna de la torre hacia el exterior se lograra enfriar el agua.</p>	<p>Transferencia de calor</p> <p>Balance térmico</p>	<p>RAZÓN</p>
<p><b>Variable dependiente.</b></p> <p>Optimizar Enfriamiento en Autoclaves.</p>	<p>El tiempo requerido para completar el enfriamiento puede ser variable, depende con los componentes tales como los grados del agua, y tamaño del recipiente y el tipo de producto.</p> <p>Presión de enfriamiento con vapor y agua. (Featherstone, 2012, P.218).</p>	<p>El proceso de enfriamiento aumentara o disminuirá el tiempo de acuerdo al grado de temperatura del agua.</p>	<p>Temperatura</p> <p>Tiempo de enfriamiento</p> <p>Índice de productividad</p>	<p>RAZÓN</p>

**Tabla 1:** Cuadro de Operacionalización.

## 2.3 Población y muestra del estudio.

### 2.3.1 Población.

Área de operaciones y mantenimiento en la compañía industrial Procesadora Perú.

### 2.3.2 Muestra.

En mantenimiento y área de operaciones.

## 2.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

TÉCNICA	USO	INSTRUMENTO
Observación	Plantear estrategias para operar los equipos refrigerantes.	Crear un formato para verificar la autoclave.
Revisión de documentos	Indagar normas, instrumentos reglamentados.	Formato para la revisión documentaria.

**Tabla 2:** Técnica e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad.

### 2.4 Técnica de Recolección de Datos

#### Observación

Mediante la observación se podrá verificar las condiciones que va a trabajar la máquina, energía transferida, parámetros del condensador evaporativo y la entrada y salida del equipo su distribución y como se está controlando.

#### Revisión documentaria

Esta técnica el principal objetivo será buscar diversos parámetros del diseño para el condensador evaporativo buscar materiales adecuados para el equipo como: - motores, estructuras de soporte y rodamientos, etc.

#### 2.4.1 Instrumentos de Recolección de Datos.

##### Ficha de control de Diseño

Con este instrumento se podrá validar con exactitud cómo se está operando y funcionando el condensador, valorando las tolerancias, rango de toque, potencia y que cantidad de calor se intercambiaba durante el flujo de agua y aire.



### **Ficha de Revisión Documentaría.**

Este instrumento permitirá tener un orden y registro de los documentos planteados del condensador evaporativo, implementando información sobre los equipos y manual de elementos para luego hacer una evaluación económica y posterior selección.

### **Validez**

Tendrá como evaluadores a especialistas capacitados por el tema y por el Gerente responsable de la compañía en donde se tendrán como características a evaluar aspectos metodológicos y parámetros de funcionamiento.

### **Confiabilidad**

Para esta tesis la confiabilidad será dada por profesionales, si fuera el caso de modificar alguna parte de ella se dará prioridad a sus sugerencias. Para ello existirá una confianza y seguridad de los resultados realizados en la investigación.

### **2.5 Métodos de análisis de datos.**

Se analizó con estadística con las variables estudiadas, tabulando datos y elementos comunes.

### **2.6 Aspectos éticos.**

Por ser autor en la presente tesis he respetado la confiabilidad por la empresa y la veracidad que no existe consecuencia negativa, más bien beneficio para esta.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Diagnosticar y analizar el proceso de enfriamiento actual en la planta área de conserva frejol de palo.

La empresa procesadora Perú es una empresa agroindustrial en la cual en el periodo de junio a diciembre procesa frejol de palo.

En la cual consta del:

Desgranado, lavado, blanqueado, cerrado y tratamiento térmico, etiquetado del producto frejol de palo.

El producto final consta de una lata de 15onz, en donde el producto es enviado a extranjero para su respectiva exportación.



**Figura 7:** Lata de frejol de palo de 15 onzas.

A continuación se presenta un flujograma del proceso en la planta.

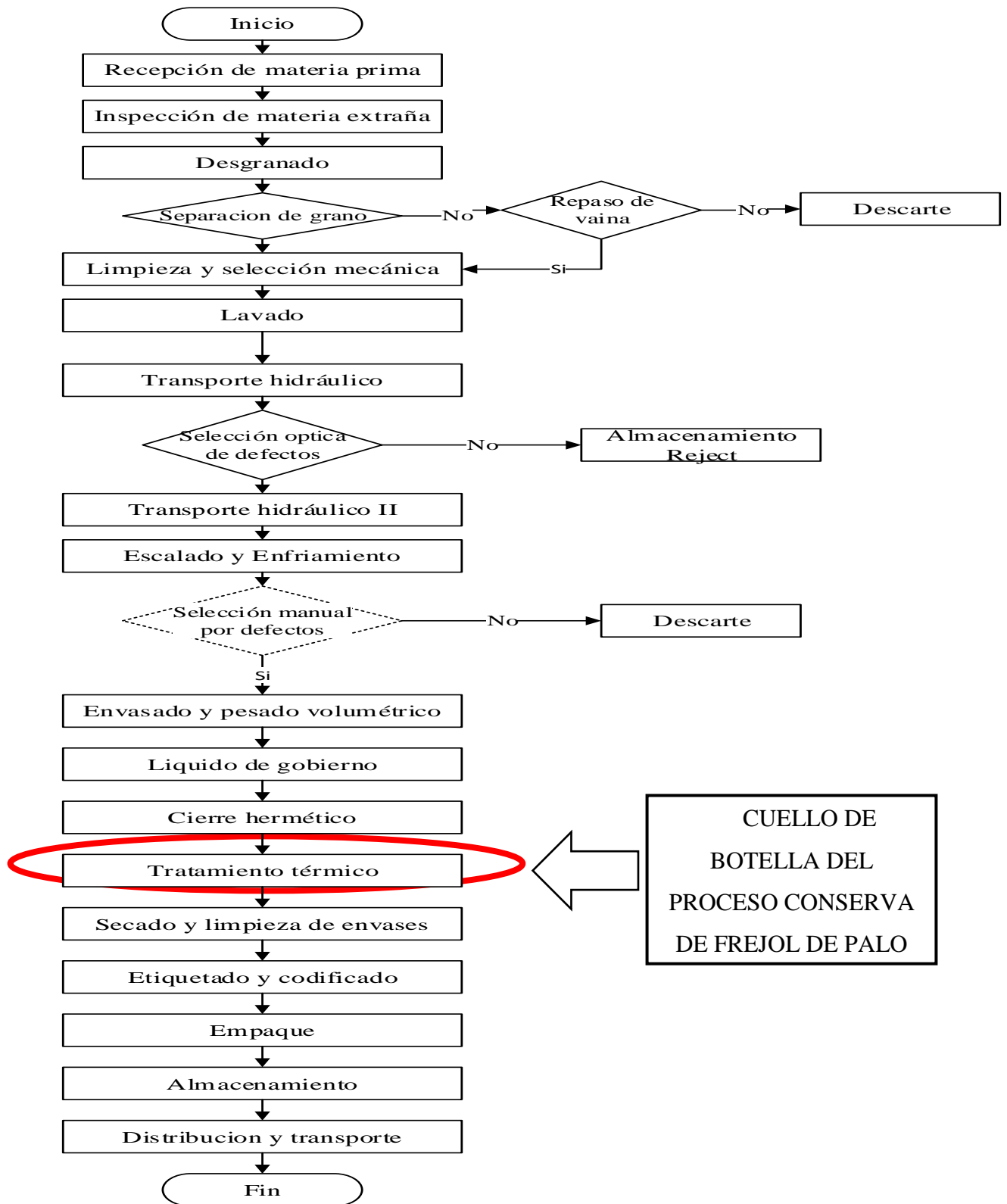


Figura 8: Flujograma del proceso conserva de frejol.

Cuenta con una cerradora de latas ángelus 69P, en la cual cumple la función de sellar las latas de 15onz con el interior de frejol de palo, de inmediato el producto se tiene que llevar a la autoclave ferlo para su respectivo proceso térmico.

Es en la autoclave ferlo donde se encuentra el cuello de botella de la empresa, la autoclave al momento de enfriar el producto no es muy eficiente, se cuenta con una torre de refrigeración natural.



**Figura 9:** Autoclave ferlo.

Fuente: Procesadora Perú S.A.C

### **Tratamiento térmico**

Conocido como esterilidad que es sometido un alimento enlatado y son almacenados de una manera adecuada. Existen alimentos que requieren de diferente tratamiento térmico como aquellas con pH6, ácidos donde la presión térmica es superior a 100°C y entre (115°C y 121°C) aplicado en autoclaves.

Su principal función es destruir mediante el calor de aquellos microorganismos existentes en las latas de conserva y así deteriorar el producto en almacenajes y tenga un éxito en el consumo.

La temperatura y la presión bajan durante el proceso de esterilización esta debe modificarse por cada grado que baje se le debe de aumentar dos minutos y con una temperatura menos de 5°C que baje se debe comenzar el proceso de esterilización rápidamente.

Existen 3 etapas de esterilización:

- Calentamiento ( tiempo en que eleva la temperatura hasta el mantenimiento)
- Mantenimiento ( proceso de esterilización)
- Enfriamiento ( Enfriado del producto y descarga de latas)

### **Enfriado de latas**

Estas se enfrían al final de la esterilización, para así conservar el producto y evitar un sobre cocido.

## Proceso de operación de tratamiento térmico en autoclave ferlo.

- 1- Al iniciar proceso debemos purgar se presiona botón entrada de vapor y el otro botón salida agua por un minuto, se debe cerrar válvula con en pin para active el sistema.
- 2- Iniciar programa se presiona tecla #3, numero de programa 01, tiempo se presiona la tecla #1.
- 3- Colocar los 4 coches ferlo con respectiva cinta.
- 4- Cerrar válvula con pin (para que active la bomba continua).
- 5- Activar botón de bomba continua y presionar entrada de vapor (rellenar con agua de red).
- 6- Calentar a una temperatura de 60 - 80°C.
- 7- Una vez llegada a esa temperatura desactivar bomba continua y válvula de vapor.
- 8- Abrir válvula con pin.
- 9- Cerrar tapa de ferlo.
- 10- Cerrar válvula con pin (seguro de puerta).
- 11- Pulsar botón de bomba continua.
- 12- Pulsar repetir programa.
- 13- Máquina ferlo en proceso:
  - Calentamiento 12-15 min aproximadamente (depende ingreso de vapor)
  - Estabilización 2 min
  - Mantenimiento 16 min – 121°C – 1.6 bar
  - Enfriamiento 25-30 min (depende del agua fría)
- 14- Al momento del enfriamiento se debe encender el selector de bomba de agua.
- 15- Dejar abierto válvula de ingreso de agua a poza.
- 16- Fin de proceso.
- 17- Desactivo botón de continua.
- 18- Apago bomba de agua con el respectivo selector.
- 19- Cuando suena la alarma presionar salir.
- 20- Abrir válvula con pin para botar condensados.
- 21- Una vez que no tenga presión autoclave abrimos puerta.
- 22- Sacamos los 4 coches en sus respectivos carritos.



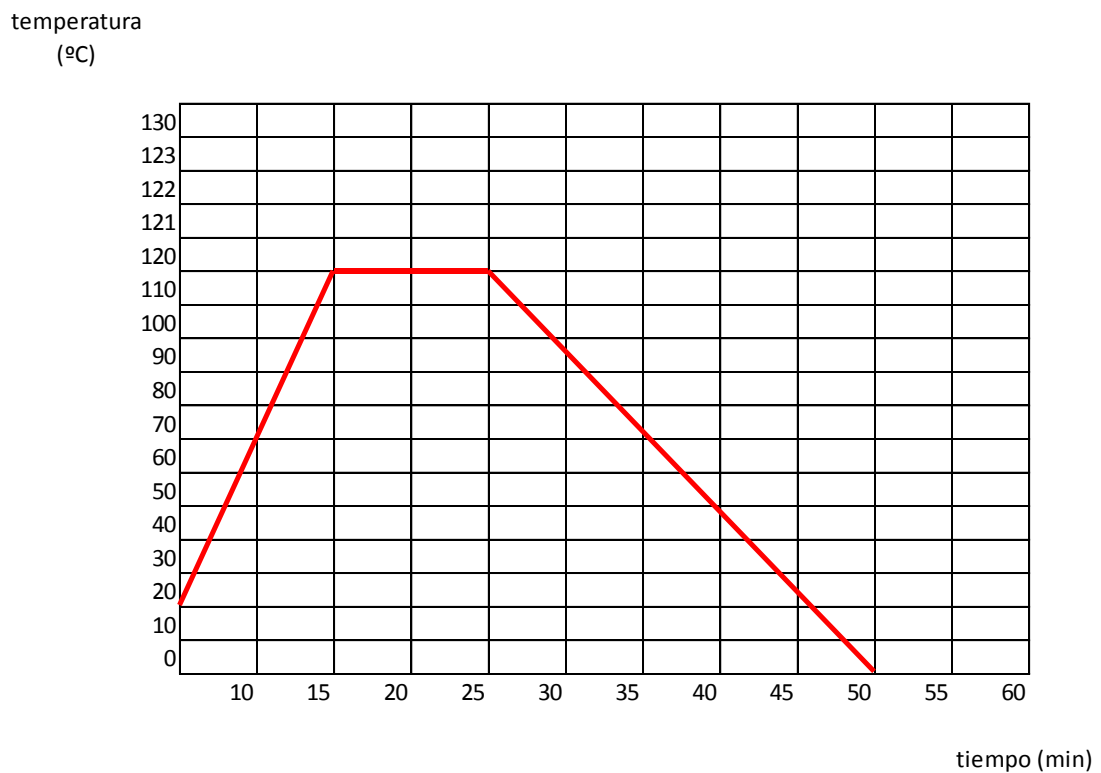
Figura 10: Panel de control autoclave ferlo.

## Diagrama cartesiano XY (temperatura – tiempo) en proceso de conserva frejol de palo.

### Máquina ferlo en proceso

Inicia con un temperatura de 20 °C, en la cual se enciende el equipo y empieza con el calentamiento 12-15 min aproximadamente (depende ingreso de vapor), estabilización 2 min, mantenimiento 16 min – 121°C – 1.6 bar, enfriamiento 25-30 min (depende del agua fría).

En el gráfico se observa todo el tratamiento de la autoclave ferlo.

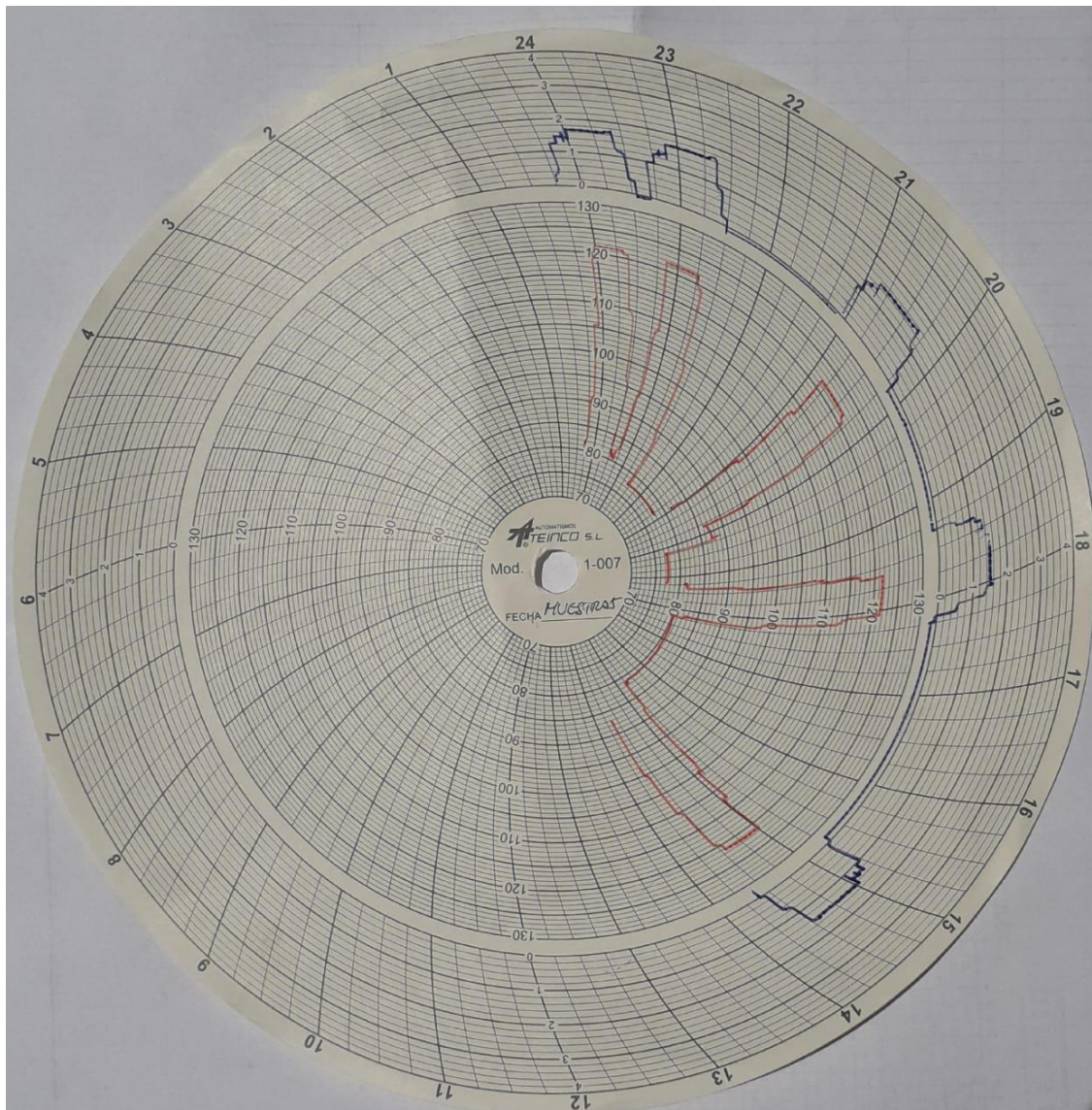


**Figura 11:** Diagrama cartesiano XY proceso de conserva de frejol de palo.

*Fuente: Elaboración propia*



## Disco gráfico de autoclave ferlo proceso conserva.



**Figura 12:** Disco gráfico del proceso de tratamiento térmico.

El proceso consta de calentamiento 12-15 min aproximadamente (depende ingreso de vapor), estabilización 2 min, mantenimiento 16 min – 121°C – 16 bar, enfriamiento 25-30 min (depende del agua fría).

### Datos del Proceso del Frejol de Palo

1	CONTENEDOR	=	42240	LATAS
1	QUEMADA(PROCESO TÉRMICO EN FERLO)	=	5016	LATAS
1	QUEMADA(PROCESO TÉRMICO EN FERLO)	=	4	COCHES
1	COCHE DE FERLO	=	1254	LATAS

**Tabla 3:** Datos del frejol de palo.

Una quemada en la autoclave ferlo en la actualidad tiene una duración de 1 hora, en donde se procesan 5016 latas, con la torre de refrigeración su finalidad será avanzar el proceso, a disminuir el tiempo de enfriamiento. Así se podría hacer más procesos térmicos es así que produciríamos más latas en menos tiempo y también se avanzaría hacer más contenedores de conserva frejol de palo. Además se conservaría el agua tratada nuestros ablandadores de agua van a estar más conservados, y así también sería muy útil para la biodiversidad con la conservación del agua.

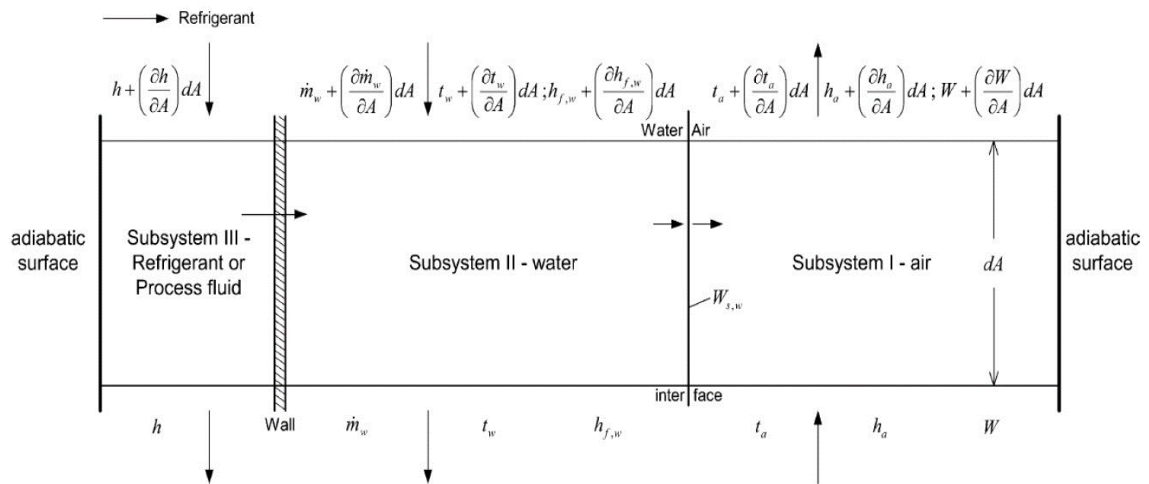
La empresa tiene una caldera marca s.m.s, con las siguientes características de placa:

CALDERA SMS	
SERIE	SMS
NÚMERO AC	124
FECHA DE FABRICACIÓN	2000
POTENCIA BHP	200
PRE. MAX DE TRB. (PSI)	125
CAPACIDAD (LB/H)	6.900
TENSIÓN	220
CICLOS (HZ)	60
COMBUSTIBLE	GLP

**Tabla 4:** Datos de placa de caldero.

“Modelar un intercambiador de calor, por la razón de que al menos en la sucesión actúen entre sí de la masa a calor. Para el trabajo de investigación la metodología aplicar el cálculo para determinar el rendimiento del condensador evaporativo constituido por energía y masa en las materias, encargadas para controlar el evaporador”.





**Figura 13:** Cálculo del condensador.

En la Figura n° 13 se muestra una superficie como lleva el control intercambiador de calor. La fase consiste:- Aire atmosférico se desplaza vertical dirección hacia arriba, agua se traslada de arriba abajo, refrigerante conocida también como agua tratada forma vertical y hacia abajo.

Suposiciones para derivar ecuaciones:

El agua de refrigeración su intercambiador formado por separadores del medio circulante.

Proceso se encuentra en estado no dinámico.

La transferencia de calor por radiación es no considerable.

El agua perdida se desperdicia por los conductos de una manera despreciable.

El factor entre masa o calor son constantes en los tubos.

Con respecto a la distribución del agua y aire se realiza de una manera conforme y constante.

Las temperaturas en el sistema dependen de qué forma de posición se encuentran, lo que significa el instrumento debe estar en una sola dimensión.

Los tubos vienen protegidos con una capa de agua que se encuentra en una temperatura de la interfase aire - agua igual ( $T_{int} = T_w$ ).

Como esta capa se considera muy fina, la superficie de la interfase aire – agua, se puede suponer que son iguales la parte exterior.

En entrada y salida del agua existe una temperatura constante.

La Figura 14 representa la superficie de control diferencial que incluye los subsistemas.

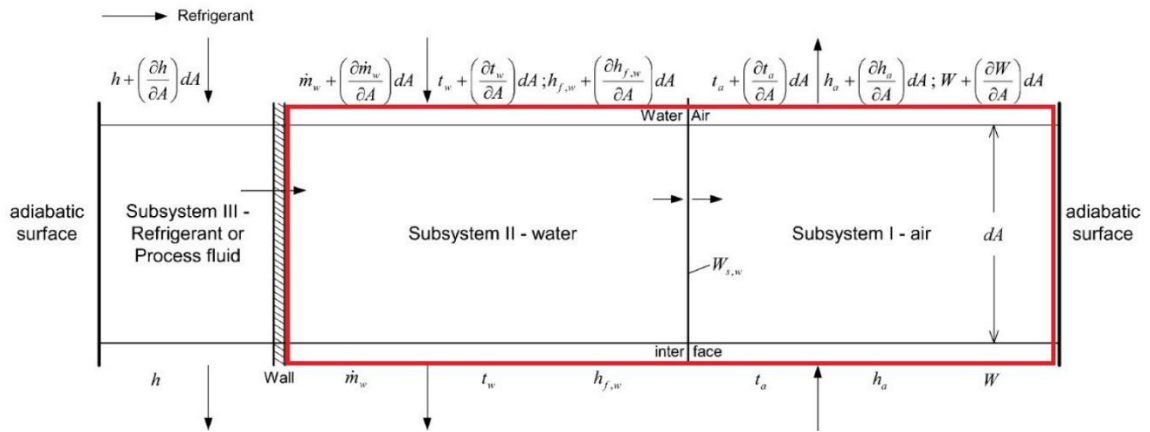
- 1.) Aire.
- 2.) Agua.

Para ello se realiza el balance de agua; que resultaría:

$$\dot{m}_a W + \dot{m}_w + \left(\frac{\partial \dot{m}_w}{\partial A}\right) dA = \dot{m}_w + \dot{m}_a \left[W + \left(\frac{\partial W}{\partial A}\right) dA\right]$$

Simplificando se obtiene:

$$\frac{\partial W}{\partial A} = \frac{1}{\dot{m}_a} \frac{\partial \dot{m}_w}{\partial A}$$



**Figura 14:** Volumen del control diferencial sobre agua y aire.

El flujo volumétrico y la circulación del agua a evaporar ( $dX$ ), con factor de traslado por masa ( $hD$ ) detalla:

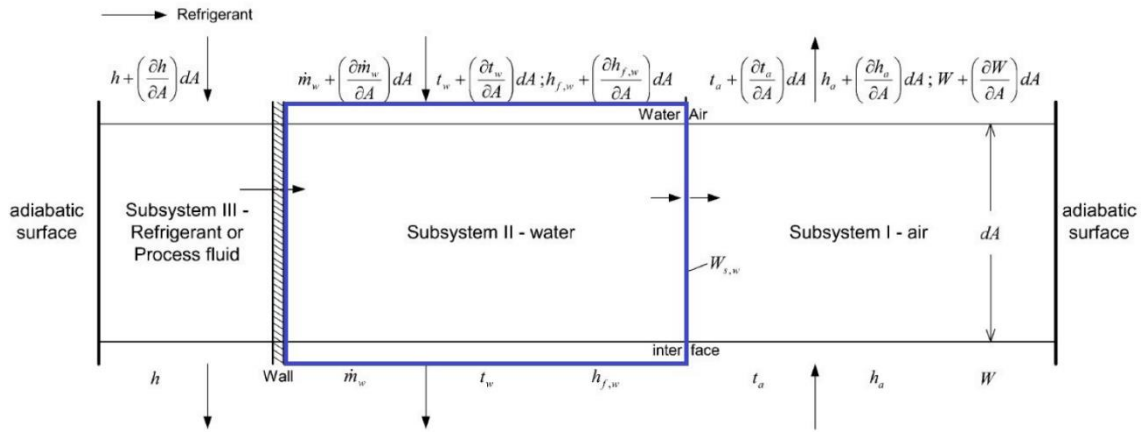
$$dX = h_D (W_{s,int} - W) dA$$

La Figura 15 nos muestra el volumen de control diferencial sobre el subsistema 2 (agua tratada). Si en una superficie hacemos el cálculo la masa del agua se obtendría:

$$\dot{m}_w + \left(\frac{\partial \dot{m}_w}{\partial A}\right) dA = \dot{m}_w + dX$$

Simplificando se obtiene:

$$d\dot{m}_w = h_D (W_{s,w} - W) dA$$



**Figura 15:** Volumen de control diferencial sobre el agua.

### Balance de energía en la interfase aire-agua

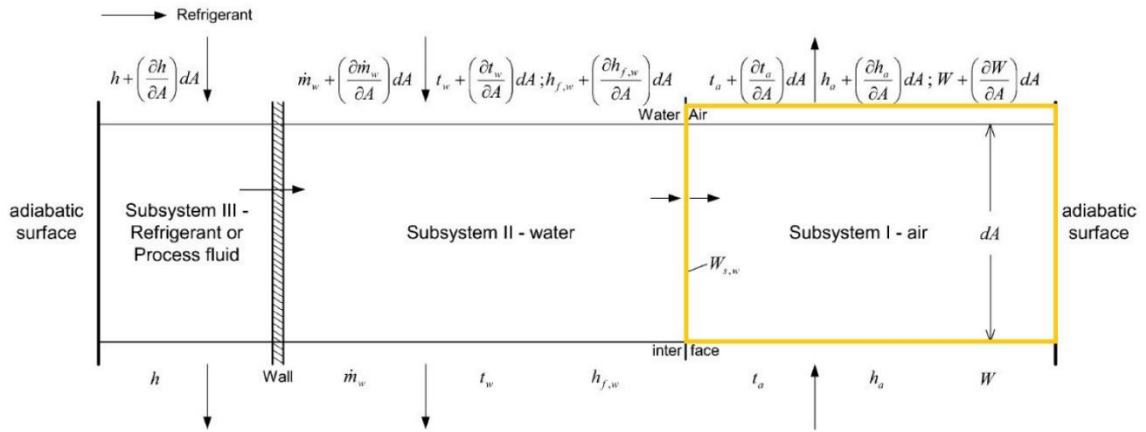
Calor transferido por la superficie entre agua y aire ( $d\dot{Q}_p$ ) se expresa como:

$$d\dot{Q}_p = h_{c,int}(T_{int} - T_a)dA$$

Como se la vio anteriormente, una porción de agua se gasifica en el ambiente, es decir cuando se produce interfase forma masa y calor. Cuando existe cambio de fase de agua el calor se extrae hacia el exterior, el cual es obtenido por diferencias de grados entre el aire y el agua que son dominados por la convección en la interfase ( $hC$ .) y la otra parte es dada por la evaporación.

En la figura 16 se efectuara un balance para el control de la superficie mencionado anteriormente:

$$\dot{m}_a \left[ h_a + \left( \frac{\partial h_a}{\partial A} \right) dA \right] = \dot{m}_a h_a + d\dot{Q}_p + dX \cdot h_{fv,int}$$



**Figura 16:** Volumen de control diferencial sobre el aire.

La mezcla aire – vapor, tiene una entalpía específica estimada a los grados del ambiente (referida al aire seco) siendo dada por:

$$h_a = h_{da} + W h_v$$

Lo que es lo mismo:

$$h_a = c_{p,da} \cdot T_a + W(c_{p,v} \cdot T_a + h_{v,ref})$$

El aire saturado analizado para la temperatura entrefase (aire seco), efectuada por:

$$h_{s,int} = h_{da,SAT} + W_{s,int} h_{v,int}$$

$$h_{s,int} = c_{p,da} \cdot T_{int} + W_{s,int}(c_{p,v} \cdot T_{int} + h_{v,ref})$$

Se sabe además que en los calores específicos,  $cp, = cp, + Wcp,$

Con las expresiones anteriores, las entalpías específicas de la mezcla aire-agua, tienen una definición alternativa:

$$h_a = c_{p,a} T_a + W h_{v,ref}$$

$$h_{s,int} = c_{p,a} T_{int} + W_{s,int} h_{v,ref}$$

Aplicando el factor de Lewis ( $Le = hC/hDcp,$ ) y considerando la entalpía del proceso de agua es similar al vapor de agua ( $hfv \approx hv$ ), se obtiene:

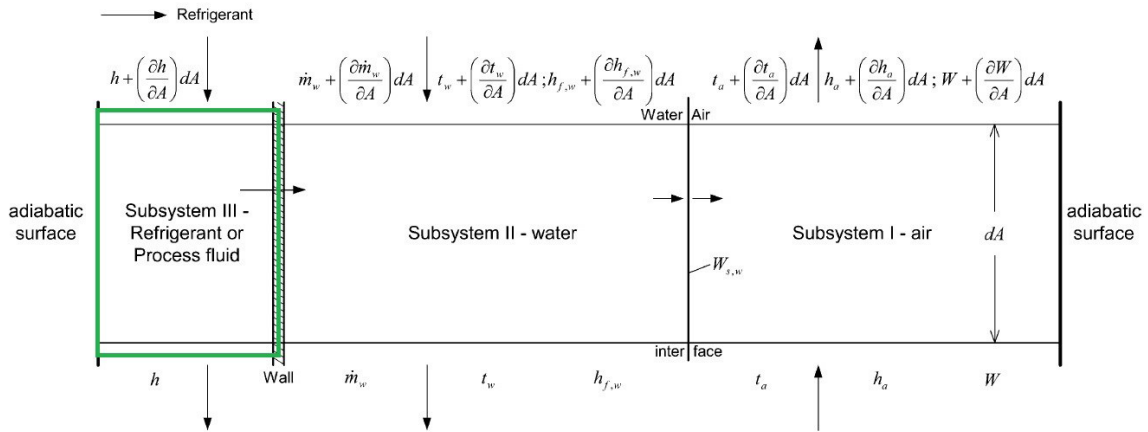
$$\partial h_a = \frac{h_D \partial A}{\dot{m}_a} \{ (h_{s,int} - h_a) + (Le - 1) [ (h_{s,int} - h_a) - (W_{s,int} - W) (h_{v,ref} + c_{p,v} T_{int}) ] \}$$

Suponiendo que  $T_{int} = T_w$ . Se obtendrá un resultado final como:

$$dh_a = \frac{h_D}{\dot{m}_a} (h_{s,w} - h_a) dA$$

Cálculo en del refrigerante

Como se observa en la fig. 17 se hace un cálculo de variables para efectuar el balance de energía



**Figura 17:** Magnitud de control en los refrigerantes.

Entalpías agua y refrigerante se expresa como:

$$\frac{\partial h_{f,w}}{\partial A} = c_{p,w} \left( \frac{\partial T_w}{\partial A} \right); \quad \frac{\partial h_r}{\partial A} = c_{p,r} \left( \frac{\partial T_r}{\partial A} \right)$$

Se puede expresar el flujo de calor dado desde el refrigerante hasta la película agua ( $d\dot{Q}_k$ ) como:

$$d\dot{Q}_k = U_{ext} (T_r - T_{int}) dA$$

Realizando el balance de energía se obtiene:

$$\dot{m}_r \left[ h_r + \left( \frac{\partial h_r}{\partial A} \right) dA \right] = \dot{m}_r h_r + d\dot{Q}_k$$

Introduciendo la ecuación y simplificando, y entendiendo que  $T_{int} = T_w$ , al final se obtiene:

$$dh_r = \frac{U_{os}(T_r - T_w)dA}{\dot{m}_r}$$

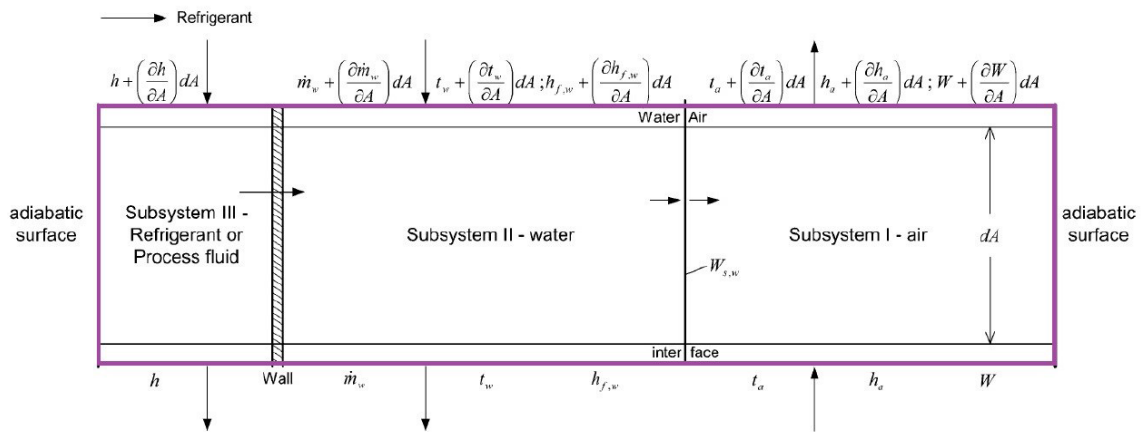
### Balance de energía total

Al final se ejecuta un balance con la energía del volumen para llevar un control indicado la Figura 18

$$\begin{aligned} \dot{m}_a h_a + \left[ \dot{m}_w + \left( \frac{\partial \dot{m}_w}{\partial A} \right) dA \right] \left[ h_{f,w} + \left( \frac{\partial h_{f,w}}{\partial A} \right) dA \right] + \dot{m}_r \left[ h_r + \left( \frac{\partial h_r}{\partial A} \right) dA \right] = \\ = \dot{m}_a \left[ h_a + \left( \frac{\partial h_a}{\partial A} \right) dA \right] + \dot{m}_w h_{f,w} + \dot{m}_r h_r \end{aligned}$$

No considerando el orden de los términos superior simple y usando, obtendremos:

$$\dot{m}_w c_{p,w} \partial T_w + c_{p,w} T_w \partial \dot{m}_w + \dot{m}_r \partial h_r = \dot{m}_a \partial h_a$$



**Figura 18:** Volumen de control diferencial sobre el condensador.

Suponiendo que  $T_{int} = T_w$  y reutilizando las ecuaciones anteriores se obtiene la expresión final:

$$dT_w = \frac{1}{\dot{m}_w c_{p,w}} \left[ \dot{m}_a h_D (h_{s,w} - h_a) dA - c_{p,w} T_w h_D (W_{s,w} - W) dA - U_{os} (T_r - T_w) dA \right]$$

### **Ecuaciones adimensionales y condiciones de contorno**

Para describir el funcionamiento del condensador – evaporativo, se elabora un sistema de ecuaciones diferenciales. Donde se detallan las ecuaciones de transferencias por convección el calor de las correlaciones necesarias es puntual determinar cuáles son aquellas condiciones que están conformadas por cinco ecuaciones tales deben ser las condiciones del entorno. Se necesita adimensionalizar, el sistema de ecuaciones, para tener mayor facilidad el orden de integrar el sistema de tener mayor resolución por una aplicación informática y de esta manera los resultados tomaran una longitud diferencial.

En la figura 12 se encuentra divididos por elementos anchos  $S_q$ , alto  $L$  y largo  $B$  asumiendo lo siguiente:

Cada intercambiador de calor está separado, cada número de las unidades de transferencia representado por  $N_t$ .

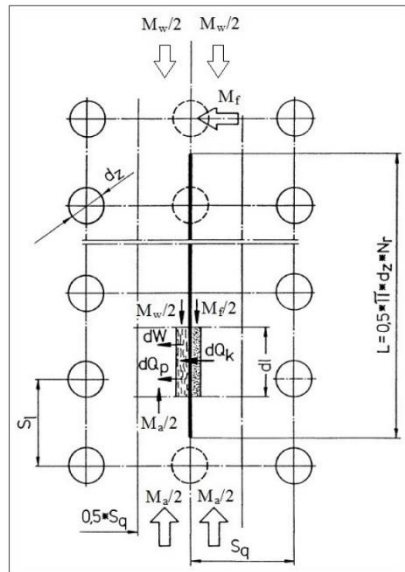
La reacción es nula cuando la influencia mutua de los elementos adyacentes.

Cada superficie está asignadas una mitad de flujo refrigerante ( $M_r$ ), que son distribuidos por el interior de los tubos y la otra mitad por el ambiente que son retribuidos de manera individual por los elementos.

En cada intercambio los dos flujos descienden de diferentes formas, el agua de una manera vertical por los tubos, considerado también  $L$  como longitud de intervalo de integración.

$$L=0.5\pi Dextr$$

En el diseño de tubos puestos escalonados se deberá cumplir el presente requisito geométrico  $S_q \geq 1.5 Dext$ . La energía cedida en el refrigerante con el agua ( $Q_k$ ), se tiene que sumar los flujos que se transfirieron en los elementos ( $N_t$ ).



**Figura 19:** Elementos infinitesimales del condensador para localizar el volumen.

Conocido como el lugar donde habrá transferencia hacia los tubos;  $L$  será el intercambiador y  $B$  longitud de los tubos, es decir:  $B = L_t \cdot N_t$

Tendremos:

$$A = 2 \cdot L \cdot B = \pi D_{ext} L_t N_r N_t$$

Teniendo en cuenta lo mencionado cada elemento dividido en 2 subelementos de  $L$ , se encontró el área de transferencia.

Se conforma por el valor de cada variable en cada entrada así como la salida en su respectivo flujo de condensadores. Como parte superior de condensador obteniendo  $l = 0$ , y por inferior  $l = L$ , tomándose valores siguientes::

$$W(L) = W_1$$

$$T_a(L) = T_{a1}$$

$$\dot{m}_w(0) = \dot{m}_{w1}$$

$$h_r(0) = h_{r1}$$

$$T_w(0) = T_w(L)$$



Según Peralta 2013 “Existen condiciones que son parámetros del ambiente,  $l = L$  tiene relación con la humedad  $w_1$  y grados de entrada aire  $T_{a1}$ . Hay una tercera condición  $l = 0$  obteniendo flujo de agua  $\dot{m}_w$ ; y la cuarta está reflejada en la entalpía ( $l = 0$ ),  $h_{r1}$ . Para finalizar un estado estacionario en el circuito cerrado que fue recogida por el agua ( $L$ ) debe ser igual al difusor (0).”

A continuación se va a definir la forma del contorno adimensional para las distintas formas:

$$\text{Altura } l : l^* = \frac{l}{L}$$

$$\text{Temperatura del aire: } T_a^* = \frac{T_a}{T_a(l=L)} = \frac{T_a}{T_{a1}}$$

$$\text{Relación de humedad del aire: } W^* = \frac{W}{W(l=L)} = \frac{W}{w_1}$$

$$\text{Entalpía del aire: } h_a^* = \frac{h_a}{h_a(l=L)} = \frac{h_a}{h_{a1}}$$

$$\text{Entalpía del refrigerante: } h_r^* = \frac{h_r}{h_r(l=0)} = \frac{h_r}{h_{r1}}$$

$$\text{Temperatura del agua: } T_w^* = \frac{T_w}{T_w(l=L)} = \frac{T_w}{T_{a1}}$$

$$\text{Flujo másico de agua: } \dot{m}_w^* = \frac{\dot{m}_w}{\dot{m}_w(l=0)} = \frac{\dot{m}_w}{\dot{m}_{w1}}$$

### 3.2 Determinar los parámetros de funcionamiento de la torre de refrigeración.

Los parámetros en la cual funcionara la torre de refrigeración son :

Cantidad de agua a refrigerar : de 6 a 8 mt<sup>3</sup>/Hr

Temperaturas entre las que actuara la torre de refrigeración :

Temperatura del agua caliente proveniente de las autoclaves : 50 °C

Temperatura del agua después de la etapa del enfriamiento en la autoclave : 26 °C

Se cuenta con propiedades físicas y químicas del agua blanda.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL H <sub>2</sub> O PARA ENFRIAR EN LAS TORRES	
Presión	1 Bar
Oxígeno	0,4 PPM
Hierro	0,1 PPM
Cobre	0,05 PPM
Dureza Total ( Ca CO <sub>3</sub> )	0,3 PPM
Grasas Totales	1,0 PPM
PH	7,5 - 10
Sílice	150 PPM

**Tabla 5:** Propiedades del h<sub>2</sub>o para la torre.

El aire que se deberá contar para enfriar , para eso se establecerá:

Temperatura del aire de Salida = 36°C

$C_{P \text{ Aire}} = 0.24 \text{ kcal/Kg } ^\circ\text{C}$

$C_{P \text{ Agua}} = 1.00 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}$

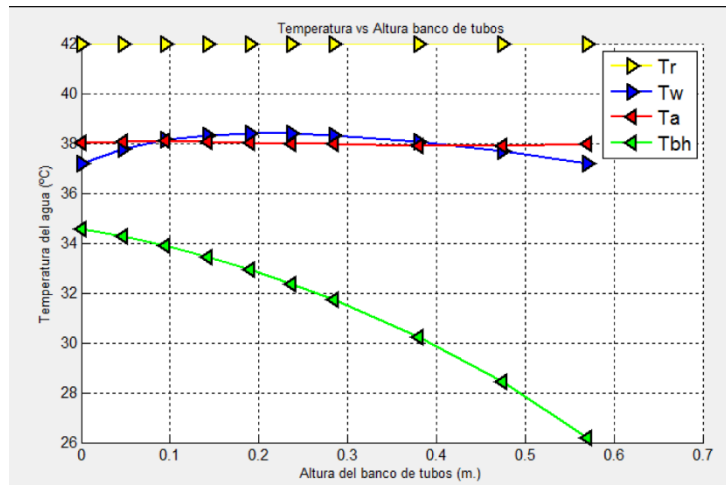
$C_{L \text{ agua}} = 540 \text{ Kcal /Kg}$

Evaporación de agua = 2 – 4 %

Aceleración del Aire = 8 - 10 mts/Seg

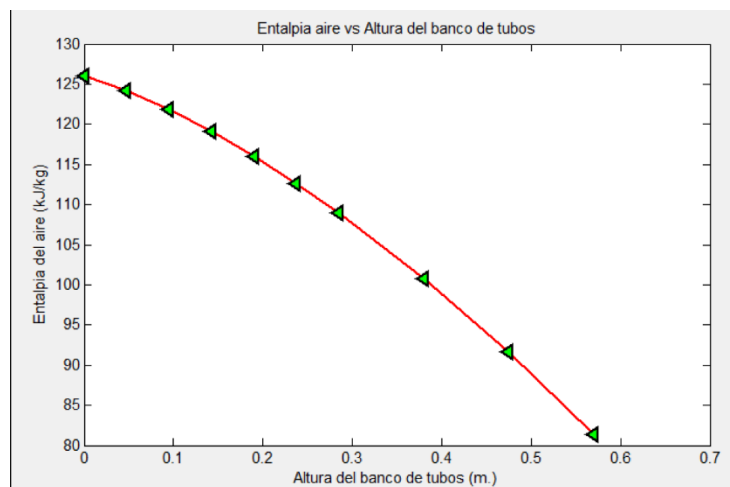
Estos parámetros también se utilizan para determinar en las condiciones de contorno su ecuación diferencial. Mediante un software se calcula una solución favorable para una torre de enfriamiento.

El banco de tubos con ayuda de uno monogramas empíricos, calcularemos la transferencia de calor, que se utilizara para diseñar equipos térmicos, esta transferencia dependerá mucho de diferentes tipo de fluido (coeficiente de viscosidad , calor especifico, la velocidad de los fluidos interno y exterior de los tubos, cálculos de geometría de tubos) teniendo esto, se realizara los siguiente monogramas:



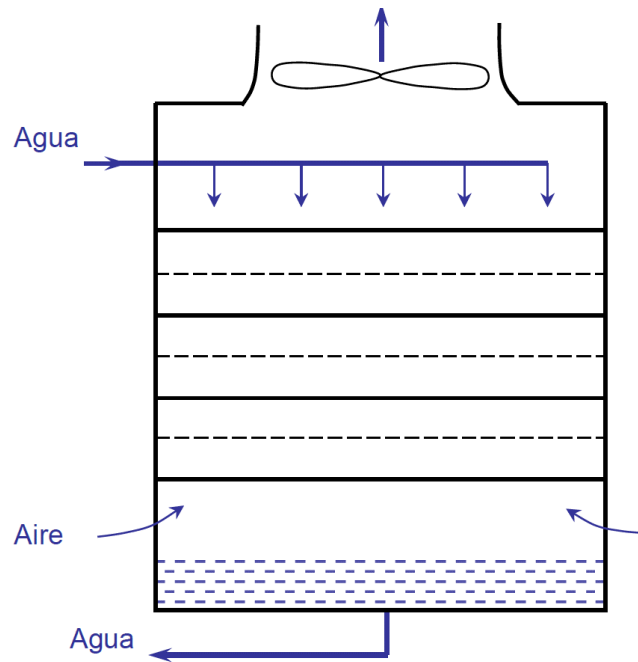
**Figura 20:** Temperatura del refrigerante.

Utilizaremos monogramas, para representar la entalpia del refrigerante (en esta oportunidad el aire).



**Figura 21:** Entalpía del refrigerante.





**Figura 23:** Tiro inducido - flujo a contracorriente.

Salida de ventilación= 18 – 24 TM /Hr

Temperatura salida del aire = 36°C

$$C_{P \text{ aire}} = 0.24 \text{ kcal/Kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_{P \text{ agua}} = 1.00 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_{L \text{ agua}} = 540 \text{ Kcal /Kg}$$

Evaporación del agua = 2 – 4 %

Aceleración de Aire = 8 - 10 mt/Seg

Carga térmica general de refrigeración = Carga de Transferencia térmica+ Carga de Evaporación

Carga de Transferencia térmica

$$= ( 18 - 24 ) * 1000 \text{ kg/Hr} * 0.24 \text{ Kcal / kg} * ^\circ\text{C} * 12 ^\circ\text{C}$$

$$= 51,840 - 69,120 \text{ Kcal/hr}$$

Carga de Evaporación en la condensación = ( 18 – 24 ) \* 1000 kg/Hr \* 0,02 \* 540 Kcal /kg ( Por rociado de agua )

$$= 194,400 - 259,200 \text{ Kcal/Hr}$$

El resultado será :

Carga térmica general de refrigeración = 246,240 – 328,320 Kcal /Hr

Para la capacidad del área y así efectuar bien con los periodos necesarios para una buena la transferencia de calor :

El principio de transferencia mezclando la conducción y convección, entre el área de tubos, atravesando el agua proveniente de las autoclaves, el aire que se expande a grandes velocidades que nos ayudaran a aprovechar una buena transferencia de calor.

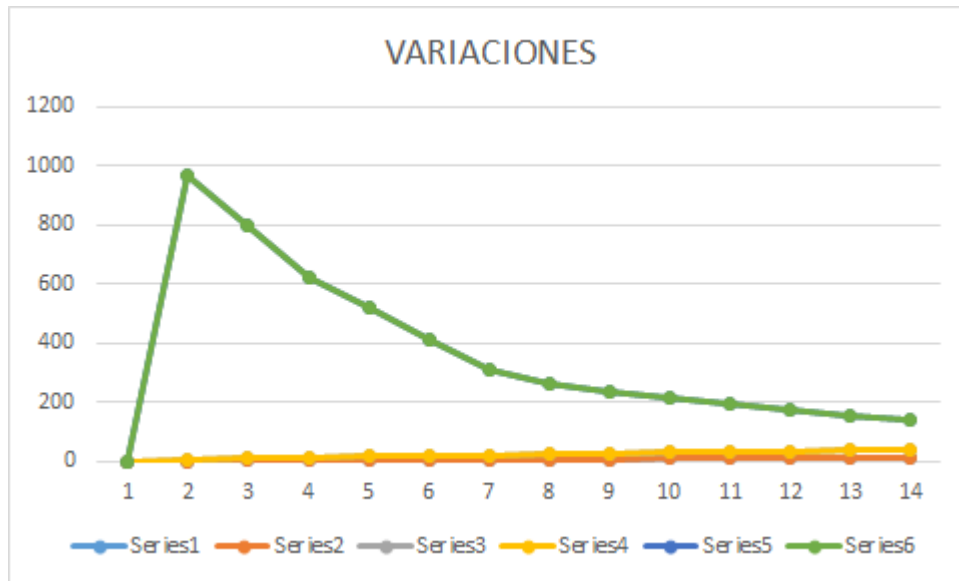
$Kt = 18 \text{ Kcal / Hr } ^\circ\text{k} * \text{mt}^2$  , se concluye una área para transferencia indispensable, sera a cierta aceleración de aire de 8 – 10 mt/seg

$$\begin{aligned} \text{Área que se necesitara} &= ( 51,840 - 69,120 ) \text{ Kcal/hr} / 18 \text{ Kcal / hr } * ^\circ\text{k} * \text{mt}^2 * 12 ^\circ\text{C} \\ &= ( 240 - 320 ) \text{ Mt}^2 \end{aligned}$$

Entonces se debe variar la velocidad del aire, como tiro inducido, nos da como los resultado las tablas y diagramas :

TABLA DE VALORES DE COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR		
VELOCIDAD DEL AIRE	COEFICIENTE	AREA NECESARIA
2	4,50	960,00
3	6,75	790,00
4	9,00	610,00
5	11,25	505,00
6	13,50	390,00
7	15,75	290,00
8	18,00	240,00
9	19,50	210,00
10	21,00	185,00
11	21,70	160,00
12	23,10	140,00
13	24,90	120,00
14	26,10	100,00

**Tabla 6:** Variación con respecto a la velocidad.



**Figura 24:** Variaciones.

Medidas de los Tubos :  $S_1 / \varnothing_{ext}$  : 1,25 , 1.50 , 2 y 3

Diámetro Exterior  $\varnothing = 2$  Pulgadas

$S_T$  = Separación vertical entre tubo a tubo será 2 Pulgadas

$S_L$  = Separación horizontal entre tubo a tubo será 2 Pulgadas

Dimensiones del banco:

Ancho:  $W_c = S_T ( N_t - 1 ) + 3 \varnothing_{ext}$

Altura:  $H_c = S_L ( N_r - 1 ) + \varnothing_{ext}$

Largo:  $L_c = H_{cg}$

Conductividad Térmica en acero Inoxidable : 16.3(w/(m.k))

### Densidad del Aire :

Densidad de aire húmedo se refiere a la mezcla de la densidad del aire seco y vapor de agua de volumen en todo el ambiente.

$$\rho_a = \frac{m_d + m_v}{V} = \rho_{as} + \rho_v$$

Si aplicamos ecuación de estado del gas ideal:

$$\rho_a = \frac{p}{R_{as}T_a} \left[ 1 - 0.378 \frac{p_v(T_a)}{p_a} \right]$$

La zona de transferencia que se aplicará según el diseño mecánico , será definido, en lo siguiente atreves de la lógica :

De un material de tubería cedula 40 de alta presión SCH40, sin su respectiva costura , para un diámetro( $\emptyset$ ) de 2 pulgadas y una medida de longitud de 3.00 metros, la zona de transferencia de calor se aplicara por la formula siguiente:

Área lateral del Tubo :  $\pi * 2 * 3 = 0.479 \text{ m}^2$  , por cada tubo

Si las dimensiones del paquete de tubos será :

Altura del Banco:  $H_c = 3.00$  Metros

Largo del Banco:  $L_c = 3.00$  Metros

Ancho del Banco:  $W_c = 2.50$  Metros

En el Alto irán  $300 / 10 = 30$  Tubos como promedio

En el ancho irán  $250 / 10 = 25$  Tubos como promedio

Según el cálculo promedio de 750m, en la cual efectuando la multiplicación por los 0.479 m<sup>2</sup>, con la que cuenta cada tubo, será lo siguiente:

Toda el área de transferencia de calor en Tubos: 359.25, que se desempeñara para el área de 240 a 320 m<sup>2</sup>.

Equivale a una velocidad promedio del agua en la cual se va a refrigerar en la parte interna de la tubería será:

Área de sección para tubería:  $\pi * D^2 / 4 * N^{\circ}$  tubos

:  $3.1416 * 0.00258064 * 750$

: 6.08 mt<sup>2</sup>



Velocidad del desplazamiento en el interior de la tubería:

$$\begin{aligned} &: Q / \text{Área} \\ &: 6 - 8 \text{ m}^3/\text{hr} / 6.08 \text{ m}^2 \\ &: 0.98 - 1.32 \text{ m/hr} \end{aligned}$$

Teniendo los valores calculados se determinara lo siguiente:

Características principales para la bomba de agua, que se empleara:

$$\begin{aligned} \Delta H &= \text{Caída de presión en torre de enfriamiento} + \text{Caída de Presión en tuberías por diferencia} \\ &\text{de cota} + \text{Caída de presión por perdidas por fricción en tuberías y accesorios} \\ &= 10 \text{ Mts} \end{aligned}$$

Obtendremos lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Rango de la potencia} &= (6 - 8) \text{ Mt}^3/\text{Hr} * 1000 \text{ kgf}/\text{Mt}^3 * 10 \text{ mts} / 76 \\ &= 0.22 - 0.29 \text{ HP} \end{aligned}$$

Por lo tanto con el aire, seguimos con los siguientes datos:

Salida del aire: 18 – 24 Tm/h

Área libre del aire: 3mts \* 1.25 m = 3.75 m<sup>2</sup>

Velocidad promedio = Flujo / Área

Densidad del aire =  $\rho = 1.28 \text{ Kg}/\text{m}^3$

$$\begin{aligned} \text{Velocidad promedio} &= (18,000 - 24,000) / 1.28 \text{ m}^3/\text{h} / 3.75 \text{ m}^2 \\ &= 1,042 - 1.389 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Se deberá tener un ventilador de tiro inducido con las siguientes características (Presión Negativa, depresión, etc.)

El flujo volumétrico (caudal): 14,062.5 – 18,750 m<sup>3</sup>/h

La caída de Presión: 0.05 Bar

Capacidad de Eficiencia del Ventilador: 0.85 (Variable)

Se define un requisito de potencia para motor eléctrico del Ventilador de:

$$: 2.62 - 3.50 \text{ HP}$$

Para un motor trifásico de 4 polos, en la cual tiene una velocidad de 1,800 RPM, y se reducirá a una velocidad menor por medio de poleas, de 1 a 5 su relación de velocidad, calculando nos daría una velocidad de 360 RPM, se determina el diámetro del rotor o aspa del ventilador, dada por la ecuación de Euler o triángulos de velocidades de:

$$\begin{aligned} 10 &= 6 * 2 * \pi * \text{Radio del Ventilador} \\ \text{Radio del Ventilador} &= 0.265 \text{ m} \end{aligned}$$

Se debe de tener en cuenta para contribuir con el medio ambiente el ahorro de los gases efecto invernadero, sería por la ecuación estequiométrica:



Efectuamos el balance partiendo de la Ecuación Redox:

En C:  $8 = a + b$  debemos suponer la combustión completa  $a = 1, b = 7$

En O:  $2Z = a + 2b + c$

En H:  $18 = 2c$  , por lo tanto  $c = 9$  y  $Z = 12$

Un mol de Petróleo equivale a: 1 Mol de CO y 7 Moles de CO<sub>2</sub>

Por lo tanto un mol de Petróleo corresponde a: 114 Kg y produce 28 Kg de CO y 308 Kg de CO<sub>2</sub>

Aplicando un ahorro de Energía dentro del rango de, 246,240 – 328,320 Kcal /Hr, contando con cierta cantidad de calor, el poder calorífico debería ser: 10,500 Kcal /Kg y una eficiencia total de combustión del 70 %, tenemos a continuación rangos de ahorro de gas efecto invernadero:

Para el CO: Contamos con un ahorro de 5.76 – 7.68 Kg/Hr

Para el CO<sub>2</sub>: Tiene un ahorro de 62.36 – 84.48 Kg/Hr

### **3.4.- Realizar la evaluación económica de la torre de refrigeración de tiro inducido.**

Como principal función será fomentar un ahorro de energía que será reutilizada al momento de extraer el agua de las autoclaves en fase líquida, mediante el mencionado proceso economizamos tratamiento químico y se previene en el interior alguna metálica que sean perjudicados los equipos térmicos.

Para ello se implementaran valores térmicos:

#### **Entrada de vapor al Condensador evaporativo:**

- Entrada de presión equivalente a: 2 Bar
- Temperatura que ingresa: 120.21 °C
- Cantidad de energía (entalpía): 2706,3 Kj /kg
- Magnitud termodinámica de Ingreso (entropía): 7,1270 Kj/Kg K°
- Calidad del vapor: 100 %
- Entrada de volumen específico (v): 0,88578 m<sup>3</sup>/Kg

**Salida de agua al condensador evaporativo:**

- Presión saliente: 2 Bar
- Temperatura : 120.21 °C
- Entalpia especifica: 504.71 Kj /kg
- Entropía especifica: 1,5302 Kj/Kg K°
- Calidad del Vapor: 0 %
- Volumen Especifico: 0,001061 M3/Kg
- Se designa como un proceso adiabático.

**El Agua de enfriamiento que utiliza el Condensador evaporativo:**

- Presión que debe ingresar: 1 Bar
- Temperatura entrante: 20 °C
- Calor Específico a Presión Constante: 4.184 Kj /kg
- Presión de Salida: 1 Bar
- Temperatura de Salida: 80 °C

**El aire de enfriamiento que utiliza el Condensador evaporativo:**

- Presión que ingresa: 1 Bar
- Temperatura que entra: 20 °C
- Calor Específico a Presión Constante: 1 Kj /kg °K
- Presión de que deberá salir: 1 Bar
- Temperatura saliente (°C): 80 °C

Para una capacidad de 500 Galones/Hr, el equipo térmico, permitirá un ahorro de energía al año de:  $(504,71 \text{ Kj/Kg} - 100 \text{ Kj /Kg}) 1,8925 * 1,000 \text{ Kg} * 8 * 150$   
 $= 0,919096 * 10^9 \text{ KJ}$

Equivale a lo siguiente  $= 0,919096 * 10^9 \text{ KJ} / 43,000 \text{ KJ/Kg}$   
 $= 21,374.34 \text{ Kg de Diésel}$

Está representado con un costo al año S/. 79,724.

Se implementara el análisis VAN (Valor actual neto) y TIR (Tasa interna de retorno), métodos para los ingresos y costos durante la realización del estado financiero.

Se estima un ahorro 79,724 año, también considerados como costo de inversión el condensador evaporativo y gasto de operación el agua y aire, pero genera un ingreso el agua de durante su tratamiento.

Se deberá tener un financiamiento básico, consistirá con construcción de la torre de refrigeración, que está dado por la próxima estimación de inicio de fabricación y arranque de equipo:

<b>PRESUPUESTO DE FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE TORRE</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANT.</b>	<b>P. UNI</b>	<b>P.PAR</b>	<b>TOTAL</b>
01	Accesorios para torre de enfriamiento.	1	37,650.00	37,650.00	
02	Colocar e Instalación de torre de enfriamiento.	1	33.456.00	33,456.00	
03	Sistema Automatización – PLC.	1	15,670.00	15,670.00	
		<b>COSTO DIRECTO</b>			<b>86.776</b>
		<b>COSTO DE SUPERVISIÓN</b>			<b>4,300</b>
		<b>G.G + UTILIDAD</b>			<b>18,215</b>
		<b>COSTO SIN IGV</b>			<b>102,291</b>
		<b>IGV</b>			<b>19,672</b>
		<b>PRECIO TOTAL</b>			<b>121,963</b>

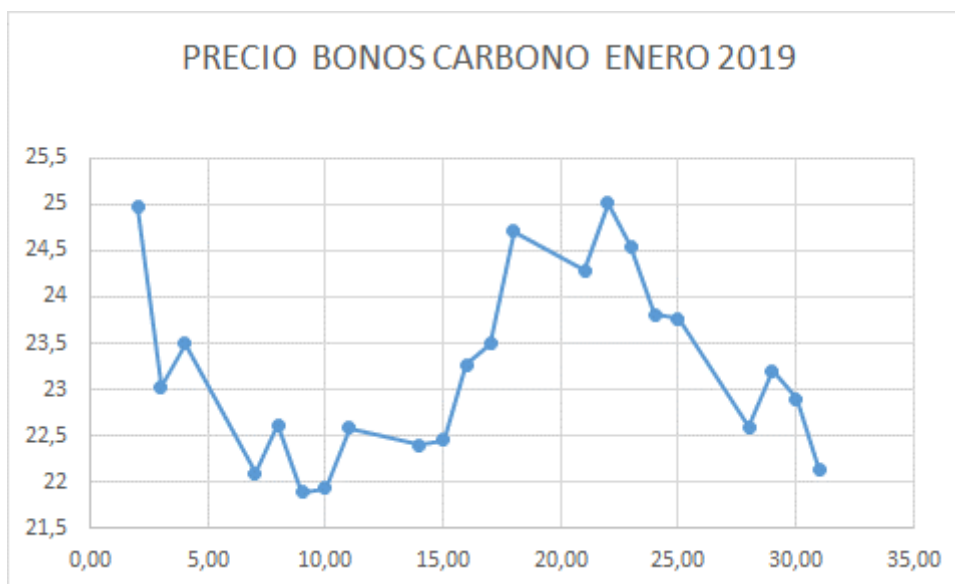
**Tabla 7:** Presupuesto para una torre de refrigeración.

Se basará con los próximos métodos:

Vida rentable económica del equipo: deberá ser de 5 años, fundamentando la obsolescencia científica de constituido por electrónicos de los PLC.

En la tasa de descuento se contara financiada a una totalidad de 100% crédito financiero, ya que existe convenio con el mercado de oferta y demanda según las curvas IS – LM y los riesgos de negocio o cliente con 10% anual; estimando gastos de mantenimiento igual a 5% del valor del activo con una tasa de riesgo al 4% y de riesgo de negocio a un 2% que en su totalidad nos da 10%.

Con respecto en saber en qué precio se encuentra los bonos de carbono se utilizara la secuencia de precios basado en USA correspondiente al mes de enero 2019.



**Figura 25:** Valores estimados de aire.

Se logró determinar a través de ecuaciones con el estequiométrico, un ingreso de US \$ 13,128.09 – US \$ 17,761 al año.

En consideración de los costos tanto del agua como del aire de refrigeración será de 10,000 soles anual. Con relación a los equipos no existirá una tasa residual con el fin de conservar las máquinas una vida rentable, considerando como hechos determinísticos y así se determinara el siguiente flujo de caja que será con tiempo de 5 años con un valor equilibrado de una tasa del 10% de varianza 0, no realizando un análisis de sensibilidad.

Se va a emplear indicadores económicos financieros a continuación a detallar:

VAN (Valor actual neto).

$$VAN = \sum (I_i - E_i) / (1 + i)^N, \text{ en la cual obtenemos:}$$

$I_i$  = Ingreso realizado de caja para costos privado.

$E_i$  = Egreso bruto a costos particulares.

$i$  = Valor proyectado para el adeudo del plan.

$N$  = Vida rentable económica de los cambios realizados.

En los siguientes indicadores en el tamaño del plan o masa:- TIR (Tasa Interna de Retorno):

$VAN = 0 = \sum (L_i - E_i / (1 + TIR)^N$  en la cual obtenemos:

$L_i$  = Ingreso de caja del ciclo  $i$ ésimo en costos particulares.

$E_i$  = Egreso bruto del periodo a costos privados.

$i$  = Valor del gasto financiado para el plan.

$N$  = Tiempo de rentabilidad económica en los cambios realizados.

A continuación se refleja el rendimiento para el plan; sabiendo que:

Se pretende ahorrar combustible en soles 79,724. 00 anuales.

Para que se construya la torre de refrigeración será S/ 121.963.00.

Con respecto a mantenimiento se efectuara el 10% de la cantidad inicial en inversión, con periodo planificado de 5 años.

	Periodo 0	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5
<b>Ingresos</b>		79,724.00	79,724.00	79,724.00	79,724.00	79,724.00
<b>Egresos/inversión</b>	121,963.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00	10,000.00
<b>Ingreso neto</b>	-	69,724.00	69,724.00	69,724.00	69,724.00	69,724.00

**Tabla 8:** Tiempo de vida del proyecto.

DATOS	VALORES
Número de periodos	5
tipo de periodos	anual
tasa de descuento (i)	10%

PERIODOS ANUALES						
DETALLE	0	1	2	3	4	5
<b>FLUJO NETO DE EFECTIVO PROYECTADO</b>	-121,963.00	69,724.00	69,724.00	69,724.00	69,724.00	69,724.00

**Tabla 9:** Flujo neto de efectivo proyectado.

Adquiriendo los indicadores Financieros, con la cual vamos a evaluar la posibilidad económica – Financiera de la variación y perfeccionamiento ejecutadas en el proceso de autoclaves.

<b>Valor Actual neto</b>			
<b>NO.</b>	<b>FNE</b>	<b>(1+i)<sup>n</sup></b>	<b>FNE/(1+i)<sup>n</sup></b>
0	-121,963.00		-12196300
1	69,724.00	1.1	6338545.455
2	69,724.00	1.21	5762314.05
3	69,724.00	1.331	5238467.318
4	69,724.00	1.4641	4762243.016
5	69,724.00	1.61051	4329311.833
<b>Total</b>			<b>14,234,582</b>

<b>VAN</b>	<b>S/ 14,234,582</b>
------------	----------------------

<b>TIR</b>	<b>49.52%</b>
------------	---------------

<b>TASA</b>	<b>10%</b>
-------------	------------

**Tabla 10:** Valor actual neto.

#### IV. DISCUSIÓN

La realidad en la que se encuentra la empresa Procesadora Perú, con relación a la variable de torre de refrigeración existe un desperdicio de tiempo con relación al enfriamiento de conserva ya que cuenta con temperatura adecuada en el proceso de enfriar el agua. Coincide con la investigación de Mendoza y Gallardo (2016) “Construir un prototipo para enfriamiento con tiro inducido a contraflujo”. Los investigadores dedujeron crear una torre de enfriamiento con las variables siguientes: altura 1.70 metros; área 0.36 m<sup>2</sup> y altura de relleno 0.15 m, con un rango a entibiar de 33 °C enfriando con una temperatura de 26 0 23°. Obtuvo como resultado para un proceso de producción que consiste en enfriar una cuantía de agua para mantener el proyecto de fabricación de acuerdo con los objetivos establecidos. También el autor Sifuentes (2014), trabajo de investigación denominado: “Análisis técnico para la instauración un condensador e implementación para una torre de refrigeración disminuyendo costos del agua”. Como resultado de su investigación menciona; que la problemática encontrada fue en la temperatura para que se caliente el agua se encontró con 0.587 kg/seg y se logró templar el H<sub>2</sub>O con 60 °c, 785.64 gal/hr combustible, con un rendimiento a 75%. Con la propuesta dada se logró ahorrar de sal 272726.9 N.S/año; el rendimiento de 4006666.66 N.S/ año; con una inversión activa de 327911.40.

Con respecto a la variable de enfriamiento se encontró con deficiencias en la temperatura para enfriar considerando como cuello de botella del proceso de la organización, para ello en su estudio de Mingo (2015), los sistemas re enfriamiento para autoclaves se distinguen en dos sistemas de refrigeración: enfriamiento por evaporación, debe darse de la manera correcta pasando a la fase líquida por medio de la ebullición; el enfriamiento por radiación es el calor irradiado por el líquido, en donde no existe líquido en el sistema de refrigeración. El proceso tiene las ventaja que el enfriamiento sea rápido con soporte de presión, el recipiente se enfría a través de toda la superficie gracias a serpentines conectados externamente.

Con los conceptos mencionados ayudaran en mi investigación reforzando para que se pueda diseñar una torre de refrigeración y así poder optimizar el enfriamiento en autoclaves, también mejorando en la compañía diferentes aspectos desde el tiempo durante la esterilización, mano de obra durante la producción, hasta los gastos innecesarios que perjudican la rentabilidad de ello, permitiendo una eficiencia en sus procesos.



## V. CONCLUSIONES

La eficiencia energética motivada por el agotamiento del petróleo y sus derivados (Gas Licuado de Petróleo incluido), en el fenómeno llamado el Cenit del Petróleo , Curva Logística de Hubertt, su correspondiente encarecimiento y el fenómeno mundial del efecto invernadero , nos determina hacer ahorros en los procesos térmicos al interior de las empresas , en general y Procesadora Perú SAC en particular.

El proceso de enfriamiento del agua que sale de las autoclaves , ha sido modificado para poder reutilizar esta agua caliente , nuevamente en el proceso dentro de las autoclaves , ahorrándose una carga térmica aproximada, 246,240 – 328,320 Kcal /Hr , lo cual implica ahorro económico un S/ 79,724.00 al año.

La inversión en el suministro y fabricación de la Torre Húmeda (Condensador – Evaporativo), es de S. / 121,963, también debemos considerar el ahorro en el tratamiento de ablandamiento del agua del circuito cerrado.

Los ahorros en gases efecto invernadero, así como en la posible recepción de bonos verdes también deben ser considerados.

De acuerdo al informe del Banco Mundial 2017, el Precio de los Bonos de Compra de Emisiones es del orden de los US \$ 22/TM, lo cual nos permite ingresos de hasta US \$ 17,761.

Los ahorros energéticos producidos, permitirá a la planta procesadora, sea más productiva y mejor competitiva, pueda trabajar y exportar más y sobre todo dar más trabajo a la población de Lambayeque.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se debe implementar este sistema de enfriamiento del agua que sale de las autoclaves dentro del proceso productivo de Procesadora Perú S.A.C por el ahorro energético, que representa para la empresa y la correspondiente disminución de gases de efecto invernadero.

Se debe realizar las gestiones para que este proyecto se acoja al beneficio de los bonos de carbono o Bonos verdes.

## REFERENCIAS

AGUILAR, Hugo. Diseño y optimización de una torre de enfriamiento de tiro inducido 2017. Tesis (ingeniero Químico Industrial). México: Instituto Politécnico Nacional.

Disponible en:

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/24234/Tesis%20Diseño%20y%20optimización%20de%20una%20torre%20de%20enfriamiento%20de%20tiro%20inducido..pdf>

AGUIRRE J Diseño de una torre de enfriamiento de agua para una planta ensambladora de Vehículos, Quito 2017.

AHORRO DE ENERGIA EN ALMACENES FRIGORÍFICOS, Revista Industria Alimenticia N° 37, Agosto 2015.

BAIGORRI, Alfonso. Autoclaves verticales en la industria conservera características principales y riesgos en su utilización. Navarra, 2015. 01 pp.

BUSTAMANTE, Cristian. Optimización de un sistema de enfriamiento para molino de rodillos 2015. Tesis (ingeniero químico). Quito: Universidad Central del Ecuador.

Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4787/1/T-UCE-0017-137.pdf>.

CALDERÓN Y MEZA. Modelamiento y simulación de una columna de enfriamiento de tiro forzado, contrastada con curvas experimentales a nivel piloto 2016. Tesis (Ingeniero químico). Perú. Universidad Nacional del centro del Perú- Huancayo. Disponible en:

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3744/Calder%C3%B2n%20Lulo-Meza%20Lopez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

CARCEL – CARRASO F La sinergia entre el diseño de planta industrial y mantenimiento explotación eficiente, Revista Ingeniería e Industria Abril 2014.

DATACENTER DYNAMICS. Las torres de enfriamiento podrían aumentar la eficiencia en su DC (en línea). Mayo – 2017, (fecha de consulta 10 de noviembre de 2018). Disponible en:

<https://www.dcd.media/opinion/las-torres-de-enfriamiento-podr%C3%AD-aumentar-la-eficiencia-en-su-dc>.

FEATHESTONE Susan. Un curso completo en enlatado y procesos afines. Edición I. Nueva York, 2012. 218 pp.

FIorentino M The design of countercurrent evaporative condensers with the hybrid method, Revista Elsevier, <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.11.076> 1359-4311/\_ 2017.

FLORES, EDITH. Diseño e implementación de un sistema de enfriamiento para molinos de bolas 2016. Tesis (Ingeniero Mecánico). Perú: Universidad Nacional de San Agustín de

Arequipa. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3243/Mcflsael.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GÓMEZ J Diseño y Cálculo de Condensadores Evaporativos, Universidad Carlos III Madrid, Febrero 2014.

GALLARDO Y MONTENEGRO. Validación de un simulador de esterilización de alimentos enlatados desarrollado por el método de diferencias finitas explícitas 2016. Tesis (ingeniero agroindustrial). Perú. Universidad Señor de Sipan. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/3955/Gallardo%20-%20Montenegro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GONZALES, CARLOS. Refrigeración industrial. Montaje y mantenimiento de instalación frigoríficas. México, 2012. 181 pp.

INMODIARIO. La refrigeración evaporativa es una gran solución a la falta de eficiencia energética de los edificios (en línea). Setiembre – 2018, (fecha de consulta: 17 de noviembre de 2018). Disponible en: <https://www.inmodiario.com/192/26817/refrigeracion- evaporativa-gran-solucion-falta-eficiencia-energetica-edificios.html> ISSN: B85761617.

JIMENO IVAN Estudio y Calculo para la selección de una torre de enfriamiento en la compañía colombiana de clinker s.a, Cartagena 1999.

LAMUA MANUEL La Refrigeración evaporativa y la eficiencia energética en la Industria, Revista Eficiencia Energética N° 21 Nov 2013.

LANGLEY, CHRIS. Refrigeración. Principios, prácticas y funcionamiento. España, 2009. 8 pp. ISBN: 978-84-283-3142-5.

LIMO Y RENTERÍA. Eficacia del proceso de esterilización de ciclo flash en autoclave del instrumental biomédico 2017. Tesis (enfermero). Perú: Universidad Privada Norbert Wiener. Disponible en: <http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/900/TITULO%20%20Limo%20Renteria%2c%20Maria%20Esther.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MANRIQUE, José. Termodinámica. III edición. México, 2005.

MENDOZA Y GALLARDO. Diseño y construcción de un tipo de torre de enfriamiento de tiro inducido a contraflujo 2016. Tesis (ingeniero industrial). Guayaquil, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13387/1/UPS-GT001752.pdf>.

MENDOZA JHON Diseño y Construcción de un prototipo de Torre de Enfriamiento de Tiro Inducido a Contraflujo, Guayaquil 2016.

MESA, BROSSARD Y GORDIN. Diseño y evaluación de torre de enfriamiento autoventiladas (TEA). (en línea). Marzo – 2015, (fecha de consulta 07 de octubre 2018).

Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/267197590\\_Diseño\\_y\\_evaluación\\_de\\_Torre\\_de\\_Enfriamiento\\_Autoventiladas\\_TEA](https://www.researchgate.net/publication/267197590_Diseño_y_evaluación_de_Torre_de_Enfriamiento_Autoventiladas_TEA).

MINGO, CARLOS. La esterilización fácil, segura, precisa, reproducible y validable. (En línea). Diciembre 2016, (fecha de consulta 22 de noviembre de 2018). Disponible en: <https://www.coursehero.com/file/31674717/articulo-la-esterilizacion-facil-segura-precisa-reproducible-y-validablepdf/>.

PIÑEROS, ALEJANDRO. Diseño de un sistema automático para el control y supervisión de una autoclave 2014. Tesis (ingeniero en Diseño y automatización electrónica). Bogotá: Universidad de la Salle. Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21799/T44.14%20P658d.pdf?sequence=3>.

RIOS, GIANMARCOS. Análisis técnico económico y financiero de instalación de un condensador industrial y una torre de enfriamiento para reducir los costos del agua de alimentación de las calderas pirotubulares de la empresa Pesquera Ribaudó s.a. departamento de Áncash 2014. Tesis (Ingeniero mecánico)). Perú. Universidad Cesar Vallejo – Trujillo. Disponible en:

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/5958/rios\\_pg.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/5958/rios_pg.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

ROBALINO, HÉCTOR. Propuesta de mejora en el funcionamiento de autoclaves para el aumento de producción de harina de plumas de pollo en la fábrica harinera Chalen ubicada km 25 vía Guayaquil 2016. Tesis (ingeniero industrial). Guayaquil: Universidad Estatal Península de Santa Elena. Disponible en: <http://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/3967/UPSE-TII-2016-056.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

SALAZAR, Jorge. La correcta selección de una torre de enfriamiento (en línea). Mayo – 2015, (fecha de consulta 08 de setiembre 2018). Disponible en: <https://es.calameo.com/read/0044250240fdffa82e1f8>.

WILLIAM, Whitman y WILLIAM, Johnson. Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado. Edición IV. España, 2000. 207 pp. ISBN: 84-283-2660-6.

YUNUS, Cengel y MICHAEL, Boles. Termodinámica. Edición VI. México, 2009. 740 pp. ISBN: 978-970-10-7286-S.



Anexo N°02: Plano banco de tubos.

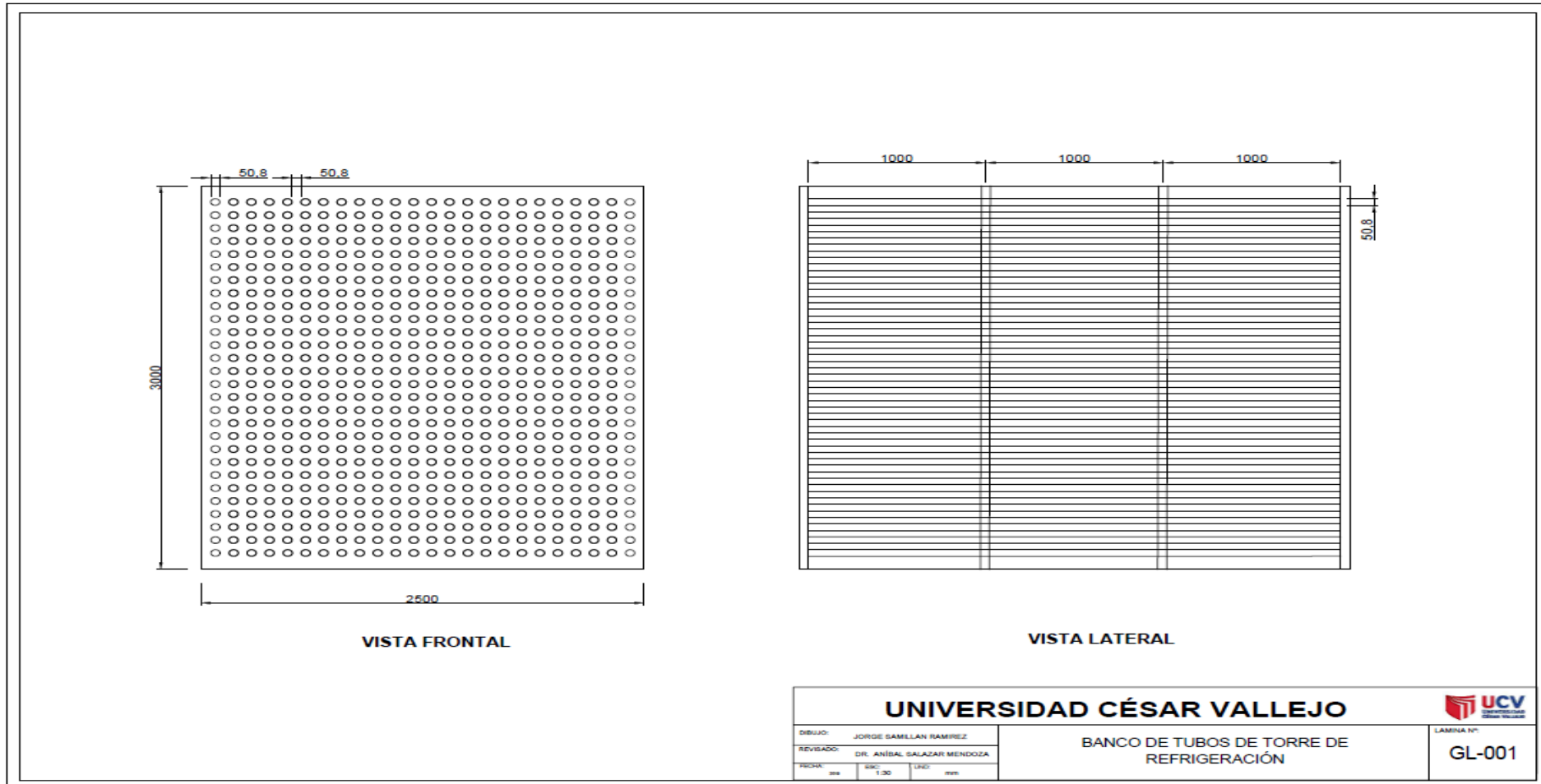


Figura 26: Banco de tubos de torre de refrigeración.

Anexo N°03: Plano ventilador extractor.

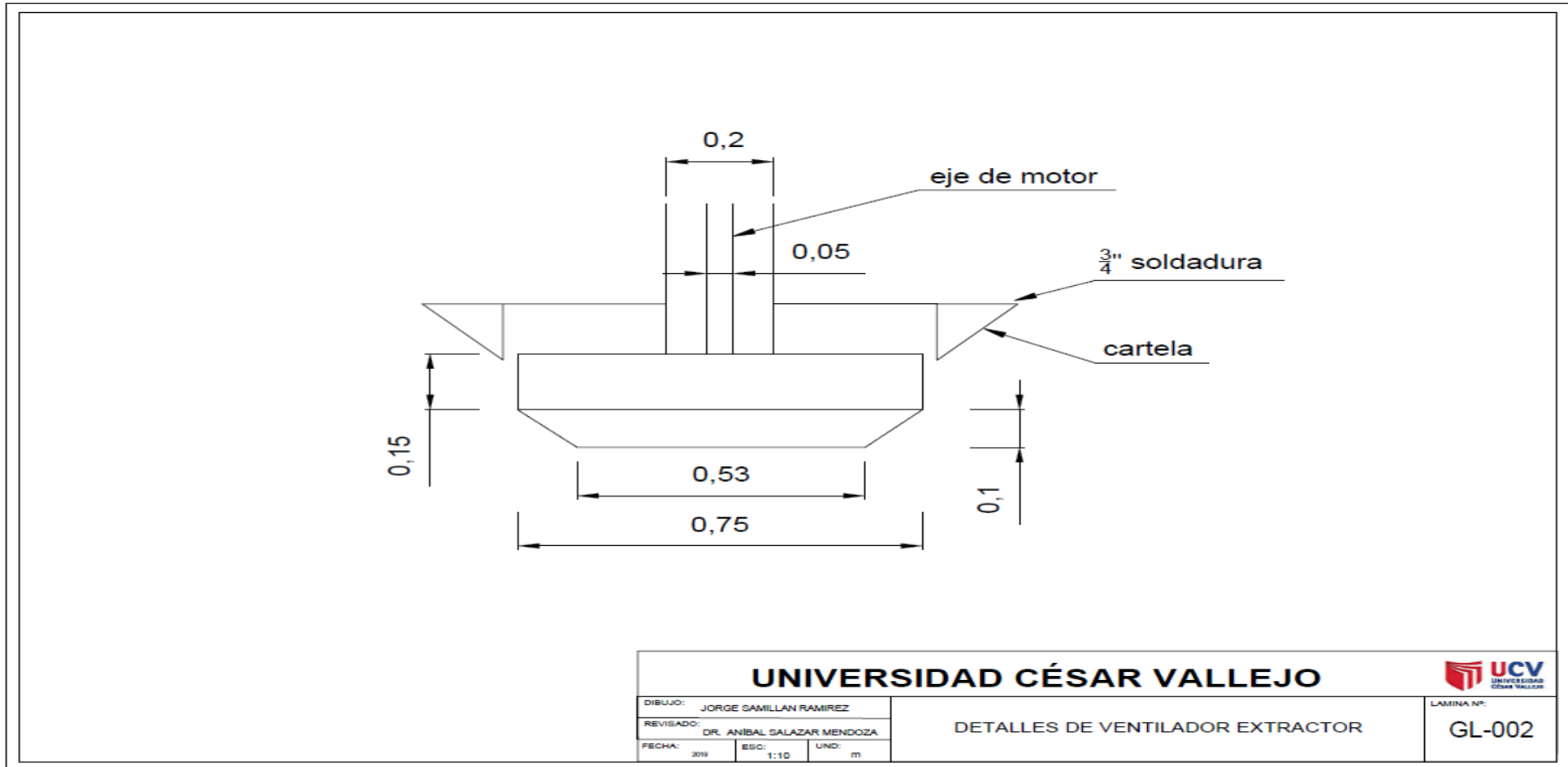


Figura 27: Detalle del ventilador extractor.



Anexo N°04: Plano general planta conserva.

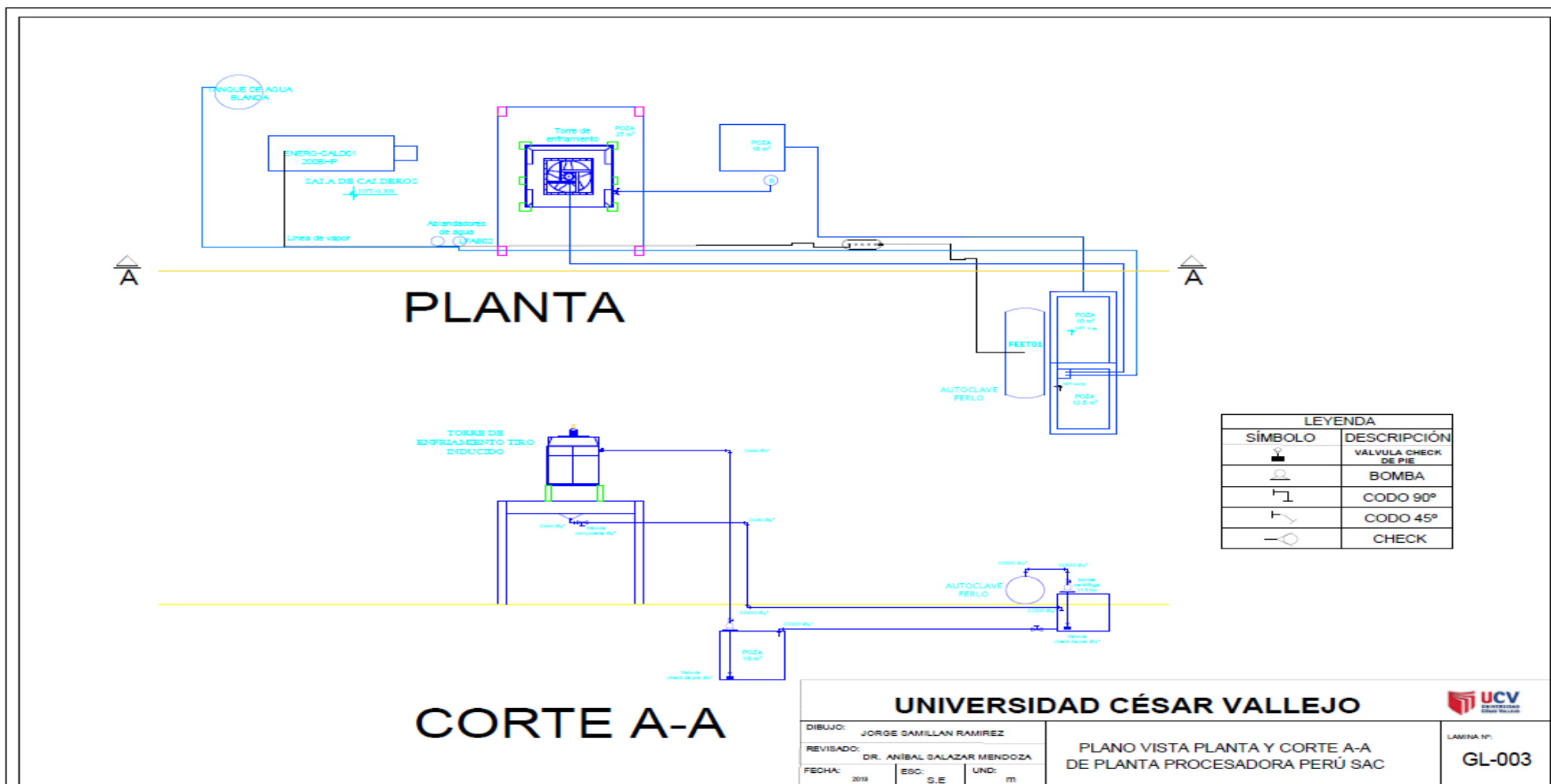


Figura 28: Plano vista planta y corte A-A de Procesadora Perú.

## Acta de aprobación de originalidad de tesis

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, **Mg. Deciderio Enrique Díaz Rubio**, docente de la Facultad **DE INGENIERÍA** y Escuela Profesional **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada

**“DISEÑO DE UNA TORRE DE REFRIGERACIÓN DE TIRO INDUCIDO PARA OPTIMIZAR ENFRIAMIENTO EN AUTOCLAVES DE PROCESADORA PERÚ SAC - CHICLAYO”**

Del estudiante **JORGE LUIS SAMILLAN RAMIREZ**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **12%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 07 de enero de 2020



Mgtr Deciderio Enrique Díaz Rubio

DNI: 16728343

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------	--------	---------------------------------

## Reporte de turnitin

Diseño de una torre de refrigeración de tiro inducido para optimizar enfriamiento en autoclaves de Procesadora Perú sac - Chiclayo

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>12%</b>	<b>3%</b>	<b>0%</b>	<b>12%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>11%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>dspace.ups.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Universidad de San Buenaventura</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Universidad Autónoma de Nuevo León</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV

	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo JORGE LUIS SAMILLAN RAMIREZ, identificado con DNI N° 46862271, egresado de la Escuela Profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la Universidad César Vallejo, autorizo ( X ) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **“DISEÑO DE UNA TORRE DE REFRIGERACIÓN DE TIRO INDUCIDO PARA OPTIMIZAR ENFRIAMIENTO EN AUTOCLAVES DE PROCESADORA PERÚ SAC - CHICLAYO”**; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 46862271

FECHA: 10 de Agosto del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------------------	--------	---------------------------------

## Autorización de la versión final del trabajo de investigación



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

### AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

#### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

**SAMILLAN RAMIREZ JORGE LUIS**

INFORME TÍTULADO:

**“DISEÑO DE UNA TORRE DE REFRIGERACIÓN DE TIRO INDUCIDO PARA OPTIMIZAR ENFRIAMIENTO EN AUTOCLAVES DE PROCESADORA PERÚ SAC - CHICLAYO”**

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

SUSTENTADO EN FECHA : 19 de Diciembre 2019

NOTA O MENCIÓN : Aprobado por mayoría



*[Handwritten Signature]*  
Ing. Dante Omar Santa Carranza  
Coordinador de Escuela Ingeniería Mecánica Eléctrica

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN