



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“Análisis fluido dinámico de un intercambiador de calor
para la pasteurización de la leche”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Mecánica Eléctrica**

AUTORES:

Alberca Córdova, Alex (ORCID: 0000-0003-4083-8695)

Barrera Velásquez, Jorge Ander (ORCID: 0000-0002-7240-7163)

Granda Sarmiento, Joe Kenneth (ORCID: 0000-0003-4863-7417)

Rinza de la Cruz, Wiliam (ORCID: 0000-0003-1730-2251)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, transmisión y distribución eléctrica

CHICLAYO – PERÚ

2020

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Índice de contenidos.....	i
Índice de tablas	ii
Índice de figuras	iii
Resumen	iv
Abstract.....	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA.....	7
2.1. Tipo y diseño de investigación	7
2.2. Las variables y operacionalización	7
2.3. Población, muestra y muestreo	7
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	8
2.5. Procedimientos	8
2.6. Métodos de análisis de datos	8
2.7. Aspectos éticos	9
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
3.1. Resultados	10
3.2. Discusión.....	20
IV. CONCLUSIONES	22
V. RECOMENDACIONES	23
REFERENCIAS	24
ANEXOS	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios éticos	9
Tabla 2. Propiedades físicas.....	12
Tabla 3. Factor de seguridad óptimo	16
Tabla 3. Rangos permisibles	17
Tabla 5. Normas internacionales resultados	17
Tabla 6. Balance económico.....	19
Tabla 7. VAN - TIR	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Perfil de temperatura para intercambiador vapor-agua	13
--	----

RESUMEN

Hoy en día es importante resaltar que la causa de pasteurizar permite transferir lo caliente a la leche, hasta que esta permite una establecida temperatura, con lo que se reduce ampliamente la carga microbiana, pero es muy importante hacerlo sin impresionar sus posesiones organolépticas, no alargando el límite de temperatura que lo causa, es así posible, que el diseño de un programa de pasteurización que sea posible lograr estos resultados, así como los valores incurridos sean inferiores que los procedidos de la adquisición de equipos de patente. De esta manera mediante el objetivo general se puede lograr diseñar el análisis fluido dinámico de intercambiador de calor para la pasteurización de la leche, con el fin que pueda facilitar de forma interna mejor el trabajo a los micro productores y empresas de lácteos, así mismo en el actual proyecto se tomó en cuenta una metodología de tipo aplicada – cuantitativa es aplicada, debido que se hace referencia del estudio, siendo está la resolución práctica de resolver la problemática. Además, se concentra concretamente, en cómo se pueden lograr las prácticas las teorías principales. Se hará uso de conocimiento ya ejecutado y establecidos. El actual trabajo es de diseño no experimental, debido que se despliegan sin el manejo deliberado de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para consecutivamente ser estudiado. Por medio de ello se tuvo como resultado un análisis directo el cual pueda insertar dato dentro del simulador o software computacional caracol, que determine los resultados de forma correcta en cuanto a intercambiador de calor.

Palabras claves: fluido, dinámico, intercambiador, calor, pasteurización

ABSTRACT

At present, it is necessary to emphasize that the pasteurization process allows the transfer of heat to the milk, until it reaches a certain temperature, which considerably reduces the microbial load, but it is necessary to do so without affecting its organoleptic properties, not exceeding the limit. of temperature that causes it, therefore it is necessary, that a pasteurization system was designed that allows to achieve these results, as well as the costs incurred are lower than those derived from the acquisition of patent equipment. In this way, through the general objective, it is possible to design the fluid dynamic analysis of the heat exchanger for the pasteurization of milk, in order to better internally facilitate the work of micro-producers and dairy companies, for this in This study took into account an applied-quantitative methodology is applied, because the study is referred to, being the practical resolution of solving the problem. In addition, it focuses specifically on how general theories can be put into practice. Use will be made of knowledge already executed and established. The present investigation is of non-experimental design, because it is developed without the deliberate manipulation of variables and in which the phenomena are only observed in their natural environment for later analysis. Through this, a direct analysis was obtained as a result, which can insert data into the simulator or snail computational software, which determines the results correctly in terms of heat exchanger.

Keywords: fluid, dynamic, exchanger, heat, pasteurization

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la esterilización por calor, es considerado uno de los procedimientos, más utilizados para ensanchar el curso de competitividad de alimentos, para hacerlos más seguros para el consumo y el bienestar del ser humano. En el estudio, se practican, indiscutiblemente, en el alimento lesiones de elementos nutricionales y organolépticos. Estas desventajas de disposición, se obtienen, en procedimientos donde el calor -no es semejante y el producto, se encuentra arriesgado a altas temperaturas cerca de paredes de depósitos, placas o tubos(Arballo, Campañone, & Mascheroni, 2010, p.28)

Es así que normalmente se observa los pequeños productores, no emplean a su materia prima, ningún método para el control del crecimiento microbiano, para la transformación de queso. Así mismo, se logra obtener quesos de calidad variable, y no se tiene la vigilancia pertinente al riesgo de microbios patógenos(Guérrez, 2016, p.24)

En el grosor de leche a procesar, por los pequeños fabricantes de queso, simboliza un porcentaje menor de la fabricación nacional, el total de sociedades que resuelven este grosor de leche que es aceptable y representan una alarma potencial de propagación de daños a la salud pública. Estos fabricantes, les falta un equipo de pasteurizado, que reduzca al mismo momento la disposición de su producto y su seguridad. Los altos precios de los pasteurizadores productivos, hacen poco viable su adquisición.

La presente investigación se justifica de manera práctica, por lo que procura optimizar la altura activa, así como la validez del método de concepción de vapor, aprovechando los vapores excedentes de la esterilización. La justificación económica, se pretende, incremento de la bomba de fluido, se logrará un pequeño consumo de gas inflamable, pues se rendirá el calor de los vapores excedentes, expresados por la esterilización. La justificación laboral, se pretenderá efectuar el método de redención de calor de los vapores excedentes, estará un superior compromiso de aparatos, notificando los técnicos de mantenimiento y de acción, que se logrará efectuar excelentes técnicas de mantenimiento de los conectores térmicos, con ganancia y contenido térmico, eventos de formación, nuevos

procedimientos, como de conjunto de técnicas, con las contribuciones del subjetivo adecuado. La tecnológica se pretenderá, demostrar la perspectiva de delinear, construir; poner en ayuda y asemejar equipos de tecnología actual de beneficio de calor, que logra más confabulación y calcular.

La investigación se trazó como objetivo Dibujar el análisis fluido solícito de intercambiador de calor para la esterilización de la leche; con objetivos específicos ejecutar un cálculo de energía y multitud de la esterilización de la leche; dimensionar el intercambiador cilíndrico de agua por gases secundarios zona de intercambio de calor, factor de entrega térmica, diferencias logarítmicas de temperatura; dimensionar el conducto de gases residuales, entrada y salida del radiador; realizar el análisis bancario, elaboración del creciente de cajón planeado, determinando los guías VAN, TIR.

En los antecedentes En Ecuador, Sánchez Taípe (2017) y su investigación “Modelamiento matemático de un intercambiador de calor en el proceso de pasteurización de la leche” de la Instituto Nacional de Milagro, tuvo como meta dar la propuesta a un modelo preciso de un intercambiador de calor en el procedimiento de pasteurización la leche, en donde se aplica a los fluidos viscosos dentro de un intercambiador de calor, con el propósito de eliminar bacterias adheridas en el producto, que dicho proceso debe manejarse en temperaturas constantes lo que envuelve la preocupación de utilizar un programa de inspección que logre tal amonestación. Obtiene como resultados, que la temperatura está conforme el ambiente, en 20 a 25°C, por ende, es una variable no controlada, por lo que la leche proviene de tanques de metal, en las cuales se encuentran almacenadas listas para ser pasteurizadas. Concluye que es posible proponer a la industria lechera la aplicación de modelos matemáticos, que permitan analizar la mayoría de parámetros y perturbaciones que interviene en el tratamiento de la leche.

En Argentina, Lespinard, Arballo y Mascheroni (2016) en su investigación “Simulación del proceso de pasteurización de leche por microondas y por inmersión. Análisis comparativo del tipo de tratamiento y orientación del envase”, tuvo como objetivo proponer la simulación del procedimiento de pasteurización de leche, que en donde el caso de alimentos destilados, como la leche, la elaboración

de esta manera experimental, resulta difícil, ya que se consiguió manifestar sensores de temperatura que puede cambiar los esquemas de creciente y comercialización de temperaturas. Obtuvo como consecuencias, que se puede medir la pérdida en las propiedades nutricionales y sensoriales, las temperaturas obtenido por simulación que fueron ajustadas a un presentador cinético de variación de calidad. Finiquita, que los modelos numéricos, permitieron, establecer y anunciar los perfiles de temperatura y de rapidez durante la pasteurización por inmersión, así mismo por microondas de leche envasada en botella de vidrio.

En Trujillo, Saldaña, Sánchez; Vásquez; Lescano y Linares (2016) en su investigación creó un montaje de un pasteurizador solar, con la valoración en el procedimiento de leche de cabra, de la Instituto Nacional de Trujillo, consiguió como meta crear o emplazar un pasteurizador solar, en una línea rural del departamento de Chao, manifestando el sistema de tipo analítico, con croquis pre experimental. Ya que encontró como resultados, que el pasteurizado, contó con un recaudo solar, de 2 m², con inclinación N – S de 13.89°, un tanque depósito – intercambiador de calentamiento, que es suministrado de serpentín de acero inoxidable de 9.71 m, por donde anduvieron 3 batch de 10 litros de leche a 2.15 L/s. Concluye que se logró controlar la temperatura, mediante tres sensores LM35, acoplados a una tarjeta Arduino Uno, así como ordenador en la cual se instalaron drivers de la tarjeta, el software LaVIEW, con un interfaz, en donde se efectuó el sistema gráfico, el pasteurizador solar se movió 6 horas y debido a las formales condiciones climática (04.03.2015) se ejecutó un programa.

En Chiclayo, Núñez (2020) en su investigación “Simulación numérica del flujo de fluido en un termocompresor de recompresión de vapor de agua en vapor” del Instituto Católica Santo Toribio de Mogrovejo, se obtuvo como meta aparentar matemáticamente la efusión de fluido en un termocompresor de recompresión de vapor de agua de un evaporador, manifestando las técnicas para efectuar las dimensiones geométricas y el volumen de cualquier termocompresor aprobado con tablas productivas, de estos ordenadores. Se recibió como resultados, que el estudio de fluido solícito, muestra de la conducta de los flujos, centralmente dentro del termocompresor en principal las dimensiones de influencia y números de Mach. Finiquita que la extensión de presión logra obtener el precio requerido de 0,25 MPa,

a la salida del termocompresor y el total de mach llega a lograr el valor inmediato a 1 en el cuello del difusor, determinando la onda de choque a la salida del área combinada, el cual comprime la pérdida de energía debido a este fenómeno.

Entre las teorías, se tiene la mecánica de fluidos, aprende las leyes de inclinación de los fluidos y procedimientos de interacción con los organismos sólidos. La composición de hipótesis y experimento, que procede por un lado de los estudios iniciales de los técnicos hidráulicos, de carácter primordialmente empírico, y por otro lado de los estudios básicamente numéricos, que encuentran abordar el daño desde un enfoque analítico (Dawery, Alrahawi, & Al-Zobai, 2014,p.269). Con lo que respecta, la etapa primordial de los fluidos, que es la nombrada fluidez. Un fluido se reafirma de manera continua, cuando está sujeta a un esfuerzo cortante, por muy inferior que sea éste, un fluido no es competente de tolerar un esfuerzo cortante sin moverse durante ningún periodo de tiempo. Unos líquidos se revolverán más espaciosamente que otros, pero ante un arranque cortante se agitarán constantemente (Bravo, 2014, p.42).

El régimen de la habilidad, con que se revuelve el líquido vendrá dada por la viscosidad, que se trata más de adelantar, en donde se encuentra enfocada con la acción de fuerzas de tocamiento, por el contrario, se encuentra originar un cambio asegurado, para cada costo de la fuerza cortante asignada. (Buchelli, 2016, p.42) Las propiedades de los fluidos, se encuentran las siguientes, la densidad, se define masa por unidad de volumen sus unidades en el sistema internacional son [kg/m³]. Para un líquido uniforme la densidad no cambia de una posición a otra puede formarse de la siguiente manera:

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

El fluido inhomogéneo, la densidad ρ varía de una posición a otra donde se establece la densidad en un punto como la masa por unidad de volumen en un componente distinto del volumen entorno a ese puesto es factible que debido a la constancia en los fluidos al tener poca concisión la densidad está sujeta a la temperatura pero solo depende de la coacción (Kauhanen, s/f):

$$\rho = \rho(x, y, z, t) = \frac{dm}{dV}$$

Los líquidos comprensibles, La densidad se somete en general de un gas hipotético con una fórmula de esta $\rho = \rho(T)$. la densidad posee una formula especifica fluidos comprensibles, la consistencia depende en general, lo que se refiere la presión de la temperatura $\rho = \rho(P,T)$ (Kravaris & SOroush, 2018, p.42). En las condiciones concreta de un gas ideal, con una igualdad, de esta $Pv=nRT$, la densidad tiene la forma concreta:

$$\rho(p, T) = \frac{Mp}{RT}$$

Peso específico, en donde el convenio por por unidad de grosor, es aquel procedimiento difundido en sus dispositivos son (N/m^3) . Para lograr un fluido homogéneo $\gamma = mg/V = PG$, mientras que para un fluido inhomogéneo, donde logramos g la celeridad de la dificultad(Llu, y otros, 2015, p.42).

$$\gamma = (x, y, z, t) = g \frac{dm}{dV} = gv$$

Volumen específico, sostiene que el grosor determinado al grosor ocupado por el dispositivo de densidad, para un fluido homogéneo, que se conceptualiza $v = V / m = 1/\rho$, mientras que en el caso principal de un fluido inhomogéneo asumiremos que hablar de su costo en un punto(Mahdi, Mouheb, & Oufar, 2017, p.42).

$$v = v(x, y, z, t) = \frac{dV}{dm} = \frac{1}{\rho}$$

En todas las situaciones, $v = 1/\rho$. Sus dispositivos en el procedimiento universal son (m^3/kg) .

Viscosidad. Como se ha mencionado en la introducción, la densidad refleja la firmeza al pensamiento del líquido y tiene un papel similar al del rozamiento en el movimiento de los macizos. La densidad está siempre vigente en superior o menor medida tanto en líquidos comprensibles como duros, pero no siempre es obligatorio tenerla en cuenta. En el caso de los líquidos pulcros o no viscosos su efecto es menor y no se tiene en cuenta, mientras que en el caso de los fluidos existentes o viscosos su consecuencia es importante y no es viable desecharlo. En el caso del agua a veces se menciona de la efusión del agua seca para el flujo no viscoso del agua y del flujo del agua mojada para el flujo viscoso(Maldona, 2018, p.15).

Presión, La imposición en un punto se concreta como el costo dominante de la fuerza por dispositivo de superficie a través de una menor superficie que pasa por

ese punto y en el programa universal su unidad es el Pascal ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$) (Dawery, Alrahawi, & Al-Zobai, 2014, p.269). Se comprende que en el caso de los macizos en tranquilidad, las potencias sobre una superficie pueden tener cualquier guía, en el caso de los líquidos en reposo la fuerza practicada sobre una superficie debe ser siempre normal al área, ya que si poseyera un mecanismo tangencial, el líquido fluiría. En el caso de un fluido en inclinación, si éste es no espeso tampoco surgen componentes tangenciales de la potencia, pero si se trata de un líquido viscoso sí que surgen fuerzas tangenciales de frote (Dawery, Alrahawi, & Al-Zobai, 2014, p.269)

Intercambiador de calor Es un dispositivo que se emplea para refrigerar un líquido, que está más ardiente de lo deseado, trasladando este calor a otro líquido que está frío y se solicite ser animado. El traspaso de calor, se desarrolló mediante un muro metálico, que divide ambos líquidos (Taípe & Sánchez, 2017, p.36).

Balance de energía En el álgebra del cálculo de energía, para un intercambiador de calor es:

$$\begin{aligned} & \text{Aporte de calor al fluido frío} - \text{aporte de calor al fluido caliente} \\ & + \text{perdidas de calor} = 0 \end{aligned}$$

Las dificultades del recuento de energía consiguen ser:

Se conocen las propiedades de los dos estándares, (Q_1 y Q_2), el calor trasladado (q) y las temperaturas de ingreso y evasiva de uno y otras corrientes (T_1 , T_2 , t_1 , t_2), en este asunto solo se evidencian los calores determinados y potenciales de ambas corrientes y el calor transferido por entrambos.

Se conocen los caudales de las dos corrientes, (Q_1 y Q_2) y las temperaturas de entrada y salida de un estándar, así como la entrada de la otra (T_1 , T_2 , t_1), en este caso solo se deduce el calor entregado en una corriente (q) y se maneja este para establecer la calentura de salida de la otra (t_2). Se conocen el caudal de una corriente, (Q_1) y las calenturas de entrada y salida de ambas (T_1 , T_2 , t_1 , t_2), en este caso solo se supone el calor otorgado en una corriente (q) y se maneja este para fijar el caudal de la otra (Q_2).

II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de investigación

La actual exploración es de ejemplo aplicada – cuantitativa

Es aplicada, debido que se hace referencia del estudio, siendo está la resolución práctica de resolver la problemática. Además, se centraliza especialmente, en cómo se logran trasladar a la experiencia de las teorías frecuentes. Se creará uso de comprensión ya hecho y determinado (Sampieri, 2014, p.166)

Es cuantitativo, debido que el estudio se realizará de manera empírica sistemática de fenómenos observables mediante el uso de algunas técnicas. La vigente averiguación es de croquis no práctico, debido que se despliegan sin la maniobra considerada de inconstantes y en los que sólo se presta atención a los fenómenos en su círculo originario para consecutivamente ser desarrollado (Sampieri, 2014, p.166).

Por lo que la averiguación, se efectuará el recuento de energía y masa, implantando la fuerza térmica aprovechable y utilizable en kw, determinando la abundancia de mineral a calentar en el estanque de sustento a bomba en kg, dimensionando el calentador cilíndrico de líquido por vapores residuales, área de intercambio de calor, coeficiente de traspaso térmico, desacuerdos logarítmicos de temperatura, dimensionando el conducto de fluidos excedentes, entrada y salida del calentó. Por lo que se obtiene la capacidad de rendimientos esperados, para posteriormente realizar el análisis de evaluación económica.

2.2. Las variables y operacionalización

- **Variable dependiente** Análisis fluido dinámico
- **Variable independiente.** Intercambiador de calor

Matriz de operacionalización (Ver anexo 01)

2.3. Población, muestra y muestreo

La ciudad y la muestra, estarán conformadas por pasteurización de la leche.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Es aquel donde se recopila la información relevante que servirá para la investigación dada. (ARIAS, 2012). Técnicas de recolección de datos En el estudio actual, se aplicarán las siguientes técnicas de recopilación de datos: Entrevista: Aplicado principalmente al recurso humano que trabaja en los departamentos de generación térmica (calderos) y la central eléctrica de la Planta Agroindustrial Pomalca Guía de Observación: Aplicado directamente al trabajo técnico que viene realizando el personal operativo de la Fabrica Pomalca.

Instrumentos de recolección de datos, Hoja de entrevista: Se brindará un interrogatorio con la finalidad de conocer el nivel de operatividad, consumo de combustibles (bagazo- petróleo) de los generadores de vapor y el nivel de producción de energía eléctrica de la central eléctrica de fábrica Pomalca, Ficha de Observación: Se recogerá todos los reportes diarios sobre consumo de combustibles y producción diaria de energía eléctrica a efectos de realizar los cuadros estadísticos que requiere el presente estudio.

2.5. Procedimientos

Se ejecutarán el examen expresivo y razonado del procedimiento de reproducción de energía eléctrica en conjunto electrógenos, y de fecundación de emanación repleto; narrando su actividad y relaciones entre medidas de la muestra de análisis, comprobando horarios de esquema expresivo. La hipótesis de estudio será verificada con técnicas estadísticas inferenciales.

2.6. Métodos de análisis de datos

El análisis de datos se vale de una buena investigación y estudio donde la estadística es vital, donde el investigador detallará los resultados y sus diversos procedimientos para obtener dicho estudio. (HERNANDEZ, R, FERNANDEZ, C. & BATISTA, P, 2014). Análisis Descriptivo, debido a la extensión del estudio se tendrá en balance los modelos de evaluación de la huella del carbono que se realizan en otras plantas industriales con los cuales los datos se tomarán de la realidad y se analizarán mediante estadísticas descriptivas a través de tablas y gráficos de acuerdo al estudio y sus procesos estadísticos.

2.7. Aspectos éticos

Tabla 1. Criterios éticos

CRITERIOS	CARACTERÍSTICAS ÉTICAS DEL RAZONAMIENTO
Aprobación informada	Las vidas que avisaron en la indagación vivieron de acuerdo con ser informantes y aceptaron sus compromisos
Confidencialidad	Se le participará a la empresa que se afirmará y resguardará la encuesta recogida.
Observación- Participante	El estudio(a) actuó con juicio íntimamente del transcurso de recolección de datos, asumiendo su responsabilidad ética.

Fuente: Elaborado en base a Noreña, A; Alcaraz; N; Rojas, J y Rebolledo, D. (2012)

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Balance de Energía del proceso de Pasteurización

Peso de la Leche = 1.032 kg/l

Volumen litros= 20 000 l/día

Cp leche = 0.916 Kcal/Kg.C

Presión vapor saturado= 30 PSI

T entrada de la leche= 22 C

T de salida de la leche= 65 C

hv=T inicial del agua= 4 C

hl=T final del agua= 45 C

Peso = masa/ volumen

Masa = Peso x Volumen

Masa = (1.032kg/l)(20000 l/día) =20 640 kg.dia

Q ganado = Q cedido

Q leche =Q vapor

ml .cpl. TI =mv. (hv-hl)

mv = ml.cpl.TI

hv-hl

Mv= (20640kg.dia) (0.916 kcal/kg.C) (65 C-22 C)/ (hv-hl)

mv= kg de vapor para proceso de pasteurización.

Que cantidad de agua se necesita para reducir la temperatura de 65 C a 40 C

Q cedido = Q ganado

ml.cpl.TI = m h2o. Cp h2o . T h2o

mh2o= (20640 kg.dia) (0.916 kcal/ kg. C) (65-40) (1kcal/kg.C) (45-4)

mh2o= 11 528.19 kg de agua.

Dimensionar el variador tubular de agua por vapores excedentes de plano de intercambio de animación, coeficiente de traspaso térmica, diferencias logarítmicas de temperatura.

Al conocer las condiciones iniciales de trabajo a las cuales va estar sometido

el equipo, se procederá a conocer todos los datos requeridos para el diseño del intercambiador de tubos concéntricos, el cual es el intercambiador de interés para este trabajo.

Como parámetros de diseño tenemos que:

- La fuente de calor para el intercambiador será vapor saturado con una presión 94.71 Psia, y se calentará agua a temperatura ambiente, la presión de trabajo sale de la sumatoria de la presión a la cual trabaja la caldera (80psig) y la presión atmosférica de Ibagué (14.71 psi).
- El caudal del agua a utilizar es este se define como un parámetro de diseño, esto, con el fin de mantener un flujo másico constante en el proceso, y así conocer la cantidad de vapor necesario para calentar dicho flujo.
- La caída de influencia consentida para la edificación para utilizarse en cada intercambiador es de 5 a 10 psi (KERN, 1999).
- Como otro parámetro de diseño, el intercambiador de calor tiene como finalidad calentar el agua de una calentura en la situación (25°C) a una temperatura de 40°C.

a. Diseño térmico

Como primer paso se requiere conocer la temperatura de ambos fluidos y así determinar los valores de las propiedades físicas, ya que las temperaturas del agua están definidas como parámetros iniciales. Solo falta definir la temperatura de operación del vapor, esta se puede conocer haciendo uso de la tabla 7. Propiedades Termodinámicas del Vapor de Agua. Como se puede evidenciar que la temperatura de operación del vapor es de 323.29 °F, con esta temperatura hallamos las propiedades físicas de este fluido. Para calcular las propiedades físicas del agua, es obligatorio encontrar la calentura media del fluido $T_{1/2} = (T_o+T_i)/2$, donde T_o es la calentura de entrada y T_i es la temperatura de salida del fluido.

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{T_o + T_i}{2} \quad T_{\frac{1}{2}} = \frac{77^{\circ}F + 104^{\circ}F}{2}$$
$$T_{\frac{1}{2}} = 90.5^{\circ}F$$

Conociendo las temperaturas de los fluidos podemos hallar las propiedades físicas necesarias para realizar el diseño térmico del intercambiador, estos valores podrán evidenciarse.

Tabla 2. Propiedades físicas

Detalle	Fluido caliente	Fluido frío	Unidades	Referencia
Fluido	Vapor			
Caudal	--	5	Gal/min	Parámetro de Diseño
Flujo Másico	--	2495.52	lbm/h	
Temperatura Entrada (T°)	323.29	77	°F	(Kern,1999) – Tabla 7
Temperatura Salida (T _i)	323.29	104	°F	(Kern,1999) – Tabla 7
Caída máxima de Presión (ΔP)	5 - 10	5 - 10	Psi	(Kern,1999) – Tabla 8
Factor de ensuciamiento (R _f)	0.001	0.002	h ² *ft ² *°F/Btu	(TEMA,2009), (Kern,1999)
Calor específico (C _e)		0.9983	Btu/lbm*°F	(Karlekar, 1985) Apéndice G-1 y E-1
Viscosidad Dinámica (μ)	0.0485	1.83323	lbm/ft*h	
Conductividad térmica	0.01928	0.35825	Btu/lbm*ft*°F	
Densidad (d)	0.0319	62.23	lbm/ft ³	
Entalpia de evaporación (h _{fg})	892.345	--	Btu/lbm	(Çengel, 2009) - TABLA A-4E

Fuente. Elaboración propia

Realizando el recuento de multitud y energía, hallamos la efusión de calor haciendo uso de la ecuación

$$Q_C = m_c * c_{p_c} * \Delta T$$

$$Q_C = m_c * c_{p_c} * (T_0 - T_I)$$

$$Q_C = (2495.52 \frac{Lbm}{h}) (0.9983 \frac{BTU}{Lbm * ^\circ F}) (104^\circ F - 77^\circ F)$$

$$Q_C = 67264.50 \frac{BTU}{h}$$

M_c=Efusión másico del agua.

C_{Pc}=calentamiento Específico del agua

Q=Flujo de Calor.

T₀=Temperatura de Salida

T_i=Temperatura de Entrada

Se despeja ya que es la incógnita, teniendo como ecuación:

$$m_H = \frac{Q_H}{h_{fg}} = \frac{67264.50 \frac{BTU}{h}}{892.345 \frac{BTU}{Lbm}}$$

$$m_H = 75.38 \frac{lbm}{h}$$

m_H = Efusión másico del vapor

CP_H = Calentamiento específico del vapor

h_{fg} = Es la entalpia de evaporación

A continuación, se procede a calcular la diferencia de temperatura media logarítmica:

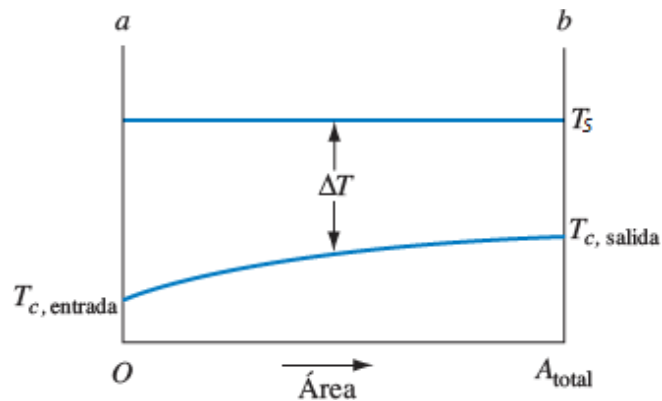


Figura 1. Perfil de temperatura para intercambiador vapor-agua

Teniendo en cuenta el perfil de temperatura mostrado en la fig.10 el cálculo para la LMTD se define por la ecuación:

$$LMTD = \frac{T_0 - T_i}{\ln \left(\frac{T_s - T_i}{T_s - T_0} \right)} = \frac{104^\circ F - 77^\circ F}{\ln \left(\frac{323.29^\circ F - 77^\circ F}{323.29^\circ F - 104^\circ F} \right)}$$

$$LMTD = 232.53^\circ F$$

$LMTD$ = Diferencia de Temperatura Media Logarítmica

T_0 = Temperatura de Salida

T_i = Temperatura de Entrada

Una vez terminado el balance de energía y masa, se procederá a determinar el área de flujo. Las dimensiones del intercambiador serán seleccionadas de las posibles conexiones.

Longitud requerida

$$L = \frac{A}{\text{superficie por pie lineal}}$$

Superficie por pie lineal equivale a 0.435 ft(Kern, 1999)

$$L = \frac{17.47 Ft^2}{0.435 Ft} = 40.15 Ft = 12.24 m$$

Asumiendo una tubería de 40 ft se corrigen los valores de Ud y de Rd.

$$A = L * Sup. Por pie Lineal$$

Coefficiente Global de Transferencia de calor corregido UD

$$Ud = \frac{Q}{MLDT * A} \quad Ud = \frac{67264.50 \frac{BTU}{h}}{232.53^{\circ}F * 17.4 Ft^2}$$

$$Ud = 16.63 \frac{BTU}{h * ft^2 * ^{\circ}F}$$

Factor de Obstrucción Corregido (Rd)

$$Rd = \frac{U_c - U_d}{U_c * U_d} \quad Rd = \frac{17.429 \frac{BTU}{h * ft^2 * ^{\circ}F} - 16.895 \frac{BTU}{h * ft^2 * ^{\circ}F}}{17.429 \frac{BTU}{h * ft^2 * ^{\circ}F} * 16.895 \frac{BTU}{h * ft^2 * ^{\circ}F}}$$

$$Rd = 0.002759 \frac{h * ft^2 * ^{\circ}F}{BTU}$$

Caída de presión anular

$$D_e = D_1 - D_2 \quad D'_e = (0.1979 ft - 0.17225 ft)$$

$$D'_e = 0.02565 ft$$

$$Re = \frac{D'_e * G_a}{\mu} = \frac{(0.02565 ft) * (9178.05 \frac{lb}{ft^2 * h})}{0.03485 \frac{Lbm}{ft * h}}$$

$$Re = 6755.15$$

$$F = 0.0035 + \frac{0.264}{Re^{0.42}}$$

$$F = 0.0415$$

$$\Delta ft = \frac{4f * G^2 * L}{2g_c * p^2 * D}$$

$$\Delta fa = \frac{4(0.0415) \left(9178.05 \frac{Lb}{h * ft^2} \right)^2 (40 ft)}{2 \left(4.17 \times 10^8 \frac{ft}{h^2} \right) \left(0.3179 \frac{lb}{ft^3} \right)^2 (0.02565 ft)}$$

$$\Delta fa = 258.72 ft$$

$$\Delta pt = (258.72 ft) * (0.03179 \frac{lb}{ft^3}) * \frac{1 ft^2}{144 in^2}$$

$$\Delta pt = 0.057 PSI < 5 PSI$$

Caída de presión en el tubo interno

P: Diferencia de presión

G: ujomasco

F: Factor de fricción

g Gravedad

Para la condición > 10 ver ASME UG-28 (c) la coacción se logra con las siguientes ecuaciones:

$$P\alpha = \frac{4B}{3\left(\frac{D_{ext}}{t}\right)}$$

Con las relaciones $\frac{L}{D_{ext}} y \frac{D_{ext}}{t}$ procede a la fig. AMSE UGO-28 para obtener el factor A.

$$A = 0.025$$

Para hallar el factor B se procede a la fig. ASME USC-28.2

$$B = 16800 \text{ psi}$$

$$P\alpha = \frac{4(16800 \text{ psi})}{3\left(\frac{1.66 \text{ in}}{0.078 \text{ in}}\right)}$$

$$P\alpha = 1052.53 \text{ psi}$$

Esfuerzo tangencial

$$\sigma_t = \frac{P_{int} r_{int}^2 - P_{ext} r_{ext}^2 - r_{ext}^2 (P_{ext} - P_{int})}{r_{ext}^2 - r_{int}^2}$$

$$\sigma_t = \frac{30 \text{ psi} (1.38 \text{ in})^2 - 80 \text{ psi} (1.66 \text{ in})_{ext}^2 - (1.66 \text{ in})_{ext}^2 (80 \text{ psi} - 30 \text{ psi})}{1.66 \text{ in}^2 - 1.38 \text{ in}^2}$$

$$\sigma_t = -353.73 \text{ psi}$$

Esfuerzo radial

$$\sigma_r = \frac{P_{int} r_{int}^2 - P_{ext} r_{ext}^2 + r_{ext}^2 (P_{ext} - P_{int})}{r_{ext}^2 - r_{int}^2}$$

$$\sigma_r = \frac{30 \text{ psi} (1.38 \text{ in})^2 - 80 \text{ psi} (1.66 \text{ in})_{ext}^2 + (1.66 \text{ in})_{ext}^2 (80 \text{ psi} - 30 \text{ psi})}{1.66 \text{ in}^2 - 1.38 \text{ in}^2}$$

$$\sigma_r = -30 \text{ psi}$$

Esfuerzo Equivalente de VonMises

$$\sigma_e = \frac{\sigma_r^2 - \sigma_r \sigma_T + \sigma_T^2}{\sqrt{(-30 \text{ psi})^2 - (-30 * -353.73 \text{ psi}) + (-253.73)^2}}$$

$$\sigma_e = 339.72 \text{ psi}$$

Factor de Seguridad

$$n = \frac{S_y}{\sigma_e} \quad n = \frac{13365.36}{339.72}$$
$$n = 39.34$$

Dimensionar el conducto de gases excedentes, entrada y salida del radiador

El material tiene un factor de seguridad óptimo para los esfuerzos a los que está sometido.

Tabla 3. Factor de seguridad óptimo

DETALLE	FLUIDO CALIENTE	FLUIDO FRIO	UNIDADES	Referencia
Fluido	Vapor	Agua		
Caudal	--	5	Gal/min	Parámetro de Diseño
Flujo Másico	--	2495.52	lbm/h	
Temperatura Entrada (T_o)	323.29	77	°F	(Kern,1999) – Tabla 7
Temperatura Salida (T_i)	323.29	104	°F	(Kern,1999) – Tabla 7
Caída máxima de Presión (ΔP)	5 - 10	5 - 10	Psi	(Kern,1999) – Tabla 8
Factor de ensuciamiento (R_f)	0.001	0.002	$h^*ft^2*°F/Btu$	(TEMA,2009), (Kern,1999)
Calor específico (c_e)		0.9983	Btu/lbm*°F	(Karlekar, 1985) Apéndice G-1 y E-1
Viscosidad Dinámica (μ)	0.0485	1.83323	lbm/ft*h	
Conductividad térmica (C_t)	0.01928	0.35825	Btu/lbm*ft*°F	
Densidad (d)	0.0319	62.23	lbm/ft ³	
Entalpia de evaporación (h_{fg})	892.345	--	Btu/lbm	009) - TABLA A- 4E

Fuente. Elaboración propia

El diseño térmico se abordó después de tener claridad de las propiedades físicas de los fluidos, siguiente a eso se conoció el flujo de calor que posee el sistema, el cual equivale a 67264.50 Btu/h, este valor permitió conocer el flujo másico de vapor necesario para calentar un caudal de agua de 5 gal/min, dicho caudal fue un parámetro de diseño, para este intercambiador se seleccionó una tubería de 2 in para la carcasa y 1 1/4 para el tubo, el intercambiador de fervor presento un factor global de transferencia de calor de 16.895 Btu/h*ft²*°F, este calor esta fuera del rango estipulado por la literatura el cual está entre (200-500) por este motivo se hicieron diferentes iteraciones entre los diámetros y flujos para así obtener un coeficiente que estuviera dentro de los rangos establecidos, para esto se creó una tabla en la herramienta Excel, la cual estará anexa a este trabajo, aunque se realizaron estas iteraciones el coeficiente no mejoraba sin afectar las caídas de presión, las cuales se salían de los rangos permisibles, los cuales van de

5 a 10 psi.

Tabla 4. Rangos permisibles

Detalle	Fluido caliente Carcasa	Fluido frio Tubo	Unidades
Fluido	Vapor	Agua	
Flujo de calor	67264.50		Btu/h
Flujo Másico	75.38	2495.52	lbm/h
Diferencia Media Logarítmica De Temperaturas (LMTD)			°F
Diámetros Externos (D_{ext})	0.197 9	0.138	ft
Diámetros Internos (D_{int})	0.172	0.115	ft
Áreas de Flujo (A)	0.008 213	0.01039	Ft ²
Velocidad de Masa (G)	9178. 05	240256.13	Lbm/ft ² *h
Reynolds (Re)	16011 .46	15071.46	--
Factor de traspaso de calor (h)	ho = 18.687	hi = 311.181	Btu/h*ft ² *°F
Factor de transferencia de Calor (Jh)	62	58	--
Cálculo del Coeficiente de Transferencia de Calor Respecto al Diámetro Exterior	--	258.75	Btu/h*ft ² *°F
Factor general de transferencia de calor limpio (U_c)	17.429		Btu/h*ft ² *°F
Coeficiente Global de Transferencia de calor	16.895		Btu/h*ft ² *°F
Longitud (m)	40		ft
Área superficial (A_s)	17.4		Ft ²
Reynolds para caída de presión (Re')	8875.19		--
Factor de fricción			--
Derrumbe de Presión	0.606	0.6956	psi

Fuente. Elaboración propia

En el diseño mecánico, el intercambiador de calor cumplió con todos los estándares de seguridad y rangos permitidos por las normas internacionales (ASME, TEMA), los cuales se pueden evidenciar.

Tabla 5. Normas internacionales resultados

TABLA DE RESULTADOS			
DETALLE	CARCASA	TUBO	UNIDADES
t_D	348.29	150	°F
P_D	110	60	psi
T_c	0.0722	0.0651	in
$t_c\%$	0.081	0.073	in
MAWP	1879.34	11389.30	psi
L/Dext	----	57.83	----
Dext/t	----	21.28	----
Factor A	----	0.03	----
Factor B	----	17600	Psi

Pa	----	110265	psi
		339.72	psi
N		39.34	

Fuente. Elaboración propia

Para la selección del aislamiento se utilizó la herramienta de cálculo de la empresa colombiana Calorcol S.A, la cual maneja 5 tipos de aislamientos para tuberías (Mantas para Tuberías, Rollo Flex, Ducto Flex, Termo Flex y Cañuelas). Para el análisis de aislamiento requerido para los parámetros de nuestro diseño se seleccionó el aislamiento tipo cañuelas, el software pie como parámetros de entrada la calentura del fluido que transita por la carcasa, la temperatura superficial del aislamiento, la temperatura ambiente, la rapidez del aire, el diámetro de la tubería y la superficie exterior del aislamiento.

Parámetros de entrada del software computacional

Con los parámetros de entrada el software calcula el espesor de aislamiento recomendado, las pérdidas de calor para la tubería desnuda y las pérdidas con aislamiento, además calcula la eficiencia del aislamiento. Se encuentran los valores arrojados por el cálculo del software, en el cual el espesor recomendado para las condiciones de trabajo de nuestro caso, es de 2.5 in. A demás se muestra la gráfica de perdida de calor vs espesor de aislamiento.

Para el esquema del intercambiador de temperatura, fue inevitable saber los parámetros de trabajo de entrada y salida de los líquidos involucrados en el asunto de intercambio de temperatura, para el fluido frio (vapor) sus propiedades físicas y temperatura se hallaron después de conocer que la caldera ubicada en el laboratorio de combustión, trabajaba a una presión de 80 psi, para el fluido frio (agua), la temperatura de entrada.

El diseño térmico se abordó después de tener claridad de las propiedades físicas de los fluidos, siguiente a eso se conoció el flujo de calor que posee el sistema, el cual equivale a 67264.50 Btu/h, este valor permitió conocer el flujo másico de vapor necesario para calentar un caudal de agua de 5 gal/min, dicho caudal fue un parámetro de diseño, para este intercambiador se seleccionó una tubería de 2 in para la carcasa y 1 1/4 para el tubo, el intercambiador de temperatura presento un factor global de cambio de calor de 16.895 Btu/h*ft²*°F, este calor esta

fuera del rango estipulado por la literatura el cual está entre (200-500) por este motivo se hicieron diferentes iteraciones entre los diámetros y flujos para así obtener un coeficiente que estuviera dentro de los rangos establecidos, para esto se creó una tabla en la herramienta Excel, la cual estará anexa a este trabajo, aunque se realizaron estas iteraciones el coeficiente no mejoraba sin afectar las caídas de presión, las cuales se salían de los rangos permisibles, los cuales van de 5 a 10 psi.

Tabla 6. Balance económico

	2020	2021	2022	2023	2024
A- DINÁMICO NO UNIFORME / ACTIVO AFIRMADO	286,000	288,050	290,203	292,463	294,836
I. Estático impalpable	0				
II. Estático perceptible.	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
III. Inversión inmobiliario	41,000	43,050	45,203	47,463	49,836
IV. Cambios en compañías del conjunto y relacionadas a extenso aplazamiento	95,000	95,000	95,000	95,000	95,000
V. Transformaciones bancarias a extenso plazo.	95,000	95,000	95,000	95,000	95,000
VI. Diligentes por subsidio aplazado	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000
B - DILIGENTE ESTÁNDAR /DILIGENTE MÓVIL	262,000	262,990	264,010	265,060	266,142
I. Eficaces no estándares progresivos para la comercialización.	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000
II. Presencias.	59,000	59,000	59,000	59,000	59,000
III. Insolventes productivos y nuevos cálculos a recolectar.	87,000	87,990	89,010	90,060	91,142
1. Consumidores por negocios e impuestos de prestaciones	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000
2. Socios por gastos requeridos	33,000	33,990	35,010	36,060	37,142
3. Otros insolventes.	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000
IV. Cambios en compañías del conjunto y relacionadas a breve caducidad	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
V. Transformaciones económicas a breve caducidad.	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
VI. regularización a breve caducidad.	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
VII. Seguro y otras diligentes soluciones parecidos.	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Total, Activo	548,000	551,040	554,212	557,523	560,978

Fuente. Elaboración propia

Tabla 7. VAN - TIR

Capital	-120,000
VNA	S/. 32,757.85
TIR	0.095%

Fuente. Elaboración propia

Nota: Esta tabla muestra los valores involucrados en el Cálculo del Indicador financiero VPN y La Regla Interna de Retorno (TIR). El precio hoy en día neto (VAN) es un juicio de cambio que radica en asumir los cobros y reembolsos de un propósito o transformación para alcanzar muchos puestos cuánto se va a ganar o perder con esa transformación. Así mismo se conoce como costo neto actual (VNA), precio moderno neto o coste actual neto (VPN). Para ello se origina todas las efusiones de caja al momento moderno, descontándolos a un tipo de interés establecido. El VAN va a enumerar un régimen de renta del plan en expresiones de absolutos netos, es decir, en n° de unidades monetarias.

3.2. Discusión

Por medio de cada uno de ellos análisis realizados, se puede afirmar que mediante el estudio de los parámetros de entrada el software o simulador numérico se puede llevar a cabo el espesor de aislamiento recomendado mediante una serie de factores los cuales transforman la realidad mediante nuevos procesos sistemáticos que son únicos e irrepetibles, para ello se aprecia que existe las pérdidas de calor para la tubería desnuda y las pérdidas con aislamiento, además calcula la eficiencia del aislamiento, ante lo anterior es necesario que se recopile información de manera sistemática y que tenga una interpretación continua de los pesos macros y resaltantes a nivel general. Con ello se encuentran los valores arrojados por el cálculo del software, en el cual el espesor recomendado para las condiciones de trabajo de nuestro caso, es de 2.5 in.

De esta manera para el bosquejo de simulador de intercambiador de calentamiento, fue necesario conocer las medidas de trabajo de ingreso y salida de los destilados envueltos en el procedimiento de intercambio de calor, para el fluido frío (vapor) sus propiedades físicas y temperatura se hallaron después de conocer que la caldera ubicada en el laboratorio de combustión, trabajaba a una presión de 80 psi, para el fluido frío (agua), la temperatura de entrada.

Mediante el estudio que se pudo analizar se manifiesta que el diseño térmico se abordó después de tener claridad de las propiedades físicas de los fluidos, siguiente a eso se conoció el flujo de calor que posee el sistema, el cual equivale a 67264.50 Btu/h, este valor permitió conocer el flujo másico de vapor necesario para calentar un caudal de agua de 5 gal/min, dicho caudal fue un parámetro de diseño, para este intercambiador se seleccionó una tubería de 2 in para la carcasa y 1 1/4 para el tubo, el intercambiador de calentamiento presentó un factor global de traspaso de calor de 16.895 Btu/h*ft²*°F, con ello se puede apreciar que este calor está fuera del rango estipulado por la literatura el cual está entre (200-500) por este motivo se hicieron diferentes iteraciones entre los diámetros y flujos para así obtener un coeficiente que estuviera dentro de los rangos establecidos.

En el proyecto en estudio se tiene un valor de la VAN de S/. 32,757.85 siendo este un valor positivo se puede analizar que el proyecto es rentable ya que el Precio Vigente Neto es superior que cero (VPN > 0), es decir que el coste moderno de las salidas es menor al precio actual de las entradas con lo cual los dineros alterados en la intención producen a una tasa superior a la tasa de provecho de conformidad; por tanto, es posible el propósito.

La TIR o Tasa Interna de Regreso, es la pauta de utilidad o renta que crea el plan, la cual se encomienda de calcular la renta de la alteración. Esto quiere decir, la comisión de favor o pérdida que poseerá esta, para los valores que no hayan sido aislados del propósito. Y trabaja como un instrumento complementario del precio Actual Neto, La TIR es un porcentaje que calcula la posibilidad de un propósito o sociedad, decretando la renta de las recaudaciones y pagos modernos generados por una inversión. En este caso se obtuvo un valor de la Tasa de retorno del 0.095 % siendo este un valor positivo que indica que la empresa obtendrá la ganancia después de determinado tiempo.

IV. CONCLUSIONES

Por medio del presente estudio se puede lograr analizar una serie de características las cuales se establecen factores que son únicos e irrepetibles en la realidad actual, con ello se quiere permitir establecer nuevos objetivos los cuales cumplan con las características que se establecieron el bosquejo térmico del intercambiador de calentamiento de conductos se conocen que tomo como referencia la metodología encontrada en la literatura, como resultado a la aplicación de esta metodología se encontraron los siguientes datos, el flujo calórico necesario para calentar los 5 gal/min de agua considerados para este caso de estudio fue de 67264.50 Btu/h.

Con ello se quiere que los diámetros utilizados fueron con un resultado óptimo para lograr los cambios que son dinámicos y directo ante el objetivo que se quiere lograr como único e irrepetibles desde diferentes puntos de vista, con ello se quiere tener como resultado a las áreas de flujo el vapor se transportará por la carcasa y el agua por el tubo, en el análisis de régimen de flujo el número de Reynolds para la carcasa fue de 16011.46 y para el tubo de 15071.46, este valor es importante para determinar si el flujo que transcurre por las tuberías es turbulenta o laminar, además este valor da los parámetros de entrada para suponer el factor de traspaso de calor (Jh).

Por medio del presente simulador se quiere lograr el análisis del nuevo diseño mecánico que determine una temperatura de diseño de 348.28 °F en la carcasa y 150 °F para el tubo, en donde se puede enmarcar una serie de presiones en donde el diseño se puede sistematizar con un número específico de realidades constantes bajo nuevos aspectos y aportes que mejoran cada una de las alternativas bajo nuevas bases lógicas que son de 110 y 60 psi para carcasa y tubo, la presión máxima de diseño que soporta el intercambiador de calor es de 1879.34 y 11389.30 psi para carcasa y tubo respectivamente, otro valor a resaltar es el factor de seguridad con ello se permite mejorar cada una de las alternativas factibles y confiables.

V. RECOMENDACIONES

Por medio del presente estudio se quiso lograr establecer una serie de procesos los cuales trabajan de forma completa y concreta mediante nuevos lineamientos los cuales se pueden establecer para el cumplimiento de los procesos de pasteurización de la leche en su respectivo proceso.

De la misma manera se puede apreciar que se deben procesar en representación duradera grandes cuerpos de leche generan nuevos factores.

De esta manera se quiere lograr la sistematización del procedimiento la cual afirma una excelente pasteurización para el progreso de la realidad través de los días y mediante nuevas respectivas continuas y reales.

Con ello se quiere mejorar nuevos sistemas los cuales estén al margen de cada uno d ellos procesos mediante medidas que cumplan con las fases únicas ser de sistema cerrado se evitan contaminaciones.

Mediante la simulación, es necesario que el proceso que se vaya a consolidar cumpla con cada una de las características estables y factibles mediante un control real y con rapidez del proceso. En cuanto a las desventajas se pueden nombrar, con ello es necesario que se establezca nuevas perspectivas as cuales cumplas cada aporte como factor global y transcendental, esta no alcanza acomodarse al proceso de pequeñas cantidades de leche.

REFERENCIAS

- Alvaro. (2016, p.42). *Control automático de intercambiador de calor*.
- Arballo, Campañone, & Mascheroni. (2010, p.28). *Modeling of microwave drying of fruits. Drying Technology, 28 (10): 1178-1184, 2010. .*
- Bravo. (2014, p.42). *Modelo Matemático de un Tubo Intercambiador de Calor, 41(2)*.
- Buchelli. (2016, p.42). *Diseño de un control inteligente en base a redes neuronales para el control de temperatura y presión en un intercambiador de calor de un laboratorio didáctico de fluidos viscosos*.
- Cardona, Hoyos, & Zapata. (2017, p.42). *Double Effect Evaporator Control with Instantaneous linearization and Neural Networks. Scientia et Technica, XIII(37), 97-102*.
- Cayro. (2019). *Aplicación de Ice Slurry como modelo tecnológica para la optimización del proceso de enfriamiento de leche cruda en proveedores y cales*. Obtenido de Universidad Católica San Pablo: <https://core.ac.uk/download/pdf/250640221.pdf>
- Córdoba. (2019). *Diseño térmico y mecánico de un intercambiador de calor de placas*. Obtenido de Universidad de Ibagué : <https://repositorio.unibague.edu.co/bitstream/20.500.12313/1667/1/Trabajo%20de%20grado.pdf>
- Cruz. (2018). *Diseño, cálculo y análisis de sensibilidad de intercambiador de calor para condensación de refrigerante R – 134^a en ciclo de refrigeración industrial*. Obtenido de Universidad Nacional Mayor de San Marcos: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/9307/Cruz_am.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Dawery, Alrahawi, & Al-Zobai, K. M. (2014,p.269). *Dynamic modeling and control of plate heat exchanger. International Journal of Heat and Mass Transfer*, 55(23-24), 6873-6880. .
- Fernández. (2019). *Diseño ingenieril y mecánico de un recuperador de calor en el proceso de pasteurización de lácteos*. Obtenido de Universidad Da Coruña: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/24218/FernandezGarcia_AndreaMaria_TFG_2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Guha, Unde, Campus, & Engineering. (2014, p.42). *Mathematical Modeling* . Obtenido de of Spiral Heat Exchanger. *International Journal of Engineering Research*, 5013(3), 226-229.
- Guiérrez. (2016, p.24). *Diseño y optimización de un sistema pasteurizador de leche para productores pequeños, mediante simulación en EES (Engineering Equation Solver)*. Obtenido de Centro de investigación en materiales avanzados: <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/2264/1/2010%20-%20Maestria%20-%20Tesis%20-%20Luis%20Gutierrez%20.pdf>
- Homod. (2014, p.42). *Review on the HVAC System Modeling Types and the Shortcomings of Their Application. Journal of Energy*, 2013(May 2013), 10. .
- Jonsson, Lalot, Palsson, & Desmet. (2017, p.25). *Use of extended Kalman filtering in detecting fouling in heat exchangers. International Journal of Heat and Mass Transfer*, 50(13-14), 2643-2655. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2006.11.025>.
- Kauhanen. (s/f). *Verifying the dynamic model of a heat exchanger configuration V* . $\tau / r, i, 2-5$.
- Kravaris, & Soroush. (2018, p.42). *Synthesis of multivariable nonlinear controllers by input/output linearization. AIChE Journal*, 36(2), 249-264. .
- Lespinard, & Mascheroni. (2016). *Simulación del proceso de pasteurización de leche por microondas y por inmersión. Análisis comparativo del tipo de tratamiento y orientación del envase*. Obtenido de Asociación Argentina de MEcánica Computacional:

https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/57902/CONICET_Digital_Nro.24542bbf-0924-4cc6-b960-b30379e2198f_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Llu, Wei, Ding, Zhang, Fukaya, Wang, & Inagaky. (2015, p.42). *A general steady state mathematical model for fin-and-tube heat exchanger based on graph theory. International Journal of Refrigeration, 27(8), 965-973. .*

Mahdi, Mouheb, & Ouferr. (2017, p.42). *A dynamic model for milk fouling in a plate heat exchanger. Applied Mathematical Modelling, 33(2), 648-662. .*

Maldona. (2018, p.15). *Aplicación de modelo matemático predictivo para la determinación de incrustaciones en pasteurizadores a placas en la Industria Láctea.*

Núñez. (2020). *Simulación numérica del flujo de fluido en un termocompresor de recompresión de vapor de agua en vapor.* Obtenido de Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo: http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2464/1/TL_Nu%c3%b1ezSolisSantiago.pdf

Pérez. (2019). *Aprovechamiento de la cascarilla para generar energía eléctrica en la planta procesadora Representaciones Mego S.R.L.* Obtenido de Universidad César Vallejo: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39688/P%c3%a9rez_PN.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Saldaña, Sánchez, Vásquez, Lescano, & Lináres. (2016). *Diseño y montaje de un pasteurizador solar, con evaluación en el tratamiento de elche de cabra.* Obtenido de Universidad Nacional de Trujillo.

Sampieri. (2014, p.166). *Metodología de la investigación .* Obtenido de Mc Drill Hill Education: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Taípe, & Sánchez. (2017, p.36). *Modelamiento matemático de intercambiador de calor en el proceso de pasteurización de la leche*. Obtenido de Universidad Estatal de Milagro:
[http://201.159.222.36/bitstream/123456789/3675/1/SANCHEZ%20PAGUA%20Y%20Y%20TAIPE%20VARGAS%20MODELAMIENTO%20MATEM%
c3%81TICO%20DE%20UN%20INTERCAMBIADOR%20DE%20CALOR%20EN%20EL%20](http://201.159.222.36/bitstream/123456789/3675/1/SANCHEZ%20PAGUA%20Y%20Y%20TAIPE%20VARGAS%20MODELAMIENTO%20MATEM%c3%81TICO%20DE%20UN%20INTERCAMBIADOR%20DE%20CALOR%20EN%20EL%20)

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala de cálculo
Variable independiente. Análisis fluido dinámico	Flujo másico de gases residuales	Flujo de gases Flujos calientes de gases residuales. Factor de traspaso térmica	Ordinal
Variable dependiente Intercambiador de calor	Balance de energía Incremento de calentura de alimentación a caldera	Incremento de temperatura óptimo. Incremento de temperatura bajo Diferencias algorítmicas de temperatura	Ordinal

Fuente. Elaboración propia