

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TEMA:

**ESTUDIO DEL DISEÑO PARA INSTALACIÓN DE UNA CALDERA
GENERADORA DE VAPOR CON CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN
DE 2200 LITROS DE JARABE PARA EL LABORATORIO
ROCNARF.**

AUTOR:

Choez Figueroa Leonardo Rodrigo

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de
**INGENIERO EN ELÉCTRICO-MÉCANICA CON MENCIÓN EN
GESTION EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

TUTOR:

Ing. Palau de la Rosa Luis Ezequiel

Guayaquil, Ecuador

2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **CHOEZ FIGUEROA LEONARDO RODRIGO**, como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico con mención en gestión empresarial industrial**

TUTOR

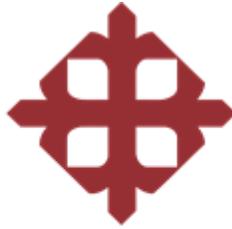
f. _____

Ing. Palau de la Rosa Luis Ezequiel

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, M.S.C



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Leonardo Rodrigo Choez Figueroa

DECLARO QUE:

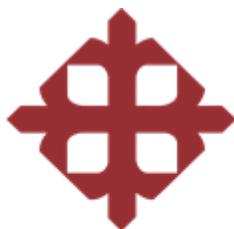
El Trabajo de Titulación, **Estudio del diseño para instalación de una caldera generadora de vapor con capacidad de producción de 200 litros de jarabe para el laboratorio Rocnarf**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico con mención en gestión empresarial industrial**, ha sido desarrollado en su totalidad considerando los derechos intelectuales del autor en concordancia a las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta escrito, me hago responsable del contenido, alcance y veracidad del Trabajo de Titulación referido.

EL AUTOR

f. _____

Choez Figueroa Leonardo Rodrigo



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo. **Choez Figueroa Leonardo Rodrigo**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Estudio del diseño para instalación de una caldera generadora de vapor con capacidad de producción de 2200 litros de jarabe para el laboratorio Rocnarf**, en el cual su contenido, criterios e ideas son responsabilidad exclusiva del autor.

EL AUTOR:

f. _____

Choez Figueroa Leonardo Rodrigo

REPORTE DE URKUND

Correo: LUIS VICENTE VALLEJO | Inicio - URKUND | 046224513 - chrest_test3.pdf | Luis Vallejo Samaniego (luis.vallejo)

Documento: 0202_3533_06.pdf (248224513)
Presentado: 2019-02-21 10:14 (-05:00)
Presentado por: luis.vallejo@protonmail.com
Recibido: luis.vallejo.uck@analysis.urkund.com

1% de estas 15 páginas, se componen de texto preseante en 1 fuentes

Lista de fuentes | Bloques

Categoría	Enlace/nombre de archivo
Fuentes alternativas	https://zona.arsenaltr.com.ar/2015/12/13/viden-decazando-14/
Fuentes no usadas	

URKUND

Fuente estimar: <https://www.arsenaltr.com.ar/2015/12/13/viden-decazando-14/>

Video Descartando la "cápsula" en Los Jaibos, canal YouTube | Actualización Terapéutica

Video descargado la "cápsula" en Los Jaibos para producir Aerosol Terapéutico. 13

de diciembre de 2018). Los Jaibos. Recuperado el 13 de diciembre de 2018, de <https://www.arsenaltr.com.ar/2015/12/13/viden-decazando-14/>

(11). Normas y certificación. Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos, Babcock & Wilcox. (2017). Obtenido de Calderas acuosubstanciales. <https://www.babcock.com/resources/>.

recia/23715305946do3a6ca78e2a605a9a. Burmala, R. (2017). Generadores de vapor "Calderas". DocPlayer. Obtenido de <https://docplayer.es/54555130-Generadores-de-vapor-calderas.html>: Calderas y Servicios de Ecuador. Obtenido de Caldera de vapor Calmar Electrica Modelo GP 215,5 ECO. http://www.google.com/search?rlz=C1C2DA_wEC79ECT9336a1er13.6626h165746bms1ch3a1r14e=58853007f110_0b55cACqgmCade-render=Vapor+Calmar+Modelo+de+vapor+Calmar+Ag+_img_1_29

79.1143.20143_29349_0.0.147.147.1...1_201_gew-nc-ung-ggE_Cano, B., Escobar, A., Hernández, R., Iqta, H., & J. (2015). anches) donaciones orales Tecnología Farmacéutica. Formas Farmacéuticas. (OOR). Ed. Cardosa, S. (2010). Optimización del sistema de generación de vapor en una planta automotriz. Caracas, Venezuela: Universidad Simón Bolívar. Chvez, L. (20 de 06 de 2018). Observación directa de Laboratorios Bioraff. Guayaquil: Laboratorios Bioraff. Recuperado el 11 de 12 de 2018, de http://www.rocalaf.com/Chvez_L_10_06_06_2018/

Diseño sistema generador de vapor para Laboratorios Bioraff. Guayaquil: Laboratorios Bioraff. Recuperado el 11 de 12 de 2018, de [http://www.rocalaf.com/Cumarento/Burruero_S_&P_H_\(Junio%20de%202004\).Revista%20Ewiler_2388_9-195_Cumbello_S_&Perez_F_\(Junio%20de%2004\).Laboracion%20de%20jarabes_23_Puim_S_141-145_Dyane_Davis_\(2026\).Generacion%20de%20vapor-DocPlayer%20Obtenido%20de%20https://docplayer.es/5525130-1-generacion-de-vapor.html](http://www.rocalaf.com/Cumarento/Burruero_S_&P_H_(Junio%20de%202004).Revista%20Ewiler_2388_9-195_Cumbello_S_&Perez_F_(Junio%20de%2004).Laboracion%20de%20jarabes_23_Puim_S_141-145_Dyane_Davis_(2026).Generacion%20de%20vapor-DocPlayer%20Obtenido%20de%20https://docplayer.es/5525130-1-generacion-de-vapor.html)

Generación de vapor. DocPlayer. Obtenido de <https://docplayer.es/5525130-1-generacion-de-vapor.html>

Industrias eficientes. Masone Grifone Aulas Montano, S. K. Fisher, R. (2017). The Haiso Water Handbook Sin. Ed. Haiso, Estados Unidos. In: Green-Hill, G. (Ed.). (2015). Laboratorios e Industria Farmacéutica. (R. S. Argentina. Productor) Obtenido de http://www2.congreso.gub.ve/sicr/enciclopedia/urbo_urbo/ur/201461E971948869337CEB0D793159LE800_Reporte_Sectorial_Ind_Farmac_Estaca.pdf

carillo_test3.pdf | Tifubac+V 20 de L.pdf | chrest_test3.pdf.pdf

Mostrar todo

AGRADECIMIENTO

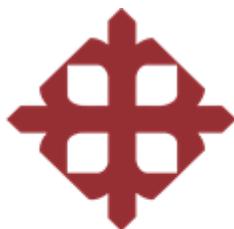
Los agradecimientos más sinceros, a Dios por ser el dador de la vida y darnos esta alegría de seguir formándonos a nivel profesional, agradezco mi esposa por todo el apoyo incondicional que me ha brindado en todo este camino hacia la obtención del título profesional, a mi familia por el apoyo constante recibido para fortalecer constantemente hacia el objetivo final, a los compañeros docentes que siempre estuvieron apoyando a fomentar el conocimiento técnico en base a nuestros objetivos planteados .

Choez Figueroa Leonardo Rodrigo

DEDICATORIA

Este presente trabajo va dedicado a todas las personas que de una u otra forma han hecho que esto se haga posible, a mis padres por todo el soporte brindado, a mi esposa ya que es un pilar fundamental en mi vida profesional y personal estando siempre con la disposición de colaborar en todo lo necesario para que no desmaye en los metas planteadas, también dedico este trabajo a los gerentes donde estoy laborando ya que gracias a su ayuda que me han dado en cuanto al tiempo de estudio esto se ha podido ir realizando de la mejor manera .

Choez Figueroa Leonardo Rodrigo



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING.HERAS SANCHEZ, MIGUEL, ARMANDO MSC
DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

ING. PHILCO ASQUI LUIS ORLANDO MSC.
COORDINADOR DE UNIDAD DE TITULACIÓN

f. _____

MARTILLO ASEFFE JOSE ALFONSO, MGS
OPONENTE



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

CALIFICACIÓN

f. _____

TUTOR

Tabla de contenido

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 Justificación y alcance	2
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Tipo de investigación	4
1.5 Metodología	5
CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO	6
2.1. Industria Farmacéutica	6
2.2. Rocnarf	8
2.1.1. Misión.....	9
2.1.2. Visión	9
2.2.3. Productos en jarabe que produce Rocnarf	10
2.3. Proceso de producción de jarabes medicinales	11
2.3.1. Llenado, sellado y etiquetado.....	13
2.4. Componentes de un sistema para producción de jarabes.....	14
2.4.1. Caldera.....	14
2.4.1.1. Calderas pirotubulares o de tubos de humo.....	16
2.4.1.2. Calderas acuotubulares o de tubos de agua	17
2.4.2. Características de uso de agua y combustible.....	20
2.4.3. Fuente de calentamiento.....	21
2.4.3.1. Diesel.....	24
2.4.4. Características del agua de alimentación.....	24
2.4.5. Tratamiento físico-químico del agua.....	26
2.4.6. Generación de vapor.....	27
2.4.6.1. Marmita industrial.....	29
2.4.6.2. Marmita a vapor	29
2.4.6.3. Marmita a gas	30
2.4.6.4. Marmita eléctrica.....	31

3.1. Diseño metodológico	32
CAPITULO IV DISEÑO A DETALLE.....	43
4.1. Generalidades	43
4.2. Diseño mecánico	43
4.2.1. Cálculos	46
4.2.2. Planos	47
4.3. Diseño de sistema eléctrico	51
4.3.1. Cálculos	51
4.3.2. Planos	52
4.4. Inversión	54
4.5. Discusión de resultados.....	64
5.1. Conclusiones	67
5.2. Recomendaciones	68
Bibliografía.....	70
ANEXOS.....	74

Índice de Tablas

Tabla 1 Partes constitutivas de un jarabe medicinal	12
Tabla 2 Características de los combustibles fósiles líquidos	23
Tabla 3 Matriz de pesos de criterios	36
Tabla 4 Escala de calificación de criterios en las diversas opciones	37
Tabla 5 Valoración de alternativas.....	41
Tabla 6. Especificaciones de los elementos del sistema generador de vapor ..	44
Tabla 2. Carga eléctrica de la nueva sala de caldero	52
Tabla 8. Detalle de la inversión en materiales por rubros	54
Tabla 4. Detalle de la inversión en materiales y mano de obra por actividad y componente	60
Tabla 10. Detalle de la inversión.....	64
Tabla 11. Detalle de ahorro en combustible	65
Tabla 7. Detalle de ahorro en horas extras de trabajo	65
Tabla 13. Detalle de ahorro en mantenimiento	66

Índice de gráficos

Figura 1 Sistema para producción de jarabes	14
Figura 2 Calderas	15
Figura 3 Calderas pirotubulares.....	17
Figura 4 Calderas pirotubulares.....	17
Figura 5 Calderas acuotubulares	19
Figura 6 Tetraedro de fuego	21
Figura 7 Marmita a vapor	30
Figura 8 Marmita a gas	31
Figura 9 Marmita eléctrica	31
Figura 10 Caldera de Vapor Xinda.....	38
Figura 11 Caldera de Vapor Thermocon HRSG	39

Figura 12. Caldera de Vapor Calser Eléctrica MODELO GP 215/5 ECO	40
Figura 13. Esquema de funcionamiento del nuevo sistema en base a la caldera de Vapor Xinxiang Xinda Modelo LHS0.5-0.7-Y	48
Figura 14. Plano de los componentes de fabricación del sistema de generación de vapor para Laboratorios Rocnarf	49
Figura 15. Plano del sistema generador de vapor, con detalle del flujo de fluidos líquidos.	50
Figura 16. Esquema de alimentación de las marmitas en el nuevo sistema.....	51
Figura 17. Esquema del panel eléctrico de la sala de caldera	53

Índice de Anexos

Anexo 1 Fotos de Caldero viejo	74
Anexo 2 Fotos de marmitas nuevas.....	75

Resumen

El objetivo de esta investigación ha sido estudiar una instalación de caldera generadora de vapor para laboratorios Rocnarf que cumpla con el requerimiento de producción de 2200 litros de jarabes.

La misma se enfoca en una investigación analítica, documental y de campo para poder llegar a determinar una solución que sea viable y aceptable, ya que al sintetizar todos los estudios, ha sido posible tomar una decisión sólida que busca la aceptación técnica profesional.

En el segundo capítulo en base a referencias teóricas se han determinado las especificaciones que el nuevo sistema de generación de vapor debe cumplir para atender adecuadamente los requerimientos de producción de jarabes de laboratorios Rocnarf.

Posteriormente se ha seleccionado la caldera de vapor más adecuada para laboratorios Rocnarf, evaluando diversas opciones de calderas mediante una matriz de priorización, se ha establecido que la mejor opción para la empresa es la caldera de Vapor Xinxiang Xinda Modelo LHS0.5-0.7-Y de origen china, ya que cuenta con todas las características que requiere la empresa.

A continuación se ha desarrollado el diseño mecánico y eléctrico del nuevo sistema generador de vapor, que demanda una inversión de \$51.349,04 dólares, pero genera beneficios económicos y colaterales que justifican su implementación.

Palabras clave: Generación de vapor, caldero, sistema auxiliar, impacto ambiental, eficiencia, ahorro.

Abstract

The objective of this research has been to study a steam generator boiler installation for Rocnarf laboratories that meets the production requirement of 2200 liters of syrups.

It focuses on an analytical, documentary and field research to be able to determine a solution that is viable and acceptable, since by synthesizing all the studies, it has been possible to make a solid decision that seeks professional technical acceptance.

In the second chapter, based on theoretical references, the specifications that the new steam generation system must comply with in order to adequately meet the syrup production requirements of Rocnarf laboratories have been determined.

Afterwards, the most suitable steam boiler for Rocnarf laboratories has been selected, evaluating various boiler options through a prioritization matrix. It has been established that the best option for the company is the Xinxiang Xinda Steam Boiler Model LHS0.5-0.7-Y of Chinese origin, since it has all the features required by the company.

Next, the mechanical and electrical design of the new steam generator system has been developed, which requires an investment of \$ 51,349.04, but generates economic and collateral benefits that justify its implementation.

Keywords: Steam generation, cauldron, auxiliary system, environmental impact, efficiency, saving.

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación y alcance

Laboratorio Rocnarf es una empresa nacional que elabora productos farmacéuticos, entre ellos productos en jarabe Dextrin G (Antitusígeno y expectorante), y Nebulasma Expectorante, que emplean edulcorantes como vehículo, más otras sustancias que actúan como principios activos en la formula, jarabes medicinales, los cuales se procesan en tanques de acero inoxidable (marmitas), con un calentamiento del agua que debe alcanzar la temperatura de 60°C para iniciar la preparación, por lo que es necesario emplear una caldera que genere suficiente vapor para las marmitas (Rocnarf 2018).

La demanda de jarabes que oferta laboratorios Rocnarf en el mercado nacional se ha incrementado, por lo que la capacidad instalada de la caldera generadora de vapor para las marmitas es insuficiente, por la limitada capacidad se incrementa el costo del combustible requerido para mantener operativo este equipo crítico y se retrasa la entrega de pedidos.

Es necesario que laboratorios Rocnarf incremente su capacidad productiva para que pueda atender el crecimiento de la demanda; por ello es de vital importancia el diseño de un proyecto de instalación de una caldera de vapor para marmitas en el área de jarabes, que se adapte a los requerimientos productivos de la empresa, y le permita garantizar el correcto funcionamiento de los equipos marmitas, reducir el tiempo de producción, entregar los productos al menor costo posible y atender adecuadamente la demanda de productos.

Al desarrollar este proyecto, laboratorios Rocnarf optimizará los recursos que intervienen en su proceso productivo, mejorará sus niveles de eficiencia y productividad a menor costo, lo que le permitirá ser competitivo, rentable, diferenciarse de la competencia y satisfacer las exigencias del mercado;

además desde la perspectiva financiera la empresa logrará disminuir los costes de producción por el ahorro de combustible y la recuperación de tiempos improductivos, lo que hace viable la inversión a realizar.

1.2 Planteamiento del problema

El área de manufactura de jarabes de laboratorios Rocnarf desarrolla una operatividad enfocada a la calidad y a generar productos que garanticen la salud del personal, gracias a esto se ha posicionado a nivel nacional y en consecuencia el número de consumidores se ha incrementado ostensiblemente.

Así como se ha expandido la demanda de jarabes a nivel nacional, se han incrementado los requerimientos de los equipos involucrados en el proceso productivo; específicamente la capacidad instalada de la caldera generadora de vapor para las marmitas es insuficiente y no logra proveer el volumen de vapor requerido. Esto está repercutiendo en la eficiencia operacional y causando que el tiempo de producción de jarabes se incremente, con lo que se retrasa el tiempo de entrega de los productos y se produce descontento en los clientes, además el equipo debe operar a mayor intensidad y por mayor tiempo, son lo que el costo del diésel para mantener con vapor al equipo se incrementa.

La situación detallada con anterioridad es muy negativa para laboratorios Rocnarf, por lo que surge la necesidad inmediata de incrementar la capacidad de la caldera generadora de vapor, para que esta pueda atender adecuadamente el crecimiento de la demanda. En consecuencia, de debe realizar un análisis de diseño para seleccionar el equipo más adecuado, que satisfaga los requerimientos de producción con la inversión mínima.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Estudiar una instalación de caldera generadora de vapor para laboratorios Rocnarf que cumpla con el requerimiento de producción de 2200

litros de jarabes.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar las especificaciones que debe cumplir el nuevo equipo conforme las referencias teóricas y los requerimientos de producción de jarabes de laboratorios Rocnarf.
- Seleccionar la caldera de vapor más adecuada para laboratorios Rocnarf, mediante un análisis comparativo de opciones disponibles en el mercado.
- Establecer un diseño mecánico y eléctrico de la caldera que cumpla los requerimientos actuales de producción de jarabes al más bajo costo

1.4 Tipo de investigación

El presente trabajo de estudio y diseño se enfoca en una investigación analítica, documental y de campo para poder llegar a determinar una solución que sea viable y aceptable. Se considera que, al sintetizar todos los estudios, ha sido posible tomar una decisión sólida que busca la aceptación técnica profesional.

Analítico porque en base a esos fundamentos se ha logrado establecer o determinar una correcta instalación y una decisión acertada al momento de la compra del equipo; documental pues se ha enfocado en temas que se generan en la actualidad para disponer de criterios adecuados y datos válidos para identificar el objeto de mejora; por ultimo ha sido de campo ya que el proyecto buscó convertirse en una realidad que beneficie a la producción y sea valioso para en el crecimiento tecnológico de laboratorios Rocnarf.

1.5 Metodología

La metodología de investigación realizada fue de tipo analítica experimental, pues se enfocó en la elección e instalación de un sistema viable, que permita un incremento de producción y el funcionamiento correcto de las maquinas marmitas, lo cual ha obligado a implementar una solución eficiente que lleve al correcto funcionamiento de los equipos, y garantice de una forma técnica la reducción del tiempo de entrega del producto.

CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO

2.1. Industria Farmacéutica

La medicina ha experimentado una evolución en el “arte de curar” y con el nacimiento de la industria farmacéutica en el siglo XIX ha dado paso a la introducción de los compuestos químicamente puros. A la par la medicina comenzó a diagnosticar enfermedades, a distinguir lesiones orgánicas que en conformidad con ciertas técnicas permitieron decir con exactitud lo que ha pasado a largo de la historia de la medicina.

La industria farmacéutica surge como el resultado de una revolución farmacológica de acuerdo a lo específico para cada enfermedad, de acuerdo a Orduña Pereria (2004) “la industria farmacéutica investiga desarrolla, y promociona los avances terapéuticos y médicos”(pp. 188)

Por su parte Garabato (2013) propone en su estudio relacionado con Laboratorios e Industria Farmacéutica que “la industria farmacéutica es un sector industrial y empresarial dedicado a la investigación, desarrollo, producción y comercialización de medicamentos para el tratamiento y prevención de las enfermedades, y el cuidado de la salud en general” (pág. 187).

La industria farmacéutica es un importante elemento de los sistemas de asistencia sanitaria de todo el mundo; está constituida por numerosas organizaciones públicas y privadas dedicadas al descubrimiento, desarrollo, fabricación y comercialización de medicamentos para la salud humana y animal (Keith, 2012)

En Ecuador, la industria farmacéutica es tema de investigaciones también. Por ejemplo, ESPAE entidad académica realizó una serie de estudios sobre la industria farmacéutica en el país dada su relevancia en la economía ecuatoriana. Al respecto Acebo, investigador de esta organización (2015) llega a la conclusión que “la industria farmacéutica agrupa al conjunto

de empresas dedicadas al desarrollo y producción de productos medicinales orientados a la prevención y tratamiento de enfermedades, constituyendo un participante vital dentro de la cadena de valor de las actividades de cuidado de la salud.” (pág. 4)

La clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU, revisión 4) ha sido propuesta por las Naciones Unidas para la industria farmacéutica dentro de la categoría 21, que literalmente la describe como "fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico", ubicada dentro de la sección C "Industrias Manufactureras".

La clasificación de los fármacos de acuerdo a Bernard (2015) en la introducción a la tecnología farmacéutica puede clasificarse de acuerdo al origen, causalidad, conservación, modo de administración, por tipo de licencia.

Origen: naturales o sintéticos que están determinados sobre la base de reglas de adquisición.

Causalidad: de acuerdo con la farmacopea de cada país se toman en cuenta las composiciones cuantitativas o cualitativas que el médico o veterinario han prescrito, considerando el código oficial.

Conservación: muchos de los medicamentos deben considerar el uso y la administración.

Modo de administración: los medicamentos se administran por uso interno, vía oral, rectal o parenteral; uso externo. También se considera si son líquidos, sólidos, semisólidos, por lo que importa la forma farmacéutica.

Por tipo de licencia: sea que se trate de un medicamento genérico, nuevo o medicamentos que sean similares.

Los fármacos son sustancias dotadas de propiedades farmacológicas en humanos y animales. Se mezclan con otras sustancias, como los excipientes farmacéuticos, para obtener medicamentos (Gennaro, 1990). Los principios farmacológicamente activos pueden clasificarse en dos grupos: productos naturales y fármacos sintéticos. Los primarios derivan de fuentes vegetales y animales, mientras que los segundos son producidos mediante técnicas microbiológicas y químicas.

Durante la fabricación farmacéutica se combinan principios activos y materiales inertes para producir diferentes formas galénicas (p. ej., comprimidos, cápsulas, líquidos, polvos, cremas y pomadas) (Keit Tait, 2012). Son de uso frecuente en la industria farmacéutica, de acuerdo con Keit (2012) los términos siguientes:

Los productos biológicos para la protección y tratamiento de humanos y animales como por ejemplo: vacunas bacterianas y virales, antígenos, antitoxinas o productos como sueros, etc.

Para los tratamientos recetas y aplicarlo en animales medicaos se aplican los principios de las sustancias activas con las que se producen formas galénicas. Los productos de diagnóstico permiten tratar con químicos inorgánicos el diagnóstico de enfermedades y las alteraciones en humanos y animales, por ejemplo, para el hígado, el sistema circulatorio mediante compuestos radioactivos que mide la función del sistema orgánico.

2.2. Rocnarf

Rocnarf es una empresa que actualmente se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil. Creada en 1976, que opera en la industria farmacéutica, con el objetivo de participar en el mercado farmacéutico ecuatoriano, a través de la producción y comercialización de medicamentos de uso humano por medio de la fabricación de medicamentos propios con principios activos adquiridos a empresas investigadoras que son productoras y reconocida alrededor del mundo.

Rocnarf con más de 40 años de actividad industrial farmacéutica cuenta con una línea completa de fármacos para el tratamiento de condiciones clínicas para niños y adultos. El valor agregado de Rocnarf es la investigación permanente para la introducción de moléculas avanzadas con combinaciones farmacológicas_(Rocnarf, 2018).

La producción y comercialización con matriz en Guayaquil de productos farmacéuticos contribuyen a la comunidad ecuatoriana y para este propósito está introduciendo nuevas especialidades e incorporando procesos tecnológicos de producción, abarcando actividades como investigación, exportación, desarrollo, importación, es decir que opera a nivel nacional e internacional.

2.1.1. Misión

Rocnarf tiene la siguiente Visión empresarial:

Laboratorios Rocnarf es una empresa comprometida a contribuir en forma relevante a la salud de la comunidad ecuatoriana, mediante la producción y comercialización de productos farmacéuticos de la mejor calidad. Innovando permanentemente en el desarrollo de nuevas especialidades farmacéuticas y nuevos procesos tecnológicos de producción, que permitan elaborar eficientemente medicamentos de calidad al alcance de todos (Rocnarf, 2018).

2.1.2. Visión

Rocnarf ha adoptado la siguiente Visión empresarial:

Nuestro objetivo es convertirnos en una de las principales empresas farmacéuticas del Ecuador, abarcando las actividades de investigación, desarrollo, producción, importación, exportación, lo que nos permitirá proyectarnos competitivamente tanto a nivel nacional como internacional (Rocnarf, 2018).

La política de calidad de Rocnarf, se basa en directrices orientadas a mejorar la eficacia del Sistema de Gestión de Calidad en concordancia con las Normas ISO 9001, orientadas a las Buenas Prácticas de Manufactura Farmacéutica y Buenas Prácticas de Almacenamiento, Distribución y

Transporte; promover la calidad involucrando para ello a todo el personal y con esa gestión mejorar los niveles de calidad conforme a respectiva normativa legales de seguridad industrial y medio ambiente. Promoviendo la mejora continua de las actividades en la organización; con una permanente difusión y promoción de los productos; además de una mejora continua de la calidad en el servicio al cliente, y de parte de sus proveedores (Rocnarf, 2018).

2.2.3. Productos en jarabe que produce Rocnarf

Rocnarf es una empresa farmacéutica que actualmente elabora productos de marca y productos genéricos. En el área medicinal de marca tiene un abanico medicinal extenso, que brinda alternativas de cura eficientes, y en el segmento de los genéricos dispone de una gran variedad especializada, para los distintos tipos de tratamiento. De acuerdo a la información reportada en su portal Rocnarf, elabora 60 tipos de productos, agrupados en: Analgésicos y antipiréticos (6); Antibacterianos, Antivirales y Antimicóticos (9); Antiinflamatorios, analgésicos y antipiréticos (7); Estimulantes del apetito (1); antiparasitaria (1); Línea cardiovascular (7); Línea Dermatológica (2; digestiva (5); ginecológica (5); Respiratoria (8); Vitaminas y minerales (9) (Rocnarf, 2018).

Uno de los renglones emblemáticos de la empresa es la preparación de medicamentos con base jarabes, por lo que es muy importante contar con los equipos necesarios que sean capaces de satisfacer la demanda actual. Los principales medicamentos en medio jarabe son los siguientes:

- APYRAL JARABE
- AMBROXOL
- CALCIVIT FORTE
- APECO PLUS
- MOCOXIN JUNIOR
- EMOVIT JARABE
- NEBULASMA
- TONOVITAN

- LORATADINA
- DEXTRIN G (TOS)
- METRONIDAZOL
- MAGANYL

2.3. Proceso de producción de jarabes medicinales

La descripción a continuación corresponde a los antecedentes y proceso usual que se adopta en las diferentes industrias a nivel global. El jarabe tiene un uso ancestral con origen árabe en cuanto a su nombre. Es una preparación acuosa de uso oral caracterizada por un sabor dulce y consistencia viscosa. Puede contener sacarosa a una concentración de al menos 45% m/m. Su sabor dulce se puede obtener también utilizando otros polioles o agentes edulcorantes (Arsenal terapéutico , 2013). Los jarabes contienen normalmente otros agentes aromatizantes o saporíferos. Cada dosis de un envase multidosis se administra por medio de un dispositivo apropiado que permita medir el volumen prescrito (Cumbreño & Pérez, 2004).

De acuerdo a Cumbreño & Pérez (2004) existe una fórmula patrón, en general se ajusta a los siguientes parámetros:

- Principio activo: X%.
- Sacarosa: 45 - 65%.
- Agua purificada: csp.

En función de cada formulación pueden formar parte de la preparación otros componentes como: conservantes, correctores del sabor, aromas, etc. (Cumbreño Barquero & F., 2004).

. Los jarabes contienen normalmente otros agentes aromatizantes o saporíferos.” Cuando se agregan aromas o sabores se da origen a los jarabes aromáticos y cuando se agragan principios activos a los llamados jarabes medicinales” (Farmacotecnia, 2014)

Los jarabes y disoluciones orales tienen determinados métodos de

preparación, composición, así como alteraciones en caso de que sean preparados especiales. Al respecto de acuerdo a Calvo y colaboradores (2015), los jarabes “son preparaciones acuosas, límpidas y de gran viscosidad que llevan azúcar (sacarosa) a una concentración similar a la de saturación.” (pp.8)

Los jarabes tienen concentraciones específicas de sacarosa y glucosa, así como azúcar la cual debe estar presente hasta un 65% (p/p). Considerando el efecto osmótico, los endulzantes deben reunir las siguientes características físico-químicas: Efecto osmótico (Calvo, Esquisabel, Hernández, Igartua, & J, 2015)

- Sacarosa: densidad 1,313 a 15-20 °C
 - Punto de ebullición 105 °C
 - 65 % (p/p) (1/ 3 agua, 2/3 sacarosa)
- Glucosa (menos soluble que la sacarosa)
 - 50% 1/2 glucosa y 1/2 agua

Los jarabes medicinales están compuestos básicamente por: un principio activo, un jarabe simple, un saborizante/aromatizante, un colorante y un antioxidante.

Tabla 1 *Partes constitutivas de un jarabe medicinal*

Elementos	Descripción
principio activo	Es el elemento que proporciona el resultado de cura. Generalmente los analgésicos, antiasmáticos expectorantes, reguladores de fiebre, y complementos vitamínicos son preparados bajo este esquema terapéutico (Arsenal terapéutico , 2013)
jarabe puro	Se utiliza como medio
Sabor/aroma	Con el propósito de que la medicina sea amigable (Arsenal terapéutico , 2013).

Color artificial	El mismo que debe ser compatible con el sabor y el aroma, así para sabor ácido, se usa un color verde y fragancia a limón, por ejemplo (Arsenal terapéutico , 2013).
antioxidante.	Para que medicamento no se degraden contacto con el oxígeno del ambiente. El agregar un preservativo neutraliza la presencia de bacterias y evita que se eche a perder el preparado (Arsenal terapéutico , 2013).

Fuente: (Arsenal terapéutico , 2013)

Cuando se trata de la preparación industrial de jarabes, haya que realizar la mezcla de varios ingredientes dentro de un tanque, con el uso de un agitador de hélice para una mejor homogenización de los componentes (jarabe simple), dentro de este proceso resulta importante la regulación de calentamiento para no pasar de exceder de 60°C, y de esta forma no alterar la estabilidad térmica del compuesto (principio activo y glucosa). Cuando ya se tiene el preparado, mediante el empleo de una bomba, se pasa la mezcla a través de un filtro con el propósito de separar las impurezas insolubles, de tal forma que el producto de la operación sea un líquido translúcido, no turbio, el cual se trasvasa a un tanque de almacenamiento para su posterior envasado (Arsenal terapéutico , 2013).

2.3.1. Llenado, sellado y etiquetado

Una vez obtenido el producto jarabe, la etapa del *llenado* se ejecuta por caída libre, o mediante bombeo. Para ofrecerlos al mercado, los medicamentos con base jarabe usualmente son colocados en recipientes que van desde los 60 ml hasta los 240 ml de capacidad. Generalmente se utilizan frascos de preferencia de vidrio color ámbar, con el propósito de proteger el jarabe de la radiación ultravioleta, y de esta manera evitar que se ocurra una oxidación y se vea afectada su composición. También se suele envasar jarabes en frascos de plástico (Arsenal terapéutico , 2013).

Cuando el jarabe ha sido llenado, se procede con el proceso de *sellado* de los frascos, mediante la utilización de un precinto de seguridad en la tapa. La ausencia o rotura de este precinto no garantiza la calidad del producto (Arsenal terapéutico , 2013).

Posteriormente se sigue el procedimiento de identificar el producto mediante un etiquetado, donde va impreso: El término genérico, grado de concentración, posología, indicaciones, cuidados, volumen neto, lote N°, fecha de fabricación y vencimiento (Arsenal terapéutico , 2013). De la misma forma se incluye también el número de registro sanitario.

2.4. Componentes de un sistema para producción de jarabes

De acuerdo a las necesidades determinadas para la caldera que será implementada en Rocnarf, se ha considerado analizar antes los componentes que conforman el sistema generador de vapor. Estos elementos son: la caldera, la fuente de calentamiento, agua de alimentación, tratamiento fisicoquímico del agua, producción de vapor, y marmitas

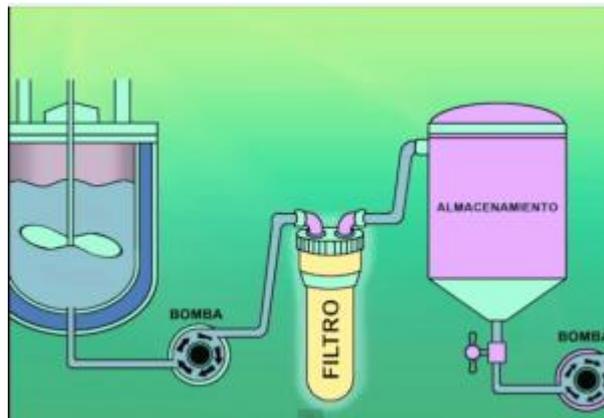


Figura 1 Sistema para producción de jarabes

Fuente: (Arsenal terapéutico , 2013)

2.4.1. Caldera

Una caldera puede describirse como un generador de vapor o como, la combinación de equipos para producir o recuperar calor, junto con aparatos

para transferir el calor disponible a un fluido (ASME)

Técnicamente, puede definirse una caldera de vapor, como todo aparato que funciona presionado, debido al calor proporcionado de cierta fuente transformada en aprovechable, sirviéndose de un elemento como el vapor de agua (Quiminet, 2006).

Existen tres tipos de calderas:

1. Acuotubular: cuando el agua va por dentro de los tubos
2. Piro-tubular: cuando el fuego va por dentro de los tubos
3. Caldera de fundición seccional: la caldera se compone de secciones huecas dentro de las cuales circula el agua.

Las calderas son muy empleadas en plantas de proceso como medio de calentamiento de fluidos, vaporización, de aireación del agua, generadores de vacío, generadores de potencia en turbinas, para limpieza y mantenimiento de equipos de proceso, entre otros usos (Quiminet, 2006).

Las partes integrantes de una caldera son:

- Hogar: Sección que se encuentra en contacto directo con la flama.
- Quemadores: Dispositivos en donde se lleva a cabo la comunicación.
- Los combustibles: ya sean estos sólidos, líquidos o gaseosos.
- Tubos pantallas y sobrecalentador, atemperador y banco generador



Figura 2 Calderas

Fuente: © Getty Images

Tomando en cuenta que las calderas utilizan agua para luego de su

calentamiento ser utilizada en varios servicios, debido a las características propias de este líquido universal, se producen varios tipos de problemas, siendo los más comunes:

- Incrustación
- Contaminación del vapor
- Corrosión
- Contaminación del condensado
- Fragilización cáustica
- Formación de lodos
- Oxidación
- Alta presión en el cabezal
- Arrastre o vómito
- Mala transferencia de calor
- Formación de espuma (Quiminet, 2006).

2.4.1.1. Calderas pirotubulares o de tubos.

Este tipo de equipo se creó para utilizar los gases recuperados; está compuesto por una parte cilíndrica en posición horizontal, que lleva dentro un conjunto multitubo que se encarga de conducir el calor y una cámara destinada a la generación y almacenamiento de vapor de agua (Duarte, Daniel, 2016, pág. 3). El hogar y los tubos se encuentran totalmente inmersos en agua, donde el fuego se origina en el hogar conduciendo los gases en forma de humo a través de los tubos de las siguientes etapas para luego ser transportados hacia la chimenea (Duarte, Daniel, 2016, pág. 3).

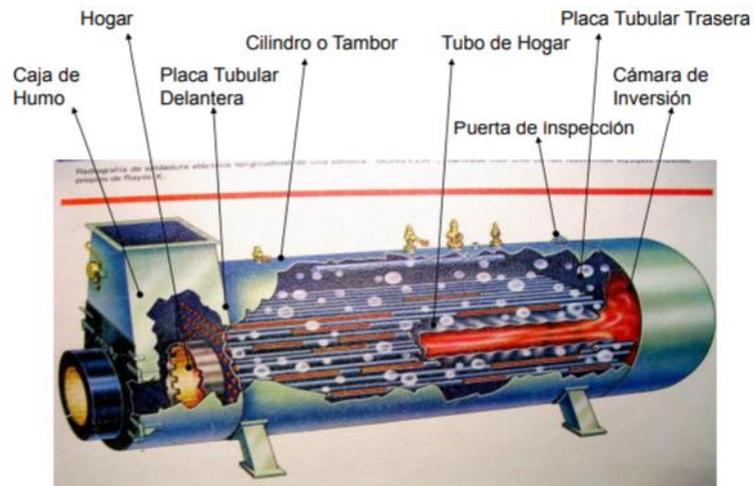


Figura 3 Calderas pirotubulares

Fuente. (Kohan, 2016)

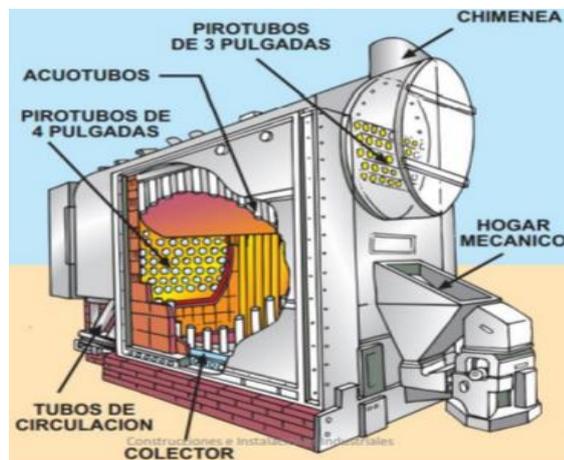


Figura 4 Calderas pirotubulares

Fuente. (Kohan, 2016)

Este tipo de caldera se caracteriza porque su construcción es sencilla; es fácil su inspección, reparación y limpieza; tienen gran peso; su puesta en marcha es lenta; y existe un gran peligro en caso de explosión o ruptura (Kohan, 2016).

2.4.1.2. Calderas acuotubulares o de tubos de agua

Este tipo de caldera se caracteriza porque el agua se encuentra en el interior de los tubos en formación longitudinal y está diseñados así para incrementar el área de calefacción, además se diseñan para ubicarse en

forma inclinada, con esto el vapor con más temperatura, al momento de dirigirse a la parte superior y este ocasiona a su vez una nueva fuente de ingreso natural para que tengamos agua de una temperatura menor por debajo del sistema. (Duarte, Daniel, 2016).

La ignición de la flama de calor empieza a formarse en un conjunto de tubos los cuales ayudan a crear el espacio denominado cámara de combustión. En este modelo de equipo aguanta presiones más altas, su precio de compra es más caro, como desventajas tiene inconvenientes con depósitos excesivos en el lecho acuoso, e inferior inercia térmica (Duarte, Daniel, 2016).

Estos equipos cuando se utilizan en plantas generadoras de electricidad e instalaciones de fábricas, alcanzan con menor diámetro y mas pequeñas dimensiones una presión de trabajo superior (Duarte, Daniel, 2016).

Las calderas acuatubulares más modernas disponen de funciones operativas como:

- Refrigeración por agua
- Membrana impermeabilizante que inhibe la corrosión por azufre
- Bastidor sólido en acero
- Facilidad para instalar gatos hidráulicos en caso de movilización
- Protección exterior por galvanizado
- Drenajes para limpieza con agua
- Bases de tubo ranurados, para impedir fugas
- Supercalentadores con opción a un total drene (Babcock & Wikcox , 2017)

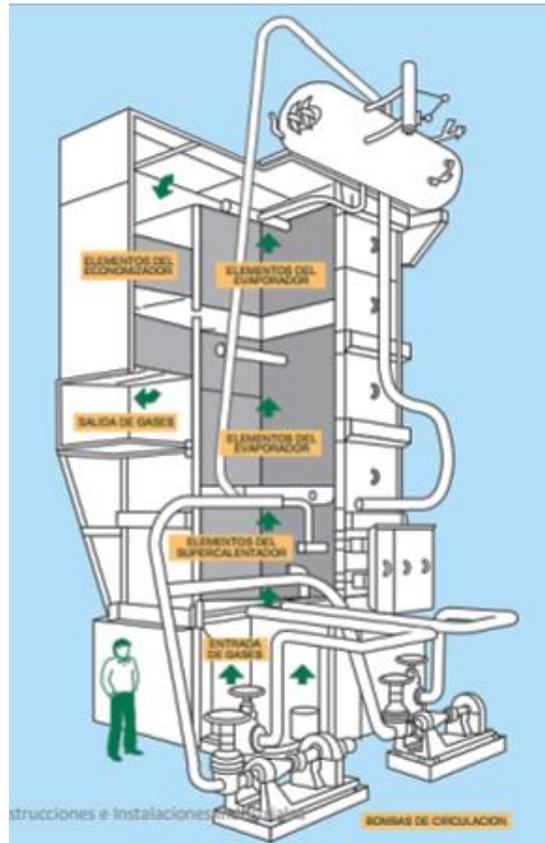


Figura 5 Calderas acuotubulares

Fuente. (Kohan, 2016)

Entre las principales ventajas de las calderas acuotubulares se destacan: Su bajo peso por unidad que facilita su ubicación, Volumen pequeño de agua en comparación con su capacidad de evaporación; puede ser operada rápidamente luego de su instalación; mayor seguridad para alcanzar presiones elevadas: no se caracterizan por ser explosivas (Absorsitem , 2014)

Como desventajas se puede citar que de acuerdo a Weber (2016), requieren una mayor inversión, por lo que en rangos inferiores a 100 bhp no ameritan. La presión y su tendencia de vaporización son incididas por la características de la combustión, por lo que se requiere instalar controles de presión precisos; requieren un mayor grado de tratamiento en el agua de alimentación, y su limpieza interna es más compleja (Burtnik, 2017),

2.4.2. Características de uso de agua y combustible

Tanto el agua como el combustible generalmente líquido, necesitan estar aptos antes de ser utilizados en las calderas, solo de esta manera será posible evitar contratiempos posteriores (Duarte, Daniel, 2016).

Alimentación de Combustible

El sistema que provee combustible al equipo es muy importante para los fines que se persiguen, que es la producción de vapor de agua, para ello, las calderas pueden quemar varios tipos de combustibles dependiendo de su diseño original (Duarte, Daniel, 2016), (Weber, 2016):

- Combustibles sólidos: Significa que pueden quemar leña, carbón o combustibles procedente de biomasa, como pellets, cáscara de almendra, hueso de oliva, u otros (Imacifp, 2014)
- Combustibles Líquidos: Estos presentan, condiciones superiores que los sólidos para servir como combustibles. Estos son obtenidos de la destilación del petróleo o de la hulla, siendo los utilizados, el kerosén, diesel, fuel-oil, alquitrán de hulla, y alquitrán de lignito (Duarte, Daniel, 2016).

Combustibles gaseosos: Son los que ofrecen condiciones más ventajosas para usarse en combustión, entre los más utilizados están el gas natural y el gas de alto horno (Duarte, Daniel, 2016).

Provisión de agua

La alimentación de agua para los calderos se realiza de varias formas, entre las que se cuentan: la red de abastecimiento (circuitos abiertos), bombas impulsoras, o mediante el principio de diferencia de densidades del agua (caliente y fría) (Duarte, Daniel, 2016).

El agua antes de ser utilizado en calderas tiene que estar libre de compuestos minerales por lo que la materia prima para el agua de las calderas (agua cruda) que inicialmente se toma de un río, o alguna fuente de agua

subterránea debe ser tratada. Primero se le aplican productos químicos como el sulfato de aluminio para separar o coagular los sólidos en suspensión, luego se la desmineraliza haciéndola pasar por intercambiadores iónicos y catiónicos, para finalmente someterla a un proceso de desaireación con la finalidad de eliminar la presencia de oxígeno dentro del agua (Flynn, 2015), (Duarte, Daniel, 2016).

2.4.3. Fuente de calentamiento

El fuego es una reacción química exotérmica entre una sustancia combustible (capaz de encender en determinadas condiciones); un comburente (como el oxígeno del aire) que requiere para su inicio de un aporte de calor (foco de ignición) y que genera una emisión lumínica, esta emisión se muestra como llamas con desprendimiento de humos, gases y otros productos volátiles. Actualmente también se considera un cuarto elemento conocido como reacción en cadena, que es un proceso mediante el cual progresa la reacción en el seno de la mezcla combustible-comburente (Rubio, 2004, págs. 181-182).

Representados de manera gráfica, estos elementos configuran el fenómeno de la combustión.

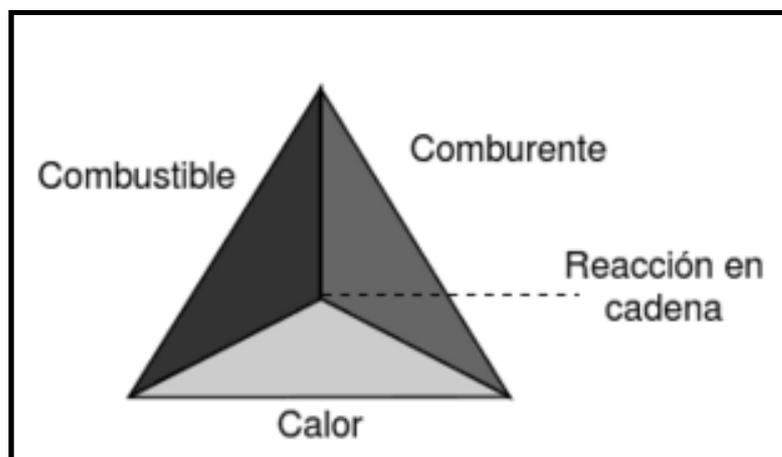


Figura 6 Tetraedro de fuego

Fuente: (Rubio, 2004, págs. 181-182)

Para que se genere un fuego deben estar presentes y conjugados, los cuatro elementos antes descritos.

Debido a que, de acuerdo con el tema planteado, en la empresa Rocnarf se utiliza diesel como combustible líquido para calderos, se define al combustible como cualquier material capaz de quemarse y liberar energía en forma de calor al reaccionar con el oxígeno, normalmente contenido en el aire (20,94%), produciéndose una transformación en su estructura química. Ello supone la liberación de una energía de su forma potencial a una forma. (Fenercom , 2012).

De acuerdo con su estado de agregación, los combustibles se clasifican en:

- *Combustibles sólidos:* son aquellos en las que sus moléculas presentan una gran cohesión entre sí, debido a que las fuerzas de atracción superan a las que originan los movimientos moleculares. Tiene como característica particular, el que mantienen una forma y volumen definidos (Rice, 2018). En ese estado se encuentran disponibles en la naturaleza (ej. la madera, el carbón).
- *Combustibles líquidos:* son aquellas sustancias en las que las fuerzas de los movimientos moleculares son lo suficientemente elevadas frente a las fuerzas de atracción, lo cual permite el movimiento de las moléculas entre sí, y es posible que estos fluyan y se adapten a la forma del recipiente que las contiene. No poseen una forma definida, aunque mantienen un volumen determinado (Rice, 2018)
- *Combustibles gaseosos:* son aquellas sustancias en las que las fuerzas resultantes de los movimientos moleculares son muy superiores a las fuerzas de atracción entre moléculas. Debido a ello, las moléculas de los gases se separan ocupando todo el espacio cerrado disponible en el recipiente que los contiene, caso contrario sino se encuentran en un espacio cerrado, se difunden a la atmósfera

(Fenercom , 2012). Debido a ello tiene forma y volumen variable ejerciendo presión sobre las paredes del recipiente que las contiene

Se puede indicar que las características específicas más importantes de los combustibles líquidos son: la densidad, viscosidad, punto de inflamación y punto de enturbiamiento.

Tabla 2 Características de los combustibles fósiles líquidos

Característica	Descripción
<i>Densidad:</i>	Los combustibles líquidos se comercializan en volumen, por lo que es importante conocer la densidad que tienen a temperatura ambiente. Las densidades de los combustibles más habituales son: Gasolinas: 0,60/0,70 gr/cc ³ Gasóleos (diésel): 0,825/0,880 gr/cc ³ Fuelóleos: 0,92/1 gr/cc ³ .
<i>Viscosidad:</i>	Mide la resistencia interna que presenta un fluido al desplazamiento de sus moléculas (viene del rozamiento de unas moléculas con otras). Puede ser absoluta o dinámica, o bien relativa o cinemática.
<i>Punto de inflamación:</i>	Es la temperatura mínima a la cual los vapores originados luego del calentamiento a una cierta velocidad de una muestra de combustible se inflaman cuando se ponen en contacto con una llama piloto.
<i>Punto de enturbiamiento:</i>	Es la temperatura mínima a la que sometiendo el combustible a un enfriamiento controlado se forman los primeros cristales de parafina, que son los de mayor punto de congelación y los más pesados y dificultan el fluir del combustible.

Fuente: (Fenercom , 2012)

2.4.3.1. Diesel

Cada refinería produce uno o dos grados de diésel (que se distinguen principalmente por su densidad y otras propiedades físicas). Por lo general, cada grado es una mezcla de tres a cinco componentes de mezcla producidos en la refinería. Como sucede con la gasolina, todos los grados de diésel se mezclan a partir del mismo conjunto de componentes de mezcla, pero con diferentes fórmulas (ICCT, 2011).

El Número de Cetano (NC) es tal vez el parámetro más importante para caracterizar un combustible que se emplea en un motor diésel y consiste en considerar el valor de temperatura alcanzado cuando se recupera el 50% de diésel condensado, luego de realizar la prueba (laboratorio) de destilación atmosférica, así como el valor de densidad, para luego trasladar esos dos valores a una curva patrón (Ribeiro, Pinto, Quintella, Da-Rocha, & Teixeira, 2007).

2.4.4. Características del agua de alimentación

Para asegurar que el agua de alimentación para su utilización en caldera sea la más óptima, se requiere cumplir los preceptos que mencionan las normas, bajo ciertos parámetros relacionados con el tratamiento del agua. Sin importar el tipo de caldera, los pasos del circuito del agua es el siguiente (Tirado, 2015).

La empresa receipta inicialmente el agua de alimentación, la cual es una parte de agua limpia, llamada agua de aportación, y otra parte de agua de retorno que se recicla como residuo correspondiente a los vapores condensados (Tirado, 2015). El estado del agua es verificado para comprobar que reúne las especificaciones exigidas para agua de alimentación de caldera.

Estas especificaciones son para hacer cumplir las condiciones físico-químicas que debe tener el agua, entre las que se destacan: pH, turbidez, presencia de Ca y Mg, nivel de O₂, entre otros parámetros.

Los principales problemas que pueden aparecer en la utilización de las calderas de vapor vienen motivados por los siguientes procesos: incrustaciones, y arrastres (Flynn, 2015).

La cristalización de las sales en disolución saturadas presentes en el agua de la caldera, se depositan sobre la superficie de calentamiento. Básicamente están constituidas por elementos cuya solubilidad decrece al aumentar la temperatura del agua como carbonato cálcico, sulfato cálcico, hidróxido cálcico y magnésico, y ciertos silicatos de calcio, de magnesio y de aluminio, entre otros (Fenercom , 2012).

Son peligrosas porque tienen una baja conductividad térmica en consecuencia inciden directamente en el rendimiento de las calderas sobrecalentando el metal, por lo que por prevención deben eliminarse, para tratarlas se puede emplear dispersantes, lavados químicos, o dilataciones y contracciones (Flynn, 2015).

La acción de corrosión es un fenómeno que agrede al metal cuando se encuentre en contacto con el ambiente, teniendo la tendencia de cambiar de estado metálico a otro con más estabilidad (Tirado, 2015); por ejemplo, el hierro es gradualmente disuelto por el agua y oxidado por el oxígeno que esta contiene, formándose productos de oxidación a base de óxidos de hierro.

Este proceso ocurre rápidamente en los equipos de transferencia de calor, como calderas de vapor, ya que las elevadas temperaturas, atmósfera corrosiva y sólidos disueltos acuosos en el agua generan el proceso; existen diversos tipos de corrosión: corrosión general, corrosión por oxígeno o pitting, corrosión cáustica, y corrosión por anhídrido carbónico (Kohan, 2016).

El arrastre de condensado tiene relación con el suministro de vapor húmedo relacionado a fallas del sistema mecánico o reacciones químicas; las de tipo mecánico se debe a maniobrar con niveles de agua altos; y los defectos químicos por el deficiente tratamiento del agua, en cuanto a valores

altos de alcalinidad, presencia de STD, en suspensión y sílice (Oelker, 2016).

En cuanto a las incrustaciones, se forman debido a los sólidos en suspensión que trae consigo el agua que recién ingresa, o de los aditivos; la conductividad térmica de estos compuestos es muy baja, lo que puede generar el fallo de metal por sobrecalentamiento al no refrigerarse adecuadamente. Cuando se eleva el nivel de sólidos en suspensión, los depósitos de lodos puede originar falsas lecturas en los sensores de control, como las sondas de nivel o de presión (Lipták, 2014).

Si no se ejecutan trabajos de mantenimiento para eliminar los depósitos de la caldera, después será más complicado, ya que afectan el rendimiento del equipo. Lo conveniente también es realizar purgas programadas vaciando una parte del agua de la caldera (Cardozo, 2010).

2.4.5. Tratamiento físico-químico del agua

Los tipos de tratamiento que generalmente se utilizan en función de los resultados que se busca obtener sobre el agua de aportación para calderas son: clarificación, desendurecimiento, descarbonatación, desmineralización y desgasificación (Mejía & Orozco, 2008).

Gran parte de las aguas de superficie utilizadas para aportación de una caldera de vapor, deben clarificarse antes de usarse normalmente, este tratamiento puede ser una simple filtración para retener sobre un soporte las materias minerales u orgánicas contenidas en el agua bruta; la retención de las materias en suspensión por el lecho filtrante produce el colmatado progresivo con disminución de la velocidad de filtración y aumento de la pérdida de carga; para prevenir inconvenientes, periódicamente se realiza una limpieza por lavado a contracorriente (Mejía & Orozco, 2008).

De acuerdo a la Fundación de la energía de Madrid, Fenercom (2012), el proceso de desendurecimiento por intercambio iónico busca eliminar toda la

dureza del agua sustituyendo las sales de calcio y magnesio por sales de sodio no incrustantes; para ello se emplean resinas de intercambio iónico en ciclo sodio (RNa_2) donde la movilidad de los iones sodio permite diversas reacciones.

Descarbonatación es un proceso que utiliza resinas carboxílicas, para eliminar la dureza bicarbonatada cálcica y magnésica (dureza temporal o TAC); las resinas carboxílicas tienen una forma $R-COOH$, el intercambio catiónico tiene lugar con los bicarbonatos, mientras que es imposible con los sulfatos y cloruros, que son aniones fuertes (Mejía & Orozco, 2008).

Desmineralización total por intercambio iónico, es un proceso mediante el cual se elimina todas las sales disueltas forzando el paso del agua a través de dos tipos diferentes de resinas de intercambio iónico: catiónica fuerte y aniónica fuerte.

Un desgasificador térmico es un proceso mediante el cual se elimina el oxígeno y el anhídrido carbónico disuelto en el agua de alimentación de las calderas para prevenir los problemas de corrosión que pudieran causar (Kohan, 2016).

2.4.6. Generación de vapor

La generación de vapor de agua es un proceso que se realiza cuando se transfiere calor como producto de la combustión que se desarrolla internamente en una caldera, hacia el agua que se encuentra dentro, aumentando su temperatura y presión y transformándola en vapor (Duarte, Daniel, 2016).

La caldera de vapor es un recipiente de metal apropiado con diseño para cierre hermético para producir vapor de agua bajo ciertas condiciones por sobre la presión atmosférica, luego de aplicar calor suficiente, producido por la combustión de un combustible (Burtnik, 2017)

$$\Delta U \rightarrow \delta Q \rightarrow \Delta h_{H_2O} \rightarrow \delta W_{Eje} \rightarrow \delta Q_{Lat.}$$

El equipo que nos genera vapor está constituido por un cilindro de metal y sus componentes que lo conforman, con el objetivo de convertir el agua de estado normal a un estado gaseoso para poder generar vapor, trabajando con temperaturas diferentes a las de nuestra atmósfera. (Kohan, 2016).

Las calderas o generadores de vapor son equipos que se usan para: obtener agua caliente para calefacción; generar vapor para uso industrial; mover turbinas con sistemas mecánicos; proporcionar vapor para intercambio de calor en procesos industriales; producir energía eléctrica, y otros (Duarte, Daniel, 2016).

Las calderas pueden clasificarse según diversos varios criterios (Schneider, 2017, pág. 11):

- Por su movilidad pueden ser fijas (estacionarias) o móviles (portátiles).
- Según la presión a la que trabajan:
 - baja presión, trabajan entre 0 a 2,5 kg/cm²(psi)
 - media presión, desde 2,5 hasta alcanzar 10 kg/cm²(psi)
 - Alta presión, desde 10 hasta 220 kg/cm²(psi)
 - Trabajo críticos de 200 kg/cm² (Duarte, Daniel, 2016).
- De acuerdo a su producción, de agua caliente o de vapor saturado o recalentado.
- En base a su ingreso de agua a la caldera, de circulación normal de trabajo, o de tipo forzada cuando el agua es direccionada o impulsada por una bomba.
- Por circulación del agua y de los gases por medio de la tubería, pueden ser piro-tubulares o acuotubulares. (Duarte, Daniel, 2016).

La zona de liberación de calor de la caldera se llama Hogar, y es donde el calor se transfiere al agua por el efecto de radiación, esta zona es crítica considerando la resistencia de los materiales (Burtnik, 2017).

El hogar de la caldera puede ser interior cuando se ubica dentro del recipiente metálico con paredes refrigeradas con agua alrededor, o exterior si se adapta su funcionamiento fuera del recipiente con refrigeración de paredes con agua de forma parcial o sin paredes (Burtnik, 2017)

En la zona tubular los vapores que se dispersan, como resultado de la combustión transfieren calor al agua principalmente por convección a medida que circulan por su circuito, dependiendo del tipo constructivo, los gases pueden circular por el interior o por el exterior de los tubos (Lipták, 2014). (Burtnik, 2017)

2.4.6.1. Marmita industrial

Es un equipo de la familia de las ollas que es utilizado en la industria alimenticia, farmacéutica y cosmética para calentar toda clase de productos líquidos y semilíquidos, y para preparar alimentos, jarabes, cremas, entre otros. Es un recipiente de metal cubierto con una tapa que queda totalmente ajustada (Lipták, 2014).

2.4.6.2. Marmita a vapor

Esta marmita utiliza un sistema de calentamiento que consiste una cámara de calentamiento llamada chaqueta de vapor, que rodea el recipiente donde se coloca el material que se desea calentar. El calentamiento se logra haciendo circular el vapor a cierta presión por la cámara de calefacción, en cuyo caso el vapor es suministrado por una caldera. Usualmente la marmita tiene forma semiesférica y puede estar provista de agitador mecánico y un sistema de volteo para facilitar la salida del producto (Jersa, 2017).



Figura 7 Marmita a vapor

Fuente: (Jersa, 2017)

Existe dos tipos de marmitas abierta o cerrada, en la abierta el producto es calentado a presión atmosférica, mientras que en la cerrada se emplea vacío. El uso de vacío facilita la extracción de aire del producto por procesar y permite hervirlo a temperaturas menores que las requeridas a presión atmosférica, lo que evita o reduce la degradación de aquellos componentes sensibles al calor, favoreciendo la conservación de las características organolépticas y nutritivas (Jersa, 2017).

2.4.6.3. Marmita a gas

Las marmitas a gas llevan quemador tipo atmosférico, automático, con sistema de seguridad de llama, encendido electrónico y ducto para la evacuación de gases. Incluyen controles de presión y como accesorios adicionales consta de un sistema de agitación: desde 20 hasta 180 rpm, un sistema de volcamiento para descarga de material y controles como manómetros, válvula de seguridad y registros para drenaje (Lipták, 2014).



Figura 8 Marmita a gas

Fuente: (Jersa, 2017)

2.4.6.4. Marmita eléctrica

Las marmitas eléctricas llevan una niquelina de alto poder, con sistema de seguridad, encendido electrónico y ducto para la evacuación de gases. Incluyen controles de presión y como accesorios adicionales consta de un sistema de agitación: desde 20 hasta 180 rpm, un sistema de volcamiento para descarga de material y controles como manómetros, válvula de seguridad y registros para drenaje (Jersa, 2017).



Figura 9 Marmita eléctrica

Fuente: (Jersa, 2017)

CAPÍTULO III CONCEPTO Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

En este capítulo se establece la metodología utilizada en el desarrollo del proyecto.

3.1. Diseño metodológico

Tal como se indicó inicialmente en el Capítulo 1, desde el enfoque de metodología científica, este trabajo se desarrolla como investigación analítica, documental, de campo y experimental, debido que tiene opción de aplicación práctica luego de analizar varias alternativas, para después sugerir la instalación del equipo y periféricos que reúna las condiciones ideales en base a la consideración de varios parámetros.

Para el diseño de la instalación de una caldera generadora de vapor con capacidad de producción de 2.200 litros de jarabe para el laboratorio Rocnarf se ha empleado la metodología técnica propuesta por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), que comprende cinco fases que pueden ser secuenciales, simultáneas o integradas, van desde la definición estratégica de diseño hasta el fin del proyecto (INTI, 2014).

El diseño de la propuesta establece aspectos formales, constructivos, utilitarios, semánticos y características del producto final que se quiere obtener con este proyecto. Para ello se debe cumplir las cinco Fases: *Definición estratégica*, la misma que comprende la recolección de información suficiente que sirva como base para tener una idea más clara del problema a resolver; *Diseño de Concepto*, que corresponde a la etapa donde se analizan los principales problemas detectados, las posibles alternativas de solución, para facilitar escoger las soluciones más factibles tanto desde el punto de vista técnico como económico; luego viene la Fase del *Diseño de detalle*, que es donde se concreta la solución en costos, cálculos y planos, dependiendo del caso. Finalmente vienen las fases de *Instalación* que es cuando se materializa el diseño; y pruebas de aprobación (Verificación y testeo).

A continuación se describe los procedimientos que se deben seguir para el caso de la caldera:

Fase 1. Definición Estratégica

En función de información de fuentes secundarias relacionadas al problema de la empresa ambiental y social en el país, y consulta con expertos, se plantea la estrategia para solucionar el problema y materializar la idea.

Todo diseño, montaje e instalación de plantas industriales, requieren la aplicación de los siguientes conceptos básicos:

- a. Nunca hacer nada en contra de la naturaleza
- b. Hacer las instalaciones en forma sencilla, todo aéreo, perfectamente soportadas y con fino acabado.

Cuando las cosas se hacen en contra de la naturaleza, se corre el riesgo de perder mucho dinero.

Si las instalaciones se desarrollan de forma compleja, como un laberinto y a causa de esto la operación no es eficiente, el rehacer las instalaciones costará mucho dinero.

Por ello la estrategia que se propone para el nuevo diseño es: ***Rehacer todo como debe ser, con el mínimo costo posible.***

Fase 2. Diseño de Concepto

Para conceptualizar el diseño, en primer lugar se ha analizado la instalación de la caldera generadora de vapor instalada en laboratorios Rocnarf, y actualmente la empresa utiliza en la producción de jarabes.

Las falencias que se han identificado son (Choez, 2018):

- Circuito de vapor **totalmente abierto**, botan el condensado, polucionando el entorno y desperdiciando energía térmica.
- La alimentación del agua de reposición al caldero es dura y a la temperatura ambiente
- El cuerpo del caldero vertical está **desnudo** y cubierto con una chapa metálica.
- En la chimenea vertical existe un codo radio largo, por lo que el hollín cae dentro del mismo horno y no se puede limpiar.
- La tubería de vapor está sub dimensionada y con escaso aislamiento térmico.
- El vapor se produce a 70 psi de presión y no a 120 psi como debería ser, por lo que para lograr las presiones requeridas por las marmitas, se debe emplear una estación reductora y así poder repartir la presión a las 3 marmitas.
- Para alimentar agua al caldero se emplea agua potable fría, cuando el agua que ingrese al caldero debería ser “agua blanda” a 100 °C para que genere 1034 lbs de vapor/hora.
- La alimentación de químicos debe ser automática y dosificada mediante una bomba apropiada.
- Las purgas del caldero deben realizarse a través de un tanque ecológico, enfriando el vapor “flash” con agua potable fría.

El concepto de diseño debe considerar todos los cambios requeridos y que se han detallado con anterioridad, con el fin de incrementar el número de lotes de producción “batchs” por día.

Para el diseño de la generadora de vapor para el laboratorio, se han tomado como referencia los requerimientos de vapor calculados por el software de ARMSTRONG, cuyos cálculos se adjuntan, asumiendo que cada lote de producción (batch) tome ½ hora.

Marmita de 1500 litros 613 lbs vapor/hora

Marmita de 650 litros 338 lbs vapor/hora

Marmita de 160 litros 83 lbs vapor/hora

TOTAL 1034 lbs de vapor requerido

BHP REQUERIDO = $1034/34.5 = 30$ BHP.

**BHP INSTALADO = $20 \times 34.5 = 690$ lbs de vapor/hora
(Teóricamente faltaría 33.26 % para trabajar en ½ hora/ lote
(batch)).**

Como actualmente el circuito de vapor es abierto y con tubería casi desnuda, y el agua de reposición es de 24 °C, el consumo de combustible se incrementa, la eficiencia total llega a máximo 40%, lo que significa que el costo de la producción actual es muy alto.

Con este diseño se busca alcanzar una eficiencia superior a 90%.

Para evaluar las diversas opciones de calderas y seleccionar la más adecuada, se ha empleado una matriz de priorización, que permite jerarquizar alternativas, y facilitar la toma de decisiones.

Los pasos para elaborarla son (Alteco Consultores, 2015):

- a. Identificar las opciones de calderos, en el presente caso se establecen tres opciones a evaluar.
- b. Definir los criterios de evaluación de acuerdo a las características requeridas en el proyecto.

A cada criterio se asigna pesos ponderados, si un criterio de evaluación es más importante que otro, tiene un valor de uno y si tienen la misma importancia cada uno tiene un valor de 0.5.

Se suma la calificación de los diversos criterios y al valor obtenido se suma 2 para corregir la ponderación, luego se obtiene el peso específico de cada criterio, dividiendo la calificación obtenida por cada uno para la suma total.

Con este principio se estructuró la siguiente matriz de pesos.

Tabla 3 *Matriz de pesos de criterios*

No	Criterio de evaluación	1	2	3	4	5	6	7	Σ	WF
1	Prestaciones	---	0,5	1	1	1	1	2	6,5	0,24
2	Costo del equipo	0,5	---	1	1	1	1	2	6,5	0,24
3	Garantía otorgada			---	1	1	1	2	5	0,19
4	Facilidad de instalación				---	1	1	2	4	0,15
5	Espacio ocupado y dimensiones					---	0,5	2	2,5	0,09
6	Mantenimiento					0,5	---	2	2,5	0,09
								$\Sigma =$	27	1,00

Fuente: Autor

La conceptualización de estos criterios de evaluación es:

- Prestaciones, respecto a la potencia que entrega, la presión de trabajo, capacidad de generación de vapor, tiempo de calentamiento y tipo de combustible. **Peso = 24%.**
- Costo del equipo. Valor monetario que laboratorio Rocnarf debe invertir en la adquisición e instalación de la caldera generadora de vapor con capacidad de producción de 2.200 litros de jarabe. **Peso = 24%.**
- Garantía otorgada. Período de duración de la garantía; condiciones y especificaciones que debe cumplir laboratorios Rocnarf para que el equipo generador de vapor disfrute de la garantía; alcance de la cobertura: integral, parcial, sobre las piezas o elementos; condiciones no cubiertas como: deficiencias en la instalación, suministro de electricidad, calidad de los combustibles, entre otras causas de fuerza mayor. **Peso = 19%.**
- Facilidad de instalación. Nivel de complejidad que existe en la instalación del equipo adquirido. **Peso = 15%.**
- Dimensiones. Peso y dimensiones del equipo que inciden en su

transporte, manipulación y ensamblaje. **Peso = 9%**.

- **Mantenimiento.** Costo y dificultad de las operaciones y cuidados necesarios para que el equipo y las instalaciones periféricas puedan seguir funcionando adecuadamente. **Peso = 9%**.

c. Comparar las opciones entre sí, para ello se califica cada criterio de 1 a 5 en función del cumplimiento que permite cada opción, empleando la siguiente escala.

Tabla 4 *Escala de calificación de criterios en las diversas opciones*

Valor	Interpretación
1	La opción cumple el criterio a nivel muy bajo
2	La opción cumple el criterio a nivel bajo
3	La opción no cumple el criterio a nivel medio
4	La opción no cumple el criterio a nivel alto
5	La opción no cumple el criterio a nivel muy alto

Fuente: Autor

Las opciones a comparar son:

a. Caldera de Vapor Xinxiang Xinda Modelo LHS0.5-0.7-Y



Figura 10 Caldera de Vapor Xinda

Fuente: (Xinda Energy Equipment, 2019)

Origen: China

Tiempo de entrega: 2 semanas y 4 de transporte = 6 semanas

Precio: 22.000 dólares

Combustible: diesel

Capacidad de vapor: 500 kg/hora

Rango de presión: 0.7 Mpa

Temperatura de vapor 170.4°C

Valor calórico neto: 42000 Kj / kg

Consumo de combustible: 25 kg / hora

Eficiencia: 94%

Potencia total: 2.7KW

Tiempo de calentamiento: 20 minutos

Dimensiones: (Largo, Alto, Ancho) 1524*1454*2070mm

Peso: 1.65 ton

Características:

- Control de combustión, alimentación de agua, programas ejecutados y demás procesos son completamente automáticos.

- Caldera de vapor de tubo de fuego de tres pasadas
- Equipada con un quemador de alto rendimiento y técnicas avanzadas.
- Segura y confiable, estructura compacta, operación simple, fácil instalación, alta eficiencia, menos contaminación y ruido.

Garantía: 5 años

b. Caldera de Vapor Thermocon HRSG



Figura 11 Caldera de Vapor Thermocon HRSG

Fuente: (Thermocon HRSG, 2019)

Origen: Ecuador

Tiempo de entrega: 10 a 12 semanas

Precio: 46.230 dólares + IVA

Combustible: diesel

Capacidad de vapor: 500 kg/hora

Rango de presión: 0.7 Mpa

Temperatura de trabajo: 120°C

Consumo de combustible: 26 kg / hora

Eficiencia: 90%

Potencia total: 2.7KW

Tiempo de calentamiento: 20 minutos

Dimensiones: (Largo, Alto, Ancho) 1650*1550*2250mm

Peso: 1.80 ton

Características:

- Control de combustión y alimentación de agua automáticos.
- Caldera de vapor de tubo de fuego de tres pasadas
- Operación simple, fácil instalación, poco ruido.

Garantía: 5 años

c. Caldera CALSER Eléctrica de alta eficiencia MODELO GP 215/5 ECO



Figura 12. Caldera de Vapor Calser Eléctrica MODELO GP 215/5 ECO

Fuente: (Calser, 2019)

Origen: Ecuador

Tiempo de entrega: 10 a 12 semanas

Precio: 49.600 dólares + IVA

Combustible: electricidad 220 V trifásica

Capacidad de vapor: 500 kg/hora

Rango de presión: 5,5BAR /80PSI

Temperatura de trabajo: 110°C

Temperatura de agua de red: 20°C

Consumo de combustible: 26 kg / hora

Eficiencia: 90%

Potencia total: 2.7KW

Tiempo de calentamiento: 25 minutos

Dimensiones: (Largo, Alto, Ancho) 1650*1550*2250mm

Peso: 1.80 ton

Características:

- Control de combustión y alimentación de agua automáticos.
- Operación simple, fácil instalación, poco ruido.

Garantía: 5 años

- d. Seleccionar la mejor opción. Se compara cada una de las opciones sobre la base de la combinación de criterios, para obtener la calificación ponderada de cada opción se multiplica el peso de criterio por el valor de calificación de cada opción. La opción seleccionada es la que logra la valoración total más alta

Tabla 5 Valoración de alternativas

Parámetros	Peso de factores	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Calific.	Valor	Calific.	Valor	Calific.	Valor
Prestaciones	0,24	10	2,41	10	2,41	8	1,93
Costo del equipo	0,24	10	2,41	8	1,93	8	1,93
Garantía otorgada	0,19	9	1,67	9	1,67	9	1,67
Facilidad de instalación	0,15	8	1,19	8	1,19	9	1,33
Espacio ocupado y dimensiones	0,09	9	0,83	9	0,83	9	0,83
Mantenimiento	0,09	9	0,83	9	0,83	8	0,74
TOTAL			9,33		8,85		8,43

Fuente: Autor

Después de haber efectuado el análisis, se determina que cada una de las alternativas difiere de la otra en aproximadamente en 0.5 puntos, por lo que las tres opciones son adecuadas, sin embargo, la que presenta mayores ventajas es la alternativa N°1 **Caldera de Vapor Xinxiang Xinda Modelo**

LHS0.5-0.7-Y, ya que cuenta con todas las características requeridas.

Fase 3. Diseño de Detalle

En esta fase, que se desarrolla en el capítulo 4, se comprueba el cumplimiento de las especificaciones de diseño para pasar al montaje, se verifican características técnicas y de ensamblado.

Para el diseño a detalle se han seguido los siguientes pasos:

- a. Especificaciones del diseño.
- b. Planos Técnicos.
- c. Secuencia de armado.
- d. Relación del sistema con el usuario.

Fase 4. Instalación

En esta fase, que igualmente se desarrolla en el capítulo 4 del documento, se materializa el diseño y comprende:

- a. Materiales y mano de obra.
- b. Costos.

Fase 5. Verificación y testeo

En esta fase se verifica y testea el diseño, lo que permite establecer si el diseño es fiable, eficiente, y cubre las necesidades y expectativas de la empresa.

CAPITULO IV DISEÑO A DETALLE

4.1. Generalidades

Siguiendo la metodología técnica, de acuerdo con el tema planteado y cumpliendo los objetivos de investigación de las cinco fases sugeridas, se cumplen tres de las cinco fases. La primera con toda la información teórica relacionada con la producción de jarabes medicinales de manera general y tomando como referencia a Rocnarf como empresa beneficiaria. La segunda Fase *Diseño de Concepto*, donde se analizaron los principales problemas detectados, que fundamentalmente se relacionan con la deficiente capacidad de producción de vapor de la caldera actualmente en operación, y en base a matrices que permitieron un análisis comparativo se escogió la *Caldera de Vapor Xinxiang Xinda Modelo LHS0.5-0.7-Y*, ya que es la mejor opción que se acerca a los requerimientos de Rocnarf, tanto desde el punto de vista técnico como económico.

En este capítulo se cumple la Fase del Diseño de detalle, que es donde se concreta la solución en costos, cálculos y planos, es decir, se establece el diseño mecánico y eléctrico de la caldera de tal forma que cumpla los requerimientos actuales de producción de jarabes con costos óptimos, para dejar como una propuesta teórica a consideración de los personeros de la empresa Rocnarf para su aplicación a futuro. En esta investigación no se cumplen las Fases de Instalación y testeo, que corresponde a las instrucciones del fabricante para su correcta instalación una vez adquirido el equipo.

4.2. Diseño mecánico

El diseño mecánico del nuevo sistema generador de vapor y distribución con caldero para laboratorios Rocnarf, ha considerado los cambios necesarios para incrementar el número de lotes de producción “batches” por día, presenta las especificaciones siguientes en los diversos

elementos que componen el sistema.

Tabla 6. Especificaciones de los elementos del sistema generador de vapor

Ítem	Descripción
A	CALDERO VERTICAL DE 30 BHP
1	El nuevo caldero se desnuda, sacando el aislamiento térmico, para trasladarlo con todos sus periféricos, al laboratorio, en forma horizontal
2	Liberación del caldero viejo de sus instalaciones, incluidos sus equipos periféricos actuales y su chimenea. Moverlo y prepararlo para bajarlo a la calle, utilizando la misma grúa que se contratará para realizar las maniobras de bajar y subir, Preparar las bases y soportes del caldero chino y los nuevos equipos periféricos.
3	En la sala del caldero, liberar los dos compresores para cambiarlos de posición y así lograr mayor espacio para colocar el nuevo caldero con sus nuevos equipos periféricos, incluida la nueva chimenea. Cuando se termine la instalación de la sala, se vuelven a instalar los compresores.
4	Previo a colocar la nueva caldera en el sitio, se realizan trabajos provisionales para que los calderos puedan deslizarse libremente y colocar sus cuerpos en posición de carga y descarga fácil. Una vez lista la infraestructura metálica provisional, se procede a bajar el caldero viejo y a colocar el caldero nuevo desnudo en forma vertical sobre su nueva base metálica. Se Instala nuevamente el aislamiento térmico forrado con la misma plancha metálica del caldero nuevo.
5	Ensamblar el caldero nuevo e instalar todos los componentes pegados al domo que llegan aparte.
6	El tramo de chimenea se utiliza en el desarrollo de nueva, la misma que será instalada con su "rain cap" y su sombrero sobre la brida respectiva que se instala en la parte superior del caldero nuevo.
B	QUEMADOR Y COMPONENTES ASOCIADOS
7	Se Instala el tanque de uso diario (TDU), que llega con el caldero de 30 BHP, acondicionado de acuerdo a las especificaciones. También se cambia la forma de la instalación de la tubería de 1/2" con su filtro de decantación correspondiente.

8	Se Instala un tanque de recepción de combustible vertical de 60 galones, en la zona seleccionada, utilizando la misma bomba con accionamiento automático para su transferencia al TUD.
EQUIPOS PERIFÉRICOS QUE FORMAN LA SALA DEL CALDERO	
C	TANQUE DE AGUA DE ALIMENTACIÓN DE 60 GALONES A 100 °C
9	Para alimentar agua al caldero a 100 °C y disminuir el consumo de diesel, se requiere instalar un nuevo tanque horizontal, de 1,50 m de alto, para evitar la cavitación de la bomba multi etapa de 30 galones de capacidad (Mirar el diseño), es necesario cambiar las instalaciones de alimentación de agua blanda al nuevo caldero.
D	ABLANDADOR DE AGUA
10	Instalar el nuevo ablandador de agua, de 3 pies ³ con regeneración automática, con su correspondiente tanque de sal muera. A futuro es recomendable instalar otro ablandador, para no interrumpir el suministro de agua blanda, cuando el único ablandador esté en la etapa de regeneración.
E	DOSIFICADOR DE QUÍMICOS
11	Al arrancar la bomba de alimentación de agua al caldero, en paralelo debe arrancar la bomba dosificadora de químicos, regulada a las necesidades del caldero. La dosificación debe regularse cuando esté en pleno funcionamiento la planta.
F	TANQUE DE PURGAS ECOLOGICO
12	Se requiere purgar periódicamente la masa de agua del fondo del caldero y de la superficie, para eliminar impurezas y precipitaciones producto de las reacciones químicas que se forman. Esta agua contaminada dentro del domo, tiene la misma presión del vapor. Al abrir la válvula de purga, las partículas de agua que están bajo presión, salen a la presión atmosférica, se sobrecalientan transformándose en gas que al salir a una alta velocidad, provoca una contaminación al entorno. El objeto de este tanque ecológico, es evitar la contaminación atmosférica, porque se queda atrapada en la masa de agua potable fría que contiene en su interior este tanque, motivo por el cual, es llamado "blowoff"
G	ALIMENTACIÓN DE VAPOR EN LA SALA DEL CALDERO

13	Se instala un distribuidor de vapor en la sala del caldero, el mismo que tiene: 1.- Válvula de 2" para recibir el vapor del caldero. 2.- 1 Válvula de 3/4" para el vapor de calentamiento del agua de alimentación a 100 °C al caldero. 3.- 1 Válvula de 1" que va a la planta baja actual. 4.- 1 Válvula de 2" para llevar vapor a la sala de las marmitas
H	DISTRIBUICION DE VAPOR EN LA SALA DE MARMITAS
14	Se instala un distribuidor de vapor a la presión del caldero (120 psi), el mismo que también servirá para recoger el condensado que se forma al andar. Además este barrilete colector, eliminará el contenido de aire que viene con el vapor.
15	Se instalan dos válvulas reductoras de presión de 120 a 75 psi la una, para alimentar vapor a la marmita de 1500 litros y la otra válvula reductora de 120 a 30 psi, para alimentar a las marmitas de calentamiento de agua de 650 litros y 160 litros respectivamente, con todos los accesorios indicados en las especificaciones.
I	TANQUE DE CONDENSADOS
16	Se instala también en esta sala un tanque de condensados, para colectar aquellos provenientes de las marmitas. Se instala una bomba de alta temperatura, que recibe la señal emitida por electrodos sensores de arranque y parada en forma automática. Esta bomba retorna el condensado al caldero y cierra el circuito de vapor, para que no haya desperdicio de energía y agua, logrando un incremento considerable de la eficiencia total del sistema de generación de vapor del laboratorio.
17	BASES, SOPORTES, PINTURA y ACABADO ANTICORROSIVO
18	 AISLAMIENTO TÉRMICO DEL SISTEMA, CON PLANCHAS DE ACERO INOXIDABLE, EN TODA LA ZONA DE LAS MARMITAS
19	SISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL

Fuente. (Choez, 2019)

4.2.1. Cálculos

Para el diseño de la generadora de vapor para el laboratorio, se han tomado como referencia los requerimientos de vapor calculados por el

software de ARMSTRONG, asumiendo que cada lote de producción (batch) tome ½ hora.

Marmita de 1500 litros 613 lbs vapor/hora

Marmita de 650 litros 338 lbs vapor/hora

Marmita de 160 litros 83 lbs vapor/hora

TOTAL 1034 lbs de vapor requerido

BHP requerido = $1034/34.5 = 30$ BHP.

Capacidad instalada = $500\text{KG} * 2,2 = 1.1000$ lb de vapor/hora¹

BHP instalado = $1.100/34,5 = 31,88$ BHP.

Se observa que el nuevo sistema de generación de vapor tiene capacidad instalada para cubrir hasta 106,26% de la demanda de vapor que tiene el proceso productivo de jarabes de Laboratorios Rocnarf.

4.2.2. Planos

Los planos que ilustran el diseño del nuevo sistema generador de vapor para Laboratorios Rocnarf son.

¹ Especificaciones técnicas de la Caldera de Vapor Xinxiang Xinda Modelo LHS0.5-0.7-Y, disponibles en el capítulo 3 del documento.

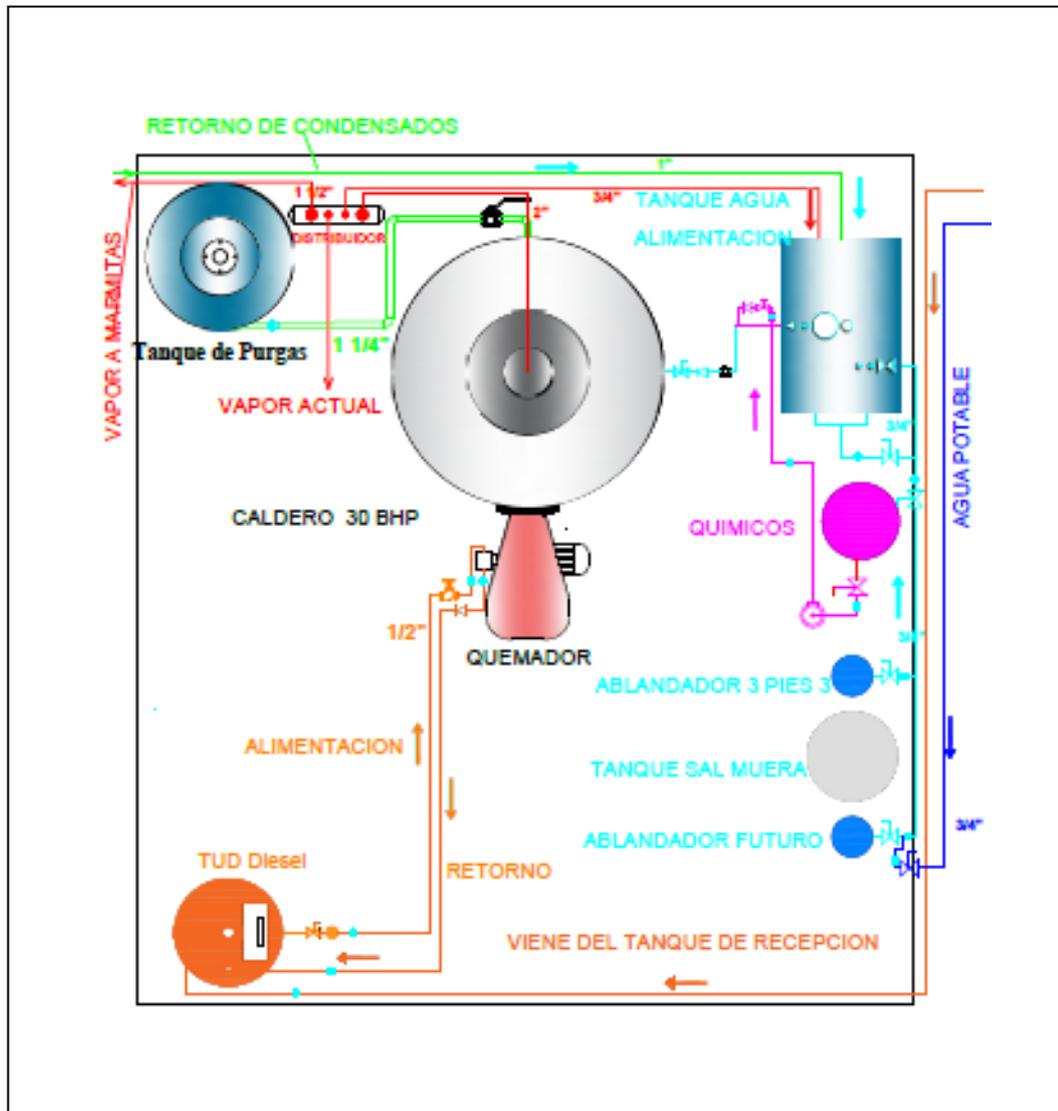


Figura 13. Esquema de funcionamiento del nuevo sistema en base a la caldera de Vapor Xinxiang Xinda Modelo LHS0.5-0.7-Y

Fuente. (Choez, 2019)

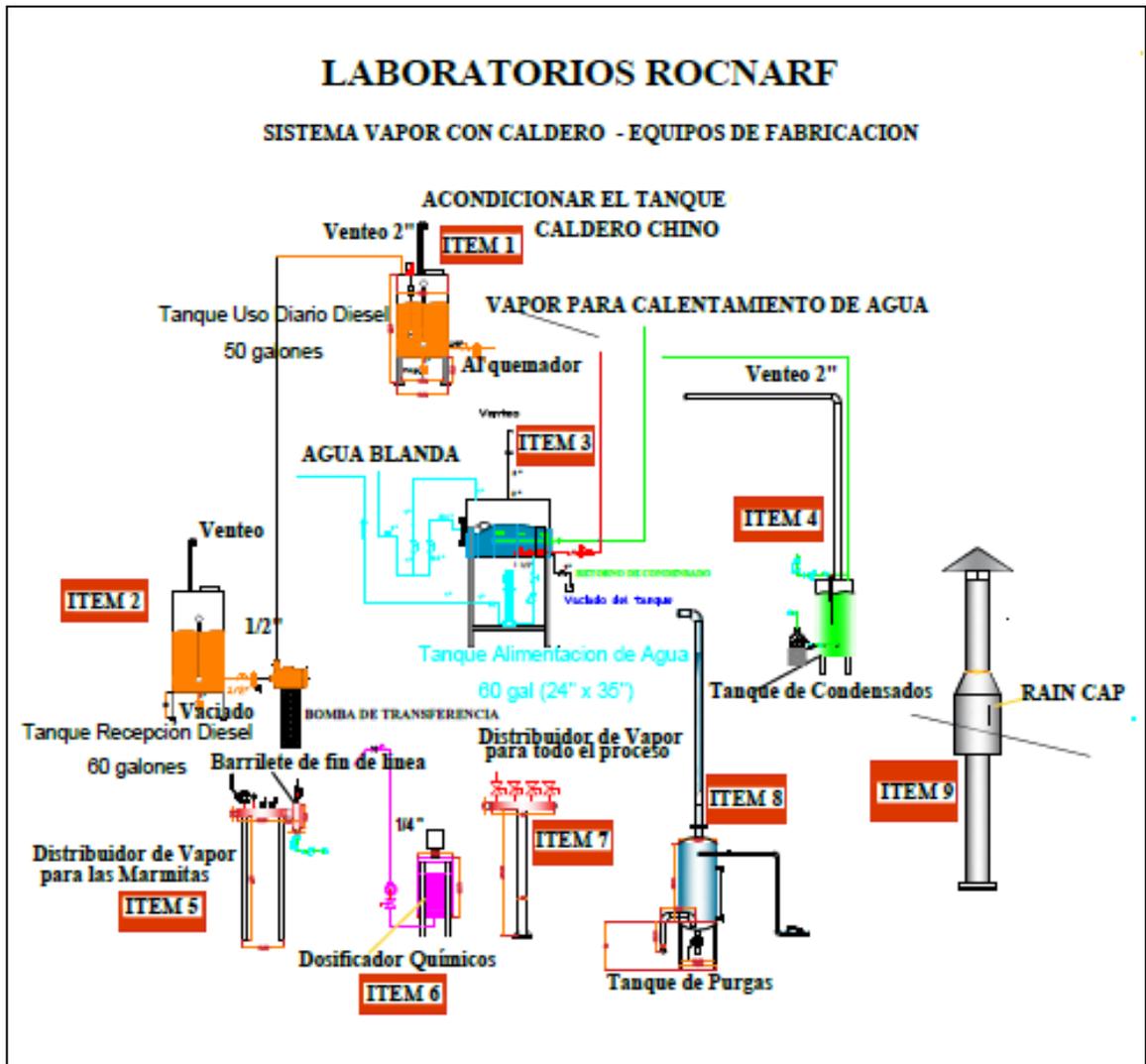


Figura 14. Plano de los componentes de fabricación del sistema de generación de vapor para Laboratorios Rocnarf

Fuente. (Choez, 2019)

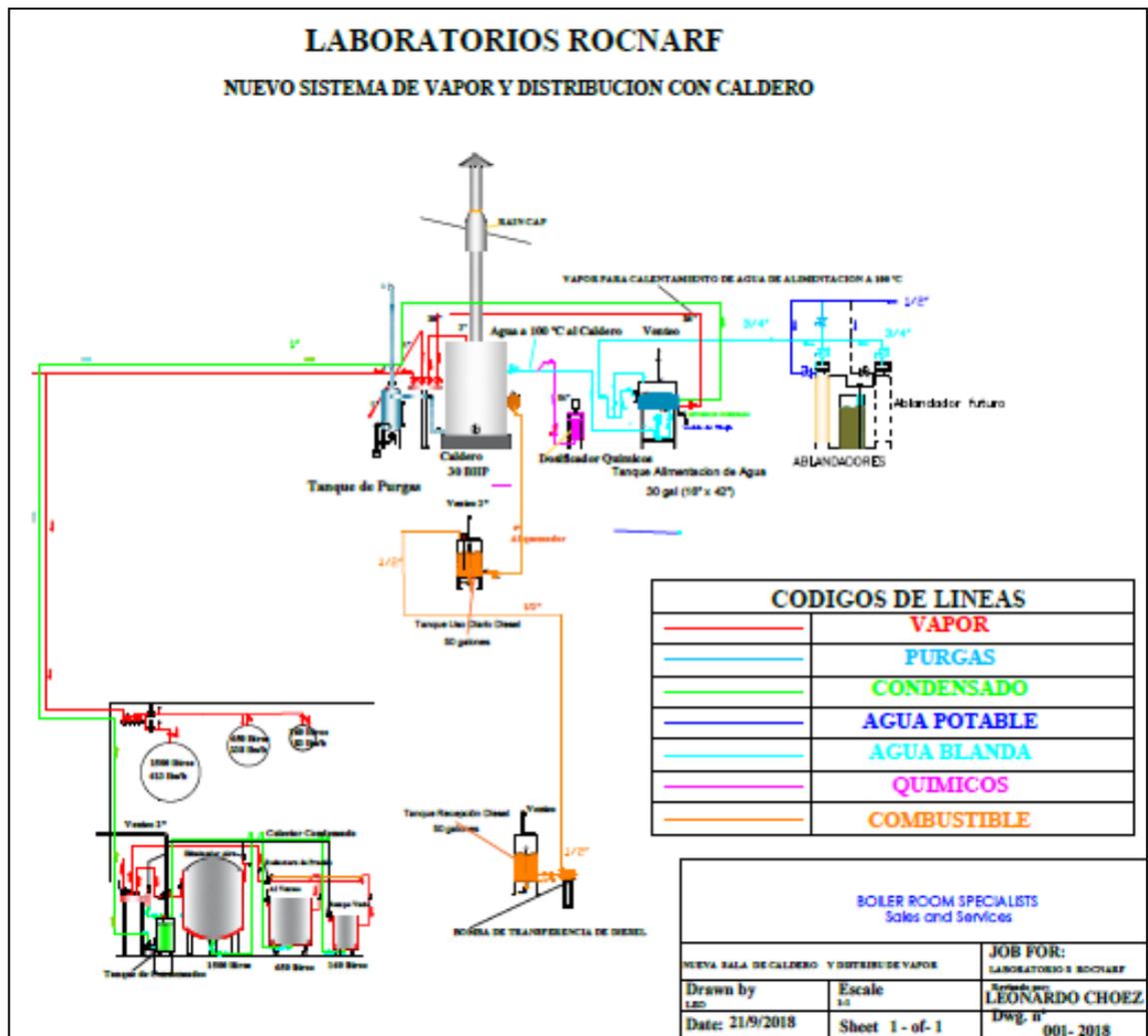


Figura 15. Plano del sistema generador de vapor, con detalle del flujo de fluidos líquidos.
Fuente. (Choez, 2019)

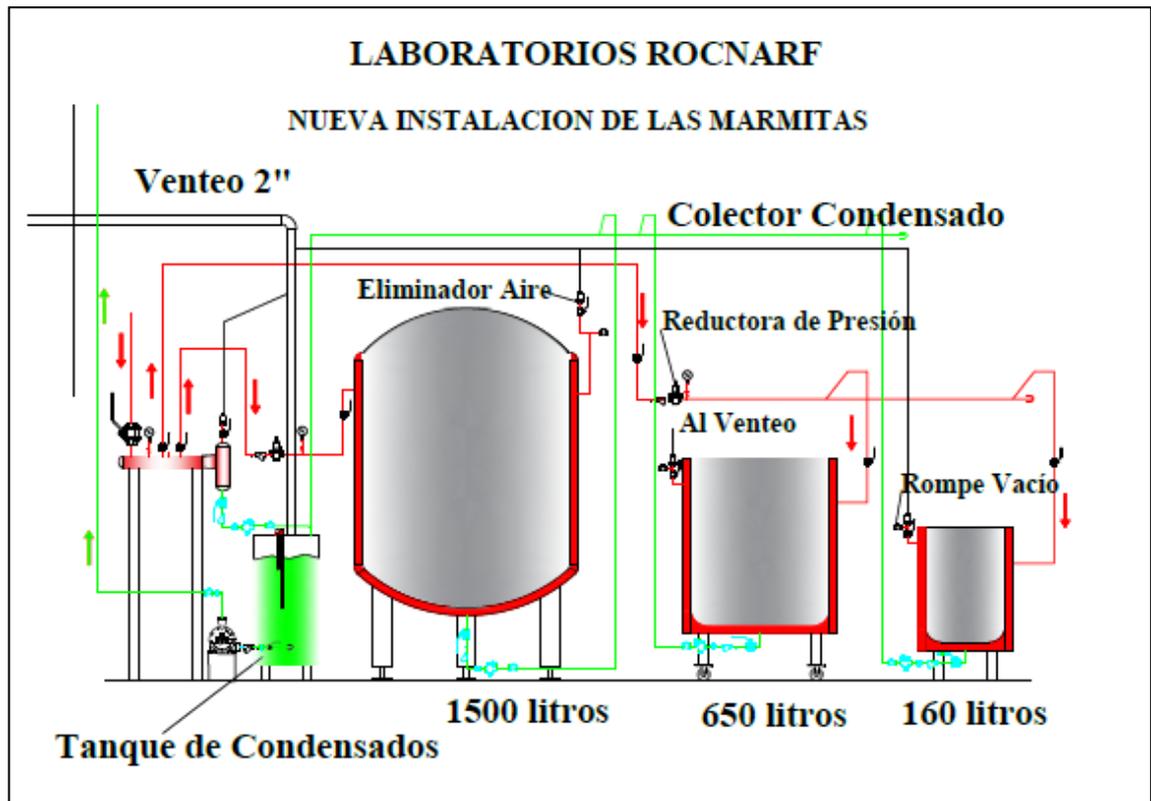


Figura 16. Esquema de alimentación de las marmitas en el nuevo sistema.

Fuente. (Choez, 2019)

4.3. Diseño de sistema eléctrico

El diseño eléctrico se ha desarrollado con el fin de soportar la carga eléctrica generada por los diversos componentes del nuevo sistema de generación de vapor en Laboratorios Rocnarf.

4.3.1. Cálculos

Los cálculos del sistema eléctrico determinan las características del mismo y las especificaciones de sus componentes.

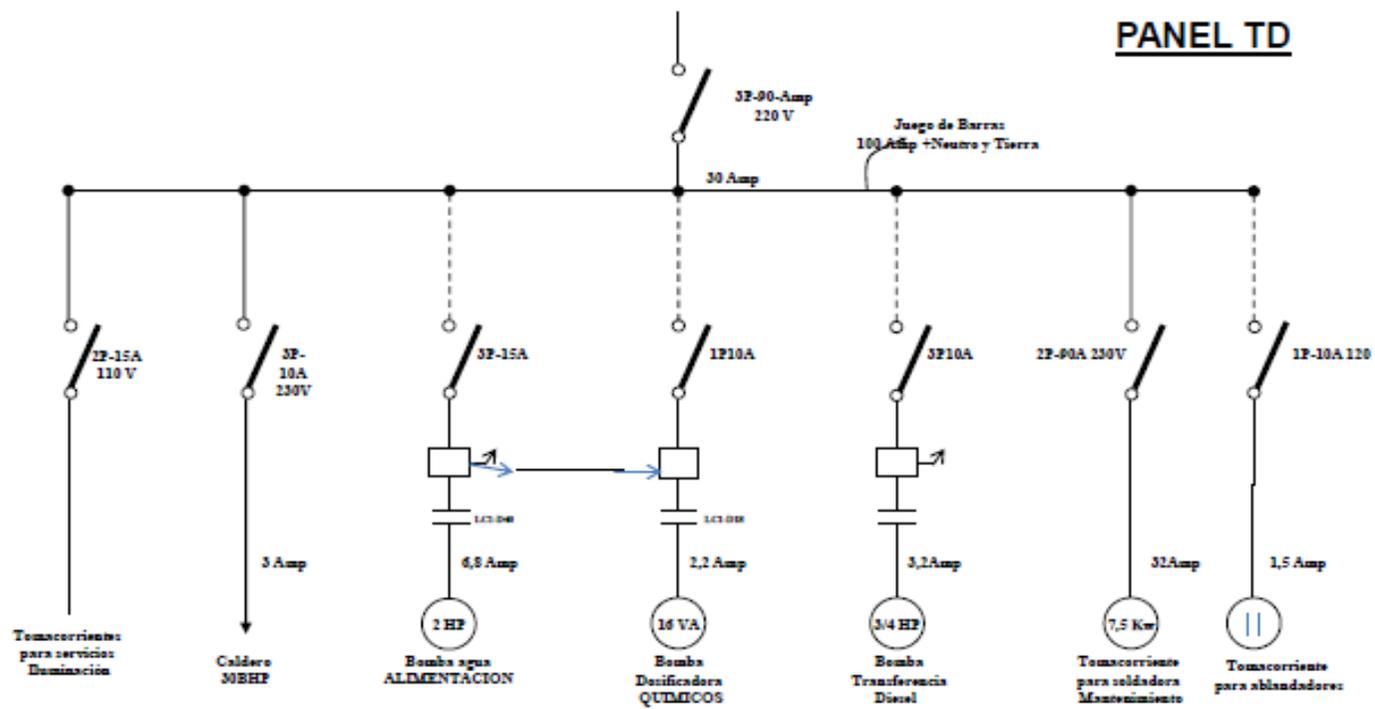
Tabla 7. Carga eléctrica de la nueva sala de caldero

CARGA	HP	KW	VOLTS	AMPS	Fases	Hz	RPM
Caldero 30 BHP 150 psi	2,000	1,500	380	2,90	3	50	2840
Transferencia del diesel Siemens	0,750	0,750	220	3,20	3	60	1650
Bomba Agua de alimentación Shimge	2,000	1,500	380	2,90	3	50	2840
Módulo dosificador de químicos	0,021	0,016	120	2,20	1	60	450
Agitador de químicos	0,333	0,160	115/230	6,60	1	60	1720
Bomba de Condensados	1,500	1,100	220/440	4,08	3	60	3440
Total	6,604	5,026		21,88			

Fuente. (Choez, 2019)

4.3.2. Planos

Los planos que esquematizan el sistema eléctrico requerido son.



Nota: Los motores de la bomba de agua de alimentación al Caldero debe trabajar en forma simultanea con la dosificadora de quimicos

PANEL TD (Panel Principal)		JOB FOR: LABORATORIO ROCNARF
Drawn by: LEONARDO CHOEZ	Escala: None	Revisado por: LEONARDO CHOEZ
Date: Diciembre 2 2018	Sheet 1	Dwg.-No. 1

Figura 17. Esquema del panel eléctrico de la sala de caldera

Fuente. (Choez, 2019)

4.4. Inversión

La inversión asociada a este proyecto está constituida por la Caldera de Vapor Xinxiang Xinda Modelo LHS0.5-0.7-Y de origen china cuyo valor es 22.000 dólares incluido los costos de importación y Ad Valorem; los materiales para la instalación de la caldera y equipos periféricos y la mano de obra empleada.

El detalle de estos valores es.

Tabla 8. *Detalle de la inversión en materiales por rubros*

LISTA DE MATERIALES POR RUBRO				
	A.- CALDERO VERTICAL DE 30 BHP	Qt	P.U	TOTAL
	REGLON 1.-			
	Traslado del caldero desde la bodega			
1	Discos de desbaste	1	\$ 4,50	\$ 4,50
2	Discos de corte	1	\$ 5,25	\$ 5,25
			Renglón 1	\$ 9,75
	REGLON 2.-			
	Liberación del caldero viejo de las instalaciones			
3	Cabos para sujeción y movimiento	4	\$ 29,00	\$ 116,00
4	Discos de corte 7"	4	\$ 7,50	\$ 30,00
5	Plancha A36 de 2,44 x 1,22 m x 4 mm	2	\$ 90,00	\$ 180,00
	Canal C de 50 x 100 x 50 x 4 mm	3	\$ 53,37	\$ 160,11
			Renglón 2	\$ 486,11
	REGLON 3.-			
	Desarmar los compresores para moverlos			
6	Pernos de anclaje de 1/2" x 3"	8	\$ 1,65	\$ 13,20
7	Tubo cédula 40 1" y sus accesorios para aire comprimido	2	\$ 45,00	\$ 90,00
			Renglón 3	\$ 103,20
	REGLON 4.-			
	Trabajos auxiliares provisionales para mover calderos			
8	Tubos de 3" para deslizar los cuerpos	2	\$ 92,00	\$ 184,00
9	Estructura para instalar tecles de 2 toneladas	1	\$ 120,00	\$ 120,00
10	Hierros en ángulo de 2" x 4 mm	2	\$ 32,00	\$ 64,00
			Renglón 4	\$ 368,00
	REGLON 5.-			
	Ensamblar el caldero , con todos sus componentes			
11	Empaque grafitado con alma de acero, plancha	1	\$ 204,00	\$ 204,00
12	Rollos de teflón de alta densidad	24	\$ 3,00	\$ 72,00
13	Tubo ced 40 de 1"	2	\$ 26,50	\$ 53,00
14	Nudos negros de 1"	3	\$ 4,00	\$ 12,00
15	Bushing negro de 1" x 1/2"	2	\$ 1,50	\$ 3,00
16	Tubo cedula 40 de 1/2"	1	\$ 20,00	\$ 20,00
17	Válvula de bola de 1/2"x150 lbs vapor	1	\$ 36,00	\$ 36,00

LISTA DE MATERIALES POR RUBRO				
18	Válvula de bola de 1/4" x 150 lbs vapor	2	\$ 22,00	\$ 44,00
19	Nudos negros de 1/2"	2	\$ 1,80	\$ 3,60
20	Tubo cédula 40 de 1"	2	\$ 31,25	\$ 62,50
21	Codos negros de 1" x 90°	6	\$ 2,50	\$ 15,00
22	Nudos negros de 1" x 150 lbs	6	\$ 4,00	\$ 24,00
23	Tee negra de 1/2"	3	\$ 0,60	\$ 1,80
24	Tapones machos de 1/2"	2	\$ 0,75	\$ 1,50
25	Bushing negro de 1/2" x 1/4"	2	\$ 0,55	\$ 1,10
26	Nudos negros de 1/4"	2	\$ 0,70	\$ 1,40
27	Codos negros de 1/2" x 90°	3	\$ 0,80	\$ 2,40
28	Tubo cédula 40 de 1/4"	1	\$ 18,00	\$ 18,00
29	Codos negros de 1/4" x 90°	1	\$ 0,50	\$ 0,50
			Renglón 5	\$ 575,80
	REGLON 6.-			
	Nueva Chimenea			
30	Pernos de 3/8 x 1 con tuerca	18	\$ 0,65	\$ 11,70
31	Rollo de chova impermeabilizante	1	\$ 120,00	\$ 120,00
			Renglón 6	\$ 131,70
	B.- QUEMADOR Y SUS COMPONENTES ASOCIADOS			
	REGLON 7.-			
	Instalar nuevo tanque de uso diario de diesel de 50 galones			
44	Válvula de bola de 1/2"x150 lbs	1	\$ 25,00	\$ 25,00
45	Manguera flexible con terminales de 1/4" para diésel	2	\$ 45,00	\$ 90,00
46	Válvula de bola de 1/4" x 150 lbs vapor	1	\$ 22,00	\$ 22,00
47	Manómetro de 0-400 psi, vertical de 2 1/2 dial	1	\$ 28,50	\$ 28,50
48	Rollos de teflón de alta densidad	6	\$ 3,00	\$ 18,00
49	Tubos cédula 40 de 1/2	4	\$ 20,00	\$ 80,00
50	Codos negros de 1/2" x 90°	6	\$ 0,80	\$ 4,80
51	Nudos negros de 1/2"	6	\$ 1,50	\$ 9,00
52	Tubo cedula 40 de 1 1/2 para venteo	1	\$ 44,62	\$ 44,62
53	Codo negro de 1 1/2" x 90°	1	\$ 2,25	\$ 2,25
54	Nudo negro de 1 1/2	1	\$ 5,60	\$ 5,60
55	Rollos de teflón de alta densidad	4	\$ 3,00	\$ 12,00
56	Control de nivel del diesel tipo magnetico o equivalente	1	\$ 250,00	\$ 250,00
57	Válvula de bola de 3/4 para vaciado	1	\$ 36,00	\$ 36,00
58	Tubo cedula 40 de 3/4	1	\$ 19,50	\$ 19,50
59	Codos de 3/4 x 90°	3	\$ 0,88	\$ 2,64
60	Nudos de 3/4	3	\$ 3,00	\$ 9,00
61	Válvula de bola 1/4 para drenaje del filtro	1	\$ 19,00	\$ 19,00
62	Válvula cheque de 1/2 x 150	1	\$ 49,00	\$ 49,00
			Renglón 7	\$ 726,91
	REGLON 8.-			
	Instalar un nuevo tanque de RECEPCION de diesel de 60 galones			
63	Tubos cédula 40 de 3/4	6	\$ 24,00	\$ 144,00
64	Codos negros de 3/4" x 90°	10	\$ 0,80	\$ 8,00
65	Nudos negros de 3/4"	6	\$ 1,50	\$ 9,00
66	Tubo cedula 40 de 1 1/2 para venteo	1	\$ 44,62	\$ 44,62

LISTA DE MATERIALES POR RUBRO				
67	Codo negro de 1 1/2" x 90°	1	\$ 2,25	\$ 2,25
67	Nudo negro de 1 1/2"	1	\$ 5,60	\$ 5,60
68	Válvulas de 3/4 de bola	2	\$ 36,00	\$ 72,00
69	Válvula cheque de 3/4"	1	\$ 65,00	\$ 65,00
70	Válvula de bola de 1/4 para drenaje del filtro	1	\$ 19,00	\$ 19,00
71	Filtro de decantación de 1/2"	1	\$ 250,00	\$ 250,00
			Renglón 8	\$ 619,47
	C.- EQUIPOS PERIFERICOS QUE FORMAN LA SALA			
	REGLON 9.-			
	Instalar el Tanque de Agua de Alimentación de 30 galones			
72	Tubos galv. 3/4"	4	\$ 25,00	\$ 100,00
73	Codos galv. ¾	10	\$ 1,12	\$ 11,20
74	Nudos galv ¾	10	\$ 2,77	\$ 27,70
75	Tee galv. ¾	1	\$ 0,91	\$ 0,91
76	Válvulas de bola de 3/4	3	\$ 36,00	\$ 108,00
77	Válvulas de bola de 1"	2	\$ 52,00	\$ 104,00
78	Válvula cheque de 1" x 150 lbs	2	\$ 85,00	\$ 170,00
79	Filtro Y para vapor de 1 1/2"	1	\$ 72,61	\$ 72,61
80	Nudo negro de 1 1/2"	1	\$ 5,60	\$ 5,60
81	Reducción de 1 1/2 x 1 1/4	1	\$ 2,90	\$ 2,90
82	Bushing de 1 1/4 x 1"	1	\$ 1,11	\$ 1,11
83	Válvula de bola de 1 1/4 para purga	1	\$ 84,00	\$ 84,00
84	Termometro horizontal 0-150 °C 3" dial	1	\$ 65,00	\$ 65,00
85	Aquastato Honeywell Honeywell L4008E1156 reset	1	\$ 284,00	\$ 284,00
86	Pozuelo Honeywell para aquatato	1	\$ 45,00	\$ 45,00
87	Válvula solnoide para vapor de 1/2" bobina 110 VAC	1	\$ 320,00	\$ 320,00
88	Bushing de 1 x 1/4	1	\$ 2,10	\$ 2,10
			Renglón 9	\$ 1.404,13
	D.- ABLANDADORES DE AGUA			
	REGLON 10.-			
	Instalar ablandador de 3 pies3 de resina listo para otro			
89	Válvulas de bola de 3/4	5	\$ 36,00	\$ 180,00
90	Tubos galv. 3/4"	1	\$ 21,00	\$ 21,00
91	Nudos galv. ¾	6	\$ 2,22	\$ 13,32
92	Codos galv de 3/4	6	\$ 0,82	\$ 4,92
93	Tee galv. de 3/4	3	\$ 0,91	\$ 2,73
94	Tubo PVC de 1/2	1	\$ 9,22	\$ 9,22
95	Tee PVC de 1/2	1	\$ 0,56	\$ 0,56
96	Nudos de PVC de 1/2	4	\$ 0,95	\$ 3,80
97	Codos de PVC de 1/2 x 90°	4	\$ 0,82	\$ 3,28
			Renglón 10	\$ 238,83
	E.- DOSIFICADOR DE QUIMICOS			
	REGLON 11.-			
	Modulo dosificador de químicos			
98	Tubo cédula 40 de 1/4" 6 m	2	\$ 18,00	\$ 36,00
99	Válvula cheque horizontal de 1/4"x 150 lbs	1	\$ 37,00	\$ 37,00
100	Válvula de bola de 1/4" x 150 lbs vapor	2	\$ 19,00	\$ 38,00

LISTA DE MATERIALES POR RUBRO				
101	Tee negra de 1"	4	\$ 0,40	\$ 1,60
102	Nudos negros de 1/4"	3	\$ 0,70	\$ 2,10
103	Codos negros de 1/4" x 90°	4	\$ 0,50	\$ 2,00
			Renglón 11	\$ 116,70
	F.- TANQUE DE PURGAS			
	REGLON 12.-			
	Instalación del tanque de purgas			
109	Codos de 1 1/4 x 90°	3	\$ 2,00	\$ 6,00
110	Nudos negros de 1 1/4	2	\$ 5,06	\$ 10,12
111	Tubos de 1 1/4 cedula 40	3	\$ 43,75	\$ 131,25
112	Tubos de 1 1/2 cedula 40	1	\$ 45,00	\$ 45,00
113	Codos de 1 1/2 x 90°	4	\$ 2,25	\$ 9,00
114	Válvula de bola de 1/2 para toma de agua potable	1	\$ 25,00	\$ 25,00
115	Tubo gal. de 1/2	2	\$ 20,00	\$ 40,00
116	Codos galv. de 1/2	3	\$ 0,40	\$ 1,20
117	Nudos galv. de 1/2	3	\$ 2,03	\$ 6,09
118	Rollos de Teflon alta densidad	10	\$ 3,00	\$ 30,00
			Renglón 12	\$ 303,66
	G.- ALIMENTACION DE VAPOR EN LA SALA DEL CALDERO			
	REGLON 13.-			
	Montaje del distribuidor de vapor en el sitio			
119	Válvula de bola de 2" x 150 lbs vapor	1	\$ 98,00	\$ 98,00
120	Nudo negro de 1 1/2"	2	\$ 5,60	\$ 11,20
121	Válvula de bola de 1 1/2	1	\$ 75,41	\$ 75,41
122	Válvula de bola de 1" x 150 lbs vapor	1	\$ 52,00	\$ 52,00
123	Válvula de bola de 3/4" x 150 lbs vapor	1	\$ 36,00	\$ 36,00
124	Nudos de 2" negros	2	\$ 9,98	\$ 19,96
125	Nudo de 1" negro	3	\$ 3,77	\$ 11,31
126	Nudo de 3/4 negro	1	\$ 2,93	\$ 2,93
127	Tubo cédula 40 de 2"	1	\$ 59,75	\$ 59,75
128	Codos negros de 2"	3	\$ 3,20	\$ 9,60
129	Tubos cedula 40 de 1"	2	\$ 27,56	\$ 55,12
130	Codos negros de 1" x 90°	4	\$ 2,50	\$ 10,00
131	Tubos cedula 40 de 3/4	2	\$ 19,50	\$ 39,00
132	Codos negros de 3/4 x 90°	5	\$ 0,80	\$ 4,00
133	Nudos negros de 3/4	2	\$ 2,93	\$ 5,86
134	Rollos de Teflon alta densidad	24	\$ 3,00	\$ 72,00
			Renglón 13	\$ 562,14
	H.- DISTRIBUCION DE VAPOR EN LA SALA DE LAS MARMITAS			
	REGLON 14.-			
	Montaje del distribuidor de vapor y eliminador de aire			
135	Tubos cedula 40 de 1 1/2"	5	\$ 44,00	\$ 220,00
136	Codos negros de 1 1/2" x 90°	7	\$ 2,25	\$ 15,75
137	Uniones rectas de 1 1/2"	3	\$ 3,92	\$ 11,76
138	Nudos negros de 1 1/2"	3	\$ 6,68	\$ 20,04
139	Válvula de bola de 1 1/2" x 150 lbs vapor	1	\$ 75,41	\$ 75,41
140	Válvula de bola de 1/4 x 150 lbs	1	\$ 19,00	\$ 19,00
141	Sifón de 1/4 rabo de chancho	1	\$ 10,50	\$ 10,50
142	Manómetro de 0-200 psi, vertical de 3" dial	1	\$ 65,75	\$ 65,75

LISTA DE MATERIALES POR RUBRO				
143	Válvulas de bola de 1" x 150 lbs	4	\$ 52,00	\$ 208,00
144	Nudos de 1"	4	\$ 3,77	\$ 15,08
145	Válvula de bola de 1/2" para barrilete eliminar aire	4	\$ 25,00	\$ 100,00
146	Válvula eliminadora de aire VS de 1/2"	4	\$ 302,77	\$ 1.211,08
147	Valvulas cheque rompe vacío en marmitas de 1/2"	3	\$ 49,00	\$ 147,00
148	Tubos de 1/2" acero inox. para descarga de aire	5	\$ 68,00	\$ 340,00
149	Codos acero inoxidable de 1/2"x 90°	12	\$ 5,25	\$ 63,00
150	Nudos de acero inox. de 1/2"	8	\$ 6,90	\$ 55,20
			Renglón 14	\$2.577,57
	RENGLON 15.-			
	Válvulas reductoras de presión de 3/4			
151	Reductora de presión vapor de 3/4" 120/30 psi Spence	2	\$ 622,50	\$1.245,00
152	Filtros tipo Y para vapor de 1"	2	\$ 32,53	\$ 65,06
153	Nudos acero inox. de 1"	10	\$ 9,50	\$ 95,00
154	Reducciones de 1 1/4 x 3/4	2	\$ 1,20	\$ 2,40
155	Manómetros 0-150 psi, verticales de 3" dial x 1/4	2	\$ 68,75	\$ 137,50
156	Rabos de chancho de 1/4	2	\$ 12,15	\$ 24,30
157	Válvulas de bola de 1/4" vapor	2	\$ 19,00	\$ 38,00
158	Válvulas de bola de 1 1/4 vapor	2	\$ 43,75	\$ 87,50
159	Nudos de 1 ¼	4	\$ 5,00	\$ 20,00
160	Tubos de 1 1/4 cedula 40	2	\$ 43,75	\$ 87,50
161	Codos de 1 1/4 x 90°	6	\$ 1,80	\$ 10,80
162	Tee de 1 ¼	2	\$ 2,83	\$ 5,66
163	Bushing de 1 1/4 x 1/2	1	\$ 1,35	\$ 1,35
164	Tubos de 1"	2	\$ 27,56	\$ 55,12
165	Codos de 1" x 90°	6	\$ 1,28	\$ 7,68
166	Nudos de 1"	6	\$ 3,77	\$ 22,62
167	Válvula de bola de bronce de 1/2	1	\$ 25,00	\$ 25,00
			Renglón 15	\$1.930,49
	I.- TANQUE DE CONDENSADOS			
	RENGLON 16.-			
166	Filtro Y de 1 1/4 para vapor	1	\$ 27,30	\$ 27,30
167	Válvula de bola de 1 1/4 x 150 lbs vapor	1	\$ 43,75	\$ 43,75
168	Nudo negro de 1 1/4	1	\$ 5,06	\$ 5,06
169	Válvula cheque de 1 1/4 x 150 lbs vapor	1	\$ 85,00	\$ 85,00
170	Control de Nivel de vidrio Apollo de 1/2 x 5/8 x 16"	1	\$ 107,00	\$ 107,00
171	Bushing negro de 1 1/4 x 1"	2	\$ 1,11	\$ 2,22
172	Tubos Inoxidable de 2" cédula 40	2	\$ 159,18	\$ 318,36
173	Nudo inoxidable de 2" para venteo	2	\$ 25,30	\$ 50,60
174	Codos inoxidables de 2" x 90°	3	\$ 12,40	\$ 37,20
175	Rollos de teflón de alta densidad	36	\$ 3,00	\$ 108,00
176	Válvulas de bola de 1/2 x 150 lbs vapor	3	\$ 25,00	\$ 75,00
177	Nudos de ½	16	\$ 2,56	\$ 40,96
178	Filtros Y de 1/2 para vapor	3	\$ 72,61	\$ 217,83
179	Trampas de Balde Invertido de 1/2"	4	\$ 212,50	\$ 850,00
180	Válvulas cheque de 1/2 x 150 vapor	4	\$ 49,00	\$ 196,00
181	Tubos de 1/2 cedula 40	4	\$ 19,87	\$ 79,48
182	Codos de 1/2" x 90°	22	\$ 0,53	\$ 11,66
183	Tee de 1 1/4	6	\$ 2,83	\$ 16,98
184	Bushing de 1 1/4 x 1/2	2	\$ 1,35	\$ 2,70

LISTA DE MATERIALES POR RUBRO				
185	Válvulas de bola de 1" x 150 lbs vapor	1	\$ 55,36	\$ 55,36
186	Nudos de 1"	3	\$ 4,00	\$ 12,00
187	Filtros Y de 1" para vapor	1	\$ 49,52	\$ 49,52
188	Tubos de 1" cedula 40	7	\$ 27,56	\$ 192,92
189	Nudos negros de 1"	6	\$ 8,00	\$ 48,00
190	Codos negros de 1" x 90°	14	\$ 2,50	\$ 35,00
			Renglón 16	\$2.667,90
	J.- BASES, SOPORTES, PINTURA			
	REGLON 17.-			
	Pintura, Bases y soportes de la tubería y sistemas.			
191	Canales de 50 x 100 x 50 x 4 mm	4	\$ 70,50	\$ 282,00
192	Hierro en angulo de 2" x 1/8"	4	\$ 42,87	\$ 171,48
193	Pernos de expansión de 3" x 1/2"	48	\$ 1,80	\$ 86,40
194	Kg de soldadura 6011 de 1/8"	10	\$ 6,50	\$ 65,00
195	Kg Soldadura 7018 de 1/8"	5	\$ 4,00	\$ 20,00
196	Pintura anticorrosiva, Esmalte, y fungibles	1	\$ 4,00	\$ 4,00
			Renglón 17	\$ 628,88
	K.- AISLAMIENTO TÉRMICO			
	REGLON 18.-			
	Aislamiento térmico de todo el sistema de vapor			
197	Aislamiento térmico con fibra de vidrio la tubería			
198	externa, forrada con aluminio brillante de 0,8 mm metros	80	\$ 22,00	\$1.760,00
199	Aislamiento térmico con fibra de vidrio de 2" la tubería			
200	Dentro de la sala de marmitas, forrada con planchas			
201	de acero inoxidable de 1,5 mm - Metros	62	\$ 30,00	\$1.860,00
			Renglón 18	\$3.620,00
	L.- SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL			
	REGLON 19.-			
202	Instalaciones desde el panel de Fuerza TD a Carga			
203	Resumen de cabrería, tubería rígida y accesorios	1	\$ 1.800,00	\$1.800,00
			Renglón 19	\$1.800,00
	TOTAL MATERIALES			\$18.871,24

Fuente. (Choez, 2019)

Tabla 9. Detalle de la inversión en materiales y mano de obra por actividad y componente

Ítem	Descripción	Unidad	Q	Mano de obra	Materiales	Total
A	CALDERO VERTICAL DE 30 BHP					
1	El nuevo caldero se desnuda, sacando el aislamiento térmico, para trasladarlo con todos sus periféricos, al laboratorio, en forma horizontal	Global	1	\$ 150,00	\$ 9,75	\$ 159,75
2	Liberación del caldero viejo de sus instalaciones, incluidos sus equipos periféricos actuales y su chimenea. Moverlo y prepararlo para bajarlo a la calle, utilizando la misma grúa que se contratará para realizar las maniobras de bajar y subir, Preparar las bases y soportes del caldero chino y los nuevos equipos periféricos.	Global	1	\$ 450,00	\$ 486,11	\$ 936,11
3	En la sala del caldero, liberar los dos compresores para cambiarlos de posición y así lograr mayor espacio para colocar el nuevo caldero con sus nuevos equipos periféricos, incluida la nueva chimenea. Cuando se termine la instalación de la sala, se vuelven a instalar los compresores.	Global		\$ 650,00	\$ 103,00	\$ 753,00
4	Previo a colocar la nueva caldera en el sitio, se realizan trabajos provisionales para que los calderos puedan deslizarse libremente y colocar sus cuerpos en posición de carga y descarga fácil. Una vez lista la infraestructura metálica provisional, se procede a bajar el caldero viejo y a colocar el caldero nuevo desnudo en forma vertical sobre su nueva base metálica. Se instala nuevamente el aislamiento térmico forrado con la misma plancha metálica del caldero nuevo.	Global	1	\$ 650,00	\$ 368,00	\$ 1.018,00
5	Ensamblar el caldero nuevo e instalar todos los componentes pegados al domo que llegan aparte.	Global	1	\$ 450,00	\$ 575,80	\$ 1.025,80
6	El tramo de chimenea se utiliza en el desarrollo de nueva, la misma que será instalada con su "rain cap" y su sombrero sobre la brida respectiva que se instala en la parte superior del caldero nuevo.	Global		\$ 125,00	\$ 131,70	\$ 256,70
B	QUEMADOR Y COMPONENTES ASOCIADOS					

Ítem	Descripción	Unidad	Q	Mano de obra	Materiales	Total
7	Se Instala el tanque de uso diario (TDU), que llega con el caldero de 30 BHP, acondicionado de acuerdo a las especificaciones. También se cambia la forma de la instalación de la tubería de 1/2" con su filtro de decantación correspondiente.	Global	1	\$ 200,00	\$ 726,91	\$ 926,91
8	Se Instala un tanque de recepción de combustible vertical de 60 galones, en la zona seleccionada, utilizando la misma bomba con accionamiento automático para su transferencia al TUD.	Global	1	\$ 184,00	\$ 619,47	\$ 803,47
	EQUIPOS PERIFÉRICOS QUE FORMAN LA SALA DEL CALDERO					
C	TANQUE DE AGUA DE ALIMENTACIÓN DE 60 GALONES A 100 °C					
9	Para alimentar agua al caldero a 100 °C y disminuir el consumo de diesel, se requiere instalar un nuevo tanque horizontal, de 1,50 m de alto, para evitar la cavitación de la bomba multi etapa de 30 galones de capacidad (Mirar el diseño), es necesario cambiar las instalaciones de alimentación de agua blanda al nuevo caldero.	Global	1	\$ 225,00	\$ 1.404,13	\$ 1.629,13
D	ABLANDADOR DE AGUA					
10	Instalar el nuevo ablandador de agua, de 3 pies ³ con regeneración automática, con su correspondiente tanque de sal muera. A futuro es recomendable instalar otro ablandador, para no interrumpir el suministro de agua blanda, cuando el único ablandador esté en la etapa de regeneración.	Global		\$ 180,00	\$ 238,83	\$ 418,83
E	DOSIFICADOR DE QUÍMICOS					
11	Al arrancar la bomba de alimentación de agua al caldero, en paralelo debe arrancar la bomba dosificadora de químicos, regulada a las necesidades del caldero. La dosificación debe regularse cuando esté en pleno funcionamiento la planta.	Global	1	120	\$ 116,70	\$ 236,70
F	TANQUE DE PURGAS ECOLOGICO					

Ítem	Descripción	Unidad	Q	Mano de obra	Materiales	Total
12	Se requiere purgar periódicamente la masa de agua del fondo del caldero y de la superficie, para eliminar impurezas y precipitaciones producto de las reacciones químicas que se forman. Esta agua contaminada dentro del domo, tiene la misma presión del vapor. Al abrir la válvula de purga, las partículas de agua que están bajo presión, salen a la presión atmosférica, se sobrecalientan transformándose en gas que al salir a una alta velocidad, provoca una contaminación al entorno. El objeto de este tanque ecológico, es evitar la contaminación atmosférica, porque se queda atrapada en la masa de agua potable fría que contiene en su interior este tanque, motivo por el cual, es llamado "blowoff"	Global		\$ 350,00	\$ 303,66	\$ 653,66
G	ALIMENTACIÓN DE VAPOR EN LA SALA DEL CALDERO					
13	Se instala un distribuidor de vapor en la sala del caldero, el mismo que tiene: 1.- Válvula de 2" para recibir el vapor del caldero. 2.- 1 Válvula de 3/4" para el vapor de calentamiento del agua de alimentación a 100 °C al caldero. 3.- 1 Válvula de 1" que va a la planta baja actual. 4.- 1 Válvula de 2" para llevar vapor a la sala de las marmitas	Global		\$ 280,00	\$ 562,14	\$ 842,14
H	DISTRIBUCION DE VAPOR EN LA SALA DE MARMITAS					
14	Se instala un distribuidor de vapor a la presión del caldero (120 psi), el mismo que también servirá para recoger el condensado que se forma al andar. Además este barrilete colector, eliminará el contenido de aire que viene con el vapor.	Global	1	\$ 225,00	\$ 2.577,57	\$ 2.802,57
15	Se instalan dos válvulas reductoras de presión de 120 a 75 psi la una, para alimentar vapor a la marmita de 1500 litros y la otra válvula reductora de 120 a 30 psi, para alimentar a las marmitas de calentamiento de agua de 650 litros y 160 litros respectivamente, con todos los accesorios indicados en las especificaciones.	Global	1	\$ 280,00	\$ 1.930,49	\$ 2.210,49
I	TANQUE DE CONDENSADOS					

Ítem	Descripción	Unidad	Q	Mano de obra	Materiales	Total
16	Se instala también en esta sala un tanque de condensados, para coleccionar aquellos provenientes de las marmitas. Se instala una bomba de alta temperatura, que recibe la señal emitida por electrodos sensores de arranque y parada en forma automática. Esta bomba retorna el condensado al caldero y cierra el circuito de vapor, para que no haya desperdicio de energía y agua, logrando un incremento considerable de la eficiencia total del sistema de generación de vapor del laboratorio.	Global	1	\$ 375,00	\$ 2.667,90	\$ 3.042,90
17	BASES, SOPORTES, PINTURA y ACABADO ANTICORROSIVO	Global	1	\$ 184,00	\$ 628,88	\$ 812,88
18	AISLAMIENTO TÉRMICO DEL SISTEMA, CON PLANCHAS DE ACERO INOXIDABLE, EN TODA LA ZONA DE LAS MARMITAS	Global	1	\$ 850,00	\$ 3.620,00	\$ 4.470,00
19	SISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL	Global		\$ 1.500,00	\$ 1.800,00	\$ 3.300,00
20	ARRANQUE PRUEBAS Y AJUSTES DEL NUEVO SISTEMA. PUESTA EN LINEA. GASTOS DE TRANSPORTE	Global	1	\$ 650,00	\$ 2.400,00	\$ 3.050,00
				\$ 8.078,00		\$ 29.349,04
					\$ 21.271,04	
	TOTAL TRABAJO Y MATERIALES					\$ 29.349,04

Fuente. (Choez, 2019)

La inversión total requerida para el proyecto es \$51.349,04 dólares, conforme el siguiente detalle.

Tabla 10. *Detalle de la inversión*

Rubro de inversión	Valor
Caldera	\$ 22.000,00
Materiales	\$ 21.271,04
Mano de obra	\$ 8.078,00
Inversión total	\$ 51.349,04

Fuente. (Choez, 2019)

4.5. Discusión de resultados

Del análisis del sistema de generación de vapor que se encuentra instalado actualmente en laboratorios Rocnarf, se detectó que el sistema genera contaminación ambiental y desperdiciando energía térmica; que tiene una capacidad de generación de únicamente 690 lbs de vapor/hora, por lo que existe un déficit de 33.26 % en la demanda de generación de vapor.

El concepto de diseño del nuevo sistema ha considerado todos los cambios requeridos con el fin de incrementar el número de lotes de producción “batches” por día, y la estrategia ha sido “Rehacer todo como debe ser, con el mínimo costo posible”.

Para el nuevo sistema de generación de vapor, después de haber efectuado un análisis de multi criterio se ha seleccionado la Caldera de Vapor Xinxiang Xinda Modelo LHS0.5-0.7-Y, ya que cuenta con todas las características que requiere la empresa; el sistema tiene capacidad instalada para cubrir hasta 106,26% de la demanda de vapor que tiene el proceso productivo de jarabes de Laboratorios Rocnarf.

Considerando que el sistema generador de vapor existente actualmente en Laboratorios Rocnarf consume 6,5 Gl/h de diesel para generar 20 BHP y el sistema nuevo 7,39 Gl/h para generar 31,88 BHP, se establece que en el año el nuevo sistema generará un ahorro en combustible de \$ 10.571,46 para procesar

2 lotes al día.

Tabla 11. *Detalle de ahorro en combustible*

Referencia	Unidad	Sistema existente	Sistema nuevo	
Consumo	GI/h	6,50	7,39	
Generación	BHP	20,00	31,88	
BHP/GI	BHP/GI	3,08	4,31	
Demanda	BHP	30,00	30,00	
Diesel para demanda	GI	9,75	6,95	
Precio diesel	\$/GI	1,05	1,05	
Costo combustible por lote	\$	\$ 10,24	\$ 7,30	
Lotes diarios procesados	U	12,00	12,00	
Costo diario en combustible	\$	\$ 122,85	\$ 87,61	
Costo anual en combustible	\$	\$ 36.855,00	\$ 26.283,54	\$ 10.571,46

Fuente. (Choez, 2019)

Considerando que el sistema generador de vapor existente procesa cada lote de producción en 45 minutos y que la evacuación y preparación del lote lleva 10 minutos aproximadamente, y el sistema nuevo procesa cada lote en 30 minutos, se establece que en el año el nuevo sistema generará un ahorro en horas de trabajo de \$ 2.571,43.

Tabla 12. *Detalle de ahorro en horas extras de trabajo*

Referencia	Unidad	Sistema existente	Sistema nuevo	
Lotes diarios procesados	U	12,00	12,00	
Tiempo de proceso y preparación	h	0,92	0,67	
Tiempo de proceso al día	h	11,00	8,00	
Horas extras día	h	3,00	0,00	
Horas extras año (2 operadores)	\$	2571,43	0,00	\$ 2.571,43

Fuente. (Choez, 2019)

Adicionalmente debe considerarse que el costo de mantenimiento del sistema generador de vapor nuevo conforme lo señala Fisher (2017) será 50%±5% menor el primer año, 46%±5% menor el segundo año, 40%±5% menor el tercer año, 34%±5% menor el cuarto año, y 28%±5% menor el quinto año, se establece que el nuevo sistema generará un ahorro en mantenimiento de \$ 1.813,37 en los primeros cinco años.

Tabla 13. *Detalle de ahorro en mantenimiento*

Referencia	% de ahorro	Costo mantenimiento	Ahorro en sistema nuevo	
Año 1	50%	\$ 1.440,00	\$ 720,00	
Año 2	46%	\$ 1.656,00	\$ 761,76	
Año 3	40%	\$ 1.904,40	\$ 761,76	
Año 4	34%	\$ 2.190,06	\$ 744,62	
Año 5	28%	\$ 2.518,57	\$ 705,20	\$ 1.813,37

Fuente: (Choez, 2019)

Se observa que la implementación del nuevo sistema requerirá una inversión de \$ 51.349,04 y que generará un ahorro anual aproximado de \$14.000 dólares el primer año por lo que la inversión se recuperaría en menos de 4 años.

A más del beneficio económico Laboratorios Rocnarb dispondría de una mayor capacidad de producción y prestaría una mejor atención a sus clientes, y adicionalmente generaría menor contaminación, por lo que la implementación de este proyecto es altamente positiva.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Una caldera de vapor es un equipo a presión que trabaja obteniendo calor que ha sido generada por cierta fuente de energía, que la adapta para ser utilizada, sirviéndose de un medio, como el vapor de agua (Quiminet, 2006).

Existen tres tipos de calderas: acuotubular, pirotubular y de fundición seccional.

Las calderas pirotubulares mayores ventajas que las otras porque su construcción y montaje se realiza en el lugar de emplazamiento; tienen bajo peso 25% a 50% menor que las acuotubulares, ocupan menos espacio, se adaptan fácilmente a diversos tipos de combustibles, sus partes son de fácil acceso para limpieza externa y/o reparación, con sobrecargas no se daña la unidad, pueden generar alta producción de vapor a mayores presiones; requieren mayor inversión, la presión y la tasa de vaporización son sensibles por lo que se requiere instalar controles de presión precisos, y un mayor grado de tratamiento en el agua de alimentación (Weber, 2016); por lo que este tipo de caldera es adecuado para el proyecto.

En el sistema de generación de vapor actual de Laboratorios Rocnarf se evidenciaron una serie de falencias que generan afectación ambiental y baja eficiencia que llega a 40%, por lo el concepto de diseño debe enfocarse a incrementar el número de lotes de producción “batches” por día y dotar a la empresa de una capacidad de vapor igual o superior a 30 BHP, ya que actualmente solo se genera 66,74% de este valor, por lo que los costos son altos y se generan problemas para abastecer la demanda.

Al evaluar las diversas opciones de calderas mediante una matriz de priorización, se establece que la mejor opción para la empresa es la caldera de

Vapor Xinxiang Xinda Modelo LHS0.5-0.7-Y de origen china, ya que cuenta con todas las características que requiere la empresa; el sistema tiene capacidad instalada para cubrir hasta 106,26% de la demanda de vapor que tiene el proceso productivo de jarabes de Laboratorios Rocnarf y podría alcanzar una eficiencia superior a 90%.

La inversión total requerida para implementar el diseño mecánico y eléctrico del nuevo sistema de generación de vapor en Laboratorios Rocnarf es \$51.349,04 dólares.

El sistema generador de vapor existente actualmente consume 6,5 Gl/h de diesel para generar 20 BHP y el sistema nuevo 7,39 Gl/h para generar 31,88 BHP, por lo que en el año el nuevo sistema generaría un ahorro en combustible de \$ 10.571,46 para procesar 12 lotes al día; adicionalmente ya que el sistema existente procesa cada lote de producción en 45 minutos y el sistema nuevo en 30 minutos, se generaría un ahorro en horas de trabajo de \$ 2.571,43; además el costo de mantenimiento del sistema generador de vapor nuevo sería \$ 1.813,37 menor que el actual en los primeros cinco años; en resumen generará un ahorro anual aproximado de \$14.000 dólares el primer año. Por lo que la inversión para implementar el nuevo sistema se recuperaría en menos de 4 años.

5.2. Recomendaciones

Tener en cuenta que en un sistema de generación de vapor, los sistemas complementarios de agua y combustible son muy importantes para aumentar la eficiencia y alargar la vida útil del sistema.

Para el diseño de cualquier sistema se recomienda definir una metodología técnica que establezca aspectos formales, constructivos, utilitarios, semánticos y características del producto final que se quiere obtener con el proyecto, para culminarlo exitosamente. Considerando que todo diseño, montaje

e instalación industrial, debe basarse en la simplicidad y el sentido común, para minimizar el costo y optimizar la eficiencia.

Ya que el concepto de diseño del nuevo sistema ha considerado todos los cambios requeridos para incrementar el número de lotes de producción “batchs” por día con una estrategia de “Rehacer todo como debe ser, con el mínimo costo posible”, se ha establecido que genera un ahorro importante, y que a más del beneficio económico Laboratorios Rocnarb dispondría de una mayor capacidad de producción y prestaría una mejor atención a sus clientes, y adicionalmente generaría menor contaminación, por lo que la implementación de este proyecto es altamente positiva, se recomienda materializarlo.

Bibliografía

- Absorsitem . (2014). *Calderas con tubos múltiples de agua – Acuotubular* . Recuperado el 5 de febrero de 2019, de <https://www.absorsitem.com/tecnologia/calderas/acuotubular>
- Acebo, M. (2015). *Estudios Industrial. Orientación Estratégica para la toma de decisiones*. ESPAE . Noviembre.
- Alteco Consultores. (20 de 10 de 2015). *Alteco Consultores*. Recuperado el 28 de 05 de 2016, de Matriz de priorización: <http://www.aiteco.com/matriz-de-priorizacion/>
- Arsenal terapéutico . (13 de diciembre de 2013). <https://www.arsenalterapeutico.com/2015/12/13/video-destapando-la-caja-negra-los-jarabes-canal-youtube/>. Obtenido de Los Jarabes: <https://www.arsenalterapeutico.com/2015/12/13/video-destapando-la-caja-negra-los-jarabes-canal-youtube/>
- Arsenal terapéutico . (13 de diciembre de 2013). *Los Jarabes*. Recuperado el 13 de diciembre de 2018, de <https://www.arsenalterapeutico.com/2015/12/13/video-destapando-la-caja-negra-los-jarabes-canal-youtube/>
- ASME. (s.f.). *Normas y certificación* . Sociedad Americana de ingenieros Mecánicos .
- Babcock & Wilcox . (2017). Obtenido de Calderas acuotubulares Heros : <https://www.babcock.com/resources/-/media/237153cb929946e8a34beca79fe2a868.ashx>
- Burtnik, R. (2017). *Generadores de vapor "Calderas"* . DocPlayer. Obtenido de <https://docplayer.es/54555130-Generadores-de-vapor-calderas.htm>
- Calser. (2019). *Calderas y Servicios del Ecuador*. Obtenido de Caldera de vapor Calser Eléctrica Modelo GP 215/5 ECO: https://www.google.com/search?rlz=1C1GCEA_enEC758EC758&biw=1366&bih=657&tbm=isch&sa=1&ei=88RRXKHYYio_Qbp5LCACg&q=Caldera+de+Vapor+Calser+&ogq=Caldera+de+Vapor+Calser+&gs_l=img.3...29

- 1143.291143..292949...0.0..0.147.147.0j1.....1....2j1..gws-wiz-img.ugqlE
- Calvo, B., Esquisabel, A., Hernández, R., Igartua, M., & J. (2015). *arabes y disoluciones orales Tecnología Farmacéutica: Formas Farmacéuticas*. . (OCW, Ed.)
- Cardozo, S. (2010). *Optimización del sistema de generación de vapor en una planta automotriz*. Caracas, Venezuela: Universidad Simón Bolívar.
- Choez, L. (30 de 06 de 2018). *Observación directa de Laboratorios Rocnarf*. Guayaquil: Laboratorios Rocnarf. Recuperado el 11 de 12 de 2018, de <http://www.rocnarf.com>
- Choez, L. (30 de 06 de 2019). *Diseño sistema generador de vapor para Laboratorios Rocnarf*. Guayaquil: Laboratorios Rocnarf. Recuperado el 11 de 12 de 2018, de <http://www.rocnarf.com>
- Cumbreño Barquero, S., & F., P. H. (junio de 2004). *Revista Elsevier*, 23(6), 9-155.
- Cumbreño, S., & Pérez, F. (Junio de 2004). Elaboración de jarabes . 23 (Núm 6), 143-145.
- Duarte, Daniel. (2016). *Generación de vapor*. DocPlayer. Obtenido de <https://docplayer.es/5925130-1-1-generacion-de-vapor.html>
- Farmacotecnia. (septiembre-diciembre. de 2014). Los jarabes. *Boletín informativo.*, 4(3).
- Fenercom . (2012). *Calderas Industriales eficientes* . Madrid: Gráficas Arias Montano, S. A .
- Fisher, R. (2017). *Impacto económico del mantenimiento en la industria moderna*. México D.F.: Prentice Hall.
- Flynn, D. (2015). *The Nalco Water Handbook 5th. Ed.* . Miami, Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Garabato, F. (2013). *Laboratorios e Industria Farmacéutica*. (R. s. Argentina, Productor) Obtenido de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/283461E971984BB605257C2E007D7291/\\$FILE/BDO_Reporte_Sectorial_Ind_Farmacautica.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/283461E971984BB605257C2E007D7291/$FILE/BDO_Reporte_Sectorial_Ind_Farmacautica.pdf).

- Gennaro, A. (1990). *Remington's Pharmaceutical Sciences* (Vol. 18 edición.). Easton, Pensilvania: Mack Publishing Company .
- ICCT. (2011). *Introducción a la refinación del petróleo y producción de gasolina y diésel con contenido ultra bajo de azufre*. Bethesda, Maryland: The International Council on clean Transportation.
- Imacifp. (4 de octubre de 2014). Recuperado el 4 de febrero de 2019, de Calderas: funcionamiento, partes y tipos : <http://www.imacifp.com/wp-content/uploads/2014/10/4.-Generadores-de-calor..pdf>
- INTI. (2014). *Programa de diseño, fases para el desarrollo de productos 2da. Ed.* Buenos Aires: Pro Diseño Instituto Nacional de Tecnología Industria -INTI -.
- Jersa. (15 de 06 de 2017). *Jersa*. Obtenido de Equipos de calentamiento y preparacion: <https://www.jersa.com.mx/equipos/calentamiento-y-preparacion/itemlist/category/69-marmitas>
- Keith, T. (2012). *Industria farmacéutica Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. (2. f. Tomo 3/79, Ed.) Obtenido de Tomo 3/79, 20 febrero
- Kohan, A. (2016). *Manual de Calderas 3ra. Ed. Vol. 1*. Madrid: McGraw-Hill.
- Lipták, B. (2014). *Optimization of Unit Operations 5th. Ed.* Boston Mass.: Chilton Book Company.
- Mejía, J., & Orozco, W. (2008). *Calderas de vapor*. Medellín, Colombia : Instituto Tecnológico Metropolitano.
- Oelker, A. (2016). *Tratamiento de agua para calderas*. Santiago de Chile: Thermal Engineering Ltda. Obtenido de <http://norese.com/publicaciones/Tratamiento%20Agua%20Calderas.pdf>
- Orduña Pereira, F. (2004). *Manual del visitador médico*.
- Quiminet. (17 de mayo de 2006). *?Que es una caldera?* Recuperado el 13 de diciembre de 2018, de <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-una-caldera-8273.htm>
- Ribeiro, N., Pinto, A., Quintella, C., Da-Rocha, G., & Teixeira, L. (2007). The Role of Additives for Diesel and Diesel Blended (Ethanol or Biodiesel) Fuels: a Review. *Energy & Fuels*, 21, 2433-2445.

- Rice, W. (2018). *La historia de los combustibles fósiles*. Huntington : Teacher Created Materials.
- Rocnarf. (2018). *Ronarf S.A.* Obtenido de Historia de Rocnarf: <http://www.rocnarf.com/sitio/>
- Rocnarf, L. (30 de 06 de 2018). *Laboratorios Rocnarf*. Recuperado el 11 de 12 de 2018, de <http://www.rocnarf.com>
- Rubio, J. C. (2004). *Métodos de evaluación de riesgos laborales*. Madrid, ES:: Ediciones Díaz de Santos.
- Schneider, J. (2017). *Calderas y generadores de vapor para la industria 3ra. Ed.* México D.F.: Prentice Hall.
- Thermocon HRSG. (2019). *Thermocon Proyectos industriales*. Obtenido de Caldera de Vapor : <https://www.thermocon.com.ec/>
- Tirado, M. (2015). *Tratamiento de agua* . Santiago de Chile: Scribd . Obtenido de <https://es.scribd.com/document/54624671/TRATAMIENTO-AGUA>
- Weber, A. (2016). *Diseño de calderas industriales 3ra. Ed.* México D.F.: Prentice Hall.
- Xinda Energy Equipment. (2019). *Equipos industriales*. Recuperado el 25 de enero de 2019, de Caldera de vapor Modelo LHS0.5-0.7-Y: <http://www.xindae.com/>

ANEXOS

Anexo 1 Fotos de Caldero viejo



Anexo 2 Fotos de marmitas nuevas





Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Choez Figueroa Leonardo Rodrigo** con C.C: # **00921351094** autor/a del trabajo de titulación: "**Estudio de diseño para instalación de una caldera generadora de vapor con capacidad de producción de 2200 litros de jarabe para laboratorio Rocnarf.**" Previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico - Mecánico con mención en gestión empresarial industrial** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

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

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

Guayaquil, 21 de marzo de 2019

f. _____

Nombre: Choez Figueroa Leonardo Rodrigo

C.C: 0921351094

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	"Estudio del diseño para instalación de una caldera generadora de vapor con capacidad de producción de 2200 litros de jarabe para el laboratorio Rocnarf."		
AUTOR(ES)	Choez Figueroa Leonardo Rodrigo		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Palau de la Rosa Luis Ezequiel		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad Técnica Para El Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Electrico-Mecanico		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Electrico-Mecanico		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	21 de marzo del 2019	No. DE PÁGINAS:	89
ÁREAS TEMÁTICAS:	Calderas , Ablandadores , bombas		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Generadora de vapor , Caldero ,Sistemas Auxiliares, Impacto ambiental ,Eficiencia , Ahorra		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	El objetivo de esta investigación ha sido estudiar una instalación de caldera generadora de vapor para laboratorios Rocnarf que cumpla con el requerimiento de producción de 2200 litros de jarabes. La misma se enfoca en una investigación analítica, documental y de campo para poder llegar a determinar una solución que sea viable y aceptable, ya que, al sintetizar todos los estudios, ha sido posible tomar una decisión sólida que busca la aceptación técnica profesional. En el segundo capítulo en base a referencias teóricas se han determinado las especificaciones que el nuevo sistema de generación de vapor debe cumplir para atender adecuadamente los requerimientos de producción de jarabes de laboratorios Rocnarf. Posteriormente se ha seleccionado la caldera de vapor más adecuada para laboratorios Rocnarf, evaluando diversas opciones de calderas mediante una matriz de priorización, se ha establecido que la mejor opción para la empresa es la caldera de Vapor Xinxiang Xinda Modelo LHS0.5-0.7-Y de origen china, ya que cuenta con todas las características que requiere la empresa. A continuación se ha desarrollado el diseño mecánico y eléctrico del nuevo sistema generador de vapor, que demanda una inversión de \$51.349,04 dólares, pero genera beneficios económicos y colaterales que justifican su implementación.		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono:2040193—0968633885	E-mail: Leonard.84hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Luis Orlando Philco Asqui M.Sc		
	Teléfono: +593-4-2222025 / 0980960875		
	E-mail: orlando.philco@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			