



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE UN VAPORIZADOR QUE UTILICE ENERGÍA
ALTERNATIVA PARA EL ESTERILIZADO DE
IMPLEMENTOS QUIRÚRGICOS EN EL HOSPITAL
MATERNO INFANTIL JOSÉ MARÍA VARGAS**

Autores:

Alba Fabiola Arocha Lara

Oswaldo José Domínguez Sequera

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO DE UN VAPORIZADOR QUE UTILICE ENERGÍA ALTERNATIVA PARA
EL ESTERILIZADO DE IMPLEMENTOS QUIRÚRGICOS EN EL HOSPITAL
MATERNO INFANTIL JOSÉ MARÍA VARGAS**

Proyecto del Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO MECÁNICO

Autores:

Alba Fabiola Arocha Lara

Oswaldo José Domínguez Sequera

Tutora:

Ing. Alicia Yánez de Pizzella

San Diego, junio de 2023



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de INGENIERÍA para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: DISEÑO DE UN VAPORIZADOR QUE UTILICE ENERGIA ALTERNATIVA PARA EL ESTERILIZADO DE IMPLEMENTOS QUIRURGICOS EN EL HOSPITAL MATERNO INFANTIL JOSE MARIA VARGAS

Realizado por el (la) Br. ADOLCHA ALBA

C.I. N° 23 411 941 cursante de la carrera de ING. MECÁNICA

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: ALICIA YÁÑEZ DE P.
C.I.: 4598880

Jurado
Nombre: LISETTE HONNERBO
C.I.: V-7.139.471

Jurado
Nombre: KRISTON ESPINOZA
C.I.: 9885895

Fecha: 09/09/23





UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de INGENIERIA para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: DISEÑO DE UN VAPORIZADOR QUE UTILICE ENERGIA ALTERNATIVA PARA EL ESTERILIZADO DE IMPLEMENTOS QUIRURGICOS EN EL HOSPITAL MATERNO INFANTIL JOSE MARIA VARGAS

Realizado por el (la) Br. DOMINGUEZ OSWALDO
C.I. N° 23 425 807 cursante de la carrera de ING. MECAN.

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO NO APROBADO

El Jurado

[Signature]
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: ALEXANDER F. FLORES
C.I.: 45 98880

[Signature]
Jurado
Nombre: LISSETTE HORNERO
C.I.: 4-7.139.471

[Signature]
Jurado
Nombre: WISTON ESPINOZA Fecha: 04/07/23.
C.I.: 9885895





REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA
DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ing. Alicia Yáñez de Pizzella, portador de la cédula de identidad N° 4.598.880, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos **Arocha Lara Alba Fabiola y Domínguez Sequera Oswaldo José**, portadores de la cédula de identidad N° 23.411.941 y N° 23.425.807, titulado **“DISEÑO DE UN VAPORIZADOR QUE UTILICE ENERGÍA ALTERNATIVA PARA EL ESTERILIZADO DE IMPLEMENTOS QUIRÚRGICOS EN EL HOSPITAL MATERNO INFANTIL JOSÉ MARÍA VARGAS”**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero(a) Mecánico, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 19 días del mes de junio del año dos mil veintitrés.

Ing. Alicia Yáñez de Pizzella
C.I: 4.598.880



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA

FIN 011 2022-3CR TG

Valencia, 14 de abril de 2023

Ciudadanos:

AROCHA LARA, ALBA FABIOLA

23.411.941

DOMINGUEZ SEQUERA, OSWALDO JOSÉ

23.425.807

Presente -


Cumplo con informarles que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 02-2023 de fecha 08/02/2023 aprobó el proyecto de grado titulado:

Diseño de un vaporizador que utilice energía alternativa para el esterilizado de implementos quirúrgicos en el hospital materno infantil José María Vargas.

Presentado por ustedes como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Alicia Teresa Yáñez de Pizzella, titular de la cédula de identidad V-4.598.880

Atentamente


Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia
Decana de la Facultad de Ingeniería



c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería

Agradecimiento

Primeramente, a Dios por haberme otorgado una familia tan maravillosa, que me han dado ejemplo de amor y superación. A mis padres porque sin ellos no fuese sido posible este logro, me enseñaron a no rendirme y ser constantes para alcanzar mis sueños.

A mis hermanos por ser mi apoyo, en todas las etapas de mi vida, en especial a ti Albany, ejemplo de constancia en esta carrera tan bonita.

A mi novio por enseñarme a ver el mundo de una manera diferente Freddy gracias por permanecer y estar.

Mis amigos que siempre se alegran de mis sueños, a mis compañeros a lo largo de la carrera tanto aquí en la UJAP como en la UC ustedes son parte de esta meta.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pp.
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
RESUMEN	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación del Problema.....	7
1.3 Objetivos de la Investigación.....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
1.4 Justificación.....	7
1.5 Alcance y Limitaciones.....	8
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	9
2.2. Teoría central de la investigación.....	11
2.3 Bases Teóricas.....	12
2.3.1. Fundamentos Termodinámicos.....	12
2.3.2. Termodinámica.....	12
2.3.3. Calor.....	14
2.3.4. Transferencia de Calor.....	14
2.3.5. Vaporizador.....	15
2.3.6. Esterilización.....	15
2.3.7. Contaminación Bacteriana.....	17
2.3.8. Clasificación de las Bacterias.....	17
2.3.9. Características de los implementos quirúrgicos esterilizados..	18
2.3.10 Panel solar fotovoltaico.....	18

2.3.11 Baterías para sistemas fotovoltaicos.....	19
2.3.12 Tipos de baterías para paneles solares.....	19
2.4 Bases Legales.....	20
2.4.1. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela	20
2.4.2. Ley orgánica de salud	20
2.4.3 Norma ASME para calderas y recipientes a presión.....	20
2.5 Definición de Términos.....	21

III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación.....	22
3.2 Enfoque de la Investigación.....	22
3.3 Diseño de la Investigación.....	22
3.4 Nivel de la investigación.....	23
3.5 Población y muestra.....	23
3.5.1 Población.....	23
3.5.2 Muestra.....	24
3.6 Técnicas de recolección de datos.....	24
3.6.1. Entrevista.....	24
3.6.2. Observación Directa.....	24
3.6.3 Revisión documental.....	25
3.7 Instrumentos de recolección de datos.....	25
3.8 Técnica de análisis de resultados	26
3.9 Fases metodológicas	27
3.10 Cuadro de Operacionalización de Variables.....	29

IV RESULTADOS

4.1 Diagnosticar la situación actual en el centro de esterilización del Hospital Materno Infantil José María Vargas.	30
4.1.1. Observación Directa en el centro de esterilización del Hospital Materno Infantil José María Vargas	30
4.1.2 Entrevista estructurada al personal del área de esterilización del hospital Materno Infantil José María Vargas.	31
4.1.3 Matriz FODA.....	33

4.1.4	Diagrama de causa-efecto (Ishikawa).....	34
4.2	Determinar el tipo de energía alternativa, que se pueda utilizar adecuadamente para la aplicación de un sistema de esterilizado de implementos quirúrgicos.	34
4.2.1	Criterios de evaluación y escogencia de la propuesta.....	35
4.2.1.1	Aplicación de restricciones y criterios para la selección de la mejor posible solución.	36
4.2.2	Análisis del área.....	38
4.2.3	Análisis Climatológico.....	39
4.2.4	Estudio de Irradiación Solar.....	43
4.2.5	Selección del panel y datos del sistema fotovoltaico.....	45
4.2.5.1	Potencia pico de consumo.....	47
4.2.5.2	Cantidad de paneles.....	47
4.2.5.3	Arreglo de los paneles.....	47
4.2.5.4	Distancia entre paneles.....	48
4.2.5.5	Selección del inversor.....	49
4.2.5.6	Cálculos de baterías	50
4.3	Realizar el diseño y simulación del vaporizador.....	51
4.3.1	Dimensiones del vaporizador.....	51
4.3.2	Selección del material.....	56
4.3.3	Estudio térmico.....	56
4.3.3.1	Temperatura de saturación de proceso de esterilización	57
4.3.3.2	Energía para calentar el agua.....	57
4.3.3.3	Energía para vaporizar el agua.....	57
4.3.3.4	Caudal o flujo de vapor.....	57
4.3.3.5	Calor por convección.....	58
4.3.4	Componentes del diseño	59
4.3.4.1	Bomba de vacío de anillo líquido.....	59
4.3.4.2	Válvula de seguridad.....	60
4.3.4.3	Presostato.....	61
4.3.4.4	Manómetro.....	61
4.3.4.5	Termómetro.....	61

4.3.4.6 Resistencia.....	62
4.3.4.7 Switch Trifásica (Interruptor).....	62
4.3.5 Resultados de la simulación.....	64
4.4 Evaluar la viabilidad económica y ambiental para el desarrollo del proyecto	65

V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	68
5.2 Recomendaciones.....	69

REFERENCIAS 70

APÉNDICE 73

A Guion de entrevista.....	74
B Validación del Instrumento.....	75
C Plano del cuerpo del vaporizador.....	81
D Plano del recipiente de agua.....	82
E Plano de la tapa.....	83
F Plano de la brida.....	84
G Plano del sujetador.....	85
H Plano del pescante.....	86
I Plano del sujetador con rosca.....	87
J Diseño en explosión del vaporizador.....	88

ANEXOS 89

A Datos técnicos del panel solar.....	90
B Datos técnicos del inversor.....	91
C Tabla de Vapor Saturado.....	92
D Gráficos de presión de aspiración mín. alcanzable $p_{1\text{ min}}$ en modo de vacío de la bomba.	93
E Datos técnicos de la válvula de seguridad.....	94
F Datos técnicos del presostato.....	95
G Datos técnicos del manómetro.....	96
H Datos técnicos del termómetro.....	97
I Datos técnicos de la resistencia.....	98

J	Datos técnicos del interruptor.....	99
---	-------------------------------------	----

LISTA DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	pp.
1	Cuadro de Operacionalización de Variables.....	29
2	Respuestas de la entrevista.....	32
3	Matriz FODA.....	33
4	Alternativas para la selección de energía alternativa.....	35
5	Restricciones y Criterios.....	36
6	Alternativa de panel solar.....	45
7	Restricciones y criterios para selección del panel solar.....	46

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	pp.
1	Aumento de Energía.....	12
2	Primera Ley de la Termodinámica.....	13
3	Teorema de Clausius.....	14
4	Tránsito de Calor.....	14
5	Efecto del tiempo de exposición y la temperatura en la destrucción de esporas.	16
6	Matriz FODA.....	27
7	Diagrama de Ishikawa.....	27
8	Lugar donde permanece el autoclave del hospital materno infantil Dr. José María Vargas.	30
9	Autoclave del hospital materno infantil Dr. José María Vargas.....	31
10	Diagrama causa-efecto (Ishikawa).....	34
11	Entrada Hospital materno infantil Dr. José María Vargas.....	38
12	Vista satelital del hospital materno infantil Dr. José María Vargas.....	38
13	Vista satelital del área de esterilizado del hospital materno infantil.....	39
14	Potencial Eléctrico Fotovoltaico de Venezuela.....	40
15	Climograma del estado Carabobo.....	41
16	Ángulos solares para la ubicación del centro de salud.....	41
17	Carta Solar.....	42
18	Categorías de Nubosidad en Valencia (2022)	43
19	Irradiación mensual del año 2015 de la ubicación de la maternidad del sur.	44
20	Arreglo del sistema de paneles.....	48
21	Vista de la colocación de paneles en la azotea del área de esterilización.	48
22	Cálculo de distancia d.....	48
23	Inversor marca Deye.....	50
24	Ciclos de vida de las baterías de sistemas fotovoltaicos.....	50
25	Baterías gel OPzV.....	51
26	Cuerpo del vaporizador.....	52
27	Recipiente de agua.....	53

28	Tapa o puerta del vaporizador.....	53
29	Brida.....	54
30	Bisagra.....	54
31	Pescante.....	55
32	Sujetador con rosca.....	55
33	Bomba de vacío de anillo líquido.....	59
34	Partes de la bomba de vacío.....	60
35	Válvula de seguridad.....	60
36	Presostato.....	61
37	Manómetro.....	61
38	Termómetro conexión radial.....	62
39	Resistencia en foma de U.....	62
40	Interruptor termomagnético.....	63
41	Diagrama de toda la instalación.....	63
42	Diagrama P&ID.....	64
43	Resultado del análisis térmico.....	64
44	Resultado del análisis de presión.....	65

LISTA DE TABLAS

TABLA	DESCRIPCIÓN	pp.
1	Comparación de Restricciones vs Alternativas.....	36
2	Ponderación de criterios.....	37
3	Parámetros de puntuación.....	37
4	Ponderación de soluciones de acuerdo a criterios de selección.....	37
5	Evaluación de soluciones.....	37
6	Horas de sol promedio 1991-2020.....	42
7	Irradiación solar y hora solar pico.....	44
8	Selección de alternativa de panel solar.....	46
9	Datos del panel solar seleccionado.....	47
10	Listado de materiales del sistema fotovoltaico.....	51
11	Datos del material seleccionado.....	56
12	Viabilidad económica.....	66
13	Viabilidad ambiental.....	67



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**DISEÑO DE UN VAPORIZADOR QUE UTILICE ENERGÍA ALTERNATIVA PARA
EL ESTERILIZADO DE IMPLEMENTOS QUIRÚRGICOS EN EL HOSPITAL
MATERNO INFANTIL JOSÉ MARÍA VARGAS**

Autores: Alba Arocha
Oswaldo Domínguez
Tutora: Alicia Yáñez de Pizzella
Fecha: Junio 2023

RESUMEN

En el presente trabajo de grado se realizó el diseño de un vaporizador que utilice energía solar para el esterilizado de implementos quirúrgicos en el hospital materno infantil José María Vargas (Maternidad del Sur) ubicado en Valencia estado Carabobo. En la época actual el sector salud es un punto crítico de la sociedad venezolana por lo que presenta muchos problemas. Los procesos de esterilización son actividades muy importantes que deben llevarse a cabo para garantizar un buen tratamiento quirúrgico. Debido a la realidad que presenta Venezuela estos equipos en centros de salud público no operan en condiciones ideales sea por falta de mantenimiento o por problemas energéticos, lo que genera la búsqueda de implementar energías alternativas y alejarse un poco de la dependencia de energías no renovables. Para este diseño de vaporizador se toma en cuenta las diversas variables que se presentan a lo largo de la vida útil de un autoclave (aparato de esterilización) para así poder obtener un diseño eficiente, económico, innovador y considerado con el medio ambiente. Metodológicamente fue un proyecto factible sustentado en un diseño de campo con un nivel descriptivo, donde se utilizó como instrumentos de recolección de datos la entrevista, la observación directa y la revisión documental. Obteniendo resultados favorables en la aplicación de la energía solar como una fuente alternativa y diseño de un vaporizador bajo las normas ASME de recipientes a presión. La línea de investigación fue gestión ambiental, hábitat y vivienda.

Descriptor: Calor, energía, esterilización, implementos, temperatura.

INTRODUCCIÓN

La implementación de energías alternativas en la actualidad es una visión que muchos buscan adaptar, ya sea por conservación del ambiente, ahorro energético o de capital. Los países subdesarrollados presentan condiciones a tener en cuenta para realizar una transición energética, la cual permita no depender en su totalidad de un suministro de energía tradicional sea por centrales termoeléctricas o hidroeléctricas. La crisis venezolana tiene múltiples dimensiones, pero, probablemente, es la crisis de la salud la que tiene consecuencias más dramáticas. La atención internacional, en la medida en que ha sido permitida por el Gobierno de Venezuela, se ha centrado con buenas razones en la ayuda humanitaria; por ejemplo, en la atención a la falta de comida en las comunidades más pobres. Sin embargo, además de la coyuntura actual, el sistema de salud en Venezuela tiene problemas estructurales que deben analizarse con el fin de encontrar soluciones definitivas. A través de los últimos años las condiciones del hospital materno infantil José María Vargas, ubicado en Valencia, estado Carabobo; ha presentado problemas en diversas áreas por lo cual las quejas y noticias han sido evidenciados tanto por personas que allí asisten y trabajan como por los medios de comunicación.

La idea fundamental de este trabajo es dar una propuesta de solución al problema de saneamiento y desinfección de los implementos quirúrgicos que se utilizan en ese centro de salud, a través del uso de energías alternativas. El obtener energía en base de la utilización de los recursos no renovables, implica un agotamiento de las reservas de combustibles fósiles, así como deriva en un aumento de las concentraciones de contaminantes producidos durante dicho proceso. Frente a esto se busca la implementación de una energía alterna, cuya gestión sea eficaz y proporcione a la población a mediano y largo plazo grandes ventajas comparativas, tanto a nivel económico como social.

La presente investigación está estructurada en cuatro capítulos los cuales son:

Capítulo I: Está constituido por el planteamiento del problema formulación del mismo, objetivos de la investigación, justificación de la investigación, alcance del problema. Su objetivo es establecer el objeto de estudio de esta investigación

Capítulo II: Marco Teórico, en este capítulo se presentan investigaciones similares en las cuales se basa el desarrollo de este proyecto. Su objetivo es presentar los fundamentos teóricos de las técnicas, bases teóricas, herramientas a utilizar en el desarrollo de esta investigación y definición de términos.

Capítulo III: Marco Metodológico, este capítulo indica el enfoque y tipo de investigación, así como su diseño metodológico, y nivel de investigación, señalando el procedimiento a realizar en este trabajo, también se mencionan las técnicas e instrumentos de investigación, se describe la población y muestra seleccionada y se establecen las fases metodológicas que permitirá conocer el cómo se obtendrán y analizará los datos para el logro del objetivo general de la investigación.

Capítulo IV: Resultados del diagnóstico y diseño realizado.

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el sistema de salud se define como la estructura social que está constituida por el conjunto de instituciones, organismos y recursos destinados a mantener y mejorar la salud de la población. A partir de esta premisa realizaron cambios en los sistemas de atención existentes, donde aún se desconocía los mecanismos de higiene que debe contar los hospitales y ambulatorios, para la época de la creación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año de 1948. Los países que no cumplían con las normas del sistema sanitario realizaron esfuerzos por crear sistemas de salud sólidos y eficientes para la atención adecuada de sus habitantes, donde se reflejó un crecimiento en el sistema de salud en los países en vías de desarrollo, esto permaneció por cincuenta años ininterrumpidamente, teniendo como ejemplo a los países más avanzados o de primer mundo.

Venezuela modernizó su sistema de salud de la mano de las universidades que además de formar profesionales de la salud también contaban con institutos científicos, donde el estado venezolano financió la construcción de hospitales y redes ambulatorias al servicio de cada habitante sin discriminación alguna, respetando los derechos humanos como es la vida y la salud establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Sin embargo, el sistema de salud venezolano ha sido cuestionado por la desmejora de las condiciones en los servicios públicos, como agua, electricidad, insumos médicos, estructuras físicas, como también el retorno de enfermedades erradicadas en el país y la falta de información real por parte del Gobierno Nacional en cuanto a la tasa real de los indicadores de salud donde se refleja la natalidad, mortalidad, factores de riesgo, avance y desmejora del sistema de salud.

Una de las condiciones que se atribuye a la desmejora del sistema sanitario nacional es el factor económico donde las caídas del precio del petróleo, rubro principal comercializado por el estado que proporcionaba fondos de inversión para gastos públicos como es la salud, educación y alimentación, generaron una crisis económica sin precedentes en la historia de Venezuela causando un retroceso a todo nivel, añadiendo esto un control de cambio que generó escasez de divisas para adquisición de medicinas, insumos hospitalarios, y la actualización de equipos médicos. Cabe destacar que el gobierno nacional ha intentado invertir en el sistema de salud, pero no es suficiente para atender la demanda de una población que va creciendo exponencialmente. Actualmente la población que es atendida en el Hospital materno infantil "José María Vargas" ubicada en el sur de Valencia, viven una realidad muy precaria lo cual genera la necesidad de hacer uso de dicho recinto.

La esterilización no era considerada un servicio profesional de apoyo médico. A partir de los años sesenta, en el mundo los hospitales nuevos comenzaron a construirse de acuerdo a una nueva concepción, mejorando la gestión y la calidad. La esterilización centralizada ha llegado a ser un servicio técnico profesional de uso colectivo. En él se reúne el conjunto de los medios necesarios y las competencias de la esterilización. Como resultado de consideraciones económicas, la centralización de la esterilización ha llevado a cabo un progreso en la higiene hospitalaria y en el control de las infecciones intrahospitalarias tan importante y contundente que es difícil imaginar un retorno a prácticas obsoletas.

Haciendo un poco de historia, cuando Lister asumió al cargo de cirujano jefe del Hospital de Glasgow quedó horrorizado ante el terrible estado de las salas donde reinaba la infección y la gangrena. Entonces leyó los trabajos de investigación sobre el origen microbiano de las enfermedades que realizó Pasteur en 1862. Aplicó severas medidas de higiene, protección y uso de desinfectantes. Con esta política disminuyó los casos de infecciones y sin embargo lo llamaron “el loco que intentaba exterminar gérmenes imaginarios”. Algunos se mostraban ofendidos porque se les exigió condiciones de higiene y hubo hospitales que protestaron por el aumento de gastos. Los métodos de Lister se fueron perfeccionando y adoptando a lo largo de los años. En todas las Resoluciones Nacionales, europeas y americanas se exigen tomar las medidas convenientes para prevenir la transmisión de microorganismos. El objetivo es suprimir la contaminación por el material, por lo que se resuelve crear y explotar las Centrales de Esterilización.

La esterilización y desinfección de los artículos de uso clínico constituyen mecanismos eficientes, actualmente indiscutibles, para prevenir infecciones asociadas a la atención de la salud, dentro de la organización, la Central de Esterilización es de máxima importancia. No sólo guarda relación con la seguridad de la atención, sino que constituye un importante centro de costos para la institución. La Central de Esterilización debe responder en forma apropiada a las nuevas exigencias asegurando que el material que se utiliza en la atención directa no representa un riesgo para los pacientes y que su procesamiento es costo beneficio favorable. En este punto es importante destacar que continuamente se incorporan al mercado nuevos productos que tienen relación con la esterilización y la desinfección que es necesario validarlos. Esto requiere que el personal a cargo de estos servicios tenga amplios conocimientos en relación a los procedimientos en uso y su efectividad, las Centrales de Esterilización hospitalarias se han convertido en mini plantas industriales de procesamiento de productos médicos, plantas con grandes dificultades para validar procesos de esterilización, ya que se trabaja con lotes heterogéneos a diferencia de los industriales que son homogéneos. El

profesional farmacéutico reúne todas las competencias y especialidades médicas hospitalarias para dar resolución a los inconvenientes diarios que se presentan, como consecuencia de todas las patologías e infecciones.

La importancia y trascendencia del rol del farmacéutico en las Centrales de Esterilización hospitalaria se fundamenta en los conocimientos de higiene, bases microbiológicas, fisiológicas y de tecnología, para el ejercicio de su función. Además, conoce toda clase de dispositivos que se utilizan en las diferentes especialidades. Sus composiciones, funcionamientos y posibles transformaciones tras someterse a los diferentes procesos de esterilización. El farmacéutico es el responsable de dispensar un producto médico funcional, esterilizado e impoluto. Los distintos entes han hecho un llamado al Gobierno Nacional para la activación completa de los hospitales siendo una necesidad imperante, debido a que la vida de los pacientes se encuentra en riesgo, y a su vez se muestre transparencia en la cantidad de insumos distribuidos ya que son insuficientes para atender a la población.

Los organismos gubernamentales hasta la actualidad no han logrado solucionar la crisis energética existente en el país, siempre se viven momentos de tensión cuando los medios de comunicación anuncian cortes de energía que paralizan el desarrollo del país. Esta crisis conlleva a que los sectores industriales tengan enormes pérdidas económicas y sectores del área de la salud no puedan atender adecuadamente a la población necesitada, esto a nivel hospitalario, clínico, maternal en centros urbanos; en poblaciones rurales la situación se torna crítica. Los centros de salud en el caso de las maternidades, tienen su jornada laboral de 24 horas los siete días a la semana, en la cual ocurren las suturas y curaciones a las parturientas, por tanto, la necesidad de un esterilizador de implementos quirúrgicos es vital, debido a las condiciones mínimas necesarias para mantener la higiene en el centro de salud, en donde se amerita establecer parámetros de control para la correcta manipulación de los equipos e implementos que se utilizan, para evitar que pueda existir riesgos de sepsia tanto en los recién nacidos como en las madres que acuden al recinto hospitalario.

Según Reyes (2022) reportero del sitio web Ciudad Valencia, expresa en su artículo informativo la siguiente premisa:

La Maternidad del Sur, construida en 1995, es el único hospital materno infantil público del estado Carabobo dedicado exclusivamente a la atención de las mujeres embarazadas. En el año 2018 fue rehabilitado y consecutivamente ha recibido insumos por parte del Ejecutivo Nacional y la Gobernación del estado Carabobo. Pero, a juicio de varios usuarios entrevistados, el estado actual del centro de salud es lamentable y en él se notan muchas carencias. Según informaciones aportadas por varios pacientes, los problemas se perciben en una atención que catalogan de

pésima; en la carencia de mobiliario e insumos, el mal estado de las paredes, del sistema de tuberías, de los aires acondicionados y de la infraestructura en general. Pero tal vez uno de los asuntos más delicados sea el de la higiene. Una paciente llamada María, relató que los baños y pasillos del centro hospitalario son un verdadero caldo de cultivo para infecciones, y que el personal de limpieza solo hace un aseo “por encimita, si acaso una vez al día”. Lo que ella vio fue papeles sucios acumulados, restos de material médico quirúrgico hasta implementos en el suelo, que lejos de causarle molestias, le dieron fue pánico a contraer una infección. La realidad de María es similar para las parturientas que deben acudir a dar a luz allí, la maternidad pública y más grande de la entidad.

Existe una creciente preocupación de la sociedad venezolana sobre la situación de la salud en el país. Y no puede sino serlo: la salud es la angustia existencial primordial del ser humano. Numerosos reportajes, entrevistas y comunicados dan cuenta del aumento en la incidencia de enfermedades infecciosas que en el pasado habían sido reducidas a niveles internacionalmente aceptables. Las serias deficiencias del sistema de salud se manifiestan en falta de una atención apropiada y oportuna, largos tiempos de espera, y altos costos, al tanto que se sufren las consecuencias de la insuficiente dotación de equipos y medicinas en los hospitales, y la pérdida de capital humano en el sector salud por la emigración de profesionales de la medicina a otros países.

La salud pública ha sufrido las consecuencias de políticas carentes de una visión integral, la discontinuidad en los criterios y esfuerzos, la improvisación de soluciones parciales, sistemas deficientes de selección de los beneficiarios, un diseño institucional excesivamente centralista, la ausencia de mecanismos que aseguren la transparencia, evaluación, control y seguimiento del desempeño de los entes responsables, una gerencia deficiente, y un gasto apreciable, probablemente insostenible, que es canalizado a través de una multiplicidad de instituciones y termina en un gran despilfarro, más allá que recientemente se hayan realizado jornadas de recuperación del hospital José María Vargas, la decadencia en donde se encuentra es notoria, principalmente por lo sanitario lo que es lamentable. Luego de seis años de declarada la emergencia humanitaria compleja en Venezuela, agravada por la pandemia, el colapso sanitario no ha cedido y las crecientes deficiencias comprometen cada día más la salud y la vida de los ciudadanos. Todo se conglera por la situación actual que atraviesa nuestro país por lo que muchos viven una realidad verdaderamente alarmante.

1.2 Formulación del Problema

¿Cómo se puede mejorar la esterilización de materiales médicos quirúrgicos en el hospital materno infantil José María Vargas ubicado en Valencia, estado Carabobo?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un vaporizador que utilice energía alternativa para el esterilizado de implementos quirúrgicos en el hospital materno infantil José María Vargas (Maternidad del sur) ubicado en Valencia, estado Carabobo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual en el centro de esterilización del hospital materno infantil José María Vargas.
- Determinar el tipo de energía alternativa, que se pueda utilizar adecuadamente en el sistema de esterilizado de implementos quirúrgicos.
- Realizar el diseño y simulación del vaporizador.
- Evaluar la viabilidad económica y ambiental para el desarrollo del proyecto.

1.4 Justificación de la Investigación

El ciudadano venezolano en la última década ha sido sometido a una crisis económica, en donde se ha visto comprometido el desarrollo científico y tecnológico, evidenciándose el deterioro en el sector salud, que no escapa de esta realidad que embate al venezolano diariamente, en donde se ve disminuido la capacidad operativa del sector hospitalario ocasionando un impacto negativo en la parte esencial de la vida cotidiana, repercutiendo en la calidad de vida de la nación. La presente investigación tiene como finalidad el diseño de un vaporizador para esterilizado de implementos quirúrgicos, reduciendo el riesgo de infecciones mediante la eliminación completa de microorganismos y patógenos presentes en el recinto hospitalario, siendo realmente útil para la comunidad carabobeña que diariamente es atendida en el hospital materno infantil José María Vargas, que enfrenta dificultades en cuanto a insumos para la atención de las parturientas, haciendo que el servicio prestado sea realmente deficiente.

La investigación desarrollada busca reducir las tasas de mortalidad y complicaciones quirúrgicas, mitigando un poco las consecuencias de la crisis hospitalaria en Venezuela que están en cifras realmente alarmantes, a su vez buscando alternativas de factibilidad y aplicación de este recurso investigativo. Es fundamental resaltar que este proyecto es importante para la aplicación de habilidades adquiridas durante el proceso de formación como Ingenieros

Mecánicos en la Universidad José Antonio Páez (UJAP) ofreciendo alternativas en pro de mejora en la prestación del servicio en el hospital materno infantil José María Vargas, que luego podría replicarse en cualquier parte del país.

Implementar el uso de energías renovables es un crecimiento de desarrollo que Venezuela debe iniciar, teniendo en cuenta su posición geográfica, clima y recursos naturales. Promoviendo la concientización hacia el cuidado del medio ambiente y la lucha en contra del calentamiento global.

1.5 Alcance y Limitaciones

El principal aspecto de la investigación es la implementación de un sistema de esterilización de materiales quirúrgicos que utilice energía alternativa en el hospital materno infantil José María Vargas ubicado en Valencia, estado Carabobo, de manera que las parturientas que sean atendidas en este centro hospitalario no sufran riesgos por infección debido a la mala higiene, o bacterias propias de una sala quirúrgica, dando una mejora en el servicio que presta el hospital, y que este proyecto pueda ser un punto de partida para los demás hospitales cercanos y se promueva una política de mejora en el sector salud, que ha sido un sector realmente afectado, y poder satisfacer esa necesidad considerada prioritaria en los planes de la nación.

Al realizar el presente trabajo de investigación, se cuenta con limitaciones del diseño de un vaporizador para esterilizado de implementos quirúrgicos en el hospital materno infantil José María Vargas, en donde se debe realizar un estudio de la energía más viable para el desarrollo de este proyecto, conocer el rango de temperatura de esterilización y existen diversos criterios en función del personal que labora en el hospital. Por seguridad el acceso al área de esterilización es restringido, lo que genera que no se puedan evaluar todas las variables requeridas para el diseño. Donde se busca que el suministro de energía no sea el tradicional producida por centrales termoeléctricas o hidroeléctricas ya que el recurso es limitado lo que acarrea la desestabilización de la jornada diaria en el hospital materno infantil José María Vargas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación.

En el siguiente capítulo se conocerá los recursos e investigaciones evaluadas anteriormente, según Arias F. (1999) “se refiere a los estudios previos y tesis de grado relacionados al problema planteado que guardan alguna vinculación con el problema en estudio”

Alfaro, Avilés y Mejía (2020), realizaron una investigación titulada **“Diseño y construcción de un autoclave solar para esterilización de instrumental quirúrgico”** en la Universidad del Salvador, para optar al título de Ingeniero Mecánico, que tuvo por objetivo principal diseñar y construir un equipo para esterilización de instrumental quirúrgico, partiendo del análisis del enfoque de sobreletalidad que es el método para muerte de los microorganismos presentes en los materiales termorresistentes como vidrio y acero, que posteriormente serían esterilizados. Para la fabricación de una autoclave solar se determinaron los parámetros de funcionamiento como presión, temperatura y tiempo.

Este equipo es imprescindible en cualquier establecimiento de salud que ofrezca servicios de curaciones y pequeñas cirugías, debido a que con este se asegura que los instrumentos utilizados están libres de contaminación, razón por la cual se planteó el diseño y la construcción de una autoclave que funciona con energía solar para que pueda implementarse en aquellos establecimientos de salud que debido a la falta de este equipo o su difícil acceso puedan presentar deficiencias en sus servicios. Este antecedente aporta una información fundamental a la presente investigación, debido a que se menciona lo valioso de la construcción de un equipo de esterilización que es de vital importancia en cualquier centro asistencial del planeta, dejando asentado los parámetros que deben ser tomados en cuenta para la viabilidad del proyecto.

Así mismo, Silva D. y Peña L.(2018), realizaron una investigación titulada **“Estandarización de procesos críticos de la central de esterilización del hospital San José para sub procesos de almacenamiento y distribución según los requisitos de la NTC ISO 9001-2015 y el uso de la metodología Six Sigma”** en la Universidad Católica de Colombia, para optar por el título de Ingeniero industrial, el principal objetivo de la investigación fue identificar oportunidades de mejora en los procesos de distribución y almacenamiento de la central de esterilización del Hospital San José de Bogotá a través de la norma NTC ISO 9001-2015 y la metodología Six Sigma. Es una investigación de carácter cuantitativo, el estudio estuvo orientado a la central de esterilización del Hospital San José de Bogotá con posibilidad

de replicar la metodología en otras centrales de esterilización para que se informen y coloquen en práctica las propuestas y satisfagan las partes involucradas que quieren tomar la asistencia médica, incluidas operaciones quirúrgicas y estancia durante la recuperación o tratamiento, cumpliendo con una calidad total.

Six Sigma está soportado en una metodología compuesta de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, comúnmente llamada DMAIC, por sus siglas en inglés (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), y tiene como objetivo aumentar la capacidad de los procesos de esterilización proporcionando un ambiente impoluto, donde perennemente se encuentra expuesta a microorganismos que pueden provocar infecciones incluso la muerte, es por ello que el área de esterilización debe ser siempre mejorado y supervisado para que la calidad no desmejore. La presente investigación tiene vinculación con este antecedente debido a que el enfoque principal del proyecto es proporcionar una alternativa al área de esterilización del hospital materno infantil José María Vargas, mediante la recolección de datos, entrevista y determinación de variables a considerar para el correcto funcionamiento del área en estudio, generando resultados en el tiempo de la mejora continua y la sostenibilidad.

También Navarro, H. (2018), realizó una investigación titulada **“Aplicación de paneles solares en el diseño del pabellón de consultorios externos en hospital tipo IV-Piura”** en la Universidad San Pedro de Chimbote-Perú para obtener el título de Arquitecto, donde su objetivo principal fue la aplicación de paneles solares en el diseño del pabellón de consultorios externos en Hospital tipo IV – Piura, puntualizando la estructura, identificando sus requerimientos, satisfaciendo las necesidades básicas de los pacientes. El tipo de investigación es cuantitativa y descriptiva, donde se describieron las variables como es el crecimiento poblacional, falta de consultorios externos, proyectos deficientes y la falta de presupuesto para la remodelación de los hospitales, la investigación se fundamentará una base teórica cuyo fin busca aplicar los resultados en un proyecto arquitectónico.

Este antecedente tiene una relación con el proyecto de investigación desarrollado, motivado a que los objetivos establecidos es la evaluación de la viabilidad del proyecto, identificando las necesidades que existe en el hospital materno infantil José María Vargas, ofreciendo mejoras debido a que cada vez la población va en crecimiento y esas variables de población e insumos deben ser medidas.

Por último, Escobar e Ibáñez (2018), realizaron una investigación titulada **“Diseño de un colector solar para reducir el impacto térmico ocasionado por la incidencia solar en la Escuela de Mecánica de la Universidad José Antonio Páez”** para optar por el título de Ingenieros Mecánicos, el objetivo principal de la investigación fue determinar la factibilidad y

viabilidad del diseño de un colector solar en las inmediaciones de la Escuela de Ingeniería Mecánica en la Universidad José Antonio Páez, a fin de mejorar las condiciones térmicas del edificio, evitando el deterioro de los equipos climatizadores, el tipo de investigación está bajo la modalidad de proyecto factible según, Arias, F. (1999) “Se trata de una propuesta de acción para resolver un problema práctico o satisfacer una necesidad”.

La investigación desarrollada guarda relación con este antecedente, dado que se propone que el vaporizador funcione con energía solar, generando una alternativa de mejora en cuanto a la prestación del servicio del área de esterilización del hospital materno infantil José María Vargas que no puede detenerse ya que la vida de los pacientes depende de ello. Cabe destacar los problemas ocasionados por la crisis eléctrica que atraviesa Venezuela que lejos de mejorar se profundizan es por ello que presentamos este trabajo de investigación como alternativa.

2.2 Teoría Central de la Investigación.

La teoría cinética molecular se refiere a las leyes matemáticas que representan las velocidades de las partículas de los gases, lo cual permite calcular, además, otras propiedades, como la presión y la energía cinética de una cantidad de gas.

James Clerk Maxwell y Ludwig Boltzmann, en 1859, desarrollaron una teoría matemática para explicar el comportamiento de los gases y sus leyes. Esta teoría está basada en el concepto fundamental de que un gas tiene un número muy grande de moléculas en movimiento perpetuo; se denomina teoría cinética molecular de los gases. El estudio del movimiento de un gas se puede determinar mediante el modelo de cinética molecular, el cual describe a los gases como partículas moviéndose. Se basa en una serie de afirmaciones o postulados, que se consideran válidos porque explican los hechos experimentales observados. Estos postulados son los siguientes:

- Los gases están formados por un elevado número de pequeñas partículas microscópicas, independientes entre sí, que se mueven continuamente y al azar.
- El movimiento de las partículas es en línea recta y en cualquier dirección, siempre y cuando no choquen entre ellas o con las paredes del recipiente.
- Los choques entre las partículas y con las paredes son elásticos, es decir, las partículas no pierden energía tras el choque y también conservan su cantidad de movimiento.

- La temperatura del gas viene determinada por la energía que poseen las partículas y es mayor cuanto mayor sea la velocidad media de estas.

La teoría cinética molecular establece que la materia está compuesta de moléculas en constante movimiento y que cuando se le suministra calor, el movimiento de aquéllas aumenta en función de la temperatura, entendiéndose a nivel molecular cuando está sujeta a ganancia o pérdida de calor, a medir el calor y sus efectos, los cambios de fase, las escalas de temperatura. La energía interna almacenada en el cuerpo en estudio y su poder calorífico (Ver Figura 1).

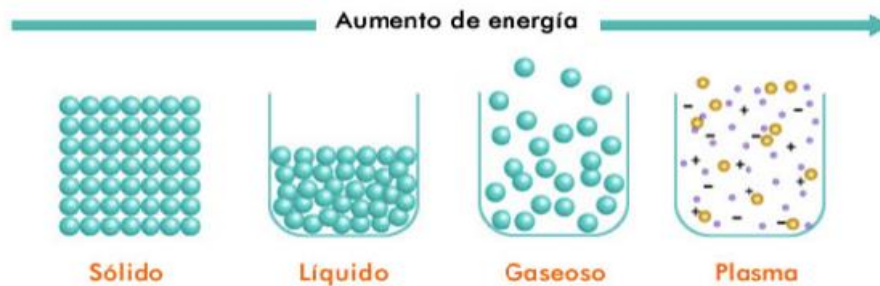


Figura 1. Aumento de Energía
Fuente: Rius, D. (2014).

2.3 Bases Teóricas

2.3.1 Fundamentos Termodinámicos

El agua como cualquier sustancia pura, puede existir en fase líquida a distintas presiones y temperaturas. Así, por ejemplo, a una presión absoluta de 1 bar dicha sustancia se encuentra en su fase líquida en un amplio rango de temperaturas. Sin embargo, a esta presión y a una temperatura de 100 ° C, el agua puede encontrarse como líquido, como vapor o como una mezcla de líquido y vapor. Y a temperaturas mayores de 100 ° C sólo puede existir como vapor si la presión se mantiene constante en un bar.

2.3.2 Termodinámica.

La termodinámica es la rama de la física que estudia los efectos de los cambios de temperatura, presión y volumen de un sistema físico como un material, un líquido, un conjunto de cuerpos, entre otros, a un nivel macroscópico. La raíz termo significa calor y dinámica se refiere al movimiento, por lo que la termodinámica estudia el movimiento del calor en un cuerpo. La materia está compuesta por diferentes partículas que se mueven de manera desordenada. La termodinámica estudia este movimiento desordenado. La importancia práctica de la termodinámica radica fundamentalmente en la diversidad de fenómenos físicos que describe según sus leyes.

Primera Ley de la Termodinámica

Conocida como principio de conservación de la energía, expresa que, en el curso de un proceso, la energía no se puede crear ni destruir; sólo puede cambiar las formas. Por lo tanto, toda pequeña cantidad de energía debe tomarse en cuenta en el curso de un proceso. El principio de conservación de la energía (o balance de energía) para cualquier sistema que pasa por cualquier proceso se puede expresar como sigue: El cambio neto (aumento o disminución) en la energía total de un sistema en el curso de un proceso es igual a la diferencia entre la energía total que entra y la energía total que sale en el desarrollo de ese proceso (Ver Figura 2).

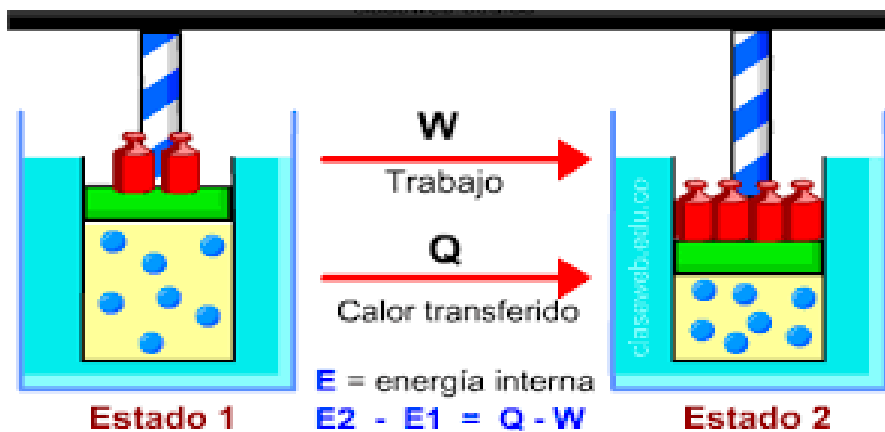


Figura 2. Primera Ley de la Termodinámica

Fuente: Bernal, L. (2022).

Segunda ley de la Termodinámica

Llevan a la explicación del concepto de la irreversibilidad y al de entropía, por los enunciados de Kelvin-Planck y Clausius.

- **Enunciado de Kelvin-Planck**

Es imposible para cualquier dispositivo que funcione en un ciclo recibir calor de un depósito y producir una cantidad neta de trabajo.

- **Enunciado de Clausius**

Es imposible construir un dispositivo que funcione en un ciclo y cuyo único efecto sea producir la transferencia de calor de un cuerpo de temperatura más baja a un cuerpo de temperatura más alta (Ver Figura 3).

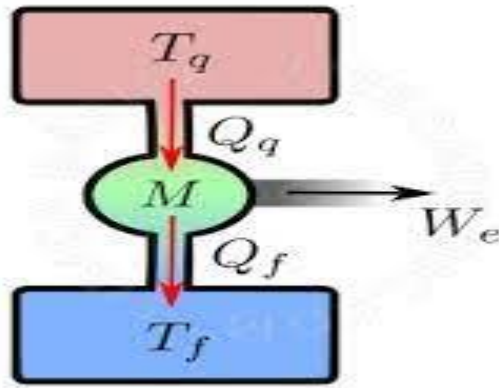


Figura 3. Teorema de Clausius
Fuente: Segunda Ley de la Termodinámica. (s.f.).

2.3.3 Calor.

El calor es la cantidad de energía que fluye de un cuerpo a otro de forma espontánea debido a su diferencia de temperatura. El calor es una forma de energía, pero es energía en tránsito. El calor no es una propiedad de un sistema. Sin embargo, la transferencia de energía como calor ocurre a nivel molecular como resultado de una diferencia de temperatura (Ver Figura 4).

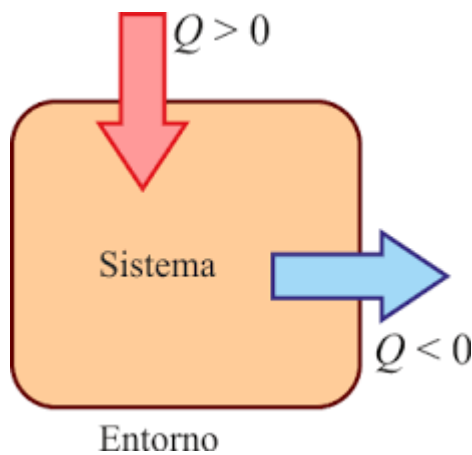


Figura 4. Tránsito de Calor
Fuente: Calor y Calorimetría. (2021, 13 de marzo).

2.3.4 Transferencia de Calor

La transferencia de calor se produce siempre que existe un gradiente térmico o cuando dos sistemas con diferentes temperaturas se ponen en contacto. El proceso persiste hasta alcanzar el equilibrio térmico, es decir, hasta que se igualan las temperaturas. Cuando existe una diferencia de temperatura entre dos objetos o regiones lo suficientemente próximas, la transferencia de calor no puede ser detenida, solo puede hacerse más lenta.

Métodos de transferencia de Calor

- **Convección:** La convección se define como el calor transmitido en un líquido o en un gas como consecuencia del movimiento real de las partículas calentadas en su seno. Si este movimiento es debido al efecto de la gravitación, en virtud de las diferencias de densidad, se llama convección natural. Si, por el contrario, el movimiento del fluido es producido por fuerzas exteriores, no relacionadas con la temperatura del fluido, la convección es forzada.

- **Conducción:** Es un proceso de transmisión de calor basado en el contacto directo entre los cuerpos, sin intercambio de materia, porque el calor fluye desde un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura que está en contacto con el primero. La transmisión de calor por conducción, entre dos cuerpos o entre diferentes partes de un cuerpo, es el intercambio de energía interna, que es una combinación de la energía cinética y energía potencial de sus partículas.

- **Radiación:** Consiste en un transporte de energía calorífica que puede tener lugar tanto en presencia de materia como en ausencia de ésta (en el vacío). No exige, en consecuencia, la presencia de materia. Este proceso tiene carácter de onda electromagnética térmica; es decir, cualitativamente es una onda electromagnética (que en el vacío se propaga a la velocidad de la luz), y de manera concreta de un determinado rango de frecuencias. La emisión tiene lugar en todas direcciones y al incidir en un cuerpo éste puede actuar reflejándola, absorbiéndola (con aumento de la energía interna, incremento de la temperatura) o transmitiéndola. Se denomina radiación térmica a la que resulta exclusivamente de la temperatura (puede haber radiación debido a bombardeo de electrones, a descargas eléctricas, etc.).

2.3.5 Vaporizador

El vaporizador en otros términos viene a ser la caldera de vapor que es un aparato en el que se hace hervir agua para producir vapor. El calor necesario para caldear y vaporizar el agua. El vapor o el agua caliente se producen mediante la transferencia de calor del proceso de calentamiento que ocurre en el interior del vaporizador incrementando su presión y su temperatura, debido a esto debe diseñarse de forma tal que se logren los parámetros de diseño deseado, con un factor de seguridad razonable.

2.3.6 Esterilización.

Se denomina esterilización al proceso por el cual se obtiene un producto libre de microorganismos. El término esterilización se refiere a la destrucción de todo organismo vivo,

la esterilización es donde se elimina toda la vida microbiana, incluidas las endosporas bacterianas. En cualquier objeto o material por medios físicos o por procedimientos químicos.

En términos de medicina, esterilizar, es eliminar los gérmenes patógenos, es decir, microorganismos que pueden causar o propagar enfermedades. Siendo un microorganismo los seres organizados solo visibles al microscopio.

La esterilización se usa normalmente para instrumentos quirúrgicos, ya que estos entrarán en contacto con heridas abiertas en un paciente, los beneficios de desinfección del instrumental médico son los siguientes:

- Elimina materia purulenta, sangre, partículas extrañas y suciedad que podrían provocar complicaciones peligrosas para el próximo paciente que requiera cirugía con dicho instrumento.
- Disminuye la carga biológica, es decir, la cantidad de bacterias y virus que viven en una superficie.
- Elimina los gérmenes supervivientes a los procesos de limpieza.
- La esterilización y desinfección, cuando se utilizan correctamente, pueden garantizar el uso seguro de dispositivos médicos invasivos y no invasivos.

La tecnología actual ha logrado eliminar la gran mayoría de paradigmas que antiguamente se tenía, de allí surge la importancia dentro de la medicina de los implementos quirúrgicos o herramientas que sirven para cirugías, los cuales siempre estarán en contacto con el ser humano, por tanto, la importancia de su esterilización dará como resultado tratamientos médicos sin la presencia de bacterias (microorganismo unicelular cuyas diversas especies causan fermentaciones, enfermedades o putrefacción en los seres vivos o en materias orgánicas) y libres de microorganismos (Ver Figura 5).

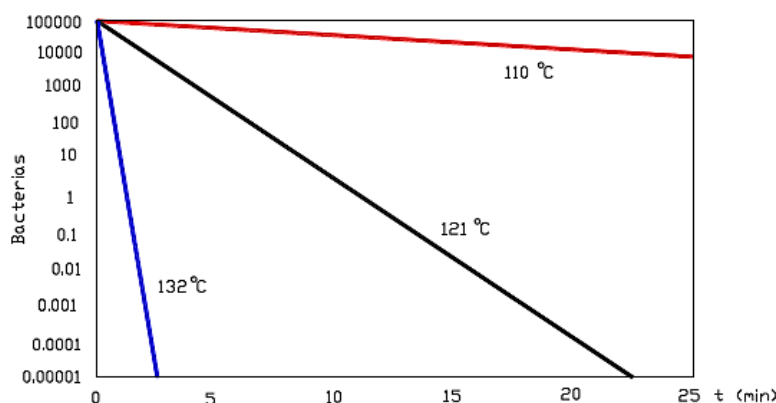


Figura 5. Efecto del tiempo de exposición y la temperatura en la destrucción de esporas.

Fuente: Agentes Físicos (s.f.).

La esterilización es un proceso esencial para el funcionamiento de un hospital, clínica, centro médico, subcentro de salud, en el cual se deben utilizar todos los instrumentos quirúrgicos, implantes y muchos otros dispositivos absolutamente esterilizados. La desecación y la congelación eliminan muchas especies de bacterias, pero otras simplemente permanecen en estado vegetativo.

2.3.7 Contaminación Bacteriana

En términos comunes contaminación bacteriana es la transmisión de gérmenes entre personas, animales u objetos, es un cambio perjudicial en las características físicas, químicas o biológicas del ambiente y que puede afectar la vida humana y de otras especies. La presencia en el ambiente, por acción del hombre, de cualquier sustancia química, objetos, partículas, microorganismos, formas de energía o componentes del paisaje urbano o rural, en niveles o proporciones que alteren la calidad ambiental y, por ende, las posibilidades de vida.

Las Bacterias son microorganismos unicelulares y microscópicos, son muy pequeñas, entre 1 y 10 micrómetros (μm) de longitud, y muy variables en cuanto al modo de obtener la energía y el alimento. Están en casi todos los ambientes: en el aire, el suelo y el agua, desde el hielo hasta las fuentes termales; incluso en las grietas hidrotermales de las profundidades de los fondos marinos. También se pueden encontrar en algunos alimentos o viviendo tanto en la superficie como en el interior de otros organismos vivos que están cumpliendo su ciclo vital o están muertos.

2.3.8 Clasificación de las Bacterias

Se clasifican de dos formas según su forma y modo de vida

Clasificación según su forma:

- Bacilos, son de cuerpo alargado, aplanado, cilíndrico a manera de bastones o cigarros; presentan movilidad.
- Vibrios, son muy cortos, algo curvados y también presentan movilidad.
- Espirilos, que son de cuerpo alargado pero enrollados a manera de hélice o espiral.
- Cocos, las cuales son de forma esférica y pueden estar solas, agrupadas o formando verdaderas hileras, las primeras que están solas o agrupadas se las llama “estafilococos”, y las que forman hileras se llaman “estreptococos”.

Clasificación por modo de vida:

- Libres, aquellas que tienen vida autotrófica, esto es, ciclo autónomo y se alimentan en base de sus propios fenómenos de quimiosíntesis (procesos químicos) y no recurren al medio externo.

- Saprofitas, para sobrevivir necesitan de sustancias orgánicas, provocando su descomposición y en la mayoría de los casos presentan gran valor industrial.
- Parásitas, son las más dañinas, causantes de enfermedades en el hombre, animales y plantas; su efecto dañino se debe a que cuando ingresan al organismo se multiplican con gran rapidez y se alimentan de los productos útiles de sus huéspedes elaborando toxinas, encimas, que producen la enfermedad.

Las bacterias se reproducen de forma asexual y dentro de esta por división simple. Algunas bacterias se dividen cada cierto tiempo (entre 20 y 40 minutos). En condiciones favorables, si se dividen una vez cada 30 minutos, al igual que ocurre en los organismos superiores, una especie de bacteria origina al reproducirse sólo células de la misma especie, transcurridas 15 horas, una sola célula habrá dado lugar a unos mil millones de descendientes, esto explica el avance rápido de las enfermedades y el poder de contaminación en el área quirúrgica. Las infecciones bacterianas se evitan destruyendo las bacterias con calor, como se hace en las técnicas de esterilización que consiste en elevar la temperatura durante un corto tiempo, enfriándolo después rápidamente, con el fin de destruir los microorganismos.

2.3.9 Características de los implementos quirúrgicos esterilizados.

Los materiales más frecuentes son acero inoxidable con distintas aleaciones, plásticos, derivados de la celulosa, vidrios y caucho entre otros. Los aceros inoxidables tienen en su composición distintos componentes y su calidad depende de la proporción de ellos. Algunos afectan su dureza y otros su resistencia al óxido. Se utilizan principalmente para la fabricación de instrumental quirúrgico y contenedores o cajas de instrumental. Los plásticos son compuestos realizados sobre la base de polímeros naturales o sintéticos y su característica principal es que pueden deformarse y amoldarse. Se utilizan como componente de instrumentos, sondas, conexiones y envoltorios. Los vidrios se fabrican a partir de la sílice y se caracterizan por su rigidez dado que sus moléculas son muy cohesionadas. Resisten altas temperaturas y se utilizan en la fabricación de botellas y tubos de ensayo. El látex se utiliza fundamentalmente para la fabricación de guantes, proviene del caucho y se caracteriza por ser muy vulnerable y poco resistente a la tracción y acción de detergentes por lo que no deben reesterilizarse.

2.3.10 Panel solar fotovoltaico

Los paneles solares fotovoltaicos son dispositivos que convierten la luz del sol en electricidad. Están compuestos por celdas fotovoltaicas que se encargan de absorber la luz y generar energía eléctrica. Los paneles fotovoltaicos se utilizan en sistemas de energía solar para producir energía limpia y renovable, y pueden ser instalados en edificios, casas, vehículos, y

otros lugares. Los paneles fotovoltaicos suelen tener una vida útil de entre 20 y 30 años y, dependiendo de la calidad y la eficiencia, pueden producir una cantidad significativa de energía eléctrica. La producción de energía de cada panel depende de factores externos como la inclinación, el clima, el mantenimiento.

Los costos de los paneles solares fotovoltaicos varían dependiendo de factores como el fabricante, la calidad y la eficiencia del panel, y la cantidad de energía que se espera producir.

2.3.11 Baterías para sistemas fotovoltaicos

Dispositivos que se encargan de almacenar la energía captada y transformada por el sistema fotovoltaico, con el fin de que se pueda disponer de ella en la noche, en los días en que haya poca radiación solar o cuando haya intermitencia en la red eléctrica. Permiten suministrar energía de manera independiente a la producción eléctrica del generador fotovoltaico para que no haya riesgo de quedarse sin energía.

Cuando los paneles solares generan más electricidad que la demandada, toda esa energía “sobrante” se emplea para cargar las baterías, que transforman la energía eléctrica en energía química.

2.3.12 Tipos de baterías para paneles solares

Hay diferentes tipos de baterías para paneles solares. A continuación, te mencionamos algunas de las más empleadas.

1. Baterías de plomo-ácido

Las baterías de plomo ácido, hasta hace algunos años, eran una de las mejores opciones en paneles solares por su vida útil y los ciclos que brinda. Sin embargo, actualmente, existen en el mercado otras opciones más duraderas y con mejor calidad-precio. Su vida útil es en promedio de seis años, siempre y cuando se dimensionen de manera adecuada y se le dé el mantenimiento correcto.

Una de las ventajas de estas baterías para paneles solares es que suelen ser más económicas; además, se pueden reciclar. Entre los modelos de estos acumuladores tenemos: AMG, gel, OPzV, OPzS, entre otros.

2. Baterías de iones de litio

Las baterías de iones de litio son las más utilizadas en el tema de almacenamiento de energía solar porque tienen un gran potencial, pero más costosas. Otros beneficios es que no

requieren mucho mantenimiento regular y tienen una mayor densidad de energía, es decir, pueden almacenar más energía en un espacio más pequeño.

Tienen un ciclo de vida un tanto largo: alrededor de 10 a 15 años, gracias a la profundidad de descarga, que permite utilizar más energía almacenada antes de que tenga que recargarse. Son ideales para sistemas fotovoltaicos instalados en empresas por la capacidad que poseen de almacenamiento de energía.

2.4 Bases Legales

Según las leyes que dictaminan los factores a tomar en cuenta en los indicadores de gestión del sector salud en Venezuela, existe:

2.4.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela

Publicada en gaceta oficial Extraordinaria N° 36.860 de fecha 30 de diciembre de 1.999 De acuerdo a su artículo 83 que establece:

La salud es un derecho social fundamental, obligación del Estado, que lo garantizará como parte del derecho a la vida. El Estado promoverá y desarrollará políticas orientadas a elevar la calidad de vida, el bienestar colectivo y el acceso a los servicios. Todas las personas tienen derecho a la protección de la salud, así como el deber de participar activamente en su promoción y defensa, y el de cumplir con las medidas sanitarias y de saneamiento que establezca la ley, de conformidad con los tratados y convenios internacionales suscritos y ratificados por la República (p.67).

2.4.2 Ley orgánica de salud

Publicada en gaceta oficial N.º 36.579 de fecha 11 de noviembre de 1998 establece en el capítulo II artículo 27:

El Ministerio de la Salud actuará coordinadamente con los organismos que integran el Consejo Nacional de la Salud a los fines de garantizar: La aplicación de medidas de control y eliminación de los vectores, reservorios y demás factores epidemiológicos, así como también los agentes patógenos de origen biológico, químico, radiactivo, las enfermedades metaxénicas y otras enfermedades endémicas del medio urbano y rural. (p.10).

Los centros de salud, deberán regirse conforme con las normas que dicte el Ministerio del Poder Popular de Salud, avalada por la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, en función del tipo de actividad y la exposición del personal.

2.4.3 Norma ASME para calderas y recipientes a presión

Código internacional publicado el 1 de julio del 2013 establece en su sección VIII, División 1:

El Código no permite que el espesor mínimo de la envolvente y de los cabezales (luego de conformados) de un recipiente a presión, sea menor a 1/16” (1,59 mm), excluida la tolerancia por corrosión; en todos los casos en los que se considere que

esta pudiere aparecer, se debe sumar un sobreespesor adicional al de cálculo; está establecido como recomendable, adicionar un valor del orden de 1/16", con lo cual el espesor mínimo, no debería ser menor de 1/8" (3,17 mm). En el caso de recipientes para aire comprimido, vapor de agua o agua a presión, el espesor mínimo será de 3/32" (2,38 mm) y previéndose corrosión, no debería ser menor de 5/32" (3,97 mm).

Para el diseño del vaporizador se debe tener en cuenta estos criterios.

2.5 Definición de Términos

Impoluto: Se trata de un adjetivo que se emplea para calificar a aquel o a aquello que no tiene ninguna mancha.

Microorganismos: También llamado microbio o microbionte, es un ser vivo o un sistema biológico que solo puede visualizarse con el microscopio. Son organismos dotados de individualidad que presentan, a diferencia de las plantas y los animales, una organización biológica elemental.

Patógenos: Es cualquier microorganismo capaz de producir alguna enfermedad o daño en un huésped, sea animal o vegetal.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo de la investigación se desprenden los métodos y técnicas metodológicas utilizadas para su realización, considerando los pasos a cumplir en el proceso investigativo que van de la mano con los objetivos del mismo según Arias (1999) es “el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los procedimientos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el "cómo “se realizará el estudio para responder al problema planteado”.

3.1 Enfoque de la Investigación

Según Monje, C. (2011) El enfoque de la investigación es un proceso investigativo, en donde el investigador se aproxima al fenómeno de estudio desarrollado formas para encontrar resultados concretos para la resolución de un problema. donde se obtienen elementos que dan características y arrojan información. El presente trabajo de investigación posee un enfoque tecnológico, en donde la innovación se puede dar introduciendo elementos innovadores para llegar a una solución o también reorganizando elementos ya existentes, la investigación tecnológica puede llegar a tener utilidad para futuras investigaciones.

3.2 Tipo de Investigación.

La investigación esta admitida dentro de la modalidad de proyecto factible en donde la elaboración y desarrollo del proyecto se detalla mediante el estudio de una situación problemática planteada, para luego realizar la formulación de la situación del problema en base a las características del fenómeno estudiado, según el manual para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos de trabajos de grado, trabajos de grado, tesis doctoral e informe de pasantía y extramuros de la Universidad José Antonio Páez (2020) que establece que el proyecto factible “Son trabajos que conllevan a propuestas viables para atender necesidades demostradas a través de una investigación de campo o documental ya sea de una organización, grupo social o institución, a ser usados como solución al problema delimitado”(p.19).

Por ende, debe realizarse un estudio de recolección de datos según la necesidad a satisfacer, en este caso la esterilización de equipos quirúrgicos en el hospital materno infantil José María Vargas de Valencia, estado Carabobo.

3.3 Diseño de la Investigación.

Según Arias (1999) “El diseño de investigación es la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado” (p.20). este trabajo de investigación se ubica en un diseño de campo ya que se conoce como “el análisis sistemático de problemas en

la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia” establecidos por las normas de trabajos de grado de la universidad José Antonio Páez (2020). El diseño de la investigación es la estructura y pasos a seguir, mediante la recolección de datos directamente en este caso del personal que hace vida en el hospital materno infantil José María Vargas, también de un diseño documental lo cual permite ampliar y profundizar el conocimiento en base a trabajos previos, para posteriormente realizar un estudio según los datos obtenidos sin manipular variables o condiciones existentes, generándonos resultados confiables y a su vez guarde relación con las interrogantes que surgen en la formulación del problema sometido al estudio investigativo, esto busca crear en el investigador una estrategia para conseguir la realización del proyecto.

3.4 Nivel de la investigación.

La presente investigación se basa en el diseño de un vaporizador para esterilizar equipos quirúrgicos, eliminando infecciones bacterianas propias de un hospital, esto requiere de una investigación extensa y profunda concerniente a todas las variables relacionadas con la microbiología, los factores de desarrollo, la eliminación de bacterias perjudiciales para la salud y la relación intrínseca con la temperatura que a su vez se vincula con la Transferencia de Calor, Termodinámica, y Mecánica de Fluidos, derivando resultados reales y comprobables lo que se determinaría como una investigación descriptiva que se basa en la toma de muestras en función a las variables y su comportamiento.

Conforme a lo establecido por Arias, (1999) “El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno” (p.19), el nivel de investigación se desglosa en tres esquemas básicos determinados según el estudio desarrollado, como es el nivel descriptivo, exploratorio e investigativo , desarrollados con el propósito de la resolución de la problemática abordada apoyándonos de estudios previos para profundizar en el proyecto de investigación, logrando los objetivos planteados inicialmente, lo que conlleva a la explicación de lo que sucede en el área donde se realiza el proyecto, logrando predecir los fenómenos que se puedan presentar y poder controlarlos según los conocimientos adquiridos en el proceso de formación, aportando una mejora para la salud de los ciudadanos que hacen uso del recinto hospitalario José María Vargas que atiende a neonatos y parturientas a diario.

3.5 Población y muestra

3.5.1 Población

Se define como la organización de elementos pertenecientes a un territorio o lugar, es un concepto amplio, Morles (1994) lo define como “los elementos o unidades (personas,

instituciones o cosas) involucradas en la investigación” (p.17). En este caso la población determinada para este estudio investigativo lo integra los equipos de esterilización, Tamayo y Tamayo (2000) lo establece como:

Totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica y se le denomina población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a un estudio o investigación (p.176).

3.5.2 Muestra

Se establece como un subconjunto de la población, para ser sometido a estudio, Tamayo y Tamayo (2000) lo define como “la población cuantificada para una investigación, se determina la muestra, cuando no es posible medir cada una de las entidades de población; esta muestra, se considera, representativa de la población” (p.176). El fin de la toma de muestra es estudiar detalladamente el subconjunto seleccionado, arrojando resultados semejantes a como si se tomara completa la población en estudio, un ejemplo de ello sería tomar de muestra el equipo de esterilización del área de quirófano del hospital materno infantil José María Vargas.

3.6 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas para la recolección de datos son los diversos métodos establecidos para que el investigador obtenga información importante, Palella y Martins (2006) explican que “se refiere a las distintas formas y maneras de obtener la información. Para el acopio de los datos se utilizan técnicas como observación, entrevista, encuesta, pruebas, entre otras”. (p.126), estas técnicas permiten el análisis de la situación problemática para posteriormente ofrecer conclusiones finales, que permitan la culminación del proyecto de manera concreta y satisfactoria.

3.6.1 Entrevista Estructurada

La estructuración de la entrevista según Tamayo y Tamayo (2000) “permiten obtener la información con alto grado de confiabilidad.” (p.172), esto permite la interacción directa con la población, conociendo de primera mano todo lo relacionado al fenómeno de estudio, y así poder analizar la información recopilada, para lograr los objetivos se debe tener una serie de preguntas que sean claras para el entrevistado, esta se caracteriza por su profundidad, indagando de forma amplia en gran cantidad de aspectos y detalles.

3.6.2 Observación directa

Es la observación del investigador que logra obtener datos desde el lugar de estudio, Fernández y Baptista (2006: 316), expresan que: “la observación directa consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conducta manifiesta”.

3.6.3 Revisión documental

Son las distintas bibliografías y fichas donde se recopilan datos y se dan a conocer las distintas opiniones de diferentes autores, también se pueden plasmar opiniones personales que se dejan asentada en el proceso investigativo. Según Hernández et al. (2014) “el uso de datos secundarios “implica la revisión de documentos, registros públicos y archivos físicos o electrónicos” (p. 252).

3.7 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos son las herramientas físicas que posee el investigador para obtener información, según Arias (1999) “Los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información. Ejemplo: fichas, formatos de cuestionario, guías de entrevista, lista de cotejo, grabadores, escalas de actitudes u opinión (tipo likert), etc.”. (p.25), para plasmar las técnicas citadas por el autor se detallarán a continuación los instrumentos de recolección de datos utilizados en la presente investigación:

Guía de preguntas

Es el instrumento desarrollado por el entrevistador que tiene la responsabilidad de recopilar información de forma precisa y eficaz, para indagar sobre el tema desarrollado, el entrevistador interactúa con el entrevistado sobre aspectos en específicos, cumpliendo con los objetivos planteados inicialmente, en este caso se desarrollaran preguntas al farmaceuta/operador sobre las condiciones y funcionamiento del autoclave en el hospital materno infantil José María Vargas, ubicado en Valencia estado Carabobo. (ver Apéndice A).

Instrumento de observación directa

Este instrumento de recolección de datos consiste en el registro sistemático y confiable, el investigador observa y recoge datos mediante los recursos físicos que tiene a la mano como: cuaderno de notas, cámaras fotográficas, grabadoras y teléfonos inteligentes.

Instrumento de revisión documental

La herramienta utilizada para recopilar información de estudios anteriores o actuales sobre un tema específico de una forma organizada, y esquematizada de libros, es la computadora. Se revisará la información pertinente para el diseño de sistemas fotovoltaicos, recipientes a presión y estudios térmicos.

Validación de Instrumento

Se refiere al proceso de evaluar las preguntas de una entrevista para asegurar confiabilidad. Según Paella y Martins (2006) “lo definen como la ausencia de sesgos. Representa la relación entre lo que se mide y aquello que realmente se quiere medir” (ver

Apéndice B). La validación consta de la evaluación de las preguntas a realizar en la entrevista por medios de los profesores de la Universidad José Antonio Páez.

3.8 Técnica de análisis de resultados

El propósito de esta etapa es analizar de manera integral los resultados obtenidos con el fin de encontrar información, que describan y resuman los datos recopilados tomando en cuenta las variables establecidas por el investigador, comparando con estudios previos, vinculándolo con el fenómeno estudiado y planteado para lograr los objetivos de la investigación, Tamayo y Tamayo (2000) establece que es “el análisis de la información, que dentro del marco metodológico nos lleva a interpretar los resultados en función del problema que se investiga y de los planteamientos teóricos del mismo diseño”(p.175), todo dependerá del área a investigar, el diseño metodológico a utilizar (estudios de carácter social, estudios de concepción técnica, estudios de factibilidad, estudios de mercado, entre otros). Por tal motivo, no existe una rigidez determinante en la estructuración de la metodología, a continuación, se mostrarán dos herramientas de análisis de resultados:

Matriz FODA

Es una herramienta de análisis aplicable a una individuo, situación, producto o empresa, que este siendo estudiado en un momento de tiempo determinado, permitiendo obtener un diagnóstico, en función de los objetivos planteados, para posteriormente tomar decisiones importantes. Se denomina matriz FODA debido a las siglas que reúnen las iniciales de los términos manejados en las tablas de análisis como:

Fortalezas: son las capacidades especiales con que cuenta la empresa, y que le permite tener una posición privilegiada frente a la competencia. Recursos que se controlan, capacidades y habilidades que se poseen, actividades que se desarrollan positivamente, etc.

Oportunidades: son aquellos factores que resultan positivos, favorables, explotables, que se deben descubrir en el entorno en el que actúa la empresa, y que permiten obtener ventajas competitivas.

Debilidades: son aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a la competencia, recursos de los que se carece, habilidades que no se poseen, actividades que no se desarrollan positivamente, etc.

Amenazas: son aquellas situaciones que provienen del entorno y que pueden llegar a atentar incluso contra la permanencia de la organización (Ver Figura 5).



Figura 6. Matriz FODA

Fuente: Vargas, J. (2019).

Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa-efecto, es una herramienta grafica estructurada, según el problema a analizar y las causas que lo originan, su apariencia se asemeja a las espinas de un pez de forma horizontal, los problemas analizados van del lado derecho y en su lado izquierdo las causas que lo originan esta herramienta se remonta al siglo XX, este diagrama se utiliza en el ámbito industrial y de servicios, permitiendo identificar el problema, que afecta la operatividad del proceso (Ver Figura 6).



Figura 7. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Aguilar, C. (2017).

3.9 Fases Metodológicas.

Fase I: Diagnóstico de la situación actual del centro de esterilización del hospital materno infantil José María Vargas.

En primera instancia se procederá a recolectar la información básica en el hospital materno infantil José María Vargas, condiciones físicas, personal del departamento de mantenimiento y operadores del área de esterilizado, recabando detalles sobre el proceso de mantenimiento y sostenibilidad del autoclave en la maternidad, realizando el proceso

metodológico de observación directa y entrevista estructurada, cumpliendo con los parámetros de la lista de verificación tomados como referencia, en términos de los estándares de seguridad dictadas por la organización mundial de la salud (OMS). Tomada la información de interés, se evaluará la situación del proceso, describiendo las características evidenciadas.

Fase II: Identificación de los puntos críticos del proceso de esterilizado de los equipos quirúrgicos

Para la identificación de los factores de riesgos asociados con el proceso de esterilización de instrumentos médicos quirúrgicos, se debe conocer las condiciones del centro de salud, si se cumplen los estándares de bioseguridad que se exigen en un hospital a nivel mundial, conociendo los riesgos, para buscar una solución a la situación problemática planteada al inicio de este trabajo de investigación.

Fase III: Diseño de la propuesta de adecuación al proceso de esterilización de instrumentos médicos

Identificados los riesgos que se presentan en el hospital, y sus servicios públicos se procederá a elaborar la propuesta que logre alcanzar un ambiente más seguro y libre de microorganismo, en pro de la mejora en la calidad de vida de las parturientas, neonatos y su personal, haciendo más seguro el entorno de este centro de salud previniendo focos de infección bacteriana que puede afectar la vida de los ciudadanos que hacen uso del hospital materno infantil en Valencia estado Carabobo

Fase IV: Evaluación de la viabilidad operativa, técnica, económica, ambiental y social del proyecto.

En la última fase metodológica, se realiza una evaluación de factibilidad del proyecto, este instrumento permite orientar en la toma de decisiones para la ejecución del mismo, esta se conoce como fase preoperativa, permitiendo comprender las posibilidades de éxito del proyecto tomando en cuenta la evaluación económica, los recursos financieros, y presupuestos destinados al centro de salud. Es importante destacar que la financiación de los hospitales públicos en Venezuela es procedente del gobierno central, el cual debe aprobar mediante su ministerio de salud la factibilidad del proyecto, cumpliendo con la premisa de ofrecer condiciones de salud idóneas para la población que hacen uso de la red hospitalaria en Venezuela.

3.10 Cuadro de Operacionalización de Variables

Cuadro 1. Cuadro de Operacionalización de Variables.

OBJETIVO ESPECÍFICO 1	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEMS	FUENTE DE VERIFICACIÓN
Diagnosticar la situación actual en el centro de esterilización del Hospital Materno Infantil José María Vargas	Esterilizador	Condiciones del equipo	Modelo	1	Técnica: Entrevista
			Temperatura de trabajo	2	
			Tiempo de operación de esterilizado	3	
			Implementos a esterilizar	4	
		Fuente de alimentación del área de esterilización	Consumo Energético	5	
			Energía alternativa/auxiliar	6	

Fuente: Arocha y Domínguez. (2023)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Diagnosticar la situación actual en el centro de esterilización del Hospital Materno Infantil José María Vargas.

4.1.1 Observación Directa en el centro de esterilización del Hospital Materno Infantil José María Vargas.

Se efectuó una visita al hospital materno infantil José María Vargas, donde se constató mediante la observación directa el autoclave utilizado en dicho centro asistencial, evaluando el funcionamiento, frecuencia de uso, y el espacio donde se encuentra ubicado (Ver Figura 8 y 9). De esta observación se detalló que el equipo es de consumo energético trifásico el cual se encontraba operativo, teniendo entre sus componentes una bomba de vacío de anillo líquido, la infraestructura del área estaba en condiciones precarias, el mantenimiento no era periódico y no poseía una conexión de energía alterna en caso de que la principal falle, además no había un equipo de respaldo. Para la obtención de la información se realizó una entrevista estructurada al personal encargado del área de esterilización como al personal del departamento de electromedicina, logrando conocer de primera mano todo lo relacionado con el fenómeno en estudio.



Figura 8. Lugar donde permanece el autoclave del hospital materno infantil Dr. José María Vargas.

Fuente: Arocha, Domínguez. (2023)



Figura 9. Autoclave del hospital materno infantil Dr. José María Vargas.

Fuente: Arocha, Domínguez. (2023)

Este recinto hospitalario cuenta con áreas disponibles para el diseño y construcción de sistemas de energía alterna. Para indagar sobre el tema desarrollado, se elaboró un cuadro de guion de entrevista donde el personal entrevistado interactúa sobre aspectos en específicos, cumpliendo con los objetivos planteados inicialmente, en este caso se desarrollarán preguntas sobre las condiciones y funcionamiento del autoclave en el hospital materno infantil Dr. José María Vargas.

4.1.2 Entrevista estructurada al personal del área de esterilización del hospital Materno Infantil José María Vargas

El personal que opera y está encargado del equipo es el ciudadano Rudy Freites, el cual lleva 21 años desarrollando dicha labor en este centro de salud y es pertinente su respuesta a la entrevista planteada. Cabe recalcar que este equipo de esterilización lleva aproximadamente 10 años en la maternidad del sur y llegó con condiciones y detalles de uso previo (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Respuestas de la entrevista.

N°	Guion de entrevista
1	¿Cuál es el modelo de equipo(autoclave)? – Meheco de 200 litros.
2	Desde su experiencia. ¿cuál considera usted que es el rango de temperatura adecuado para realizar una esterilización de implementos quirúrgicos? – en un rango 230-266 grados °F aproximadamente 110-130 °C.
3	¿Cuánto tiempo tarda el autoclave realizando un proceso de esterilización? - 45 minutos en esterilización y 30 minutos en el proceso de secado, se realiza este proceso tres veces al día.
4	¿A qué tipo de implementos se le realiza proceso de esterilizado? - Cajas de cesáreas su contenido son los instrumentos utilizados para la intervención quirúrgica, gasas y compresas.
5	¿Cuánto es el consumo energético del autoclave? - No tenemos la certeza de cuanto es el consumo, ya que no se cuenta con información, se realiza de una manera empírica.
6	¿Qué tipo de energía alternativa ha pensado el hospital en implementar en el equipo? – No se ha pensado alimentarlo con una energía alternativa.

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

Luego de observar las respuestas de la entrevista y no tener una concreta con respecto al consumo del equipo se procedió a buscar alguna placa de información en el aparato la cual detalló que era 8KW, ya que no posee ningún manual o documentación respecto al mismo, esto es dato de consideración para el diseño base del sistema de energía alterna.

Después de la realización de esta entrevista donde se deja ver las ventajas y desventajas que tiene el hospital en el área de esterilización, se procede a evaluar y analizar que mejora se puede realizar en el suministro de energía del autoclave, permitiendo obtener un diagnóstico en un tiempo establecido en función de los objetivos planteados en esta investigación, para ello se procede a realizar una matriz FODA, donde sus siglas reflejan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, del material de estudio, tomando en cuenta todo lo que influya en la investigación como su población, muestra, estructuras y recursos.

4.1.3 Matriz FODA

Cuadro 3. Matriz FODA

MATRIZ FODA AUTOCLAVE	Fortalezas	Debilidades
	El Autoclave elimina bacterias, de los implementos quirúrgicos	Falta de personal calificado para el manejo del Equipo
	El equipo cuenta con un sistema automatizado	Falta de mantenimiento oportuno, lo que ha generado el desmantelamiento de autoclaves antiguos para repuestos
Oportunidades	Estrategias FO	Estrategias DO
Suministro de energía alternativa, contribuyendo positivamente al medio ambiente.	La instalación de energía alternativa garantiza el cumplimiento del proceso satisfactorio de esterilizado, ya que entrega la suficiente energía que el proceso amerita.	Diseñar un plan de capacitación del personal del área de esterilizado, para el conocimiento de las tecnologías implementadas, y como contribuiría al cuidado del medio ambiente
Poca dependencia de energía eléctrica convencional.	El sistema cumpliría con la demanda de esterilizado de los equipos quirúrgicos, en caso de que se presente un recorte del suministro eléctrico.	Crear planes de mantenimientos, novedosos. Para colocar los equipos inoperativos en funcionamiento.
Amenazas	Estrategias FA	Estrategias DA
Existe un solo autoclave en funcionamiento para la demanda del hospital.	Colocar una fuente de respaldo de energía eléctrica, que sea automatizada a través de Baterías que almacenan la energía obtenida a lo largo del día	Crear Incentivos, dirigidos al personal que operan en el centro hospitalario, dando oportunidades a la generación de relevo
No existe una planta eléctrica de respaldo para el equipo de esterilización	Se crearían estrategias para la eliminación de bacterias, con el funcionamiento del autoclave las 24 horas del día.	Colocación de un autoclave de respaldo, para cubrir la demanda de la población que experimenta un crecimiento exponencial.

Fuente: Arocha, Domínguez. (2023)

4.1.4 Diagrama de causa-efecto (Ishikawa)

Mediante el uso de esta herramienta se consta de las diversas causas que afectan el proceso de esterilización (ver Figura 10).

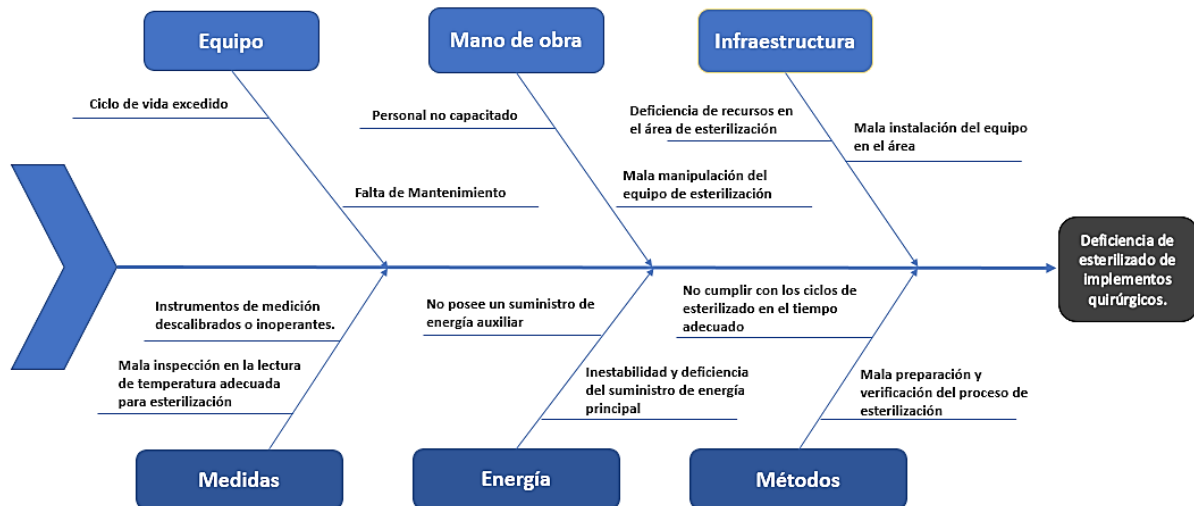


Figura 10. Diagrama causa-efecto (Ishikawa).

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

4.2 Determinar el tipo de energía alternativa, que se pueda utilizar adecuadamente para la aplicación de un sistema de esterilizado de implementos quirúrgicos.

Para determinar el tipo de energía alternativa aplicable en esta investigación se debe conocer una serie de criterios y restricciones, ayudando a identificar los obstáculos más importantes que pueden afectar los objetivos planteados en este proyecto. En el siguiente cuadro se presentan cuatro alternativas, allí se conocerá la solución más viable para utilizar una energía alternativa aplicable en el área de esterilizado del hospital materno infantil Dr. José María Vargas ubicado en Valencia estado Carabobo (ver Cuadro 4).

Cuadro 4. Alternativas para la selección de energía alternativa.

Alternativa I	Alternativa II	Alternativa III	Alternativa IV
ENERGÍA BIODIÉSEL	ENERGÍA EOLICA	ENERGÍA SOLAR	ENERGÍA BIOMASA
FUENTE Aceites vegetales y Grasas animal	FUENTE Viento	FUENTE Sol	FUENTE Materia orgánica : natural, residual o producida
VENTAJAS Biodegradable No contribuye con el efecto invernadero Genera menos emisiones de gases contaminantes	VENTAJAS Inagotable Aplicable a gran escala No contaminante Bajo mantenimiento	VENTAJAS Gratuita Limpia Inagotable Elevada calidad energética	VENTAJAS Renovable y abundante Es fuente de empleo zonas rurales Poco contaminante
DESVENTAJAS Precio elevado Se solidifica a bajas temperaturas	DESVENTAJAS Ruidos molestos Costos altos de instalación Ocupación de grandes espacios y requiere sistema de almacenamiento	DESVENTAJAS Llega de forma dispersa y aleatoria Requiere de espacio para baterías de almacenamiento Su uso es limitado	DESVENTAJA No es una energía limpia Mantenimiento costoso
IMPACTO AMBIENTAL Pérdida de biodiversidad Aumento en el consumo y contaminantes del agua.	IMPACTO AMBIENTAL Desforestación de terrenos y muerte de aves por colisión en aspas	IMPACTO AMBIENTAL Uso de grandes extensiones	IMPACTO AMBIENTAL Desforestación de terrenos Genera muchas cenizas

Fuente: Arocha, Domínguez (2023)

4.2.1 Criterios de evaluación y escogencia de la propuesta

A continuación, se elaboró una lista de restricciones (R) y de criterios (C) para la selección de la fuente de energía alternativa más conveniente (ver Cuadro 5).

Cuadro 5. Restricciones y Criterios.

RESTRICCIONES Ri	CRITERIOS Ci
R1 La energía sea renovable.	C1 Poca emisión de gases de efecto invernadero
R2 Adaptable a superficies urbanas, infraestructura ya existente	C2 El almacenamiento de la fuente de energía no sea peligroso.
R3 Poca dependencia de combustible y material orgánico.	C3 Complejidad del sistema de instalación para la utilización de la energía.
R4 No generar gases tóxicos y cenizas.	C4 Bajo costo de mantenimiento

Fuente: Briceño y Silva (2022).

Con lo expresado anteriormente y los datos que aparecen en cuadro 5, se va a utilizar el método de ponderación de criterios (Vilchez, s.f., p.64) para obtener la energía alternativa adecuada.

4.2.1.1 Aplicación de restricciones y criterios para la selección de la mejor posible solución:

Una vez elaborado las restricciones y criterios, se procede a comparar las alternativas de solución con las restricciones planteadas, aquellas que no cumplan con las restricciones serán descartadas (ver Tabla 1). Posteriormente aquellas posibles soluciones que sí cumplan con las restricciones serán evaluadas con relación a los criterios y así tomar la decisión de cuál es la mejor solución.

Tabla 1. Comparación de Restricciones vs Alternativas.

RESTRICCIONES	POSIBLE SOLUCIONES			
	Alternativa I	Alternativa II	Alternativa III	Alternativa IV
R1	SI	SI	SI	SI
R2	SI	NO	SI	SI
R3	NO	SI	SI	NO
R4	SI	SI	SI	NO

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

Con referencia a lo que se observó en la Tabla 1. Se pudo detallar que la posible energía que no cumple con la mayoría de las restricciones impuestas para esta investigación, es la

alternativa IV. Por lo tanto, las alternativas I, II Y III, serán evaluadas mediante el método de ponderación de criterios (ver Tabla 2).

La Tabla 3 muestra los parámetros de puntuación. La tabla 4 muestra la ponderación de soluciones de acuerdo a los criterios empleados para la selección de la mejor solución. Y la Tabla 5 muestra la evaluación final de la alternativa seleccionada.

Tabla 2. Ponderación de criterios.

CRITERIOR	DESCRIPCIÓN	ORDEN DE IMPORTANCIA
C1	Poca emisión de gases de efecto invernadero	5
C2	El almacenamiento de la fuente de energía no sea peligroso.	4
C3	Complejidad del sistema de instalación para la utilización de la energía.	3
C4	Bajo costo de mantenimiento	2

Fuente: Arocha, Domínguez (2023)

Tabla 3. Parámetros de puntuación.

1	No cumple con el criterio a evaluar.
2	No cumple totalmente con la expectativa generada por el criterio.
3	Cumple totalmente con el criterio a evaluar.

Fuente: Arocha, Domínguez (2023)

Tabla 4. Ponderación de soluciones de acuerdo a criterios de selección.

	C1	C2	C3	C4
A I	2	1	3	2
A II	3	3	2	2
A III	3	3	3	2

Fuente: Arocha, Domínguez (2023)

Tabla 5. Evaluación de soluciones.

	EVALUAR SOLUCIONES	TOTAL, PUNTOS
A I	$2x5 + 1x4 + 3x3 + 2x2$	27
A II	$3x5 + 3x4 + 2x3 + 2x2$	37
A III	$3x5 + 3x4 + 3x3 + 2x2$	40

Fuente: Arocha, Domínguez (2023)

Se concluye que la mejor solución es la energía Solar, ya que es la que satisface los criterios establecidos, debido a que posee el mayor puntaje. Por lo tanto, las demás energías quedan descartadas.

4.2.2. Análisis del área

El hospital materno infantil Dr. José María Vargas se encuentra ubicado en el sector Plaza de Toros vía el Paíto, parroquia Miguel Peña del municipio Valencia estado Carabobo, Venezuela. (ver Figura 11).



Figura 11. Entrada Hospital materno infantil Dr. José María Vargas.
Fuente: Arocha, Domínguez. (2023)

Para definir el tipo de energía alternativa adecuada para llevar a cabo esta investigación de campo, se debe considerar el dimensionamiento del hospital, condiciones arquitectónicas, infraestructura y los distintos puntos de estudio, como la demanda energética del hospital materno infantil Dr. José María Vargas, además del suministro energético principal y de respaldo. Como primer punto de estudio se debe ubicar cartográficamente, donde se encuentra el área de esterilizado, para lograrlo se cuenta con la herramienta satelital gratuita y muy útil llamada Google Maps (ver figura 12 y 13).



Figura 12. Vista satelital del hospital materno infantil Dr. José María Vargas.
Fuente: GoogleMaps



Figura 13. Vista satelital del área de esterilizado del hospital materno infantil.

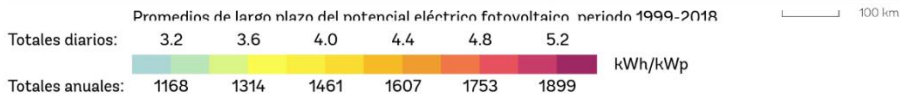
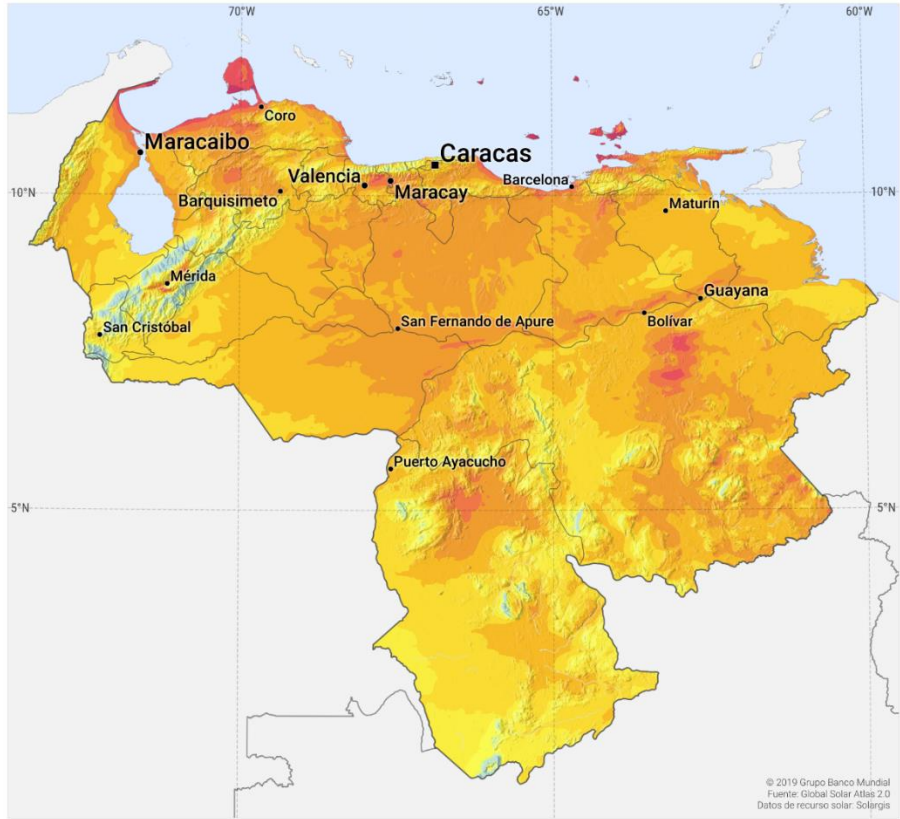
Fuente: GoogleMaps

El espacio físico es esencial para determinar el lugar destinado para su respectiva colocación, también a qué condiciones climáticas será sometida a lo largo del tiempo que es un factor a considerar para que no afecten sus condiciones de servicio. En la visita al hospital materno infantil Dr. José María Vargas se visualizó que cuentan con amplias áreas verdes, que son la zona de jardinería y un terreno donde se tiene proyectado realizar construcción de ampliación del hospital, y el área de la azotea esta despejada, lo que llevó a determinar que la energía solar, se adapta muy bien y es ampliamente utilizada en zonas urbanas debido a su adaptabilidad a infraestructuras existentes y a su poca dependencia de recursos externos en este caso la energía hidroeléctrica que representa el 70% del suministro de la nación, que es conocido por presentar problemas en el suministro de energía, haciendo vulnerable el hospital debido a que el equipo de esterilizado funciona solo con la fuente primaria si se suspende el suministro, no tiene energía de respaldo (plantas eléctricas).

Dicha área observada en la figura 7 dispone de una dimensión de aproximadamente 440m², lo cual brinda una amplia zona para hacer la implementación de paneles fotovoltaicos.

4.2.3 Análisis Climatológico

Venezuela presenta un clima peculiar por encontrarse en la zona intertropical, es cálido y lluvioso pero que de acuerdo a su orografía presenta cambios además de otros factores que afectan como lo son los vientos del norte y el paso anual del sol. Debido a este último nuestro país posee un potencial eléctrico fotovoltaico que en la mayoría de los estados puede ser una implementación novedoso para la sustentación e innovación del sistema eléctrico nacional (ver Figura 14).



Este mapa está publicado por el Grupo Banco Mundial, financiado por ESMAP, y preparado por Solargis. Para más información y términos de uso, por favor visite <http://globalsolaratlas.info>.

Figura 14. Potencial Eléctrico Fotovoltaico de Venezuela.

Fuente: Solargis

Se enfocó en el estado Carabobo, El INAMEH también nos destaca un estudio que no es tan reciente pero que, si es considerable, desde 1986 a 2015 se estableció un climograma promedio para cada estado del país dando a conocer ciertos aspectos importantes en cada clima (ver Figura 15).



Figura 15. Climograma del estado Carabobo.

Fuente: INAMEH

Ya ubicada la zona en el centro de salud en donde se dispone hacer la implementación de la energía alternativa, se procedió a presentar los modelos previos de estudios que se tienen de la climatología. La carta solar muestra la fecha y horas específicas para las cuales se obtienen los ángulos solares para la ubicación especificada y es algo que anual no tiene un cambio relevante (Ver Figura 16 y 17).

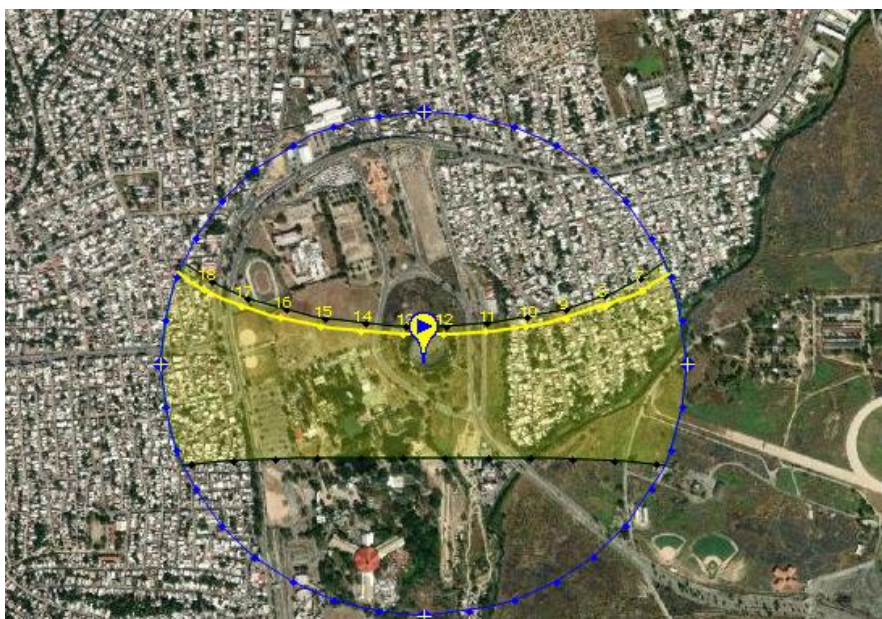


Figura 16. Ángulos solares para la ubicación del centro de salud.

Fuente: SunEarthTools

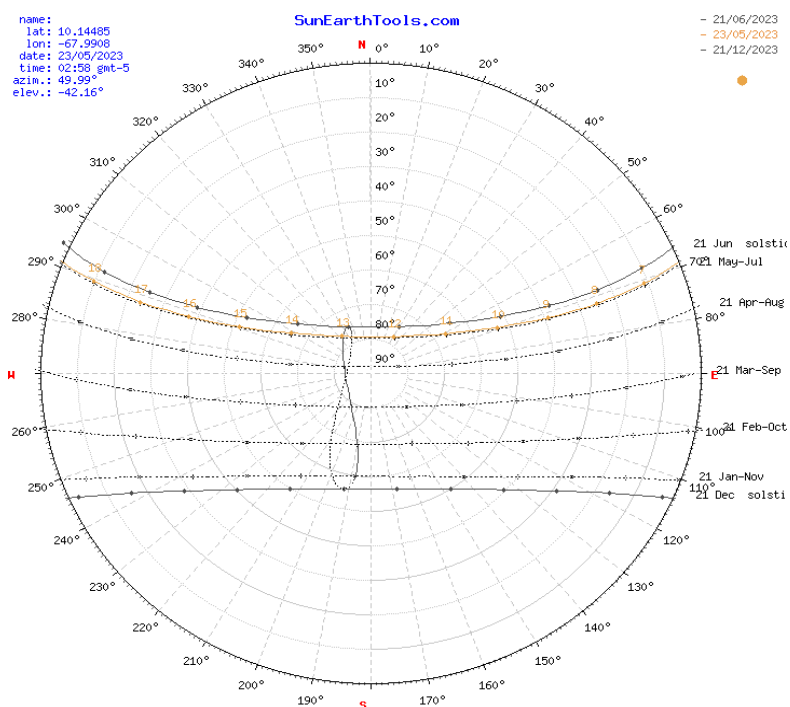


Figura 17. Carta solar (2023).

Fuente: SunEarthTools

Desde 1991 hasta 2020 se tiene un modelo promedio de las horas de sol que se presenta en Valencia tanto por día como por mes (ver Tabla 6). Más allá de esto se tiene un estudio reciente del año 2022 del clima de Valencia estado Carabobo en donde podemos observar las categorías de nubosidad (ver Figura 18).

Tabla 6. Horas de sol promedio 1991-2020.

Valencia – Horas de sol		
Mes	Promedio diario	Total del mes
Enero	9	285
Febrero	9,5	270
Marzo	9	280
Abril	7	215
Mayo	6,5	205
Junio	6,5	200
Julio	7	225
Agosto	7,5	230
Septiembre	7,5	230
Octubre	7,5	235
Noviembre	8	245
Diciembre	8,5	270
Año	7,9	2890

Fuente: Clima y Viajes.

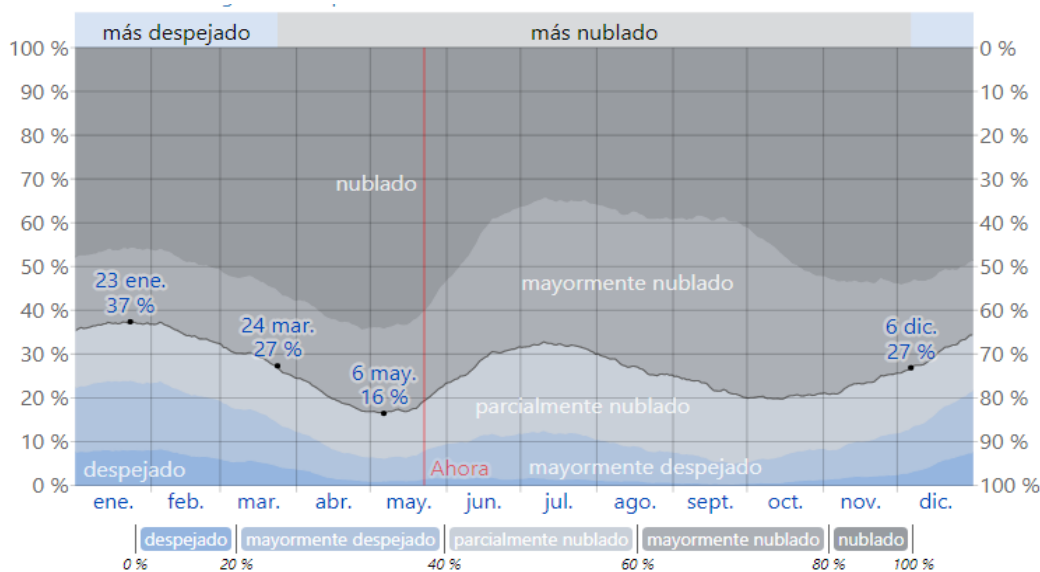


Figura 18. Categorías de Nubosidad en Valencia (2022).

Fuente: WeatherSpark

4.2.4 Estudio de Irradiación Solar

Con la herramienta de Google Maps se obtuvo las coordenadas del hospital materno infantil José María Vargas mejor conocido como maternidad del sur, latitud 10,1445 y longitud 67,9995. Se aplicó la teoría básica para realizar el estudio de irradiación solar, obteniendo el ángulo de inclinación óptima que deben poseer los paneles fotovoltaicos para la recepción eficaz de energía solar, luego teniendo ese dato se emplea la ayuda de la calculadora Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) para obtener la información de radiación solar.

$$\text{Inc Opt} = 3.7 + 0.69 * (\text{Lat}) \quad (\text{Ec. 1})$$

Se procede a sustituir en la ecuación [1] el valor de la latitud y obtenemos el siguiente resultado:

$$\text{Inc Opt} = 3.7 + 0.69 * (10.1445)$$

$$\text{Inc Opt} = 10.69975$$

Con ese valor de inclinación óptima, las coordenadas y la página de PVGIS se obtuvo la irradiación solar mensual del año más reciente de estudio (2015) (ver Figura 19):

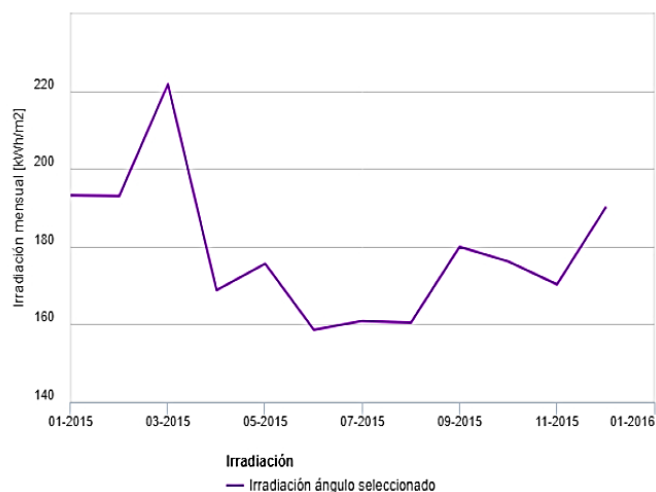


Figura 19. Irradiación mensual del año 2015 de la ubicación de la maternidad del sur.
Fuente: PVGIS

Además de la misma fuente (PVGIS) se extrajo la siguiente información (ver Tabla 7) que es la de hora solar pico, en donde la energía por unidad de superficie se recibirá con una hipotética irradiancia solar constante de 1000 KWh/m².

Tabla 7. Irradiación solar y hora solar pico.

Meses (2015)	Irradiación Mensual (KWh/m ²)	Irradiación Diaria (KWh/m ²)	Hora Solar Pico (HSP)
Enero	193.2	6.232	6.232
Febrero	193.02	6.893	6.893
Marzo	221.71	7.151	7.151
Abril	168.79	5.626	5.626
Mayo	175.58	5.663	5.663
Junio	158.6	5.286	5.286
Julio	160.9	5.19	5.19
Agosto	160.47	5.176	5.176
Septiembre	179.96	5.998	5.998
Octubre	176.16	5.682	5.682
Noviembre	170.26	5.675	5.675
Diciembre	190.01	6.129	6.129

Fuente: PVGIS

4.2.5 Selección del panel y datos del sistema fotovoltaico

Primero se obtuvo la información de consumo energético del autoclave basado en horas, el cual tarda en su proceso de esterilizado 0.75 hr (45 minutos) y secado de 0.5hr (30 minutos), cuantificando ese tiempo da 1.25 hr, si se hace 3 veces al día entonces es 3.75 hr lo que dura operando. El equipo tiene un consumo de energía de 8KWh.

Consumo diario 30000 Wh/día

Existen dos modelos de paneles fotovoltaicos, para determinar el modelo de panel para este diseño se debe conocer una serie de criterios y restricciones, ayudando a identificar los obstáculos más importantes que pueden afectar el sistema fotovoltaico. En el siguiente cuadro se presentan cuatro alternativas, allí se conocerá la solución más viable para utilizar (ver Cuadro 6).

Cuadro 6. Alternativa de panel solar.

Alternativa I	Alternativa II
Panel solar monocristalino	Panel solar policristalino
FUENTE Sol	FUENTE Sol
VENTAJAS Durabilidad, mayor rendimiento y eficiencia. Se emplea para climas cálidos o nublados. Mayor generación de energía.	VENTAJAS Óptimo para climas cálidos. Más económicos.
DESVENTAJAS Costo mayor, mayor espacio.	DESVENTAJAS Menor eficiencia, se degrada más rápido por lo que requiere de una inspección periódica. Menos generación de energía.
IMPACTO AMBIENTAL Uso de grandes extensiones	IMPACTO AMBIENTAL Uso de grandes extensiones

Fuente: Arocha Domínguez (2023).

Con lo expresado anteriormente y los datos que aparecen en cuadro 6, se va a utilizar el método de ponderación de criterios (Vilchez, s.f., p.64) para obtener el panel solar adecuado. Luego se elaboró un listado de restricciones y criterios para la elección de un modelo de panel solar (ver Cuadro 7).

Cuadro 7. Restricciones y criterios para selección del panel solar.

Restricciones	Criterios
R1 Energía renovable	C1 Adaptable a superficies urbanas, infraestructuras existentes.
R2 Alta generación de energía	C2 El almacenamiento de la fuente de energía no sea peligroso.
R3 Versatilidad para clima con poca presencia de sol	C3 Aprovechar la incidencia solar
R4 Durabilidad	C4 Costo de adquisición

Fuente: Arocha Domínguez (2023).

Después de esto se procede a comparar las alternativas con las restricciones para elegir una posible solución (ver Tabla 8).

Tabla 8. Selección de alternativa de panel solar.

RESTRICCIONES	POSIBLE SOLUCIÓN	
	Alternativa I	Alternativa II
R1	SI	SI
R2	SI	NO
R3	SI	NO
R4	SI	NO

Fuente: Arocha Domínguez (2023).

La comparación indica la selección de paneles monocristalinos, estos ofrecen mayor duración, mejor rendimiento, vida útil, pureza y generación de energía en condiciones sombreadas. Actualmente existen muchas empresas dedicadas a la elaboración de paneles como: SunEvo, Risen Energy, Canadian Solar, Jinko Solar, LONGi Solar, SunPower, Talesun, Seraphim, Ingeteam, entre otros.

Para poder tener la ficha técnica de un panel solar debemos seleccionar un fabricante, a nivel internacional los paneles SunEvo son usados para arreglos de sistemas fotovoltaicos industriales debido a su alta generación de energía. Se escoge el panel SunEvo 6 SE6-66HBD 700 W (ver Anexo A), sus datos son los siguientes (ver Tabla 9).

Tabla 9. Datos del panel solar seleccionado.

Potencia Máxima (P _{máx})	700 WP
Tensión en cortocircuito abierto (V _{oc})	50.13 V
Corriente de cortocircuito (I _{sc})	17.43 A.
Dimensiones (Al/An/E)	2384x1303x35 mm
Peso	Peso 38.2 kg

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

Para cualquier otro fabricante se elige su ficha técnica y que el panel fotovoltaico posea una potencia pico de 700W. Como factor de seguridad se usa un rango de 20 a 30% del aumento del consumo diario, considerando que puede haber pérdidas.

$$30000\text{Wh/día} * 1.2 = 36000 \text{ Wh/día}$$

Según AutoSolar(s.f.) para sistemas fotovoltaicos de consumo mayores a 8.000Wh/día, la tensión del sistema debe ser 48V (banco de baterías) de manera recomendada.

4.2.5.1 Potencia pico de consumo

Se usa la hora solar pico menor gracias a la información proporcionada por la Tabla 7.

$$\frac{\text{Consumo día}}{\text{Hora solar pico}} = \frac{36000 \text{ Wh/día}}{5.176 \text{ h}} = 6955.17 \text{ WP} \approx 6956 \text{ WP} \quad (\text{Ec. 2})$$

Esto garantiza el abastecimiento energético para la condición más crítica.

4.2.5.2 Cantidad de paneles

$$\frac{\text{Potencia Pico}}{\text{Potencia del panel}} = \frac{6956 \text{ WP}}{700\text{WP}} = 9.93 \approx 10 \text{ Paneles solares.} \quad (\text{Ec. 3})$$

Comúnmente para los sistemas fotovoltaicos la aproximación de paneles va siempre al inmediato superior.

4.2.5.3 Arreglo de los paneles

El sistema tendrá un arreglo de dos grupos de 5 paneles en serie, ya que es recomendable por expertos en la materia trabajar con el control de voltaje y no de corriente (ya que requiere de cables de sección transversal gruesa, más costoso) (ver Figura 20 y 21).

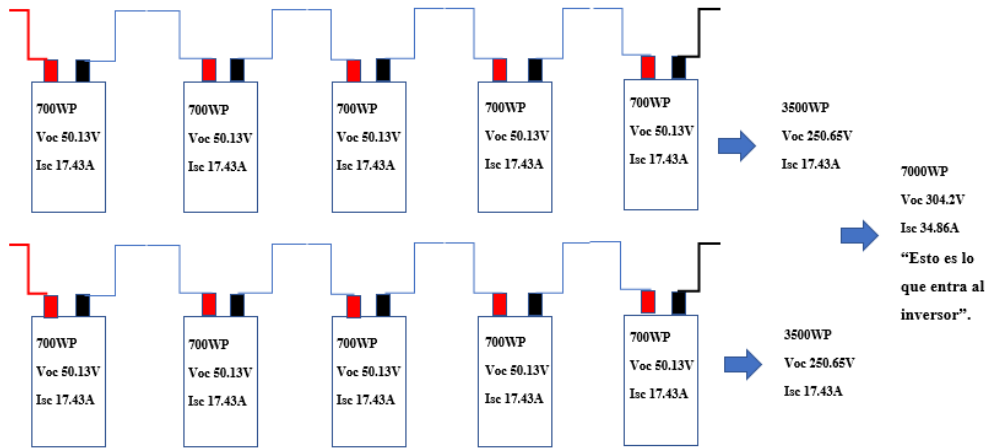


Figura 20. Arreglo del sistema de paneles.

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).



Figura 21. Vista de la colocación de paneles en la azotea del área de esterilización.

Fuente: Arocha, Domínguez. (2023).

4.2.5.4 Distancia entre paneles

Para esto se necesita los datos del ángulo óptimo de inclinación, latitud, la altura de panel y el siguiente material (ver Figura 22).

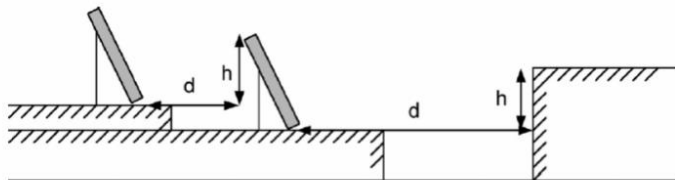


Figura 22. Cálculo de distancia d.

Fuente: Tecnosolab

Ángulo óptimo de inclinación 10,699°

Altura del panel 2.278 m.

$$h = \text{Alt} * \text{sen}\alpha \quad (\text{Ec. 4})$$

$$h = (2.278) * \text{sen}(10.699) = 0.423$$

$$k = \frac{1}{\text{Tan}(61 - \text{Latitud})} \quad (\text{Ec. 5})$$

$$k = \frac{1}{\text{Tan}(61 - 10.1445)} = 0.814$$

Ahora con estos factores se procede a obtener la distancia entre cada fila de paneles.

$$d = k . h \quad (\text{Ec. 6})$$

$$d = k . h = (0.423) * (0.814) = 0.344 \text{ m}$$

Esta es la distancia mínima que se debe tener entre cada fila. Según Tecnosolab (2016) por criterios de recomendación y estudio de los sistemas fotovoltaicos se debe tomar una distancia que esté por encima de la mínima y para nuestro diseño será de 0.5m.

4.2.5.5 Selección del inversor

Para obtener el inversor se usan los siguientes datos:

Potencia pico del autoclave (vaporizador) 8500WP, Tensión del sistema 48V.

En este caso se requiere usar un 20% de aumento de la potencia pico para garantizar un buen suministro de energía al equipo, lo cual nos da 10200WP. Los inversores de corriente tienen un amplio mercado y existen muchos, como el autoclave (vaporizador) es un equipo trifásico, de consumo considerable se procede a buscar una que ofrezca abastecer el consumo de 10200WP y que sea de onda pura garantizando que la conversión de corriente sea netamente AC.

El inversor Hybrid Inverter 48V Three Phase 12KW, eficiencia de 97.6%, marca Deye, salida trifásica es el elegido ya que además de proporcionar onda pura tiene integrado dos controladores (34 + 17 A) MPPT lo que mejora el rendimiento. El grupo Ningbo Deye se destaca por proporcionar inversores de corriente para sistemas de alto consumo por lo cual es nuestra elección viable (ver Figura 23) (ver Anexo B).



Figura 23. Inversor marca Deye.

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

4.2.5.6 Cálculos de baterías

Las baterías pueden ser de 6V, 12V, 24V o hasta 48V para sistemas fotovoltaicos. Estos dispositivos de almacenamiento se deben descargar hasta un 50% sean de gel, agm o estacionarias (OPZS u OPZV) para alargar la vida útil del mismo (los ciclos), para entender un poco de esto ver figura 24.

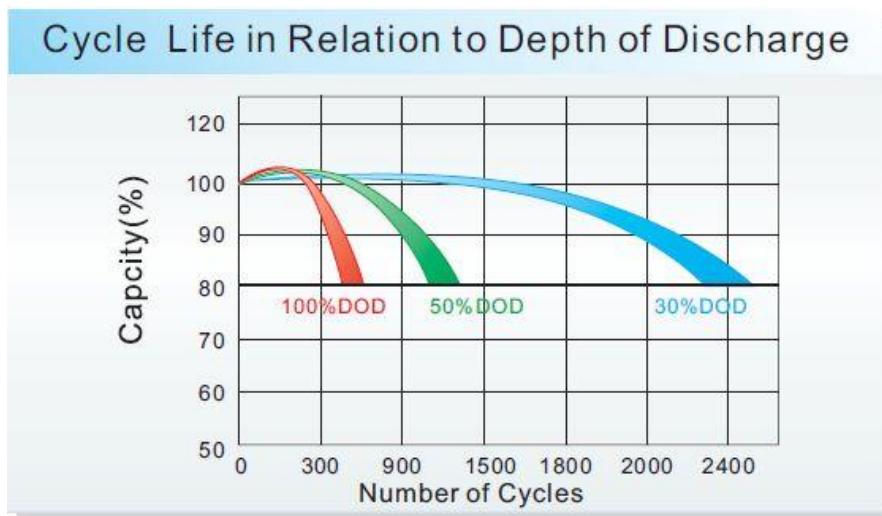


Figura 24. Ciclos de vida de las baterías de sistemas fotovoltaicos.

Fuente: Proviento

Para el sistema fotovoltaico se usará baterías estacionarias OPzV, estas ofrecen mayor durabilidad y no requieren de mantenimiento periódico en comparación a las OPzS. Según AutoSolar(s.f.) es recomendable hacer la instalación en serie de estos acumuladores ya que se garantiza un nivel carga regular para cada unidad, monitoreado por el inversor de corriente (ver Figura 25).



Figura 25. Baterías gel OPzV.

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

$$\text{Banco de Baterías} = \frac{\text{Consumo de equipo}}{\text{Potencia de la batería} * 0.5} \quad (\text{Ec. 7})$$

En el mercado se encuentra la batería gel OPzV 12V y 1600Ah.

$$\text{Banco de Baterías} = \frac{36000 \text{ KW/día}}{(19200\text{Wh})(0.5)} = 3.75 \approx 4 \text{ unidades}$$

Entonces el sistema fotovoltaico tendrá un banco de 4 baterías de 12V conectadas en serie generando así los 48V del sistema, los implementos que se necesitan para el sistema fotovoltaico quedan así (ver Tabla 10):

Tabla 10. Listado de materiales del sistema fotovoltaico.

Listado de Materiales		
Ítem	Elemento	Cantidad
1	Panel solar SunEvo 6 SE5-66HBD 700 W	10
2	Inversor cargador Hybrid Inverter 48V Three Phase 12KW.	1
3	Batería gel OPzV 12V-1600Ah.	4
4	Cableado DC y AC	1
5	Breaker de 40A	2

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

4.3 Realizar el diseño y simulación del vaporizador

4.3.1 Dimensiones del vaporizador

Cuerpo

Diámetro exterior de diseño 0.515m (515mm).

Longitud exterior 1m (1000mm).

Diámetro de cámara hermética 0.415m (415mm)

Longitud de cámara hermética 0.970m (970mm)

Según la Norma ASME Secc. VIII Div.1 para recipientes a presión y calderas el espesor mínimo no debe ser menor a 3/32 in, por lo que el espesor será el siguiente:

$$t = t_{\min} + CA \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde:

t: espesor del diseño

t_{\min} : espesor mínimo recomendado por la ASME = 3/32 in. = 2.381mm

CA: coeficiente de corrosión recomendado por la ASME = 0.09 in = 2.286mm

$$t = 2.381 \text{ mm} + 2.286 \text{ mm} = 4.667 \text{ mm} \approx 3/16 \text{ in.}$$

El diseño del vaporizador es horizontal (ver Figura 26) (ver Apéndice C). El volumen se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Vol} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L \quad (\text{Ec.9})$$

Se sustituye:

$$\text{Vol}_{\text{ext}} = \frac{\pi}{4} \cdot (0.515)^2 \cdot (1\text{m}) = 0.208\text{m}^3 = 208\text{L}$$

$$\text{Vol}_{\text{cám-herm}} = \frac{\pi}{4} \cdot (0.415)^2 \cdot (0.970\text{m}) = 0.131\text{m}^3 = 131\text{L}$$

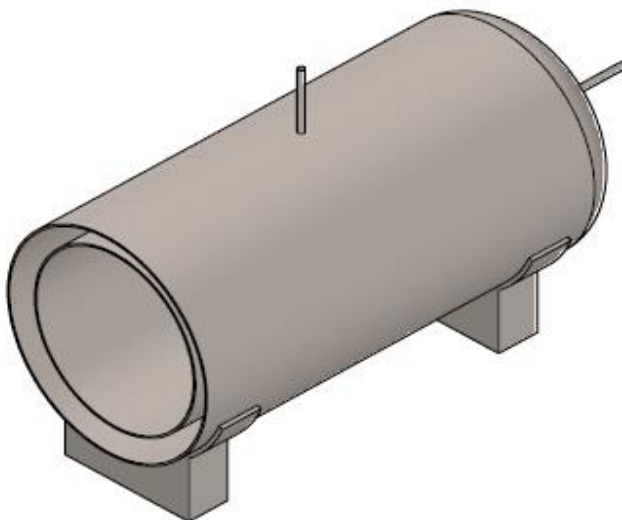


Figura 26. Cuerpo del vaporizador.

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

El cuerpo interno de vaporizador posee una cámara hermética. También está el diseño de un recipiente de agua, el cual tendrá una resistencia de inmersión para suministrar vapor al equipo (ver Figura 27) (ver Apéndice D).

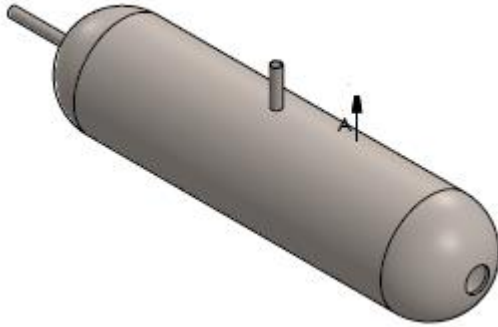


Figura 27. Recipiente de agua.

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

Tapa o puerta

Para garantizar hermeticidad y evitar fugas de vapor, respetando el código ASME con un espesor de 20mm (ver Figura 28) (ver Apéndice E).

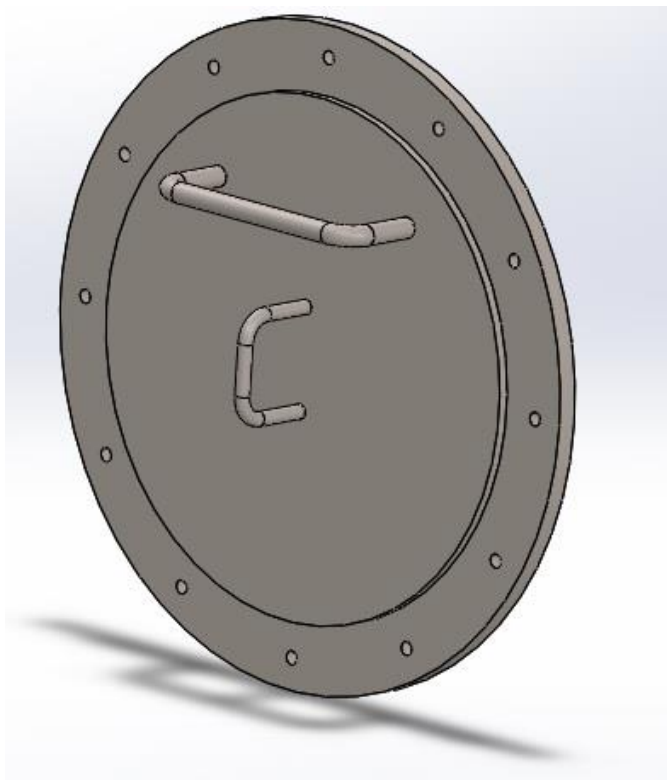


Figura 28. Tapa o puerta del vaporizador.

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

Brida

Para facilitar la unión a presión del cuerpo y la tapa, aumentar la resistencia interna y externa del extremo en donde se coloque (ver Figura 29) (Ver Apéndice F).

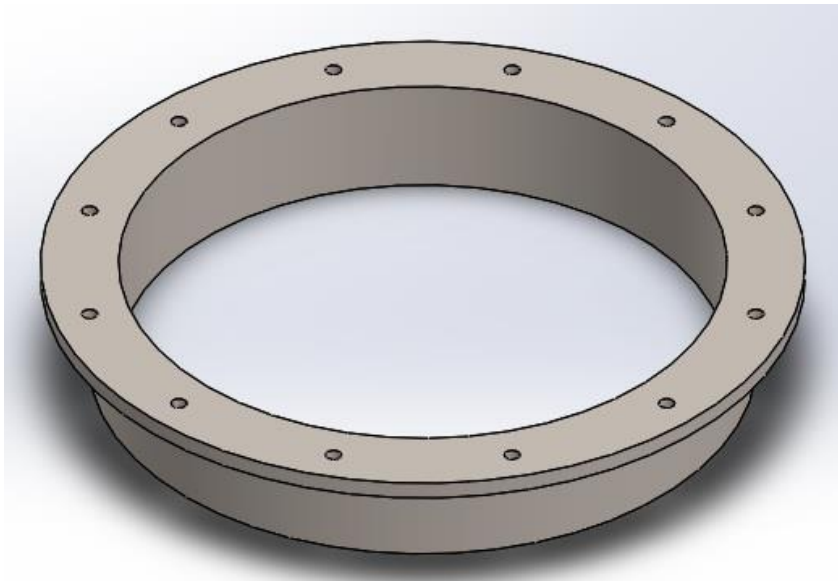


Figura 29. Brida

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

Sujetador o bisagra.

Para garantizar un diseño confiable y que cumpla con el requerimiento de unión (ver Figura 30) (ver Apéndice G).

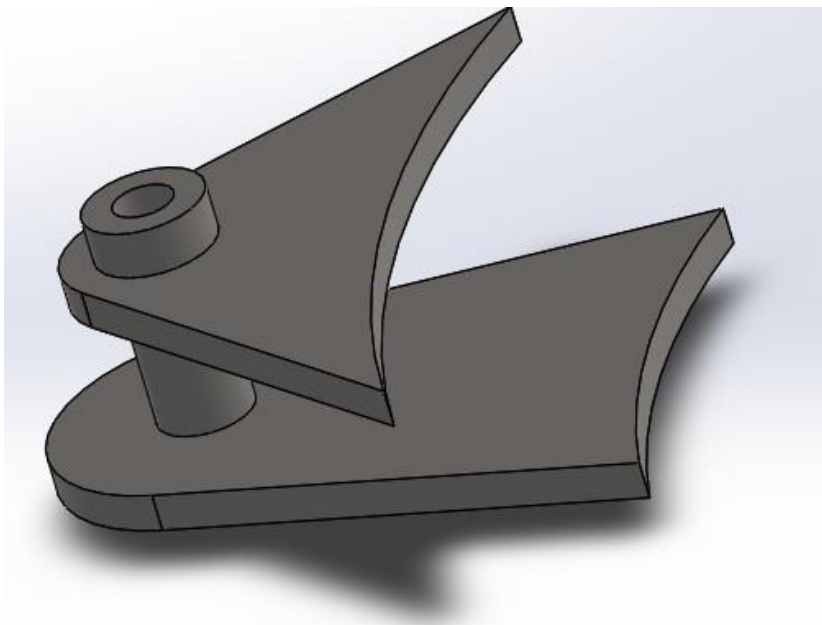


Figura 30. Bisagra

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

Pescante

Permite la unión de la bisagra y tapa, siendo una pieza que se le apoda como brazo (ver Figura 31) (ver Apéndice H).



Figura 31. Pescante.

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

Sujetador con rosca

Componente adicional que permite el ajuste del pescante con la tapa (ver Figura 32) (ver Apéndice I).

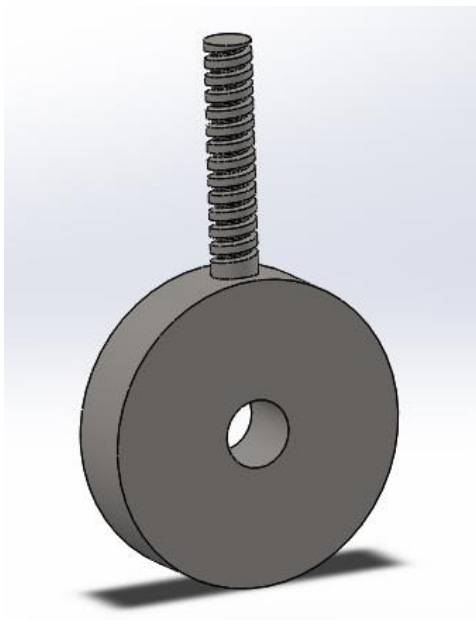


Figura 32. Sujetador con rosca.

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

El diseño en conjunto del vaporizador consta del ensamble de cada pieza (ver Apéndice J).

4.3.2 Selección del material

El material del diseño fue un acero inoxidable 316, el cual muy habitual su uso en autoclave y vaporizadores para esterilizado. La aplicación de este acero se ve en la industria alimenticia, química, farmacéutica, entre otros. A continuación, se muestra las propiedades de este acero (Ver Tabla 11):

Tabla 11. Datos del material seleccionado

Acero Inoxidable 316	
Resistencia a la tracción	485MPa (70.000 lb/pulg ²)
Límite de elasticidad (0,2%)	170MPa (25.000 lb/pulg ²)
Esfuerzo permisible promedio(S)	137,9MPa (20.000 lb/pulg ²)
Conductividad térmica	16,2W
Elongación en 50mm (%,>=)	30
Reducción de área	40%
Dureza Rockwell	95

Fuente: Arocha y Domínguez (2023).

Se obtiene la presión máxima de diseño, la cual soportará teóricamente la cámara hermética:

$$P = \frac{S \cdot E \cdot t}{R - 0.6 * t} \quad (\text{Ec. 10})$$

Donde:

E: eficiencia de la junta (soldadura doble) (E = 0,85).

t: espesor del diseño (t = 3/16 in = 0,1875 in).

R: radio interno de la cámara hermética (R = 8,075in).

S: esfuerzo permisible a temperatura del diseño (S = 20000 lb/pulg²).

$$P = \frac{(20000 \text{ lb/pulg}^2) \cdot (0,85) \cdot (0,1875 \text{ in})}{(8,075 \text{ in}) - 0.6(0,1875 \text{ in})} = 400,31 \text{ lb/pulg}^2 \approx 2,76 \text{ MPa}$$

4.3.3 Estudio térmico

Anteriormente se conoció que el rango de temperatura para esterilización de autoclave era 110-135°C, en el diseño se quiere garantizar que la temperatura del vapor sea 120°C o superior. Entonces se tiene los siguientes datos:

Temperatura de entrada del agua 20°C al recipiente.

Presión de operación 0.2MPa (2bar) la cual debe estar por debajo de la presión de diseño.

4.3.3.1 Temperatura de saturación del proceso de esterilización

Para esto se obtiene la presión absoluta la cual es la suma de la presión de operación(manométrica) más la presión atmosférica.

$$P_{abs} = P_{man} + P_{Atm} \quad (\text{Ec. 10})$$

$$P_{abs} = 2\text{bar} + 1\text{bar} = 3 \text{ bar} = 3,05 \text{ Kg/cm}^2$$

Con este valor de presión se extrae de las tablas termodinámicas de vapor saturado la temperatura de saturación 133.43°C. (Ver Anexo C)

4.3.3.2 Energía para calentar agua (kCal)

$$Q_S = m_{\text{agua}} \cdot C_{\text{pagua}} \cdot (T_f - T_i) \quad (\text{Ec. 11})$$

$$C_{\text{pagua}} = 1.0 \text{ kCal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$m_{\text{agua}} = 8\text{L} = 8 \text{ kg}$ cantidad de agua con el cual se desea trabajar el diseño.

$$T_f = 133.43^\circ\text{C}$$

$$T_i = 20^\circ\text{C}$$

$$Q_S = (8\text{kg}) \cdot (1.0 \text{ kCal/kg} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot (133.43^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})$$

$$Q_S = 907.44 \text{ kCal.}$$

4.3.3.3 Energía para vaporizar agua (kCal)

Gracias a la tabla de vapor saturado también se pudo obtener el calor latente de vaporización por unidad de masa(L), luego de eso obtiene el calor latente.

$$L = 516.92 \text{ kCal/ kg}$$

$$Q_L = m_{\text{agua}} \cdot L \quad (\text{Ec. 12})$$

$$Q_L = (8\text{kg}) \cdot (516.92 \text{ kCal/ kg}) = 4135.36 \text{ kCal.}$$

$$Q_{\text{Total}} = Q_S + Q_L \quad (\text{Ec. 13})$$

$$Q_{\text{Total}} = (907.44 \text{ kCal}) + (4135.36\text{kCal}) = 5042.8\text{kCal.}$$

$$Q_{\text{Total}} = 5042.8 \text{ kCal} = 5.864\text{kW}$$

4.3.3.4 Caudal o flujo de vapor

$$W_s = \frac{m \cdot C_p \cdot (T_f - T_i)}{h_{fg} \cdot t} \quad (\text{Ec. 14})$$

Donde:

W_s : caudal de vapor

$$m = 8\text{L} = 8 \text{ kg}$$

$$T_f = 133.43^\circ\text{C}$$

$$T_i = 20^\circ\text{C}$$

$$C_{p\text{agua}} = 4.19 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$h_{fg} = 2163.68 \text{ kJ/kg}$$

$$t = 1 \text{ hr}$$

$$W_s = \frac{(8\text{kg}) \cdot (4.19 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot (133.43^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})}{(2163.68 \text{ kJ/kg}) \cdot (1\text{hr})} = 1.757 \text{ kg/hr}$$

$$W_s = 1.757 \text{ kg/hr} = 0.000488 \text{ kg/s} = 0.000488 \text{ l/s}$$

La tubería del sistema será de diámetro $\frac{1}{2}$ in = 0.0127m, se puede obtener la velocidad del vapor de la siguiente manera:

$$A_{\text{secc-tran}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (\text{Ec. 15})$$

$$A_{\text{secc-tran}} = \frac{\pi \cdot (0.0127\text{m})^2}{4} = 1.266 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$v_{\text{vapor}} = \frac{W_s}{A_{\text{secc-tran}}} \quad (\text{Ec. 16})$$

$$v_{\text{vapor}} = \frac{488 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}}{1.266 \times 10^{-4} \text{ m}^2} = 3.85 \text{ m/s}$$

4.3.3.5 Calor por convección

$$Q_{\text{conv}} = A \cdot h \cdot (T_{\text{sup}} - T_{\text{ext}}) \quad (\text{Ec. 17})$$

Donde:

A : área de la cámara hermética.

h: coeficiente de transferencia por convección.

T_{int} : temperatura interna. = $133,43^\circ\text{C} = 406,58\text{K}$

T_{ext} : temperatura externa.

Para obtener el área de la cámara hermética se necesitan los datos de radio(rad) 0.2075m y longitud(long) 0.97m.

$$A = 2 \cdot \pi \cdot \text{rad} \cdot (\text{rad} + \text{long}) \quad (\text{Ec. 18})$$

$$A = 2 \cdot \pi \cdot (0.2075\text{m}) \cdot (0.2075\text{m} + 0.97\text{m}) = 1,53 \text{ m}^2$$

La T_{ext} se aproxima a la del ambiente para poder hacer el cálculo, pero teniendo en cuenta que la parte externa del vaporizador puede tener una temperatura mayor lo cual dictamine un resultado más real al previsto. La temperatura ambiente promedio de Valencia estado Carabobo es de 27°C . Además, el coeficiente de transferencia por convección por vapor

sobrecalentado comprende un rango 20-300 W/m². K para un fluido en donde su temperatura es mayor a 120°C se puede tomar un valor de 225 W/m². K en adelante.

$$T_{\text{ext}} = 27^{\circ}\text{C} = 300,15 \text{ K.}$$

$$Q_{\text{conv}} = (1,53 \text{ m}^2). (225 \text{ W/m}^2. \text{K}). (406.58 \text{ K} - 300.15\text{K}) = 36638.52\text{W}$$

4.3.4 Componentes del diseño

Se debe tener en cuenta los componentes que posee el diseño:

Bomba de vacío de anillo líquido.

Válvula de seguridad.

Presostato.

Manómetro

Termómetro.

Resistencias.

Switch trifásica (Interruptor).

4.3.4.1 Bomba de vacío de anillo líquido

Se seleccionó la siguiente bomba marca Elmo Rietschle modelo 2BV206 (ver figura 33 y 35) (ver Anexo D).



Figura 33. Bomba de vacío de anillo líquido.

Fuente: GardnerDenver (2023).

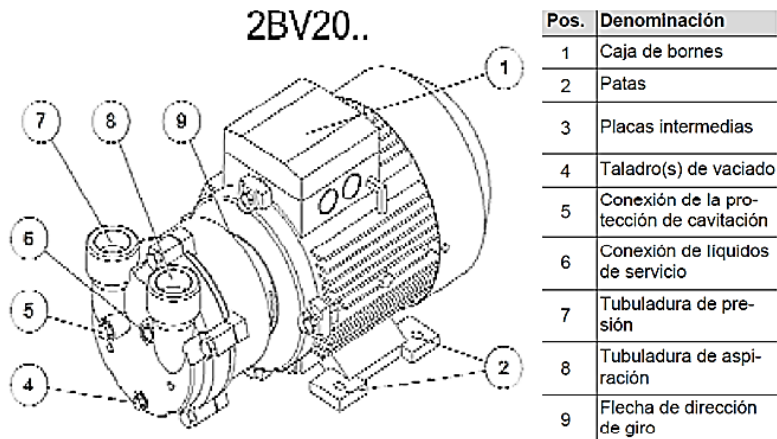


Figura 34. Partes de la bomba de vacío.

Fuente: GardnerDenver (2023).

La selección de esta bomba se basa en la similitud de características en comparación con la que posee el autoclave del recinto de salud evaluado (maternidad del sur). Entre los detalles a destacar está su voltaje 230/460V, operación con vapor y gases, potencia 2.8 HP, conexión salida/entrada tuberías de ½ in, temperatura del líquido de servicio 100°C / 5°C, temperatura de los gases o vapores +80°C, material acero fino/acero inoxidable, monoblock, presión de salida en servicio de compresor 2.9bar, presión de salida en servicio en vacío 1.1bar y presión de succión 40.3 mbar.

4.3.4.2 Válvula de seguridad

Se seleccionó la válvula marca DEWIT aplicable para procesos que contienen vapor como autoclaves, calderas, etc. (ver Figura 35) (ver Anexo E).

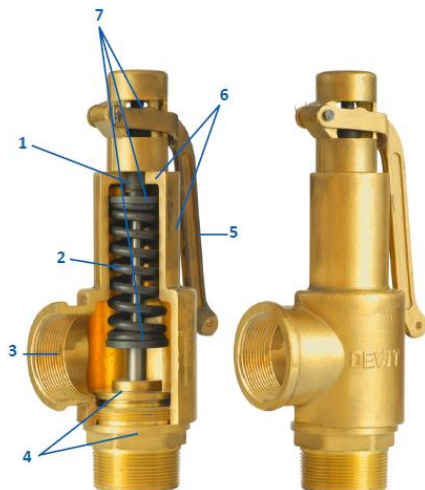


Figura 35. Válvula de seguridad.

Fuente: Neumatik

4.3.4.3 Presostato

Modelo seleccionado PSM-550 marca WIKA, empleado para bombas y autoclaves (ver Figura 36) (ver Anexo F).



Figura 36. Presostato
Fuente: WIKA.

4.3.4.4 Manómetro

Se seleccionó el modelo PG43-SA NS100, marca WIKA destinado a procesos estériles de la industria farmacéutica (ver Figura 37) (ver Anexo G).



Figura 37. Manómetro
Fuente: WIKA

4.3.4.5 Termómetro

Se seleccionó el modelo R52.100, marca WIKA. (ver Figura 38) (ver Anexo H).



Figura 38. Termómetro conexión radial.

Fuente: WIKA

4.3.4.6 Resistencia

Los autoclaves de capacidad 150 lts usan resistencia de potencia en un rango de 6KW a 9KW, además se tomó en cuenta que la energía para vaporizar el agua es de 5.864KW. Se seleccionó la resistencia de inmersión modelo RIT-313 de 6KW con termostato incluido, marca Asturgó .(ver Figura 39)(ver Anexo I).



Figura 39. Resistencia en forma de U.

Fuente: Asturgó(2018)

4.3.4.7 Switch trifásica (Interruptor).

El interruptor termomagnético serie Z300, marca ZOLODA de 3 polos de 40A, cumple con las necesidades de manejar corrientes no excesivas. (ver Figura 40) (ver Anexo J).



Figura 40. Interruptor termomagnético.

Fuente: Zoloda.

El diseño del sistema fotovoltaico en conjunto con el vaporizador garantiza un suministro energético tanto cuando haya incidencia solar(día) como por las noches (Ver Figura 41).

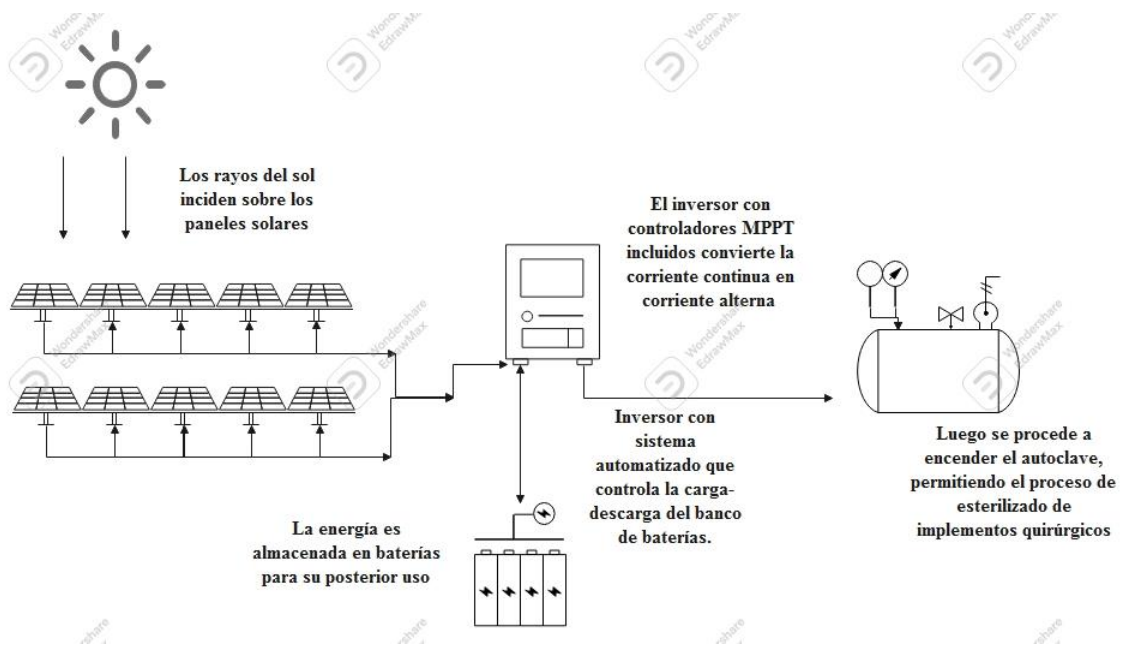


Figura 41. Diagrama de toda la instalación.

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

Los instrumentos en base al diseño del vaporizador se pueden visualizar en un diagrama P&ID (ver Figura 42).

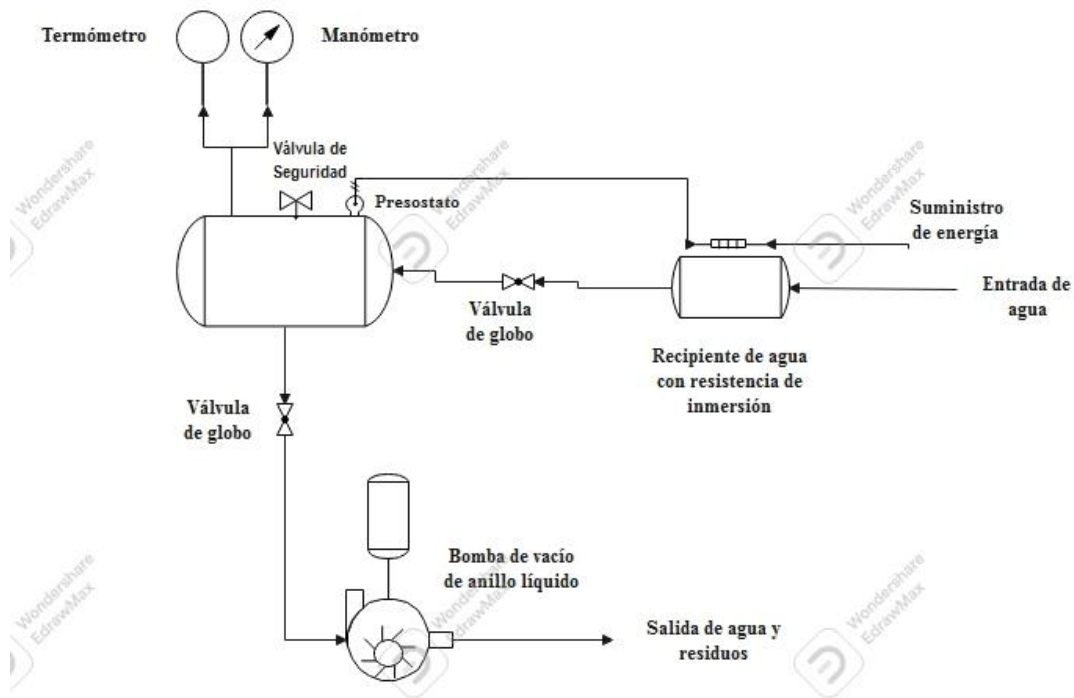


Figura 42. Diagrama P&ID.
Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

4.3.5 Resultados de la simulación

El diseño fue sometido a simulación de los parámetros previamente calculados, mostrando resultados favorables y comportamiento adecuado. Para la temperatura de trabajo de esterilización, el vaporizador soporta un gran rango admisible, ya que el límite es mucho mayor (ver Figura 43).

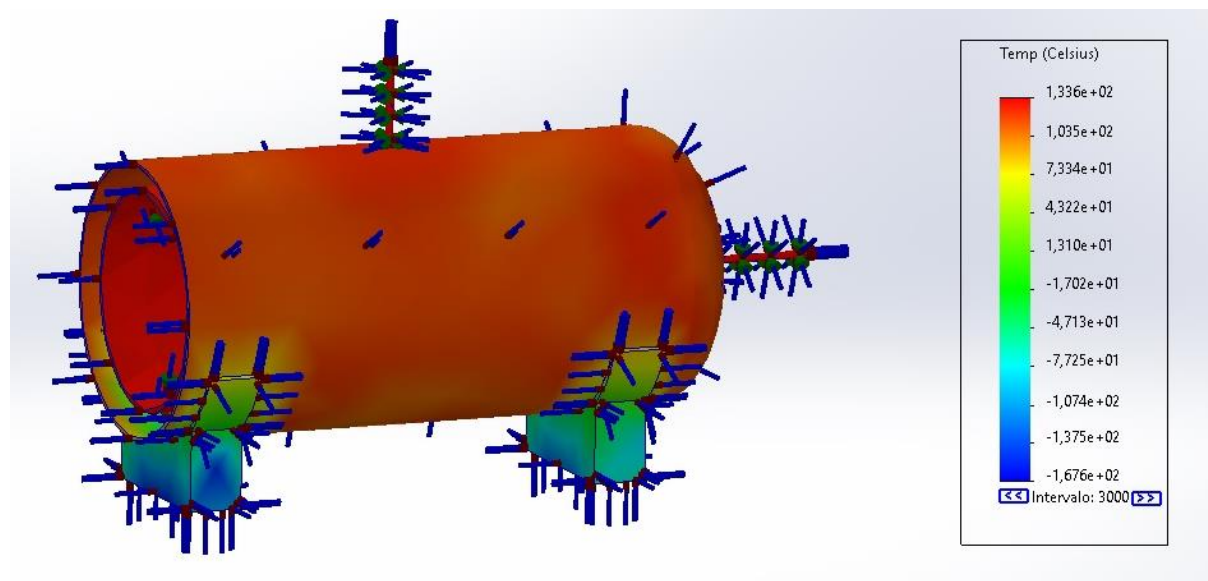


Figura 43. Resultados del análisis térmico.
Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

Además de ser un equipo al cual estará sujeto a una carga de presión es necesario saber el comportamiento de trabajo (ver Figura 44).

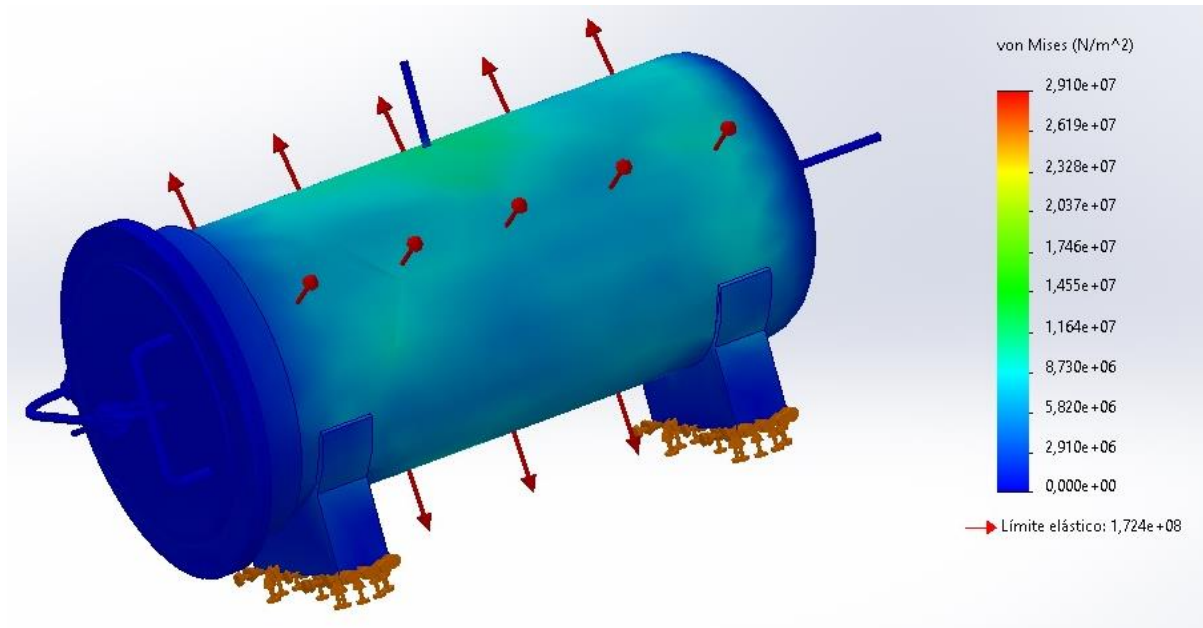


Figura 44. Resultados del análisis de presión.

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

Los resultados simulados están entre los parámetros de aceptación y validación, por lo que el vaporizador cumple con los criterios de un diseño estable de recipiente a presión.

4.4 Evaluar la viabilidad económica y ambiental para el desarrollo del proyecto.

Para evaluar la viabilidad del proyecto a nivel económico, se decidió realizar un cálculo de los equipos necesarios y material para el diseño del vaporizador y el sistema fotovoltaico basado en dólares (\$), ya que la mayoría de los equipos y accesorios son importados, para que dichos costos puedan prevalecer estables o tener una mínima variación (ver Tabla 12). Se recuerda que estos costos tienen el valor total del diseño y viene incluido con el sistema de tuberías, almacenamiento y soportes.

Tabla 12. Viabilidad económica.

Descripción	Precio Unitario (\$)	Unidad	Cantidad necesaria	Total (\$)
Panel solar 700WP	469,99	Unid.	10	4.699,9
Inversor cargador Hybrid Inverter 48V Three Phase 12KW.	1.918	Unid.	1	1.918
Batería gel OPzV 12V-1600Ah.	3.450	Unid.	4	13.800
Cable #8 Diámetro 3.71mm-40A.	2,50	m	22	55
Breaker de 40A	12	Unid.	2	24
Chapa de acero inoxidable 316 3/16" x 12" x 24"	112,66	Unid.	4	450,64
Tubería ½ in	9,60	m	4	38,4
Bomba de vacío de anillo líquido	325	Unid.	1	325
Válvula de seguridad	28	Unid.	1	28
Presostato	109,40	Unid.	1	109,40
Manómetro	95,99	Unid.	1	95,99
Termómetro	94,20	Unid.	1	94,20
Resistencia	289	Unid.	1	289
Switch trifásica	13,99	Unid.	1	13,99
Codos de acero inoxidable 316 ½ in	7	Unid.	5	35
T de acero inoxidable 316 ½ in	10,20	Unid.	2	20,40
Chapa de acero inoxidable 316 1,22x244m x 10mm	645	Unid.	1	645
Válvula de globo ½ in	35	Unid	2	70
Espárragos de seguridad ½ in	10	Unid.	12	120
Total, sistema fotovoltaico				20.496,9\$
Total, del vaporizador				2.335,02\$
Total, del diseño				22.831,92\$

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

Comparando solo el costo del diseño del vaporizador (2.335,02\$) con lo que vale un equipo de esterilizado de mismas condiciones en el mercado (entre 9.800\$ hasta 15.000\$ sin contar envíos a Venezuela) se puede detallar lo viable de este diseño, además de la implementación de un sistema energético de energía renovable como fuente principal, el cual

brinda larga duración en paneles, poco mantenimientos en baterías, gran generación de potencia eléctrica y conservador con el medio ambiente(ver Tabla 13).

Tabla 13. Viabilidad ambiental.

Ventajas	Desventajas
Recurso de energía renovable	A nivel ambiental no presenta alguna desventaja que indique daño al planeta cuando es todo lo contrario
Ecológicamente viable sin emisiones de gases de efecto invernadero.	
Eficiencia alta contra el cambio climático.	
Venezuela presenta excelente incidencia solar.	

Fuente: Arocha, Domínguez (2023).

Para ver la importancia de este tipo de energía, debemos tener en cuenta que en una sola hora el sol irradia la energía solar suficiente para cubrir el consumo de energía humana durante un año. En los últimos años ha habido muchos avances en las tecnologías de los sistemas de energía solar. Sin embargo, todavía estamos atrasados en los métodos de captura de esta enorme cantidad de energía. A pesar de que es gratuita y natural.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se puede concluir para el primer objetivo, que el diagnóstico del área de esterilización del hospital materno infantil Dr. José María Vargas brinda la información y disposición de espacios del recinto para la implementación de una energía auxiliar o alternativa para el autoclave o equipos a usar. El centro hospitalario cuenta con planta eléctrica que no abastece a la sala de esterilización, por lo que es viable implementar un suministro alternativo que sea rentable y no genere impacto ambiental negativo. A pesar de esos aspectos, el análisis de campo es de vital importancia para decidir si el proyecto es factible, por lo tanto, el análisis de campo debe de ser la primera tarea por realizar si se dispone a realizar cualquier tipo de proyecto donde se quiera aprovechar una energía.

Una vez realizado la visita al centro de salud, se determinó mediante la ponderación de criterios de Vilchez la energía alternativa, en donde estaban la eólica, biodiesel, biomasa y solar, se llegó a la conclusión que la energía solar era la más viable debido a que cumplía con los requerimientos de análisis. Además, el estudio geográfico realizado evidenció la disponibilidad de espacio para instalar la celda fotovoltaica que permite la obtención de esta energía alterna. Posterior a eso de manera práctica, se determinó el modelo de panel solar basándose en la misma ponderación de criterios de Vilchez. La incidencia solar, haciendo un estudio minucioso de todas las características y variables a considerar. También como es la dimensión y exposición del área de la azotea, para el estudio de irradiación solar a lo largo del año, se contó con la herramienta GOOGLE MAPS, aportando información valiosa, así como el INAMEH y PVGIS nos arrojó datos recopilados en los últimos años. En el mercado se encuentran muchos sistemas fotovoltaicos de pequeña, mediana y gran generación de potencia eléctrica. Venezuela posee una favorable incidencia del sol, por lo que aprovechar esta energía es un precedente a lo que se quiere hoy en día, que es usar y poner en práctica las energías renovables que ayuden al desarrollo humano y preserven el medio ambiente.

Una vez se haya seleccionado la energía a usar en el proyecto, se procede a la selección o diseño de este. Simplemente se realizó un estudio para diseñar el vaporizador utilizando energía alternativa, tomando en cuenta las características y condiciones del equipo que se encuentra en el hospital materno infantil Dr. José María Vargas. SolidWorks es una herramienta útil para este caso de diseño y posterior a eso facilita el estudio térmico que debe llevar el vaporizador, respondiendo a favorables resultados. Esto marcaría un resultado bastante

importante debido a que en Venezuela aún no se cuenta con instalaciones autosustentable de energía.

Finalmente, para concluir con la viabilidad del proyecto. La factibilidad operativa se comprueba logrando refutar el diseño con el resultado de los cálculos, si estos resultados están dentro de parámetro coherentes, se puede comprobar la factibilidad operativa, siempre y cuando, apoyados en el manual de diseño utilizado de recipientes a presión y de las condiciones de trabajo simulados. La viabilidad económica se aprecia enfrentado el precio neto del proyecto con respecto al beneficio de este y la larga durabilidad de este equipo, además de su eficiencia, el precio a pagar por este proyecto es relativamente elevado, pero con respecto al beneficio que se puede obtener, puede representar un precio considerable a pagar, de ahí se comprueba la factibilidad económica. Tomando en cuenta aún más la viabilidad ambiental, cosa que es notaria ya que se garantiza cero emisiones de gases de efecto invernadero, aprovechamiento de un recurso inagotable y limpio.

La colocación del sistema fotovoltaico en el hospital materno infantil es viable debido al gran espacio disponible que posee, conlleva a tener en cuenta que para proyectos futuros sea implementado. Todas las herramientas digitales que se usan en el estudio de la energía solar facilitan la implementación del mismo. Los materiales fueron seleccionados según la disponibilidad del mercado local/nacional, aunque hay accesorios que se tienen que adquirir fuera del país debido a que los mayores fabricantes de autoclaves y sus componentes son extranjeros, obteniendo así un equipo de buena calidad y confiable.

5.2 Recomendaciones

Para la realización de futuros proyectos de diseño y sistemas fotovoltaicos se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Planes de mantenimiento preventivo de las instalaciones, debido a su exposición al medio ambiente, en las diferentes etapas de año, a las partículas de tierra, polvo, hojas entre otros, que pueden alterar al rendimiento y entrega del sistema disminuyendo su eficiencia.
- Se debe contar con charlas de información al personal de mantenimiento para que periódicamente se limpien los paneles, para evitar microorganismos como algas y bacterias.
- Implementar a otros equipos o salas del hospital los sistemas fotovoltaicos, que permitan reducir la dependencia del sistema eléctrico nacional (SEN).

REFERENCIAS

- Agentes Físicos. (s.f.). UGR.ES. <https://www.ugr.es/~eianez/Microbiologia/13agfisicos.htm>
- Aguilar, C. (2017). Tu Guía de Aprendizaje Como Aplicar el Diagrama de Ishikawa en el Aula [Figura]. Recuperado de <https://tuguiadeaprendizaje.co/como-aplicar-el-diagrama-de-ishikawa-en-el-aula/>
- Alfaro, Avilés y Mejía (2020). **Diseño y construcción de una autoclave solar para esterilización de instrumental quirúrgico**. [Tesis de pregrado, Universidad del Salvador]. Repositorio de la Universidad de El Salvador <https://ri.ues.edu.sv>
- Arias, F. (1999) **El proyecto de Investigación**. 3ra edición. Texto C.A. Caracas, Venezuela.
- Asamblea Nacional Constituyente (1999). **Constitución Nacional de la República Bolivariana de Venezuela**. Gaceta Oficial 36.860. Venezuela
- Asturgó. (2018). **Catálogo de Resistencias Eléctricas** [Figura]. Recuperado de https://asturgo.com/catalogos/CATALOGO_RESISTENCIAS_ASTURGO.pdf
- AutoSolar. (s.f.). Aspectos técnicos, ¿Cómo debo elegir un kit solar según mis necesidades? Recuperado de <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/como-debo-elegir-un-kit-solar-segun-mis-necesidades>
- Bernal, L. (2022). **Primera Ley de la Termodinámica** [Figura]. Recuperado de <https://www.goconqr.com/mapamental/3855477/primera-ley-de-la-termodinamica>
- Calor y Calorimetría. (2021, 13 de marzo). Laplace. http://laplace.us.es/wiki/index.php/Calor_y_calorimetr%C3%ADa
- Congreso de la República Bolivariana de Venezuela (1998). **Ley Orgánica para la Salud**. Gaceta Oficial 36.579. Venezuela
- Climas y Viajes. (s.f.). **Clima Valencia (Venezuela)** [Figura]. Recuperado de <https://www.climasyviajes.com/clima/venezuela/valencia>
- Escobar e Ibáñez. (2018). **Diseño de un colector solar para reducir el impacto térmico ocasionado por la incidencia solar en la escuela de Mecánica de la Universidad José Antonio Páez** [Tesis de pregrado]. Universidad José Antonio Páez.
- Figueredo et, al. (2020). **Manual para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos de trabajos de grado, trabajos de grado, tesis doctoral e informe de pasantía y extramuros de la Universidad José Antonio Páez**. (Versión Final).
- GardnerDenver. (2023). **Gardner Denver Deutschland**, manual de bombas de anillo líquido. [Figura]. Recuperado de <https://www.gardnerdenver.com/es-pa/products/liquid-ring/vacuum-pumps>
- GoogleMaps. (2023). **Maps** [Figura]. Recuperado de <https://www.google.com/maps/>

- INAMEH. (2023). **Climograma estados de Venezuela** [Figura]. Recuperado de <http://www.inameh.gob.ve/web/>
- Monje, C. (2011) **Metodología de la investigación cualitativa y cuantitativa**, guía didáctica Universidad Surcolombiana Neiva- Colombia.
- Navarro, H. (2018). **Aplicación de paneles solares en el diseño del pabellón de consultorios externos en hospital tipo IV-Piura**. [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro de Chimbote-Perú]. Repositorio. <https://1library.co/document/z3e5718q-aplicacion-paneles-solares-diseno-pabellon-consultorios-externos-hospital.html>
- Neumatik. (s.f.). **Productos Watson McDaniel-Válvulas de Seguridad** [Figura]. http://www.neumatik.com.mx/pdf/04_Watson_McDaniel/05_Valvulas_de_Seguridad
- Parella y Martin. (2006). **Metodología de la Investigación Cuantitativa** (2da Edición). Editorial FEDUPEL. Caracas, Venezuela.
- Proviento. (s.f.). **Baterías Solares** [Figura]. Recuperado de <https://www.proviento.com.pe/baterias.html>
- PVGIS. (2023). **PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM** [Figura]. Recuperado de https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/
- Reyes, E. (2022, 6 de marzo). **Una mirada a lo que es parir en Maternidad del Sur**. Ciudad Valencia. <https://www.ciudadvalencia.com.ve/mirada-parir-maternidad-del-sur/>
- Rius, D. (2014). **Estados de la Materia** [Figura]. Recuperado de <http://quimica2estadosdelamateria.weebly.com/estados-de-la-materia/quimica>
- Segunda Ley de la Termodinámica. (s.f.). **Mesoatomic**. <https://www.mesoatomic.com/es/fisica/termofisica/termodinamica/segunda-ley-de-la-termodinamica>
- Silva, D y Peña, L. (2018). **Estandarización de procesos críticos de la central de esterilización del hospital San José para sub procesos de almacenamiento y distribución según los requisitos de la NTC ISO 9001-2015 Y EL USO DE LA METODOLOGIA SIX SIGMA**. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio de la Universidad Católica de Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/items/664b27f8-d296-464d-9ee3-2cb1bc2e0c68>
- Solargis. (2017). **Mapas de recursos solares de Venezuela** [Figura]. <https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/venezuela>
- SunEarthTools. (2023). **Cálculo de la posición del sol** [Figura]. https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es

- Tamayo y Tamayo, M. (2000). **El proceso de la investigación científica** (4ta edición). Editorial Limusa, S.A México D.F, México.
- Tercnosolab. (2016). **Distancia entre paneles solares** [Figura]. <https://tecnosolab.com/noticias/distancia-entre-filas-de-paneles-solares/>
- Vargas, J. (2019). **Pulso Empresarial Matriz FODA** [Figura]. Recuperado de <https://www.elimpulso.com/2019/05/13/pulsoempresarial-matriz-foda/>
- Vilchez, N.(s.f.). **Estrategias Creativas en el Diseño Mecánico**. Universidad de Carabobo
- WeatherSpark. (2022). **Clima promedio en Valencia** [Figura]. <https://es.weatherspark.com/y/27392/Clima-promedio-en-Valencia-Venezuela-durante-todo-el-año>
- WIKA. (2023). **Instrumentos WIKA** [Figura]. Recuperado de https://www.wika.es/download_brochures_flyers_es_es.WIKA
- Zoloda. (s.f.). **Catálogo de Interruptores Termomagnéticos** [Figura]. Recuperado de <https://zoloda.com.ar/wp-content/uploads/2018/11/Catálogo-Interruptores-Termomagnéticos-y-Diferenciales-4.pdf>

APÉNDICE

Apéndice A
Guion de entrevista



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

INSTRUCCIONES PARA LA GUIA DE ENTREVISTA

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Indique su función dentro de la empresa• Proceda a leer detenidamente cada una de las preguntas• Responda de manera objetiva• En caso de dudas, consulte con la persona encargada de aplicar el cuestionario |
|---|

N°	Guion de entrevista
1	¿Cuál es el modelo de equipo(autoclave)?
2	Desde su experiencia. ¿cuál considera usted que es el rango de temperatura adecuado para realizar una esterilización de implementos quirúrgicos?
3	¿Cuánto tiempo tarda el autoclave realizando un proceso de esterilización?
4	¿A qué tipo de implementos se le realiza proceso de esterilizado?
5	¿Cuánto es el consumo energético del autoclave?
6	¿Qué tipo de energía alternativa ha pensado el hospital en implementar en el equipo?

Apéndice B
Validación del Instrumento



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

ESTIMADO PROFESOR (A): GIOVANNI PIZZELLA P

Seguidamente se le presenta un guión de entrevista que va dirigido a un panel de expertos de diferentes áreas de trabajo en la Universidad José Antonio Páez, ubicada en **San Diego estado Carabobo**, para un total de tres (03) personas; las respuestas que se obtendrán de la aplicación de este instrumento de recolección de datos van a permitir dar respuesta al objetivo específico número uno (01) de la investigación, que se denomina: Diagnosticar la situación actual en el centro de esterilización del Hospital Materno Infantil José María Vargas, de tal manera que permita obtener información de una fuente confiable. Por lo que se solicita a usted de sus buenos oficios para la validación de este instrumento dada su formación académica y experiencia en el ramo industria y académico.

A tal efecto se anexa el cuadro técnico metodológico, el guión de entrevista y el formato de validación.

AUTORES:

Arocha Alba

C.I.: 23.411.941

Domínguez Oswaldo,

C.I.: 23.425.807

TUTORA:

Ing. Alicia Yánez de Pizzella

C.I.: 4.598.880



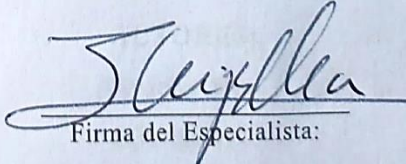
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	✓			✓		
2	✓			✓		
3	✓			✓		
4	✓			✓		
5	✓			✓		
6	✓			✓		

Fecha: 07 /02/2023


Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:

ING MECÁNICO MLC



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

ESTIMADO PROFESOR (A): *Donaldo Remonelo*

Seguidamente se le presenta un guión de entrevista que va dirigido a un panel de expertos de diferentes áreas de trabajo en la Universidad José Antonio Páez, ubicada en **San Diego estado Carabobo**, para un total de tres (03) personas; las respuestas que se obtendrán de la aplicación de este instrumento de recolección de datos van a permitir dar respuesta al objetivo específico número uno (01) de la investigación, que se denomina: Diagnosticar la situación actual en el centro de esterilización del Hospital Materno Infantil José María Vargas, de tal manera que permita obtener información de una fuente confiable. Por lo que se solicita a usted de sus buenos oficios para la validación de este instrumento dada su formación académica y experiencia en el ramo industria y académico.

A tal efecto se anexa el cuadro técnico metodológico, el guión de entrevista y el formato de validación.

AUTORES:

Arocha Alba

C.I.: 23.411.941

Domínguez Oswaldo.

C.I.: 23.425.807

TUTORA:

Ing. Alicia Yánez de Pizzella

C.I.: 4.598.880



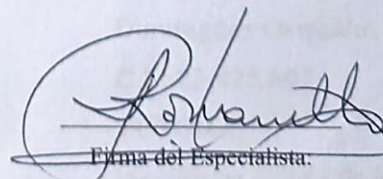
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	X			X		
2	X			X		
3	X			X		
4	X			X		
5	X			X		
6	X			X		

Fecha: 07/02/2023


Firma del Especialista.

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	Ingeniero
--	-----------



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

ESTIMADO PROFESOR (A): *Andrés Rodríguez*

Seguidamente se le presenta un guión de entrevista que va dirigido a un panel de expertos de diferentes áreas de trabajo en la Universidad José Antonio Páez, ubicada en **San Diego estado Carabobo**, para un total de tres (03) personas; las respuestas que se obtendrán de la aplicación de este instrumento de recolección de datos van a permitir dar respuesta al objetivo específico número uno (01) de la investigación, que se denomina: Diagnosticar la situación actual en el centro de esterilización del Hospital Materno Infantil José María Vargas, de tal manera que permita obtener información de una fuente confiable. Por lo que se solicita a usted de sus buenos oficios para la validación de este instrumento dada su formación académica y experiencia en el ramo industria y académico.

A tal efecto se anexa el cuadro técnico metodológico, el guión de entrevista y el formato de validación.

AUTORES:

Arocha Alba

C.I.: 23.411.941

Domínguez Oswaldo.

C.I.: 23.425.807

TUTORA:

Ing. Alicia Yáñez de Pizzella

C.I.: 4.598.880



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	✓			✓		
2	✓			✓		
3	✓			✓		
4	✓			✓		
5	✓			✓		
6	✓			✓		

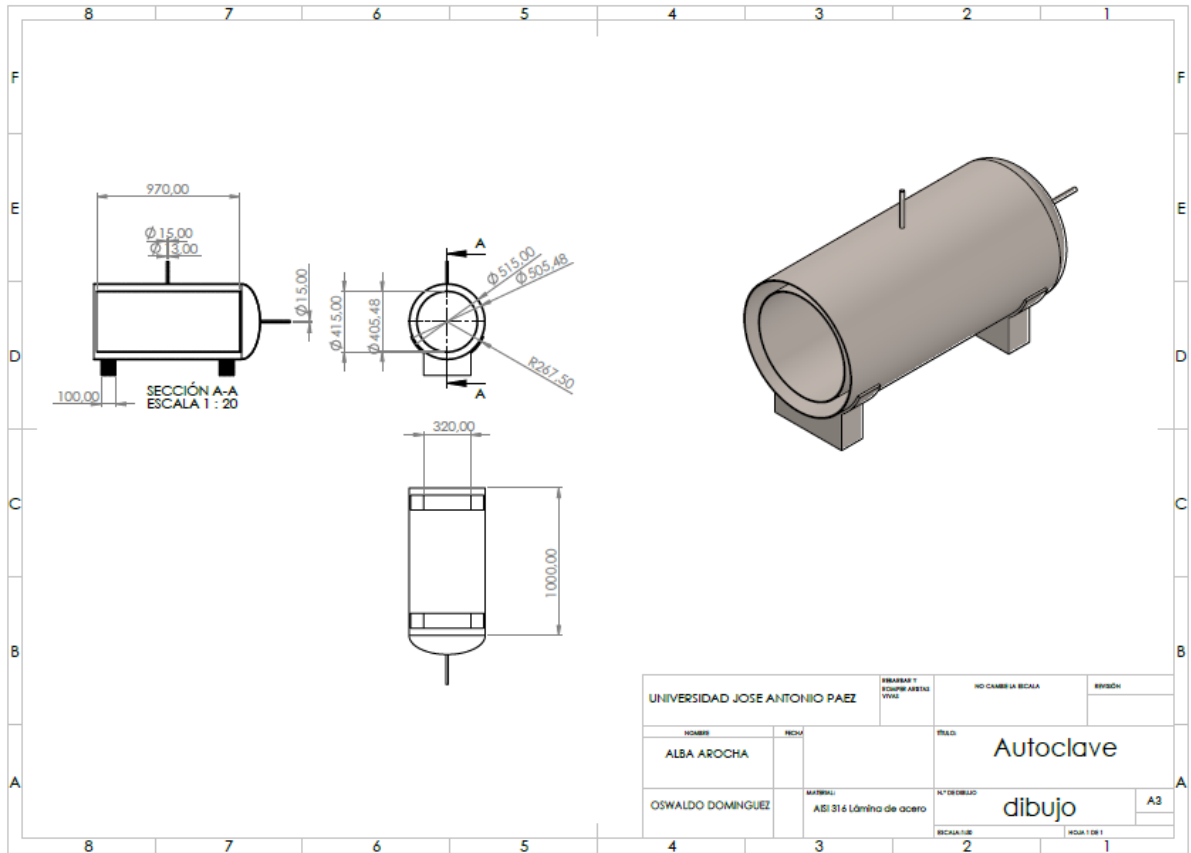
Fecha: 07/02 /2023

Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	Ingeniero Mecánico Dra. en Ciencias de la Educación
--	--

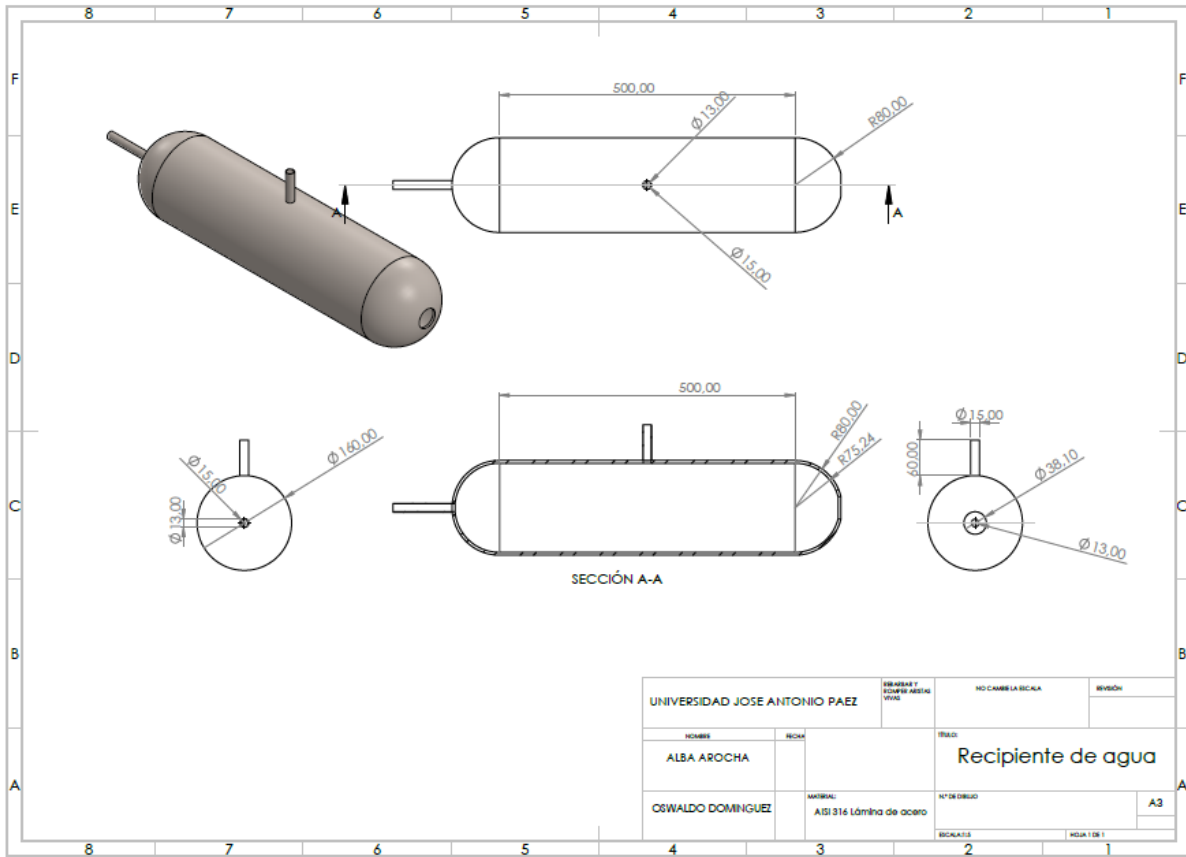
Apéndice C

Plano del cuerpo del vaporizador



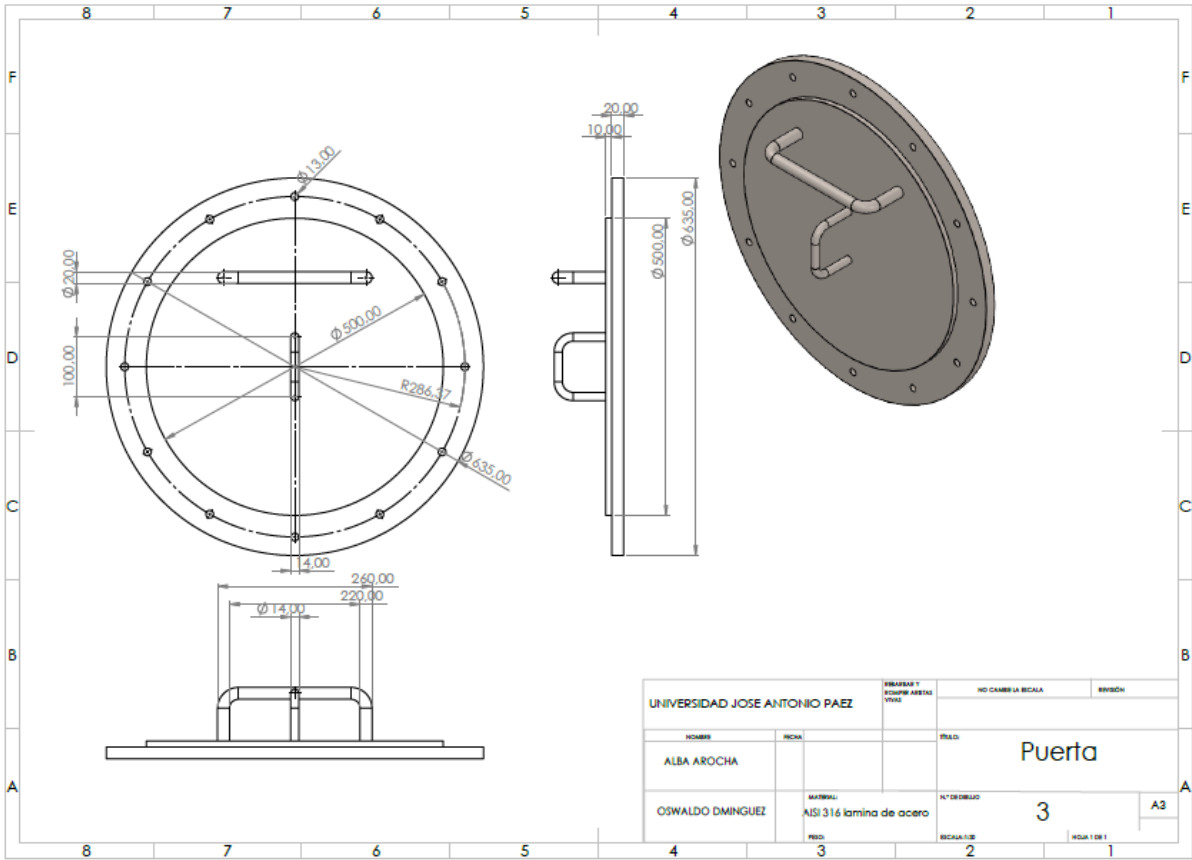
Apéndice D

Plano del recipiente de agua



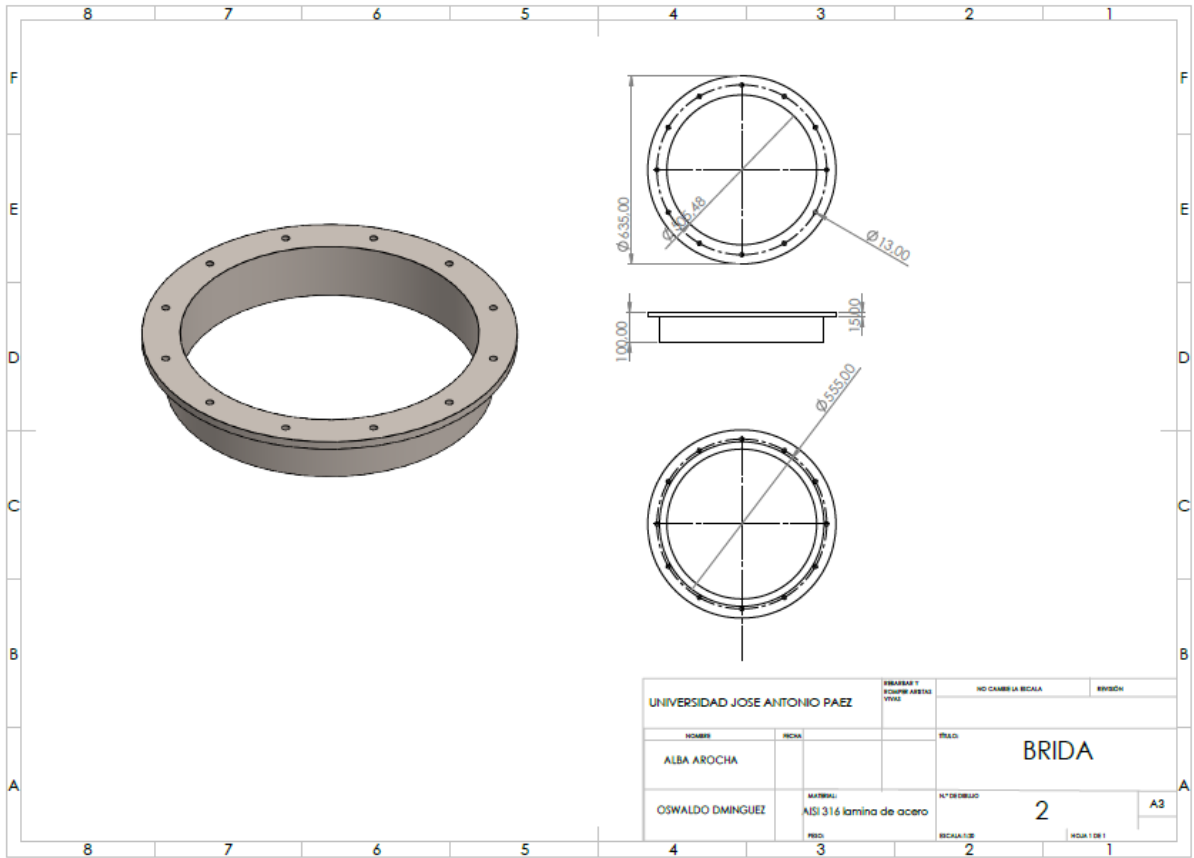
Apéndice E

Plano de la tapa



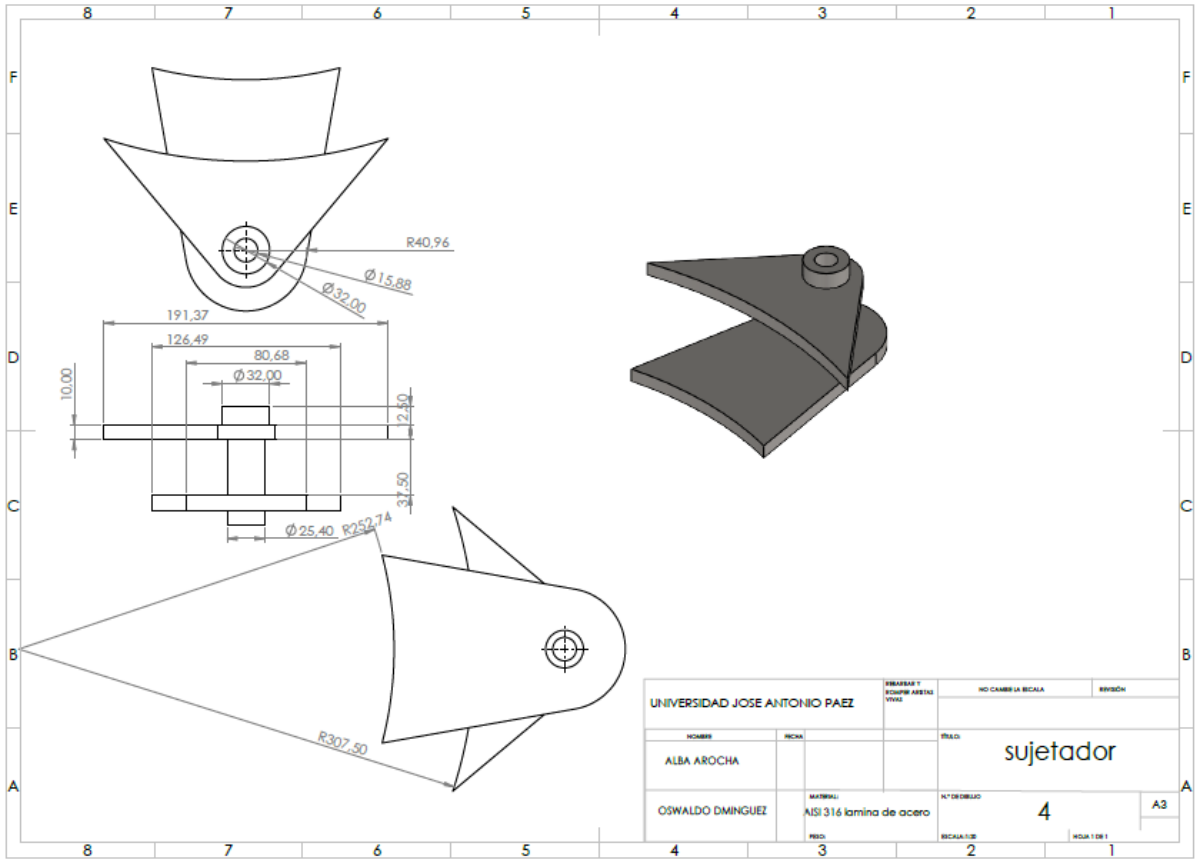
Apéndice F

Plano de la brida



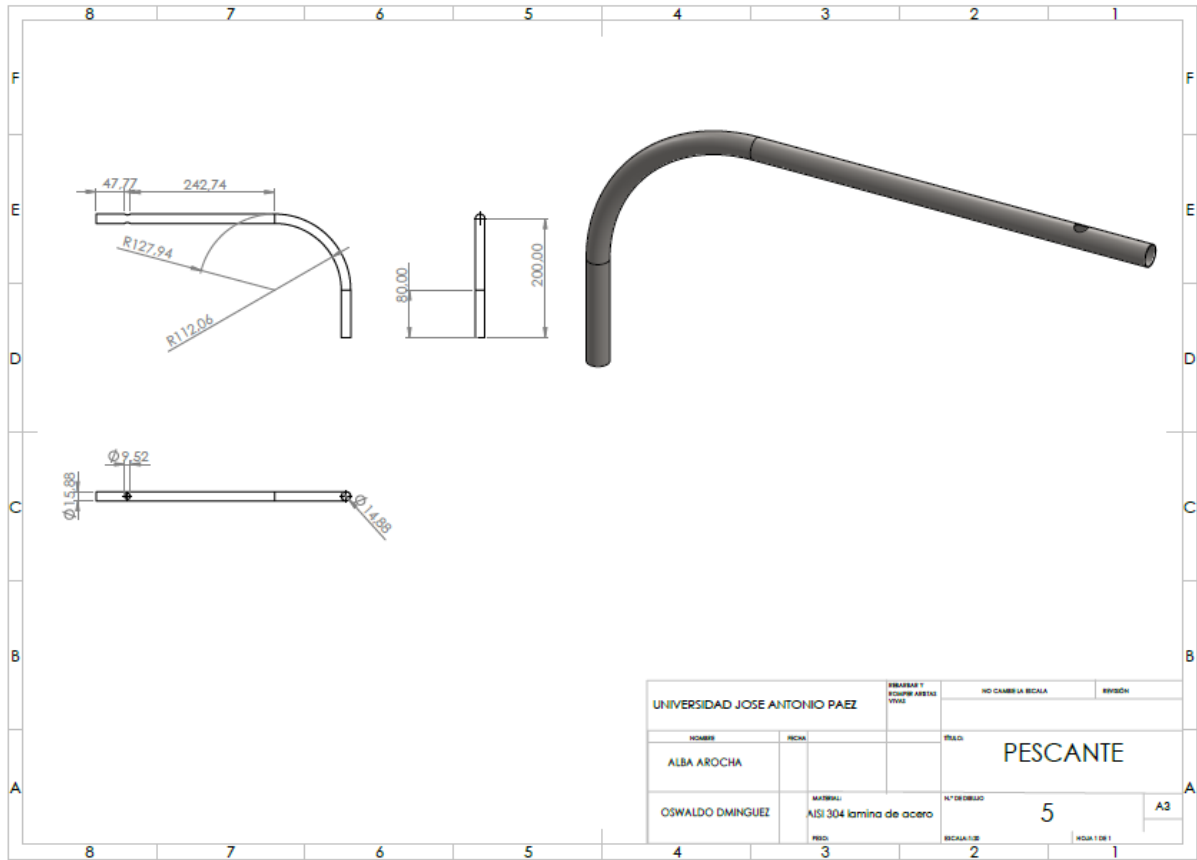
Apéndice G

Plano del sujetador



Apéndice H

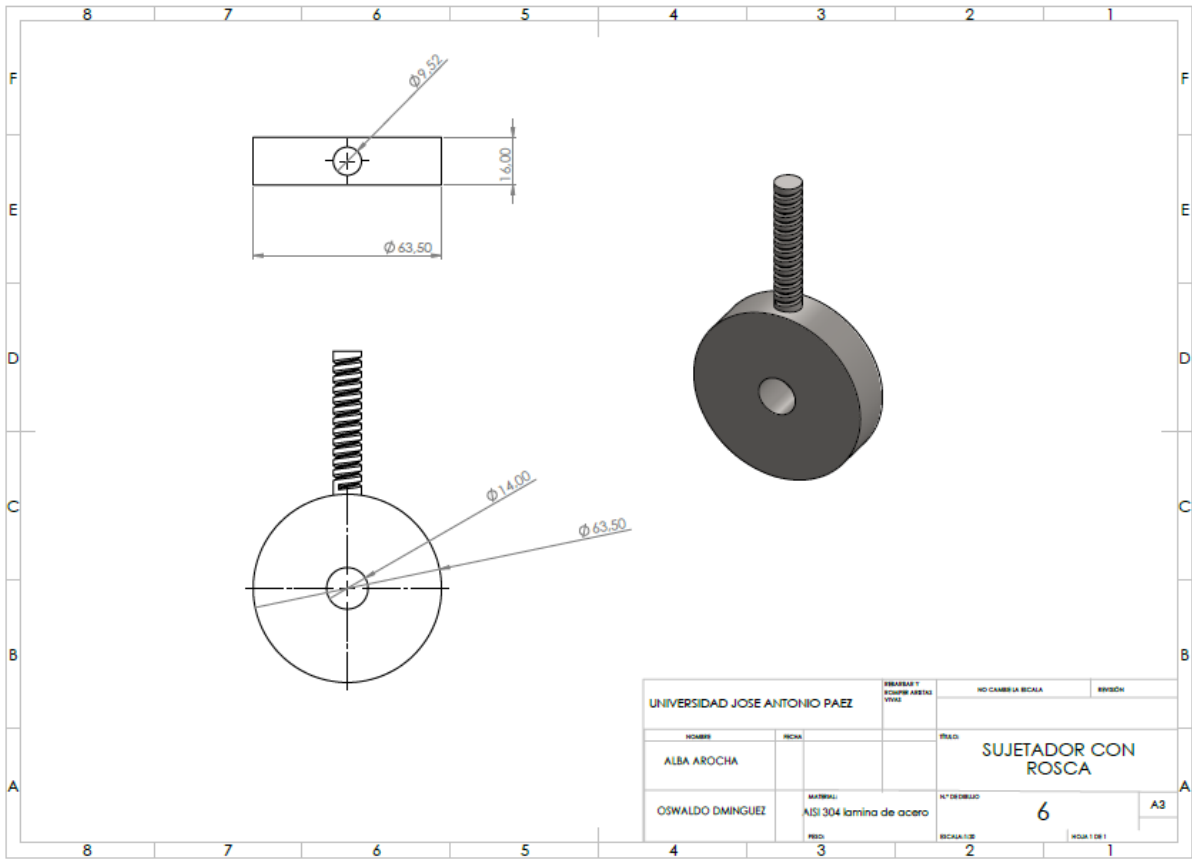
Plano del pescante



UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ		FIRMAR Y EQUIPAR ADECUADAMENTE	NO CAMBIAR LA ESCALA	REVISOR
NOMBRE	FECHA	PROYECTO		
ALBA AROCHA		PESCANTE		
OSWALDO DMINGUEZ	MATERIAL	NÚMERO DE DISEÑO	ESCALA	
	AISI 304 lamina de acero	5	A3	
	PROYECTO	REVISOR	FECHA	
	3	2	1	

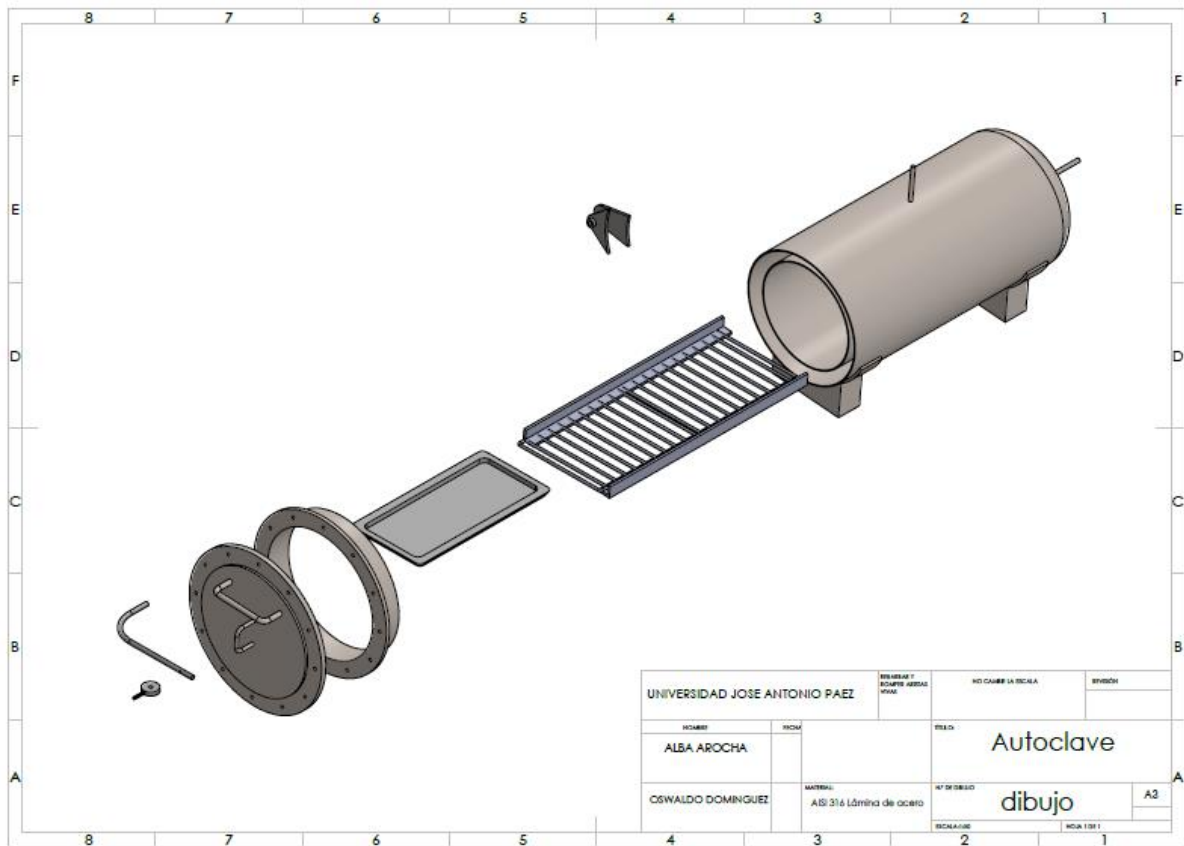
Apéndice I

Plano del sujetador con rosca



Apéndice J

Diseño en explosión del vaporizador



ANEXOS

ANEXO A

Datos técnicos del panel solar

EVO 6 Pro SE6-66HBD

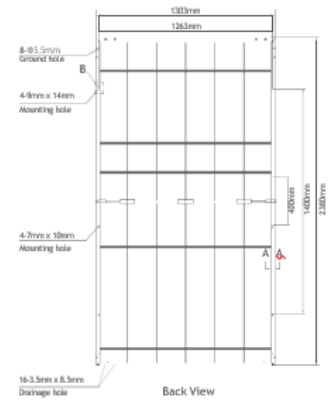
680-700W

Mechanical Data

Number of Cells	132 Cells (6x22)
Dimensions of Module L*W*H	2384 x 1303 x 35mm
Weight	38.2kg
Front Side Glass	High transparency solar glass 2.0mm
Back Side Glass	High transparency solar glass 2.0mm
Frame	Black/Silver, anodized aluminium alloy
Junction Box	IP68 Rated, 3 Diodes
Cable	4.0mm ² , Portrait: 350mm / Landscape: 1400mm
Wind/Snow Load	2400Pa / 5400Pa*
Connector	MC Compatible
Bifaciality	80±5%

* Please check the installation manual for more details

Module Dimension



Electrical Specification (STC*)

	680	685	690	695	700
Maximum Power (Pmax/W)	680	685	690	695	700
Maximum Power Voltage (Vmp/V)	41.49	41.65	41.80	41.95	42.10
Maximum Power Current (Imp/A)	16.39	16.45	16.51	16.57	16.63
Open Circuit Voltage (Voc/V)	49.5	49.66	49.82	49.98	50.13
Short Circuit Current (Isc/A)	17.19	17.25	17.31	17.37	17.43
Module Efficiency (%)	21.9	22.1	22.2	22.4	22.5
Power Output Tolerance (W)	0~+5				

* Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5

Electrical Specification (BSTC*)

	750	756	761	767	772
Maximum Power (Pmax / W)	750	756	761	767	772
Maximum Power Voltage (Vmp / V)	41.49	41.65	41.80	41.95	42.10
Maximum Power Current (Imp / A)	18.08	18.16	18.21	18.29	18.34
Open Circuit Voltage (VOC / V)	49.50	49.66	49.82	49.98	50.13
Short Circuit Current (Isc / A)	18.96	19.04	19.09	19.17	19.22

* Front side Irradiance 1000W/m², back side Irradiance 135W/m², Ambient Temperature 25°C, Air Mass 1.5

Maximum Ratings

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC
Max Series Fuse Rating	35A

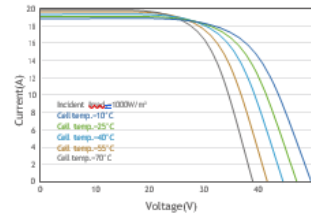
Temperature Ratings

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	44±2°C
Temperature Coefficient of Isc	+0.04%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.24%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.26%/°C

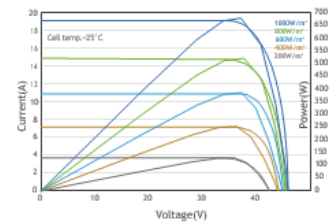
Packaging Configuration

Module per Box	31 pieces
Module per 40' Container	558 pieces

I-V Curve at Different Temperature (680W)



I-V/P-V Curve at Different Temperature (680W)



ANEXO B

Datos técnicos del inversor

Technical Data

www.deyeinverter.com

Model	SUN-5K -SG04LP3-EU	SUN-8K -SG04LP3-EU	SUN-8K -SG04LP3-EU	SUN-10K -SG04LP3-EU	SUN-12K -SG04LP3-EU
Battery Input Data					
Battery Type	Lead-acid or Li-Ion				
Battery Voltage Range (V)			40~60		
Max. Charging Current (A)	120	150	190	210	240
Max. Discharging Current (A)	120	150	190	210	240
External Temperature Sensor	Yes				
Charging Curve	3 Stages / Equalization				
Charging Strategy for Li-Ion Battery	Self-adaption to BMS				
PV String Input Data					
Max. DC Input Power (W)	6500	7800	10400	13000	15600
Rated PV Input Voltage (V)	550 (160~800)				
Start-up Voltage (V)	160				
MPPT Voltage Range (V)	200-650				
Full Load DC Voltage Range (V)	350-650				
PV Input Current (A)	13+13		26+13		
Max. PV I _{EC} (A)	17+17		34+17		
No. of MPP Trackers			2		
No. of Strings per MPP Tracker	1				2
AC Output Data					
Rated AC Output and UPS Power (W)	5000	6000	8000	10000	12000
Max. AC Output Power (W)	5500	6600	8800	11000	13200
AC Output Rated Current (A)	7.6	9.1	12.1	15.2	18.2
Max. AC Current (A)	11.4	13.6	18.2	22.7	27.3
Max. Continuous AC Passthrough (A)	45				
Peak Power (off grid)	2 time of rated power, 10 S				
Power Factor	0.8 leading to 0.8 lagging				
Output Frequency and Voltage	50/60Hz; 3L/N/PE 220/380, 230/400Vac				
Grid Type	Three Phase				
DC injection current (mA)	THD<3% (Linear load<1.5%)				
Efficiency					
Max. Efficiency	97.60%				
Euro Efficiency	97.00%				
MPPT Efficiency	99.90%				
Protection					
Integrated	PV Input Lightning Protection, Anti-islanding Protection, PV String Input Reverse Polarity Protection, Insulation Resistor Detection, Residual Current Monitoring Unit, Output Over Current Protection, Output Shorted Protection, Surge protection				
Output Over Voltage Protection	DC Type II/AC Type III				
Certifications and Standards					
Grid Regulation	CEI 0-21, VDE-AR-N 4105, NRS 097, IEC 62116, IEC 61727, G99, G98, VDE 0126-1-1, RD 1699, C10-11				
Safety EMC / Standard	IEC/EN 61000-6-1/2/3/4, IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2				
General Data					
Operating Temperature Range (°C)	-40~60°C, >45°C derating				
Cooling	Smart cooling				
Noise (dB)	<45 dB				
Communication with BMS	RS485; CAN				
Weight (kg)	33.6				
Size (mm)	422W x 699.3H x 279D				
Protection Degree	IP65				
Installation Style	Wall-mounted				
Warranty	5 years				

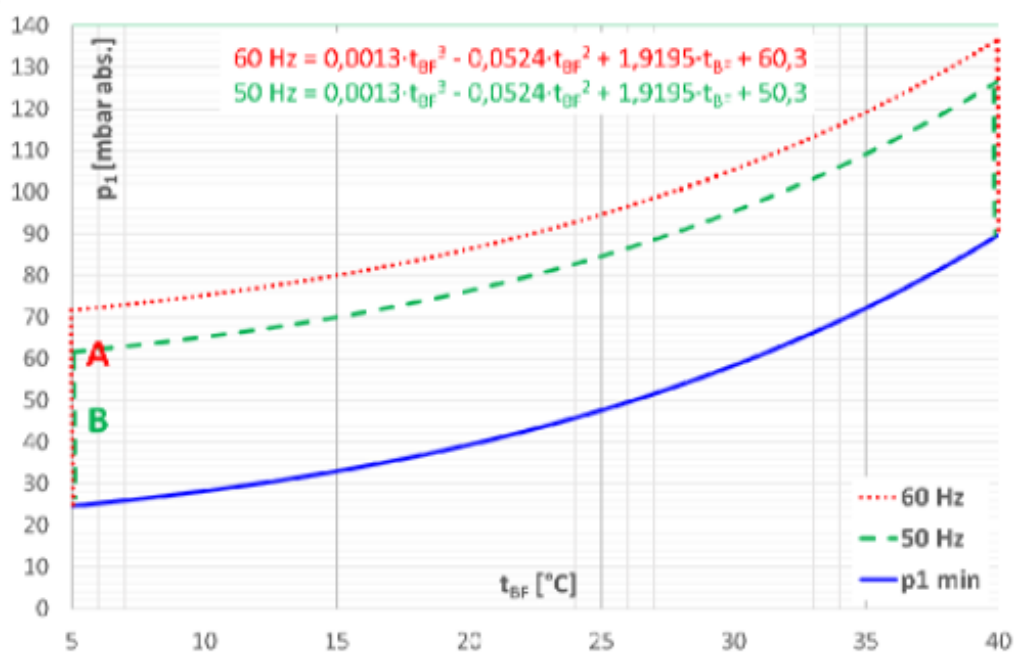
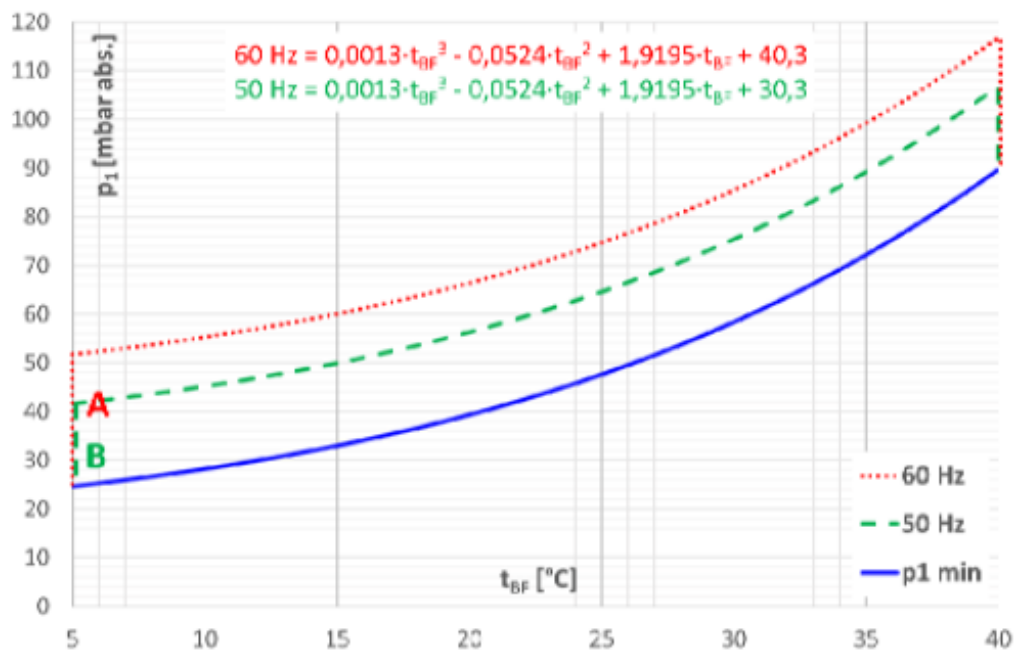
ANEXO C

Tabla de Vapor Saturado

Presión	Temperatura de saturación	Volumen específico		Densidad vapor saturado y seco	Entalpía del líquido	Entalpía del vapor saturado y seco	Calor latente de vaporización
		Líquido	Vapor saturado				
Kg/cm ²	°C	Litro/kg	m ³ /kg	kg/m ³	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg
1,50	110,8	1,052	1,181	0,8467	110,99	643,1	532,1
2,00	119,6	1,060	0,9018	1,109	119,94	646,3	526,4
2,50	126,8	1,067	0,7318	1,367	127,2	648,7	521,5
3,00	132,9	1,073	0,6169	1,621	133,4	650,7	517,3
3,50	138,2	1,078	0,5338	1,873	138,9	652,4	513,5
4,00	142,9	1,083	0,4709	2,124	143,7	653,9	510,2
4,60	147,2	1,087	0,4215	2,373	148,1	655,2	507,1
5,00	151,1	1,092	0,3817	2,620	152,1	656,3	504,2
6,00	158,1	1,100	0,3213	3,111	159,3	658,3	498,9
7,00	164,2	1,107	0,2778	3,600	165,7	659,9	494,2
8,00	169,6	1,114	0,2448	4,085	171,4	661,2	489,8
9,00	174,5	1,120	0,2189	4,568	176,5	662,3	485,8
10,0	179,0	1,126	0,1980	5,051	181,3	663,3	482,1
11,0	183,2	1,132	0,1808	5,531	185,7	664,1	478,4
12,0	187,1	1,137	0,1663	6,013	189,8	664,9	475,1
13,0	190,7	1,143	0,1540	6,494	193,6	665,6	472,0
14,0	194,1	1,148	0,1434	6,974	197,3	666,2	468,9
15,0	197,4	1,153	0,1342	7,452	200,7	666,7	465,9
16,0	200,4	1,157	0,1261	7,930	204,0	667,1	463,1
17,0	203,3	1,162	0,1189	8,410	207,2	667,5	460,3
18,0	206,1	1,166	0,1125	8,889	210,2	667,8	457,6
19,0	208,8	1,171	0,1067	9,372	213,1	668,2	455,1

ANEXO D

Gráficos de presión de aspiración mín. alcanzable $p_{1\min}$ en modo de vacío de la bomba.



ANEXO E

Datos técnicos de la válvula de seguridad

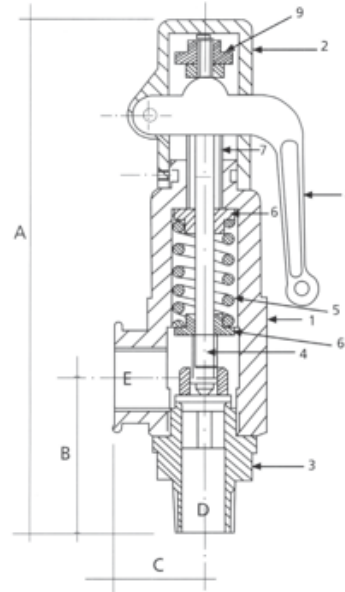


Válvulas de Seguridad

PRODUCTOR
**Watson
McDaniel**

Válvulas de Seguridad

Partes	Material
1.- Cuerpo	Bronce
2.- Casquillo	Bronce
3.- Base y disco	Bronce
4.- Vástago	Acero inoxidable 2Cr13
5.- Resorte	Acero al carbón cadmizado con tratamiento térmico.
6.- Roldanas	Acero al carbón SAE 1025-1045
7.- Tornillo de Ajuste	Acero al carbón SAE 1025-1045
8.- Palanca de prueba	Bronce
9.- Tuerca y plato de prueba	Acero al carbón SAE 1025-1045



CARACTERÍSTICAS

- Descarga lateral para servicio de vapor, aire o agua.
- Presión máxima de operación 17.58 kg/cm².
- Temperatura máxima de operación 250 G.C..
- Medidas nominales desde 13mm(1/2") hasta 51mm (2").
- Presión mínima de calibración 1 kg/cm² (15 psig.)

Modelo	Conexión Medida Nominal	ORIFICIO		Max. Presión de Operación Psig.	Temp. Max. de Operación °C.
		Área de Descarga Pulg ²	Designación		
SV13DBB	12mm. 1/2"	.037	DB	250	250
SV19DB	19mm. 3/4"	.110	D	250	250
SV25EB	25mm. 1"	.196	E	250	250
SV32FB	32mm. 1 1/4"	.307	F	250	250
SV38GB	38mm. 1 1/2"	.503	G	250	250
SV51HB	51mm. 2"	.785	H	250	250

Tamaño Pulg. m/m		Dimensiones				
		A	B	C	D	E
Pulgadas y Milímetros						
1/2	12,7	6 5/8" 166	2" 50	1 1/8" 30	1/2" 12,7	1/2" 12,7
3/4	19,1	6 3/4" 172	2 3/8" 60	1 1/2" 38	3/4" 19,1	3/4" 19,1
1	25,4	1 3/4" 198	1 3/4" 69	1 3/4" 43	1" 25,4	1" 25,4
1 1/4	31,8	9 1/16" 230	3" 75	2" 49	1 1/4" 31,8	1 1/4" 31,8
1 1/2	38,1	9 13/16" 250	3" 76	2 1/32" 58	1 1/2" 38,1	1 1/2" 38,1
2	50,8	11 5/16" 288	3 5/8" 93	2 11/16" 68	2" 50,8	2" 50,8

ANEXO F

Datos técnicos del presostato

Datos técnicos

Unidad	Rango de ajuste ¹⁾	Punto de conmutación admisible con aumento de la presión	Punto de conmutación admisible con presión bajando	Diferencial de conmutación ajustable ²⁾	Presión de trabajo máx. en función del elemento sensible		
					Fuelle, aleación de cobre	Fuelle, acero inoxidable	Membrana, NBR
mbar	0 ... 300	10 ... 300	0 ... 250	10 ... 50	-	-	500
bar	0,1 ... 1,1	0,17 ... 1,1	0,1 ... 0,94	0,07 ... 0,16	7	7	-
	0,2 ... 3	0,32 ... 3	0,2 ... 2,25	0,12 ... 0,75	7	7	-
	0,2 ... 6	0,45 ... 6	0,2 ... 4,8	0,25 ... 1,2	15	25	-
	1 ... 10	1,3 ... 10	1 ... 8,7	0,3 ... 1,3	16	25	-
	2 ... 17	2,3 ... 17	2 ... 15	0,3 ... 2	-	25	-
	4 ... 17	5,2 ... 17	4 ... 13	1,2 ... 4	25	25	-
	10 ... 30	11 ... 30	10 ... 26	1 ... 4	45	45	-
	-1 ... 0	-0,91 ... 0	-1 ... -0,4	0,09 ... 0,4	7	7	-
	-0,8 ... +5	-0,3 ... +5	-0,8 ... +3	0,5 ... 2	15	25	-

1) El punto de conmutación y el punto de retroceso deben estar dentro del rango de ajuste

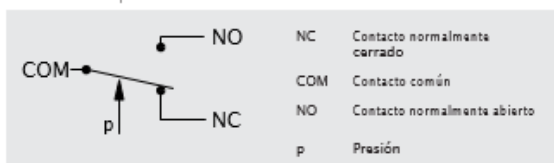
2) La diferencia entre el punto de conmutación y el punto de retroceso también se conoce como histéresis de conmutación

No repetibilidad del punto de conmutación

≤ 1 % del span

Contacto eléctrico

1 x inversor / SPDT ³⁾



3) Inversor unipolar

Carga eléctrica

Consumo de electricidad ⁴⁾	Tensión	Corriente
Carga resistiva AC-1	AC 230 V	10 <u>A</u>
Carga inductiva AC-15	AC 230 V	4 <u>A</u>

4) según DIN EN 60947-1

Condiciones de utilización

Rangos de temperatura admisibles

Ambiente: -40 ... +70 °C [-40 ... +158 °F]

Medio: -20 ... +70 °C [-4 ... +158 °F]

-20 ... +170 °C [-4 ... +338 °F] para componentes en contacto con el medio de acero inoxidable

Almacenamiento: -20 ... +80 °C [-4 ... +176 °F]

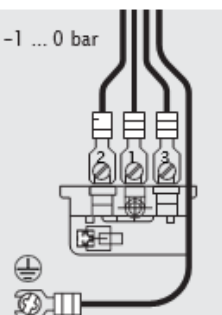
Asignación de los bornes de conexión

Todos los rangos de ajuste, excepto -1 ... 0 bar

- 1 NC Contacto normalmente cerrado
- 2 COM Contacto común
- 3 NO Contacto normalmente abierto
- ⊕ GND Terminal de masa

Rango de ajuste: -1 ... 0 bar

- 1 NO Contacto normalmente abierto
- 2 COM Contacto común
- 3 NC Contacto normalmente cerrado
- ⊕ GND Terminal de masa



Condiciones de referencia

Humedad relativa según BS 6134 < 50 % h. r. a 40 °C [104 °F]
< 90 % h. r. a 20 °C [68 °F]

Conexión eléctrica

Prensaestopas ½ NPT

Tipo de protección según IEC/EN 60529

IP67

Conexiones a proceso

Conexión a proceso según	Tamaño de rosca según
ISO 228-1	G ¾ B

ANEXO G

Datos técnicos del manómetro

Datos técnicos

Versión

EN 837-3

Diámetro en mm

100

Clase de exactitud

1,6

Rangos de indicación			
bar	0 ... 1,6	0 ... 2,5	0 ... 4
	0 ... 6	0 ... 10	0 ... 16
	-1 ... +0,6	-1 ... +1,5	-1 ... +3
	-1 ... 5	-1 ... 9	-1 ... 15
psi	0 ... 30	0 ... 60	
	0 ... 100	0 ... 160	
	0 ... 200	-	
	-30 inHg ... +30	-30 inHg ... +60	
	-30 inHg ... +100	-30 inHg ... +150	

Los rangos de medición indicados existen también en kPa y MPa.

Otras escalas o esferas específicas del cliente, por ejemplo, con marca roja, arcos circulares o sectores circulares, bajo petición

Carga de presión máxima

Carga estática: Valor fondo de escala

Carga dinámica:

Rango de escala < 4 bar: valor fondo de escala

Rango de escala ≥ 4 bar: 2/3 x del valor fondo de escala

Seguridad de sobrepresión

- 2 x valor fondo de escala, máx. 40 bar o rating de presión máx (PN) de la conexión a proceso
- 5 x valor fondo de escala, máx. 40 bar o rating de presión máx (PN) de la conexión a proceso

Resistencia al vacío

- Sin
- Resistente al vacío hasta -1 bar

Dependiendo del rango de la balanza, la resistencia al vacío se proporciona o está disponible bajo petición

Temperatura admisible

Ambiente: -20 ... +60 °C

Medio: -20 ... +150 °C

CIP y SIP: Permanentemente 150 °C para partes en contacto con el medio

Versión apta para autoclave, máximo. 134 °C, ≤ 20 minutos

Influencia de temperatura

En caso de desviación de la temperatura de referencia en el sistema de medición (+20°C): máx. ±0,5 %/10 K del valor final de escala correspondiente

Tipo de protección según IEC/EN 60529

IP54

Para modelo PG43SA-5 con válvula de ventilación:

- IP68 con la válvula de ventilación cerrada
- IP54 con la válvula de ventilación abierta

Conexión a proceso

Acero inoxidable 1.4435 (316L), UNS S31603, conexión inferior

- Conexión clamp según DIN 32676/BS4825 parte 3
- Conexión aséptica según DIN 11864-1 /-2 /-3
- Conexión para la industria láctea según DIN 11851
- VARINLINE*
- NEUMO BioControl*
- Racor SMS
- Otros a consultar

Para versiones determinadas y diámetros nominales, ver las tablas en la página 4

Elemento sensible

Membrana, soldada a la conexión de proceso, aleación de NiCr 2.4668 (Inconel® 718), UNS N07718

Rugosidad superficial de las partes en contacto con el medio

- Ra ≤ 0,76 µm (30 µin) según ASME BPE SF3
- Ra ≤ 0,38 µm (15 µin), costura de soldadura: Ra ≤ 0,76 µm (30 µin)
- Electropulido, Ra ≤ 0,38 µm (15 µin) según ASME BPE SF4, costura de soldadura: Ra ≤ 0,76 µm (30 µin)

Grado de pureza de componentes en contacto con el medio

ASTM G93 nivel C / ISO 15001 (contenido residual de hidrocarburos no volátiles ≤ 66 mg/m²)

Mecanismo

Acero inoxidable

Esfera

Aluminio, blanco, negro

Aguja

Aluminio, negro

Caja

Acero inoxidable 1.4301 (304), electropulido

Rugosidad superficial: Ra ≤ 0,76 µm (30 µin), (exceptuando costura de soldadura)

Mirilla

Polycarbonato (polisulfona con versión para autoclaves)

Anillo

Aro bordoneado, acero inoxidable 1.4301 (304)

VARINLINE® es una marca registrada de la empresa CEA Tuchenhausen.
BioControl® es una marca registrada de la empresa NEUMO.

ANEXO H

Datos técnicos del termómetro

Datos técnicos

Elemento sensible

Espiral bimetálica

Diámetro en mm

25, 33, 40, 50, 63, 80, 100, 160

Conexiones

S Estándar (rosca, fija)

1 Conexión lisa (sin rosca)

2 Conexión girable ¹⁾

3 Tuerca de unión ¹⁾

4 Racor deslizante (deslizable sobre el bulbo) ¹⁾

otras formas de conexión a consultar

Modelos

Modelo	DN	Versión
A52.025	25	Conexión dorsal (axial)
A52.033	33	
A52.040	40	
A52.050	50	
A52.063	63	
A52.080	80	
A52.100	100	
A52.160	160	
R52.063	63	Conexión inferior (radial)
R52.080	80	
R52.100	100	
R52.160	160	

Esfera

Aluminio, blanco, subdivisión negra

Aguja

DN 25, 33, 40: Aluminio, negro

DN 50, 63, 80, 100, 160: Aluminio, negro, microajuste

Mirilla

Mirilla de instrumentos

DN 33: Policarbonato

Presión admisible en bulbo

DN 25, 33, 40, 50: máx. 6 bar, estática

DN 63, 80, 100, 160: máx. 25 bar, estática

Tipo de protección

DN 25, 33, 40: IP54 según IEC/EN 60529

DN 50, 63, 80, 100, 160: IP43 según IEC/EN 60529

¹⁾ No en DN 25, 33, 40, 50

Unidad (rango de escala)

°C

Opción: °F, °C/°F (doble escala)

Clase de exactitud

DN 25, 33: ±5 % del rango de indicación

DN 40, 50: 2 según EN 13190

DN 63, 80, 100, 160: 1 según EN 13190

Rango de servicio

Carga a largo plazo: Rango de medición según EN 13190

a corto plazo (máx. 24 h): Rango de indicación según EN 13190

Caja, aro, bulbo, conexión a proceso y distanciador

Acero inoxidable

Caja del muelle deflector

Aluminio, solo con conexión inferior

ANEXO I

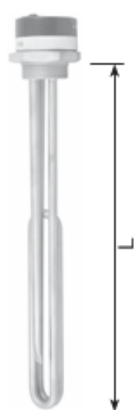
Datos técnicos de la resistencia

Resistencias de inmersión para líquidos, con termostato

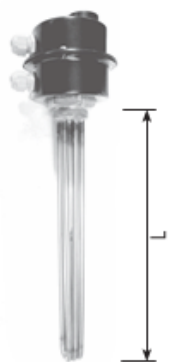
Estas resistencias de inmersión para líquidos incorporan un termostato para la desconexión de la resistencia cuando la temperatura del líquido alcanza el valor seleccionado. Los códigos de forma U, UD se suministran sin tapón de protección. Ver página 11 para cajas de protección estancas y otros accesorios. Las resistencias se suministran con un termostato 0-90°C unipolar. Para otras temperaturas consultar la página 23 del catálogo.

Para las resistencias de Forma Nº: U, UD el termostato actúa directamente sobre la resistencia. Para las resistencias de Forma Nº: 3U, 3UD el termostato debe conectarse a la maniobra de la instalación (las resistencias de menos de 3 kW podrían conectarse directamente a la potencia si se desea). Como accesorio disponemos de un termostato trifásico que puede actuar directamente sobre las resistencias (para potencias de menos de 10,5 kW).

Rosca GAS	Código	Potencia (W)	Tensión (V)	Longitud (mm)	Carga (W/cm ²)	Material Tubo	Forma Nº	
1 ¼"	RIT-201	500	230	150	6,5	Inox.	UD	
	RIT-202	750	230	150	7,7	Inox.	UD	
	RIT-203	1.000	230	315	7,9	Inox.	U	
	RIT-203C	1.000	230	250	5,0	Inox.	UD	
	RIT-204	1.500	230	315	7,5	Inox.	UD	
	RIT-205	2.000	230	315	7,8	Inox.	UD	
	RIT-206	2.500	230	285	7,6	Inox.	UD	
	RIT-207	3.000	230	325	7,8	Inox.	UD	
	RIT-208	3.500	230	375	7,7	Inox.	UD	
	1 ½"	RIT-301	500	230	180	8,3	Inox.	U
		RIT-302	750	230	260	7,5	Inox.	U
		RIT-303	1.000	230	350	7,0	Inox.	U
		RIT-303C	1.000	230	200	5,0	Inox.	UD
		RIT-304	1.500	230	520	6,6	Inox.	U
RIT-304C		1.500	230	315	7,5	Inox.	UD	
RIT-305		2.000	230	680	6,5	Inox.	U	
RIT-305C		2.000	230	315	7,8	Inox.	UD	
RIT-306		2.500	230	450	6,2	Inox.	UD	
RIT-306C		2.500	230	285	7,6	Inox.	UD	
RIT-307	3.000	230	505	6,7	Inox.	UD		
RIT-307C	3.000	230	325	7,8	Inox.	UD		
1 ¾"	RIT-308	3.500	230	560	6,8	Inox.	UD	
	RIT-308C	3.500	230	375	7,7	Inox.	UD	
	RIT-309	1.500	230/400	180	8,3	Inox.	3U	
	RIT-310	2.250	230/400	260	7,5	Inox.	3U	
	RIT-311	3.000	230/400	350	7,0	Inox.	3U	
	RIT-312	4.500	230/400	520	6,6	Inox.	3U	
	RIT-313	6.000	230/400	680	6,5	Inox.	3U	
	RIT-314	7.500	230/400	825	6,4	Inox.	3U	
	RIT-315	9.000	230/400	1.000	6,4	Inox.	3U	
RIT-315C	9.000	230/400	800	8,1	Inox.	3U		
2"	RIT-401	1.500	230/400	180	8,3	Inox.	3U	
	RIT-402	2.250	230/400	260	7,5	Inox.	3U	
	RIT-402C	2.250	230/400	150	6,7	Inox.	3UD	
	RIT-403	3.000	230/400	350	7,0	Inox.	3U	
	RIT-403C	3.000	230/400	200	6,2	Inox.	3UD	
	RIT-404	4.500	230/400	520	6,6	Inox.	3U	
	RIT-404C	4.500	230/400	280	6,6	Inox.	3UD	
	RIT-405	6.000	230/400	680	6,5	Inox.	3U	
	RIT-405C	6.000	230/400	360	6,5	Inox.	3UD	
	RIT-406	7.500	230/400	450	6,3	Inox.	3UD	
	RIT-407	9.000	230/400	505	6,7	Inox.	3UD	
	RIT-408	10.500	230/400	560	6,8	Inox.	3UD	
	RIT-409	12.000	230/400	680	6,6	Inox.	3UD	
	RIT-410	13.500	230/400	760	6,6	Inox.	3UD	
RIT-411	15.000	230/400	835	6,6	Inox.	3UD		
RIT-412	18.000	230/400	990	6,5	Inox.	3UD		



Resistencia con termostato incorporado (forma U, UD)



Resistencia con termostato incorporado (forma 3U)

ANEXO J

Datos técnicos del interruptor

Interruptores Termomagnéticos

Serie Z300 Gama Industrial



Serie Z300	Polos (No)	Calibre In	Referencia	Código	Embalaje
	1	3	ACB103C10	836.100	12 Unid.
	1	4	ACB104C10	836.101	12 Unid.
	1	6	ACB106C10	836.102	12 Unid.
	1	10	ACB110C10	836.103	12 Unid.
	1	16	ACB116C10	836.104	12 Unid.
	1	20	ACB120C10	836.105	12 Unid.
	1	25	ACB125C10	836.106	12 Unid.
	1	32	ACB132C10	836.107	12 Unid.
	1	40	ACB140C10	836.108	12 Unid.
	1	50	ACB150C10	836.109	12 Unid.
1	63	ACB163C10	836.110	12 Unid.	
	2	4	ACB204C10	836.200	6 Unid.
	2	6	ACB206C10	836.201	6 Unid.
	2	10	ACB210C10	836.202	6 Unid.
	2	16	ACB216C10	836.203	6 Unid.
	2	20	ACB220C10	836.204	6 Unid.
	2	25	ACB225C10	836.205	6 Unid.
	2	32	ACB232C10	836.206	6 Unid.
	2	40	ACB240C10	836.207	6 Unid.
	2	50	ACB250C10	836.208	6 Unid.
	2	63	ACB263C10	836.209	6 Unid.
	3	6	ACB306C10	836.300	4 Unid.
	3	10	ACB310C10	836.301	4 Unid.
	3	16	ACB316C10	836.302	4 Unid.
	3	20	ACB320C10	836.303	4 Unid.
	3	25	ACB325C10	836.304	4 Unid.
	3	32	ACB332C10	836.305	4 Unid.
	3	40	ACB340C10	836.306	4 Unid.
	3	50	ACB350C10	836.307	4 Unid.
	3	63	ACB363C10	836.308	4 Unid.
		4	6	ACB406C10	836.400
4		10	ACB410C10	836.401	3 Unid.
4		16	ACB416C10	836.402	3 Unid.
4		20	ACB420C10	836.403	3 Unid.
4		25	ACB425C10	836.404	3 Unid.
4		32	ACB432C10	836.405	3 Unid.
4		40	ACB440C10	836.406	3 Unid.
4		50	ACB450C10	836.407	3 Unid.
4	63	ACB463C10	836.408	3 Unid.	

10KA

Corriente asignada 3 a 63 A
(según configuración)

Destinados a maniobra individual y protección de circuitos contra sobrecargas y cortocircuitos.

Utilización:

Distribución terminal en instalaciones industriales.

Tensión de empleo:
240/415V 50/60 Hz

Conforme a normas:
IEC 60898

Capacidad de conexionado:
Para cable flexible
1 a 25 mm² hasta calibres de 63 A.
Alimentación indistinta
Par de apriete 1,7 a 2,5 Nm.

Poder de corte:
10000 A (según IEC 60898)

Clase de limitación:
Clase 3

Fijación:
Sobre riel Din simétrico de 35 mm.
Posición indistinta.

* Todos los polos tienen protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

**Clase 3 aplica a los calibres comprendidos desde los 3Amp a los 40 Amp.

Dimensiones

