



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN EQUIPO PARA DESINFECCIÓN DE SUELOS
CON CAPACIDAD DE 50 LITROS PARA LA ESTACIÓN DE INVESTIGACIÓN DE
LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, UBICADA EN EL CANTÓN
CAYAMBE PROVINCIA DE PICHINCHA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Mecánico

AUTORES: MIGUEL ANGEL MONCAYO ROJAS

ALEJANDRO ENRIQUE NARVÁEZ VIVEROS

TUTOR: MILTON SALOMÓN JAMI LEMA

Quito – Ecuador

2023

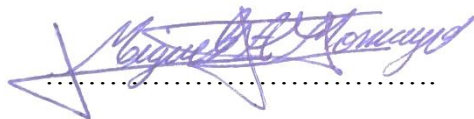
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Miguel Ángel Moncayo Rojas con documento de identificación N° 1722447602 y Alejandro Enrique Narváez Viveros con documento de identificación N° 1751459486; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 28 de febrero del 2023

Atentamente,



Miguel Ángel Moncayo Rojas

1722447602



Alejandro Enrique Narváez Viveros

1751459486

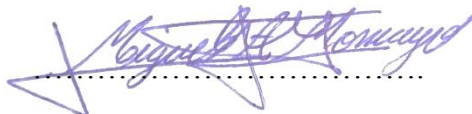
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Miguel Ángel Moncayo Rojas con documento de identificación N° 1722447602 y Alejandro Enrique Narváez Viveros, y N° 1751459486, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: "Diseño y simulación de un equipo para desinfección de suelos con capacidad de 50 litros para la estación de Investigación de la Universidad Politécnica Salesiana, ubicada en el Cantón Cayambe Provincia de Pichincha", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Mecánicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 28 de febrero del 2023

Atentamente,



Miguel Ángel Moncayo Rojas

1722447602



Alejandro Enrique Narváez Viveros

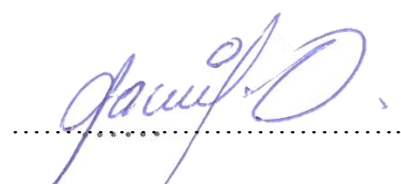
1751459486

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Milton Salomón Jami Lema con documento de identificación N° 1707254171, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que mi trabajo de tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN EQUIPO PARA DESINFECCIÓN DE SUELOS CON CAPACIDAD DE 50 LITROS PARA LA ESTACIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, UBICADA EN EL CANTÓN CAYAMBE PROVINCIA DE PICHINCHA, realizado por Miguel Ángel Moncayo Rojas con documento de identificación N° 1722447602 y Alejandro Enrique Narvárez Viveros, y N° 1751459486, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 28 de febrero del 2023

Atentamente,



Ing. Milton Salomón Jami Lema, Msc.

1707254171

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico primeramente a Dios, seguido a mi padre Abdón Moncayo quien me dio fuerza para persistir en el transcurso de obtener uno de mis anhelos más grandes.

A mi familia, por su cariño y sacrificio en estos años, me he convertido en lo que soy, gracias.

Miguel Ángel Moncayo Rojas

Este trabajo se lo dedico a mis padres que me han otorgado su apoyo incondicional y desinteresado, también han estado para darme sus sabios consejos que me han servido para afrontar las dificultades que se presentan en la vida. A mi familia en general por siempre motivarme a seguir adelante con cada objetivo propuesto.

Alejandro Enrique Narváez Viveros

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Politécnica Salesiana que nos dio la oportunidad de formarnos como profesionales para el desarrollo personal y del país; a nuestro director de tesis el Ing. Milton Jami quien fue nuestro guía al impartirnos sus conocimientos y lineamientos en todo el trabajo de grado; a los ingenieros, personal administrativo que estuvieron en toda nuestra vida de estudiantes universitarios que nos brindaron su apoyo y contribución para que cumpliéramos con nuestro gran objetivo.

Gracias también a mis amigos quienes me ayudaron en esta etapa tan importante.

Todo esto es posible gracias a ustedes. Este proyecto es el fruto de un sin número de sucesos que poco o nada tiene que ver con lo académico, pero si, con el cariño de cada uno hacia mí.

Índice de Contenido

CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO	3
1. Sustrato	3
1.1. Características de un sustrato ideal.....	3
1.1.1. Propiedades físicas	3
1.1.2. Propiedades químicas.....	3
1.1.3. Otras propiedades.....	4
1.2. Tipos de sustratos	4
1.2.1. Según sus propiedades	4
1.2.2. Según el origen de los materiales.....	4
1.3. Cascarillas de arroz.....	5
1.3.1. Propiedades fisicoquímicas.....	5
1.4. Desinfección para los sustratos.....	6
1.4.1. Desinfección con productos químicos	6
1.4.2. Desinfección sin productos químicos.....	6
1.4.2.1. Desinfección mediante la solarización	6
1.4.2.2. Bandeja flotante.....	7
1.4.2.3. Vapor	8
1.4.2.3.1. Calor Húmedo.....	10
1.4.2.3.2. Calor Seco.....	11
1.5. Barolado.....	11
1.5.1. Tipos de baroladoras	12
1.5.1.1. Baroladora de dos cilindros	12
1.5.1.2. Baroladora de tres cilindros.....	13
1.5.1.3. Baroladora tipo piramidal.....	15

1.5.1.4. Baroladora de cuatro cilindros.....	16
1.6. Propiedades del material.....	17
1.6.1. Límite de fluencia.....	17
1.6.2. Momento límite.....	17
1.7. Conexiones soldadas.....	19
1.7.1. Tipos de soldadura.....	20
CAPÍTULO II.....	23
SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	23
2. Recipientes a presión.....	23
2.1. Por la forma.....	23
2.2. Por sus tapas.....	24
2.3. Por su material.....	27
2.4. Por su uso.....	28
2.5. Generadores.....	28
2.6. Criterio de selección de alternativas.....	30
2.6.1. Tanque a presión.....	30
2.6.2. Generador de calor.....	33
2.6.3. Contendor de desinfección.....	34
2.6.4. Normas ASME.....	37
CAPÍTULO III.....	38
CÁLCULOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO PARA GENERACIÓN DE VAPOR.....	38
3. Diseño y simulación.....	38
3.1. Parámetros.....	38
3.2. Cálculo de la altura y radio del tanque a presión.....	38
3.3. Temperatura de diseño.....	40

3.4. Presión de diseño teórica	41
3.5. Para la presión de tanque:	41
3.6. Espesor del tanque	42
3.7. Dimensionamiento de la tapa toriesférica.....	44
3.7.1. Espesor de la tapa toriesférica.....	44
3.8. Esfuerzos del cuerpo cilíndrico.....	46
3.9. Esfuerzo de la junta longitudinal	46
3.10. Boquilla para tanque a presión	47
3.11. Contenedor de sustrato	48
3.11.1. Dimensionamiento del contenedor del sustrato.....	48
3.12. Columnas para el contenedor.....	51
3.13. Forma de la compuerta de descarga para el contenedor	56
3.14. Uniones fijas	56
3.15. Simulación	59
3.16. Calidad de mallado	60
CAPÍTULO IV	75
ANÁLISIS DE COSTOS	75
4. Costos generados	75
4.1. Análisis de costos de origen directos.....	75
4.1.1. Materiales directos	75
4.1.2. Materiales normalizados	76
4.1.3. Maquinado.....	77
4.1.4. Instalación y montaje	78
4.1.5. Costos totales de origen directo	78
4.2. Análisis de costos de origen indirecto	78
4.2.1. Componentes indirectos	78

4.2.2. Otros costos.....	79
4.2.3. Costos totales de origen indirecto	79
4.3. Costo total para la máquina de desinfección	80
4.4. Análisis financiero	80
4.4.1. Proyección de ingresos anuales.....	80
4.4.2. Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).....	81
4.4.3. Valor actual neto (VAN).....	81
4.4.4. Tasa de retorno (TIR).....	82
4.4.5. Cálculo de VAN y TIR	83
CONCLUSIONES	84
ANEXOS.....	86
REFERENCIAS	104

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Propiedades fisicoquímicas de arroz crudo</i>	5
Tabla 2. <i>Temperaturas para el empleo de calor húmedo</i>	10
Tabla 3. <i>Propiedades mecánicas del AISI 304</i>	27
Tabla 4. <i>Propiedades mecánicas del acero A236</i>	28
Tabla 5. <i>Criterio de selección para cuerpo de tanque a presión</i>	30
Tabla 6. <i>Selección de tapa para el tanque a presión</i>	31
Tabla 7. <i>Selección de material de tanque a presión</i>	32
Tabla 8. <i>Selección de generador de calor</i>	33
Tabla 9. <i>Selección de forma para contenedor de sustrato</i>	34
Tabla 10. <i>Selección de tapa inferior para contenedor de sustrato</i>	35
Tabla 11. <i>Selección del material para el contenedor de sustrato</i>	36
Tabla 12. <i>Parámetros de diseño</i>	38
Tabla 13. <i>Parámetros de diseño para espesor de tanque</i>	42
Tabla 14. <i>Dimensiones de tanque a presión</i>	44
Tabla 15. <i>Resultados del dimensionamiento de la tapa toriesférica</i>	46
Tabla 16. <i>Dimensiones de boquilla de tanque a presión</i>	47
Tabla 17. <i>Parámetros de dimensionamiento para contenedor de sustrato</i>	49
Tabla 18. <i>Parámetros para columnas del contenedor de sustratos</i>	51
Tabla 19. <i>Propiedades de perfil laminado en acero tipo U</i>	52
Tabla 20. <i>Parámetros para columnas de tanque a presión</i>	54
Tabla 21. <i>Propiedades del tubo de 2" A36</i>	55
Tabla 22. <i>Parámetros para soldadura de base del tanque a presión</i>	57
Tabla 23. <i>Parámetros para soldadura de base del contenedor de sustrato</i>	58
Tabla 24. <i>Costos de materiales directos</i>	76
Tabla 25. <i>Costos de materiales normalizados disponibles en el mercado nacional</i>	77
Tabla 26. <i>Costos de maquinado</i>	77
Tabla 27. <i>Costos de instalación y montaje</i>	78
Tabla 28. <i>Costo total de origen directo</i>	78
Tabla 29. <i>Costo de material indirecto</i>	79
Tabla 30. <i>Otros costos</i>	79
Tabla 31. <i>Costos indirectos totales</i>	80

Tabla 32. <i>Costo total</i>	80
Tabla 33. <i>Proyección de ingresos.</i>	80
Tabla 34. <i>Indicadores económicos del Ecuador.</i>	81
Tabla 35. <i>Criterios aceptación VAN</i>	82
Tabla 36. <i>Cálculo de Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)</i>	83

Índice de figuras

Figura 1. <i>Desinfección mediante la solarización.</i>	7
Figura 2. <i>Bandeja Flotante.</i>	8
Figura 3. <i>Desinfección de suelos por vapor.</i>	9
Figura 4. <i>Presentación del proceso de Barolado.</i>	11
Figura 5. <i>Baroladora de dos cilindros</i>	13
Figura 6. <i>Maquina Baroladora de tres cilindros.</i>	14
Figura 7. <i>Anillos obtenidos a partir de diferentes perfiles.</i>	15
Figura 8. <i>Baroladora tipo piramidal.</i>	15
Figura 9. <i>Baroladora de cuatro cilindros o doble pich.</i>	16
Figura 10. <i>Diagrama esfuerzo vs deformación de un material elasto-plástico-perfecto.</i>	17
Figura 11. <i>Viga empotrada</i>	18
Figura 12. <i>Tensiones internas distribuidas en la sección X-X</i>	18
Figura 13. <i>Tensiones internas distribuidas en la sección Y-Y</i>	19
Figura 14. <i>Distribución interna de tensiones en la sección Z-Z</i>	19
Figura 15. <i>Elementos involucrados en la soldadura de arco metálico protegido (SMAW).</i> ..	21
Figura 16. <i>Tipos de electrodos.</i>	22
Figura 17. <i>Recipiente horizontal.</i>	23
Figura 18. <i>Recipiente vertical.</i>	24
Figura 19. <i>Recipiente esférico.</i>	24
Figura 20. <i>Tapa semiesférica</i>	25
Figura 21. <i>Tapa semielíptica</i>	25
Figura 22. <i>Tapa toriesférica.</i>	25
Figura 23. <i>Tapa plana</i>	26
Figura 24. <i>Tapas cónicas</i>	26
Figura 25. <i>Tapas toricónicas.</i>	27
Figura 26. <i>Resistencias eléctricas de inmersión.</i>	29
Figura 27. <i>Tanque de GLP.</i>	29
Figura 28. <i>Colector solar.</i>	30
Figura 29. <i>Selección de forma de tanque a presión</i>	31
Figura 30. <i>Selección de tapa para tanque a presión</i>	32
Figura 31. <i>Selección de material de tanque a presión</i>	33

Figura 32. Selección de generador de calor	34
Figura 33. Selección de forma para contenedor de sustrato	35
Figura 34. Selección de tapa inferior para contenedor de sustrato.....	36
Figura 35. Selección del material para el contenedor de sustrato	37
Figura 36. Dimensionamiento de tanques a presión.....	39
Figura 37. Dimensiones de tapa toriesférica.....	45
Figura 38. Dimensiones de la brida.....	48
Figura 39. Cotas de la tapa cónica.....	51
Figura 40. Forma de compuerta.....	56
Figura 41. Mallado de grano fino	60
Figura 42. Calidad de mallado del tanque a presión.....	60
Figura 43. Calidad de mallado de la base del tanque a presión.....	61
Figura 44. Calidad de mallado del contenedor de sustrato	61
Figura 45. Calidad de mallado de la compuerta del contenedor de sustrato	62
Figura 46. Esfuerzos de tanque a presión	62
Figura 47. Deformación de tanque a presión.....	63
Figura 48. Factor de seguridad de tanque a presión	63
Figura 49. Esfuerzos sometidos a la gravedad del tanque a presión.....	64
Figura 50. Deformación a causa de la gravedad del tanque a presión	64
Figura 51. Factores de seguridad sometidos a la gravedad del tanque a presión	65
Figura 52. Esfuerzos sometidos a las cargas en el tanque a presión.....	65
Figura 53. Deformación del tanque a presión sometida a las cargas totales.....	66
Figura 54. Factores de seguridad del tanque a presión sometido a la carga total	66
Figura 55. Esfuerzos del tanque a presión sometida a temperatura.....	67
Figura 56. Deformación del tanque a presión sometido a temperatura	67
Figura 57. Factores de seguridad del tanque a presión sometido a temperatura	68
Figura 58. Esfuerzo del tanque a presión sometido a T° , P , g , m	68
Figura 59. Deformación del tanque a presión sometido a T° , P , g , m	69
Figura 60. Factores de seguridad del tanque a presión sometida a T° , P , g , m	69
Figura 61. Esfuerzos de la base de tanque a presión	70
Figura 62. Deformación de la base del tanque a presión	70
Figura 63. Factor de seguridad de la base del tanque a presión.....	71

Figura 64. <i>Esfuerzos del contenedor de sustrato</i>	71
Figura 65. <i>Deformación del contenedor de sustrato</i>	72
Figura 66. <i>Factor de seguridad del contenedor de sustrato</i>	72
Figura 67. <i>Esfuerzos de la compuerta</i>	73
Figura 68. <i>Deformación de la compuerta</i>	73
Figura 69. <i>Factor de seguridad de la compuerta</i>	74

RESUMEN

Para el presente proyecto de titulación se diseñará y se simulará un dispositivo que sea capaz de desinfectar los suelos mediante vapor de agua, se conoce que los químicos utilizados para la desinfección de suelos como el bromuro de metilo es muy comercializado para esta actividad sin embargo al tratarse de un producto químico genera un impacto nocivo en los suelos para la desinfección de hongos, insectos y bacterias.

Con el transcurso de los años se han empleado varios métodos para la desinfección y esterilización, sin embargo, el método más utilizado y que ha brindado una respuesta rápida y efectiva ha sido el uso del vapor. Al utilizar temperaturas elevadas permite eliminar microbios y microorganismos patógenos atacando directamente a sus membranas celulares, el vapor al no dejar residuos tóxicos permite un tiempo más reducido para su proceso de siembra; según estudios realizados una vez pasadas las 24 horas de la desinfección se puede continuar con el proceso de siembra. Generalmente se utiliza esta desinfección con vapor para procesos que contienen grandes cantidades de sustrato ya que el tiempo que tarda el proceso va de 15 a 20 minutos, se debe tener en cuenta ciertos parámetros para garantizar la eliminación de microbios como mantener una presión de dos atmósferas y una temperatura entre los 115 y 120 °C.

La aplicación del vapor se la puede realizar de varias formas, sin embargo, en este caso se utilizará un contenedor cerrado y se irá aplicando pasivamente el vapor, al utilizar un contenedor cerrado se tiene la ventaja que por medio de la presión de entrada el vapor penetrará el sustrato.

A continuación, se da un breve detalle de lo que contiene cada capítulo:

Capítulo I: Se trata conceptos básicos como sustratos, vapor, barolado.

Capítulo II: Análisis de alternativas para la construcción de un prototipo de desinfección de suelos.

Capítulo III: Cálculos y dimensionamientos del tanque a presión, así como también del contenedor de desinfección con cada uno de sus elementos, seguido de un estudio estático mediante simulaciones a través del software SolidWorks para así validar los resultados de comportamiento de las partes sometidas a diferentes fuerzas y presiones.

Capítulo IV: análisis financiero.

Palabras clave: *sustrato, vapor, presión de diseño, mallado, simulación, prototipo.*

ABSTRACT

For this titling project, a device that is capable of disinfecting soils by means of water vapor will be designed and simulated. It is known that the chemicals used for soil disinfection, such as methyl bromide, are widely marketed for this activity, however, as being a chemical product generates a harmful impact on the soil for the disinfection of fungi, insects and bacteria.

Over the years, various methods have been used for disinfection and sterilization, however, the most used method that has provided a quick and effective response has been the use of steam. By using high temperatures, it allows the elimination of microbes and pathogenic microorganisms directly attacked their cell membranes, the steam, by not leaving toxic residues, allows a shorter time for the sowing process, according to studies carried out once 24 hours after disinfection can be continued with the planting process. This steam disinfection is generally used for processes that contain large amounts of substrate since the time the process takes is from 15 to 20 minutes, certain parameters must be taken into account to guarantee the elimination of microbes, such as maintaining a pressure of two atmospheres. and a temperature between 115 and 120 °C.

The application of steam can be done in several ways, however in this case a closed container will be used, and the steam will be passively applied. By using a closed container, we have the advantage that by means of the inlet pressure the steam will penetrate the substrate.

Below is a brief detail of what each chapter contains:

Chapter I: deals with basic concepts such as substrates, steam, barolado.

Chapter II: analysis of alternatives for the construction of a soil disinfection prototype

Chapter III: calculations and sizing of the pressure tank, as well as the disinfection container with each of its elements, followed by a static study through simulations through SolidWorks software in order to validate the behavior results of the parts subjected to different forces and pressures.

Chapter IV: financial analysis.

Keywords: *substrate, steam, design pressure, mesh, simulation, prototype.*

INTRODUCCIÓN

Antiguamente se utilizaba el bromuro de metilo CH_3Br , para la desinfección de suelos sin embargo al ser una sustancia nociva para la salud se lo restringió y de acuerdo con el protocolo de Montreal se recomendó utilizar el método de vapor de agua ya que este proceso fluye y penetra entre el sustrato, así logrando eliminar microorganismos que son perjudiciales para el cultivo.

Al diseñar el equipo de desinfección se debe considerar ciertas normas que garanticen un ensamble correcto para que soporte la presión ejercida por el vapor, el Acero Inoxidable A304 será el material que más se utilizará ya que en sus propiedades presenta una alta resistencia a la corrosión.

Justificación

Las etapas de construcción de un equipo para desinfección de suelos están de acuerdo con la norma ASME sección 7 “Diseño, construcción e inspección de recipientes a presión”[1].

Esta norma ASME presenta diversos materiales para poder seleccionar de acuerdo con un diseño y cálculo previo, también detalla el tipo de cordones de soldadura y su calidad para que puedan soportar la presión requerida.

El ACUERDO MINISTERIAL 097-A vigente, muestra las normas aplicadas a la desinfección de suelos [2], un suelo para que sea considerado de calidad debe cumplir ciertos parámetros dictados por dicho acuerdo.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar y simular un equipo para desinfección de suelos con capacidad de 50 litros para la estación de Investigación de la Universidad Politécnica Salesiana, ubicada en el Cantón Cayambe Provincia de Pichincha.

Objetivos Específicos

- Conocer las propiedades del suelo para el diseño del equipo.

- Identificar la problemática del laboreo de la tierra en las parcelas de la Estación de Investigación de la UPS.
- Diseñar los elementos mecánicos seleccionados con materiales disponibles en la industria nacional.
- Valorar el equipo a través de una simulación estática del tanque de vapor.
- Fijar estados financieros de rentabilidad del proyecto.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

El principal objetivo por el cual se desinfectan los sustratos y suelos es eliminar la vida de seres patógenos que habitan en ellos ya que en el desarrollo de los cultivos se ven afectados en su producción y rendimiento. Actualmente existen varias técnicas para la desinfección de suelos, entre las cuales se podemos clasificarlas como químicas o no químicas, también existe otra clasificación en la cual combinan estos dos procesos antes mencionados para garantizar una mayor desinfección. Entre las técnicas que se emplean se entran la desinfección por medio del uso de fumigantes químicos y utilizando el calor ya sea este húmedo como seco, también se incluye el uso de radiación solar o la desinfección por medio del vapor de agua. Sin embargo, una de las formas de desinfección utilizadas con frecuencia es el uso de productos químicos debido a simple aplicación.

1. Sustrato

Se conoce como sustrato a todo material ya sea sólido o líquido, que permite ayudar a la planta en su crecimiento brindándole nutrientes por lo cual es un producto sumamente importante para el crecimiento y cuidado de los cultivos, algunos sustratos son indispensables para el desarrollo de la planta al aportar varios minerales y mantener su nutrición óptima [3].

1.1. Características de un sustrato ideal

Un sustrato ideal puede considerarse a un material que cumple con varios factores como por ejemplo al ser de tipo vegetal utilizado (semillas, platas, estacas, etc.), contar con una buena respuesta a las condiciones climáticas al igual que a los sistemas de riego y fertilización. Sin embargo, para garantizar un buen resultado en su germinación y crecimiento se requiere varias características que se detallara a continuación:

1.1.1. Propiedades físicas

Se requiere que posea una gran capacidad para retener agua, un suministro de aire que sea suficiente para el cultivo, que cuente con una baja densidad aparente, una elevada porosidad y que tenga una estructura estable capaz de impedir la contracción (o hinchazón del medio).

1.1.2. Propiedades químicas

Poseer un intercambio catiónico, que es la medida para cantidades negativas presente en la superficie de los minerales y otros componentes que forman el suelo o CIC como se lo conoce,

niveles adecuados de nutrientes asimilables, alta capacidad amortiguadora y una de las propiedades más importantes que pueda mantener el pH constante, una descomposición reducida y una baja salinidad.

1.1.3. Otras propiedades

En su composición se requiere que esté libre de restos de malas hierbas y semillas, así como de patógenos y otras sustancias tóxicas que puedan afectar a la planta; que sea fácil al momento de mezclar con otros sustratos, presente una alta fortaleza a los cambios físicos, químicos y ambientales.

1.2. Tipos de sustratos

Muchos expertos utilizan algunos criterios para poder clasificar a los sustratos entre los principales están: basados por el origen de sus materiales, por su naturaleza, su degradabilidad.

1.2.1. Según sus propiedades

Sustratos químicamente inactivos: entre ellos la grava, roca volcánica, arcilla expandida, sílicea o también conocido como arena granítica.

Sustratos químicamente activos: como la corteza de pino, materiales celulósicos (que su principal material prima es la celulosa), turbinas rubias y negras, etc.

1.2.2. Según el origen de los materiales

Materiales orgánicos

Naturales (turba), Sintéticos (espuma flex o también conocido como poliestireno expandido), coproductos y restos de actividades relacionadas con la agricultura (fibra de coco, cortezas de los árboles, aserrín, virutas y trozos de los árboles, orujo de uvas, cereales, cascarillas de arroz, lodos provenientes de aguas excedentes sin contaminación, etc.)

Materiales inorgánicos o minerales

Arena, tierra volcánica, etc. (de origen natural), lana de roca, arcilla expandida, perlita, etc. (modificados o tratados) y provenientes de horno alto se utilizan las escorias (residuos y subproductos provenientes de la industria).

1.3. Cascarillas de arroz

La cascarilla de arroz tiene grandes propiedades, es por eso sé que lo utiliza frecuente como sustrato. Proveniente de las regiones cultivadoras de arroz, es un subproducto que proviene del proceso de la molienda.

1.3.1. Propiedades fisicoquímicas

Dentro de sus propiedades fisicoquímicas se encuentra un elevado porcentaje de sílice por lo que se descompone lentamente y es de un gran beneficio. Al tratarse de un subproducto los molineros lo consideran un desecho y no le prestan la atención necesaria y lo descartan, el único costo que genera este producto es su transporte. Entre otras propiedades se encuentra un bajo retenimiento de la humedad lo que dificulta mantener una humedad homogénea en aplicaciones como una primera o única capa o como vendaje. Mejora considerantemente su uso al utilizarse como canaletas.

Con el paso de los años (dos o más) presenta una descomposición mayor, aunque inicialmente presente una excelente inercia química. Al ser mezclado con otros residuos de cultivos puede ocasionar varios inconvenientes como el germinar malezas, ocasionalmente los residuos mas utilizados para su mezcla son semillas o granos. Otro problema que se presenta es la acumulación de pájaros atraídos por las semillas y estos a su vez generan bejucos de los cuales se alimentan y eliminan el sustrato colocado en el recipiente [4].

A continuación, se puede observar en la tabla 1 algunas de las propiedades fisicoquímicas que presenta la cascarilla de arroz que son pertinentes conocer para una correcta aplicación.

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas de arroz crudo [4]

Propiedades	Unidades	Valores
CIC	meq/100ml	2 - 4
Retenimiento de la humedad a una T=0cm	lt/lt	0.11 - 0.13
Retenimiento de la humedad a una T=10cm	lt/lt	0.07 - 0.09
Retenimiento de la humedad a una T=50cm	lt/lt	0.05 – 0.07
Retenimiento de la humedad a una T=100cm	lt/lt	0.03 – 0.05

También es necesario conocer las propiedades químicas, tal como se puede observar en el anexo 1

1.4. Desinfección para los sustratos

La desinfección es un factor sumamente importante y especial para cada tipo de cultivo por lo que elegir un solo método de desinfección se vuelve complejo ya que este debe adaptarse a las condiciones de dicho cultivo. Generalmente la mayoría de los productos empleados para la desinfección son elaborados a base de bactericidas.

1.4.1. Desinfección con productos químicos

Su uso es limitado [5] pero su eficiencia es muy alta, su aplicación es simple y esta es la razón por la que muchos prefieren este tipo de desinfección. Uno de los mayores efectos que causa el uso de estos químicos es su impacto ambiental como su descomposición y su evaporación; tal como lo menciona Barres [6] son productos que al contacto con la piel del ser humano puede generar ciertas reacciones por su toxicidad.

Es importante recalcar que al instante de su aplicación pasan a un estado gaseoso, lo que hace necesario evitar la liberación de los mismos gases antes mencionados al medio ambiente, manteniéndolos durante el tiempo necesario el efecto de la acción. El bromuro de metilo es el químico más utilizado y también es el químico que mayor impacto causa al medio ambiente pero también presenta un impacto considerable al sistema de cultivo, el uso de otros productos como el dicloropropeno y productos que producen isotiocianato de metilo, cloropicrina [7].

1.4.2. Desinfección sin productos químicos

1.4.2.1. Desinfección mediante la solarización

En 1976 nació el proceso de polarización (solarizado = radiación solar = calentamiento solar) para desinfectar el suelo, Joseph Katan es considerado el padre fundador de esta técnica, fue un profesor que ejerció en la Universidad Hebrea ubicada en Jerusalén. En pocas palabras, este método se basa en colocar una capa delgada y transparente de plástico sobre el suelo desnudo removido para su descontaminación, durante un periodo de diez semanas, conservando la humedad del suelo en un nivel razonable [7]. Los plásticos transparentes no acumulan la temperatura tal como no es el caso del plástico de color negro, por el contrario, conduce el calor al suelo, elevando su temperatura normal unos pocos grados. Este aumento de temperatura provoca tres efectos que han sido comprobados por investigaciones [7]:

- 1) Una tensión (stress) de un patógeno causada por un incremento en la temperatura del suelo. La factibilidad para todo microorganismo disminuye si es empleado calor húmedo a una temperatura superior a la requerida para su proceso de crecimiento.

- 2) Se agiliza el metabolismo de los microorganismos y por ende su multiplicación en el suelo, debido a que el aumento de la temperatura es beneficioso para la pluralidad de ellos. Por el contrario, los patógenos suelen ser menos tolerantes al calor que muchos organismos saprofitos (se alimentan de materia muerta) y antagónico como *Bacillus subtilis*.
- 3) Se produce una mayor concentración de sustancias hidrosolubles, tanto orgánicas como las minerales, los cultivos que se desarrollan en este suelo desarrollan más rápido y con más fuerza.

Según Gómez [4], entre las ventajas de la solarización cabe mencionar: controla a microorganismos patógenos tales como hongos, malezas y nematodos, no produce daños por restos nocivos en el suelo ni en las plantas, presentando unas condiciones idóneas para el aumento de microorganismos empleados por el suelo.

En la figura 1 se observa como ocurre la desinfección mediante la solarización.



Figura 1. Desinfección mediante la solarización, [8].

1.4.2.2. Bandeja flotante

La técnica de bandeja flotante ha sido desarrollada a finales de 1900 y 1990, fue adoptado por miles de cultivadores en todo el mundo, que antes usaban gran cantidad de Bromuro de metilo (CH_3Br) en producción de plántulas. Establecer este sistema que tenemos que se debe construir una piscina poco profunda el suelo es plano, se utiliza madera de 12cm de alto o ladrillo para sus paredes bajas, luego es cubierto con polietileno de color negro y de espesor considerable.

La piscina se ocupa de agua limpia, añadiendo fertilizantes y algas, las semillas van colocadas en una bandeja de poliestireno dentro de la pileta, en donde flotan [5]. Tal como se ve la figura 2.



Figura 2. Bandeja Flotante, [9].

1.4.2.3. Vapor

La desinfección o esterilización por medio del vapor es un proceso por el cual se utiliza calor para eliminar los parásitos, malas hierbas presentes en el piso y enfermedades. Para decirlo claramente, la esterilización incluye la difusión, el vapor penetra en el suelo por inyección u otro método, utilizando un caldero y también un sistema de calefacción, conductores como los difusores o las tuberías.

Considerando un punto de vista técnico la alternativa óptima para el Bromuro de metilo es el uso del vapor siempre y cuando su uso sea el correcto. Se debe tener en cuenta algunas variables que son muy influyentes ante los resultados y la eficacia económica del vapor como lo es: la caldera y también el combustible que utiliza para su operación, su estructura, los difusores que utiliza, el tipo de suelo y su preparación, si el tratamiento se lo aplica directamente al suelo o por medio de bancos levantados, y otros factores.

Resulta menos costoso y mucho más efectivo emplear vapor a una cierta cantidad limitada de sustrato, por el contrario, sus costos se elevan y desmayer la eficacia al ser aplicados directamente al suelo ya que el vapor debe penetrar con una mayor profundidad. Se requiere un uso más alargado de la caldera y por ende una gran cantidad de combustible, así como de mano de obra para poder calentar el suelo a una distancia mayor de 30 cm, volviéndolo en una alternativa no muy rentable ya que sus costos se elevarán.

Al utilizar el vapor por medio de un manejo controlado e integrado de plagas más conocido como MIP, puede resultar factible económicamente ya que mantienen las plagas y enfermedades controladas a un nivel bajo. El vapor al igual que cualquier fumigante de extenso espectro es un biocida generalizado con la propiedad de matar a todos los microorganismos que se hallan presentes en el suelo. Los organismos que quedan en el suelo o los que fueron introducidos pueden multiplicarse sin comprometer la biota natural. Es por esta razón que se aprovecha mejor el uso del vapor cuando se adicionan organismos benéficos y/o la materia orgánica inmediatamente al suelo luego de ser trabajado [5].

Si se deja el suelo sin plantar durante un periodo largo de tiempo o en contacto con material vegetal enfermo, el uso del vapor aplicado en el sustrato no se mantendrá estéril. El suelo o sustrato al permanecer expuesto a altas temperaturas genera la solubilidad en algunos materiales como es el caso del manganeso, que se torna fitotóxico. Existe el riesgo que si se vaporiza en exceso sea contraproducente para los organismos benéficos, también cabe recalcar que luego de la desinfección se libera altos niveles de amoníaco en los suelos o sustratos, lo que es nocivo para la mayoría de las plantas, por lo que se agrega enmiendas (son sustancias que se agregan al suelo o sustrato para mejorar considerablemente sus propiedades físicas, químicas y biológicas), compuestas de materia orgánica luego del tratamiento con vapor y no antes del proceso. En la figura 3 se observa el proceso de desinfección de suelos mediante el uso de vapor.



Figura 3. Desinfección de suelos por vapor, [10].

Para la eliminación de microorganismos mediante el vapor se puede emplear calor húmedo o seco.

1.4.2.3.1. Calor Húmedo

Este proceso elimina a los microorganismos de forma progresiva, es por eso por lo que no existe un único mecanismo de acción, por el contrario, más bien un conjunto de diferentes eventos que se realizan a medida que se va incrementando la temperatura. La primera causa letal es la creación de rupturas en la cadena de ADN (ácido desoxirribonucleico) lo cual provoca la muerte celular de enzimas.

Mientras se va incrementando la temperatura uno de los efectos que se presentan es la disminución de la integridad funcional de la membrana citoplasmática, causante de problemas en la síntesis proteica y respiratorios [11].

Otro de los problemas que se generan a elevadas temperaturas es la presencia de ribonucleasas (enzima que generan los leucocitos cuando existe una infección) [11] lo que genera un deterioro en la cadena de ARNr, lo que produce una degradación de las células expuestas.

Las temperaturas recomendadas para el uso del calor húmedo son las que se observan en la tabla 2.

Tabla 2. Temperaturas para el empleo de calor húmedo

Temperatura	Efecto
Por abajo de 100°C	Pasteurización
A 100°C	Tindalización y Ebullición
Por sobre de 100°C	Auto clavado

Pasteurización: consiste en calentar a 65°C durante 30" o a 72 °C durante 15", posteriormente se procede a enfriar a 10°C [11], este tipo de desinfección es utilizada para eliminar gérmenes patógenos.

Ebullición: se trata de conservar una sustancia o un objeto en un baño a 100 °C durante 30', de esta manera se elimina la mayoría de los hongos, bacterias vegetativas y virus lipídicos. Por lo general se recomienda repetir este proceso durante tres días consecutivos, a este proceso se lo conoce como Tindalización.

Autoclavado: este proceso consta en utilizar el vapor de agua con una temperatura de 121°C durante 15' o 20', esta presión se consigue al utilizar una presión relativa (dos presiones absolutas); este es el mecanismo más efectivo para la destrucción microbiana.

1.4.2.3.2. Calor Seco

También es conocido como desecación, este proceso provoca la desnaturalización de proteínas; esto se debe a efectos tóxicos por niveles elevados de electrolitos, esto se debe al calor transmitido de parte del material que está en contacto con los microorganismos, pero no desde el aire que los rodea al calentar.

Una de las maneras más conocidas de aplicar el calor seco es conocido como el horno Pasteur que consta en alcanzar un mayor tiempo y una mayor temperatura en relación con el autoclavado, se debe mantener a una temperatura de 160 °C durante 2hrs.

1.5. Barolado

Es un proceso mecánico de conformado que tiene como objetivo el doblado de chapas o estructuras metálicas, tuberías estructurales y perfiles. El barolado consiste en deformar el material a una forma plástica al pasarlo por una serie de rodillos, con el objetivo de obtener una superficie en revolución, generalmente esta tiene la forma cilíndrica, así como se observa en la figura 4.

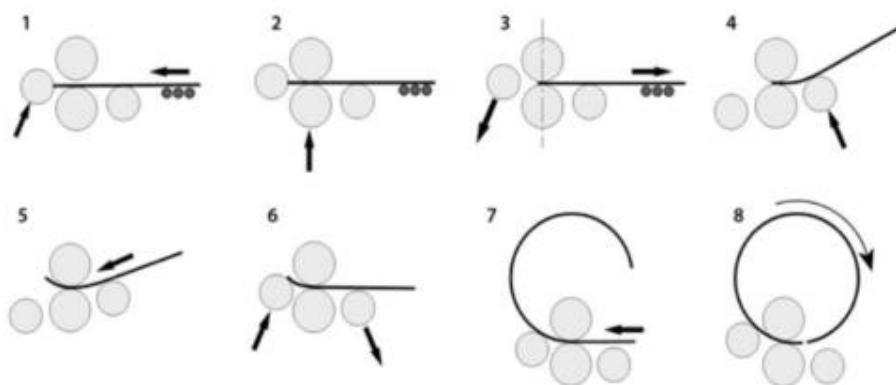


Figura 4. Presentación del proceso de Barolado, [12].

También se lo conoce como un proceso de rolado o de curvado de metal por medio de cilindros que rotan constantemente, se utilizan maquinas las mismas que poseen dos o más cilindros dependiendo el tipo, se realiza el procedimiento de pasar el material por estos cilindros las veces que sean necesarias hasta lograr la forma deseada.

El barolado está sujeto de acuerdo con el espesor del material a barolar (la plancha o lámina) que inicia desde 0.02“(0.50mm) a 10“(254 mm). Un espesor mayor a barolar depende únicamente de la potencia y tamaño de la maquina a utilizar, en cambio que un mínimo espesor depende de las propiedades de cada material a ser curvado. Un diámetro mínimo depende de qué tipo de maquina se utilice, pero también depende de algunos factores como el tamaño de cada rodillo y la elasticidad propia de cada material. Por otro lado, un diámetro mayor está limitado al espacio que se utiliza ya que al manejar materiales de gran tamaño se vuelve complicado e incómodo.

También vale la pena mencionar que algunas maquinas son más precisas que otras por lo que la precisión varia al igual que la temperatura utilizada para este proceso.

1.5.1. Tipos de baroladoras

1.5.1.1.Baroladora de dos cilindros

Consta de dos rodillos los mismos que se encuentran ubicados en el mismo eje en posición vertical, tal como se presenta en la figura 5. Cada rodillo posee un tipo de recubrimiento diferente en este caso el rodillo superior es de acero, mientras que el rodillo ubicado en la posición inferior posee un recubrimiento de uretano. El barolado se logra gracias a presionar los dos rodillos superior e inferior, elaborando una matriz por la cual se traslada la plancha. Según la presión que se ejerce en estos presionar los dos cilindros depende el radio de curvatura, como ejemplo se tiene que un menor radio, esto se logra al mantener los dos rodillos lo más cerca posible. La potencia es aplicada por una fuente externa solo al rodillo inferior, mientras que el rodillo superior se acciona por medio de la fricción provocada por el acero y el uretano.

Al utilizar esta máquina se tiene las siguientes ventajas:

- Con una sola pasada se puede obtener la forma decusada y con mucha precisión.
- Se puede curvar planchas menores al grosor de la chapa

En la figura 5 se observa un tipo de baroladora de dos cilindros.

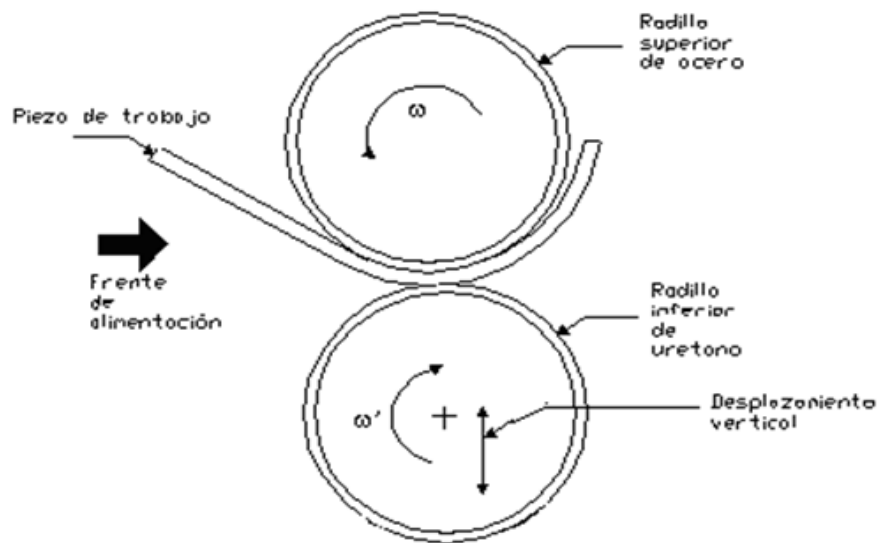


Figura 5. Baroladora de dos cilindros

Este tipo de máquinas baroladoras de dos cilindros no pueden ser utilizadas para el barolado en caliente y puede doblar materiales de acero de máximo $\frac{1}{4}$ " (6,4 mm) de grosor y mínimo 1" (25,4 mm) [13].

1.5.1.2. Baroladora de tres cilindros

Dentro de las máquinas baroladoras de tres cilindros se puede encontrar tres tipos: el tipo zapato, tipo piramidal, Pinch. Según su espesor máximo y también según el ancho del material que se pueda formar viene catalogadas según sus fabricantes. Los valores al igual que el número de pasadas están tabuladas. Según la apertura del tornillo de potencia se puede obtener un grosor de la plancha a barolar.

El material de cual están hechos los rodillos de este tipo de máquinas es de acero al carbono del 0.38 a 0.55 y con durezas de 158 a 212 HB, por lo general se utiliza un acero al carbono como el 1045 cuando es necesario una dureza mayor, mientras que sus rodillos son de acero aleado como el 4340. Los rodillos al estar templados suelen tener menos deterioración de su superficie [13]. Así como se observa en la figura 6.



Figura 6. Maquina Baroladora de tres cilindros, [14].

El barolado en frio conlleva muchos menos inconvenientes y también es de un costo menor al del barolado en caliente, se recomienda generalmente moldear las piezas de trabajo a la temperatura a la cual se encuentra la habitación.

Por otro lado, en el barolado en caliente posee la ventaja que es mucho más fácil controlar el material por lo que tenemos mayor exactitud dimensional, pero su costo es mucho mayor por las siguientes razones:

- Se debe calentar las piezas a ser baroladas.
- Se debe trabajar con el material mientras este se encuentre caliente.
- Los rodillos se deterioran rápidamente y en si el equipo que se encuentra en contacto con el material.

Las velocidades generalmente utilizadas para el formado en frio se encuentran entre 3.7 a 6.1 m/min. Se utiliza estos valores tanto para el proceso de formado en frio, así como el proceso en caliente, aunque el proceso de formado en caliente presenta una caída de temperatura del metal a trabajar por lo que es necesario aumentar la velocidad en el proceso de barolado.

En la baroladora de tres cilindros también se pueden obtener anillos de varios tipos como el: “T”, “I”, “C”, “L”, a partir de perfiles estructurales, al igual que con correas y tubos circulares, cuadrados y platinas; tal como se presenta en la figura 7.



Figura 7. Anillos obtenidos a partir de diferentes perfiles, [13].

1.5.1.3. Baroladora tipo piramidal

La baroladora tipo piramidal consta de rodillos interiores con un mismo diámetro, los mismos que son aproximadamente 50% más pequeños que el rodillo de la parte superior. Tal como se muestra en la figura 8.

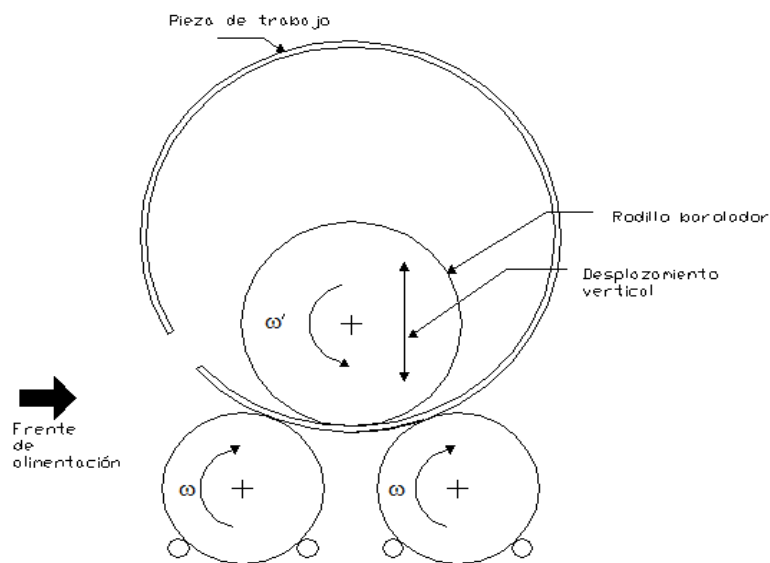


Figura 8. Baroladora tipo piramidal, [13].

Al variar verticalmente la posición del rodillo superior se logra controlar el diámetro a formar del cilindro, depende únicamente de la fricción al entrar en contacto junto con el material de trabajo, mantiene un giro leve. El grosor mínimo para doblar cambia según el tipo de máquina y también según las propiedades del material a formar.

Una de las desventajas de la baroladora tipo piramidal son los bordes predoblado o áreas llanas extensas, que se localizan en los dos filos de la plancha de metal ya formado. Esto se debe a que el material debe permanecer apoyado constantemente sobre los rodillos ubicados en la posición inferior, los filos no pueden juntarse con el rodillo superior por la separación entre los puntos de tangencia. Por esta razón resulta irrealizable suprimir las áreas llanas.

Una técnica que se utiliza para reducir las áreas llanas en una máquina piramidal es la de realizar perforaciones en los filos hasta el radio requerido utilizando la prensa hidráulica. Los filos, así como la lámina en sí, en ocasiones suelen dañarse por lo que se debe repetir el proceso de barolado.

1.5.1.4. Baroladora de cuatro cilindros

Son conocidas también como doble Pich, se utilizan este tipo de baroladoras para productos del mismo tamaño o aquellos productos que tengan apoyos rectangulares. Poseen la capacidad de barolar planchas de gran tamaño, así también como barolar piezas con una sola pasada. Por lo contrario, su desventaja es el elevado costo de fabricación ya que se aumenta en un 20 a 30% en relación con la baroladora tipo piramidal.

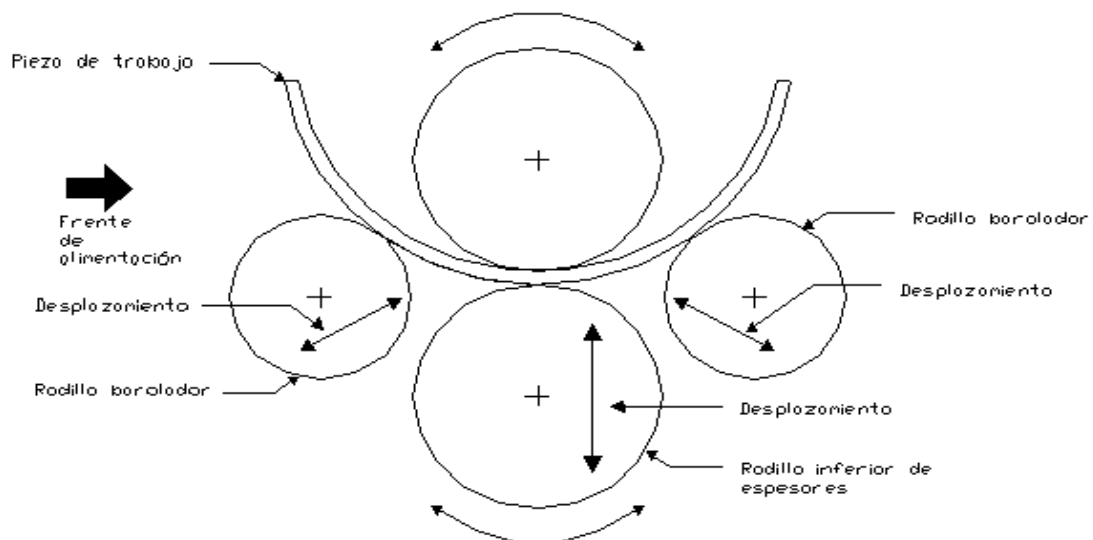


Figura 9. Baroladora de cuatro cilindros o doble pich, [13].

Como se puede observar en la figura 9, la ubicación del rodillo superior se debe a que es fijo, por el contrario, el rodillo inferior es regulable verticalmente para obtener el espesor requerido. El rodillo que se encarga de barolar o rodillo barolador como se conoce, está ubicado debajo del rodillo superior y no cuenta con un desplazamiento, por el contrario, los otros dos rodillos

de la baroladora se los puede ajustar de forma angular. El movimiento se transmite por medio de un motor que se lo conecta al rodillo barolador y al rodillo superior, los dos rodillos entran en movimiento por causa del material al entrar en contacto.

1.6. Propiedades del material

1.6.1. Límite de fluencia

A continuación, se presenta el diagrama esfuerzo-deformación del cual se obtiene un límite de fluencia debido al material que es considerado como elasto-plástico-perfecto. La pendiente es casi nula sin embargo las tensiones aumentan.

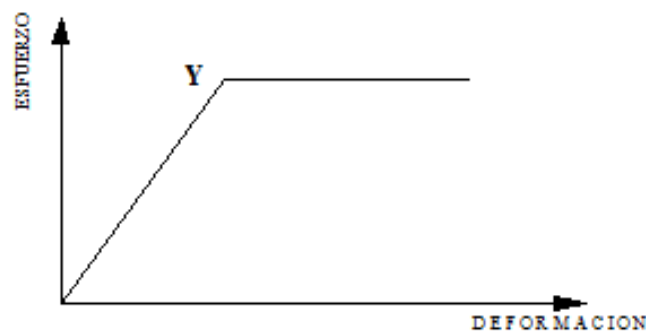


Figura 10. Diagrama esfuerzo vs deformación de un material elasto-plástico-perfecto, [13]

En la figura 10, el diagrama esfuerzo vs deformación es del acero ASTM A-36 el cual tiene un límite de fluencia de 248MPa, este valor se lo debe sobrepasar para poder provocar una deformación permanente [15].

1.6.2. Momento límite

Una vez aclarado que en la zona plástica se produce la deformación del material. Para entender mejor este proceso se analizará la figura 11 la cual costa de una viga empotrada.

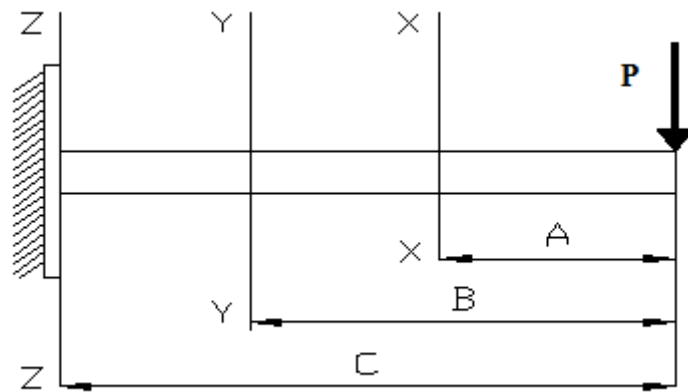


Figura 11. Viga empotrada

De la figura 12 se analiza la sección X-X del cual se puede determinar el momento: $M_x = P \cdot A$ para este caso corresponde una distribución lineal y el momento se lo conoce como M_f que representa el momento de fluencia.

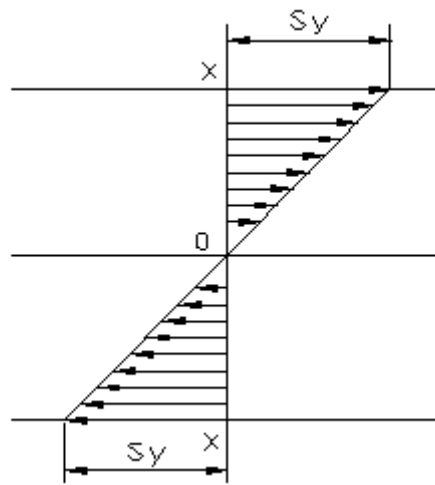


Figura 12. Tensiones internas distribuidas en la sección X-X

De la sección Y-Y se obtendrá un momento: $M_y = P \cdot B$ y una distribución de tenciones que se observa en la figura 13, esta sección se localiza en fluencia.

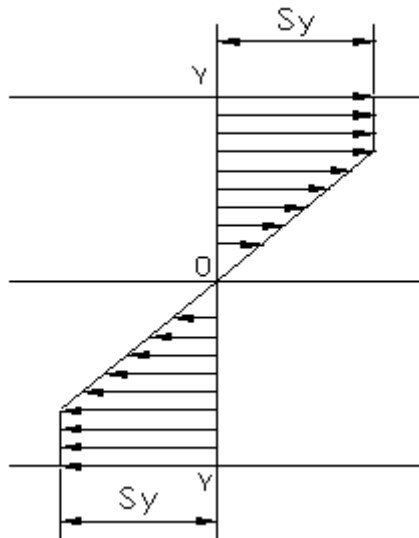


Figura 13. Tensiones internas distribuidas en la sección Y-Y

De la sección Z-Z se obtiene el momento: $M_z = P \cdot C$ se lo conoce como momento límite (Ml), tal como se observa en la figura 14 la sección fluencia lo que corresponde a la zona plástica del material [15].

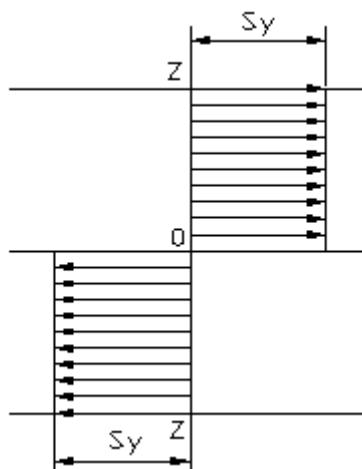


Figura 14. Distribución interna de tensiones en la sección Z-Z

1.7. Conexiones soldadas

Se conoce como soldadura a un proceso el cual consiste en unir mediante calentamiento de su superficie en estado líquido o plástico, piezas metálicas para permitir que se conecten y fluyan entre si con o sin aporte de un material adicional.

La metalurgia al igual que la soldadura era considerada un arte en la antigua Grecia, la soldadura se ha venido practicando durante varios siglos hasta la actualidad. Seguramente en la antigüedad se realizaba el proceso de soldadura por medio de la forja al calentar los materiales a una cierta temperatura, pero no fundirlos, y unirlos por medio de golpes con martillo. Actualmente la soldadura es un proceso de gran importancia sobre todo en la construcción de estructuras metálicas y puentes estructurales. Los ingenieros actualmente consideran a la soldadura estructural ya que tiene dos principales desventajas: 1) tiene una menor resistencia a la fatiga comparada con las conexiones remachadas o atornilladas y 2) durante su proceso no se puede garantizar una soldadura de gran calidad.

1.7.1. Tipos de soldadura

La mayoría de las soldaduras realizadas en estructuras se las hace por medio de arco, aunque también se tiene la soldadura por medio de gas. Sir Humphry Davy descubrió en 1801 al aproximar dos terminales de un circuito con un voltaje alto, lo que se conoce como arco eléctrico, este descubrimiento tiene gran importancia en el mundo moderno gracias a la cantidad de estructuras que se realizan por medio de este proceso. También se le atribuye este descubrimiento a Michael Faraday quien fue el asistente de laboratorio [16].

En la soldadura con gas, se enciende por medio de una mezcla de oxígeno con otro gas adecuado en la boquilla de una pluma o soldador, ya sea una máquina de soldar o una automática. El gas comúnmente utilizado en la soldadura estructural es el acetileno, un proceso conocido como soldadura oxiacetilénica. La llama resultante se puede utilizar para cortar y soldar metales. El equipo necesario para la soldadura por gas es económico y su proceso no es tan complicado, sin embargo, es un proceso que tiene conlleva un mayor tiempo en comparación con otros tipos, regularmente se utiliza este tipo de soldadura para el montaje de grandes estructuras de acero al igual que para mantenimientos y reparaciones.

El tipo de soldadura por arco en cambio forma un arco eléctrico al juntar las partes a ser soldadas, el operador lo realiza mediante la sujeción de un electrodo con una máquina o soporte. Se denomina arco eléctrico a una chispa continua que se crea entre la pieza a soldar y el electrodo, esto provoca una reacción conocida como fusión. El gas que se produce entre el electrodo y el material a soldar provocan que la energía eléctrica se transforme en calor. La temperatura que genera el arco eléctrico puede variar entre los 6000 y 10 000 °F, mientras la punta del electrodo comienza a derretirse el arco guía las gotas de metal fundido hacia los

materiales que se requieren unir. Mediante la corriente de entrada se logra controlar una mayor penetración en el material a unir. Generalmente se utiliza esta clase de soldaduras para los techos ya que las gotas de la aleación caen.

En la figura 15 se observa todos los elementos involucrados en el proceso de soldadura de arco metálico.

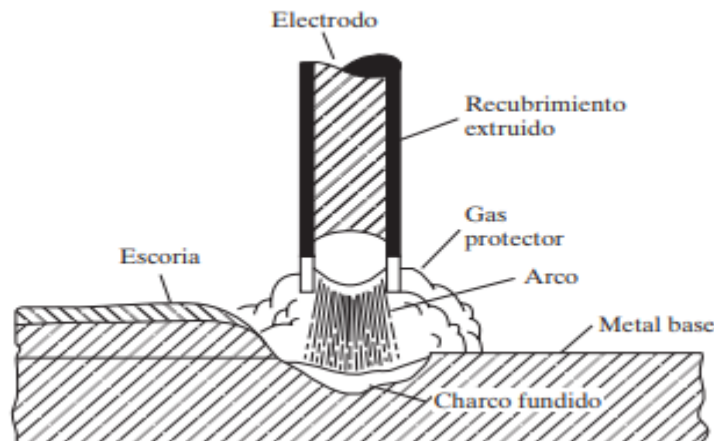


Figura 15. Elementos involucrados en la soldadura de arco metálico protegido (SMAW), [16].

Elegir un tipo de electrodo para soldar es de suma importancia ya que según del material que este sea le aporta propiedades como la ductilidad, resistencia a la corrosión, otro factor importante al elegir un electrodo es del material que vamos a soldar ya que según el tipo de material necesitamos un electrodo en específico. Los electrodos se dividen en dos tipos: los electrodos con recubrimiento grueso y los electrodos con recubrimiento ligero. Los electrodos de película gruesa se usan comúnmente en la soldadura estructural porque su recubrimiento, cuando se funde, brinda una excelente protección contra el humo o el aire alrededor de la pieza de trabajo, así como contra la escoria de soldadura. El resultado son soldaduras más resistentes y gruesas, así como dúctiles y resistentes a la corrosión que las soldaduras realizadas con electrodos con recubrimiento ligero. Con electrodos ligeramente revestidos, no se hace ningún esfuerzo para evitar la oxidación ni la formación de escoria. Los electrodos están ligeramente recubiertos con un estabilizador de arco químico como la cal.

En la figura 16 se observa algunos tipos de electrodos con sus respectivos recubrimientos.

AWS Tipo de Electrodo

- A- 5.1 Acero al Carbono
- A- 5.3 Aluminio y sus Aleaciones
- A- 5.4 Aceros Inoxidables
- A- 5.5 Aceros de baja Aleación
- A- 5.6 Cobre y sus Aleaciones
- A- 5.11 Níquel
- A- 5.13 Recubrimiento Protector
- A- 5.15 Fundiciones de Hierro



Figura 16. Tipos de electrodos, [17].

CAPÍTULO II

SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

En este capítulo se presentarán las alternativas de diseño y la selección del generador de vapor que cumplan con los objetivos de funcionamiento y operatividad para poder realizar la construcción del prototipo. También se presentarán las normas utilizadas para dicho diseño que avalen estándares nacionales como internacionales.

2. Recipientes a presión

En los contenedores a presión suelen tener varias alternativas para su construcción, los cuales se diseñan según se especifica para su uso y necesidades del tipo de almacenamiento del contenedor [18].

2.1. Por la forma

Los tanques sometidos a una fuerza de presión interna o externa pueden ser:

Cilíndricos: estos se construyen horizontales o en ocasiones verticales y en pocos casos estos suelen llevar chaquetas para regular la temperatura de los fluidos de almacenamiento según se requiera para su uso.

Recipiente cilíndrico horizontal y vertical: estos son mayormente utilizados cuando la presión del fluido necesita determinar un diseño más resistente. Dentro de esta clasificación existe otra distribución por la forma de las tapas de los contenedores [2]. Figura 17.



Figura 17. Recipiente horizontal, [19].

Se muestra en la figura 18, los tanques verticales los cuales usualmente son usados como contenedores de almacenamiento.



Figura 18. Recipiente vertical, [19].

Esféricos: como se muestra en la figura 19 generalmente son diseñados para almacenar fluidos de gran volumen y que ejerzan altas presiones. Ya que por su forma hace que las presiones internas producidas por el fluido se puedan distribuir de manera uniforme, sin embargo, la fabricación de estos suele llevar consigo valores más elevados en comparación a los recipientes cilíndricos.



Figura 19. Recipiente esférico, [19].

2.2. Por sus tapas

Tapa semiesférica: diseñada exclusivamente para contenedores que vayan a soportar presiones críticas, indica la forma semicircular como su nombre lo indica, no tiene limitantes frente a su diseño de fabricación, pero su costo puede ser elevado. Figura 20.

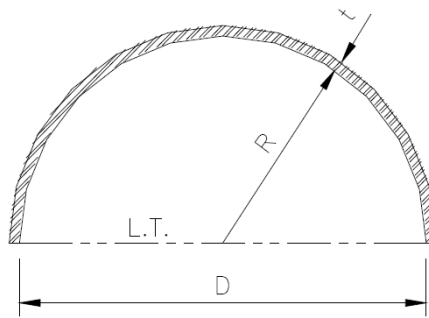


Figura 20. Tapa semiesférica

Tapa semielíptica: como se observa en la figura 21, su forma describe una semielipse con una relación 2:1, este es utilizado cuando la dimensión del espesor de la tapa es relativamente mayor frente a la tapa toriesférica, ya que las semielípticas llegan a soportar mayores presiones. Estas se fabrican mediante el proceso de troquelado y su costo es alto.

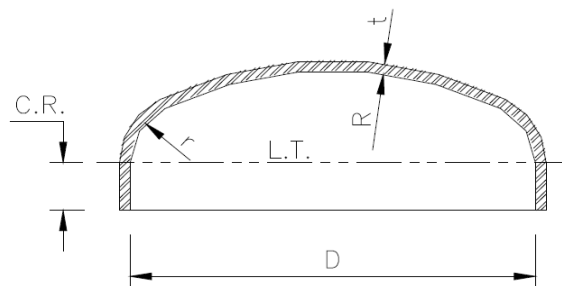


Figura 21. Tapa semielíptica

Tapa toriesférica: soportan altos niveles de presión manométrica, su principal característica es que su radio de diseño es cercano al diámetro del contenedor, en la industrial son las que llegan a tener mayor aceptación, por sus bajos costos. Figura 22.

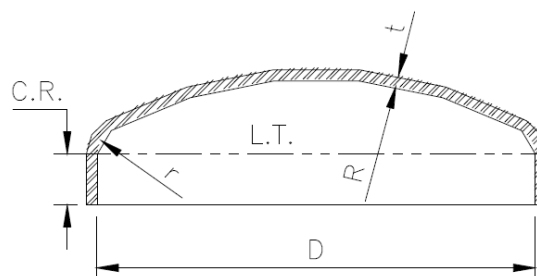


Figura 22. Tapa toriesférica

Tapa plana: generalmente son utilizadas para recipientes que soportan presiones atmosféricas, aunque en ciertos casos se pueden usar en recipientes a presión, suelen ser utilizados como tanques de almacenamiento por sus grandes dimensiones como se muestra en la figura 23 y de todas las tapas son las más baratas en su fabricación.

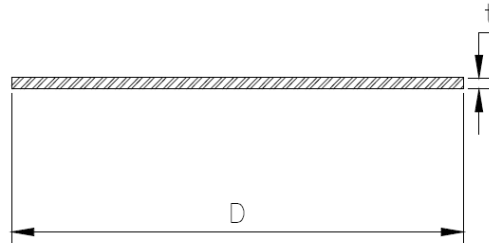


Figura 23. Tapa plana

Tapas cónicas: en la figura 24 se muestran las tapas cónicas las cuales son usadas mayormente en torres de desinfección, su única limitante es el ángulo de vértice que no debe ser diseñado bajo cálculos de tapa plana. Son utilizadas donde se acumula residuos sólidos.

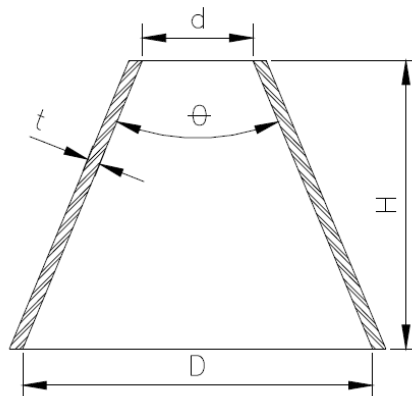


Figura 24. Tapas cónicas

Tapas toricónicas: llegan a tener mayor radio de transición como se observa en la figura 25 y no debe ser menor al 6% de su diámetro mayor.

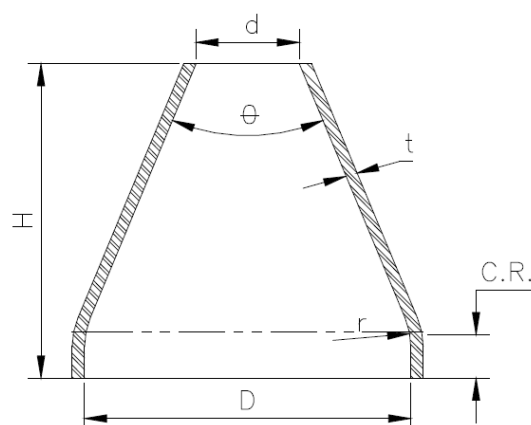


Figura 25. Tapas toricónicas

2.3. Por su material

AISI 304: acero con aleaciones de cromo y níquel lo cual le hace un material resistente a la corrosión y a las altas temperaturas, puede ser utilizado para tanques a presión, calentadores de agua, cocinas, instrumentos médicos y como material de construcción. Tabla 3.

Tabla 3. Propiedades mecánicas del AISI 304 [20]

Acero	Resistencia a la tracción [MPa]	Esfuerzo de fluencia [MPa]	Elongación [mm]	Dureza [HBW]	Condiciones
304	585	60	70	149	Barra recocida
	690	45		212	Recocido y estirado en frío
	860	25		275	Estirado en frío de alta resistencia

Acero ASTM 236: acero al carbono, generalmente utilizados en el ámbito estructural para construcciones de puentes y están bajo la norma ASTM A36/A36M. Su aplicación esta más inclinada hacia las chapas metálicas y productos que requieren aceros conformados. Tabla 4.

Tabla 4. Propiedades mecánicas del acero A236 [21]

Acero	Resistencia a la tracción [MPa]	Esfuerzo de fluencia [MPa]	Elongación [mm]
A236	400 - 550	250	20

2.4. Por su uso

De almacenamiento: estos sirven solamente para almacenar como ya lo dice su nombre, y solo soportan fluidos a presión, suelen ser conocidos como tanques acumuladores, tanques de almacenito o tanques de día [22].

De proceso: estos son de usos variables, tienen procesos como intercambiadores de calor, torres de destilación o hasta reactores, también son usados como recipientes a presión.

2.5. Generadores

Generadores de calor: también conocido como generador de aire caliente, es un dispositivo cuyo fin es aumentar la temperatura de un fluido o superficie de forma eficiente y rápida. Esta se puede usar tanto en interiores como en exteriores con sus debidas [20] precauciones y se pueden clasificar en tres tipos.

Resistencias eléctricas: diseñadas a base de un alambre compuesto por una aleación de níquel y cromo como se observa en la figura 26, esto logra que el material adopte una característica de oponerse a altas temperaturas de hasta mil grados Celsius, además de otórgale un recubrimiento inoxidable. Con esto sería el medio para poder calentar el fluido usando energía eléctrica, los costos variarían según el volumen de fluido que se necesita calentar y también de la temperatura a la que se desea llegar [21].

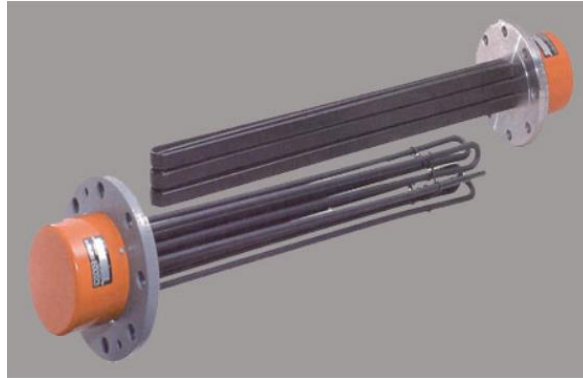


Figura 26. Resistencias eléctricas de inmersión, [23].

Tanques de GLP: mediante una reacción química producido por el GLP y una chispa se obtiene una fuente de calor económica además de accesible, sin importar el volumen de fluido que se quiera calentar o hasta qué estado se quiera llevar el fluido (liquido - valor) además de ser la fuente más eficiente. Figura 27.

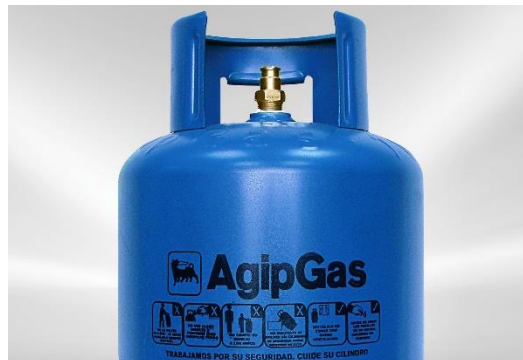


Figura 27. Tanque de GLP, [24].

Colector solar: actúan como receptores de la radiación solar o también conocida como energía solar, calentando una superficie, que calienta a la vez un fluido que viaja por ductos hasta los recipientes a presión que ayuda a calentar el fluido de este. El obstáculo al escoger esta opción sería los altos costos de construcción y de mantenimiento además de que la temperatura máxima a la que puede calentar es de 100° Celsius [25]. Figura 28.



Figura 28. Colector solar, [26].

2.6. Criterio de selección de alternativas

Como principales dictámenes para la selección de alternativas se tomará en cuenta la eficiencia, el costo de fabricación o implementación, la utilidad entre otros, teniendo esto en cuenta se calificó en un rango de 1 al 5, donde: 1) muy malo; 2) malo; 3) aceptable; 4) bueno; 5) muy bueno.

2.6.1. Tanque a presión

Por su forma

Tabla 5. Criterio de selección para cuerpo de tanque a presión

Variable	Eficiencia	Costo	Utilidad	Presión máxima	Total
Cilindro vertical	3	3	2	3	11
Cilindro Horizontal	4	5	5	5	19
Esférico	5	1	2	5	13

Todas las alternativas presentadas con anterioridad tienen un porcentaje de eficiencia superior al requerido, sin embargo, se tomó en cuenta también el tiempo con el que cada elemento realizaría el proceso, además de los costos que el diseño y la construcción que esto implicaría, por lo cual el contenedor cilíndrico es la mejor opción por su bajo valor y también por la facilidad de construcción como se muestra en la tabla 5 y en la figura 29.

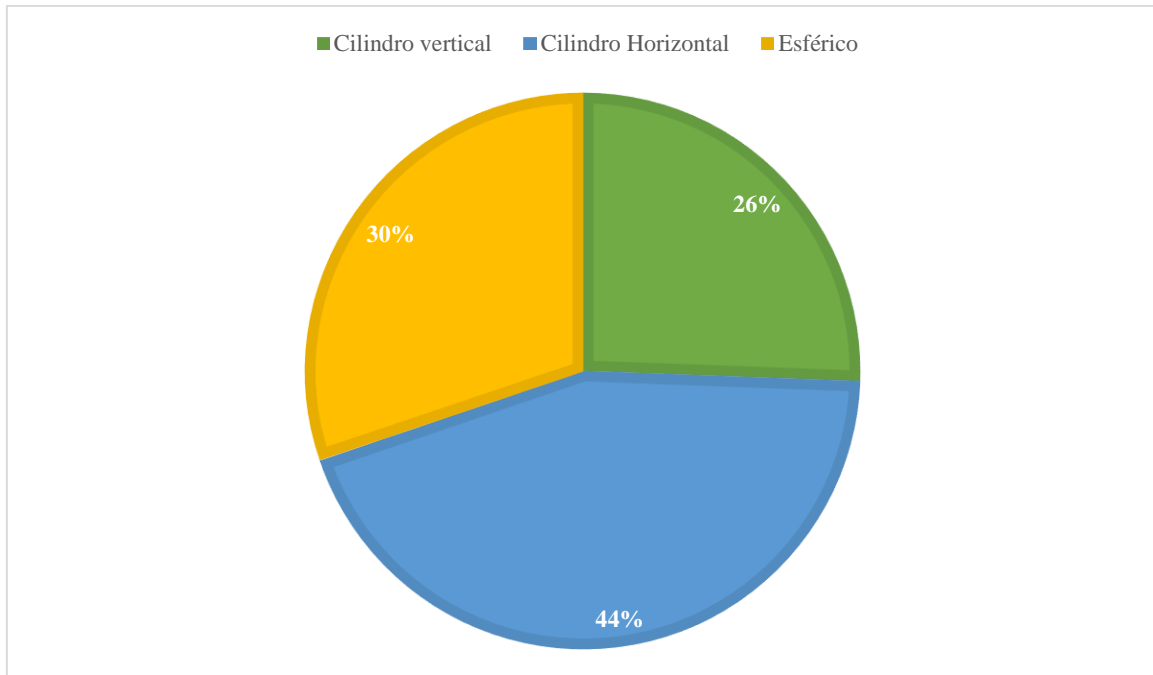


Figura 29. Selección de forma de tanque a presión

Por sus tapas

Tabla 6. Selección de tapa para el tanque a presión

Variable	Eficiencia	Costo	Utilidad	Presión máxima	Total
Semiesférica	3	3	2	3	13
Semielíptica	5	3	4	5	17
Toriesférica	5	5	5	4	19
Plana	3	5	2	1	11
Cónica	3	4	2	1	10
Toricónica	3	3	2	1	9

Con la tapa toriesférica se satisface los requerimientos para el diseño de la tapa como soportar altas presiones internas ejercidas por el fluido a altas temperaturas. Tabla 6 y figura 30.

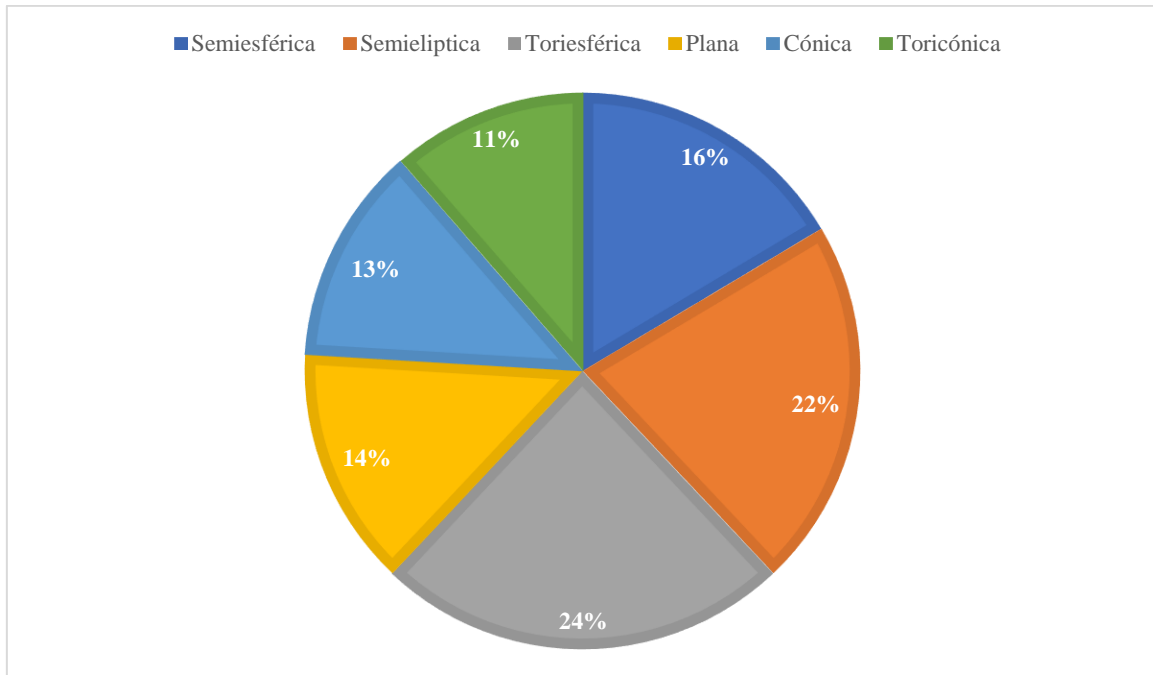


Figura 30. Selección de tapa para tanque a presión

Por su material

Tabla 7. Selección de material de tanque a presión

Variable	Eficiencia	Costo	Utilidad	Presión máxima	Total
Acero A36	2	4	2	3	11
AISI 304	5	4	5	5	19

Bajo los requerimientos a los cuales se sujeta el funcionamiento del contenedor se ha elegido el acero AISI 304, como se observa en la figura 31 y en los datos de la tabla 7, como material de construcción, ya que este va a trabajar bajo circunstancias de altas presiones y con un líquido por lo que se requiere un material inoxidable además que soporte las altas cargas internas que ejerza el fluido al momento de elevar su temperatura para poder cambiar el estado de este.

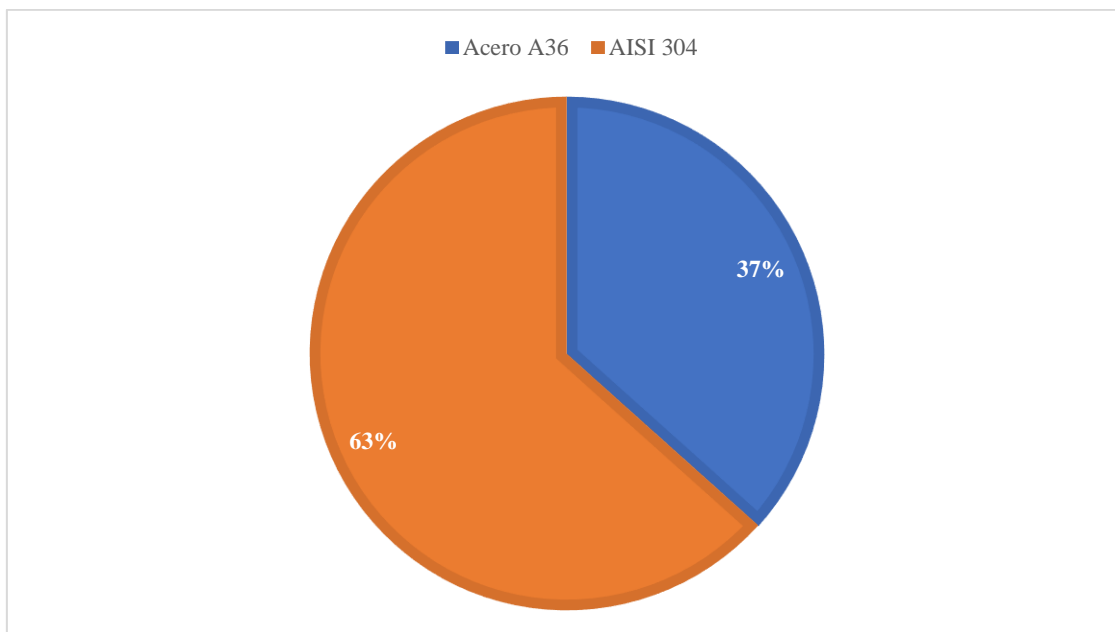


Figura 31. Selección de material de tanque a presión

2.6.2. Generador de calor

Tabla 8. Selección de generador de calor

Variable	Eficiencia	Costo de instalación	Utilidad	Costo de mantenimiento	Total
Resistencias eléctricas	4	3	4	3	14
GLP	5	5	4	5	19
Colector solar	3	1	2	2	8

Dentro de estas tres opciones que se presentó existe factores mínimos a cumplir que es su eficiencia, costo y accesibilidad del producto. Es mediante el colector solar no se alcanzaría las temperaturas esperadas para que el fluido cambie de estado de líquido a gaseoso, al igual que su alto costo de construcción no es una opción, sin embargo, el generado mediante resistencias eléctricas si pudiera dar las temperaturas deseadas, pero por su alto costo no sería una opción viable para este proyecto. La única alternativa que cumple con los requerimientos es el generador de calor a base de GLP por los datos en la tabla 8 y como se muestra en la figura 32.

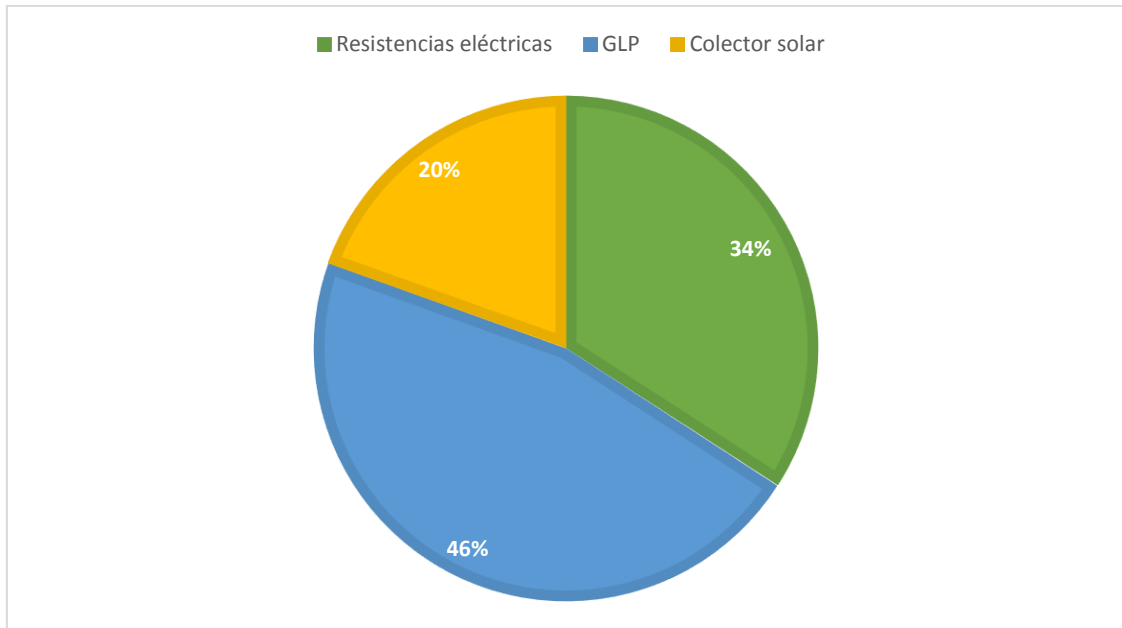


Figura 32. Selección de generador de calor

2.6.3. Contenedor de desinfección

Por su forma

Tabla 9. Selección de forma para contenedor de sustrato

Variable	Eficiencia	Costo	Utilidad	Carga máxima	Total
Cilindro vertical	5	4	5	5	19
Cilindro Horizontal	3	4	3	5	15
Esférico	1	1	2	5	9

Este contenedor al no estar necesariamente sometido a presiones internas se lo va a diseñar mediante un tanque abierto cilíndrico. Tabla 9 y figura 33.

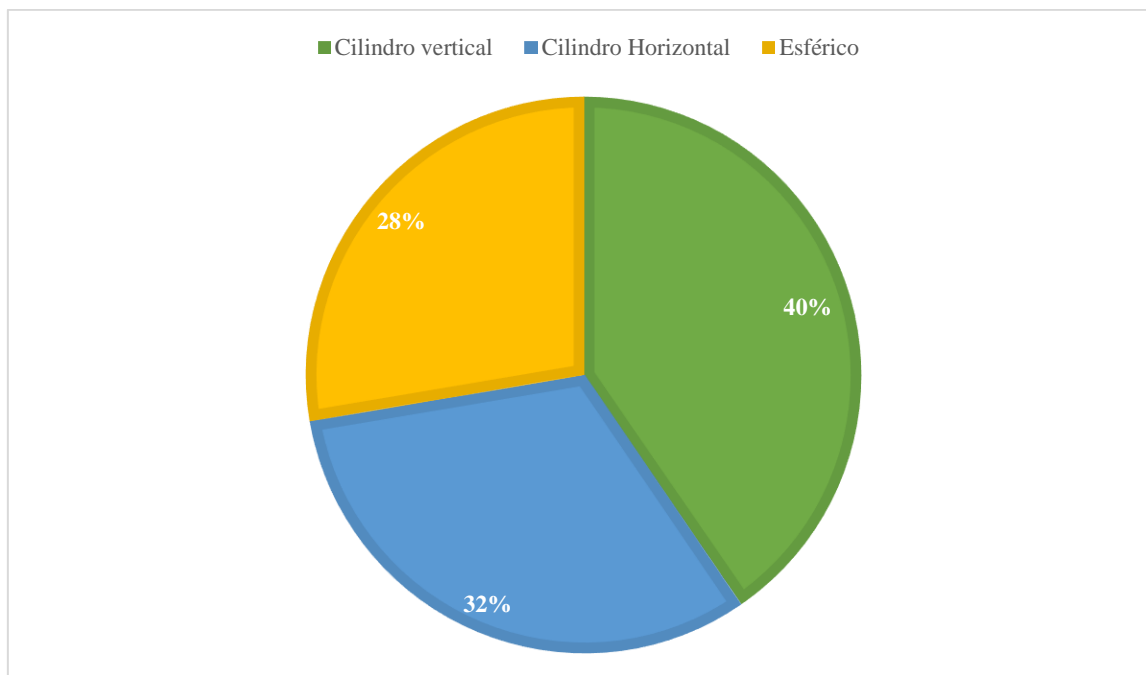


Figura 33. Selección de forma para contenedor de sustrato

Por su tapa

Tabla 10. Selección de tapa inferior para contenedor de sustrato

Variable	Eficiencia	Costo	Utilidad	Carga máxima	Total
Semiesférica	1	3	1	4	9
Semielíptica	1	3	1	4	9
Toriesférica	1	2	1	4	8
Plana	3	5	4	4	16
Cónica	5	5	5	4	19
Toricónica	5	4	5	4	18

Para la tapa se selecciona de tipo cónica como se muestra en la figura 34 y sus datos en la tabla 10, por su bajo costo y por su rápido diseño de construcción.

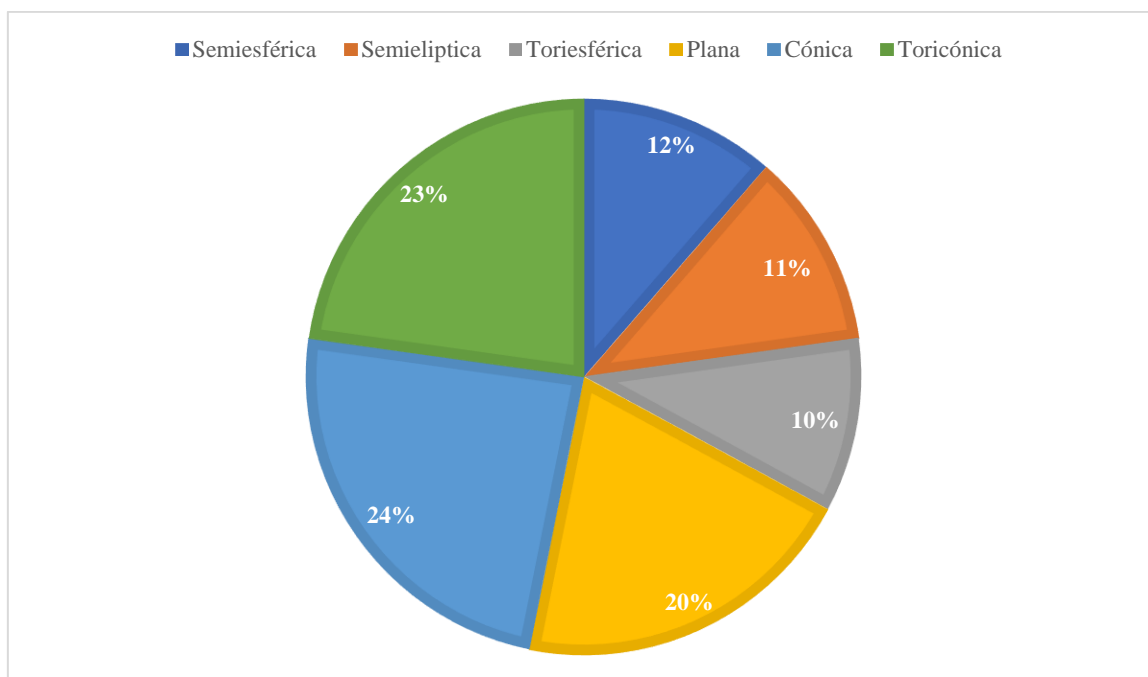


Figura 34. Selección de tapa inferior para contenedor de sustrato

Por su material

Tabla 11. Selección del material para el contenedor de sustrato

Variable	Eficiencia	Costo	Utilidad	Carga máxima	Total
Acero A36	5	5	5	5	20
AISI 304	5	2	1	5	13

Para este contenedor de sustrato se puede utilizar un acero estructural A36 para su elaboración ya que lo único que tiene que soportar son altas temperaturas del fluido de desinfección. Tabla 11 y figura 35.

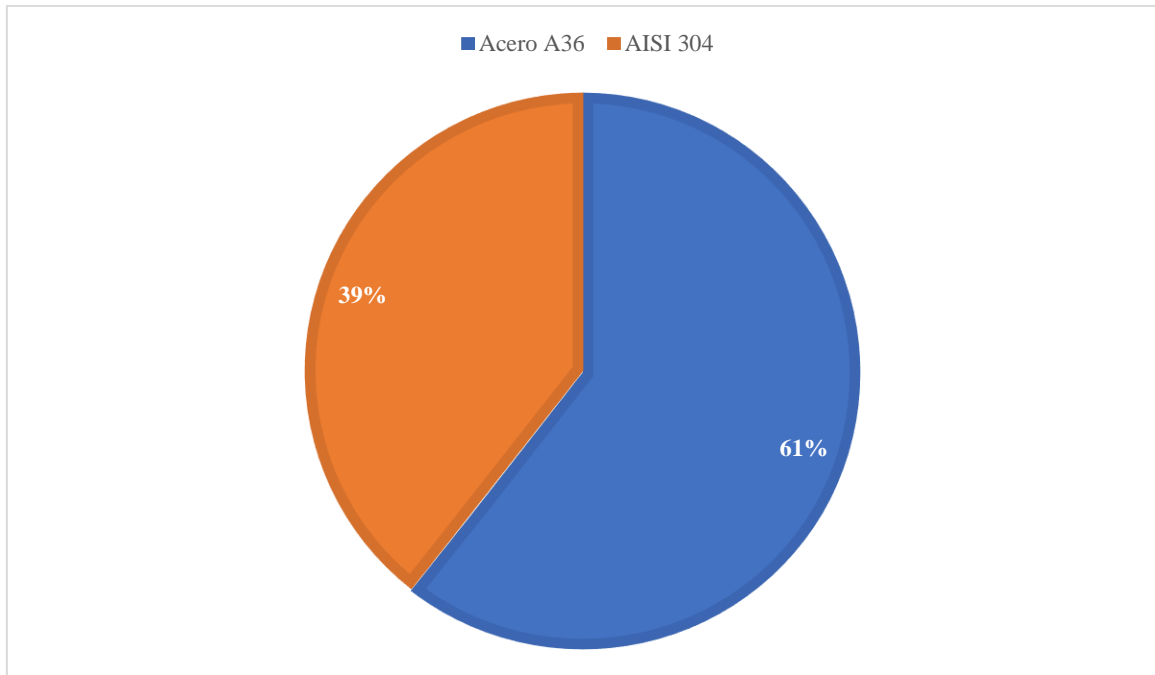


Figura 35. Selección del material para el contenedor de sustrato

2.6.4. Normas ASME

Es un código que se acepta por los ingenieros para la inspección y mantenimiento de calderas, que fue creado por un comité de normas y calibraciones en 1883, donde se dio a conocer la necesidad de normas para llevar a cabo los procesos antes mencionados [22].

Este código fue publicado al año siguiente en 1884, es la primera norma emitida por la ASME (The American Society of Mechanical Engineers). Donde este comité en los años posteriores se empezó a decidir que ciertos elementos como los caños roscados podrían ser normalizados, gracias a esto se logró caracterizar a los futuros comités de las normas ASME.

CAPÍTULO III

CÁLCULOS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO PARA GENERACIÓN DE VAPOR

3. Diseño y simulación

En el actual proyecto se plantea la desinfección de sustratos mediante vapor a presión, por lo cual se requiere de 50 litros de vapor para el proceso a realizarse en el Centro de Investigación de la Universidad Politécnica Salesiana. Subsiguiente el sustrato se utilizará como medio de estudio de cultivo, para lo cual se debe de tener en cuenta las siguientes consideraciones: el tanque a presión que contiene agua inicialmente estaría a 20°C, donde se procederá a calentar hasta que llegue a una temperatura de 120°C de vapor de agua para así llevar a cabo el procedimiento de esterilización de los sustratos, como datos adicionales se tiene que Cayambe se encuentra a 2830 m.s.n.m.

3.1. Parámetros

El bosquejo planteado que está conforme a parámetros técnicos de funcionamiento requiere de estudios que precedan a la construcción del equipo de desinfección, el previo análisis permitirá comprobar el método apropiado en base a los materiales, mano de obra, manufactura, etc.

Tabla 12. Parámetros de diseño

Variable	Magnitud
Capacidad	50 litros
Cuerpo	Cilíndrico
Tapa	Toriesférica
Fluido de trabajo	Agua
Temperatura de operación	115 – 120 °C

3.2. Cálculo de la altura y radio del tanque a presión

En el cálculo del dimensionamiento como se observa en la figura 36, se estimará la capacidad volumétrica y la longitud establecida como parámetro inicial como se observa en la tabla 12, así consiguiendo el diámetro interno del taque a presión, sin embargo, esto implicaría que el fluido de trabajo ocuparía la totalidad del volumen, por lo cual se sugiere por el código ASME

que a la capacidad se le suma un 40% como factor de seguridad y así evitar el desborde del fluido.

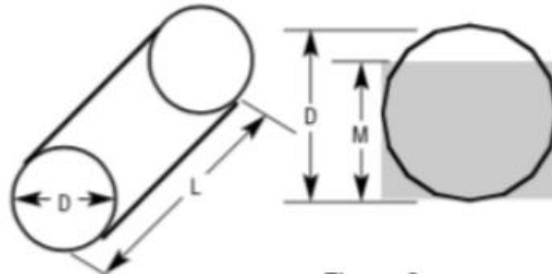


Figura 36. Dimensionamiento de tanques a presión, [27].

La capacidad requerida para el modelo es de 50 litros, el cual será considerado para el cálculo como el valor de volumen real, además de añadir un 40% al diseño por factores de seguridad y así tener el volumen total del tanque a diseñar con la ecuación 1.

$$V_{diseño} = V_{real} + V_{real} \cdot 0,4$$

(Ec. 1)

$$V_{diseño} = 70 \text{ litros}$$

Donde:

$V_{diseño}$: *volumen de diseño*

V_{real} : *volumen real*

Teniendo en consideración el lugar con sus dimensiones físicas, donde se va a ejecutar el proyecto el cual tiene una longitud de 0,6 m de largo, a partir de este parámetro se consigue el radio del tanque, se usará la ecuación de volumen para cilindros como se ve en la ecuación 2.

$$L = 0,6m$$

$$V_{diseño} = 0,07m^3$$

$$V_{diseño} = \pi \cdot r_{tanque}^2 \cdot h_{tanque} \quad (\text{Ec. 2})$$

$$r_{tanque} = \sqrt{\frac{V_{diseño}}{\pi \cdot h_{tanque}}}$$

$$r_{tanque} = 0,1945m$$

Donde:

$V_{diseño}$: volumen de diseño

r_{tanque} : radio del tanque

h_{tanque} : altura del tanque

Por lo tanto, al determinar mediante las ecuaciones el radio del tanque como a su vez el volumen de diseño y teniendo como parámetros iniciales la temperatura y la forma del cuerpo del tanque, se puede calcular el resto de las dimensiones geométricas, como el espesor del tanque y de las tapas toriesféricas como a su vez los radios de estas.

3.3. Temperatura de diseño

La temperatura de trabajo para desinfectar los sustratos se encuentra entre los 115 a 120 °C, para calcular la temperatura de diseño se tomará en cuenta un factor de seguridad de 20 °C por sugerencia del código ASME. Ecuación 3.

$$T_{diseño} = T_{operación} + 20^{\circ}C$$

$$T_{diseño} = 120^{\circ}C + 20^{\circ}C \quad (\text{Ec. 3})$$

$$T_{diseño} = 140^{\circ}C$$

Donde :

$T_{\text{diseño}}$: temperatura de diseño

$T_{\text{operación}}$: temperatura de operación

3.4. Presión de diseño teórica

Se tomara como presión base el dato de las tablas A-4 de Cengel para vapor de agua en el cual da como dato una presión de 361,53 kPa a una temperatura de 140°C [28], posterior a esto se calculará la presión de diseño máxima a la que el tanque a presión será sometido en el proceso de trabajo en la ecuación 4.

3.5. Para la presión de tanque:

$$P_t = \Delta P + P_c + P_{atm}$$

$$P_t = 361,53 + 101,325 + 101,325 \quad (\text{Ec. 4})$$

$$P_t = 564,18 [kPa] \approx 81,83 [psi]$$

Donde :

P_t : presión total

P_c : presión constante

P_{atm} : presión atmosférica

ΔP : variación de la presión

Para la presión de diseño se toma en cuenta un factor de seguridad de 2 según recomendaciones del ASME como se muestra en la ecuación 5.

$$P_d = P_t \cdot 2$$

$$P_d = 81,83 \cdot 2 \quad (\text{Ec. 5})$$

$$P_d = 163,66 [\text{psi}] \approx 1128,36 [\text{kPa}]$$

Donde:

P_d : presión de diseño

3.6. Espesor del tanque

Para determinar el espesor de cuerpo cilíndrico se calculara bajo la norma ASME sección VIII para contenedores sometidos a presión, donde se toman las siguientes consideraciones para tanques de espesor fino que se muestran en la tabla 13 [29].

Tabla 13. Parámetros de diseño para espesor de tanque

Variable	Magnitud
Presión de diseño	1128,36 [kPa]
Diámetro interior	389 [mm]
Esfuerzo permisible	206000 [kPa]
Eficiencia de la junta longitudinal	0,85
Margen por corrosión	1 [mm]

Antes de realizar el cálculo del espesor se necesita calcular una desigualdad para poder obtener el dato si es un tanque de espesor fino o de espesor grueso, esto se llevará a cabo con la ecuación 6.

$$\left(t < \frac{R}{2} \right) \text{ o } P < 0,385SE \quad (\text{Ec. 6})$$

$$1128,36 [\text{kPa}] < 67413,5 [\text{kPa}]$$

Donde:

t: espesor mínimo

R: radio mayor

P: presión de diseño

S: esfuerzo permisible del material

E: eficiencia de la junta longitudinal

Con el cálculo ya establecido se procede a calcular el espesor mínimo en la ecuación 7.

$$t_r = \frac{P_d \cdot D_a}{2(S_y \cdot E - 0,6 \cdot P)} + CA$$

(Ec. 7)

$$t_r = 2,26[mm] \cdot 3[mm]$$

Donde:

t_r: Espesor requerido

P_d: Presión de diseño

D_a: Diámetro interior

S_y: esfuerzo permisible

E: eficiencia de la junta longitudinal

CA: Margen por corrosión

Con todos los cálculos realizados se ha obtenido las dimensiones necesarias para poder diseñar el cuerpo cilíndrico del tanque a presión que se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Dimensiones de tanque a presión

Variable	Magnitud	Material
Diámetro exterior	395 [mm]	
Espesor	3 [mm]	
Presión interna	1128,36 [kPa]	AISI 304
Diámetro interno	389 [mm]	
Temperatura de trabajo	140 °C	

3.7. Dimensionamiento de la tapa toriesférica

Para el dimensionamiento de la tapa toriesférica serán definidas según la norma DIN 28011, el material a usar sería acero inoxidable AISI 304.

3.7.1. Espesor de la tapa toriesférica

El cálculo del espesor este sujeto a un parámetro según el manual de recipientes a presión de Eugene Megyesy [30]. Como se indica en la ecuación 7.

Cuando $\frac{L}{r}$ menor de $16\frac{2}{3}$

$$\frac{L}{r} = \frac{600}{194,5} \quad (\text{Ec. 7})$$

$$\frac{L}{r} = 3,084$$

Cuando la relación entre longitud y radio da menor a $16\frac{2}{3}$ como se muestra en la ecuación 7, se necesita encontrar un valor de factor M el cual está dado en la tabla del anexo 1 donde el valor obtenido es 1,187.

$$t = \frac{P \cdot L \cdot M}{2 \cdot S \cdot E + P(M - 0,2)} \quad (\text{Ec. 8})$$

$$t = 3,28[mm] \approx 4[mm]$$

Donde:

t = espesor mínimo

P = presión de diseño

L = longitud

M = Factor de la relación L/r

S = esfuerzo permisible del material

E = eficiencia de la junta longitudinal

L : longitud del tanque

r : radio interior del tanque

Tomando en cuenta que el espesor mínimo requerido es de 3,28 mm se le redondea al inmediato superior de 4 mm como se muestra en la ecuación 8, el cual es un espesor comercial además de las consideraciones que se necesita por las presiones altas a las cuales está sujeto el prototipo.

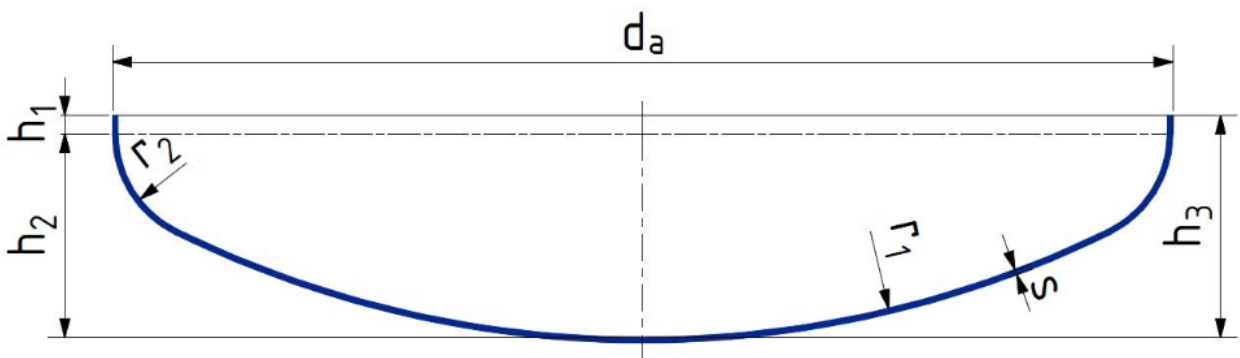


Figura 37. Dimensiones de tapa toriesférica, [31].

De la figura 37 se tiene las siguientes ecuaciones de la ecuación 9 a la ecuación 13:

$$r1 = D_a \quad (\text{Ec. 9})$$

$$r2 = 0,1 \cdot D_a \quad (\text{Ec. 10})$$

$$h1 = 3,5 \cdot s \quad (\text{Ec. 11})$$

$$h2 = 0,1935 \cdot D_a - 0,455 \cdot s \quad (\text{Ec. 12})$$

$$h3 = h1 + h2 \quad (\text{Ec. 13})$$

Tabla 15. Resultados del dimensionamiento de la tapa toriesférica

Variable	Magnitud	Material
radio de bombeo (r_1)	397 [mm]	
radio de reborde (r_2)	39,7 [mm]	
altura de borde cilíndrico (h_1)	14 [mm]	AISI 304
altura de bombeado (h_2)	75 [mm]	
altura total del fondo interior (h_3)	89 [mm]	

3.8. Esfuerzos del cuerpo cilíndrico

Para demostrar que los cálculos realizados son adecuados para el diseño del prototipo es necesario calcular los esfuerzos máximos en el cuerpo del tanque y así reafirmar cada una de las dimensiones calculadas bajo los parámetros ya antes planteados.

3.9. Esfuerzo de la junta longitudinal

Cuando existen fuerzas externas como el viento o fuerzas sísmicas que no son factores importantes dentro del cálculo de un recipiente a presión, esta debe diseñarse para resistir deformación del material de las fuerzas circundantes de donde se obtiene la ecuación 14 [30].

$$S_1 = \frac{P \cdot D}{4 \cdot t}$$

$$S_1 = 27715,3 [kPa]$$

(Ec. 14)

$$S_2 = \frac{P \cdot D}{2 \cdot t}$$

$$S_2 = 55430,7 [kPa]$$

Donde :

$D =$ diámetro medio

$P =$ presión de trabajo

$S_1 =$ esfuerzo longitudinal

$S_2 =$ esfuerzo circundante

$t =$ espesor sin margen por corrosión

Con esto se afirma que los cálculos antes realizados son correctos para el diseño del tanque a presión.

3.10. Boquilla para tanque a presión

En el diseño de la boquilla se tomará de referencia la tabla del anexo 2 sacada del manual de Diseño y Calculo de recipientes a presión [32], donde el diseño puede soportar presiones internas hasta de 300 psi, las cuales son adecuadas para el diseño propuesto cuya presión de diseño es de 163,65 psi, de la cual se obtiene las siguientes dimensiones mostradas en la tabla 16.

Tabla 16. Dimensiones de boquilla de tanque a presión

Variable	Magnitud	Material
Diámetro nominal	2"	
Diámetro interno	49,3 [mm]	
Cuello de la boquilla	70 [mm]	
Diámetro de la brida	165,10 [mm]	
Altura del cuello de la brida	33,3 [mm]	AISI 304
Espesor de la tubería	4 [mm]	
Espesor de la brida	22,22 [mm]	
Numero de pernos	8	
Diámetro de los pernos	5/8"	

En la figura 38 se muestra algunas de las cotas según su variable.

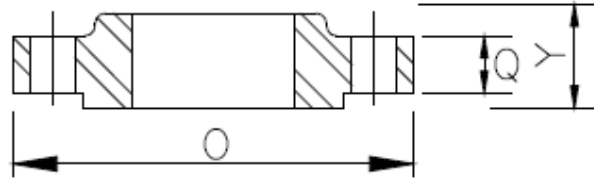


Figura 38. Dimensiones de la brida, [32].

Donde:

O: cuello de la boquilla

Q: espesor de la brida

Y: altura del cuello de la brida

3.11. Contenedor de sustrato

En el diseño a proponer para el contenedor se tomará en cuenta las siguientes consideraciones de altura y diámetro, las cuales son obtenidas por el espacio delimitado para el equipo y los requerimientos mínimos, por lo cual se tiene los siguientes parámetros: diámetro de 600 mm y 0,20 m³ de volumen necesario para la desinfección del sustrato.

3.11.1. Dimensionamiento del contenedor del sustrato

El cálculo que se realiza a continuación se toma arbitrariamente un volumen adicional del 25% del volumen necesario por concepto de factores de seguridad sugerido por la ASME como se muestra en la ecuación 15.

$$V_{diseño} = V_{real} + 0,25 \cdot V_{real} \quad (\text{Ec. 15})$$

$$V_{diseño} = 0,25 m^3$$

Para la altura necesaria del contenedor se tomará en cuenta el volumen de diseño y así poder cumplir el parámetro del diámetro del contenedor por el espacio físico ya establecido para este equipo, se usará la ecuación 2 de volumen para cilindros.

$$V_{diseño} = \pi \cdot r_{tanque}^2 \cdot h_{tanque}$$

$$h_{contenedor} = \frac{V_{diseño}}{\pi \cdot r_{contenedor}^2} \quad (\text{Ec. 2})$$

$$h_{contenedor} = 0,9 m$$

Al hallar los esfuerzos que va a soportar el contenedor también se obtendrá el peso máximo que este diseño puede soportar, sin embargo, para obtener este dato es necesario tomar condiciones las cuales ya fueron seleccionadas anteriormente como el material acero A36 para el cuerpo, además según lo requerido por la estación de investigación se necesita que el contenedor pueda cargar hasta 100 kg los datos para el cálculo se dan en la tabla 17.

Tabla 17. Parámetros de dimensionamiento para contenedor de sustrato.

Variable	Magnitud
Esfuerzo del material	250 [MPa]
Eficiencia de la junta	0,85
Diámetro exterior	600 [mm]
Angulo del vértice	30°
masa	100 [kg]
Material	Acero A36

Para calcular el espesor se requiere del peso dado por la ecuación 16, la presión de diseño dada por la ecuación 17 y el espesor dada por la ecuación 18 el cual nos muestra en la figura 39 el dimensionamiento de la tapa.

$$W_{sustrato} = m \cdot g \quad (\text{Ec. 16})$$

$$W_{sustrato} = 981 [N]$$

$$P_{diseño} = \frac{W_{sustrato}}{A} \quad (\text{Ec. 17})$$

$$P_{diseño} = 3,5 [kPa]$$

$$t = \frac{P \cdot D}{2 \cos \alpha (S \cdot E + 0,4 \cdot P)}$$

$$t_r = t + 1 \quad (\text{Ec. 18})$$

$$t_r = 1 [\text{mm}]$$

Donde:

m: masa del sustrato

g: gravedad

W_{sustrato}: peso del sustrato

A: área del cilindro

t = espesor

P = presión de diseño

S = esfuerzo permisible del material

E = eficiencia de la junta longitudinal

D = diámetro externo

α = Ángulo del vértice

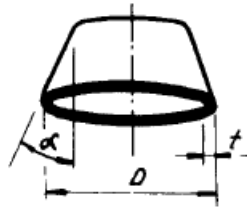


Figura 39. Cotas de la tapa cónica, [30].

Según el manual de Dipac [33] la lámina de acero A36 de menor espesor es de 2 mm por lo cual para el diseño del prototipo se utilizará de este espesor para cualquier calculo siguiente.

3.12. Columnas para el contenedor

En el presente cálculo se utilizará el manual del AISC para obtener la columna adecuada utilizando la ecuación de esbeltez.

Tabla 18. Parámetros para columnas del contenedor de sustratos

Variable	Magnitud
Altura	1100 [mm]
Factor K	0,65 ó 1
Carga Vivas	981 [N]
Cargas muertas	408 [N]

En el cálculo de la carga que va a soportar la columna es necesario sumar las cargas vivas y las cargas muertas como se muestra en la ecuación 19 para así tener un valor real, para obtener la esbeltez se va a optar por tener un valor del factor K de 1 articulada – articulada como en la ecuación 20.

$$C_t = C_v + C_m \quad (\text{Ec. 19})$$

$$C_t = 1389 [N]$$

$$KL = 1,1 [m] \quad (\text{Ec. 20})$$

Donde :

C_t : carga total

C_v : carga viva

C_m : carga muestra

L : longitud de la columna

K : factor de esbeltez

En la selección de un perfil tipo U se hizo uso del catálogo de Dipac como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Propiedades de perfil laminado en acero tipo U [33]

Designación	Área	Altura d	Momento de inercia Ix	Radio de giro
C100 x 40 x 6	3,87 [cm ²]	100 [mm]	61,5 [cm ⁴]	1.58 [cm]

Para el material de la columna se seleccionó el Acero A36 donde se tiene que el módulo de elasticidad es de 520 MPa y la resistencia a la fluencia es de 235 MPa [34].

Relación de esbeltez. Ecuación 21.

$$\frac{K \cdot L}{r_{\min}} = 69,62 \quad (\text{Ec. 21})$$

Donde :

r_{\min} : radio de giro mínimo

Según Ravenet Regales la constante de cálculo para una columna esta expresada por la ecuación 22 [35]:

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot E}{\sigma_y}}$$

(Ec. 22)

$$C_c = 6,11$$

Donde:

C_c : constante de columna para columnas

E : Módulo de elasticidad del material

σ_y : Esfuerzo de flexión

Al dar la relación dada por la ecuación 23.

$$\frac{K \cdot L}{R_y} > C_c \quad (\text{Ec. 23})$$

Donde:

R_y : Radio de giro en Y

Se llega a entender que no es corta la columna, por lo cual se aplicara la fórmula de Euler en la ecuación 24 que da como resultado la carga crítica o máxima permisible por pandeo.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{K \cdot L^2}$$

(Ec. 24)

$$P_{cr} = 2,6 [kN]$$

Donde:

I : inercia

P_{cr} : carga crítica

Para obtener el factor de seguridad en la ecuación 25:

$$F_r = \frac{P_{cr}}{C_t}$$

(Ec. 25)

$$F_r = 2$$

Donde :

F_r : *factor crítico*

Carga por compresión en la ecuación 26.

$$P_{per} = Area \cdot \sigma_y$$

(Ec. 26)

$$P_{per} = 90,9 [kN]$$

Donde :

P_{per} : *carga permisible*

Para valorar el dimensionamiento de las columnas del tanque a presión se tomará en cuenta las consideraciones mostradas en la tabla 20 para el tanque a presión.

Tabla 20. Parámetros para columnas de tanque a presión

Variable	Magnitud
Altura	330 [mm]
Factor K	0,65 o 1
Carga Vivas	687 [N]
Cargas muertas	295 [N]

La carga total que soportara las columnas, donde el factor K es 1 articulada – articulada para calcular la esbeltez en el cálculo se usarán las ecuaciones 19 para carga total y ecuación 20 para la esbeltez.

$$C_t = C_v + C_m$$

(Ec. 19)

$$C_t = 982 [N]$$

$$KL = 0,33[m] \quad (\text{Ec. 20})$$

Se selecciona un tubo de 2" de acero A36 y sus propiedades se muestran en la tabla 21.

Tabla 21. Propiedades del tubo de 2" A36 [36]

Designación	Área	Altura d	Momento de inercia	Radio de giro
Tubo 2"	3,07 [cm ²]	330 [mm]	9,14 [cm ⁴]	1,69 [cm]

Relación de esbeltez. Ecuación 21.

$$\frac{KL}{r_{\min}} = 195,3 \quad (\text{Ec. 21})$$

En la relación de la constante de cálculo para columnas. Ecuación 23.

$$\frac{KL}{R_y} > C_c \quad (\text{Ec. 23})$$

Con la relación dando como resultado la esbeltez mayor que la constante de cálculo se procede a obtener el peso crítico mediante la ecuación de Euler con la ecuación 24.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{KL^2} \quad (\text{Ec. 24})$$

$$P_{cr} = 2,1[kN]$$

Factor de seguridad. Ecuación 25.

$$F_r = \frac{P_{cr}}{C_t} \quad (\text{Ec. 25})$$

$$F_r = 2,1$$

Carga por compresión con la ecuación 26.

$$P_{per} = Area \cdot \sigma_y$$

(Ec. 26)

$$P_{per} = 72,15 [kN]$$

3.13. Forma de la compuerta de descargo para el contenedor

En el cálculo para la compuerta en la parte inferior del contenedor que servirá como descargo para el sustrato después de haber culminado el proceso de desinfección se optará por una compuerta de material acero A36 de 2 mm de espesor, de la figura 40.

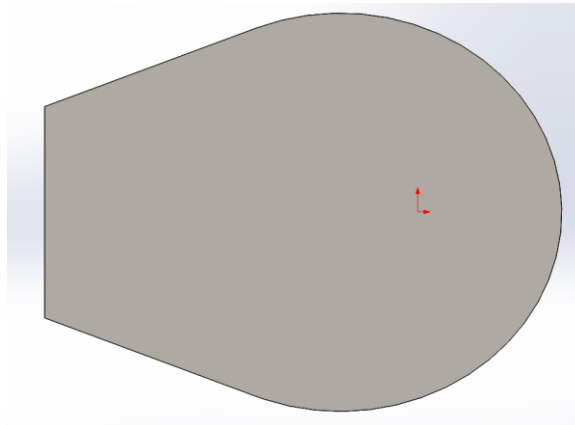


Figura 40. Forma de compuerta

Se diseñó de esta forma para mayor facilidad de descargo del sustrato, además de la inclinación de agujero inferior del contenedor.

3.14. Uniones fijas

En las uniones fijas se tendrá como referencia al libro de diseño de estructuras de acero de McCormac [16], donde dependiendo del espesor del material a soldar se obtiene el tamaño de filete mínimo para la soldadura además de sus constantes como se observa en el anexo 4.

Para la soldadura de la base del tanque a presión teniendo como dato inicial los cuales se muestran en la tabla 22, además de este dato también se tiene la fuerza que tendrá que soportar que es el peso antes calculado de 982 N y para el cálculo se tomará un electrodo E70 con una resistencia de 482 MPa.

Tabla 22. Parámetros para soldadura de base del tanque a presión

Variable	Magnitud
Espesor del material	4 [mm]
Tamaño del filete	3 [mm]
Resistencia del electrodo E70XX	482 [MPa]
Carga	982 [N]
Constante ϕ	0,75
Constante Ω	2
Área del tubo de 2''	0,000307 [m ²]

La resistencia nominal de la soldadura es tal como se observa en la ecuación 27.

$$R_n = F_{nw} \cdot A_{we} \quad (\text{Ec. 27})$$

$$R_n = 38 [kN]$$

Donde:

R_n : resistencia nominal de la soldadura

F_{nw} : esfuerzo nominal del metal de la soldadura

A_{we} : Área efectiva de la soldadura

Obteniendo la relación entre la longitud y el tamaño de la soldadura

$$\frac{L}{w} \quad (\text{Ec. 28})$$

$$20,67 < 100$$

La restricción de la resistencia de la soldadura no es necesaria ya que el facto es $b=1$

Por el método de LRFD

$$\Phi R_n = 28,5 [kN]$$

Método ASD

$$\frac{R_n}{\Omega}$$

(Ec. 29)

$$19[kN]$$

Para el cálculo de la unión foja de la base del contenedor se usará el mismo procedimiento antes utilizado, pero a diferencia de que se utilizará un perfil tipo U como columnas para la base, los parámetros iniciales se muestran en la tabla 23.

Tabla 23. Parámetros para soldadura de base del contenedor de sustrato

Variable	Magnitud
Espesor del material	2 [mm]
Tamaño del filete	10 [mm]
Resistencia del electrodo E70XX	482 [MPa]
Carga	1389 [N]
Constante ϕ	0,75
Constante Ω	2
Área del tubo tipo U	0,000387 [m ²]

La resistencia nominal de la soldadura es:

$$R_n = F_{nw} \cdot A_{we}$$

(Ec. 27)

$$R_n = 433,8[kN]$$

Obteniendo la relación entre la longitud y el tamaño de la soldadura

$$\frac{L}{w}$$

(Ec. 28)

$$50 < 100$$

La restricción de la resistencia de la soldadura no es necesaria ya que el facto es b=1

Por el método de LRFD

$$\Phi R_n = 325,4[kN]$$

Método ASD

$$\frac{R_n}{\Omega}$$

(Ec. 29)

$$216,9[kN]$$

Para una mejor visualización del prototipo diseñado se mostrará los planos y el dimensionamiento de tanque a presión con sus tapas y las bases del anexo 10 al anexo 15, mientras que el dimensionamiento del contenedor de sustrato se mostrará del anexo 16 al anexo 21.

3.15. Simulación

Como método de comprobación de elementos finitos se realizó mediante el software SolidWorks, realizando únicamente un estudio estático de los elementos antes diseñados, así se podrá observar a detalle el comportamiento de cada parte del equipo de desinfección.

Antes de poder simular, se debe entender un parámetro para poder llevar a cabo este método de la mejor forma, además de que gracias a esto se obtendrá los resultados reales.

Mallado: dentro de este existen términos de malla incompatible y compatible dentro de los ensamblajes de elementos vaciados o sólidos, estos tienen la característica de llevar una malla mixta como se muestra en la figura 41, por lo cual no se pueden aplicar a elementos únicos o a su vez conjunto de superficies.

Existe una equivalencia de nodo a nodo en la malla de cada punto en contacto, la concurrencia de cada uno de estos nodos define las tensiones para así llevar a cabo la evaluación de los estados tensionales de cada diseño [37].

Como dato adicional para realizar el estudio estático de los componentes del prototipo se seleccionó una malla fina de dimensiones de valor máximo de 5 mm y una tolerancia de 1 mm y así obtener resultados más fieles al comportamiento que tendría.

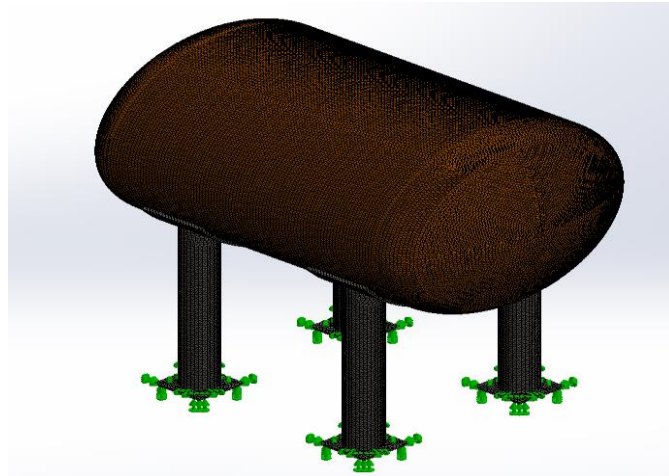


Figura 41. Mallado de grano fino

3.16. Calidad de mallado

Dentro de las simulaciones como se muestra en la figura 42 del tanque a presión las bases y el contenedor al ser geometrías diferentes van a compartir diferente número de nodos los cuales permiten realizar las iteraciones para así obtener los resultados y así mostrar los puntos críticos al estar sometida a ciertas condiciones iniciales.

Calidad de mallado del tanque a presión.

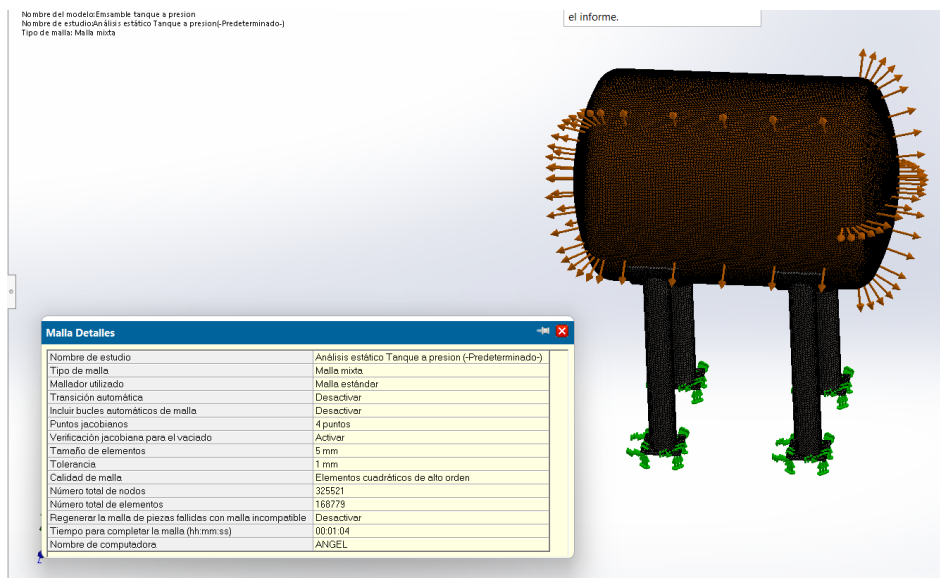


Figura 42. Calidad de mallado del tanque a presión

Para la base del tanque a presión simulado con la carga total la calidad de malla se muestra en la figura 43.

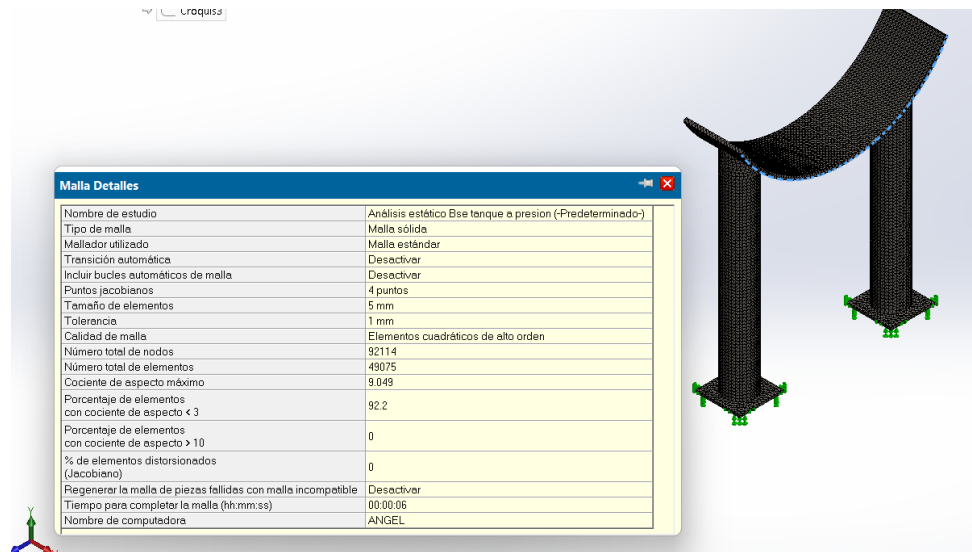


Figura 43. Calidad de mallado de la base del tanque a presión

Para la calidad de mallado del contenedor del sustrato se realizará la simulación para la carga viva del sustrato a descontaminar y el resultado de la calidad de mallado se observa en la figura 44.

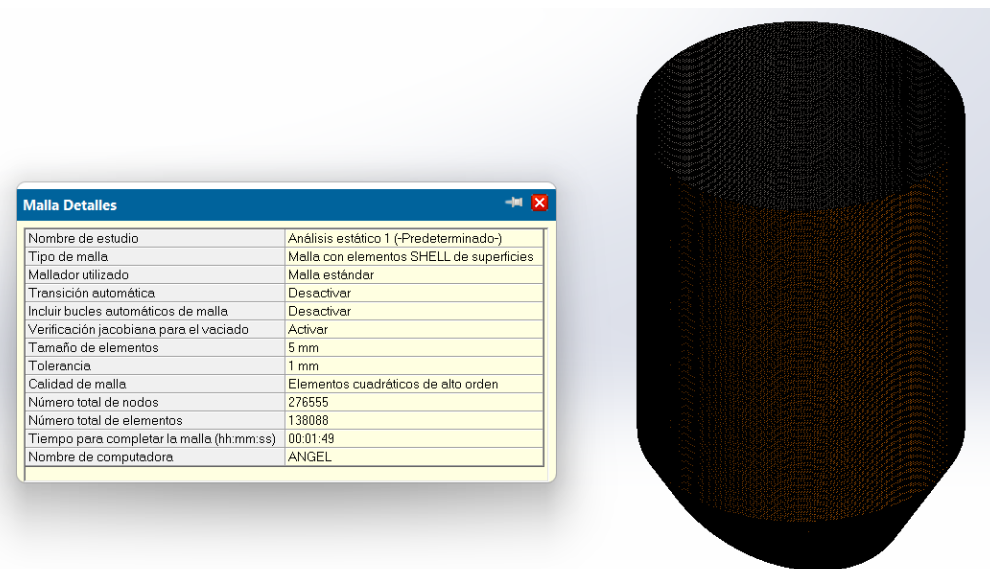


Figura 44. Calidad de mallado del contenedor de sustrato

Para el mallado de la compuerta se tomó como dato la carga viva del sustrato como fuerza única que va a soportar dicho elemento en la simulación la calidad de mallado se puede observar en la figura 45.

Malla Detalles	
Nombre de estudio	Análisis estático compuerta contenedor (Predeterminado)
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado	Malla estándar
Transición automática	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla	Desactivar
Puntos jacobianos	4 puntos
Tamaño de elementos	5 mm
Tolerancia	1 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	130955
Número total de elementos	67624
Cociente de aspecto máximo	6.862
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto < 3	97
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto > 10	0
% de elementos distorsionados (Jacobiano)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss)	00:00:51
Nombre de computadora	ANGEL

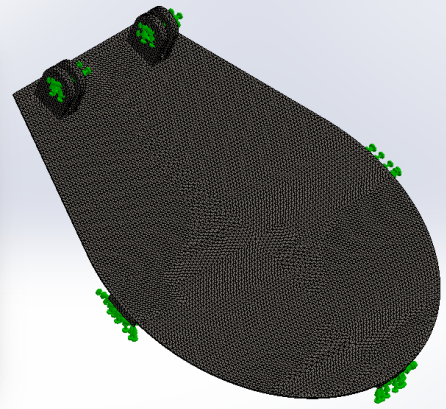


Figura 45. Calidad de mallado de la compuerta del contenedor de sustrato

Simulación del tanque a presión

Teniendo los parámetros iniciales de diseño para el tanque a como la presión de diseño de 163,65 psi, se obtuvo los siguientes resultados, como los esfuerzos máximos de 188,5 MPa que soporta el tanque al momento de ser sometido a dicha presión como se observa en la figura 46.

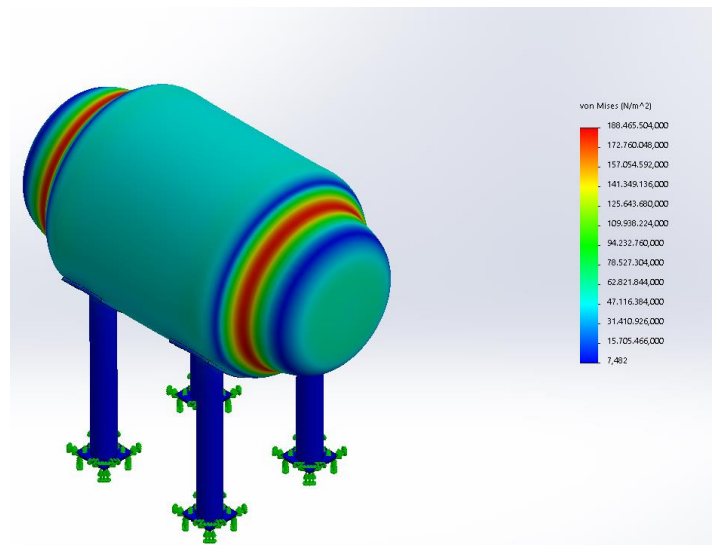


Figura 46. Esfuerzos de tanque a presión

En la figura 47 se muestra la deformación del prototipo, los cuales no superan los 0,329 mm en sus puntos críticos.

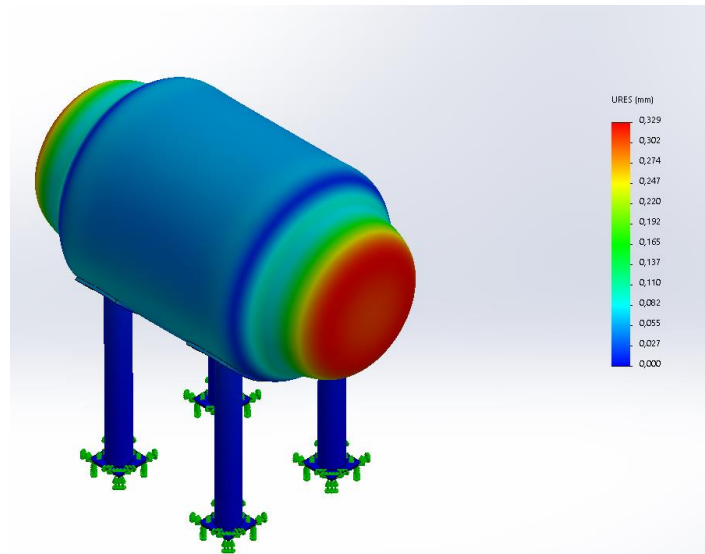


Figura 47. Deformación de tanque a presión

Dando a conocer así la figura 48 de factor de seguridad, teniendo como valores máximos de 3 y mínimos de 1.1 en los puntos críticos en los rebordes.

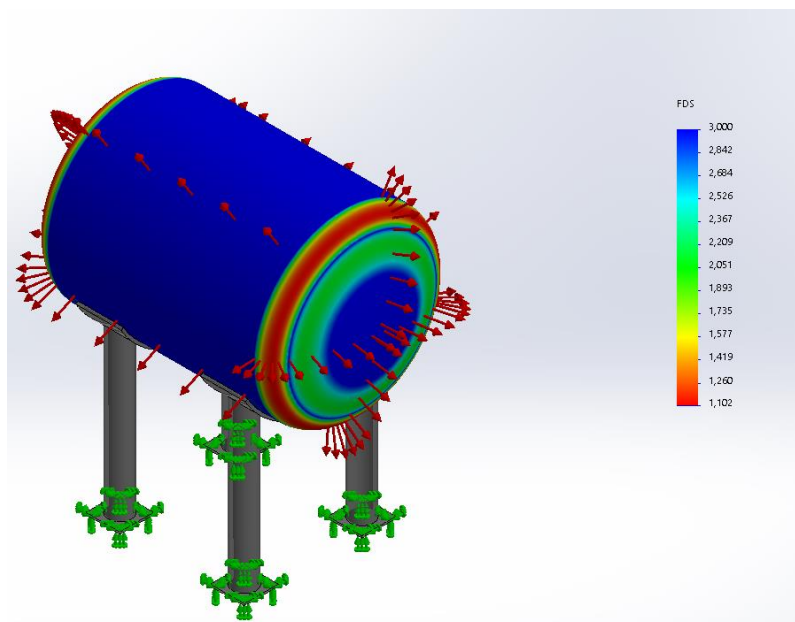


Figura 48. Factor de seguridad de tanque a presión

Para la simulación sostenida a la gravedad de $9,81 \text{ m/s}^2$ que soporta el tanque a presión los esfuerzos máximos son $0,91 \text{ MPa}$ y esfuerzos mínimos de 21 Pa , los cuales no sobrepasan los esfuerzos de los materiales de los prototipos como se muestra en la figura 49.

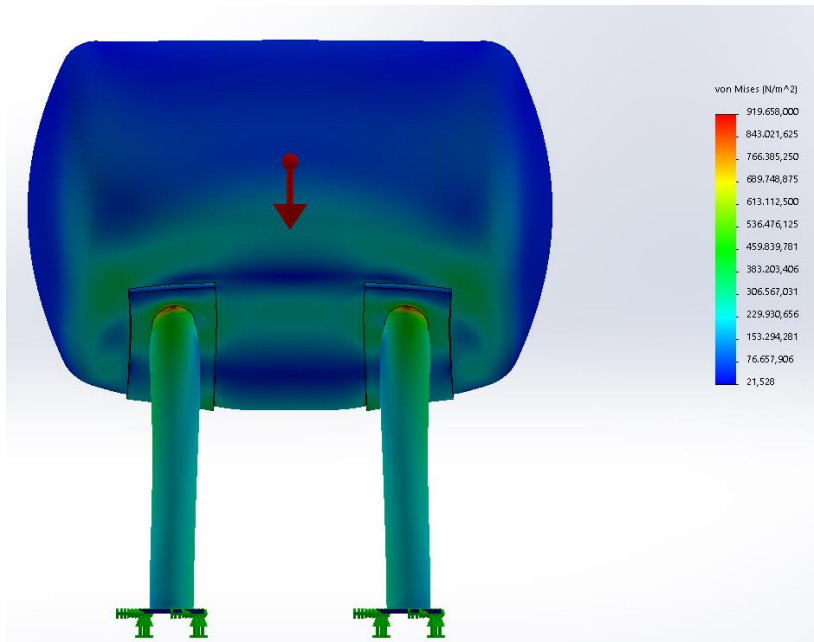


Figura 49. Esfuerzos sometidos a la gravedad del tanque a presión

Para la deformación a causa de la gravedad son mínimas es imperceptibles como se muestra en la figura 50, las cuales no afectan a la operación del equipo la cuales están en un rango de 0 y 0,002 mm como se observa a continuación.

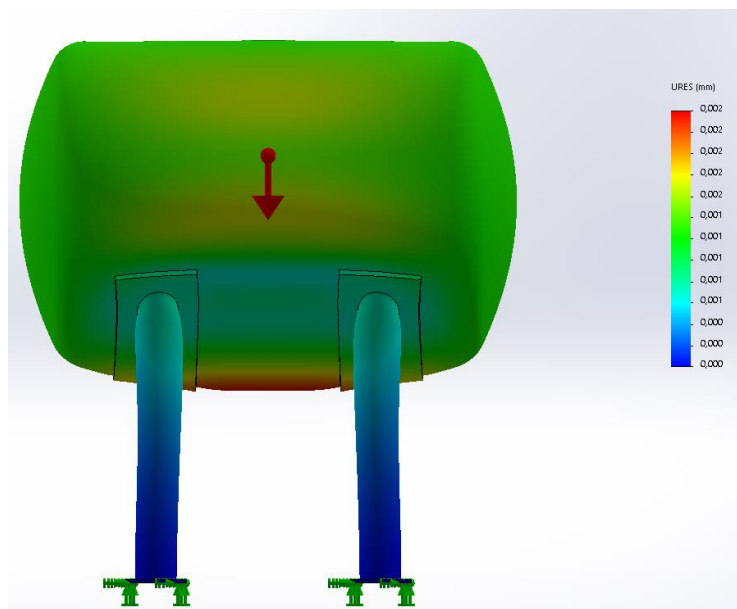


Figura 50. Deformación a causa de la gravedad del tanque a presión

En los factores de seguridad dan como resultados en la simulación mayores a 3 como se muestra en la figura 51.

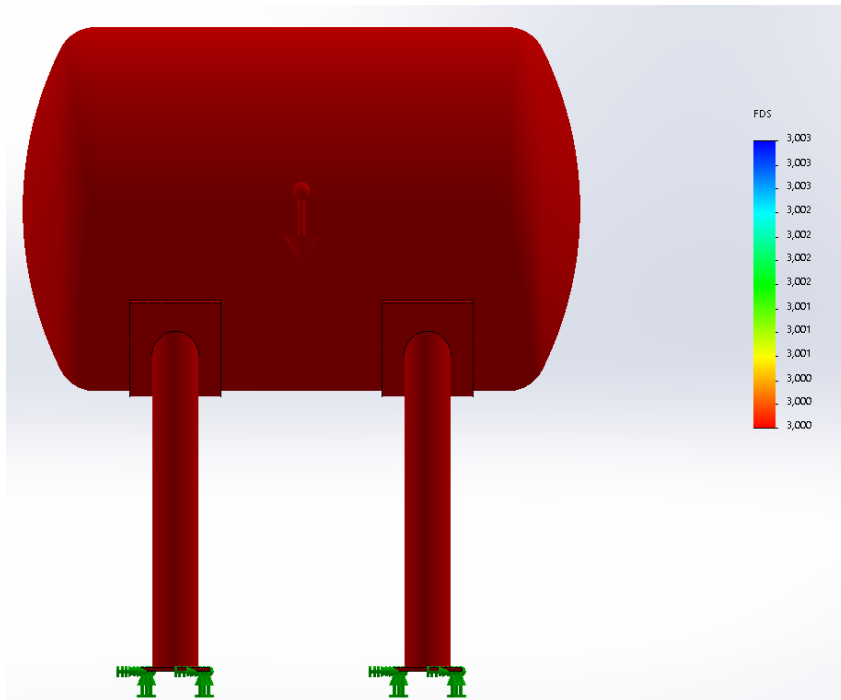


Figura 51. Factores de seguridad sometidos a la gravedad del tanque a presión

Al ser sometido a la carga de 982 N, la cual es la carga total que soporta el prototipo. Los esfuerzos máximos son 1 MPa y la mínima de 43 Pa. Figura 52.

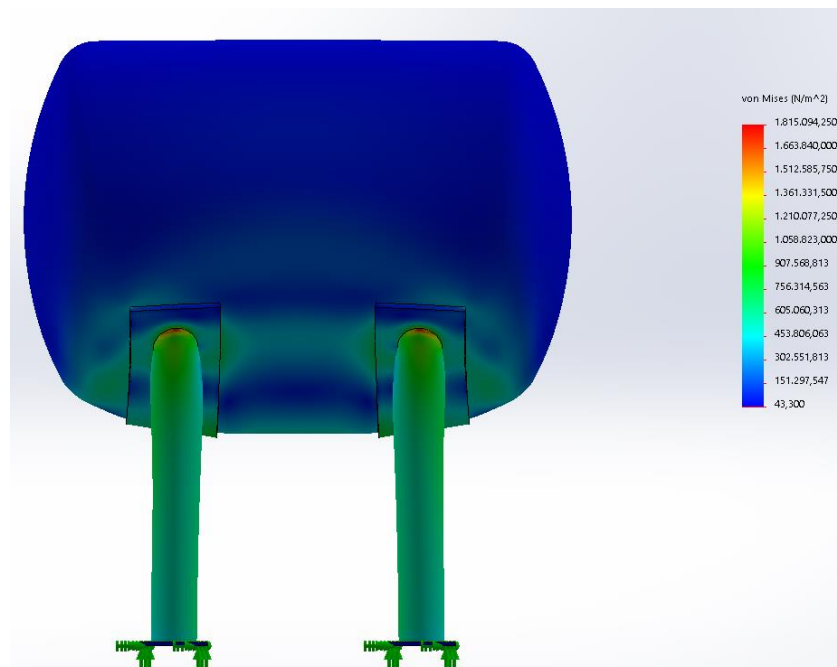


Figura 52. Esfuerzos sometidos a las cargas en el tanque a presión

Las deformaciones a causa de las cargas que está sometida el tanque a presión tienden a ser imperceptibles y pueden ser consideradas como nulas ya que el valor máximo de deformación es de 0,005 mm como se muestra en la figura 53.

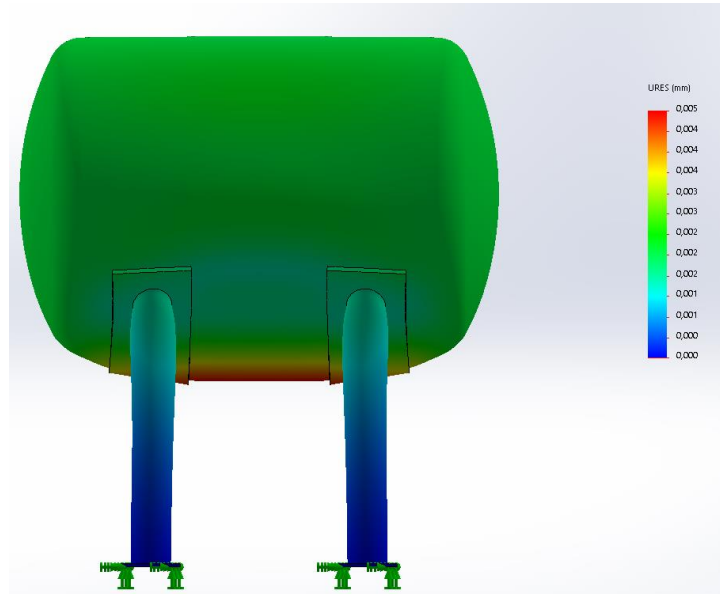


Figura 53. Deformación del tanque a presión sometida a las cargas totales

Los factores de del tanque a presión sometido a las cargas totales dan como resultado un factor en conjunto de 3 los cuales son aceptados por la ASME. Figura 54.

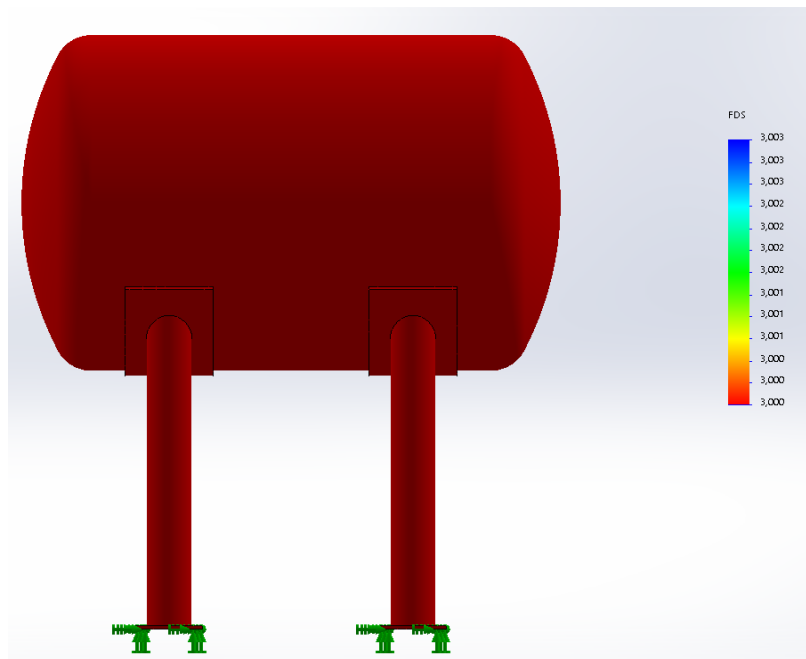


Figura 54. Factores de seguridad del tanque a presión sometido a la carga total

Para la simulación a la cual está sometida el prototipo se usará como referencia la temperatura de operación de 120°C y da como resultado los siguientes esfuerzos mostrados en la figura 55, los cuales en general son de 14 MPa, teniendo en cuenta que los puntos críticos son las esquinas del anillo de las bases del tanque.

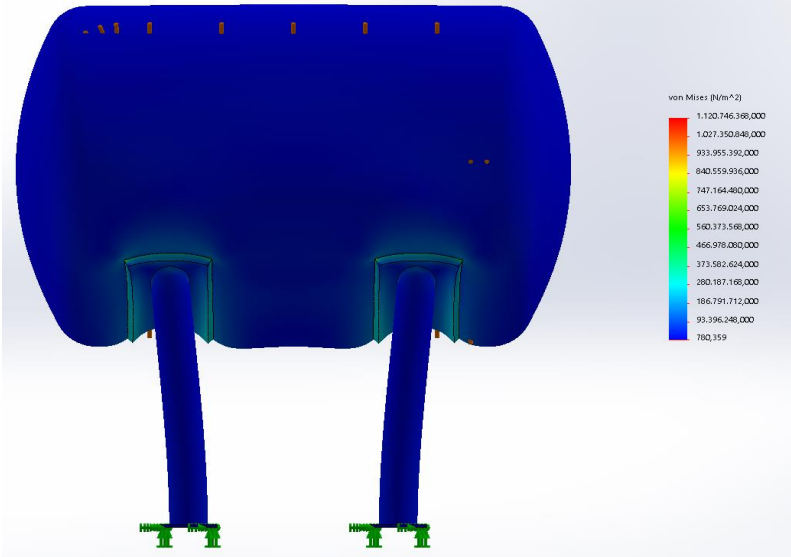


Figura 55. Esfuerzos del tanque a presión sometida a temperatura

En las deformaciones máximas de la simulación no superan el 1mm, lo cual se observa en la figura 56.

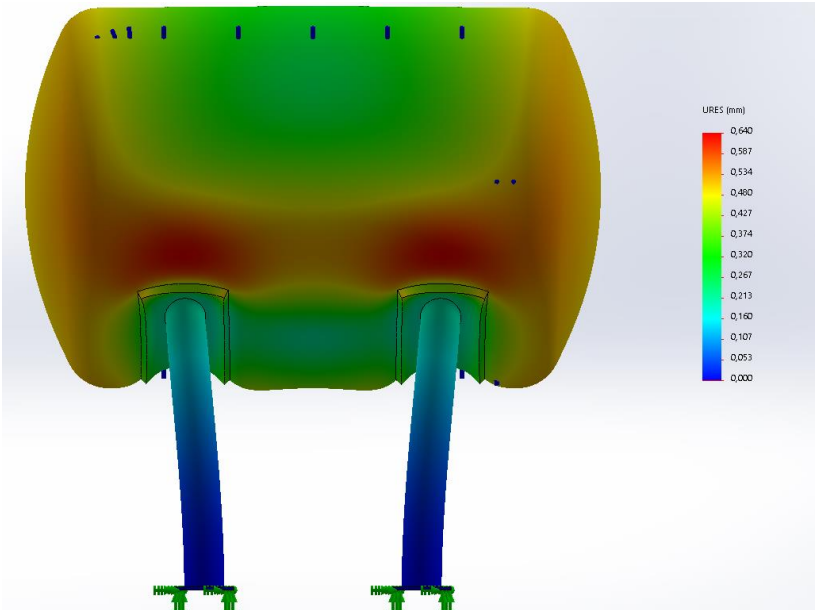


Figura 56. Deformación del tanque a presión sometido a temperatura

Los rangos de factor de seguridad calculados en la simulación son mayormente de 3 y superiores a excepción de las esquinas del anillo del soporte del tanque, sin embargo, los factores de seguridad son aceptables como se muestra en la figura 57.

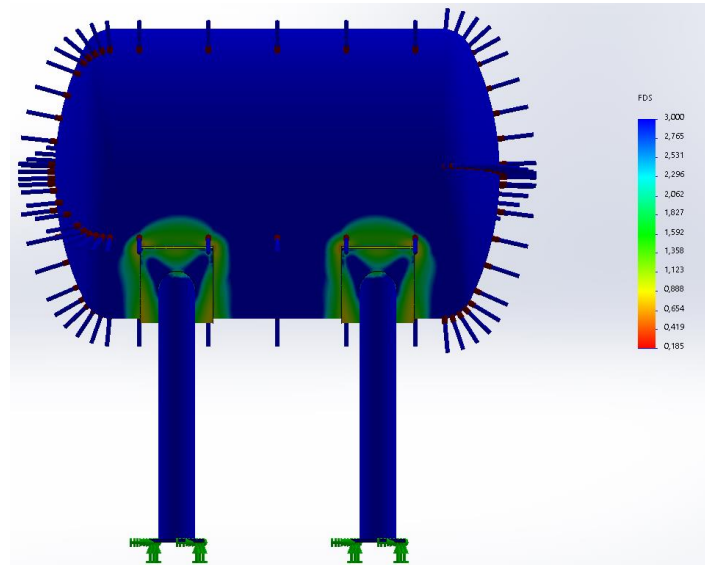


Figura 57. Factores de seguridad del tanque a presión sometido a temperatura

Calculadas las sumaciones de presión, gravedad, masa y temperatura por separado se realizará una simulación conjunta para así obtener datos más acertados para cuando el tanque a presión este en operación.

Esfuerzos del tanque a presión en un cálculo combinado da mayormente de 25 MPa. Figura 58.

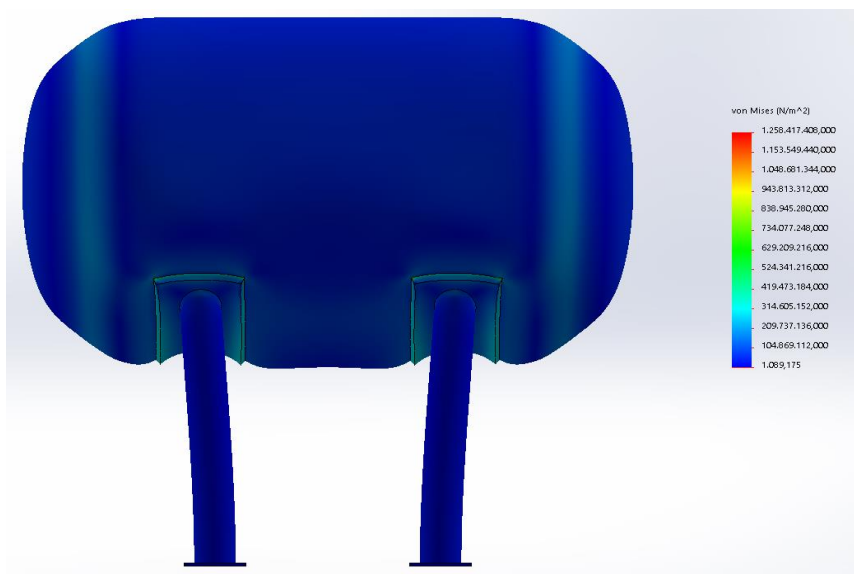


Figura 58. Esfuerzo del tanque a presión sometido a T° , P , g , m

Para la deformación que soportara el tanque sometido a las variables antes mencionadas da como resultado un desplazamiento máximo de 0,8 mm. Figura 59.

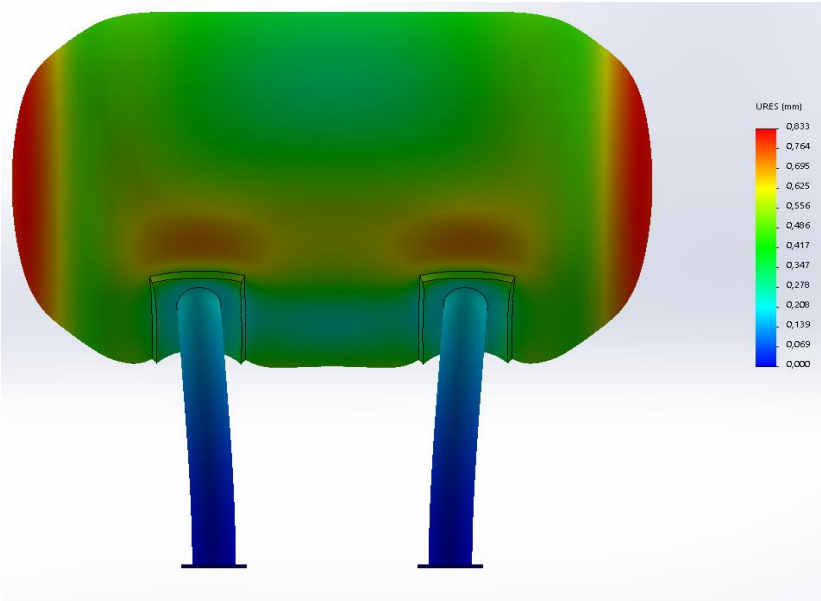


Figura 59. Deformación del tanque a presión sometido a T°, P, g, m

Para el factor de seguridad que se obtuvo de la simulación un rango de entre 1,8 y 3 mayormente en el tanque sometido a presión como se observa a continuación en la figura 60.

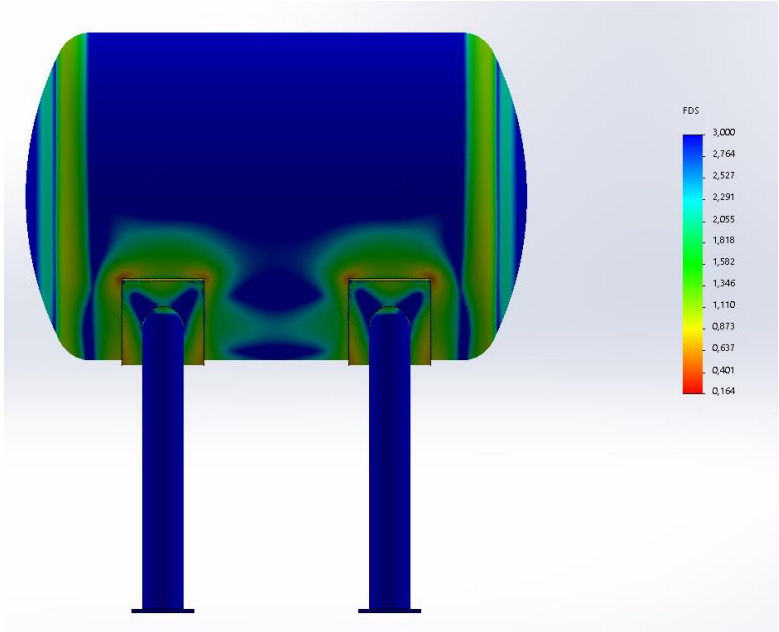


Figura 60. Factores de seguridad del tanque a presión sometida a T°, P, g, m

En la figura 61 de la simulación para la base de tanque se aplicó como parámetro la carga total que es de 982 N obteniendo como resultado un esfuerzo máximo de 8.8 MPa.

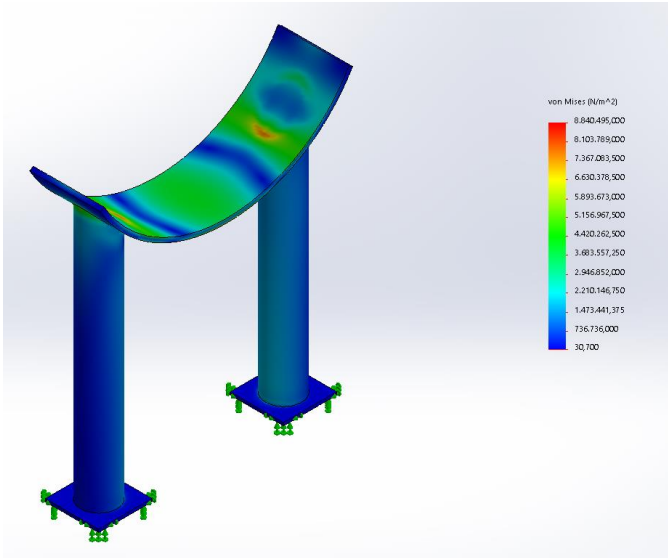


Figura 61. Esfuerzos de la base de tanque a presión

Dado que el material del anillo donde va asentado el tanque es de AISI 304 y sus columnas son de A36, la deformación a la que están sometidas estos elementos es mínima sin superar 1 mm de desplazamiento. Figura 62.

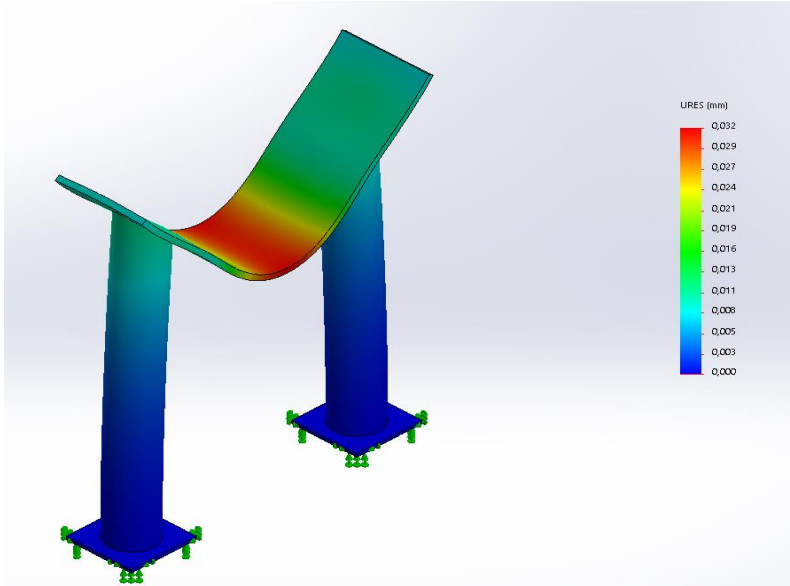


Figura 62. Deformación de la base del tanque a presión

En la figura 63 se ha considerado la carga y sus deformaciones se obtuvo en la simulación, un factor de 3.

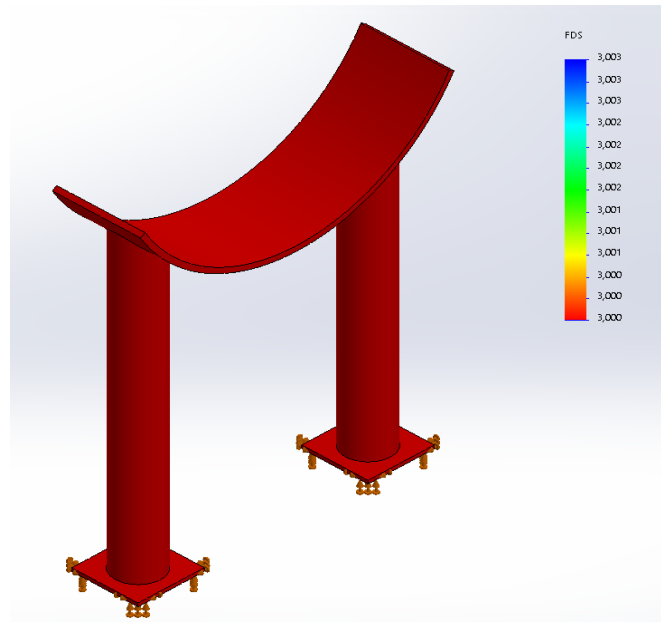


Figura 63. Factor de seguridad de la base del tanque a presión

Simulación del contenedor de sustrato

Al haber sometido el contenedor a la carga iniciales de 981 N para así obtener los resultados que se observan en la figura 64 de los esfuerzos a los cuales está sometido, los resultados encontrados un esfuerzo máximo de 54,1 MPa sin haber superado el esfuerzo del material de 250 MPa.

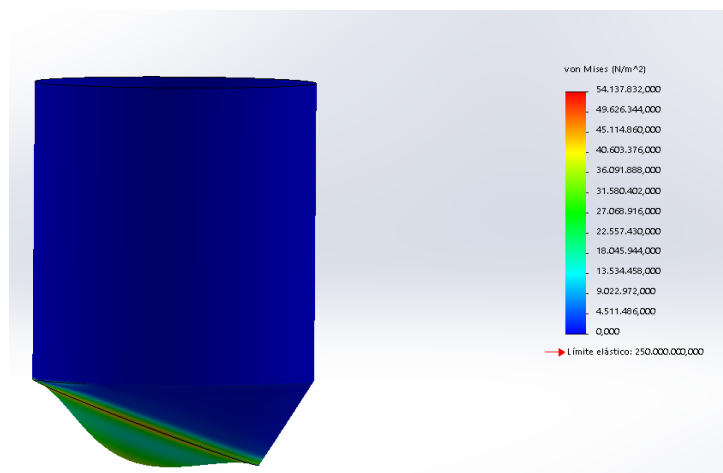


Figura 64. Esfuerzos del contenedor de sustrato

Obteniendo a su vez las deformaciones del contenedor, sin a llegar a ser mayores a 0,195 mm en el cuerpo del diseño. Figura 65.

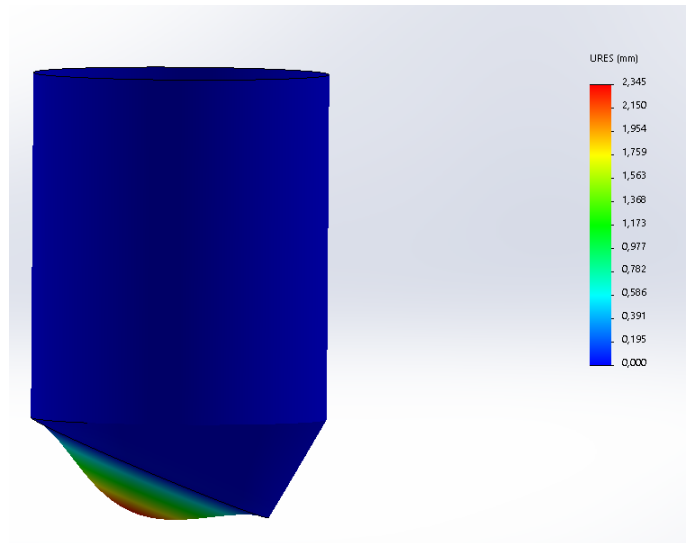


Figura 65. Deformación del contenedor de sustrato

Y a su vez dando como resultado un factor de seguridad mínimo de 4,2 que se muestran en la figura 66.

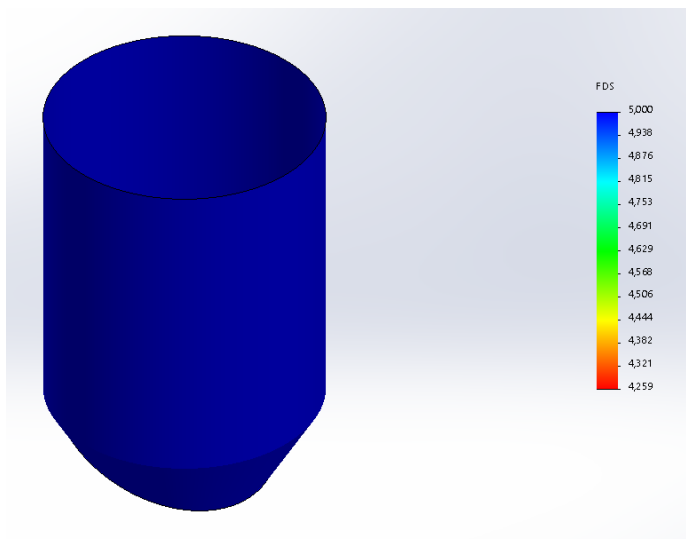


Figura 66. Factor de seguridad del contenedor de sustrato

Para la compuerta inferior del contenedor la cual es sometida a la carga viva de 981 N, en la simulación arrojo como resultado que los esfuerzos máximos a la cual está sujeto el diseño de 138,3 MPa en sus puntos críticos. Figura 67.

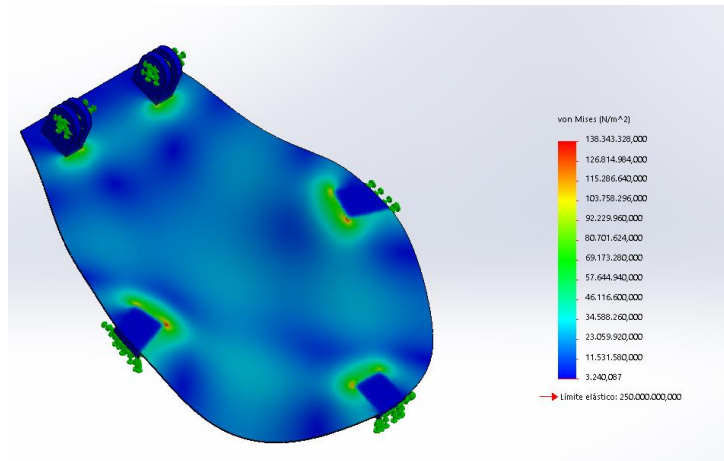


Figura 67. Esfuerzos de la compuerta

En la figura 68 se muestra la deformación, la cual se encuentra en el centro de la compuerta teniendo en cuenta los apoyos que este tiene, para así disminuir la deflexión del material la cual llega a ser de 1,3 mm,

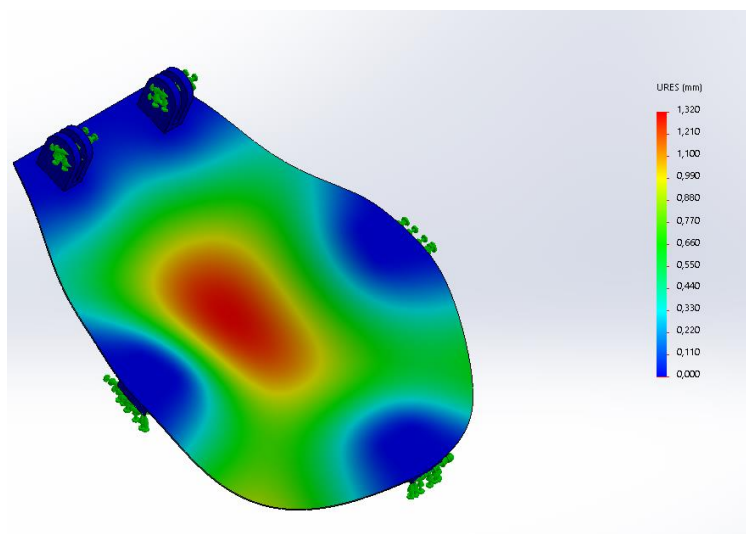


Figura 68. Deformación de la compuerta

Al estar sometida a una fuerza da como resultado un factor de seguridad de 3 en casi toda la compuerta excepto en los puntos críticos en los cuales se tiene un factor de seguridad mínimo de 1,8. Figura 69.

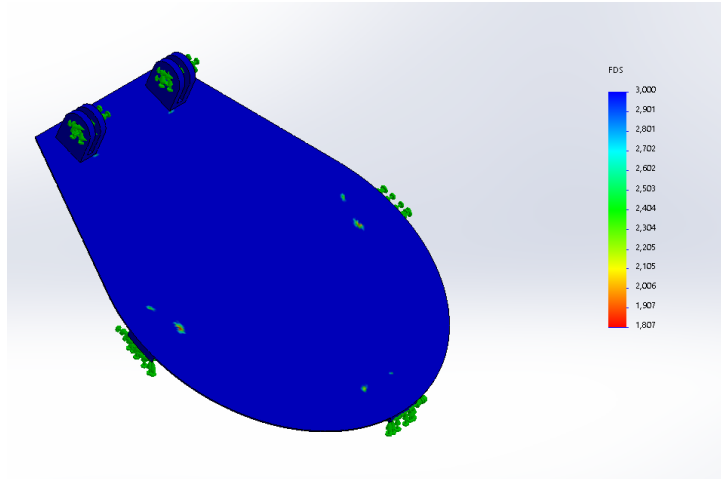


Figura 69. Factor de seguridad de la compuerta

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE COSTOS

4. Costos generados

En este capítulo se detalla el análisis de cada costo ya sea este directo o indirecto así también como cada recurso utilizado en la ejecución del proyecto.

Costos de origen Directo

- Materiales directos
- Materiales normalizados
- Maquinado
- Instalación y montaje

Costos de origen Indirecto

- Componentes indirectos
- Procesos de ingeniería
- Otros

4.1. Análisis de costos de origen directos

4.1.1. Materiales directos

Se denomina material directo a la materia prima requerida en la elaboración del sistema de desinfección de vapor.

En la tabla 24 se evidencian los valores en el mercado nacional de los materiales directos.

Tabla 24. Costos de materiales directos

Material	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Costo total
	4mm 500 x 500	8,33	\$6,61	\$55,03
Plancha de acero inoxidable 304	4mm 1600 x 500	26,28	\$6,61	\$173,63
	2mm 2000 x 600	19,62	\$6,61	\$129,62
	2mm 700x 400	11,66	\$6,61	\$78,39
Plancha A36	4mm 750 x 750	18,48	\$2,19	\$40,50
Perfil tipo U	100x50x2	2	\$23,91	\$47,82
Manguera de presión	½	100	\$0,97	\$97
Tubo PVCR	½ x 6m	1	\$6,86	\$6,86
Tubo PVCP CD-40	½ x 6m	1	\$4,39	\$4,39
Tubo negro redondo	2 x 2mm	1	\$19,68	\$19,68
Varilla redonda lisa	100 x 50 x 15x 2	1	\$6,51	\$6,51
				\$659,43

4.1.2. Materiales normalizados

Materiales normalizados se considera a todo elemento que no tiene necesidad de cambiar su forma para ser utilizado. En la tabla 25 se presentan los materiales normalizados disponibles en el mercado nacional.

Tabla 25. Costos de materiales normalizados disponibles en el mercado nacional

Material	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Costo total
Codo	½ x 90	4	\$0,39	\$1,56
Tee	½	2	\$0,51	\$1,02
Llave de paso		3	\$8,4	\$25,2
Válvula de bola	½	2	\$3,29	\$6,58
Válvula de compuerta	1	1	\$21	\$21
Manómetro	INOX	1	\$35	\$35
Perno Hex. AC .Gr 8	UNC 5/8 x 3	1	\$1,67	\$1,67
Tuerca AC. Gr 5	UNC 5/8	1	\$0,25	\$0,25
Arandela presión SAE Galvan.	5/8	1	\$0,11	\$0,11
				\$92,39

4.1.3. Maquinado

Se conoce como maquinado al uso de alguna máquina para modificar o elaborar piezas específicas utilizando un material base. En la tabla 26 se detalla los procesos de maquina utilizados en el proyecto al igual que los costos hora-maquina.

Tabla 26. Costos de maquinado

Proceso	Cantidad	Valor hora	Costo total
Mecanizados	15	\$10	\$150
Doblado y barolado	25	\$8	\$200
Soldadura	38	\$6,25	\$237,5
			\$587,5

4.1.4. Instalación y montaje

Estos valores son relacionados directamente con la intervención de mano de obra durante el ensamblaje del sistema de desinfección de vapor. Como se observa en la tabla 27.

Tabla 27. Costos de instalación y montaje

Descripción	Tiempo (horas)	Valor hora	Costo total
Técnico Soldador	8	\$12,50	\$100
Ayudante	8	\$6,25	\$50
Asesoramiento	8	\$25	\$200
			\$350

4.1.5. Costos totales de origen directo

A continuación, en la tabla 28 se presenta la suma de todos los valores obtenidos anteriormente en cada sección de los costos de origen directo.

Tabla 28. Costo total de origen directo

Tipo	Cantidades	Costo total
Material directo	1	\$659,43
Material normalizado	1	\$92,39
Maquinados	1	\$587,5
Montaje e instalación	1	\$350
		\$1.689,32

4.2. Análisis de costos de origen indirecto

4.2.1. Componentes indirectos

A continuación, se presenta la tabla 29 donde se muestran los materiales de origen indirecto, suministros empleados con sus respectivos valores en el mercado al igual que la cantidad utilizada en el proyecto.

Tabla 29. Costo de material indirecto

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Costo total
Cilindro de Gas (GLP)	1	\$70,92	\$70,92
Grata circular lisa	1	\$6,25	\$6,25
Electrodos de tungsteno	6	\$8	\$48
Acido de soldadura	1	\$10	\$10
Disco de corte	7	\$3	\$21
Disco de desbaste	5	\$5	\$25
			\$181,17

4.2.2. Otros costos

En el apartado de otros costos van incluidos los gastos administrativos, logísticos, como se presenta en la tabla 30

Tabla 30. Otros costos

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Movilización de materiales	1	\$10	\$10
Uso de internet	25	\$0,5	\$12,5
Impresiones del documento	140	\$0,25	\$35
Energía eléctrica	1	\$20	\$20
Gasolina	26	\$2,5	\$65
			\$142,5

4.2.3. Costos totales de origen indirecto

La tabla 31 presenta el valor total de los costos de origen indirecto, este valor se obtiene sumando las cantidades de los componentes indirectos con otros gastos.

Tabla 31. Costos indirectos totales

Costo	Cantidad	Costo total
Componentes indirectos	1	\$181,17
Otros	1	\$142,5
		\$323,67

4.3. Costo total para la máquina de desinfección

La tabla 32 muestra valor total del costo de la inversión para el proyecto de la máquina de desinfección de vapor, este costo resulta igual a la sumatoria de los costos de origen directo con los costos de origen indirecto .

Tabla 32. Costo total

Costo	Cantidad	Costo total
Costo de origen directo	1	\$1.689,32
Costo de origen indirecto	1	\$323,67
		\$2.012,99

4.4. Análisis financiero

4.4.1. Proyección de ingresos anuales

La tabla 33 contiene un estimado a 5 años de flujos mensuales, detallado cada año con su respectivo valor.

Tabla 33. Proyección de ingresos.

Año	Ingreso mensual	Ingreso anual
1	\$120	\$1.440
2	\$135	\$1.620
3	\$150	\$1.800
4	\$150	\$1.800
5	\$140	\$1.680

4.4.2. Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)

Se lo expresa en forma de porcentaje, y define si el proyecto va a generar o no ganancias, se calcula mediante la ecuación 30.

$$TMAR = f + i \text{ (Ec. 30)}$$

Donde:

f : tasa de inflación

i : riesgo de la inversión

El premio al riesgo (*i*) es tomado de acuerdo con la deuda externa y viene expresado en forma de porcentaje del PIB, este valor es 20.41 %. La inflación es un valor anual de 3.09% [38].

La tabla 34 contiene los valores de indicadores económicos del país, obtenidos de la fuente del Banco Central del Ecuador que anualmente carga estos datos en su plataforma.

Tabla 34. Indicadores económicos del Ecuador [38].

Deuda Externa Pública	20.30%
Inflación de forma anual	3.07%
Inflación de forma mensual	0.35%
Desempleo zona urbana	5.60%
Interés activo	8.86%
Interés pasivo	5.95%

$$TMAR = 0,2041 + 0,0309$$

$$TMAR = 0.235 \approx 23,5\%$$

4.4.3. Valor actual neto (VAN)

En la tabla 35 se muestran los valores del VAN que son iguales a todo valor anual uniforme (VA) es decir a todo ingreso y desembolso ya sea uniforme e irregular.

Tabla 35. Criterios aceptación VAN

VAN > 0: Ganancia	Mientras el valor sea mayor a cero refleja una ganancia adicional luego de ser aplicado una TMAR conveniente.
VAN = 0: Indiferente	La ganancia va según lo estimado en TMAR. Se admite la inversión siempre y cuando refleje una ganancia mínima.
VAN < 0: Pérdida	El proyecto debe ser rechazado si se registran pérdidas.

El VAN se lo calcula mediante la ecuación 31.

$$VAN = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} \quad (\text{Ec. 31}) \quad [39]$$

Donde:

I_o : *Inversión realizada en el momento inicial*

F_t : *Flujos de dinero en cada periodo*

r : *Tasa de retorno*

t : *Número tiempo en periodos (años)*

4.4.4. Tasa de retorno (TIR)

El cálculo del VAN se lo realiza mediante la plataforma de calculadoras [40], en donde se ingresa los valores de flujo y caja y finalmente se obtiene el valor.

Se define como VAN:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+TIR)^t} - I_o = 0 \quad (\text{Ec. 32})$$

4.4.5. Cálculo de VAN y TIR

Para el cálculo del VAN se lo realiza mediante la plataforma de calculadoras [40], en donde se ingresa los valores de flujo y caja y finalmente se obtiene el valor.

De la misma manera para el cálculo del TIR se utiliza la misma plataforma de calculadoras [41].

La tasa de interés activa (TMAT) es igual a 24.1%, este valor fue obtenido de la fuente del Banco Central del Ecuador, la tabla 36 presenta el análisis del Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno al igual que una relación costo beneficio.

Tabla 36. Cálculo de Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

Años	Inversión	Egresos	Ingresos	Flujo efectivo	Flujo de caja
0	-\$2.012,99				-\$2.012,99
1		-\$200	\$1.440	\$1.240	\$198,85
2		-\$200	\$1.620	\$1.420	\$199,83
3		-\$200	\$1.800	\$1.600	\$200,08
4		-\$200	\$1.800	\$1.600	\$194,57
5		-\$200	\$1.680	\$1.480	\$200,01
				VAN	\$344,16
				TIR	36.78%

Como se puede ver en la tabla 35, el valor en 5 años es de \$344,16, lo cual indica que el proyecto es rentable. Mientras que con el valor del TIR de 36.78%, esto indica que la rentabilidad del proyecto es mayor al 24.1% que utilizamos para el VAN.

CONCLUSIONES

- Se conoció las características ideales para el suelo que son la presencia de Carbono, Nitrógeno y materia orgánica y esto depende de varios factores como climáticos, fertilización, sistemas de riego, y así obtener una germinación, enraizamiento y crecimiento de la planta.
- Se encontró mediante estudios realizados en los suelos de las parcelas de la estación de Investigación de la UPS que estas estaban contaminadas por químicos como nitrógeno, fosforo, potasio entre otros, lo cual presento un problema al momento del laboreo de la tierra para su posterior proceso de cultivo.
- Basándonos en el código ASME sección VIII para contenedores a presión se realizó un diseño adecuado y para llevar a cabo el proceso de desinfección de los sustratos, obteniendo un dimensionamiento que soporte la temperatura de 140°C y una presión de 163,65 psi, de igual manera para el contenedor de sustrato.
- Mediante el software SolidWorks se llevó a cabo la validación del diseño propuesto, mediante simulaciones, que dieron como resultados esfuerzos críticos de 188,47 MPa en el tanque a presión y de 54,14 MPa en el contenedor que son menores a los esfuerzos de los materiales seleccionados, con deformaciones mínimas que llegarían a ser imperceptibles y con factores de seguridad dentro del rango sugerido por el código ASME como en el tanque a presión valores mínimos de 1,1 y máximos de 3 sometida a presión, la base del tanque a presión sometida a cargas vivas y muertas con un valor de 3, así mismo los factores de seguridad para el contenedor con un valor de 5 y la compuerta de contenedor con un factor de seguridad de 3 estas dos últimas sometidas únicamente a cargas vivas.
- Mediante el cálculo de VAN \$344,16 y TIR se demostró que el proyecto es viable y en que la tasa de retorno es de 36,78%, por lo que refleja la rentabilidad del proyecto con una inversión inicial de \$2.012,99.

RECOMENDACIONES

- Realizar el estudio adecuado del sustrato para así conocer sus componentes y poder determinar las condiciones iniciales de trabajo y así diseñar el prototipo adecuado para llevar a cabo el proceso de desinfección.
- Conocer las propiedades mecánicas de los materiales, además de las características, beneficios y desventajas de los tipos de cuerpos, tapas de tanques y contenedores, para poder seleccionar los adecuados que lleven a fin el proceso para el cual serán diseñados.
- Conocer los parámetros iniciales como presión, temperatura y volumen, para así llevar a cabo los cálculos necesarios que permitan realizar un diseño adecuado sin desperdicios de material y sobredimensionamientos.
- Dibujar de forma adecuada y con las medidas necesarias para realizar un adecuado modelamiento del prototipo en el programa SolidWorks.
- Mallar adecuadamente cada elemento y con las dimensiones adecuadas de grano para un correcto cálculo dentro de la simulación y así obtener los resultados más reales posibles.

ANEXOS

Anexo 1

Nutriente	Unidad	Valor
Nitrógeno	%	0.50 – 0.60
Fósforo	%	0.08 – 0.10
Potasio	%	0.20 – 0.40
Calcio	%	0.10 – 0.15
Magnesio	%	0.10 – 0.12
Azufre	%	0.12 – 0.14
Hierro	Ppm	200 – 400
Manganeso	Ppm	200 – 800
Cobre	Ppm	3 – 5
Zinc	Ppm	15 – 30
Boro	Ppm	4 – 10
Cenizas	%	12 – 13
Sílice (SiO ₂)	%	10 - 12

Anexo 2

VALORES DEL FACTOR M																	
L/r	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
M	1.00	1.03	1.06	1.08	1.10	1.13	1.15	1.17	1.18	1.20	1.22	1.25	1.28	1.31	1.34	1.36	1.39
L/r	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	16 ² / ₃	*
M	1.41	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	1.54	1.56	1.58	1.60	1.62	1.65	1.69	1.72	1.75	1.77	

* LA RAZON MAXIMA PERMITIDA: $L - t = D$ (véase la nota 2 de la siguiente página)

Anexo 3

300 PSI		REALCE DE LA CARA 1.5 mm. (1/16")										21.1 Kg/cm ²					
DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO EXTERIOR Ø		ESPESOR Q (1) (4)		ALTURA TOTAL "Y" (1) (4)						No. DE BARRENOS	DIAM. DEL CIRCULO DE BARRENOS		DIAMETRO DE LOS BARRENOS		
PULG.	mm.	PULG.	mm.	PULG.	mm.	CON CUELLO		DESIZABLE (2) ROSCADA RECESO		TRASLAPE			BARRENOS	BARRENOS	BARRENOS	BARRENOS	
1/2	12.70	3 3/4	95.25	9/16	14.28	2 1/16	52.38	7/8	22.22	7/8	22.22	4	2 5/8	66.67	1/2	12.7	
3/4	19.05	4 5/8	117.47	5/8	15.87	2 1/4	57.15	1	25.40	1	25.40	4	3 1/4	82.55	5/8	15.87	
1	25.40	4 7/8	123.82	11/16	17.46	2 7/16	61.91	1 1/16	26.98	1 1/16	26.98	4	3 1/2	88.90	5/8	15.87	
1 1/4	31.75	5 1/4	133.35	3/4	19.05	2 9/16	65.08	1 1/16	26.98	1 1/16	26.98	4	3 7/8	98.42	5/8	15.87	
1 1/2	38.10	6 1/8	155.57	13/16	20.63	2 11/16	68.26	1 3/16	30.16	1 3/16	30.16	4	4 1/2	114.30	5/8	15.87	
2	50.80	6 1/2	165.10	7/8	22.22	2 3/4	69.85	1 5/16	33.33	1 5/16	33.33	8	5	127.00	5/8	15.87	
2 1/2	63.50	7 1/2	190.50	1	25.40	3	76.20	1 1/2	38.10	1 1/2	38.10	8	5 7/8	149.22	3/4	19.05	
3	76.20	8 1/4	209.55	1 1/8	28.57	3 1/8	79.37	1 11/16	42.86	1 11/16	42.86	8	6 5/8	168.27	3/4	19.05	
3 1/2	88.90	9	228.60	1 3/16	30.16	3 3/16	80.96	1 3/4	44.45	1 3/4	44.45	8	7 1/4	184.15	3/4	19.05	
4	101.60	10	254.00	1 1/4	31.75	3 3/8	85.72	1 7/8	47.62	1 7/8	47.62	8	7 7/8	200.02	3/4	19.05	
5	127.00	11	279.40	1 3/8	34.92	3 7/8	98.42	2	50.80	2	50.80	8	9 1/4	234.95	3/4	19.05	
6	152.40	12 1/2	317.50	1 7/16	36.51	3 7/8	98.42	2 1/16	52.38	2 1/16	52.38	12	10 5/8	269.87	3/4	19.05	
8	203.20	15	381.00	1 5/8	41.27	4 3/8	111.12	2 7/16	61.91	2 7/16	61.91	12	13	330.20	7/8	22.22	
10	254.00	17 1/2	441.50	1 7/8	47.62	4 5/8	117.47	2 5/8	66.67	3 3/4	95.25	16	15 1/4	387.35	1	25.4	
12	304.80	20 1/2	520.70	2	50.80	5 1/8	130.17	2 7/8	73.02	4	101.60	16	17 3/4	450.85	1 1/8	28.57	
14	355.60	23	584.20	2 1/8	53.97	5 5/8	142.87	3	76.20	4 3/8	111.12	20	20 1/4	514.35	1 1/8	28.57	
16	406.40	25 1/2	647.70	2 1/4	57.15	5 3/4	146.05	3 1/4	82.55	4 3/4	120.65	20	22 1/2	571.50	1 1/4	31.75	
18	457.20	28	711.20	2 3/8	60.32	6 1/4	158.75	3 1/2	88.90	5 1/8	130.17	24	24 3/4	628.65	1 1/4	31.75	
20	508.00	30 1/2	774.70	2 1/2	63.50	6 3/8	161.92	3 3/4	95.25	5 1/2	139.70	24	27	685.80	1 1/4	31.75	
24	609.60	36	914.40	2 3/4	69.85	6 5/8	168.27	4 3/16	106.36	6	152.40	24	32	812.80	1 1/2	38.1	

Anexo 4

TABLA 14.2 Tamaños mínimos para las soldaduras de filete.

Esesor del material de la parte unida más delgada, plg (mm)	Tamaño mínimo de las soldaduras de filete, ^[a] plg (mm)
Hasta $\frac{1}{4}$ (6) inclusive	$\frac{1}{8}$ (3)
Mayor de $\frac{1}{4}$ (6) hasta $\frac{1}{2}$ (13)	$\frac{3}{16}$ (5)
Mayor de $\frac{1}{2}$ (13) hasta $\frac{3}{4}$ (19)	$\frac{1}{4}$ (6)
Mayor de $\frac{3}{4}$ (19)	$\frac{5}{16}$ (8)

Anexo 5

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliete:
Dirección:
Contacto:
Cantidad de muestras: 1
Fecha de ingreso: mayo 13, 2022
Matriz: sustrato

Tel/Cel.:
E-mail:
Nº de Informe:
Fecha Emisión: julio 19, 2022
Fecha de Análisis: mayo 13 al 24, 2022

INFORME DE RESULTADOS

Identificación de Usuario	Unidad	SUSTRATO	MÉTODO DE VALORACIÓN
Código de laboratorio		L.SA22 452	
Parámetros			
Potencial Hidrógeno	U pH	6,07	SM 4500-H ⁺ -A y 4500-H ⁺ -B
Conductividad Eléctrica	mS/cm	0,86	ELECTRÓNICO MYRON [3]
Humedad	(% p/p)	43,13	ESTUFA (Cálculo)
Materia Orgánica	MO (% p/p)	80,37	DICENTRACIÓN MUPLA (Cálculo)
Carbono	C (% p/p)	81,67	DICENTRACIÓN MUPLA (Cálculo)
Nitrógeno	N (%p/p)	1,00	SM 4500-N org B
Relación CN	N.A.	81,67	—

DATOS ADICIONALES:

mS/cm: milisiemens por centímetro; %: porcentaje;

[3] Agua destilada; pH, conductividad eléctrica, relación agua-suelo (1:2)

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th Edition, 2012 -AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. "APHA";

Observaciones:


Los resultados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) entregada(s) por el CLIENTE.

Ing. Agr. Orlando Guatavisi
 Técnico de Suelos y Agua

Anexo 6

DISTRIBUIDORA PRADO		RUC: 171971690200					
LOS PINOS E7-62 E IVES DE MEDINA		TLF: 022406043					
CLIENTE: CONSUMIDOR FINAL CODIGO: 00000690 9999999999999 DIRECCION: 7 TELEFONO: 2230798		PROFORMA N° 00011950 EMISION: 27/10/2022 VENCIMIENTO: 27/10/2022 VENDEDOR: VENDEDOR 1					
N°	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UND	PRECIO UNITARIO	DESC.	TOTAL
1	21-01003	TUBO PVC R 1/2" 6MTS PLASTIGAMA	1.00	UND	6.8600	0.00	6.86
2	03-11003	TUBO PVC P CD-40 1/2 x 6mts	1.00	UND	4.3900	0.00	4.39
3	26-01005	MANGUERA FLEX 1/2 PLASTIGAMA	100.00	UND	0.9700	0.00	97.00
4	19-03012	CODO PLASTIGAMA 1/2 X 90	2.00	UND	0.3900	0.00	0.78
5	19-13002	TEE PLASTIGAMA 1/2	1.00	UND	0.5100	0.00	0.51
6	E471.04	LLAVE DE PASO FV BR	1.00	UND	8.4000	0.00	8.40
7	04-21003	VAL BOLA BR. 1/2 DOUBLE LIN.	1.00	UND	3.2900	0.00	3.29
		Observaciones:			SUBTOTAL: 121.23 DESCUENTO 0.00 % 0.00 TOTAL NETO: 121.23 I.V.A. 12 % 14.55 VALOR A PAGAR: 135.78		
<input type="checkbox"/> PREPARADO <input type="checkbox"/> ELABORADO							
LA CANTIDAD DE:				RECIBI CONFORME			

Anexo 7



HILDA MAGDALENA MANZANO NUNEZ

Dirección: AV GALO PLAZA LASSO LOTE 7 Y AV DIEGO DE VASQUEZ
 Teléfono: 023500570
 e-mail: acerosthg2@hotmail.com

DATOS DEL CLIENTE

Empresa: CONSUMIDOR FINAL
 Dirección: S/O
 Teléfono:
 Email: prueba@gmail.com

RUC: 1801835495001

COTIZACIÓN

Nº: 000009720
 Fecha Emisión: 27/10/2022
 Válido: 27/10/2022

Código	Descripción	Cantidad	P.V.P.	Total
INOXPL304R-04	AC INOX 304 PLANCHA RETAZO H 04 MM *1PZ 500x500MM	8,33	6,61	55,03
INOXPL304R-04	AC INOX 304 PLANCHA RETAZO H 04 MM *1PZ 1600x500MM	26,28	6,61	173,63
INOXPL304R-02	AC INOX 304 PLANCHA RETAZO H 02 MM *1PZ 2000x600MM	19,62	6,61	129,62
39H004	PLANCHA 1010 H 04 *1PZ 750x750MM	18,46	2,19	40,50
CONDICIONES DE VENTA Y OTROS COMENTARIOS				
SRI: REGIMEN GENERAL		Subtotal:		398,78
		Descuento:		0,00
		Subtotal - Descuento:		398,78
		12,00% IVA:		47,85
		Transporte:		0,00
		ICE:		0,00
		Otros Impuestos:		0,00
TOTAL:		446,63		

Anexo 8

DIPAC MANTA S.A.
 R.U.C. 1390060757001
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL
 REGISTRO EN LA LEY 2 DE AÑO 2001 DIPAC MANTA S.A.

• La mercadería viaja por cuenta y riesgo del comprador.
 • Salda la mercadería de nuestros almacenes no se aceptan reclamos.
 • Los pagos deben realizarse con cheque cruzado a nombre de DIPAC MANTA S.A.

www.dipacmanta.com
 superencuentros-reclamos@dipacmanta.com
 Teléfono Atm: 02-26000201
 • Emitir los comprobantes de retención a nombre de DIPAC MANTA S.A.

NÚMERO DE ORDEN: 090155346
 NOMBRE DEL CLIENTE: JORGE ALVARO VIVERIS ALEXANDER ENRIQUE
 CÓDIGO DE CLIENTE: 004933999
 CÓDIGO DE DIRECCIÓN: 004053014
 QUITO NORTE ..., 28-10-22
 TELEFONO: 062761901
 en caso de clases y talla sales

Cant.	Artículo	Descripción	Esp.	Cantidad	Precio	Total USD	Und.
20	PEG1000502	PERNIL CARL G 100mm50mm15x2		2.00	23.01	46.02	u
20	VAL12	VALVULA TETRA LTR 12mm		1.00	6.51	6.51	u
30	EREZD02	TUS. EST. NEG. RED. 2 x 2mm		1.00	17.66	17.66	u

ESTE DOCUMENTO NO CONSTITUYE VENTA Y LOS PRECIOS PUEDEN CAMBIARSE SIN PREVIO AVISO

Entre precios no aplican para pago con Tarjeta de Crédito

SUBTOTAL	74.01
I.V.A.	3.88
TOTAL USD	82.89

VENDEDOR: YUJUI CRISTE TITO DANIEL
 CLIENTE: JORGE DE SUAREZ

ORIGINAL - DESTINATARIO

Anexo 9

CASTILLO HERMANOS SA
 TELE/FAX: 022475785
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL: NO
 Galo Plaza Lasso N66-195 y De LosCe RUC: 1790155102001

PROFORMA #001-002-0336341

Fecha: Quito, Viernes, 28/Oct/2022
 Almacén: ALM. PRINCIPAL
 Vendedor: SORIA AARON
 Cliente: CONSUMIDOR FINAL (QUITO)

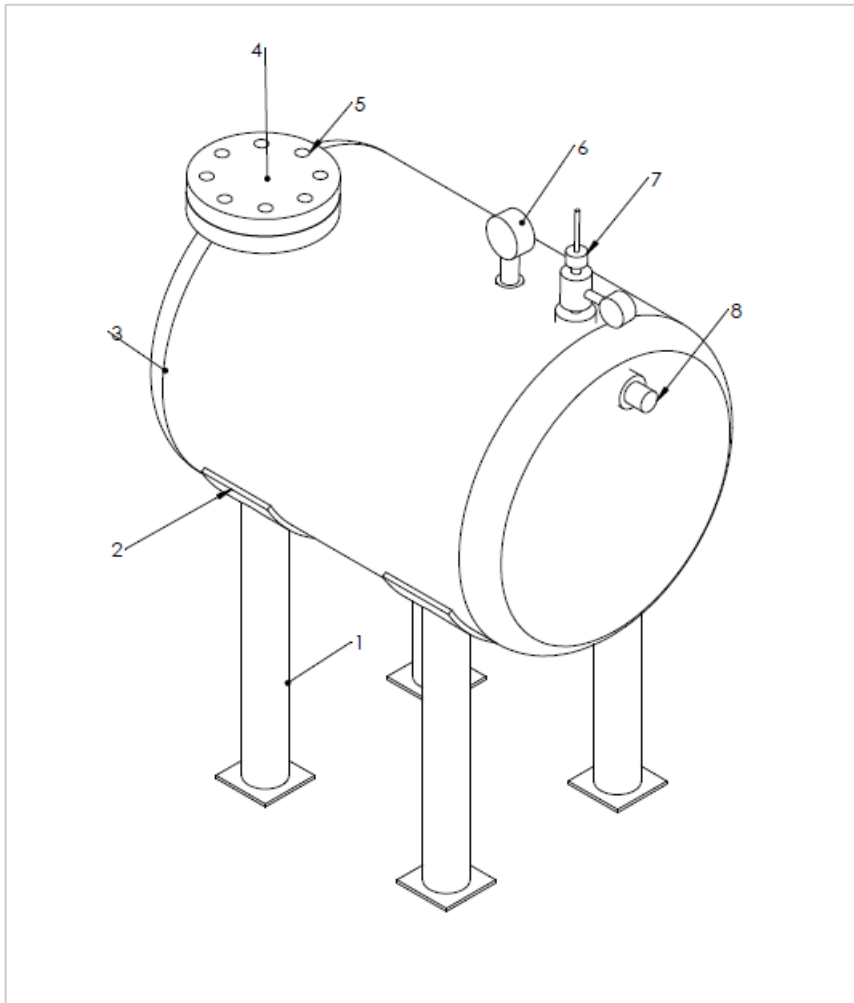
Cantidad	Artículo	V. Unitario	V. Total
1.00	PERNO INFASCO HEX AC. GR.8 UNC 5/8X3"		
	708500	1.670	1.67
1.00	TUERCA AC. GR.5 UNC NEGRA 5/8"		
	693300	0.250	0.25
1.00	ARANDELA PRESION SAE GALVAN. 5/8"		
	649100	0.110	0.11
1.00	VALVULA DE COMPUERTA 1"		
	798250	21.000	21.00
Subtotal		(=)	23.03
Dcto. 10.7143%		(-)	2.47
Imponible		(=)	20.56
I.V.A. 12.00%		(+)	2.47

TOTAL US\$ 23.03
 *El dscto. se aplicó de acuerdo al monto

Distribuidor exclusivo de Herramienta
IRIMO
 Grupo SnapOn
 hacemos más fácil su trabajo

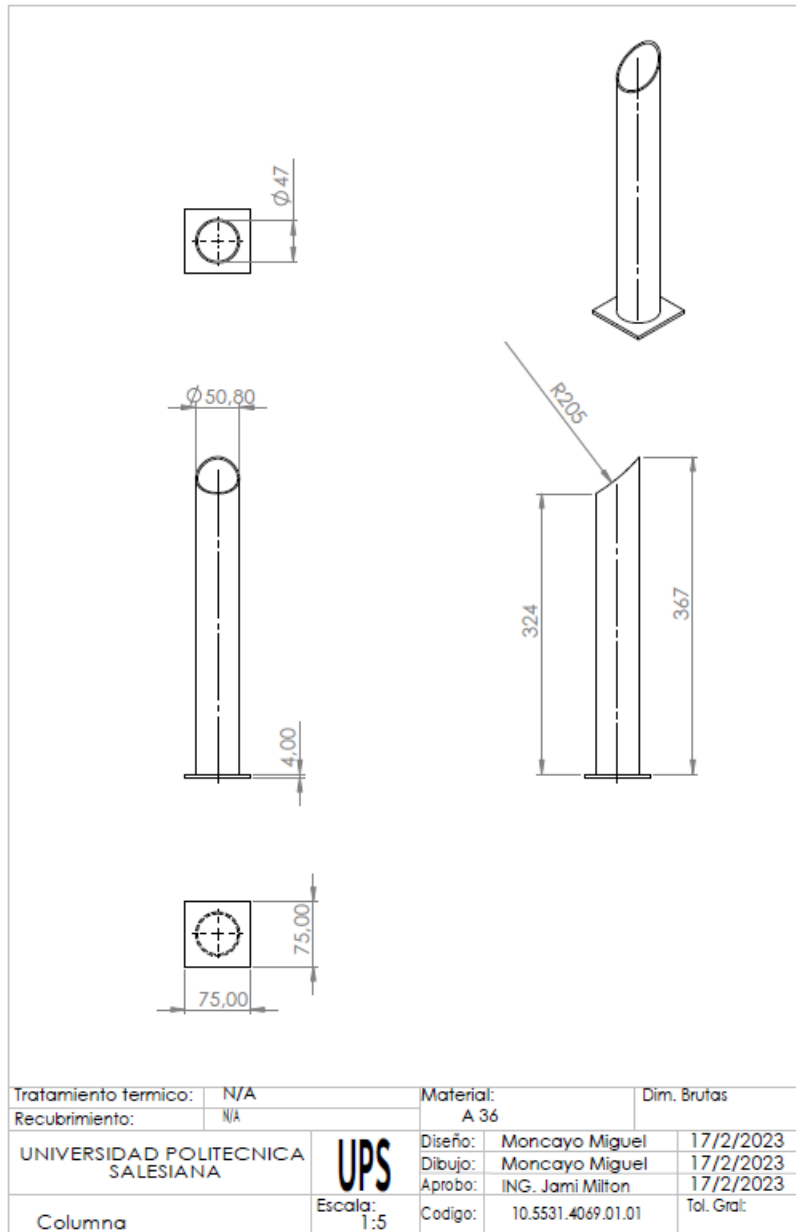
Esta proforma tiene validez de 15 días

Anexo 10

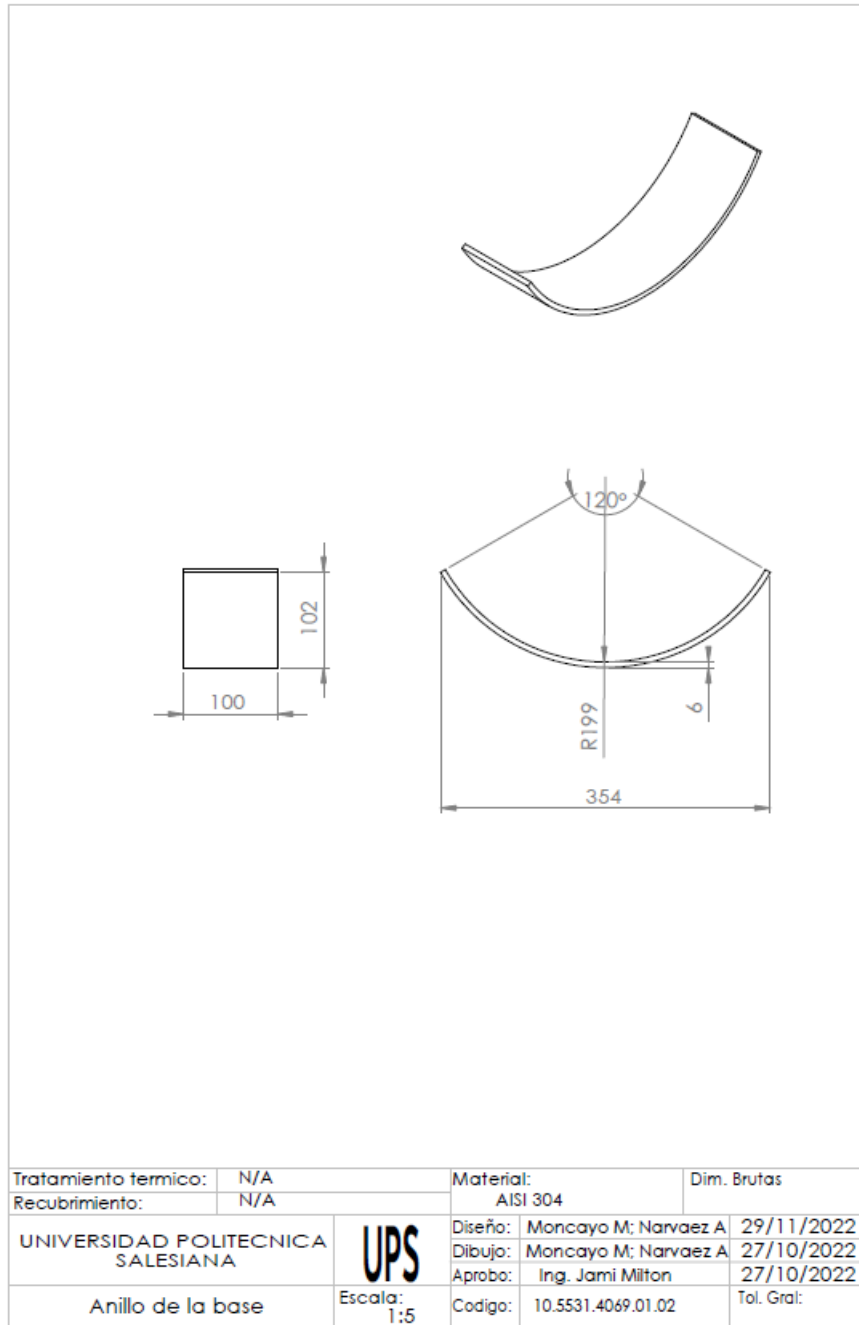


8	Valvula	1	—	—	—	—	—
7	Barometro	1	—	—	—	—	—
6	Termometro	1	—	—	—	—	—
5	Perno	8	—	—	—	15,8 x 70	—
4	Brida	1	10.5531.4069.01.04	—	AISI 304	—	—
3	Tanque	4	10.5531.4069.01.03	—	AISI 304	50.8x400	—
2	Anillo de la base	2	10.5531.4069.01.02	—	AISI 304	600x100x4	—
1	Columna	1	10.5531.4069.01.01	—	A36	—	—
Ref.	Denominación	Cnt.	Norma	Localiz.	Material	Dim. brutas	Observaciones
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA			UPS	Diseño:	Moncayo M; Narvaez A	29/11/2022	
				Dibujo:	Moncayo M; Narvaez A	27/10/2022	
				Aprobo:	Ing. Jami Milton	27/10/2022	
Despiece tanque a presión			Escala:	Codigo:	10.3361.4069.01.00	Tol. Gral:	
			1: 5				

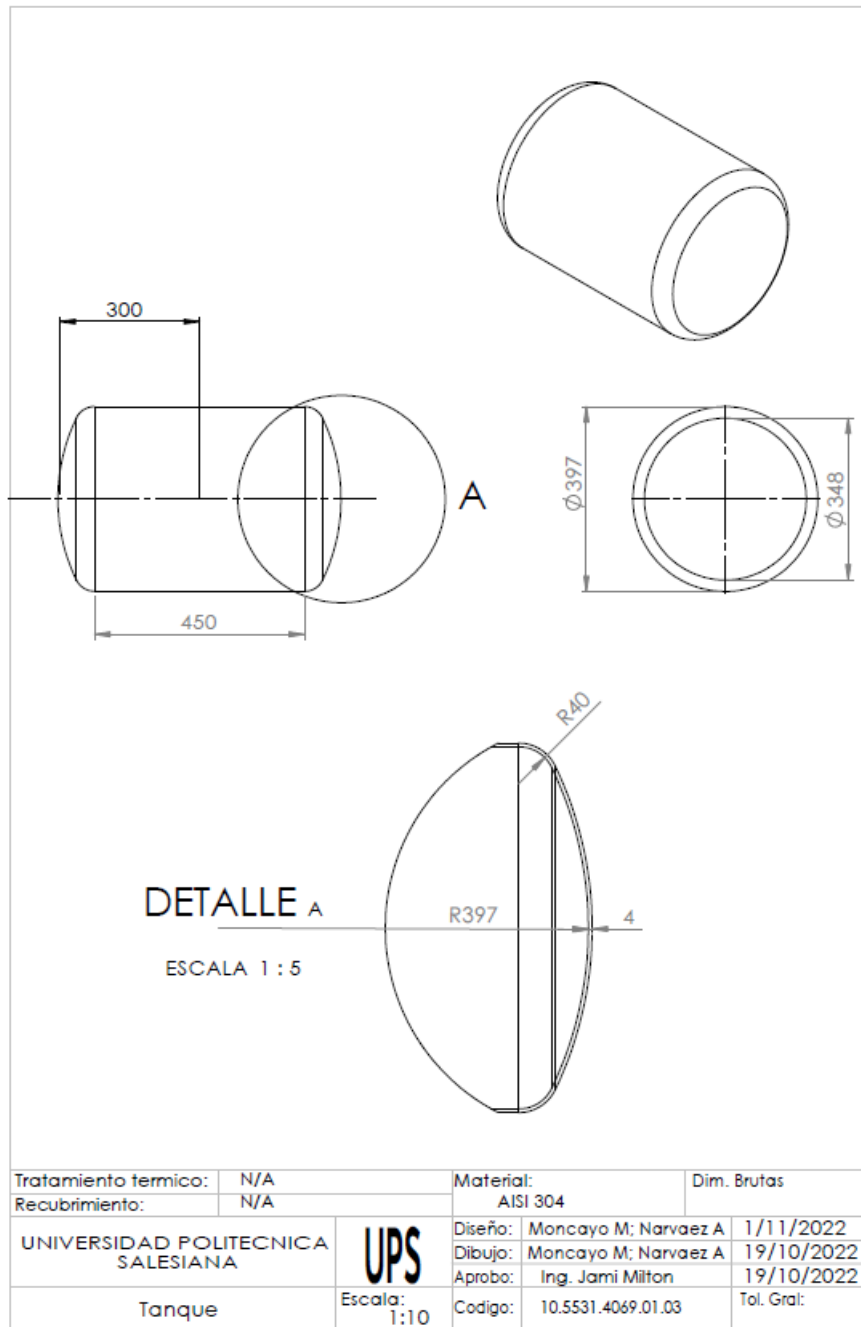
Anexo 11



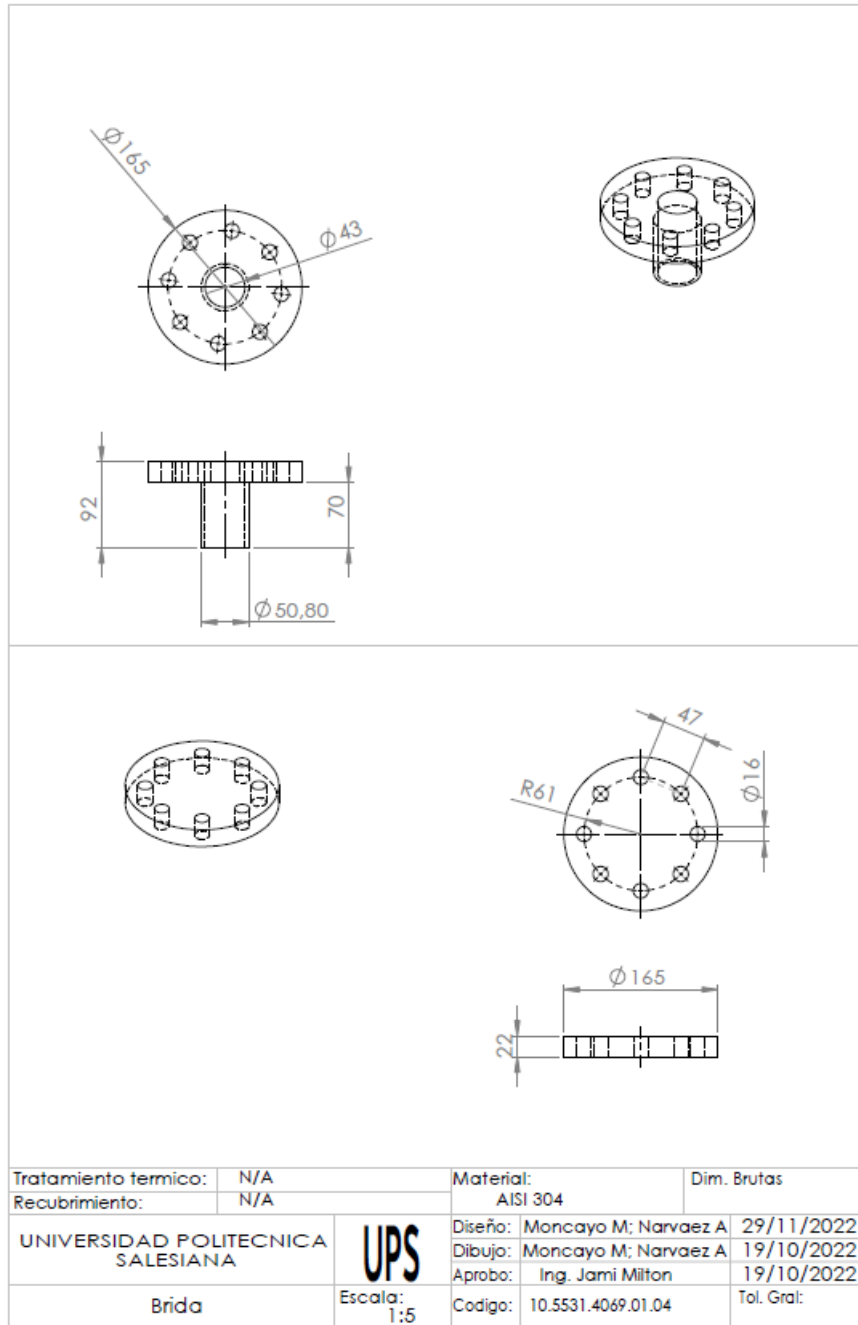
Anexo 12



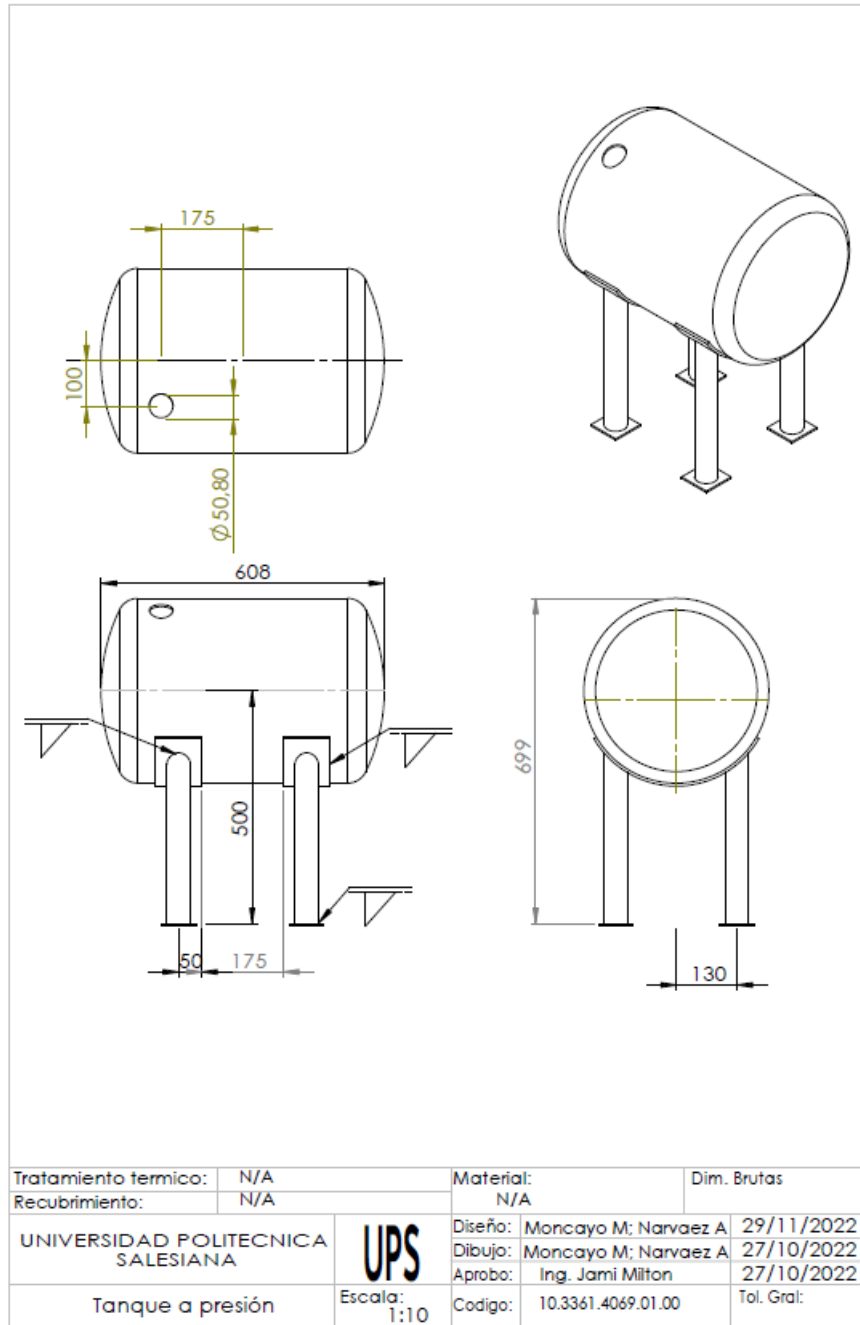
Anexo 13



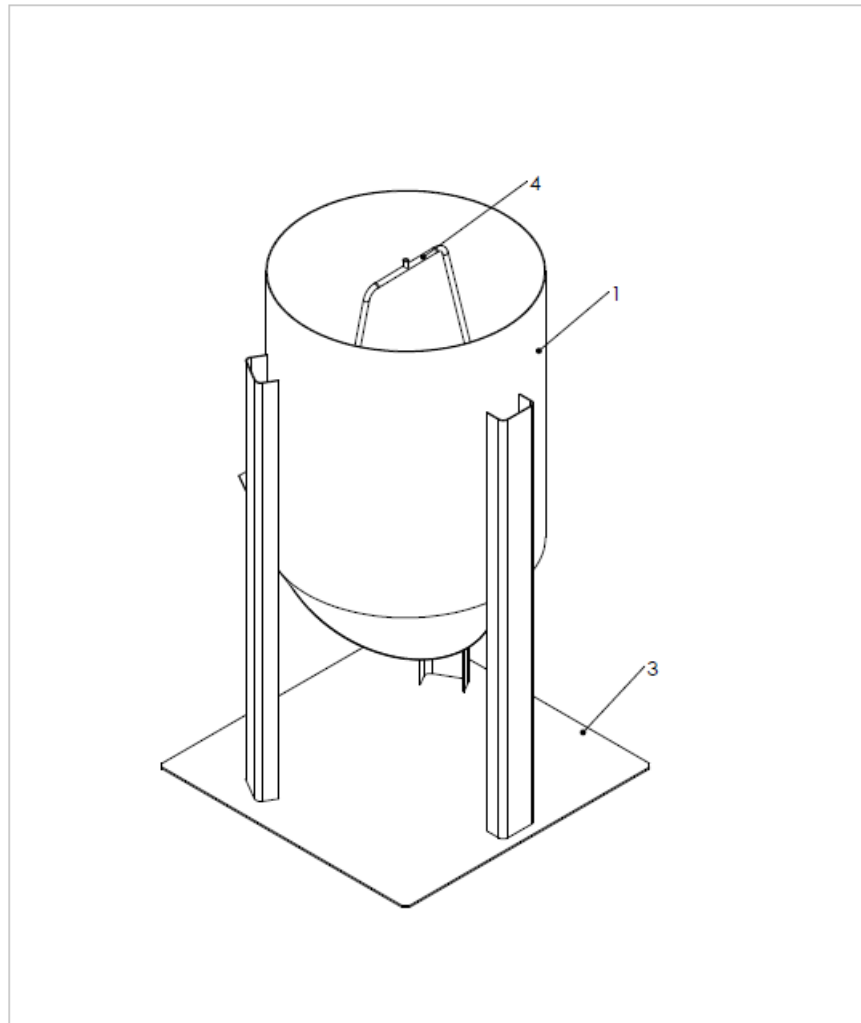
Anexo 14



Anexo 15

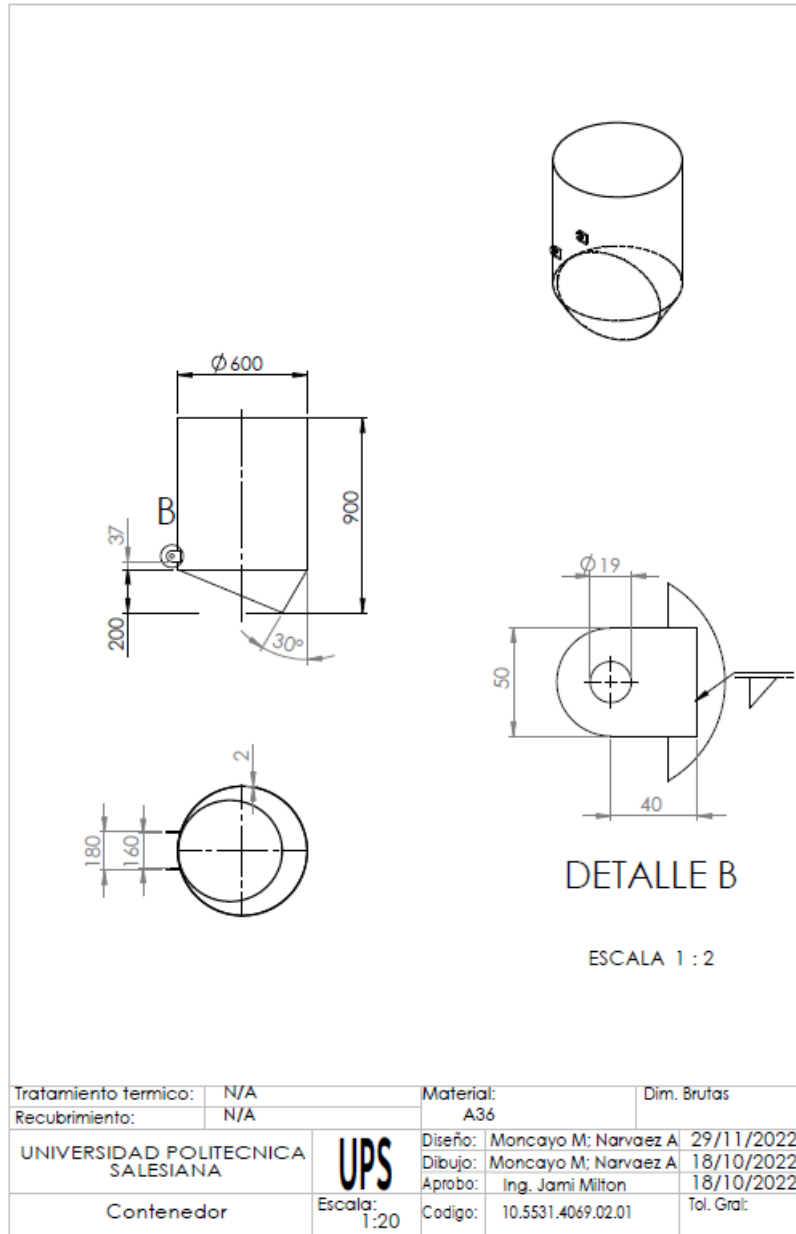


Anexo 16

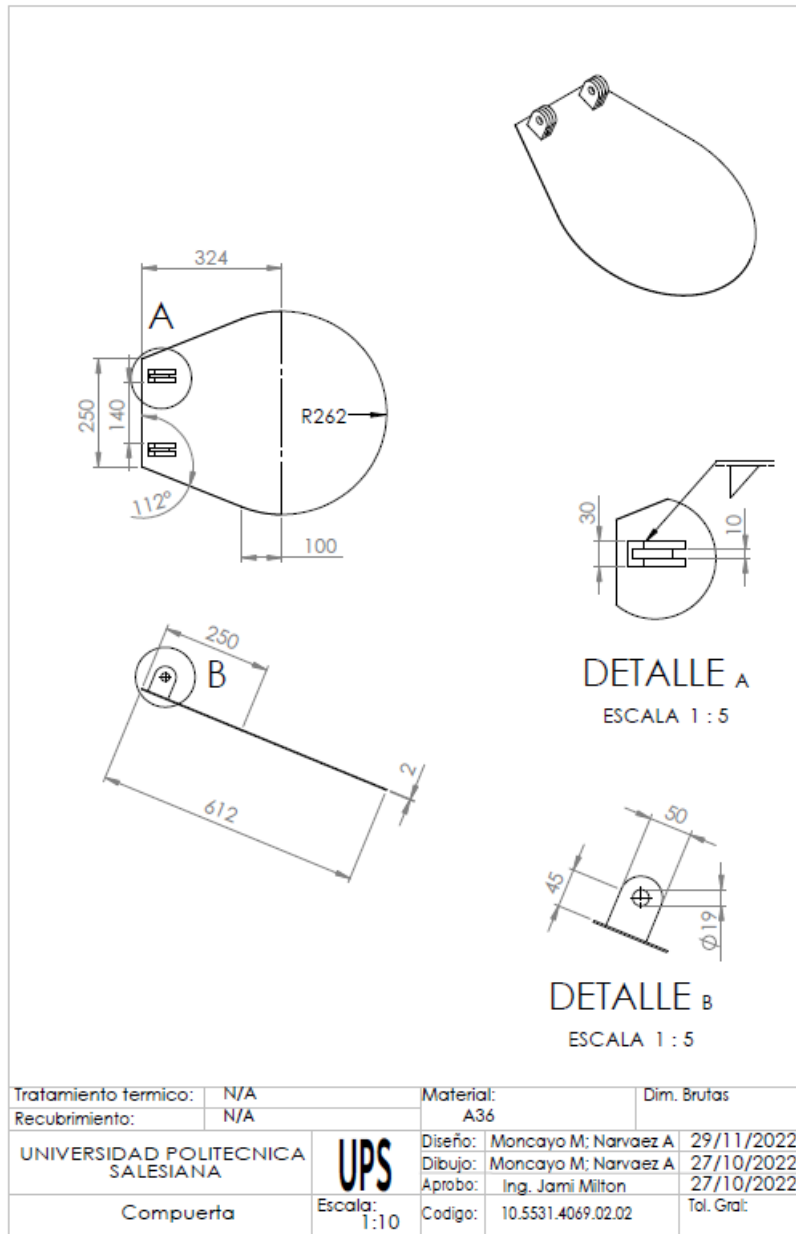


7	Tapones para flauta	2	—	—	PVC	12,7	—
6	Seguros de compuerta	3	—	—	—	—	—
5	Pasadores	2	—	—	A36	—	—
4	Flauta	1	10.5531.4069.02.04	—	PVC	12,7x 8500	—
3	Base	1	10.5531.4069.02.03	—	A36	100x50x2	Perfil U
2	Compuerta	1	10.5531.4069.02.02	—	A36	700x700x2	—
1	Contenedor	1	10.5531.4069.02.01	—	A36	—	—
Ref.	Denominación	Cnt.	Norma	Localiz.	Material	Dim. brutas	Observaciones
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA			UPS	Diseño:	Moncayo M; Narvaez A	29/11/2022	
Despiece Contenedor de sustrato				Dibujo:	Moncayo M; Narvaez A	27/10/2022	
				Aprobo:	Ing. Jami Milton	27/10/2022	
			Escala:	1: 10	Codigo:	10.5531.4069.02.00	Tol. Gral:

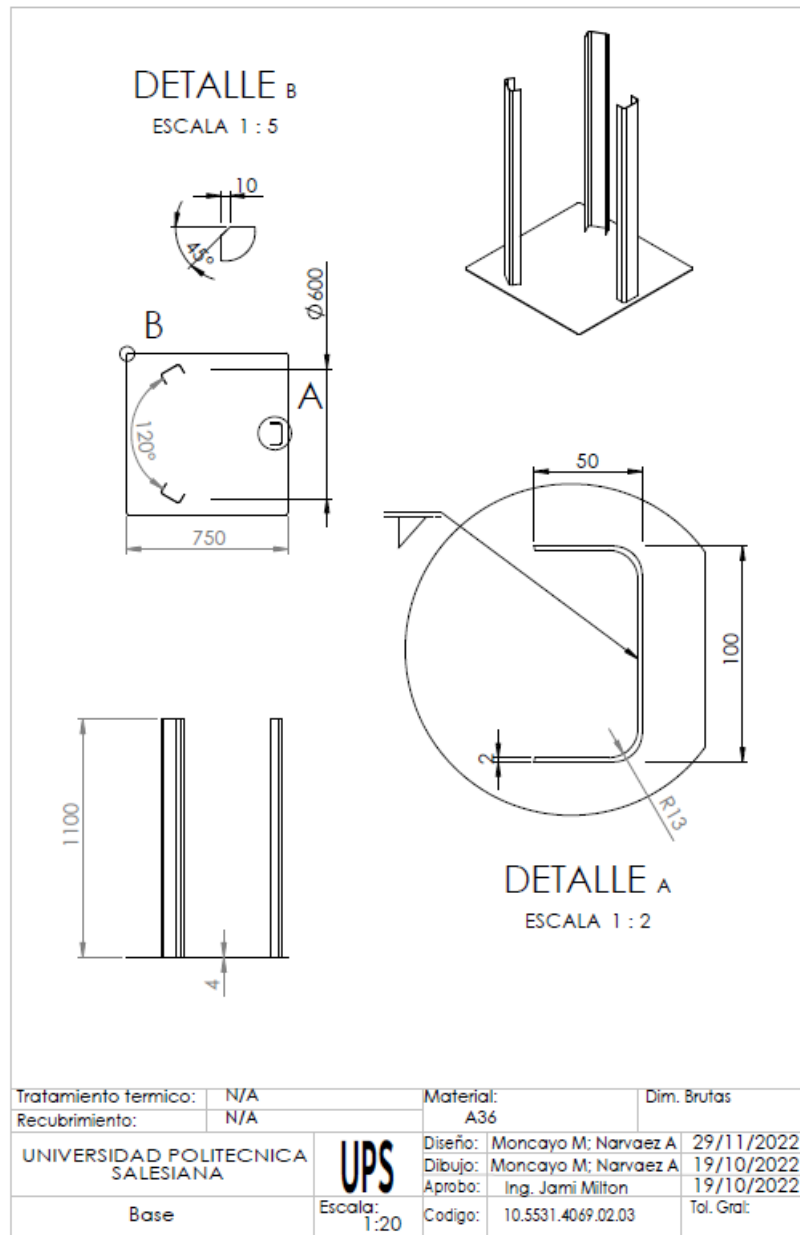
Anexo 17



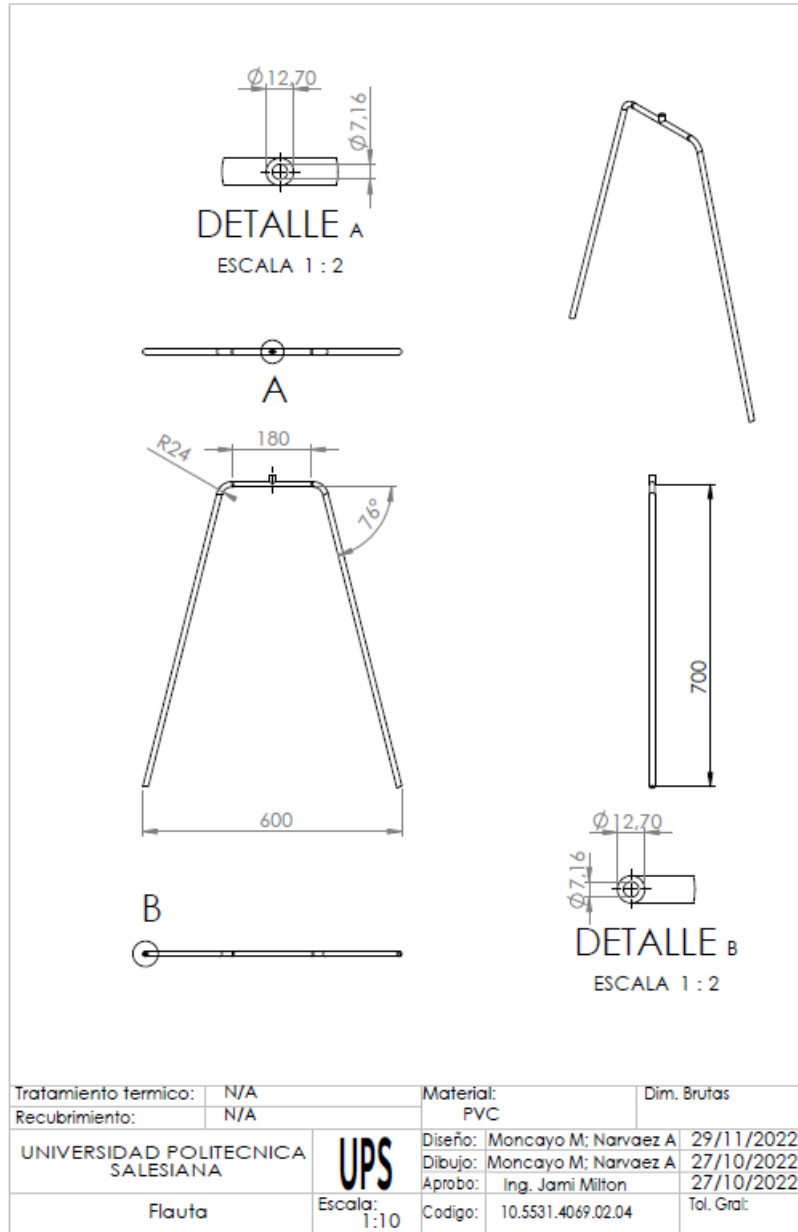
Anexo 18



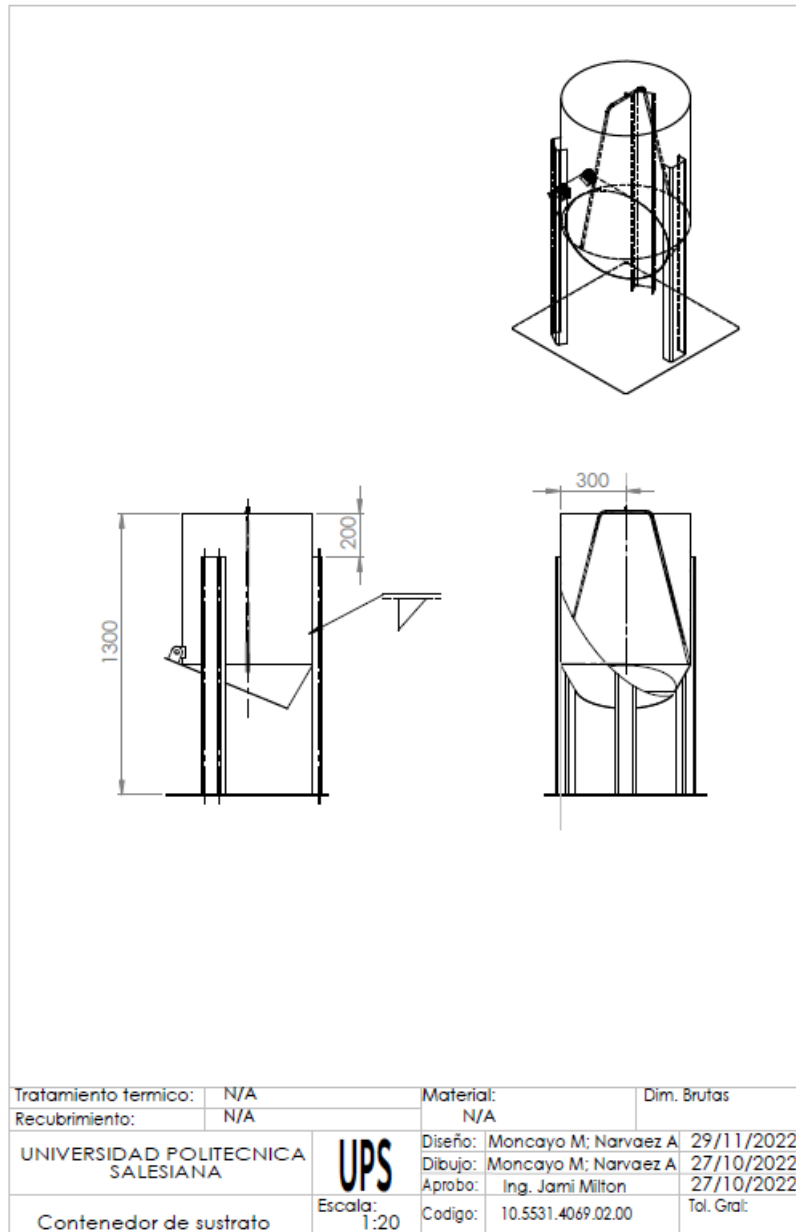
Anexo 19



Anexo 20



Anexo 21



REFERENCIAS

- [1] V. Jiménez Fonseca, “Diseño, e inspeccion de recipientes a presión y ficha técnica,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [2] M. D. A. MAE, “Acuerdo_Ministerial_97a.Pdf.” 2017.
- [3] Infoagro, “Tipos de sustratos de cultivo.”
infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm.
- [4] A. B. N. Maritsa, “Métodos de desinfección de sustrato para el control de damping-off en semillero de teca, bajo invernadero en la empresa seragroforest, provincia santo domingo de los tsachilas,” no. June, 2013.
- [5] S. P. Marta, “Eliminación del bromuro de metilo en países en vias de desarrollo.”
- [6] M. De, M. Ambiente, Y. Medio, and R. Y. Marin, “GOBIERNO DE ESPAÑA Biodesinfección de suelos y manejo agronómico.”
- [7] M. Zanón, “Efecto de la biofumigación y biosolarización en el control de agentes fitopatógenos,” p. 203, 2009.
- [8] “Agroptima Blog.” <https://www.agroptima.com/es/blog/solarizacion-de-suelos/>.
- [9] Hydroenv, “Qué es el sistema de raiz flotante.”
https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=64.
- [10] E. & Viveros, “Movilvap: Breve historia de dos soñadores.”
https://www.economiayviveros.com.ar/archivo/mayo2009/emp_01.html.
- [11] R. Vignoli, “Esterilizacion Y Desinfeccion,” *Eur. Pharm. Rev.*, vol. 22, no. 6, pp. 27–30, 2017, [Online]. Available: <http://www.higiene.edu.uy/cefa/Libro2002/Cap 27.pdf>.
- [12] L. Rodriguez, “Conformado mecánico de materiales metalicos,” 2014.
https://issuu.com/lusartrodher/docs/conformado_mecanico_de_materiales_m.
- [13] E. Fernando, G. Zambrano, and Y. E. Alonso, “El Barolado.”
- [14] Faccin, “Máquina Cilindradora de 3 Rodillos 3HEL.”

<https://www.faccin.com/es/producto/3hel/>.

- [15] F. P. Beer, J. E. Russell Johnston, J. T. DeWolf, and D. F. Mazurek, “Mecánica de materiales,” 1993.
- [16] J. C. M. Cormac and S. F. Csernak, “Diseño de estructuras de acero,” *Suparyanto dan Rosad (2015*, vol. 5, no. 3, pp. 248–253, 2020.
- [17] A. W. S. D1.1/D1.1M, “American Welding Society AWS,” p. 25, 2015, [Online]. Available: https://pubs.aws.org/Download_PDFS/D1.1-2015-SPA-PV.pdf.
- [18] J. Guato Santamarina and D. J. Guayasamin Vozmediano, “Elaboración De Manual De Mantenimiento Para Tanques a Presión De Almacenamiento,” vol. 1, pp. 67–80, 2014.
- [19] F. Del Castillo, “Recipientes a Presión,” *Univ. Nac. Autónoma México*, 2018.
- [20] G. M. Mundial, “Acero Inoxidable AISI 304 Ficha Técnica, Propiedades, Densidad, Dureza.” .
- [21] Metinvest, “Aceros ASTM A36.” <https://metinvestholding.com/es/products/steel-grades/astma36>.
- [22] L. E. R. Vázquez, “Elaboración De Procedimientos Para La Inspección Técnica, Mantenimiento Y Reparación De Tanques a Presión Para Almacenamiento De G.L.P.,” p. 271, 2013.
- [23] mundial de Resistencias, “Resistencias,” 2016. <http://mundialderesistencias.com.ec/#>.
- [24] E. Ecuador, “GLP,” 2018. <https://www.eniecuador.ec/>.
- [25] Mator, “articulos de climatizacion qué son y como funcionan los generadores de aire caliente,” 2020. <https://www.mator.es/noticias-mator/articulos-climatizacion/que-son-y-como-funcionan-los-generadores-de-aire-caliente/#:~:text=Los generadores de calor%2C o,en exterior como en interior..>
- [26] Clarín, “Colectores solares: todo lo que hay que saber,” 2015. https://www.clarin.com/construccion/colectores-solares-agua-caliente_0_S1piIitP7l.html.
- [27] Perforador, “Cálculo de la capacidad y volumen en tanques de lodo,” 2019.

- <https://perforador20.wordpress.com/2019/03/03/calculo-de-la-capacidad-y-volumen-en-tanques-de-lodo-3-3/>.
- [28] D. Energ and F. Flujo, “Termodinámica Iv,” *Monogr. Enseñanza La Ing. Térmica Y Fluídos*, 2005.
- [29] F. R. Lezama, “Guia del código ASME sección VIII,” *News.Ge*, p. <https://news.ge/anakliis-porti-aris-qveynis-momava>, 20189.
- [30] E. F. Megyesy, “Manual de recipientes a presión.” 1992.
- [31] “Fondo Toro esférico.” <https://www.slawinski.es/productos/fondo-toro-esferico/>.
- [32] J. M. L. Estrada, “Diseño y Calculo de recipientes a presión,” *Pap. Knowl. . Towar. a Media Hist. Doc.*, p. 192, 2001, [Online]. Available: https://www.academia.edu/34412488/Diseño_y_Cálculo_de_Recipientes_a_Presión.
- [33] Dipac, “Planchas laminadas en caliente,” 2022. <https://dipacmanta.com/producto/planchas/planchas-acero-negro/planchas-laminadas-en-caliente/>.
- [34] I. Aceros, “Viga HEB.” <https://www.importaceros.com/ecuador-quito/viga-heb/>.
- [35] D. fernando O. Peralvo and F. S. T. Andrade, “Diseño de un silo de fonfo cónico para almacenar maíz con capacidad de 25 toneladas con carga y descarga,” *Tesis*, pp. 1–100, 2016, [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>.
- [36] Dipac, “Tubo Estructural Redondo Negro,” 2022. <https://dipacmanta.com/producto/tubos/tubo-estructural/tubo-estructural-redondo-negro/>.
- [37] G. Brianza, “Artículo Xvii Congreso Nacional De Ingeniería Electromecánica Y,” vol. 009, no. Im.
- [38] B. C. del Ecuador, “Indicadores económicos del Ecuador,” 2022. <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/IEMensual/Indicadores/m2047092022.html>.
- [39] “Calculadora VAN.” <https://es.calcuworld.com/calculadoras->

empresariales/calculadora-van/.

[40] “Cálculo de TIR.” <https://es.calcuworld.com/calculadoras-empresariales/calculadora-tir/>.