

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Mecánica



TESIS

Diseño y fabricación de una máquina multipropósito para la obtención de aceites esenciales, alcohol y agua destilada

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico

Elaborado por

Luis Keops Vizcarra Gálvez

 [0009-0007-5710-6868](https://orcid.org/0009-0007-5710-6868)

Asesor

Dr. Wilson José Silva Vásquez

 [0000-0001-8672-1234](https://orcid.org/0000-0001-8672-1234)

LIMA – PERÚ

2025

Citar/How to cite	(Vizcarra, 2025)
Referencia/Reference	Vizcarra, L. (2025). Diseño y fabricación de una máquina multipropósito para la obtención de Aceites esenciales, Alcohol y Agua destilada. [Tesis, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

Dedicatoria

A mi Madre Aurelia, a mi Padre Rafael y a mi Hermano José.

A ellos, mi agradecimiento eterno.

Agradecimientos

A mis maestros de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA y a todos mis mentores que inculcaron en mí el amor y la vocación a la ingeniería mecánica.

Resumen

Actualmente existen múltiples procesos industriales para la elaboración de aceites esenciales, hidrolatos, destilación de alcoholes, etc. Estos procesos pueden ser realizados mediante diferentes métodos como: prensado al frío, hidrodestilación, destilación con vapor de agua, etc. Algunos de estos métodos guardan similitudes en sus procesos de extracción/destilación; tal es el caso del método de **arrastre de vapor** y la de **destilación con columna de fraccionamiento**, ambos métodos constan de 02 fases claramente diferenciadas: fase de calentamiento (caldero – distribución de vapor/fraccionador) y fase de enfriamiento (refrigerante o condensador – recuperación/obtención de productos), y mediante un arreglo de diseño mecánico se pueden tener estos 02 procesos en una misma máquina, la cual, con un pequeño cambio de componentes puedan servir tanto para la extracción de **aceites esenciales** por arrastre de vapor como para la destilación de **agua** y **alcoholes** mediante columna de fraccionamiento. Razón por la cual la tesis tuvo como finalidad principal realizar el diseño y fabricación de una maquina multipropósito para la obtención de las mismas.

La construcción de la máquina se enfocó en la compatibilidad de los procesos de extracción de aceites y de destilación de alcohol/agua, además, del control parametrizado de las variables Presión y Temperatura, principalmente en la cámara de vapor (Tanque de líquidos) y en las transiciones por donde circulan los vapores. Finalmente, las pruebas con la máquina construida determinaron que el incremento de producción tanto del aceite esencial como de los destilados dependen del tratamiento de la materia orgánica, calidad del fermentado y el tiempo/temperatura de extracción.

Palabras clave: aceites esenciales, alcohol destilado, agua destilada, arrastre por vapor, columna de fraccionamiento, fermentación alcohólica.

Abstract

Currently, multiple industrial processes exist to produce essential oils, hydrolates, distillation of alcohols, etc. These processes can be made using different methods such as cold pressing, hydrodistillation, steam distillation, etc. Some of these methods have similarities in their extraction/distillation processes; such is the case of the steam entrainment method and the distillation with a fractionation column, both methods consist of 02 clearly differentiated phases: the heating phase (boiler- steam distribution/fractionator) and cooling phase (refrigerant or condenser - recovery/obtaining of products), and though a mechanical design arrangement we can achieve these 02 processes in one same machine, which, with a small change of components, can be used both for the extraction of essential oils by steam entrainment and the distillation of water and alcohols employing a fractionation column. For this reason, the thesis's main purpose was to design and manufacture a multipurpose machine to obtain them.

The construction of the machine was focused on the compatibility of the oil extraction and alcohol/water distillation processes, in addition to the parameterized control of the Pressure and Temperature variables, mainly in the vapor chamber (Liquid Tank) and in the transitions through which the vapors circulate. Finally, the tests with the constructed machine determined that the increment in the production of both essential oil and distillates depends on the treatment of the organic matter, the quality of the fermented product, and the extraction time/temperature.

Keywords: essential oils, distilled alcohol, distilled water, steam entrainment, fractionation column, alcoholic fermentation.

Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
Generalidades.....	3
1.1 Antecedentes de la Investigación	3
1.2 Identificación y Descripción del problema de Estudio.....	6
1.3 Formulación del Problema	9
1.3.1 Problema Principal	9
1.3.2 Problemas secundarios.....	9
1.4 Justificación e Importancia	9
1.5 Objetivos	10
1.5.1 Objetivo General	10
1.5.2 Objetivos Específicos	11
1.6 Hipótesis	11
1.6.1 Hipótesis General.....	11
1.6.2 Hipótesis Específicas	11
1.7 Variables y Operacionalización de variables	12
1.7.1 Variables	12
1.7.2 Operacionalización de variables	12
1.8 Metodología de la Investigación	13

1.8.1	Unidad de Análisis	13
1.8.2	Tipo, enfoque y nivel de investigación	13
1.8.3	Diseño de la investigación	14
1.8.4	Fuentes de Información	14
1.8.5	Población y muestra.....	14
1.8.6	Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos.....	15
1.8.7	Análisis y Procedimiento de Datos.....	16
CAPÍTULO II		18
Marco Teórico y Marco Conceptual		18
2.1	Bases teóricas	18
2.1.1	Destilación alcohólica.....	18
2.1.2	Tipos de fermentación alcohólica.....	20
2.1.3	Tipos de destilación	22
2.1.4	Principales productos para la elaboración de etanol.	27
2.1.5	Aceites.	28
2.1.6	Proceso de obtención de aceite.....	30
2.1.7	Destilación por arrastre con vapor de agua.	34
2.1.8	Modelo de negocio.....	37
2.1.9	Resistencia de materiales.	38
2.2	Marco conceptual: Definición de términos y conceptos.....	39

CAPÍTULO III	42
Desarrollo del trabajo de investigación	42
3.1 Compatibilidad de procesos y esbozo inicial de máquina multipropósito.	42
3.2 Tanque de líquidos.	44
3.3 Abrazaderas TRI-CLAMP de acero inoxidable.	52
3.4 Soporte de tanque de líquidos.	55
3.5 Tanque de orgánicos.	58
3.6 Tapa superior cónica de tanque de orgánicos.....	63
3.7 Canastilla de orgánicos.	63
3.8 Ensamblaje de tanque de orgánicos.....	64
3.9 Columna de Fraccionamiento.	65
3.10 Cuello de ganso.	67
3.11 Codo de cambio de dirección.	68
3.12 Condensador ALLIHN o tubo refrigerante de bolas.....	69
3.13 Condensador GRAHAM o serpentín de refrigeración.....	70
3.14 Decantador vaso florentino.	72
3.15 Escalera gabinete.	74
3.16 Ensamblaje máquina multipropósito para el proceso de extracción de aceites esenciales.	75
3.17 Guía de ensamblaje y operación de máquina multipropósito para el proceso de extracción de aceites esenciales.	76
3.18 Ensamblaje máquina multipropósito para el proceso de destilación fraccionada.....	80
3.19 Guía de ensamblaje y operación de máquina multipropósito para el proceso de destilación fraccionada.....	82
3.20 Listado y costos estándar de materiales.....	86
Capítulo IV. Resultados, Contrastación de Hipótesis y Discusión de Resultados .	89

4.1	Resultados.....	89
4.2	Contrastación de Hipótesis.....	94
4.3	Discusión de resultados.....	95
Conclusiones		97
Recomendaciones		98
Referencias bibliográficas.....		99
Anexos.....		102

Lista de Tablas

Tabla 1: <i>Sistema de variables-dimensiones e indicadores.</i>	12
Tabla 2: <i>Lista de materiales utilizados para la fabricación de cada componente de la máquina multipropósito.</i>	12
Tabla 3: <i>Datos de inicio del proceso de extracción de aceites esenciales para diferentes tipos de materia prima.</i>	89
Tabla 4: <i>Datos de fin de proceso de extracción de aceites esenciales para diferentes tipos de materia prima.</i>	89
Tabla 5: <i>Datos de pruebas de destilación fraccionada para diferentes tipos de materia prima.</i>	92

Lista de Figuras

Figura 1: <i>Esquema de fermentación alcohólica y glucólisis.</i>	19
Figura 2: <i>Proceso de destilación simple.</i>	22
Figura 3: <i>Destiladora fraccionada.</i>	23
Figura 4: <i>Fermentador cónico de acero inoxidable para etanol.</i>	24
Figura 5: <i>Aparato de destilación para arrastre de vapor.</i>	32
Figura 6: <i>Extractor Soxhlet.</i>	34
Figura 7: <i>Lienzo del modelo de negocio.</i>	38
Figura 8: <i>Gráfica de esfuerzo y deformación.</i>	39
Figura 9: <i>Identificación de similitud en los procesos de extracción y destilación.</i>	42
Figura 10: <i>Diagrama base de identificación de procesos y partes principales.</i> ...	43
Figura 11: <i>Diagrama aproximado del recipiente sometido a presión interna.</i>	46
Figura 12: <i>Hoja de cálculo con resultados según ecuaciones y datos ingresados.</i>	48
Figura 13: <i>Dimensiones del tanque de líquidos $D= 390\text{mm}$ & $H=580\text{mm}$.</i>	49
Figura 14: <i>Tapa de forma cónica truncada de caras paralelas.</i>	50
Figura 15: <i>Cuello de $H= 100\text{mm}$ soldada al cono superior y fijación de coplas para instrumentos de medición.</i>	51
Figura 16: <i>Platina inferior y niple roscado para válvula de descarga.</i>	51

Figura 17: Partes de un TRI-CLAMP: férulas soldables, abrazadera y junta de silicona.....	52
Figura 18: Cuello de H= 100mm soldada al cono superior y fijación de coplas para instrumentos de medición.....	53
Figura 19: Diseño final de tanque de líquidos.....	53
Figura 20: Fabricación de tanque de líquidos.....	54
Figura 21: Diseño CAD comparado con el producto final (Tanque de líquidos de 70ltrs).....	55
Figura 22: Diseño de soporte de tanque de líquidos.	56
Figura 23: Diseño de cocinillas de 01 hornilla existentes en el mercado.	56
Figura 24: Diseño de cocinilla anclada bajo soporte de tanque de líquidos.	57
Figura 25: Fabricación del soporte del tanque de líquidos.	57
Figura 26: Diseño CAD comparado con el Soporte de tanque de líquidos.	58
Figura 27: Detalle de fases calientes involucradas en los 02 procesos de la máquina multipropósito.....	58
Figura 29: Válvula esférica de vapor de 3/4" marca Spirax Sarco.....	59
Figura 30: Fabricación de cuello de salida (férula – cono – niple – válvula vapor SS).....	60
Figura 31: Diseño final del distribuidor de vapor (asterisco con 06 brazos y 08 agujeros en c/u).	61
Figura 32: Diseño CAD comparado con el distribuidor de vapor.	61

Figura 33: <i>Ensamblaje de distribuidor – válvula de vapor.</i>	62
Figura 34: <i>Diseño final del Tanque de orgánicos, cuenta con un soporte perimetral (cuello-tanque).</i>	62
Figura 35: <i>Diseño final de Tapa superior del tanque de orgánicos.</i>	63
Figura 36: <i>Diseño CAD comparado con la canastilla de materia orgánica.</i>	64
Figura 37: <i>Etapas del ensamblaje del tanque de orgánicos completo.</i>	64
Figura 38: <i>Diseño CAD comparado con el tanque de orgánicos & vista del corte longitudinal.</i>	65
Figura 39: <i>Fraccionador Vigreux instalada inmediatamente después del matraz de destilación.</i>	66
Figura 40: <i>Diseño de Fraccionador con 07 etapas.</i>	66
Figura 41: <i>Columna de Fraccionamiento fabricado en acero inoxidable con 07 etapas.</i>	67
Figura 42: <i>Detalle de transición entre fases de los 02 procesos de la máquina multipropósito.</i>	67
Figura 43: <i>Diseño de cuello de ganso (cuenta con férulas para ensamblaje en ambos extremos).</i>	68
Figura 44: <i>Diseño CAD comparado con el codo de cambio de dirección.</i>	68
Figura 45: <i>Detalle de fase fría para ambos procesos.</i>	69
Figura 46: <i>Diseño CAD del condensador ALLIHN o de bolas, condensador fabricado con reducciones concéntricas de acero inoxidable (extremo derecha).</i>	70

Figura 47: <i>Diseño CAD del condensador GRAHAM o serpentín, condensador fabricado con tubo inoxidable de 1/2" (longitud aproximada de serpentín: 15mtrs).</i>	71
Figura 48: <i>Fabricación y montaje de serpentín de acero inoxidable.</i>	71
Figura 49: <i>Diseño CAD comparado con el decantador Florentino de acero inoxidable.</i>	72
Figura 50: <i>Componentes y montaje de Soporte 01: Botella, Florentino, Pera de decantación.</i>	73
Figura 51: <i>Componentes y montaje de Soporte 02: Botella, Pera de decantación.</i>	73
Figura 52: <i>Diseño de escalera de montaje y gabinete de componentes.</i>	74
Figura 53: <i>Escalera gabinete fabricado con barra redonda, tubo cuadrado y plancha LAC.</i>	74
Figura 54: <i>Ensamblaje de máquina multipropósito para el proceso de extracción de aceites esenciales.</i>	75
Figura 55: <i>Comienzo del goteo de condensado, recuperado en el vaso Florentino.</i>	78
Figura 56: <i>Ensamblaje de máquina multiproceso para extracción de aceites esenciales.</i>	79
Figura 57: <i>Pruebas de funcionamiento con materia prima de cascaras de naranja, producto obtenido en 02 fases: hidrolato (agua florida) y Aceite esencial de naranja.</i>	80
Figura 58: <i>Ensamblaje de máquina multipropósito para el proceso de destilación fraccionada.</i>	81

Figura 59: <i>Fermentación de almidón de papa para pruebas de destilación.</i>	82
Figura 60: <i>Ensamblaje de máquina multipropósito para destilación fraccionada.</i>	85
Figura 61: <i>Pruebas de funcionamiento con materia prima de fermentado de almidón de papa producto obtenido alcohol de papa de 40°-60°, se comprueba la T de inicio en 78 °C.....</i>	85
Figura 62: <i>Valor arrojado por el medidor electrónico de TDS en una muestra de agua destilada.</i>	93
Figura 63: <i>Máquina raspadora para extraer almidón de las papas, fabricación propia.....</i>	93
Figura 64: <i>Fermentación de almidón de papa y cebada malteada con levadura alcohólica.</i>	94

INTRODUCCIÓN

El 15 de marzo del 2020 se declaró la cuarentena nacional en el Perú debido a la pandemia mundial del Coronavirus (COVID-19) enfermedad cuyo principal síntoma fue la dificultad para respirar y/o neumonía, y una de las formas más extendidas de evitar el contagio fue/es la antisepsia y desinfección con alcohol destilado (etanol 70°); frente a esta situación (de carencias) se consolida la idea de construir una máquina capaz de extraer aceites esenciales (Eucalipto como producto base, usado ampliamente por su acción antiséptica, expectorante y efecto mucolítico) y destilar tanto agua (para consumo humano) como alcohol de fuentes naturales como la caña de azúcar o la papa muy abundantes en la ciudad de Huánuco donde se realiza la presente investigación.

De esta iniciativa se plantean los objetivos de la presente tesis; iniciando con el desarrollo de la compatibilidad entre los procesos de extracción y de destilación para posteriormente, luego de finalizar los planos de detalle, realizar la construcción y las pruebas de funcionamiento de la máquina multipropósito, la tesis se encuentra estructurada en 04 capítulos y culmina con las Conclusiones, Recomendaciones, Referencias bibliográficas y Anexos.

El Capítulo I es una introducción general de la presente tesis, comienza con las generalidades y con la descripción del problema de investigación, planteamiento de los problemas y objetivos tanto principal como específicos.

El Capítulo II comprende el marco teórico, asimismo se abordan las definiciones de los conceptos principales que serán usados para el diseño y posterior construcción.

El Capítulo III presenta el desarrollo del trabajo de investigación, se desarrollarán los cálculos, esquematización y diseño final de los componentes de la máquina

multipropósito, también se realiza una comparativa entre los diseños y los productos finales fabricados, se elaboran las guías de ensamblaje y de operación para cada proceso de la máquina multipropósito y se concluye el capítulo con una lista detallada de los materiales utilizados para la fabricación de cada componente de la máquina.

El Capítulo IV comprende la contrastación de hipótesis, pruebas de funcionamiento de la máquina multipropósito para cada uno de los procesos diseñados y discusión de resultados.

Asimismo, se presentan las respectivas Conclusiones, Recomendaciones, Referencias bibliográficas y Anexos.

CAPÍTULO I

Generalidades

1.1 Antecedentes de la Investigación

Como antecedentes nacionales:

Llacsahuanga (2021) en su tesis titulado: “Diseño de una planta de producción para la elaboración de licor de mango a partir de mango de descarte, en la región Piura”; presentada a la Universidad de Piura; El objetivo general de este proyecto es diseñar una unidad de producción para producir vino de mango a partir de mangos descartados en la región de Piura. El objetivo de este proyecto es valorizar los mangos desechados aprovechando la oportunidad de negocio que presenta la recuperación económica postpandemia para el sector de las bebidas alcohólicas. Para lograr el objetivo, se describen los antecedentes y situación actual tanto del alcohol como del mango, el marco teórico y las metodologías utilizadas para el desarrollo del proyecto. A continuación, se realizará un estudio de mercado para asegurar la aceptación del licor de mango y conocer las características más valiosas de los consumidores de esta bebida. Como resultado de este trabajo se llegó a las siguientes conclusiones: Trabajando en el prototipo se concluyó que al momento de hacer jugo de uva se puede agregar agua para mejorar el grado alcohólico y aumentar la cantidad del producto final, debido a que la levadura es de alta calidad. Durante las pruebas y producción del prototipo, es necesario realizar varios experimentos, variando los parámetros más importantes, con el fin de obtener la fórmula óptima para la producción de licor de mango a nivel industrial. En un proceso a gran escala, es muy importante no crear gastos generales innecesarios que aumenten el precio para el consumidor.

De acuerdo a Gonzales (2021) en su tesis titulado: “Diseño y fabricación de un equipo sostenible y ecológico de extracción por arrastre a vapor para aceites esenciales comerciales, características fisicoquímicas, y elaboración de perfumes”; presentada a la

Universidad María auxiliadora; este estudio se centró en el diseño y fabricación de equipos de extracción de vapor sustentables y ecológicos para aceites esenciales (EA) comerciales, determinación de parámetros de operación, tiempo óptimo de extracción, rendimiento y propiedades fisicoquímicas del producto. de perfumes extraídos con EA y determine el porcentaje de aceptabilidad para 50 hombres y 50 mujeres de 18 a 70 años. Como resultado de este trabajo se llegó a las siguientes conclusiones: Se adquirió un aparato de extracción de vapor, se verificó su funcionamiento en la separación de AE de huevo, romero y eucalipto, con los siguientes parámetros de funcionamiento: volumen de agua: 10 litros, carga máxima de material fresco (verduras): 12 kg, temperatura máxima del proceso extracción: 98 °C, temperatura de salida del vapor al condensador: 96 °C, temperatura entrada agua al condensador: 3 °C a 12 °C, temperatura de salida del agua del condensador: 10 °C a 25 °C.

Como indica Matta (2019) en su tesis titulado: “Desinfectante, limpiador y aromatizante eco limpia”; presentada a la Universidad San Ignacio de Loyola; esta investigación se enfoca en evaluar la viabilidad de un proyecto empresarial planificado en una perspectiva de cinco años, la iniciativa que nace de este proyecto está relacionada con la identificación de una necesidad insatisfecha que es cada vez más importante entre la población a nivel mundial en la actualidad. Las investigaciones realizadas a nivel de protección ambiental han hecho que los consumidores de hoy sean realmente conscientes del impacto que tienen sus acciones en el ecosistema. Como resultado de este trabajo se llegó a las siguientes conclusiones: La investigación de mercado realizada demostró que el consumo de productos de limpieza es muy estacional, segregada en un 35% en la estación de primavera y en un 30% en la de verano, por lo que no es necesario hacer mucha labor de promoción en estas estaciones; las actividades de promoción de ventas deben de focalizarse en las temporadas con bajos niveles de ventas, como otoño e invierno.

Como antecedentes internacionales:

Según Avilés (2021) en su tesis titulado: “Diseño de una destiladora industrial de alcohol”; presentada a la Universidad Técnica de Cotopaxi; el presente proyecto trata sobre el diseño de un alambique industrial para el proceso de destilación de alcohol etílico utilizando como materia prima el extracto de la planta de Agave Americana. El objetivo es reducir la escasez de equipos y los altos costos del proceso de destilación. Para la elaboración de los procesos de destilación se tuvo en cuenta materiales y equipos disponibles en el mercado local para reducir costos. El proyecto de investigación tiene como objetivo: Diseñar un destilador industrial para la obtención de alcohol etílico por fermentación de agave americano. De este trabajo se extrajeron las siguientes conclusiones: Partiendo de un volumen de 500 Litros, se analizaron los requerimientos técnicos mediante cálculos según diseño y normas ASME (The American Society of Mechanical Engineers).

De acuerdo a Montesdeoca (2022) en su tesis titulado: “Diseño de una planta de obtención de alcohol rectificado a partir de alcohol artesanal para la asociación de cañicultores de la Parroquia Ramón Campaña del Cantón Pangua”; presentada a la Universidad Central del Ecuador; para la asociación de cañeros de la parroquia Ramón Campaña de la provincia de Cotopaxi, se diseñó una planta para producir alcohol destilado a partir de alcohol artesanal para mejorar la calidad del etanol obtenido de la producción artesanal. Para lo cual se determinó la composición de los aguardientes artesanales producidos en campo mediante experimentos cuantitativos realizados en el laboratorio de investigación de la Facultad de Química. Con base en la producción aproximada de la región de 6.000 litros diarios y teniendo en cuenta las recomendaciones de la bibliografía, se determinó un proyecto alternativo del centro penitenciario. Como resultado de este trabajo se llegó a las siguientes conclusiones: Se encontró que la temperatura, la presión y el control de reflujo son variables importantes a considerar en las tres columnas, ya que cuando cambia la presión o la temperatura, puede hacer que cambie la composición de equilibrio. Por otro lado, a medida que aumenta el reflujo, el vapor que sube a la parte superior de la columna se vuelve más rico; provocando una mayor separación y reduciendo

el número de etapas con el mismo grado de separación. Pero es importante tener en cuenta que aumentar el flujo de retorno da como resultado mayores costos de energía debido a una mayor carga del digestor y costos operativos.

Lo expuesto por Felipe (2018) en su tesis titulado: "Diseño y fabricación de un prototipo extractor de aceite de la semilla de higuera para producción de biodiesel"; presentada al Instituto Tecnológico de Pachuca; el desafío ahora es reducir el uso de productos derivados del petróleo. De esta manera buscamos alternativas para reemplazarlos. Uno de ellos es apostar por el uso de productos amigables con el medio ambiente, en la etapa actual se opta por la investigación de aceites obtenidos de organismos vivos para la producción de biocombustibles. Esta tesis se enfoca en el diseño de una máquina para la extracción de aceite de ricino utilizando una prensa mecánica continua con un solo eje espiral, caracterizada por la capacidad de realizar un diseño adecuado utilizando un software especial como SolidWorks para. dibujo en 3D De este trabajo se extrajeron las siguientes conclusiones: Con la ayuda de la prueba de vibración se pudo confirmar los resultados obtenidos en la simulación del software ANSYS, los cuales se pueden interpretar de la siguiente manera: la frecuencia de operación de la máquina nunca llega a la resonante frecuencia. estructura que es 78; 518 Hz que es el primer modo de vibración. Vale la pena mencionar que la estructura se retuvo por prueba y error, pero se volvió excesivamente costosa porque se tuvo que comprar acero estructural adicional y la solución adecuada fue bajar el centro de masa de la estructura.

1.2 Identificación y Descripción del problema de Estudio

En la actualidad existen múltiples procesos industriales para la elaboración ya sea de aceites, alcoholes, esencias, hidrolatos, etc. estos procesos pueden ser realizados mediante diferentes métodos como: prensado, destilación con vapor de agua, extracción con solventes volátiles, etc. (Cosió, 2012).

En los diferentes distritos de la ciudad de Huánuco, así como en casi todas las ciudades del país que cuentan con un clima y ambiente adecuado para el crecimiento de

plantas aromáticas pueden encontrarse abundante biodiversidad que puede ser muy bien aprovechada, de estas podemos destacar al eucalipto, la naranja, la caña de azúcar y la papa; estas plantas son aprovechadas sólo de manera comercial y tradicional por los pobladores: vendiéndose el tallo de los eucaliptos como leña, y las naranjas y la papa como fruta y tubérculo respectivamente, sin embargo, hasta la fecha las cáscaras de la naranja son desechadas como basura y la papa sólo se promociona por su biodiversidad mas no por sus productos derivados tales como el alcohol de papa o vodka.

Las hojas de eucalipto y las cascarras de naranja contienen altas concentraciones de aceites esenciales los cuales pueden ser extraídos y altamente rentabilizados. Lo mismo para la realización de fermentados alcohólicos (proceso realizado con levaduras para transformar el azúcar de los líquidos azucarados en alcohol) no sólo de la caña de azúcar y la papa sino de cualquier fermentado alcohólico rico en almidón.

La falta de tecnificación en el proceso de extracción y de destilación ha generado que se pierda de vista el gran potencial que conllevan nuestros productos naturales y residuos aromáticos propios de la región.

El aceite esencial de dichas plantas tiene múltiples aplicaciones de acuerdo a la dosificación y calidad; una importante aplicación se da en el ámbito de la medicina preventiva de primer orden; las humidificaciones y vahos con aceite de eucalipto tiene beneficios antiinflamatorios, antimicrobianos y expectorantes.

El proceso para la obtención de los aceites esenciales por medio del arrastre con vapor de agua es ampliamente estudiado y aplicado a nivel piloto e industrial.

Para el proceso de extracción de aceites esenciales se necesita como materia prima el componente biológico y vapor de agua controlada en temperatura y presión (parámetros determinados para cada tipo de muestra/carga utilizada). La calidad del vapor estará regulada por la cantidad de sales disueltas en el agua pudiéndose estas controlar con el uso de agua destilada, por ejemplo.

Para La destilación tanto de agua como de alcohol se debe de contar con un fermentado con potencial alcohólico que permita ser destilado en un alambique y/o

columna de destilación en la cual se deben de controlar los parámetros de temperatura (mientras el agua hierve y se evapora a 100°C, a nivel del mar, el etanol presente hierve a 78°C) y de tiempo, el cual se afina de acuerdo a las técnicas propias del proceso de destilación y de la materia prima usada.

Por lo anterior mencionado se plantea la presente tesis, que tiene como principal finalidad realizar el diseño y la fabricación de una máquina multipropósito para la obtención de aceites esenciales, alcohol y agua destilada, esta máquina podrá trabajar con los compuestos orgánicos de toda la zona centro de nuestro país, en específico se contarán con muestras de la ciudad de Huánuco (lugar donde se realizará el diseño y la fabricación de la máquina multipropósito).

La máquina que se pretende diseñar y construir deberá ser de fácil ensamblaje y reemplazo de componentes, también se buscará utilizar perfiles metálicos planos y no planos que sean de venta y circulación comercial constante para así garantizar un fácil manejo, operación y mantenimiento; Los planos de fabricación serán orientados a ser de fácil entendimiento y diferenciado entre componentes y ensambles.

También se contempla que el diagrama de procesos para la obtención de aceites esenciales, alcohol y agua destilada guarda compatibilidad entre ellas ya que se llevan a cabo mediante el uso de la evaporación (fase caliente del proceso) y posterior condensación de vapores (fase fría del proceso). Para el proceso de evaporación se necesita una cámara hermética con registro de temperatura y presión donde se realizará la transferencia de calor y evaporación (las fuentes pueden ser gas GLP y/o resistencias eléctricas) y para el proceso de la condensación se necesita un condensador de tubo recto o “refrigerante”, se planea utilizar un condensador ALLIHN (Refrigerante de bolas) para la configuración de extracción de aceites y un condensador GRAHAM (Serpentín de refrigeración) para la configuración de destilación de alcohol. Finalmente, para lograr una adecuada condensación se diseñará un sistema de recirculación de agua fría/helada a través de un recipiente que embeba al refrigerante y pueda utilizar el mismo volumen de líquido sin desperdicios ni mermas, solo controlando su valor de temperatura.

1.3 Formulación del Problema

¿Cuál es el diseño adecuado para una máquina que pueda realizar tanto el proceso de extracción de aceites esenciales por arrastre de vapor como para destilar fermentados y obtener alcohol?

1.3.1 Problema Principal

¿Cómo realizar el diseño y fabricación de una máquina multipropósito para la obtención de aceites esenciales, alcohol y agua destilada?

1.3.2 Problemas secundarios

- ¿Cómo realizar el diseño y el dimensionamiento de cada uno de los componentes de la máquina multipropósito para la obtención de aceites esenciales, alcohol y agua destilada?
- ¿Cómo verificar que el costo y replicación de la máquina multipropósito sea accesible y de partes estándares que se puedan conseguir en el mercado local o regional?
- ¿De qué manera generar los planos de fabricación y los manuales de uso y ensamblaje de la maquina multipropósito para la obtención de aceites esenciales, alcohol y agua destilada?

1.4 Justificación e Importancia

La obtención de aceite esencial, alcohol y agua destilada mediante métodos convencionales, como viene a ser el arrastre por vapor, ha sido ampliamente estudiada y mejorada, siendo un proceso sencillo, replicable y seguro. Nuestra intención es diseñar y fabricar una máquina multipropósito que pueda ser utilizada para obtener aceites esenciales y a su vez, con sencillos ensambles, poder destilar agua (agua sin componentes

minerales) y alcohol; generando productos de alto valor comercial desde materia prima relativamente barata.

Caso aparte es el planteado como un proyecto de economía circular la extracción del aceite esencial de la naranja, que se obtiene de las cáscaras de la fruta; estas cáscaras son el “residuo” de las juguerías y ambulantes que venden el jugo de naranja. Haciendo así que la materia prima para el aceite de naranja sea de “costo cero” y pudiendo obtener mayores márgenes de ganancia en el hipotético caso de una comercialización o producción industrializada.

El aceite de eucalipto, el agua destilada y el alcohol fueron parte esencial en el control del coronavirus (Pandemia 2020) el cual afectó a toda la población mundial desnudando nuestra poca o nula preparación para este tipo de contingencias. El control y la prevención de afecciones respiratorias, la calidad del agua que consumimos y la desinfección de manos y alimentos siempre estarán presentes en toda recomendación médica y de cuidado personal y familiar.

Partiendo de esta premisa, la importancia de diseñar, fabricar y probar una máquina que pueda abastecernos de aceite esencial, agua y alcohol destilado radica en concebirlo práctico, barato y accesible a toda la población tanto campesina como de ciudad; crear una máquina capaz no sólo de beneficiar a una familia, sino, ser tan eficiente que pueda cubrir demandas mayores; ser flexible a poder trabajar de manera continua con variación mínima de parámetros para una misma materia prima y poder ampliar bajo el mismo diseño general la producción piloto a una producción en serie, de mayor demanda de productos y calidad. Finalmente lograr que la máquina sea de fabricación estandarizada pudiendo ser replicada y mejorada para cada tipo de contexto en la que pueda ser utilizada.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Realizar el diseño y fabricación de una máquina multipropósito para la obtención de aceites esenciales, alcohol y agua destilada.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Realizar el diseño y el dimensionamiento de cada uno de los componentes de la máquina multipropósito para la obtención de aceites esenciales, alcohol y agua destilada.
- Realizar el diseño de la máquina multipropósito con materiales accesibles en un mercado local y/o regional, enumerarlos, metrarlos y costearlos.
- Generar los planos de fabricación y los manuales de uso y ensamblaje de la máquina multipropósito para la obtención de aceites esenciales, alcohol y agua destilada.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis General

Es posible proponer el diseño y fabricación de una máquina multipropósito para la obtención de aceites esenciales, alcohol y agua destilada.

1.6.2 Hipótesis Específicas

- El diseño y el dimensionamiento de cada uno de los componentes de la máquina multipropósito es óptimo para la obtención de aceites esenciales, alcohol y agua destilada.
- Los materiales usados en el diseño y fabricación de los componentes de la máquina multipropósito son accesibles y se pueden conseguir en un mercado local y/o regional.
- Los planos de fabricación y los manuales de uso y ensamblaje de la máquina multipropósito benefician la fabricación y la operación de la máquina multipropósito.

1.7 Variables y Operacionalización de variables

1.7.1 Variables

Variable independiente (VI): Diseño de la máquina multipropósito.

Variable dependiente (VD): Aceites esenciales, Alcohol y agua destilada.

1.7.2 Operacionalización de variables

Tabla 1: Sistema de variables-dimensiones e indicadores.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
V. independiente Diseño de la máquina multipropósito	Máquina multipropósito	• Vida útil • Costo de producción • Tiempo de producción • Control eléctrico	Cuantitativa.	Discreta
	Cálculo estructural	• Eficiencia • Temperatura • Presión manométrica • Esfuerzo de Von Mises		
V. dependientes Aceites esenciales, alcohol y agua destilada	Aceites esenciales	• Rendimiento de producción • Calidad de producto • Rendimiento de extracción • Consumo /costo de Energía • Pre-Tratamiento de materia prima.	Cuantitativa.	Discreta.
	Alcohol	• Rendimiento de producción • Calidad de producto • Rendimiento de extracción		
	Agua destilada	• Rendimiento de producción • Calidad de producto • Rendimiento de extracción		

Fuente: Elaboración propia

1.8 Metodología de la Investigación

1.8.1 Unidad de Análisis

La unidad de análisis del presente proyecto será los aceites esenciales, alcohol y agua destilada, que se plantea obtener mediante la elaboración de la máquina multipropósito.

1.8.2 Tipo, enfoque y nivel de investigación

Tipo

El tipo de investigación es aplicada, ya que a partir de teorías científicas y normativas existentes se va a generar conocimientos prácticos para dar solución a nuestro problema general y específicos.

Enfoque

En el presente proyecto presentará un nivel de enfoque cuantitativo ya que se partió de la recolección de datos, la compatibilidad de procesos (extracción de aceites, alcohol y agua destilada), el pre-dimensionamiento de los componentes mecánicos para posteriormente ensamblar una máquina multipropósito.

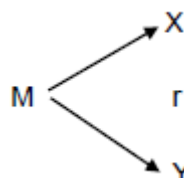
Alcance o nivel

En el presente proyecto presentará un alcance de nivel correlacional ya que se analizará la relación que existe entre las dos variables la independiente y la dependiente, esto con la finalidad de comprobar la hipótesis planteada.

1.8.3 Diseño de la investigación

El presente proyecto presentara un diseño a nivel experimental ya que se manipulan las dimensiones de la máquina multipropósito. Ya que se planteará el diseño de una máquina para obtener los productos de aceites esenciales, alcohol y agua destilada.

Esquema del diseño de la Investigación:



Donde:

M: Muestra

X: Diseño de la maquina multipropósito

Y: Aceites esenciales, alcohol y agua destilada

r: Relación existente entre la variable dependiente e independiente

1.8.4 Fuentes de Información

Para la presente investigación las principales fuentes de información fueron las revistas y artículos científicos publicados en instituciones tanto públicas como privadas esto con el fin de obtener una base teoría del procedimiento necesario que debemos tener en cuenta para realizar el diseño de máquina multipropósito (obtención de aceite esencial, agua destilada y destilación de alcohol).

1.8.5 Población y muestra

Población

En el presente proyecto se consideró como población a todos los beneficiados de la región Huánuco que contando con las materias primas podrían hacer uso de la máquina multipropósito (obtención de aceite esencial, agua destilada y destilación de alcohol).

Muestra

En el presente proyecto se consideró como muestra a los beneficiarios del distrito de Amarilis de la provincia de Huánuco, por ser el lugar de fabricación de la máquina multipropósito (obtención de aceite esencial, agua destilada y destilación de alcohol).

1.8.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos

Técnica

La principal técnica que se empleó en esta investigación fue la observación. Para el desarrollo del trabajo de investigación, se aplicó la técnica de la encuesta y el instrumento del cuestionario, elaborado y diseñado por el investigador. Entre las técnicas se tuvo:

- Encuestas.
- Investigación de datos y antecedentes.
- Análisis documental.
- Costos de los materiales para la máquina multipropósito.
- Análisis de datos.
- Determinación del sistema de funcionamiento de la máquina multipropósito

para la obtención de aceites esenciales, alcohol y agua destilada.

Entre los instrumentos se tendrá:

- Cuestionario de los beneficiarios del distrito de Amarilis - Huánuco.
- Hoja de registro del porcentaje de rendimiento de aceite esencial, considerando el tipo y peso de materia prima (hojas), tiempo de extracción y Temperatura del proceso.
- Hoja de registro del porcentaje de rendimiento de alcohol, considerando el volumen de materia prima (fermentado), tiempo de extracción y Temperatura del proceso.

1.8.7 Análisis y Procedimiento de Datos

Para poder realizar el proyecto en primer lugar debemos recolectar datos, donde se analizarán los costos y acceso de las materias primas para los procesos involucrados: agua, fermentado alcohólico y materia orgánica (hojas de eucalipto y/o cascaras de naranja).

La población beneficiada es aquella que cuenta con los plantíos de eucalipto u otras plantas aromáticas con contenido de aceite dentro del departamento de Huánuco o cualquier persona que pueda acceder a la máquina multipropósito. Lo que se busca optimizar es el consumo de energía, eficiencia del proceso (materializada en la cantidad de mililitros de aceite obtenido por cada batch procesado, por ejemplo), de fácil funcionamiento, totalmente intercambiable, de fácil ensamblaje (poka-yoke) y de bajo costo (accesible) buscando promover una fuente de negocio o para un uso familiar de los productos generados (aceite esencial, alcohol y agua destilada).

El dimensionamiento de componentes estará ligada a la capacidad de carga que se le quiera otorgar tanto al tanque de líquidos como al de alojamiento de materia orgánica; apoyados en el diseño asistido por computadora (CAD) se buscará las dimensiones adecuadas para cada componente de la máquina multipropósito.

Cuando se obtenga los planos de detalle y de taller, se procederá con los cálculos de costos y tiempos para su fabricación, ensamble final, pruebas de hermeticidad y sellado. Finalizada la fabricación de la máquina se realizarán diversas pruebas para obtener los parámetros de funcionamiento adecuado de cada tipo de materia prima utilizada.

Se controlará y parametrizará el pre-tratamiento y el control de las condiciones iniciales de ingreso de las muestras (cargas) buscando los valores óptimos de Temperatura, presión y tiempos de los procesos (tanto para la extracción de aceites, como para la destilación del alcohol), se realizarán pruebas de funcionamiento, de consumo de energía y el cálculo de las eficiencias eléctricas y mecánicas. Determinados los parámetros eficientes para la obtención de los productos seleccionados se actualizarán los planes de mantenimiento y control de procesos. Finalmente se analizará el retorno de inversión asociado a los costes actuales de los productos obtenidos (el costo de 10ml de aceite esencial de eucalipto estándar es de \$10 al tipo de cambio febrero 2023).

CAPÍTULO II

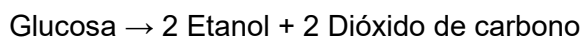
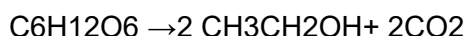
Marco Teórico y Marco Conceptual

2.1 Bases teóricas

2.1.1 Destilación alcohólica

La fermentación alcohólica, también conocida como fermentación de etanol o fermentación de etilo, se ha observado desde la antigüedad, desde la producción de cerveza de cebada hasta la producción de vino a partir de uvas a través de la fermentación biológica anaeróbica o proceso anaeróbico, que tiene su origen en la actividad de los microorganismos que procesan los carbohidratos. como fructosa, sacarosa, glucosa, etc. para obtener alcohol etílico y dióxido de carbono en forma de gas además de moléculas de ATP (trifosfato de adenosina) el mismo que proviene del ADP (difosfato de adenosina) consumido por microorganismos, el etanol producido se utiliza para elaborar bebidas alcohólicas, actualmente también se utiliza. como biocombustible a través de la fermentación industrial (Espinal, 2009).

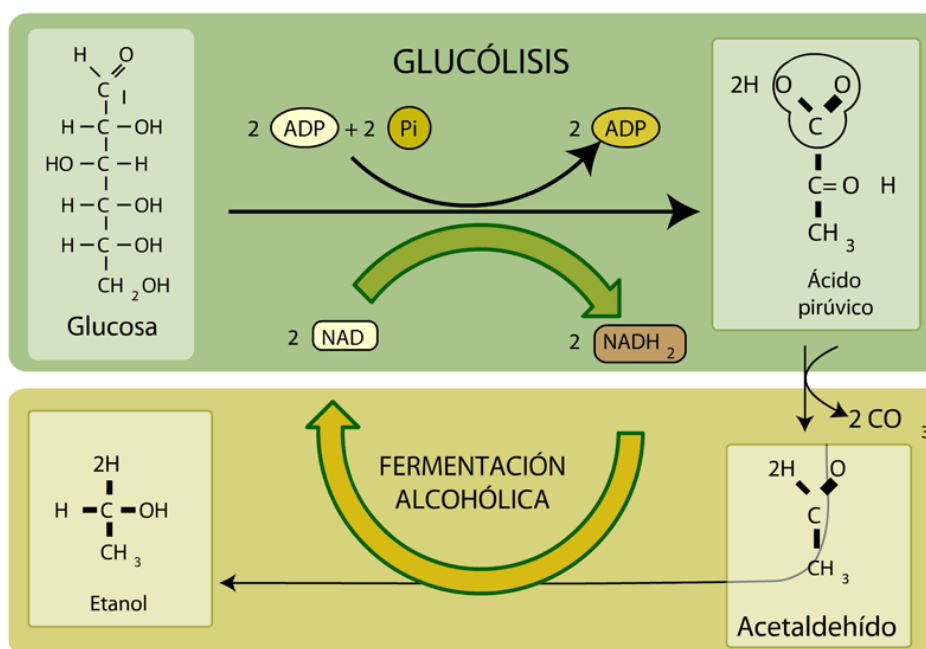
Se representa por la ecuación de Gay – Lussac siendo esta una reacción global:



Ecuación del balance energético de la fermentación.



Figura 1: Esquema de fermentación alcohólica y glucólisis.



Fuente: (Vadillo, 2018)

Temperatura de fermentación

Durante la fermentación, el contenido de azúcar de la uva confitada (jugo) debe permanecer entre 12°C. y 18°C., lo cual debe ser controlado, puesto que en este proceso hay un aumento relativo de la misma debido a la descomposición de los azúcares (reacción exotérmica), es decir, emite calor; por lo que el control de la temperatura es fundamental en este proceso (Espinal, Jiménez y Peraza, 2009).

La temperatura ideal es de 32-35 °C para que la levadura se adapte, si la temperatura es superior a 35 °C, la actividad de la levadura disminuye, pero si la temperatura supera los 40 °C, se puede detener el proceso. inhibiendo las levaduras y puede hacer que el etanol se evapore, si la temperatura es muy baja, la fermentación será más lenta, pero la temperatura solo debe estar en el rango para una fermentación óptima. (Junta Reguladora del Tequila, 2019)

Tiempo de fermentación

La fermentación toma entre 72 y 96 horas en la industria licorera, a diferencia de los vinos y cervezas, que fermentan más lentamente ya temperaturas más bajas, conservando su sabor y aroma. El tiempo depende del contenido de azúcar del mosto, la cantidad y variedad de levadura y la temperatura ambiente. (Martínez, 2017).

Influencia del pH en el proceso de fermentación alcohólica

El pH del proceso de fermentación es muy importante porque debe estar entre 4 y 5 para producir un alcohol base de excelente calidad y excelente cuando el alcohol etílico pasa por el proceso de fermentación, por lo que es muy importante controlar este parámetro de control porque si el pH cambia debido a la contaminación de calcio y azufre, por lo tanto, la levadura después de la competencia, por ejemplo, el calcio hace que las propias levaduras floculen, que sedimenten y no se muevan. Completa la fermentación de los azúcares, el azufre crea espuma, lo que provoca fugas en los tanques de fermentación y por lo tanto residuos. El ácido sulfúrico, láctico o cítrico se suele utilizar para ajustar el pH del mosto. (Consejo regulador del tequila, 2019).

2.1.2 Tipos de fermentación alcohólica

Fermentación industrial: Este es el proceso de cultivo celular en un fermentador o biorreactor para aumentar la biomasa celular, producir enzimas o metabolitos, generalmente de forma aeróbica, para lograr el máximo rendimiento metabólico de un sistema biológico. (Berlioz, 2018).

Una de las ventajas de este tipo de fermentación es el correcto uso de levaduras de inóculo en el proceso de fermentación. Esto se hace para aumentar la cantidad de

producción, ya que el potencial del etanol utilizado en la industria es mayoritario para la producción del derivado. (Páez, 2018).

Fermentación natural: Este proceso se debe a la presencia de azúcar y poco oxígeno, por lo que esta maduración anaeróbica ocurre dentro de algunas frutas, por lo que cuando algunas frutas maduran mucho, se puede oler el alcohol. (Páez, 2018).

Fermentación específica: para obtener etanol son utilizados principalmente los azúcares de frutas, granos y leche; debido a la presencia de estos sustratos estos recursos son los que producen más materia prima para la fermentación y posterior obtención del etanol. Por ejemplo, el proceso de fermentación de las uvas en América del Sur y la del arroz en el continente asiático varía según el lugar de producción de etanol o el grupo étnico. (Castillo, 2016).

Destilación alcohólica

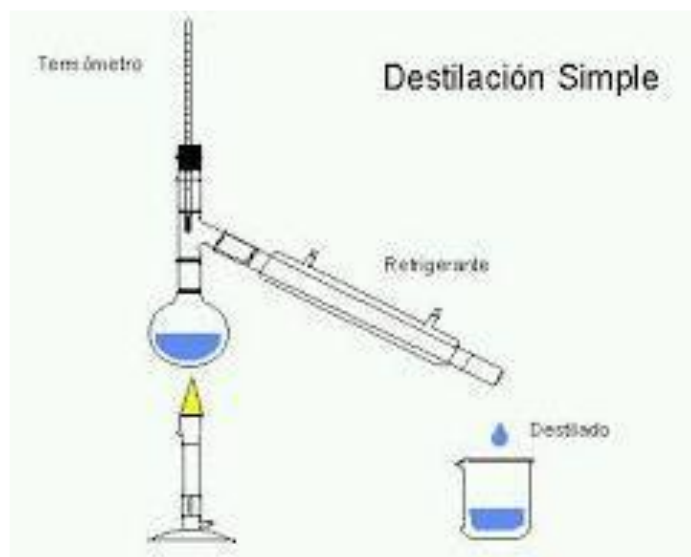
Es una técnica que nos permite separar mezclas líquidas con diferentes puntos de ebullición. Para obtener un mayor grado de pureza de las sustancias a separar, debe haber una gran diferencia en los puntos de ebullición para que la separación sea efectiva. (Espinal, Jiménez, & Peraza, Diseño, construcción y validación de un equipo de destilación de alcohol etílico., 2009).

Cuando se calienta una mezcla de líquidos con diferentes presiones de vapor, el vapor se enriquece con el componente más volátil, y esta propiedad se aprovecha en este tipo de destilación para separar diferentes compuestos líquidos. (Angarilla, 2014). El punto de ebullición teórico del alcohol es de 70 °C y el punto de ebullición experimental es de 78,3 °C. Recuerda que estos valores varían según el sistema de destilación, pero la mayoría establece este rango, y el agua a 100 °C que usamos para separar el alcohol hirviendo del jugo de uva y su vapor pasa por un condensador frío que lo devuelve al

líquido. un estado que provoca la destilación. El proceso de destilación es el más fuerte para obtener 95% de alcohol, ya que al agregar agua a 5°C se baja el punto de ebullición a 78,15°C. (Ramírez, 2015)

El líquido destilado tiene la misma composición que el vapor y; por tanto, con este sencillo procedimiento conseguimos enriquecer el líquido destilado con el componente más volátil. Así, la mezcla que queda en el matraz de destilación se enriquece con un componente menos volátil (TP laboratorio químico, 2017).

Figura 2: *Proceso de destilación simple.*



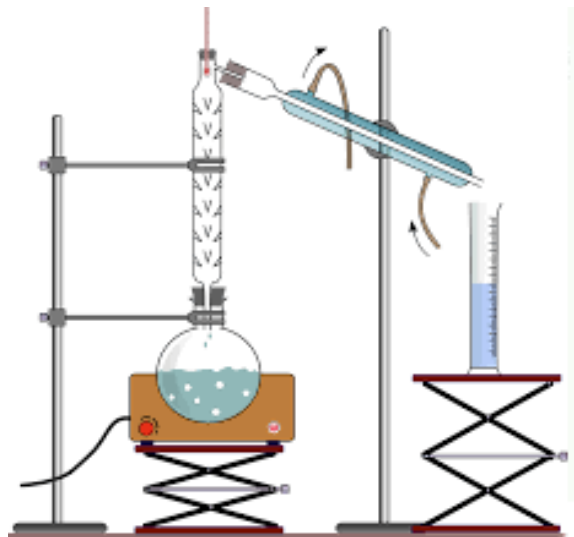
Fuente: (Cortez, 2015)

2.1.3 Tipos de destilación

a) Destilación simple: Una técnica de separación utilizada en laboratorios químicos para eliminar impurezas no volátiles para purificar líquidos. También se utiliza para separar mezclas de líquidos miscibles con diferentes puntos de ebullición. Al menos 25 °C, también es, por ejemplo, 150 °C a presión atmosférica. Por lo tanto, aprovecha las propiedades del punto de ebullición de las mezclas líquidas. (De química, Destilación simple, 2021).

b) Destilación fraccionada: Se utiliza para separar componentes líquidos con diferencias de punto de ebullición inferiores a 25 °C mediante múltiples ciclos de condensación por evaporación. Cada componente separado se llama fracción. La estructura es similar a la destilación simple, excepto que la columna de rectificación se inserta entre el matraz de fondo redondo y el accesorio de destilación (que puede tener diferentes estructuras: columna Vigreux, columna empacada, etc.). Esta columna de rectificación suele estar rellena de perlas de vidrio o lana de metal, proporcionando así una gran superficie sobre la que el líquido se condensa y se evapora varias veces, según el diseño. (De química, Destilación fraccionada, 2021).

Figura 3: Destiladora fraccionada.



Fuente: (Lidefer, 2018).

Tecnologías en escala industrial para la obtención de alcohol etílico.

Sistema de fermentadores cónicos de acero inoxidable para etanol; Se emplea estándares internacionales de calidad para acero inoxidable y fue desarrollado en base a un tanque cilíndrico que soporta hasta 14.7 psi, mecanizado con corte por plasma, soldadura de escudo de argón puro y pulido mecánico automatizado en campo de arroz.

El sistema consta de sala de cocción, sala champiñón, rosado, hervidor, hervidor de hidromasaje y topadora de lúpulo. (Shandong, 2016).

Figura 4: *Fermentador cónico de acero inoxidable para etanol.*



Fuente:

(Shandong, 2016).

Etanol

Es un subproducto natural de la fermentación vegetal, producido también por la hidratación del etileno, también llamado alcohol etílico, es un líquido transparente e incoloro y es uno de los compuestos básicos para la extracción de bebidas alcohólicas, su fórmula química es C_2H_6O . Debido a que se disuelve fácilmente en líquidos y agua, también se usa en la industria cosmética, como en pinturas. (Chemical Safety Facts, 2018).

La caña de azúcar y el maíz son uno de los principales medios para producir etanol, pero países como Brasil, Estados Unidos y Canadá utilizan este material en gran escala para su uso como combustible. Estos últimos se combinan en uno de bajo contenido alcohólico.

Características del etanol

Debido a su alta activación con algunos solventes y derivados de la celulosa, forma azeótropos binarios y ternarios con agua y acetatos mayoritarios, y este tipo de compuesto tiene propiedades únicas como: Facilita el proceso de impresión y pintura. B. pH Neutro, Antiinflamatorio 14 °C, Punto de Ebullición 78.3 °C, Límite Explosivo Mínimo 3.3, Máx. 19 v/v%, entre otras propiedades, posee además las siguientes propiedades fisicoquímicas: (Cornejo, 2016)

- Hidrocarburo Alifático.
- Diluyente Universal.
- Líquido Inflamable.
- Incoloro.
- Olor etéreo.
- Sabor acre.
- Soluble en agua, Cloroformo y Alcohol Metílico.

Propiedades físicas y químicas del etanol

El etanol, conocido por su fórmula química como $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ o $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, tiene las siguientes propiedades físicas: Tiene un punto de fusión de -115 °C, una densidad intrínseca de 0,806 g/l y una solubilidad miscible con agua. La química del etanol es predominantemente la de los grupos hidroxilo, pero muchas reacciones involucran grupos metilo. Bajo la influencia de ácidos orgánicos e inorgánicos, se producen los ésteres correspondientes, que se descomponen en alcoholes y ácidos por hidrólisis. (Espinal, 2009).

El alcohol etílico reacciona con algunos metales para formar etóxidos. El etóxido de sodio y aluminio se utilizan ampliamente en síntesis orgánica. Los grupos hidroxilo se reemplazan con halógenos usando reactivos comunes (haluros de hidrógeno y haluros de fósforo). El éter de etileno o dietílico se puede obtener deshidratando etanol. (Espinal, 2009).

El etanol reacciona con los grupos carbonilo de aldehídos y cetonas para formar acetales. Cuando se oxida el etanol, se produce etanal seguido de ácido acético. Cuando se toma en pequeñas dosis, hace que el cuerpo se sienta energizado al principio, pero luego actúa como un narcótico y baja la temperatura corporal. Tóxico en su forma pura o en grandes dosis. Le gusta el agua, por lo que es excelente para prevenir la pudrición. (Espinal, 2009).

Debido a que la presión de vapor del agua es más baja que la del alcohol, el punto de ebullición de una mezcla de agua y alcohol aumenta a medida que el alcohol se agota en la solución. El vapor producido al hervir estos líquidos alcohólicos es más rico en alcohol que la solución original. (Espinal, 2009).

El alcohol etílico puro no se puede obtener por destilación de una solución acuosa, porque la mezcla de 95,57 alcoholes es un líquido constante con un punto de ebullición de 77,65 °C, que es inferior al punto de ebullición de los alcoholes puros.

El alcohol etílico se presenta bajo siguientes clases:

- Alcohol industrial o de primera: Grado alcohólico 96,5°GL. (GL°: porcentaje en volumen de solución acuosa de alcohol a 15°C) Utilizado en la elaboración de licores y para diversos fines científicos, sanitarios e industriales. (Espinal, 2009).

- Alcohol desnaturalizado: Resulta de la mezcla de alcohol industrial con sustancias no aptas para beber, objetables y que no se separan fácilmente del alcohol por medios físicos, químicos o mecánicos. (Espinal, 2009)
- Alcohol de segunda: Es un alcohol industrial que contiene impurezas volátiles que se producen durante la fermentación.
- Alcohol absoluto: Con un contenido de 99,7-99,8 °GL, es ampliamente utilizado en análisis químicos como fisiología e histología, y se utiliza principalmente como combustible para motores de combustión interna en combinación con gasolina 70-80.
- Alcohol sólido: Se elabora haciendo una mezcla de alcohol desnaturalizado y jabón, pero se obtienen mejores resultados saturando el etanoato de calcio con alcohol.

2.1.4 Principales productos para la elaboración de etanol.

- **Sacarosas:** Una de las materias primas básicas es la caña de azúcar y la melaza, entre otros. Estos productos contienen azúcares, una forma simple de carbohidrato fermentable que facilita la producción de etanol. Por ejemplo, alrededor de 1 tonelada de melaza produce 230 litros de alcohol etílico.
- **Almidones:** Las principales fuentes de producción de alcohol son los granos y tubérculos que contienen carbohidratos en partes moleculares más grandes que se convierten específicamente en azúcares mediante el proceso de sacarificación. Por lo tanto, se agregan procesos adicionales, lo que requiere más costos y capital.

- **Celulosa:** Contenido en madera, bosques y desechos agrícolas. La mayoría de las materias primas son ricas en celulosa, pero el proceso de conversión del azúcar es muy difícil y costoso. (Ambuludi, 2014).

2.1.5 Aceites.

El aceite vegetal es un alimento diario y su calidad determina nuestra salud. No solo es un material de construcción y energético, sino que también tiene propiedades funcionales. Los aceites y grasas vegetales ocupan la mayor parte del mercado interno de productos derivados del petróleo. El consumo de aceites vegetales está aumentando ya que el consumo medio per cápita de estos productos es mucho menor que en los países desarrollados del mundo. Pueden contener pequeñas cantidades de otros lípidos como fosfolípidos, insaponificables y ácidos grasos libres que están naturalmente presentes en grasas o aceites. (Ambuludi, 2014)

Valor nutricional

El valor nutricional del aceite de semilla de calabaza es comparable al del aceite de oliva, pero el contenido de colesterol del aceite de semilla de calabaza es mucho más bajo que el del aceite de oliva, razón por la cual es preferido por europeos y estadounidenses. El aceite de oliva en los mercados europeos y americanos por su capacidad para prevenir y mejorar la producción de testosterona, contiene 1,3 veces más vitamina E que el aceite de girasol y 1,2 veces más que el aceite de girasol, protegiendo las células del estrés oxidativo.

La composición de los ácidos grasos contenidos en el aceite se compone principalmente de cuatro ácidos grasos como el ácido oleico (C18:1), ácido linoleico (C18:2), ácido palmítico (C16:0) y ácido esteárico (C18:0). Ha sido. Estos cuatro ácidos grasos constituyen 98% del contenido total de ácidos grasos (Murkovic, 2010) y se

consideran aceites de alto valor biológico. La composición de ácidos grasos varía dependiendo de una serie de factores. Ejemplos: variedad, clima de cultivo, condiciones climáticas, madurez, método de extracción del aceite, etc. (Griffith, 2004).

Los ácidos grasos insaturados son ácidos grasos esenciales para el cuerpo humano. Estos ácidos grasos insaturados se dividen en ácidos grasos monoinsaturados (serie ω -9) y ácidos grasos poliinsaturados según el número de dobles enlaces C=C, y existen series ω -6 y series ω -3. A diferencia de las grasas saturadas, las grasas poliinsaturadas son líquidas a temperatura ambiente, incluso cuando están refrigeradas o congeladas. Por otro lado, las grasas monoinsaturadas, como las que se encuentran en el aceite de oliva, son líquidas a temperatura ambiente, pero se solidifican con el tiempo en el refrigerador, dependiendo de la posición del enlace de carbono. Ubicado en el 3.º, 6.º o 9.º átomo de carbono. Estas diferentes estructuras ácidas tienen un gran impacto en sus efectos sobre la salud humana. Cada ácido omega tiene diferentes beneficios y proviene de diferentes fuentes. Por lo tanto, la ingesta de omega-3 tiene muchos beneficios, estos ácidos esenciales son esenciales para la salud y el bienestar humano, son efectivos como antidepresivos y previenen enfermedades cardiovasculares (Mitra et al, 2009), disminuye el riesgo de degeneración macular, mejora la calidad del sueño y ayuda contra el insomnio, cuyas principales fuentes son las semillas de lino, calabaza y chía (Hargrove et al., 2001) Omega 6 Ayuda contra la artritis reumatoide y el cáncer de mama Forma parte del menú de la dieta para adelgazar Ayuda a perder peso y por lo tanto también previene la diabetes Las principales fuentes son el maíz, el girasol, las semillas de uva, las semillas de calabaza y el lino, la soja o el maní (Hargrove et al., 2001)

El aceite es una excelente fuente de triptófano, un aminoácido esencial que el cuerpo convierte en serotonina, que es eficaz en el tratamiento de los trastornos de ansiedad, y la serotonina, que a su vez ayuda a dormir, se convierte en la hormona

melatonina. La presencia plena de esta hormona permite que nuestro cuerpo descanse mejor por la noche.

Aplicaciones del aceite

- En alimentos: En panadería, pastelería, repostería como ensaladas y cereales
- Nutrición médica y dieta de los atletas
- Medicina: invasión de helmintos. Ayuda a tratar la hiperplasia prostática benigna (HPB o hiperplasia prostática benigna). Rico en poderosos esteroides vegetales, la investigación muestra que puede conducir a aumentos significativos en el colesterol bueno HDL, presión arterial más baja, dolores de cabeza y dolor en las articulaciones.
- Cosméticos: productos para el cuidado del cuerpo, jabones. El crecimiento del cabello, el cuidado de la piel, el ácido linoleico, junto con los antioxidantes, las vitaminas C y E, tienen propiedades antiinflamatorias, humectantes y curativas para combatir el acné, suavizar la piel y mantenerla elástica y juvenil.

2.1.6 Proceso de obtención de aceite.

Existen varias formas de extraer el aceite, ya sean físicas o químicas, dependiendo de muchos factores como: B. Las materias primas, los métodos de extracción, la calidad y cantidad que se desea obtener y finalmente la producción de diferentes clases de aceites con características comunes y únicas. Así, los aceites mayormente estudiados y analizado son los aceites vegetales y aceites esenciales de uso común en todos los de cosmética, higiene y cuidado de la piel. Nótese que los aceites vegetales son compuestos orgánicos derivados de semillas, frutos secos, hojas y tallos. Se ha enfatizado que su contenido de grasas saturadas es menor que otros aceites, por lo que se ha encontrado que es más

saludable para el consumo humano. productos cosméticos. Son sus propiedades las que lo convierten en un producto multipropósito, pero lo que lo diferencia de los aceites esenciales y extractos es el método de extracción, la calidad, la cantidad producida y la presentación en la que normalmente se vende. (Ambuludi, 2014)

En cuanto al proceso de obtención del aceite vegetal, se toma como base el proceso común más común con alto contenido en grasas naturales. Los recorridos suelen comenzar con la recogida y la limpieza. Luego se muele, se mezcla, se comprime, se deshumidifica y/o se centrifuga y finalmente se almacena y distribuye el producto. En resumen, este proceso se puede dividir en tres fases. La primera fase es la preparación, la segunda fase es la conversión y la tercera fase es el almacenamiento y la distribución. Varias operaciones en la segunda etapa determinan los productos resultantes, como aceites vegetales y esenciales. Esencialmente, las semillas se someten a un proceso de trituración que consiste en trituración y trituración de la cáscara con el fin de facilitar la extracción. Mediante una trituradora de metal que ahorra tiempo y dinero. Luego agregue agua caliente a la mezcla molida y continúe mezclando lentamente a una temperatura constante para que la mezcla sea uniforme. La temperatura de molienda no debe exceder los 30° para que la mezcla no pierda aromáticos y no se acelere el proceso de oxidación. (Reyes, 2013), las temperaturas pueden alcanzar los 60 grados, lo que afecta algunas propiedades, pero aumenta la penetración y convergencia de agua y aceite. Luego, la mezcla ingresa a una centrífuga de disco (por ejemplo) donde los líquidos se separan por diferencias de densidad. Al final del proceso, el aceite se almacena y mantiene a una temperatura de 14°C hasta que esté listo para ser dispensado (Reyes, 2013).

Otra opción para la centrifugación es la ebullición. Hervir una mezcla líquida en un recipiente metálico, separando agua y aceite por la diferencia de puntos de ebullición, y evaporando la mayor cantidad de agua posible para lograr una sustancia con bajo contenido de agua y purificar el proceso. La mezcla se coloca en un horno de secado que

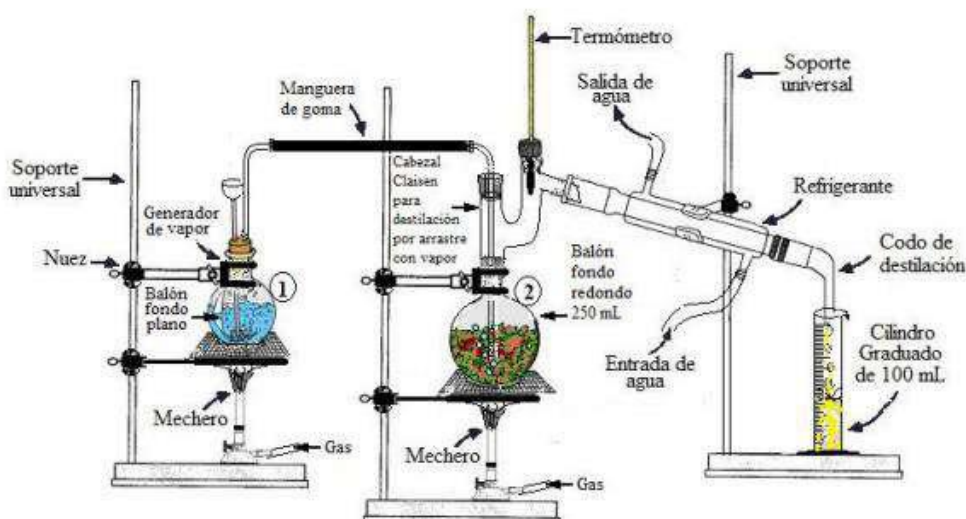
minimiza el contenido de humedad. Este proceso se denomina secado o deshidratación, según el material que se esté procesando y el resultado deseado. Otro método para separar el aceite de otros líquidos es la decantación.

Los aceites esenciales, por otro lado, tienen una composición química compleja y fuertes propiedades aromáticas, con olores que dependen de la planta y parte de la planta en la que se utilizan, como hojas, flores, frutos y raíces. (Sanchez, 2006).

Por regla general, se trata de fracciones líquidas volátiles destilables por extracción con vapor, que contienen sustancias responsables de los olores de las plantas y son importantes en las industrias cosmética, alimentaria y farmacéutica. (Martínez, 2003).

El proceso de extracción con vapor es un proceso económico de varios pasos que requiere el montaje de una serie de piezas de laboratorio (matraces, condensadores, mantas calefactoras, etc.).

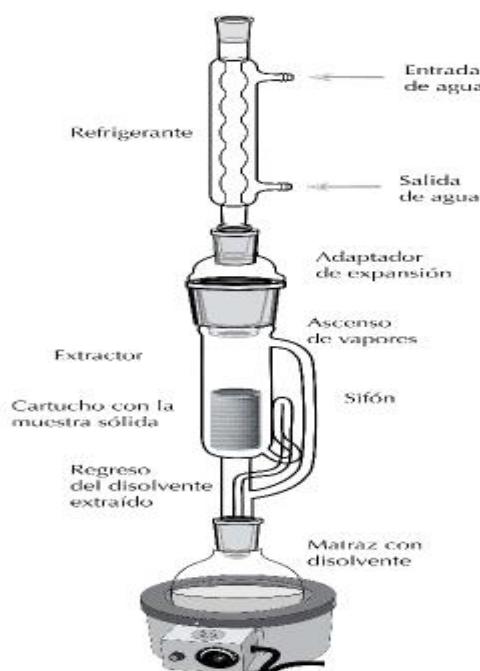
Figura 5: *Aparato de destilación para arrastre de vapor.*



Fuente: Destilación de arrastre de vapor (Pinto, 2016).

La imagen representa el proceso. Primero el agua se evapora y entra en la siguiente botella o bola donde se combina con las partes de la planta como hojas, ramas, etc. Luego se forma la mezcla de agua con compuestos orgánicos y utilizando un encendedor o una manta eléctrica, la mezcla vuelve a vaporizarse y pasa a través de los tubos de refrigeración. Esto se logra mediante la transferencia de calor del líquido como refrigerante debido a su función. El calor se pierde cuando se usa agua, por lo que el vapor de la mezcla se puede condensar y almacenar en un recipiente en estado líquido. El método anterior es económico, pero el agua debe mezclarse uniformemente para resaltar las propiedades de la planta y obtener la máxima cantidad de aceite, y lleva más tiempo obtener más rendimiento. Finalmente, la mezcla condensada no es pura ya que contiene un porcentaje de agua que necesita ser removida. Sepáralos usando diferencias de densidad. En este caso se puede utilizar un embudo de decantación o una centrífuga, ambos se basan en el mismo principio. Los embudos de separación consumen más tiempo ya que la mezcla debe reposar antes de drenar y separar el aceite. En cambio, la mezcla se envía a una centrífuga, que gira a alta velocidad para separarla por peso y densidad. El método Soxhlet se puede utilizar para determinar la cantidad de aceite según el tipo de producción. Esta es una técnica que separa los componentes sólido-líquido y líquido-líquido mezclando la muestra utilizando los componentes químicos como solvente y extrayendo los componentes. Es asimilado y transportado desde el solvente, y posteriormente condensado, hervido y separado por diferentes densidades, lo que requiere varias iteraciones durante un período de tiempo más largo, a diferencia del resto de las técnicas de extracción, pero al mismo tiempo arroja mayores rendimientos de extracción. aumentar. La siguiente imagen muestra partes de un extractor Soxhlet, un aparato utilizado en estudios para medir la concentración de aceites en frutas, plantas y otros productos agrícolas. Por lo general, se usa en la investigación de alimentos para medir la calidad de los aceites en los alimentos procesados. También se utiliza para probar semillas, hojas y cáscaras de varios tipos de plantas.

Figura 6: *Extractor Soxhlet.*



Fuente: (Química, 2021).

2.1.7 Destilación por arrastre con vapor de agua.

Principalmente se denomina destilación por arrastre con vapor, sin embargo, no existe un nombre claro y conciso para definirla, debido a que no se sabe exactamente lo que sucede dentro del equipo principal y porque se utilizan diferentes condiciones de vapor para el proceso. De esta manera, después de que se utiliza vapor saturado o sobrecalentado, fuera del equipo principal, se le llama “destilación por arrastre con vapor” (Günther, 1948), sin embargo, después de que se utiliza vapor saturado, la materia prima está en contacto directo con el agua para producir vapor, se denomina “hidrodestilación” (Günther, 1948). Sin embargo, una vez utilizado el vapor saturado, el problema no es el contacto con el agua de producción, sino con el reflujo de condensado que se forma en el destilador y se supone que el agua es un gestor extractivo, de ahí el nombre de “hidro destilador” (Palomino y Cerpa, 1999).

Definimos el concepto de hidrodestilación como un proceso para la obtención de aceites sustanciales a partir de plantas aromáticas, mediante el uso de vapor saturado a presión atmosférica. El generador de vapor no forma parte del contenedor en el que se almacenan las materias primas, sino que es externo y suministra un flujo constante de vapor. La presión es más alta que la atmosférica, pero el vapor residual, que extrae una cantidad sustancial de petróleo, está a presión atmosférica. La materia prima forma un lecho denso y el reflujo interno de agua es despreciable gracias a la condensación del vapor circundante.

Para explicar el proceso de hidrodestilación, se deben observar las siguientes consideraciones: La materia prima vegetal se carga en un hidro destilador para que forme un lecho fijo compactado, su estado puede ser molido, cortado, entero o la combinación de estos. El vapor de agua se inyecta a través de un suministro interno cerca de su base y con suficiente presión para vencer la resistencia hidráulica del lecho. La generación de vapor puede ser local (caldera), remota (caldera) o interna (fondo de botella).

Cuando el vapor entra en contacto con el lecho, la materia prima se calienta y libera la gran cantidad de aceite que contiene, que a su vez se evapora debido a su alta volatilidad. Debido a que es soluble en el vapor circundante, es "arrastrado" corriente arriba hacia la parte superior del hidro destilador. La mezcla, vapor saturado y aceite esencial, fluye a un condensador, por medio de un "cuello de ganso" o extensión curva del hidro destilador. línea de salida en el condensador se condensa la mezcla y se enfría a temperatura ambiente A la salida del condensador se obtiene una emulsión líquida desequilibrada, que se separa en un decantar dinámico o florentino.

Este aparato se llena inicialmente con agua helada de la planta y el aceite importante, gracias a su casi inmiscibilidad (baja solvencia) con el agua y la diferencia de densidad y viscosidad con el agua, se acumula y tiene una rama lateral, que sirve para

desplazar el agua en para promover el almacenamiento de petróleo. El vapor condensado que acompaña al aceite sustancial y que también se obtiene en florentino se llama "agua floral". Posee una baja concentración de los importantes compuestos químicos solubles del aceite, lo que le confiere un ligero aroma, similar al del aceite extraído. Si se usa un hervidor para proporcionar el vapor saturado, el agua de la flor podría reciclarse constantemente y, por lo tanto, almacenarse como subproducto. El proceso termina tan pronto como el volumen de aceite significativo acumulado en Florentino no cambia con la era de la sustracción. Después de eso, el aceite se extrae del florentino y se almacena en un recipiente y en un lugar adecuado. El hidro destilador se vacía y se llena con el siguiente lote de materias primas vegetales para iniciar una operación completamente nueva (Günther, 1996).

Se muestra un esquema básico del proceso. Aquí, la energía hidráulica aún se carga en lotes y funciona en modo semi constante. Los condensadores normalmente funcionan en modo constante, con el agua de refrigeración fluyendo a contracorriente. El generador de vapor se alimenta con agua dulce que, además del agua de las flores, se recicla. Las aplicaciones de los aceites fundamentales obtenidos por hidrodestilación son muy amplias, de hecho, se utilizan en fragancias, cosmética, industria farmacéutica, aditivos e insumos para sintetizar compuestos, industria alimentaria, aditivos e insumos para la construcción, productos de limpieza personal e higiene del hogar de calidad, etc. La industria farmacéutica necesita aceites esenciales libres de terpenos porque solo los ingredientes farmacológicamente activos de las plantas, que son los terpenos y los sesquiterpenos oxigenados, generalmente se buscan para complementar los productos farmacéuticos.

En los últimos años, la aromaterapia ha experimentado un tremendo auge y aceptación en el mercado mundial. La venta de aceites esenciales puros como elementos de productos aroma terapéuticos ha creado una mayor demanda, motivando la búsqueda

de nuevos aromas, más exóticos y con propiedades pseudo farmacológicas. Otras aplicaciones novedosas que han surgido recientemente y tienen un tremendo potencial futuro para la formulación de biocidas para uso veterinario o agrícola (Teuscher et al., 2005). El rendimiento de una planta varía desde unas milésimas de un por ciento del peso de la planta hasta un 1-3% La estructura de una esencia puede cambiar con la época del año de cosecha, la ubicación geográfica o cambios en los genes (Domínguez, 1985).

2.1.8 Modelo de negocio.

Alexander Osterwalder define un modelo de negocio como “la forma en que una empresa o individuo crea, entrega y adquiere valor para sus clientes” (Osterwalder y Pigneur, 2010). Asimismo, la revista Universia Business Review afirma que los modelos de negocio son “un conjunto complejo de rutinas interdependientes que se descubren, coordinan y certifican a través de la acción” (Winter y Szulanski, 2009). mejora. Todo modelo de negocio debe tener: La escalabilidad, en otras palabras, significa tener la capacidad de crecer y no estancarse, y finalmente la repetibilidad tiene como objetivo hacer que el producto sea estandarizado y repetible. En resumen, un modelo de negocio tiene el propósito de recopilar datos, evaluar alternativas y asignar capacidades para proporcionar un valor diferenciado a los productos y servicios. Por lo tanto, la innovación debe ser planificada, preparada y considerada.

El objetivo de este proyecto es producir alcohol como herramienta desinfectante y de limpieza destinada a proteger la piel y ser una alternativa amigable con el medio ambiente. El gel antibacterial se ofrece en el mercado en una variedad de tamaños, tanto para uso personal como en presentación adecuada para familias y empresas (Quito García 2021)

El producto contará con las siguientes cualidades y aspectos que favorecerán su uso:

- En su producción se utilizarán residuos orgánicos, los cuales serán recuperados de los residuos que generan las empresas procesadoras.
- Buena relación precio-calidad, de acuerdo con el tipo de cliente y el volumen de compra;
- Producto ergonómico y de fácil uso, que será diferenciado de acuerdo con el usuario (hombres, mujeres) y el tamaño (personal, familiar o empresarial).

Figura 7: Lienzo del modelo de negocio.

Socios clave	Actividades clave	Propuesta de valor	Relación con los clientes	Segmento de clientes
Proveedores: Empresas productoras de jugo y pulpa mango Distribución: Supermercados ; farmacias y tiendas Lograr relaciones con centro comerciales, universidades y otros lugares con concurrencia masiva	Producción a escala medio de gel antibacterial con aceite de frutas Logística: Compra y recolección de pepa de mango. Distribución del producto Recursos clave -Físicos: Infraestructura y maquinaria adecuada para la obtención de aceite -Humanos: Mano de obra -Económicos: Efectivo, línea de crédito	Gel antibacterial con aceite de mango Reducción de la contaminación por residuos solidos -Personalización: tipos de envases según el uso Reciclaje de plástico Servicio de delivery para rellenar envases	-Asistencia personal: por vía telefónica o mediante correos electrónicos se atenderán dudas o pedidos de clientes -Comunidades: mediante vía online se pueden crear foros publico para que compartan sus ideas Canales 1. Marketing digital (para dar información de nuestro producto) 2. Letreros en supermercados y farmacias	Mujeres y hombres de Piura del sector económico A,B,C,D Proyección: Masificación y venta a otros departamentos
Estructura de costos		Fuentes de ingreso		
Costos de inversión (preoperativo): equipos, transporte, constitución de la empresa, terreno Costos operacionales: Fijos(luz, agua, internet, publicidad, salarios del personal) y variables (insumos, materias primas, envases)		Fijo: Venta del producto, lista de precios fijo Según el volumen: precios mas accesibles por volumen de compra Según el segmento de mercado: Volumen de consumo variable		

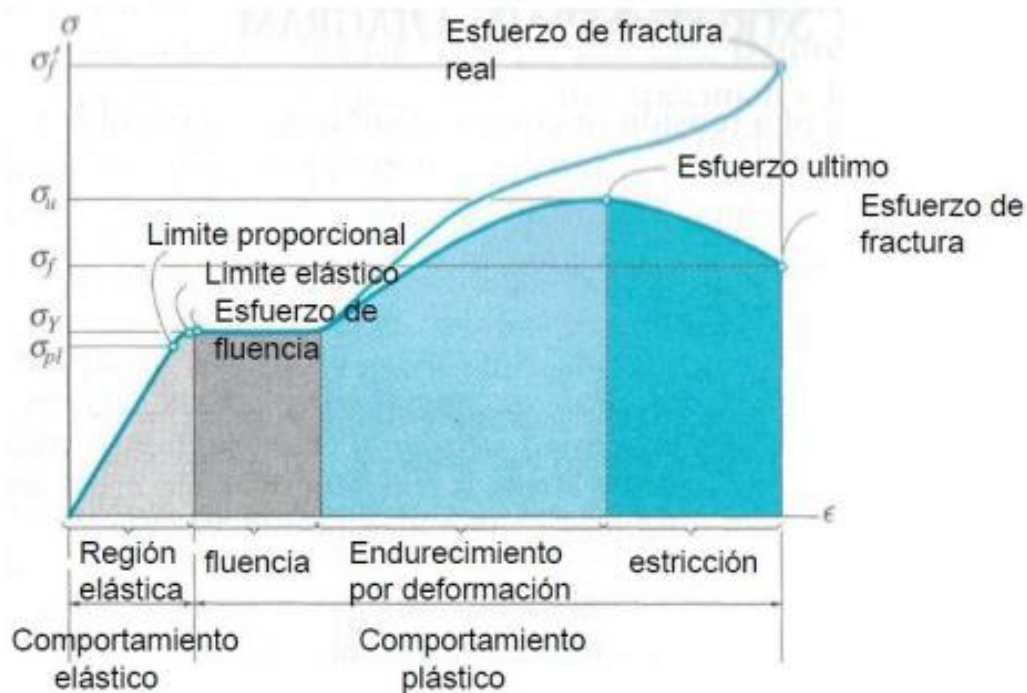
Fuente: (Quito García, 2021).

2.1.9 Resistencia de materiales.

Estas son consideraciones muy antiguas en diversos estudios y estudios relacionados con la evaluación de cada material, sus especificaciones técnicas como propiedades mecánicas, esfuerzo y resistencia. Por esta razón, se conocen y se han desarrollado varios métodos para calcular adecuadamente el comportamiento físico y químico de cualquier material. A partir de ahí, se desarrollaron varios métodos muy conocidos de pruebas destructivas para dar una idea del estrés. Comportamiento según

las curvas contenidas en el mismo Se pueden distinguir dos grupos, materiales dúctiles y frágiles, dependiendo del esfuerzo que sufre cada material cuando se supera su límite elástico.

Figura 8: Gráfica de esfuerzo y deformación.



Fuente: (Muñoz, 1999).

2.2 Marco conceptual: Definición de términos y conceptos

Alcohol: El alcohol se utiliza como intermediario químico y disolvente en las industrias textil, de colorantes, química, detergentes, perfumería, alimentación, bebidas, cosmética, pinturas y barnices. (Sciencedirect, 2019).

Manufactura: es la producción de bienes utilizando mano de obra, maquinaria, herramientas y procesos o formulaciones biológicas o químicas. Manufactura significa la transformación a gran escala de materias primas en productos terminados. (TWI, 2020).

Aceite: Un líquido fragante obtenido al vapor o prensando ciertas plantas. Los aceites esenciales contienen sustancias químicas naturales que dan a las plantas su "esencia" (olor y sabor específicos). (TWI, 2020).

Agua destilada: El agua destilada es una sustancia compuesta por H₂O que se somete a un proceso de destilación que elimina las impurezas y los iones contenidos en el agua cruda. (Sciencedirect, 2019).

Diseño: En general, el diseño es la práctica profesional de crear productos, objetos, espacios y servicios que las personas utilizan en la cultura formal, el arte y la tecnología. Se considera una actividad creativa que tiene como objetivo inventar objetos útiles y estéticos. (Sciencedirect, 2019).

Fabricación: En pocas palabras, es la fabricación de objetos por medios mecánicos o por conversión manual de materias primas por parte de especialistas. (Sciencedirect, 2019).

Arrastre de vapor: La destilación al vapor es una técnica para separar sustancias poco solubles en agua y se utiliza para separar sustancias de mezclas con puntos de ebullición muy altos que se descomponen durante la destilación. (Sciencedirect, 2021).

Temperatura: La temperatura es una intensidad física que indica la cantidad de calor o frío en un cuerpo humano, objeto o ambiente, generalmente medido con un termómetro. La temperatura no depende de la proporción de materia ni promueve cambios estructurales. (Sciencedirect, 2021).

Eficiencia: La eficiencia de las máquinas de construcción se utiliza para medir la productividad establecida en fábrica. Evalúe cuánto tiempo de construcción es útil en la funcionalidad del tiempo total de producción. (Sciencedirect, 2021).

Máquina: Una máquina es un sistema físico que usa energía para aplicar fuerza y controlar el movimiento para realizar acciones. El término se aplica generalmente a los dispositivos hechos por el hombre, como los que utilizan máquinas o motores. (Sciencedirect, 2021)

Presión manométrica: Equivalente al coste de la lectura directa con manómetro o transmisor de presión. Las lecturas manométricas también se denominan presiones relativas porque comienzan teniendo en cuenta la presión atmosférica presente en el lugar de medición como un costo cero. (Sciencedirect, 2021)

Acero inoxidable: El acero inoxidable es muy resistente a la corrosión, ya que el cromo u otros metales aleados que contiene tienen una altísima afinidad por el oxígeno y reaccionan con él formando una capa de pasivación, evitando así la corrosión del hierro. (Sciencedirect, 2021)

Diseño de ingeniería: El diseño de ingeniería es un proceso sistemático, creativo y flexible basado en las matemáticas, la ciencia y la ingeniería, que implica la generación de especificaciones, la evaluación sistemática y las pruebas para producir equipos, sistemas y procesos. (Sciencedirect, 2021)

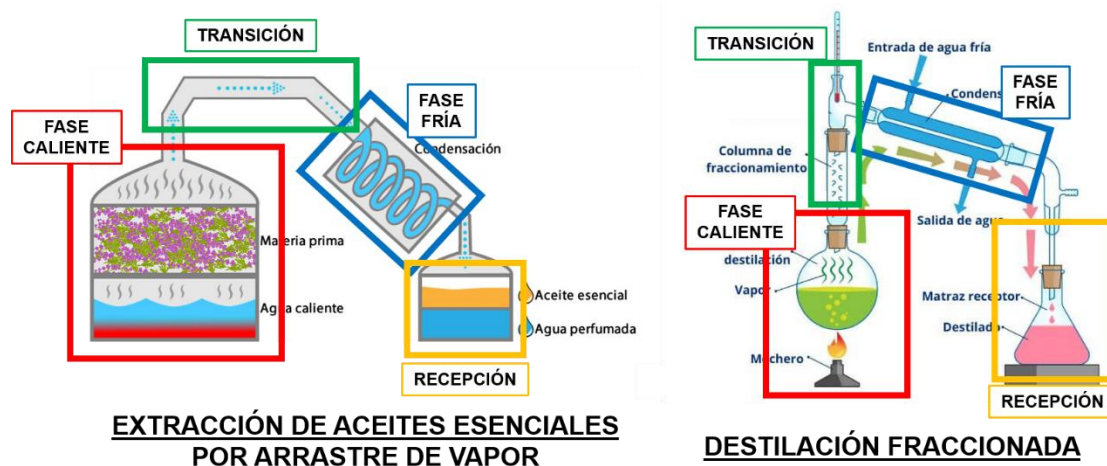
CAPÍTULO III

Desarrollo del trabajo de investigación

3.1 Compatibilidad de procesos y esbozo inicial de máquina multipropósito.

Los procesos que se buscan juntar en una sola máquina son los de la de extracción de aceites esenciales por arrastre de vapor y la de destilación fraccionada de alcohol. Para este fin partiremos desde los diagramas básicos de cada uno de estos procesos, e identificaremos las similitudes y diferencias para esbozar las piezas (elementos de la máquina multipropósito) que serán de uso compartido y aquellas que serán únicas para cada proceso.

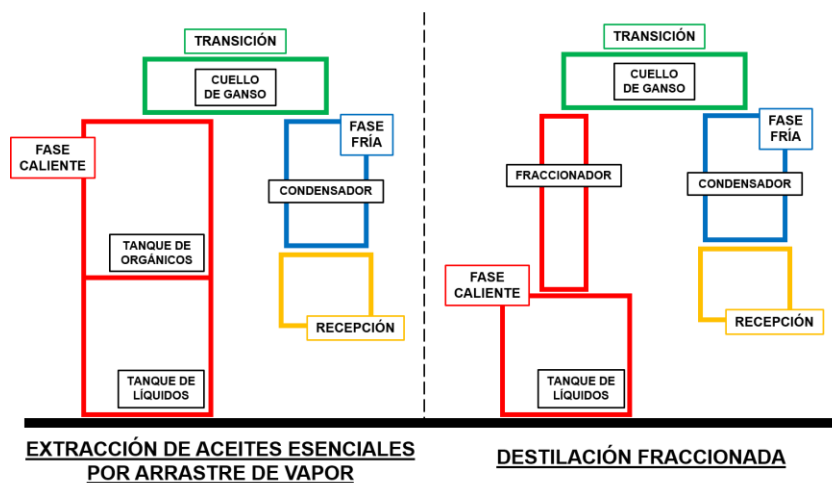
Figura 9: Identificación de similitud en los procesos de extracción y destilación.



Fuente: (tomado de lifeder.com).

De la figura 9, podemos crear una correlación entre las fases de cada proceso en cuestión, diferenciando 04 etapas: (1) Fase caliente, (2) Transición de vapores, (3) Fase fría y (4) Recepción de productos obtenidos. Estas etapas guardan similitud entre los procesos, así que partiremos de un diagrama básico para poder diseñar las piezas componentes.

Figura 10: Diagrama base de identificación de procesos y partes principales.



Fuente: Elaboración propia.

En esta etapa ya podemos diferenciar los componentes principales de la máquina para cada proceso:

(1) Extracción de Aceites esenciales:

- Tanque de líquidos.
- Tanque de orgánicos.
- Cuello de ganso (transición/pase de vapores).
- Condensador (que incluya recirculación de líquido refrigerante).
- Recepción y separación de productos.

(2) Destilación Fraccionada:

- Tanque de líquidos.
- Fraccionador.
- Cuello de ganso (transición/pase de vapores).
- Condensador (que incluya recirculación de líquido refrigerante).
- Recepción y separación de productos.

Observamos que a partir de esta identificación de componentes ya podemos empezar a diseñar cada pieza de la máquina. Como datos de entrada tendremos:

- La orientación de la máquina será de manera vertical y constará de 02 bloques unidos por una etapa de transición o llamado cuello de ganso.
- La altura de la máquina no deberá sobrepasar los 2.50mtrs como medida estándar para poder facilitar el armado y ensamblaje de la misma.
- El peso de cada componente no deberá exceder los 25kg. Garantizando que una sola persona pueda ensamblar la máquina completa.
- El material a usarse para la fabricación de los componentes será acero inoxidable o láminas de cobre de acuerdo a la disponibilidad de materiales para la fabricación.

3.2 Tanque de líquidos.

El Tanque de líquidos será diseñado teniendo como referencia las “Normas para el diseño de Recipientes a Presión” de la Norma ASME, Sección VIII División 1, 2010 (Subsección. A, parte UG “Requerimientos generales” UG-27. *“Thickness of shells under internal pressure”* (Espesor de las paredes bajo presión interna). Donde se brindan los parámetros necesarios para determinar las dimensiones de los espesores principales del recipiente que estará sometido a presión (producida por la evaporación del agua para el caso de la configuración: “extracción de aceites” de la máquina multipropósito).

Las especificaciones para el tanque son:

- Capacidad de almacenamiento: 70 litros (2.472 pie³), que es un volumen máximo manejable tanto para la generación de vapor que servirá en el arrastre y como capacidad máxima para hervir el fermentado (equivalente a 03 baldes estándares de 20 litros). Diámetro de diseño = 390mm (15.354”).

- Temperatura de trabajo: 90 °C (194 °F). La temperatura mínima de trabajo es de 30 °C y la temperatura máxima de proceso es de 130 °C (266 °F), se adopta el mayor valor con un factor de seguridad de 2.0.
- Presión de operación: 0.1Mpa (14.5 psi).
- Presión máxima de operación normal del proceso: 0.25Mpa (36.26 psi).
- Presión de diseño (según UG-21. *Design Pressure*):

$$P = \text{mayor}(1.1P_o; P_o + 2) \quad [kg/cm^2]$$

Dónde: P: Presión de diseño.

Po: Máxima presión de operación normal del proceso.

- Presión de diseño: P = 0.275Mpa (39.89 psi).

Para fines de cálculo se trabajará con la recomendación de la norma que sugiere que para presiones en el rango de 36-100psi se suma 15 a la máxima presión de operación:

Por lo tanto, **Presión de diseño (psi):** P = 36.26+15 = 51.26 = **52 psi** (0.36Mpa).

El material elegido para la construcción de la máquina es el Acero inoxidable C304, debido a la disponibilidad de material y componentes en el mercado local (codos, abrazaderas, reducciones, etc.) así como la practicidad para la fabricación y conformación de las piezas, y los procesos de soldeo (SMAW y GTAW o TIG).

Las propiedades del Acero inoxidable C304 se citan a continuación:

- Resistencia a la fluencia: **Sy**= 200 Mpa. (29 Ksi).
- Esfuerzo último a la tensión: **Sut**= 414 Mpa. (60 ksi)
- Esfuerzo máximo admisible (psi): **S**= 35 000 psi (240 Mpa)
- Módulo de elasticidad: **E**= 200 Gpa. (29 x 10⁶ psi)

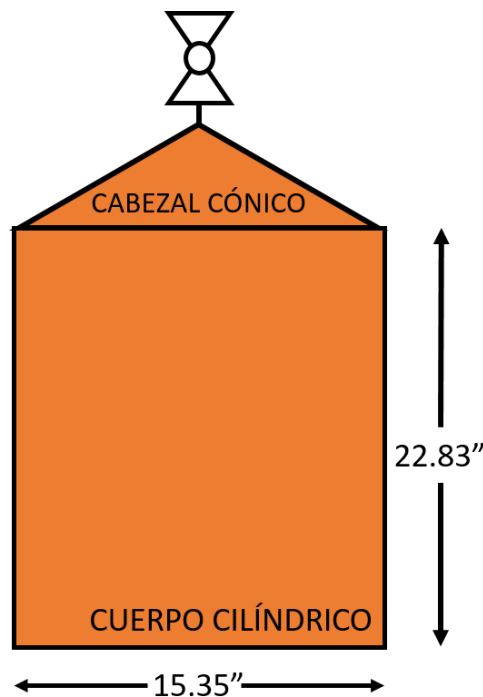
- Coeficiente de conductividad térmica: $k=41 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$.

Para el análisis de las soldaduras, se tienen los lineamientos de la sección UW, en la que la eficiencia de las juntas soldadas está en función de la inspección de la misma (tipo de examen radiográfico realizado: Completo, localizado o ninguno) donde el valor máximo es de 1 y el mínimo de 0.7, asumiremos un valor de 0.7 para nuestro caso.

Finalmente se considerará en 1/8" la Tolerancia por corrosión (ASME, Sección VIII Div. 1 UG, 2010).

Para nuestro caso y en concordancia con la norma ASME sección VIII calcularemos los espesores para el cuerpo cilíndrico con fondo plano y un cabezal cónico con válvula de vapor en la superficie.

Figura 11: Diagrama aproximado del recipiente sometido a presión interna.



Fuente: Elaboración Propia.

Para el cálculo del espesor mínimo recomendado se usarán las siguientes fórmulas proporcionadas por el ASME sección VIII.

ESFUERZO CIRCUNFERENCIAL O TANGENCIAL:

$$t = \frac{P.R_{int}}{S.E - 0.6P} \quad \dots (1.1) \qquad t = \frac{P.R_{ext}}{S.E + 0.4P} \quad \dots (1.2)$$

Dónde: S: Tensión máxima admisible.

E: eficiencia de la junta en las soldaduras

t: espesor mínimo requerido para el cuerpo

P: presión interior de diseño

R: radio interior / exterior.

ESFUERZO LONGITUDINAL:

$$t = \frac{P.R_{int}}{2.S.E + 0.4P} \quad \dots (2.1) \qquad t = \frac{P.R_{ext}}{2.S.E + 1.4P} \quad \dots (2.2)$$

Dónde: S: Tensión máxima admisible.

E: eficiencia de la junta en las soldaduras

t: espesor mínimo requerido para el cuerpo

P: presión interior de diseño

R: radio interior / exterior.

CABEZAL CÓNICO:

$$t_{cónico} = \frac{P.D}{2.\cos \alpha (S.E - 0.6P)}$$

Dónde: S: Tensión máxima admisible.

E: eficiencia de la junta en las soldaduras

tcab: espesor mínimo requerido para el cabezal

P: presión interior de diseño

α : mitad de ángulo del cono.

D: diámetro exterior.

Reemplazando los datos en las ecuaciones tenemos:

Figura 12: Hoja de cálculo con resultados según ecuaciones y datos ingresados.

CÓDIGO ASME DE RECIPIENTES A PRESIÓN SECCIÓN VIII: REGLAS PARA CONSTRUCCIÓN DE RECIPIENTES A PRESIÓN - DIV.1 HOJA DE CÁLCULO			
UG-27: ESPESOR DE LA CARCASA POR PRESIÓN INTERNA		PESO DEL RECIPIENTE	
P: Presión interna de diseño, (psi)	52	DATOS:	
Rint: Radio interior del cilindro, (pulg)	7.677		
S: Esfuerzo máximo admisible, (psi)	35000		
E: Eficiencia de la junta	0.7		
c: Tolerancia por corrosión	0.0125		
$t = \frac{P \cdot R_{int}}{S \cdot E - 0.6P} \quad \dots (1)$		Pea: Peso específico del acero, (kg/m3)	7850
$t = \frac{P \cdot R_{int}}{2 \cdot S \cdot E + 0.4P} \quad \dots (2)$		p: Densidad del agua, (kg/m3)	1000
$t_m = t + c$		L: Longitud tangente-tangente, (m)	0.58
(c) Carcasa cilíndrica		Di: Diámetro interior, (m)	0.39
(1) Esfuerzos circunferenciales (juntas longitudinales)	t= 0.0163	W _h : Peso de un cabezal, (kg)	6.2
(2) Esfuerzos longitudinales (juntas circunferenciales)	t= 0.0081	t: Espesor comercial, (m)	0.002
t= 0.7319 mm			
UG-32: CABEZALES Y SECCIONES (CÓNICO), PRESIÓN EN EL LADO CÓNCAVO		PESO VACIO	
P: Presión interna de diseño, (psi)	52	$W_E = 1.2 \rho_{ac} \frac{\pi}{4} L [(D_i + 2t)^2 - D_i^2] + 2W_H$	
D: Diámetro interior (pulg)	15.354		
S: Esfuerzo máximo admisible, (psi)	35000		
α : Mitad del ángulo del cono, (°)	44.09		
E: Eficiencia de la junta	0.7		
e: Tolerancia por corrosión	0.0125		
$t_{cónico} = \frac{P \cdot D}{2 \cdot \cos \alpha (S \cdot E - 0.6P)}$		PESO LLENO DE AGUA	
(c) Carcasa cilíndrica		Peso del agua: $W_{AGUA} = \rho_{agua} \frac{\pi}{4} D_i^2 L$	69.2864
(1) Cabezal cónico	t= 0.0164	Peso Total (kg): $W_{tot} = W_V + W_{AGUA}$	95.1433
	t= 0.0289		
t= 0.7343 mm			

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos podemos destacar que tanto el cuerpo cilíndrico como el cabezal cónico recomiendan un valor de pared de:

$$t = 0.029'' (0.73\text{mm})$$

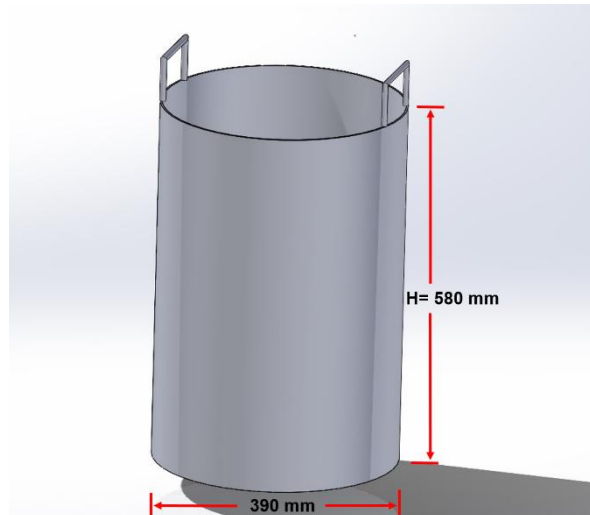
este espesor aproximado a su valor comercial cercano superior hace referencia a una plancha de acero inoxidable de 1/25" o 1mm de espesor.

Finalmente se optará por un espesor comercial de 2.0mm para todo el cuerpo cilíndrico que trabajara a presión interna. Adicionalmente se realizaron cálculos del recipiente cilíndrico en vacío y lleno de agua. Valores que serán corroborados post-fabricación de la máquina multipropósito.

Teniendo en cuenta que las planchas INOX C304 comerciales vienen en formatos 4'x8' y de 5'x10', por cuestiones de abaratar costos y usar la longitud completa de una plancha podemos seleccionar el formato 4'x8' y realizar el corte de la cinta en el ancho de la plancha, en la medida de 4' (1219 mm) que nos da un desarrollo de diámetro interior de 388 mm, esto conjuntamente con el espesor que aporta la junta soldada y el rolado podemos aproximar a un diámetro exterior de 390mm.

Considerando el volumen inicial de 70 litros (0.07 m³) y un diámetro exterior de 390mm podemos calcular la altura, $H = 0.586 \text{ m}$. (586mm) y el espesor de plancha seleccionado queda en 2.0mm.

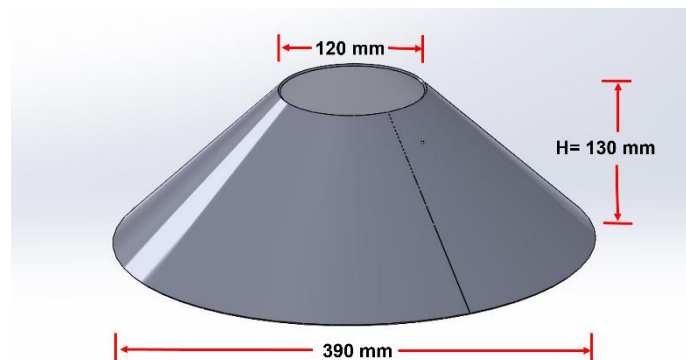
Figura 13: *Dimensiones del tanque de líquidos $D = 390\text{mm}$ & $H = 580\text{mm}$.*



Fuente: Elaboración propia

La tapa inferior del tanque será un disco del mismo espesor con un diámetro exterior de 390mm, la tapa superior será de forma cónica de H= 130mm y una boca superior de 120mm (por donde se direccionará el vapor generado), para la conformación del cono se partirá de un sector circular con radio mayor= 540mm y radio menor= 164.5mm.

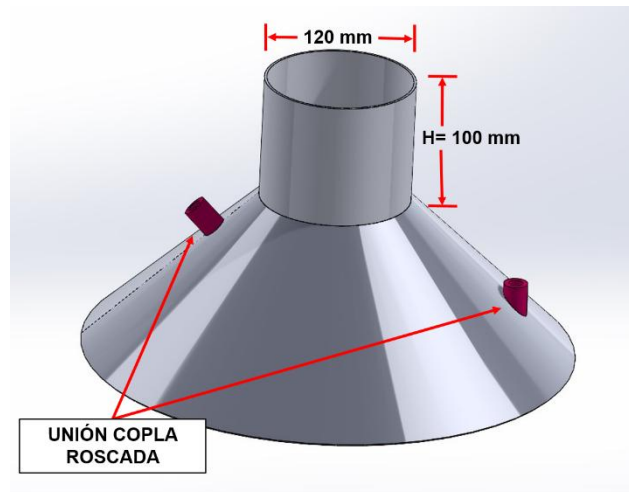
Figura 14: Tapa de forma cónica truncada de caras paralelas.



Fuente: Elaboración propia.

El tanque culminará en la parte superior, con un cuello cilíndrico de 100mm de altura, el cual será el empate (junta) con la parte inferior del siguiente componente, el cono además contará con 02 uniones coplas roscadas para la fijación de los instrumentos de medición.

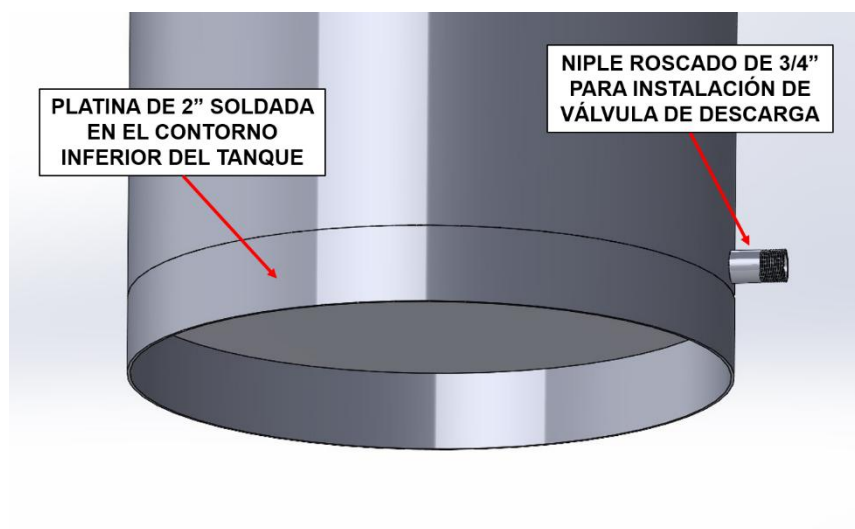
Figura 15: Cuello de $H=100\text{mm}$ soldada al cono superior y fijación de coplas para instrumentos de medición.



Fuente: Elaboración propia.

En la parte inferior del tanque se soldará una platina de 2" en todo el contorno para que la base circular quede elevada del nivel del suelo, generando el espacio libre adecuado para realizar el calentado de la misma. Finalmente se soldará un niple roscado en la parte inferior para fijar una válvula esférica de 3/4" para la descarga de líquidos.

Figura 16: Platina inferior y niple roscado para válvula de descarga.



Fuente: Elaboración propia.

3.3 Abrazaderas TRI-CLAMP de acero inoxidable.

Los accesorios y juntas TRI-CLAMP son utilizadas ampliamente en aplicaciones de accesorios higiénicos o sanitarios, este tipo de abrazadera es ideal para el transporte de líquidos y vapores que requieren un alto grado de pureza con riesgo mínimo de contaminación y desacoples.

Figura 17: *Partes de un TRI-CLAMP: férulas soldables, abrazadera y junta de silicona.*



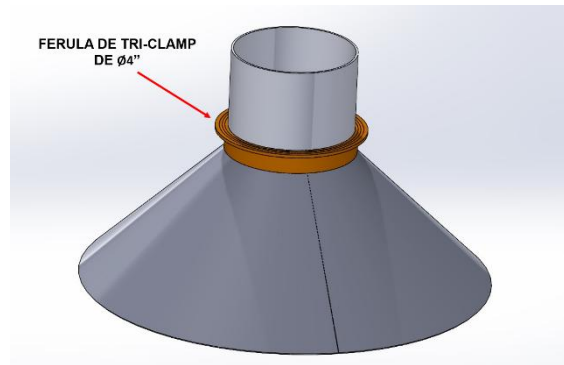
Fuente: Tomado de www.cocinista.es.

Para el diseño y construcción de la máquina multipropósito se elegirán abrazaderas TRI-CLAMP las cuales servirán como puntos de ensamblaje para el armado y desarmado de la misma.

El cuello del tanque tiene una altura de 100mm (para el traslape entre componentes) y un diámetro exterior de 120mm que corresponde al diámetro interior de una férula de abrazadera TRI-CLAMP de 4" (razón por la cual la elección de este diámetro); la férula será soldada en la base del cuello y su contra férula estará soldada a la base del componente superior ensamblable, que para la configuración de extracción de aceites sería un tanque

que contenga la materia orgánica y en el caso de la configuración de destilación fraccionada sería el fraccionador aquel componente que tenga la base con la férula de 4".

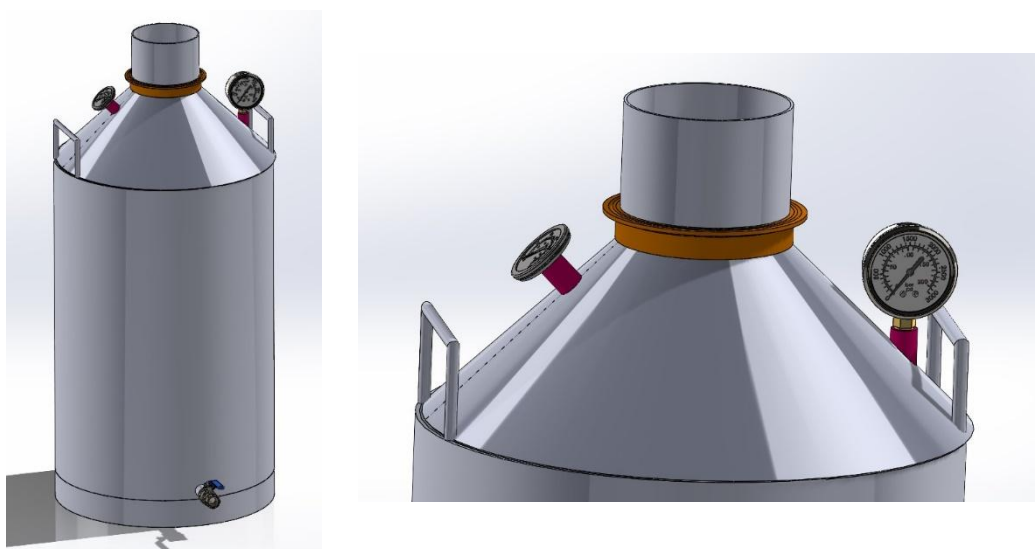
Figura 18: Cuello de $H=100\text{mm}$ soldada al cono superior y fijación de coplas para instrumentos de medición.



Fuente: Elaboración propia.

Para el soldeo de todas las piezas se usó el proceso SMAW con electrodos revestidos E308L de 1/8" los cuales son ampliamente usados para soldadura en aceros inoxidable AISI 301, 302, 304 y 308.

Figura 19: Diseño final de tanque de líquidos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 20: *Fabricación de tanque de líquidos.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21: *Diseño CAD comparado con el producto final (Tanque de líquidos de 70ltrs).*



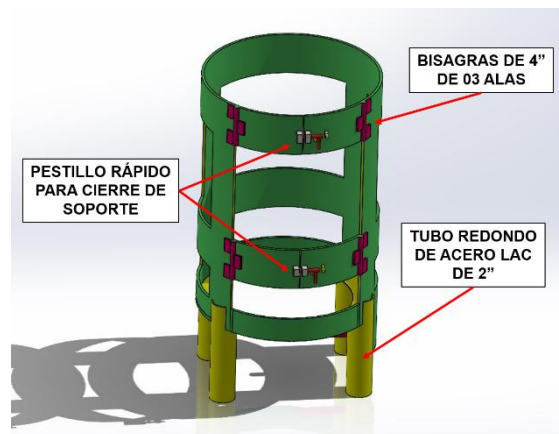
Fuente: Elaboración propia.

3.4 Soporte de tanque de líquidos.

El tanque de líquidos es uno de los componentes de uso dual (tanto para el proceso de extracción de aceites como para el de destilación fraccionada) este debe de ser calentado hasta obtener vapor de agua a 100 °C para el caso de extracción de aceites o hasta el punto de ebullición del alcohol etílico, etanol, que está determinado aproximadamente en 78 °C para el proceso de destilación fraccionada. El peso seco del tanque es de aproximadamente 26kg, considerando una carga máxima del 90% del volumen y con una densidad de 1000kg/m³ podemos estimar el peso bruto en 95kg aproximadamente, al ser el componente de mayor peso este será usada como principal componente estabilizador de toda la máquina, sin embargo, se necesita que el tanque sea trasladado con facilidad, razón por la cual se diseñará un soporte que cuente con ruedas (garruchas industriales), cerrojos y una coccinilla inferior incorporada para poder alcanzar las respectivas temperaturas de trabajo.

El soporte será fabricado con platinas A36 de 1/4" x 4", ser de forma cilíndrica con 04 parantes principales donde se fijarán las garruchas industriales, también contará con puertillas articuladas con bisagras para facilitar la inserción y extracción del tanque de líquidos.

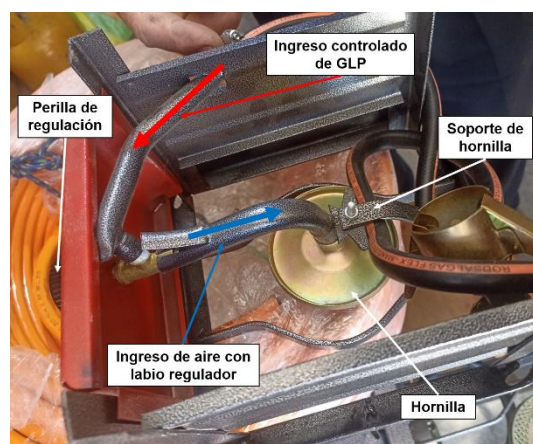
Figura 22: *Diseño de soporte de tanque de líquidos.*



Fuente: Elaboración propia.

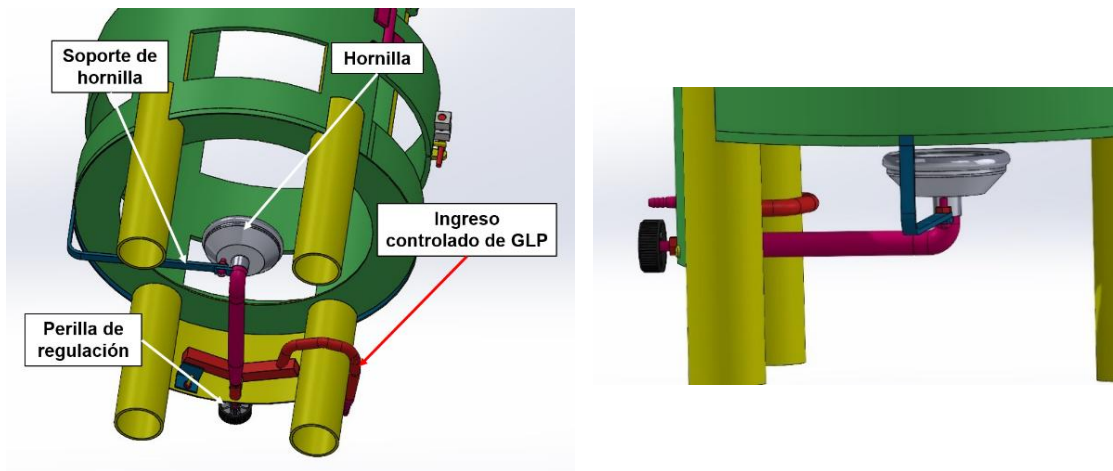
Para la construcción de la cocinilla inferior nos basaremos en los diseños de las cocinas GLP de 01 hornilla existentes en el mercado, las cuales tienen un sencillo sistema de conducción de GLP y de aire, perilla, hornilla y su respectivo soporte.

Figura 23: *Diseño de cocinillas de 01 hornilla existentes en el mercado.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 24: *Diseño de cocinilla anclada bajo soporte de tanque de líquidos.*



Fuente: Elaboración propia.

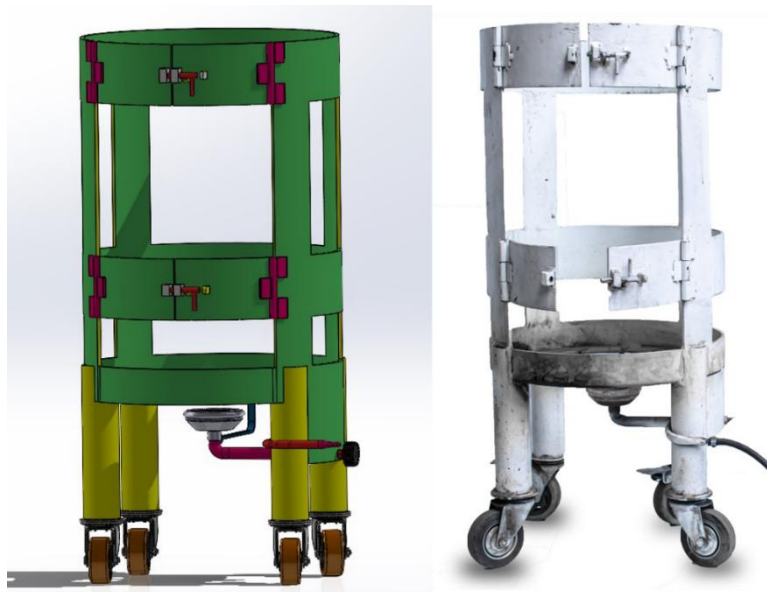
Finalmente colocamos las garruchas y el soporte quedaría listo para su función.

Figura 25: *Fabricación del soporte del tanque de líquidos.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26: *Diseño CAD comparado con el Soporte de tanque de líquidos.*

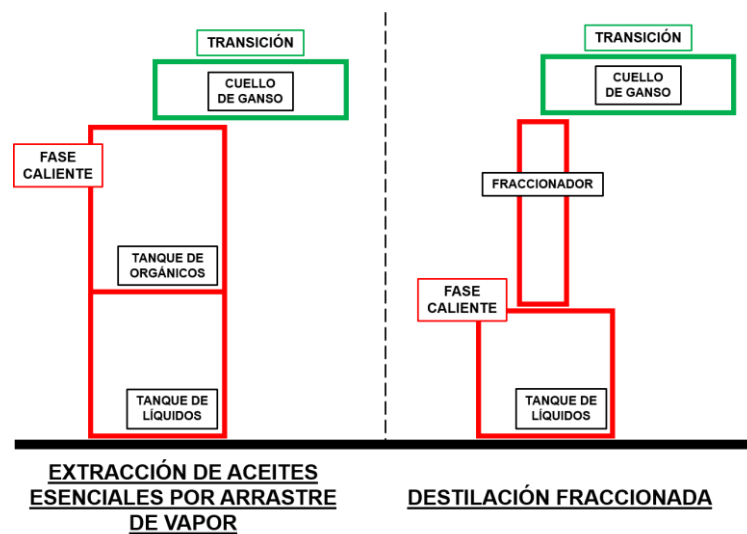


Fuente: Elaboración propia.

3.5 Tanque de orgánicos.

El proceso de extracción de aceites esenciales por arrastre de vapor requiere que el vapor atraviese la materia orgánica de donde se extraerá el aceite esencial.

Figura 27: *Detalle de fases calientes involucradas en los 02 procesos de la máquina multipropósito.*

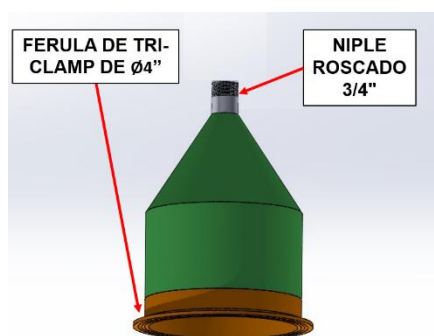


Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, para poder generar este vapor, debemos de bloquear el flujo de salida y direccionarlo en el momento adecuado a la masa de orgánicos de donde se extraerá el aceite esencial. De la figura 26 podemos observar que tanto para el proceso de extracción como para el proceso de destilación el producto generado (vapor) debe de ser conducido a través del tanque de orgánicos en el proceso de extracción de aceites o a través del fraccionador en el caso de la destilación; por lo tanto, ambos componentes (tanque de orgánicos y fraccionador) deben de contar con una férula de 4" soldada en la base de las mismas y continuar con una reducción adecuada para cada componente.

Figura 28

Diseño de salida controlada de vapor mediante reducción de 4" a 3/4".



Fuente: Elaboración propia.

Sobre el niple roscado será instalado una válvula esfera para vapor (VE), es este caso para garantizar un correcto y seguro funcionamiento se optó por las VE de marca Spirax Sarco.

Figura 28: *Válvula esférica de vapor de 3/4" marca Spirax Sarco.*



Fuente: Tomado de [www. Spiraxsarco.com](http://www.Spiraxsarco.com).

Figura 29: *Fabricación de cuello de salida (férula – cono – niple – válvula vapor SS).*



Fuente: Tomado de www.spiraxsarco.com.

Posteriormente a la salida de la válvula se instalará un distribuidor de vapor, para poder compartir uniformemente el vapor generado y atravesar la mayor parte de la materia orgánica cargada.

Tenemos un diámetro de salida en la válvula de esfera de 21mm ($A_{entrada} = 346.36 \text{ mm}^2$) y para tener una correcta distribución de vapor consideraremos una relación de distribución de 4 a 1, esto hace que el área de salida el distribuidor estaría alrededor de 1384 mm^2 ; considerando una broca estándar de 6mm de diámetro podemos estimar alrededor de 48 agujeros que hacen un $A_{salida} = 1357 \text{ mm}^2$.

Siguiendo con la armonía de los componentes de la máquina consideramos que el tanque de orgánicos debe de ser de forma cilíndrica con un diámetro mínimo igual al diámetro exterior del tanque de líquidos ($D_t = 390\text{mm}$). Considerando un aumento del 15% del diámetro del tanque de líquidos podemos estimar un diámetro de tanque de orgánicos en aproximadamente 450mm. Finalmente para el diseño del distribuidor se adoptará la forma de un asterisco con 06 brazos de tubos de acero inoxidable de 1.1/2" y con 8 agujeros de 6mm de diámetro uniformemente distribuidos. La forma de ensamblaje de este distribuidor

será mediante enroscado del niple fijado a la salida de la válvula esfera y una copla fijada en la base del distribuidor.

Figura 30: *Diseño final del distribuidor de vapor (asterisco con 06 brazos y 08 agujeros en c/u).*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 31: *Diseño CAD comparado con el distribuidor de vapor.*



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el ensamblaje del distribuidor debe de quedar confinado en un recipiente (tanque) que evite la pérdida del vapor que atraviesa la masa orgánica y lo direcciona hacia la siguiente etapa del proceso (transición y fase fría).

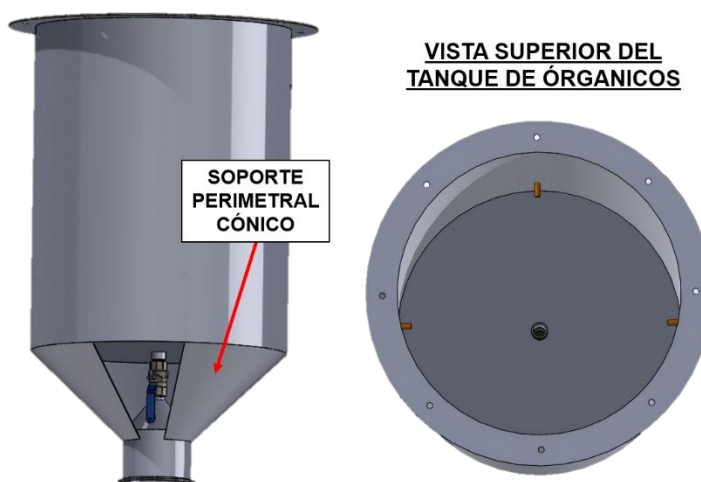
Figura 32: *Ensamblaje de distribuidor – válvula de vapor.*



Fuente: Elaboración propia.

El tanque confinado deberá contener la materia orgánica que será atravesada por el vapor generado y distribuido de manera controlada (mediante la apertura y/o cierre de la válvula de vapor), este tanque deberá tener un agujero inferior por donde ingresará el niple que conduce el vapor hacia el distribuidor y por la parte superior el tanque confinador deberá estar libre para poder ingresar/retirar de manera cómoda la materia orgánica a trabajar.

Figura 33: *Diseño final del Tanque de orgánicos, cuenta con un soporte perimetral (cuello-tanque).*

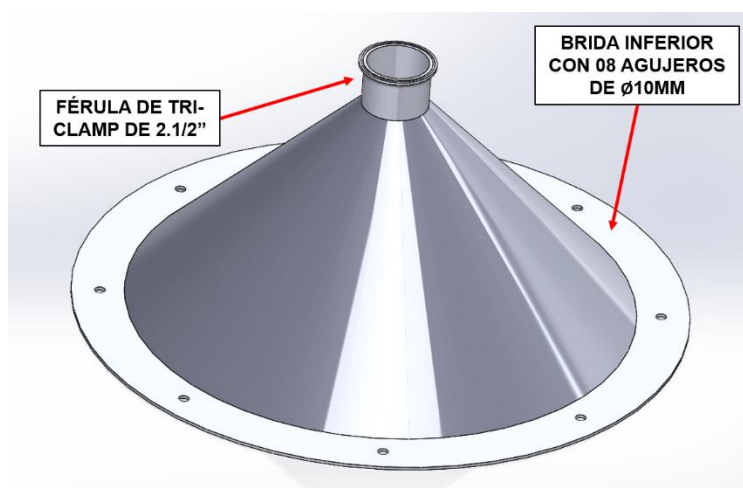


Fuente: Elaboración propia.

3.6 Tapa superior cónica de tanque de orgánicos.

La tapa superior del tanque de orgánicos será de manera cónica con base bridada de 580mm de diámetro exterior, brida perimetral de 100mm soldada en todo el contorno (contará con 08 agujeros de 10mm para pernos de ajuste de 3/8"). Por la parte superior contará con una férula de abrazadera TRI-CLAMP de 2.1/2". La cual será el punto de ensamblaje entre la fase caliente y la transición de vapor.

Figura 345: *Diseño final de Tapa superior del tanque de orgánicos.*



Fuente: Elaboración propia.

Entre las bridas se utilizará una junta flexible de caucho EPDM resistente al calor de un espesor de 4mm.

3.7 Canastilla de orgánicos.

Para poder sostener la materia orgánica que será atravesada por el vapor generado se diseñará y fabricará una canastilla de acero inoxidable enmallada donde se colocará cada batch de materia orgánica. El diámetro de la canastilla debe de ser muy próximo al diámetro interior del tanque de orgánicos y su altura no debe de sobrepasar el límite superior de la brida del tanque.

Figura 35: *Diseño CAD comparado con la canastilla de materia orgánica.*

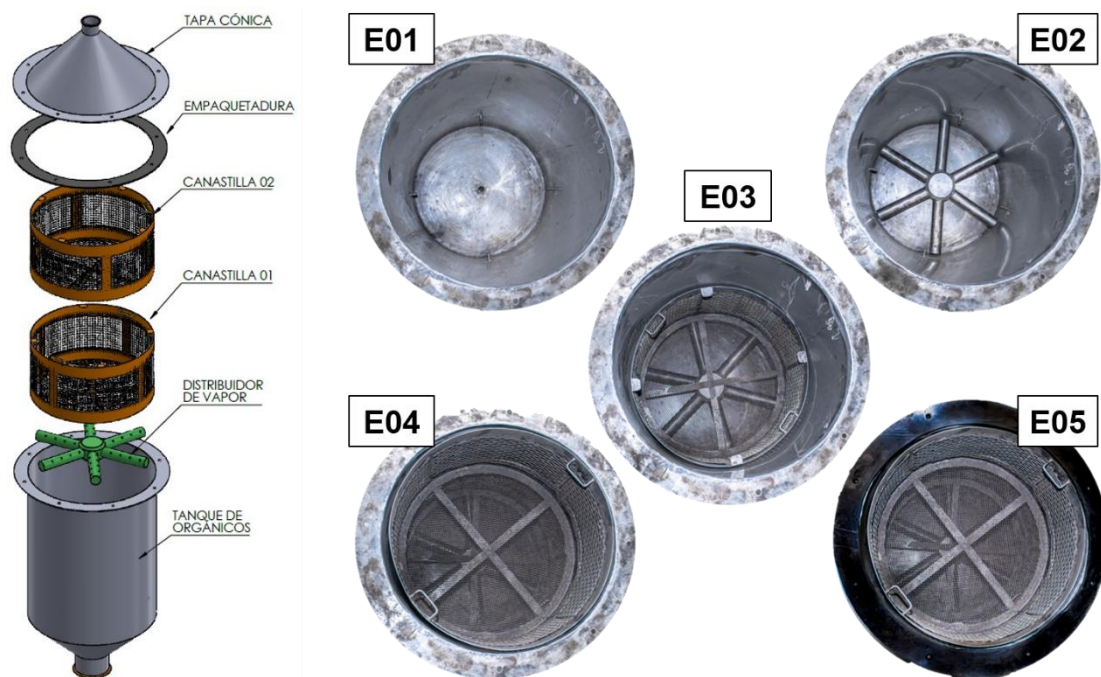


Fuente: Elaboración propia.

3.8 Ensamblaje de tanque de orgánicos.

A continuación, se muestra el siguiente diagrama de las partes componentes:

Figura 36: *Etapas del ensamblaje del tanque de orgánicos completo.*



Fuente: Elaboración propia.

El interior del tanque de orgánicos cuenta con un niple roscado y topes de nivel (E01).

En la etapa 02 (E02) del ensamblaje se instalará el distribuidor de vapor sobre el niple roscado que sobresale de la base interior del tanque. Posteriormente se introducen las canastillas con la carga orgánica correspondiente al batch del proceso (E03 y E04), finalmente, se coloca la junta flexible de caucho EPDM, la tapa cónica y se aseguran con los pernos de ajuste.

Figura 37: *Diseño CAD comparado con el tanque de orgánicos & vista del corte longitudinal.*



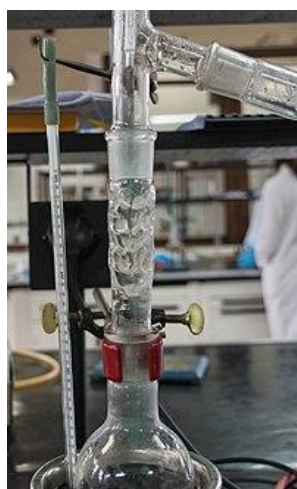
Fuente: Elaboración propia.

3.9 Columna de Fraccionamiento.

A diferencia de la “extracción de aceites” el proceso de destilación no requiere que se genere vapor de agua, sino, vapor de etanol el cual se consigue a una temperatura estándar de 78 °C, temperatura a la cual el etanol se evapora y se separa de los líquidos componentes del fermentado alcohólico los cuales tienen su punto de evaporación más elevado. Conseguida esta temperatura en el tanque de líquidos el vapor de etanol será conducido hacia una columna de fraccionamiento y posteriormente a la transición donde pasará de la fase caliente a la fase fría.

La columna de fraccionamiento será diseñada teniendo como base el diseño estándar de una “Columna de fraccionamiento VIGREUX”, la cual tiene una serie de muescas direccionadas hacia abajo dentro de la pared interior de la columna, generando una mayor superficie de condensación y por ende se tendrá mayor recuperación de componentes o fracciones en función de las diferencias en las volatilidades.

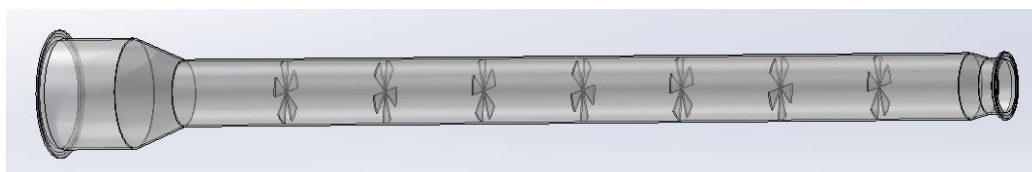
Figura 38: *Fraccionador Vigreux instalada inmediatamente después del matraz de destilación.*



Fuente: Tomado de Quimicafacil.net

La columna de fraccionamiento será diseñada con férulas de ensamblaje inferior y superior de 4" y 2.1/2" respectivamente, con un cuerpo cilíndrico de 76mm de diámetro (Ø3") y contará con 07 etapas en forma de platos ubicados a cada 120mm.

Figura 39: *Diseño de Fraccionador con 07 etapas.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 40: Columna de Fraccionamiento fabricado en acero inoxidable con 07 etapas.

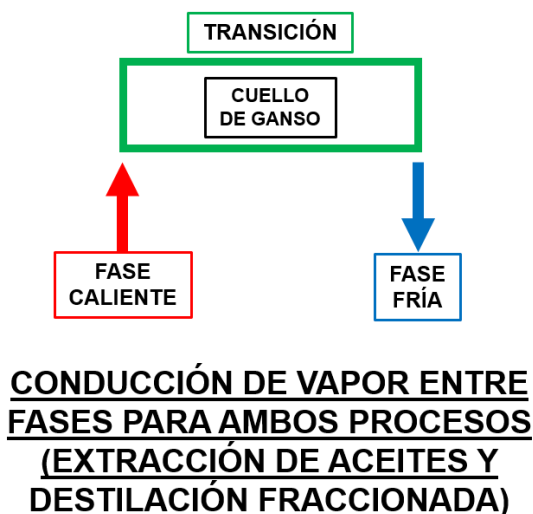


Fuente: Elaboración propia.

3.10 Cuello de ganso.

El vapor de agua o de etanol (según sea el proceso utilizado) obtenido se conduce a través de un codo con curva suavizada e interior liso la cual cumple la función de conducción y de cambio de dirección.

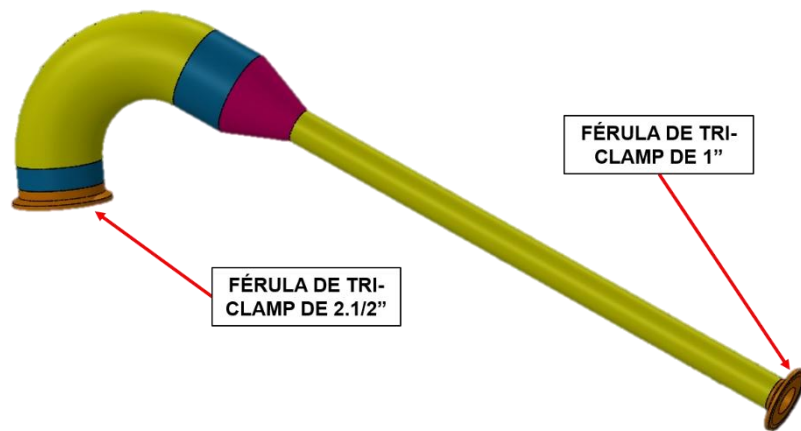
Figura 41: Detalle de transición entre fases de los 02 procesos de la máquina multipropósito.



Fuente: Elaboración propia.

El cuello de ganso contará con una férula de 2.1/2" unida al codo de cambio de dirección, luego del codo tendrá una reducción de 2.1/2" a 1" y finalmente una tubería de 1" de diámetro y 420mm de largo (garantizando una separación adecuada entre los bloques de componentes pertenecientes a la fase fría y caliente).

Figura 42: *Diseño de cuello de ganso (cuenta con férulas para ensamblaje en ambos extremos).*

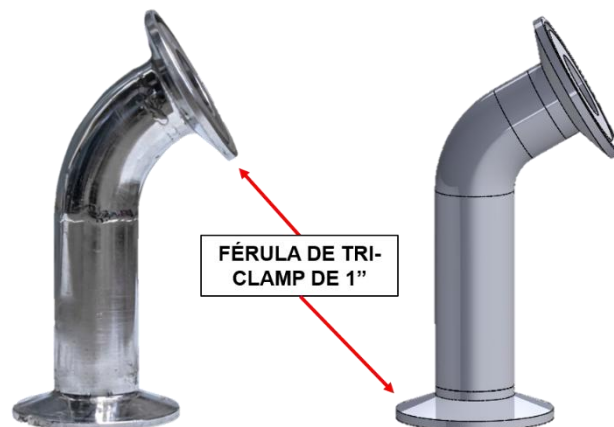


Fuente: Elaboración propia.

3.11 Codo de cambio de dirección.

El cuello de ganso capta el vapor (agua o etanol) en una dirección axial de $+90^\circ$ y con el codo y la reducción cambia a una dirección de -30° en la salida. El flujo de vapor transmitido debe de ser entregado a la "fase fría" en una dirección de -90° , razón por la cual se diseña un pequeño tubing con inclinación de 60° que contará con férulas en ambos extremos tanto para ensamblar con el cuello de ganso como con el condensador.

Figura 43: *Diseño CAD comparado con el codo de cambio de dirección.*

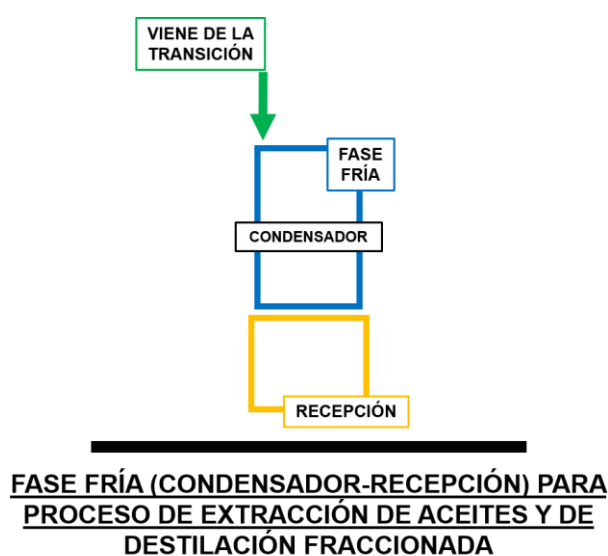


Fuente: Elaboración propia.

3.12 Condensador ALLIHN o tubo refrigerante de bolas.

Culminada la fase caliente y de transición de vapores, estos ingresan a la fase fría que está compuesto principalmente por el condensador y recipientes de recepción de productos, esta fase es similar para ambos procesos (extracción y destilación). Se diferencian por el tipo de condensador diseñado y por la manera de recepción de productos.

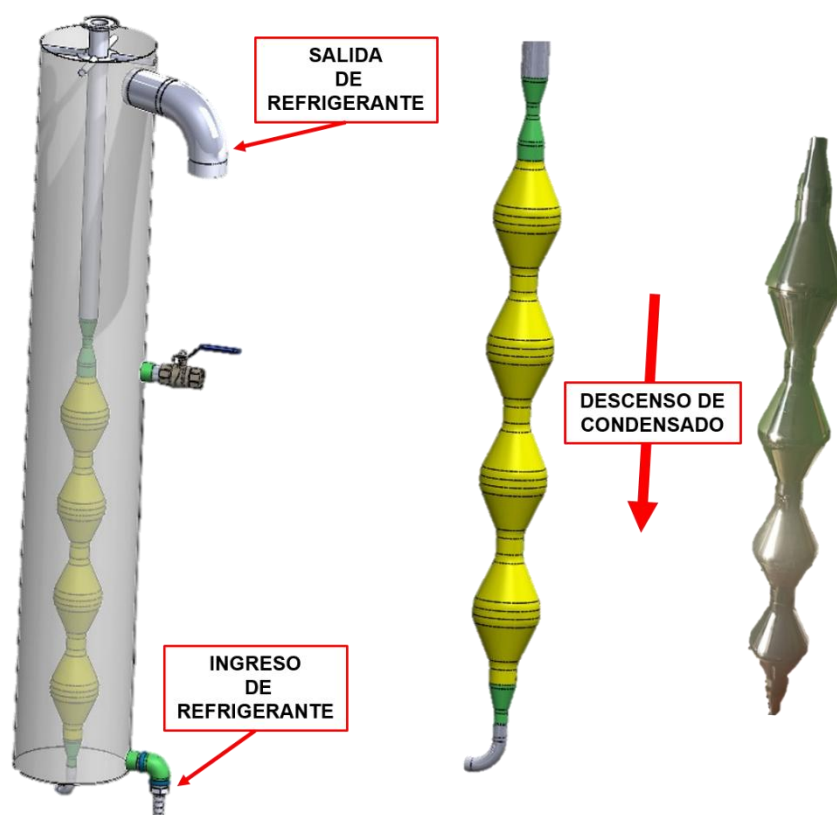
Figura 44: *Detalle de fase fría para ambos procesos.*



Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de la extracción de aceites esenciales el diseño del condensador o refrigerante estará basado en el condensador ALLIHN o refrigerante de bolas, el cual cuenta con un tubo interior en forma de bulbos los cuales aumentan la superficie disponible para la condensación del vapor, este tubo interior se encuentra dentro de otro tubo de mayor diámetro que hace las veces de camisa con recirculación líquido refrigerante (agua para nuestro caso). Para crear la recirculación del agua (refrigerante) el condensador cuenta con 01 toma tipo esparrago en la parte inferior (ingreso de refrigerante) y una salida libre en la parte superior (salida de refrigerante), esta recirculación se logrará a través de una pequeña bomba sumergida en un bidón de agua (suministro de refrigerante).

Figura 45: *Diseño CAD del condensador ALLIHN o de bolas, condensador fabricado con reducciones concéntricas de acero inoxidable (extremo derecha).*

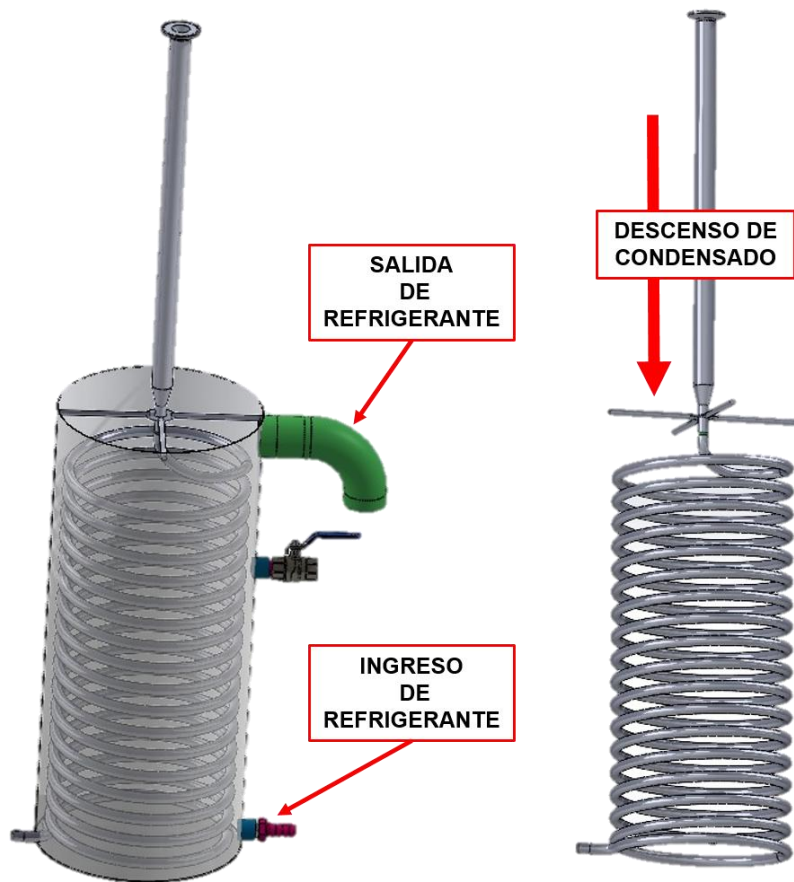


Fuente: Elaboración propia.

3.13 Condensador GRAHAM o serpentín de refrigeración.

Para el proceso de destilación el diseño del condensador estará basado en el condensador GRAHAM o serpentín de refrigeración, el cual es el más recomendado para aplicaciones de destilación. Este tipo de condensador contiene un tubo de condensación enrollado (a modo de bobina) que se sella con una camisa de refrigerante. Este enrollamiento genera una ampliación de la superficie de contacto lo que se traduce directamente en un enfriamiento mucho más eficiente. Al igual que en el caso del condensador de bolas usado para el proceso de extracción de aceites, el condensador GRAHAM (o serpentín) contará con ingreso y salida de refrigerante (agua) el cual será recirculado por medio de una bomba sumergible, el cual estará dentro de un bidón de agua (suministro de refrigerante).

Figura 46: *Diseño CAD del condensador GRAHAM o serpentín, condensador fabricado con tubo inoxidable de 1/2" (longitud aproximada de serpentín: 15mtrs).*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 47: *Fabricación y montaje de serpentín de acero inoxidable.*



Fuente: Elaboración propia.

3.14 Decantador vaso florentino.

Para el proceso de extracción de aceites, el vapor condensado enfriado luego de atravesar el condensador empieza a gotear por la parte inferior del condensador, este vapor contiene el aceite arrastrado y deberá ser separado. Generalmente se forman 02 fases no miscibles, quedando el aceite en la parte superior debido a ser menos denso que el agua el cual se queda en el fondo.

Aprovechando esta propiedad de la mezcla obtenida podemos fabricar un decantador para poder separar el aceite del agua, el modelo de decantador escogido para esta operación será el vaso florentino debido a su fácil diseño y amplio uso en los procesos de extracción de aceites esenciales.

Figura 48: *Diseño CAD comparado con el decantador Florentino de acero inoxidable.*

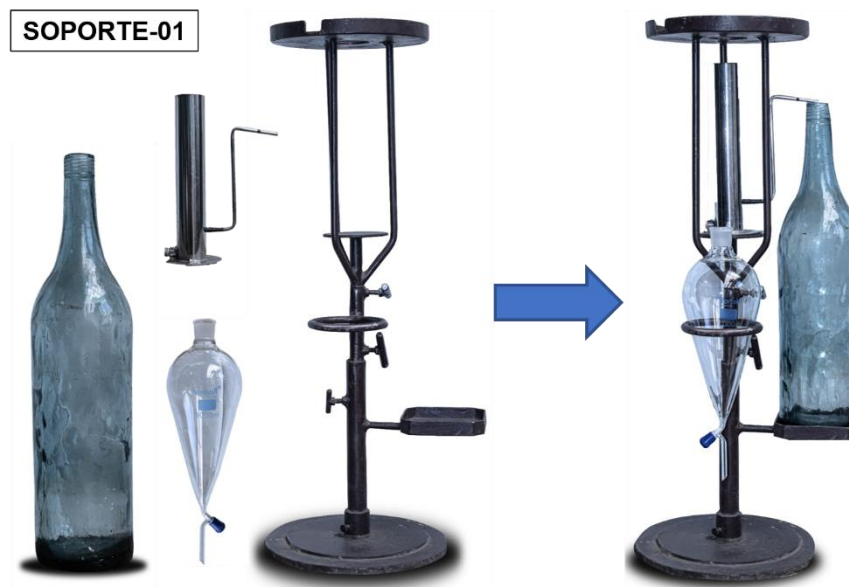


Fuente: Elaboración propia.

También se hará uso de una pera de decantación como opción alternativa al vaso florentino, y los hidrolatos separados (agua florida) se almacenarán en una botella de vidrio transparente la cual se ubicará a la salida del florentino o bajo la pera de decantación según el método de separación usado en la recuperación de productos.

De acuerdo al método de recuperación usado se diseñará un soporte específico que pueda sostener los componentes y sea totalmente ajustable tanto en altura como en dirección.

Figura 49: Componentes y montaje de Soporte 01: Botella, Florentino, Pera de decantación.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 50: Componentes y montaje de Soporte 02: Botella, Pera de decantación.

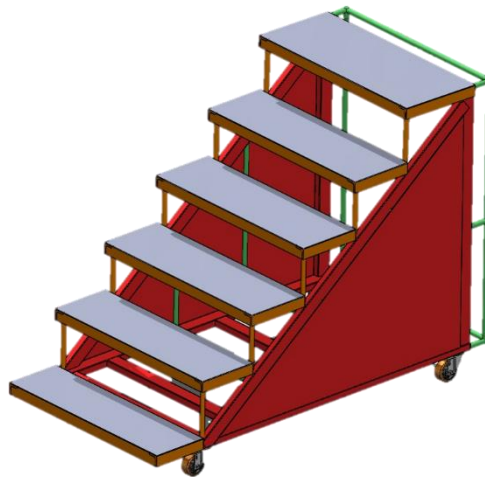


Fuente: Elaboración propia.

3.15 Escalera gabinete.

Habiendo diseñado y fabricado todos los componentes de la máquina multipropósito se hace necesario una escalera para poder ensamblar todos los componentes con mayor seguridad y comodidad, esta escalera deberá ser móvil, ligera y resistente. Además, el espacio vacío de la escalera diseñada será utilizada como gabinete de almacenamiento de todas las partes de la máquina desensamblada, evitando de esta manera que estos componentes se maltraten o extravíen.

Figura 51: *Diseño de escalera de montaje y gabinete de componentes.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 52: *Escalera gabinete fabricado con barra redonda, tubo cuadrado y plancha LAC.*

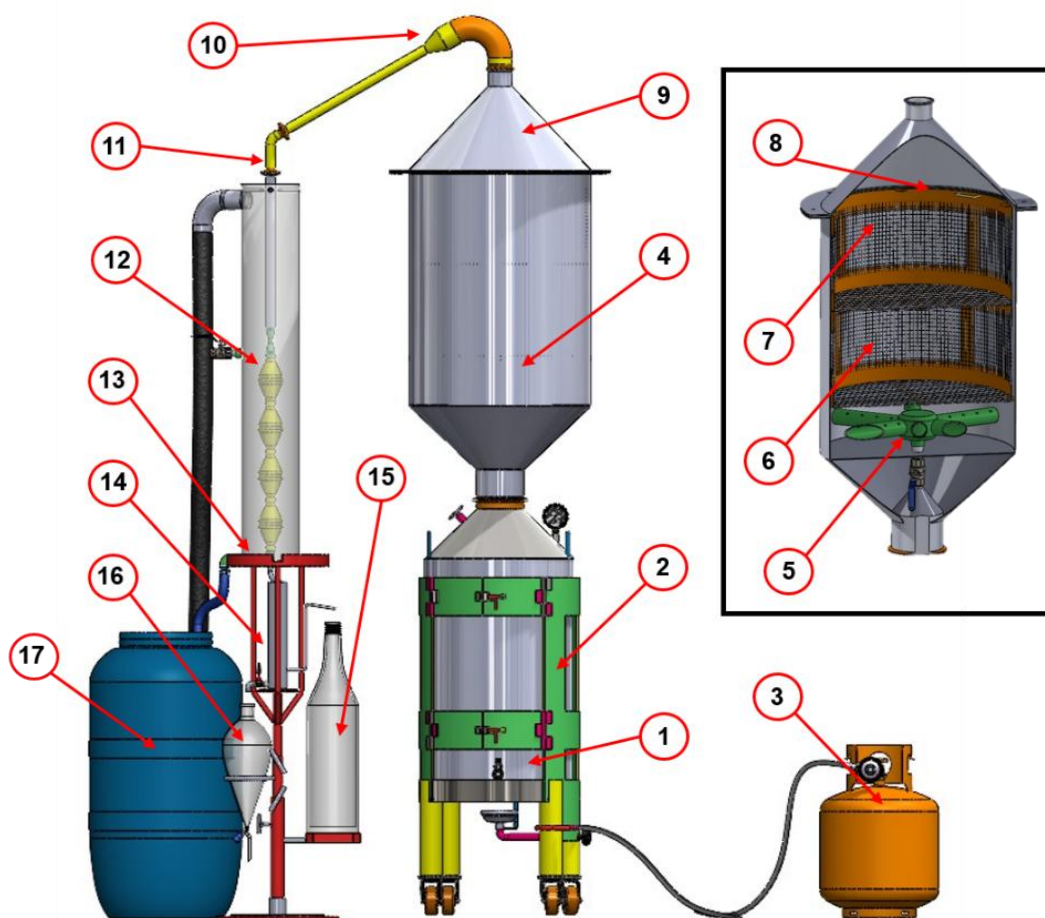


Fuente: Elaboración propia.

3.16 Ensamblaje máquina multipropósito para el proceso de extracción de aceites esenciales.

Para el proceso de extracción de aceites esenciales tenemos la configuración de armado con el tanque de orgánicos (con todos sus componentes) y el condensador de bolas.

Figura 53: Ensamblaje de máquina multipropósito para el proceso de extracción de aceites esenciales.



Fuente: Elaboración propia.

Componentes de la máquina multipropósito ensamblada para el proceso de extracción de aceites esenciales:

1. Tanque de Líquidos.

2. Soporte de tanque de líquidos.
3. Balón de gas GLP.
4. Tanque de orgánicos.
5. Distribuidor de vapor.
6. Canastilla de orgánicos 01.
7. Canastilla de orgánicos 02.
8. Junta flexible de caucho EPDM.
9. Tapa cónica de tanque de orgánicos.
10. Cuello de ganso.
11. Codo de cambio de dirección.
12. Condensador ALLIHN o de bolas.
13. Soporte de condensador.
14. Vaso Florentino.
15. Botellón de hidrolatos.
16. Pera de decantación.
17. Bidón de refrigeración (c/bomba sumergible).

3.17 Guía de ensamblaje y operación de máquina multipropósito para el proceso de extracción de aceites esenciales.

1. Para el proceso de extracción de aceites esenciales el tanque de líquidos **(A1)** debe de ser llenado con agua aproximadamente a un 50% de su capacidad (asegurarse que la válvula de descarga se encuentre cerrada).
2. El tanque de líquidos **(A1)** será colocado sobre su soporte **(A2)**, procurando que la válvula de descarga quede bajo las portezuelas batientes del soporte; una vez fijado el tanque, cerrar los pestillos de las portezuelas del soporte y bloquear el movimiento de las garruchas para que el soporte y tanque se mantengan estáticos.
3. Instalar (enroscar) el distribuidor de vapor **(A5)** dentro del tanque de orgánicos **(A4)**.

4. Colocar el tanque de orgánicos **(A4)** sobre el tanque de líquidos **(A1)**, estos se acoplarán mediante el cuello de H=120mm y quedarán sellados herméticamente luego de ajustar la abrazadera TRI-CLAMP de 4”.
5. Fijado el tanque de orgánicos **(A4)** procedemos a introducir las canastillas **(A6)** y **(A7)** con el batch de materia prima dentro del tanque de orgánicos. (Procurar que la materia orgánica quede confinada dentro de los límites de las canastillas, evitando desbordes y atascamientos).
6. La tapa cónica **(A9)** del tanque de orgánicos **(A4)** será fijada con la junta flexible **(A8)** de caucho EPDM la cual deberá quedar entre bridas, para ser ajustado con los pernos de fijación en cada uno de los agujeros perimetrales de las bridas.
7. Apoyándonos en la escalera de montaje procedemos a colocar el cuello de ganso **(A10)** sobre la férula superior del tanque de orgánicos **(A4)**, una vez comprobada la dirección de ensamble procedemos a sellarlo con la abrazadera TRI-CLAMP de 2.1/2”.
8. A continuación, procedemos al ensamblaje del codo de cambio de dirección **(A11)** y la del condensador de bolas **(A12)**, verificamos la dirección de ensamble y procedemos a fijarlos con las abrazaderas TRI-CLAMP de 1”.
9. El condensador de bolas **(A12)** debe de estar posado sobre su soporte, donde también deberá de montarse el vaso Florentino **(A14)**, La botella de hidrolatos **(A15)** y la pera de decantación **(A16)**, procurar emparejar las salidas y entradas, para que el circuito de recepción de productos quede completamente funcional.
10. Finalmente, la máquina quedará ensamblada con la instalación del bidón de refrigeración **(A17)**, las mangueras de distribución y la bomba sumergible. (recordar que el ingreso de agua fresca es por la espiga inferior del condensador y que la salida de agua se da por el tubo de descarga superior).
11. Para la operación de la máquina se debe de encender la hornilla inferior del soporte del tanque de líquidos **(A2)** con el balón de gas GLP doméstico **(A3)** y hervir el agua hasta conseguir vapor (aproximadamente 100 °C). Verificadas las condiciones de

temperatura y presión en los instrumentos de medición con los que cuenta el tanque de líquidos **(A1)**, se procede a la apertura controlada de la válvula de vapor, la cual alimentará al distribuidor de vapor **(A5)** inundando así todo el tanque de orgánicos **(A4)** y haciendo que el vapor atravesase toda la materia orgánica y arrastre consigo el aceite esencial que quiere obtenerse.

12. Mientras se está calentando el agua del tanque de líquidos **(A1)** se procede a encender la bomba sumergible y a hacer recircular el refrigerante (agua) a través de la chaqueta del condensador de bolas **(A12)**. Buscar siempre que la temperatura del refrigerante al ingreso del condensador sea siempre menor a la de salida del mismo, esto, para garantizar una correcta transferencia de calor y así poder condensar el vapor captado.
13. Una vez iniciada la operación de extracción se debe de esperar a que caiga la primera gota de condensado sobre el vaso Florentino **(A14)**, verificar las condiciones de presión y Temperatura e ir aperturando progresivamente la válvula de vapor, hasta que esta se quede completamente abierta, marcándonos así el fin del proceso.

Figura 54: *Comienzo del goteo de condensado, recuperado en el vaso Florentino.*



Fuente: Elaboración propia.

14. Una vez que la válvula de vapor quede abierta completamente y el goteo del condensador cese, el proceso de extracción ha concluido; Apagar la hornilla, cerrar

el balón de GLP **(A3)** y esperar un tiempo prudente mientras que toda la máquina se enfría.

15. Cuando la máquina se encuentre a una temperatura manipulable se debe de iniciar el desarmado por el cuello de ganso **(A10)** desajustando sus TRI-CLAMP y liberando los remanentes de vapor. Seguidamente retirar los pernos de fijación de la brida de la tapa **(A9)** del tanque de orgánicos, retirar la junta flexible **(A8)** y las canastillas **(A7)** y **(A6)** con la materia prima trabajada.
16. Desajustar la TRI-CLAMP de unión entre el tanque de líquidos y el tanque de orgánicos, drenar el agua del tanque **(A1)** y del condensador **(A12)**, limpiar y secar todos los componentes y finalmente guardarlos en la escalera gabinete.

Figura 55: *Ensamblaje de máquina multiproceso para extracción de aceites esenciales.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 56: Pruebas de funcionamiento con materia prima de cascaras de naranja, producto obtenido en 02 fases: hidrolato (agua florida) y Aceite esencial de naranja.

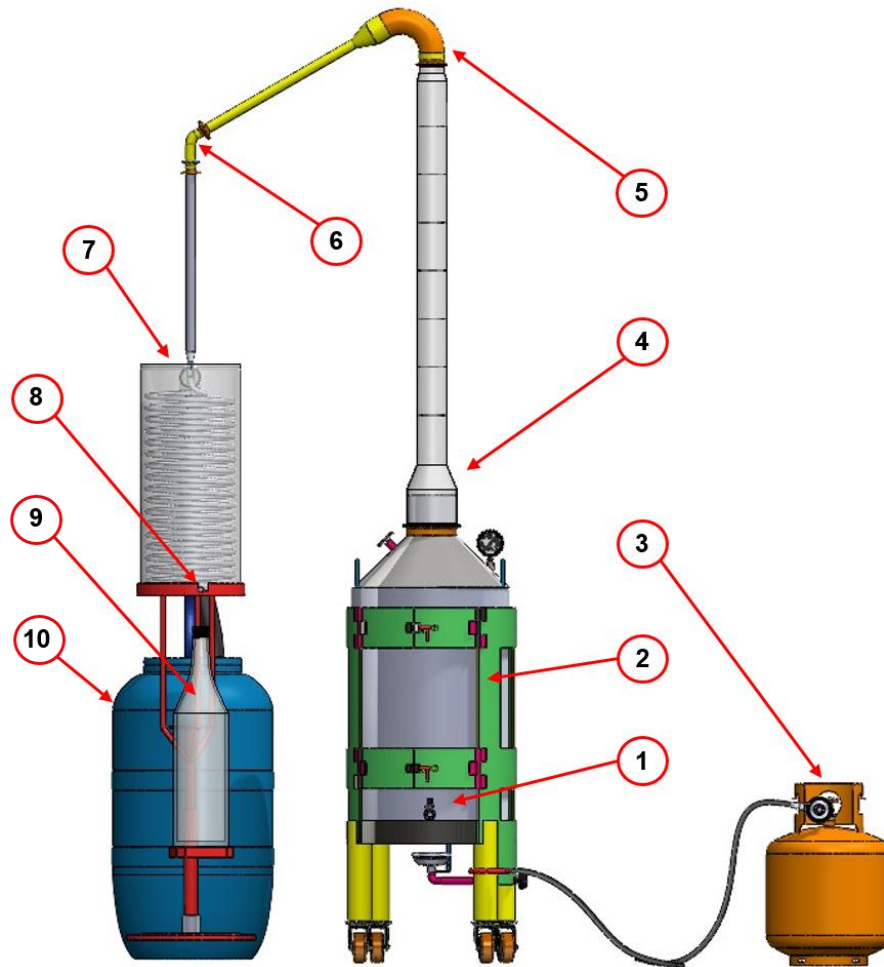


Fuente: Elaboración propia.

3.18 Ensamblaje máquina multipropósito para el proceso de destilación fraccionada.

Para el proceso de destilación fraccionada tenemos la configuración de armado con la columna de fraccionamiento y el condensador GRAHAM o de serpentín.

Figura 57: *Ensamblaje de máquina multipropósito para el proceso de destilación fraccionada.*



Fuente: Elaboración propia.

Componentes de la máquina multipropósito ensamblada para el proceso de destilación fraccionada:

1. Tanque de Líquidos.
2. Soporte de tanque de líquidos.
3. Balón de gas GLP.
4. Columna de fraccionamiento.
5. Cuello de ganso.
6. Codo de cambio de dirección.
7. Condensador GRAHAM o de serpentín.

8. Soporte de condensador.
9. Botellón de recuperación de destilados.
10. Bidón de refrigeración (c/bomba sumergible).

3.19 Guía de ensamblaje y operación de máquina multipropósito para el proceso de destilación fraccionada.

1. Para el proceso de destilación fraccionada o con columna de fraccionamiento el tanque de líquidos (**B1**) debe de ser llenado con el fermentado a ser destilado en un volumen que no sobrepase el 70% del volumen total del tanque (asegurarse que la válvula de descarga se encuentre cerrada).

Figura 58: *Fermentación de almidón de papa para pruebas de destilación.*



Fuente: Elaboración propia.

2. El tanque de líquidos (**B1**) será colocado sobre su soporte (**B2**), procurando que la válvula de descarga quede bajo las portezuelas batientes del soporte; una vez fijado el tanque, cerrar los pestillos de las portezuelas del soporte y bloquear el movimiento de las garruchas para que el soporte y tanque se mantengan estáticos.

3. Colocar la columna de fraccionamiento **(B4)** sobre el tanque de líquidos **(B1)**, estos se acoplarán mediante el cuello de H=120mm y quedarán sellados herméticamente luego de ajustar la abrazadera TRI-CLAMP de 4".
4. Apoyándonos en la escalera de montaje procedemos a colocar el cuello de ganso **(B5)** sobre la férula superior de la columna de fraccionamiento **(B4)**, una vez comprobada la dirección de ensamble procedemos a sellarlo con la abrazadera TRI-CLAMP de 2.1/2".
5. A continuación, procedemos al ensamblaje del codo de cambio de dirección **(B6)** y la del condensador de bolas **(B12)**, verificamos la dirección de ensamble y procedemos a fijarlos con las abrazaderas TRI-CLAMP de 1".
6. El condensador de serpentín **(B7)** debe de estar posado sobre su soporte, donde también deberá de montarse la botella de recuperación de destilados **(B9)**, procurar emparejar las salidas del condensador con la boca de la botella de recuperación, para que el circuito de recepción de productos quede completamente funcional.
7. Finalmente, la máquina quedará ensamblada con la instalación del bidón de refrigeración **(B10)**, las mangueras de distribución y la bomba sumergible. (recordar que el ingreso de agua fresca es por la espiga inferior del condensador y que la salida de agua se da por el tubo de descarga superior).
8. Para la operación de la máquina se debe de encender la hornilla inferior del soporte del tanque de líquidos **(B2)** con el balón de gas GLP doméstico **(B3)** y hervir el fermentado hasta la temperatura aproximada a 78 °C (Temperatura de ebullición del Etanol). Temperatura en la cual empezará a evaporarse el alcohol presente en el fermentado.
9. Mientras se está calentando el fermentado del tanque de líquidos **(B1)** se procede a encender la bomba sumergible y a hacer recircular el refrigerante (agua) a través de la chaqueta del condensador GRAHAM o de serpentín **(B7)**. Buscar siempre que la temperatura del refrigerante al ingreso del condensador sea siempre menor a la

- de salida del mismo, esto, para garantizar una correcta transferencia de calor y así poder condensar el vapor captado.
10. Una vez iniciada la operación de destilación y llegados a la temperatura de 78 °C el fuego de la hornilla deberá ser reducido al mínimo, buscando que la temperatura dentro del tanque de líquidos (**B1**) no se eleve más, pero, procurando que esta temperatura se mantenga constante el mayor tiempo posible para poder evaporar todo el etanol contenido dentro del tanque de líquidos.
 11. La destilación fraccionada se da en 03 tiempos de recolección de productos: *CABEZA*, son los primeros destilados que se obtienen, este destilado tiene una alta concentración de alcoholes de bajo punto de ebullición (metanol, etc.); *CUERPO*, Es la parte media del destilado, contiene una graduación alcohólica intermedia y alcoholes deseables, *COLA*, son los últimos destilados que se obtienen en el proceso, este destilado contiene alcoholes más pesados con baja graduación y subproductos no deseados. Cuando la temperatura haya rebasado los 80 °C y el destilado que se obtiene es de baja graduación el proceso habrá terminado.
 12. Una vez que el goteo del condensador cese o se identifique la baja graduación del destilado, el proceso se da por concluido; Apagar la hornilla, cerrar el balón de GLP (**B3**) y esperar un tiempo prudente mientras que toda la máquina se enfría.
 13. Cuando la máquina se encuentre a una temperatura manipulable se debe de iniciar el desarmado por el cuello de ganso (**B6**) desajustando sus TRI-CLAMP y liberando los remanentes de vapor.
 14. Apagar la bomba sumergible, drenar toda el agua contenida en la chaqueta del condensador (**B7**), desinstalar las mangueras del sistema de enfriamiento (la de ingreso que esta con adaptador espiga y la de salida es un tubo liso).
 15. Desajustar la TRI-CLAMP de unión entre el tanque de líquidos y la columna de destilación, drenar el caldo fermentado del tanque (**B1**), limpiar y secar todos los componentes y finalmente guardarlos en la escalera gabinete.

Figura 59: Ensamblaje de máquina multipropósito para destilación fraccionada.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 60: Pruebas de funcionamiento con materia prima de fermentado de almidón de papa producto alcohol de papa de 40°-60°, se comprueba la T de inicio en 78 °C.



Fuente: Elaboración propia.

3.20 Listado y costos estándar de materiales.

A continuación, se presenta la lista de materiales usados para cada componente.

Tabla 2: Lista de materiales utilizados para la fabricación de cada componente de la máquina multipropósito.

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOT.
SOPORTE T. LIQUIDOS	Platina ASTM A36 de 1/4" x 4"	2600	-	S/ 67.50	S/ 67.50
SOPORTE T. LIQUIDOS	Platina ASTM A36 de 1/4" x 3"	3660	-	S/ 72.50	S/ 72.50
SOPORTE T. LIQUIDOS	Tubo redondo LAC de 1/8" x 2"	1000	-	S/ 23.00	S/ 23.00
SOPORTE T. LIQUIDOS	Tubo redondo LAF de 1.5mm x 3/4"	240	-	S/ 1.25	S/ 1.25
SOPORTE T. LIQUIDOS	Tubo redondo LAF de 1.2mm x 1/2"	200	-	S/ 0.50	S/ 0.50
SOPORTE T. LIQUIDOS	Tubo cuadrado LAF de 1.5mm x 5/8"	150	-	S/ 0.75	S/ 0.75
SOPORTE T. LIQUIDOS	Plancha LAC de 1/4"	200*160mm	1	S/ 8.50	S/ 8.50
SOPORTE T. LIQUIDOS	Brida redonda de 1/4"	De=410, Di=310	1	S/ 43.50	S/ 43.50
SOPORTE T. LIQUIDOS	Platina de 1/8" x 1/2"	280	1	S/ 0.50	S/ 0.50
SOPORTE T. LIQUIDOS	Bisagras de 5/8" x 4" (3 alas)	-	4	S/ 2.50	S/ 10.00
SOPORTE T. LIQUIDOS	Garrucha industrial siliconada c/freno	-	4	S/ 65.00	S/ 260.00
SOPORTE T. LIQUIDOS	Perilla de ingreso GLP c/accesorios	-	1	S/ 5.00	S/ 5.00
SOPORTE T. LIQUIDOS	Quemador industrial de cocina	-	1	S/ 18.00	S/ 18.00
SOPORTE T. LIQUIDOS	Pestillos metalicos hechizo	-	2	S/ 10.00	S/ 20.00
SOPORTE T. LIQUIDOS	Adaptador para manguera de 1/2"	-	1	S/ 4.00	S/ 4.00
					S/ 535.00

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOT.
TANQUE LIQUIDOS	Plancha de Ac. inoxidable de 2.0mm	1220*650mm	1	S/ 252.00	S/ 252.00
TANQUE LIQUIDOS	Plancha de Ac. inoxidable de 2.0mm	550*550mm	1	S/ 100.00	S/ 100.00
TANQUE LIQUIDOS	Plancha de Ac. inoxidable de 2.0mm	400*100mm	1	S/ 16.00	S/ 16.00
TANQUE LIQUIDOS	Plancha de Ac. inoxidable de 3.0mm	400*400mm	1	S/ 80.00	S/ 80.00
TANQUE LIQUIDOS	Barra redonda inoxidable de 3/8"	500	-	S/ 10.00	S/ 10.00
TANQUE LIQUIDOS	Niple inoxidable roscado de 3/4" x 2.1/2"	-	1	S/ 2.50	S/ 2.50
TANQUE LIQUIDOS	Válvula esferica inoxidable de 3/4"	-	1	S/ 25.00	S/ 25.00
TANQUE LIQUIDOS	Copla roscada inoxidable de 3/4"	-	2	S/ 8.00	S/ 16.00
TANQUE LIQUIDOS	Ferrule de TRI-CLAMP de 4"	-	1	S/ 45.00	S/ 45.00
TANQUE LIQUIDOS	Manometro de glicerina rosca 3/4"	-	1	S/ 180.00	S/ 180.00
TANQUE LIQUIDOS	Termometro bimetalico c/dial 4"	-	1	S/ 150.00	S/ 150.00
					S/ 876.50

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOT.
DISTRIBUIDOR	Tubo redondo de Ac. Inoxidable OD de 1.1/2"	1400	-	S/ 42.00	S/ 42.00
DISTRIBUIDOR	Platina de Ac. inoxidable de 1.5mm x 2"	260	-	S/ 4.00	S/ 4.00
DISTRIBUIDOR	Platina de Ac. inoxidable de 1.5mm x 1/2"	520	-	S/ 2.00	S/ 2.00
DISTRIBUIDOR	Plancha de Ac. inoxidable de 1.5mm	100*100mm	2	S/ 3.00	S/ 6.00
DISTRIBUIDOR	Copla roscada inoxidable de 3/4"	-	1	S/ 8.00	S/ 8.00
					S/ 62.00

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOT.
TANQUE ORGANICOS	Plancha de Ac. inoxidable de 2.0mm	1500*620mm	1	S/ 296.00	S/ 296.00
TANQUE ORGANICOS	Plancha de Ac. inoxidable de 2.0mm	550*550mm	1	S/ 98.00	S/ 98.00
TANQUE ORGANICOS	Plancha de Ac. inoxidable de 2.0mm	480*480mm	1	S/ 76.00	S/ 76.00
TANQUE ORGANICOS	Plancha de Ac. inoxidable de 2.0mm	100*380mm	1	S/ 14.00	S/ 14.00
TANQUE ORGANICOS	Plancha de Ac. inoxidable de 2.0mm	200*200mm	1	S/ 16.00	S/ 16.00
TANQUE ORGANICOS	Brida redonda de Ac. Inoxidable de 2.5mm	De=580, Di=480	1	S/ 134.00	S/ 134.00
TANQUE ORGANICOS	Niple inoxidable roscado de 3/4" x 2.1/2"	-	1	S/ 2.50	S/ 2.50
TANQUE ORGANICOS	Niple inoxidable roscado de 3/4" x 2"	-	1	S/ 2.50	S/ 2.50
TANQUE ORGANICOS	Valvula de bola vapor de 3/4"	-	1	S/ 190.00	S/ 190.00
TANQUE ORGANICOS	Ferrule de TRI-CLAMP de 4"	-	1	S/ 45.00	S/ 45.00
					S/ 874.00

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOT.
CANASTILLA (x02)	Platina de Ac. inoxidable de 1.5mm x 2"	9000	-	S/ 112.00	S/ 112.00
CANASTILLA (x02)	Malla de Ac. Inoxidable de 3/4" x e=3/16"	1500*200mm	2	S/ 240.00	S/ 480.00
CANASTILLA (x02)	Malla de Ac. Inoxidable de 3/4" x e=3/16"	480*480mm	2	S/ 160.00	S/ 320.00
CANASTILLA (x02)	Barra redonda inoxidable de 1/4"	400	-	S/ 4.00	S/ 4.00
					S/ 916.00

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOT.
TAPA CONICA	Plancha de Ac. inoxidable de 2.0mm	600*600mm	1	S/ 116.00	S/ 116.00
TAPA CONICA	Brida redonda de Ac. Inoxidable de 2.5mm	De=580, Di=480	1	S/ 134.00	S/ 134.00
TAPA CONICA	Ferrule de TRI-CLAMP de 2.1/2"	-	1	S/ 20.00	S/ 20.00
					S/ 270.00

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOT.
JUNTA FLEXIBLE	Brida redonda de Caucho EPDM de 4.0mm	De=580, Di=475	1	S/ 95.00	S/ 95.00
					S/ 95.00

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOT.
CUELLO DE GANSO	Tubo redondo de Ac. Inoxidable OD de 1"	550	-	S/ 12.00	S/ 12.00
CUELLO DE GANSO	Tubo redondo de Ac. Inoxidable OD de 2.1/2"	100	-	S/ 8.00	S/ 8.00
CUELLO DE GANSO	Codo 90° Ac. Inoxidable de 2.1/2"	-	1	S/ 18.00	S/ 18.00
CUELLO DE GANSO	Ferrule de TRI-CLAMP de 2.1/2"	-	1	S/ 20.00	S/ 20.00
CUELLO DE GANSO	Reducción concentrica Ac. Inoxidable de 2.1/2" a 1"	-	1	S/ 25.00	S/ 25.00
					S/ 83.00

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOT.
CODO C. DIRECCION	Tubo redondo de Ac. Inoxidable OD de 1"	120	-	S/ 5.00	S/ 5.00
CODO C. DIRECCION	Codo 90° Ac. Inoxidable de 1"	-	1	S/ 6.00	S/ 6.00
CODO C. DIRECCION	Ferrule de TRI-CLAMP de 1"	-	2	S/ 10.00	S/ 20.00
					S/ 31.00

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOT.
CONDENS. DE BOLAS	Plancha de Ac. inoxidable de 2.0mm	1000*500mm	1	S/ 160.00	S/ 160.00
CONDENS. DE BOLAS	Plancha de Ac. inoxidable de 2.0mm	160*160mm	1	S/ 12.00	S/ 12.00
CONDENS. DE BOLAS	Barra redonda inoxidable de 1/4"	300	-	S/ 3.00	S/ 3.00
CONDENS. DE BOLAS	Ferrule de TRI-CLAMP de 1"	-	1	S/ 10.00	S/ 10.00
CONDENS. DE BOLAS	Tubo redondo de Ac. Inoxidable OD de 1"	400	-	S/ 10.00	S/ 10.00
CONDENS. DE BOLAS	Tubo redondo de Ac. Inoxidable OD de 2"	100	-	S/ 5.00	S/ 5.00
CONDENS. DE BOLAS	Reducción concentrica Ac. Inoxidable de 1" a 1/2"	-	3	S/ 8.00	S/ 24.00
CONDENS. DE BOLAS	Reducción concentrica Ac. Inoxidable de 2.1/2" a 1"	-	8	S/ 25.00	S/ 200.00
CONDENS. DE BOLAS	Codo 90° Ac. Inoxidable de 2"	-	1	S/ 15.00	S/ 15.00
CONDENS. DE BOLAS	Espiga de conexión p/manguera de 1"	-	1	S/ 8.00	S/ 8.00
CONDENS. DE BOLAS	Codo 90° roscado Ac. Inoxidable de 1"	-	1	S/ 6.00	S/ 6.00
CONDENS. DE BOLAS	Niple inoxidable roscado de 1" x 2"	-	1	S/ 2.00	S/ 2.00
CONDENS. DE BOLAS	Niple inoxidable roscado de 3/4" x 2"	-	1	S/ 2.50	S/ 2.50
CONDENS. DE BOLAS	Válvula esferica inoxidable de 3/4"	-	1	S/ 25.00	S/ 25.00
					S/ 482.50

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOT.
SOPORTE D/CONDEN.	Plancha FN LAC de 1/8"	280*280mm	1	S/ 10.50	S/ 10.50
SOPORTE D/CONDEN.	Plancha FN LAC de 1/8"	300*300mm	1	S/ 12.00	S/ 12.00
SOPORTE D/CONDEN.	Plancha FN LAC de 1/8"	250*250mm	1	S/ 8.50	S/ 8.50
SOPORTE D/CONDEN.	Plancha FN LAC de 1/8"	180*180mm	1	S/ 5.00	S/ 5.00
SOPORTE D/CONDEN.	Plancha FN LAC de 3/8"	340*340mm	1	S/ 44.00	S/ 44.00
SOPORTE D/CONDEN.	Platina ASTM A36 de 1/8" x 1"	900	-	S/ 6.50	S/ 6.50
SOPORTE D/CONDEN.	Platina ASTM A36 de 1/8" x 3/4"	350	-	S/ 1.00	S/ 1.00
SOPORTE D/CONDEN.	Tubo redondo LAC de 2.0mm x 5/8"	250	-	S/ 1.25	S/ 1.25
SOPORTE D/CONDEN.	Tubo redondo LAC de 2.0mm x 3/4"	450	-	S/ 2.75	S/ 2.75
SOPORTE D/CONDEN.	Tubo redondo LAC de 2.0mm x 1"	350	-	S/ 3.00	S/ 3.00
SOPORTE D/CONDEN.	Barra redonda A36 de 5/8"	1200	-	S/ 11.50	S/ 11.50
SOPORTE D/CONDEN.	Barra redonda A36 de 1/2"	400	-	S/ 3.50	S/ 3.50
					S/ 109.50

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CANTIDAD			P. UNIT.	P. TOT.
VASO FLORENTINO	Tubo redondo de Ac. Inoxidable OD de 2"	300	-	0.7	20	S/ 14.00	S/ 14.00
VASO FLORENTINO	Tubo redondo de Ac. Inoxidable OD de 1/4"	250	-	0.1	20	S/ 2.00	S/ 2.00
VASO FLORENTINO	Copla roscada inoxidable de 1/4"	-	1			S/ 5.00	S/ 5.00
VASO FLORENTINO	Válvula esférica inoxidable de 1/4"	-	1			S/ 6.00	S/ 6.00
VASO FLORENTINO	Codo 90° roscado Ac. Inoxidable de 1/4"	-	1			S/ 4.00	S/ 4.00
VASO FLORENTINO	Plancha de Ac. inoxidable de 1.5mm	110*110mm	1	0.25	20	S/ 5.00	S/ 5.00
							S/ 36.00

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CANTIDAD			P. UNIT.	P. TOT.
FRACCIONADOR	Tubo redondo de Ac. Inoxidable OD de 3"	1000	-	4	20	S/ 80.00	S/ 80.00
FRACCIONADOR	Plancha de Ac. inoxidable de 1.5mm	400*120mm	1	0.7	20	S/ 14.00	S/ 14.00
FRACCIONADOR	Plancha de Ac. inoxidable de 1.5mm	300*300mm	1	1.3	20	S/ 26.00	S/ 26.00
FRACCIONADOR	Plancha de Ac. inoxidable de 1.5mm	80*80mm	7	0.1	20	S/ 2.00	S/ 14.00
FRACCIONADOR	Reducción concentrica Ac. Inoxidable de 3" a 2.1/2"	-	1			S/ 38.00	S/ 38.00
FRACCIONADOR	Ferrule de TRI-CLAMP de 2.1/2"	-	1			S/ 20.00	S/ 20.00
FRACCIONADOR	Ferrule de TRI-CLAMP de 4"	-	1			S/ 45.00	S/ 45.00
							S/ 237.00

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CANTIDAD			P. UNIT.	P. TOT.
CONDENS. SERPENTIN	Plancha de Ac. inoxidable de 2.0mm	800*600mm	1	7.7	20	S/ 154.00	S/ 154.00
CONDENS. SERPENTIN	Plancha de Ac. inoxidable de 2.0mm	260*260mm	1	1.3	20	S/ 26.00	S/ 26.00
CONDENS. SERPENTIN	Tubo redondo de Ac. Inoxidable OD de 1"	500	-	0.6	20	S/ 12.00	S/ 12.00
CONDENS. SERPENTIN	Tubo redondo de Ac. Inoxidable OD de 1/2"	18000	-	5.5	20	S/ 110.00	S/ 110.00
CONDENS. SERPENTIN	Ferrule de TRI-CLAMP de 1"	-	1			S/ 10.00	S/ 10.00
CONDENS. SERPENTIN	Reducción concentrica Ac. Inoxidable de 1" a 1/2"	-	1			S/ 8.00	S/ 8.00
CONDENS. SERPENTIN	Barra redonda inoxidable de 1/4"	500	-	0.2	20	S/ 4.00	S/ 4.00
CONDENS. SERPENTIN	Niple inoxidable roscado de 3/4" x 2"	-	1			S/ 2.00	S/ 2.00
CONDENS. SERPENTIN	Codo 90° Ac. Inoxidable de 2"	-	2			S/ 15.00	S/ 30.00
CONDENS. SERPENTIN	Espiga de conexión p/manguera de 1"	-	1			S/ 8.00	S/ 8.00
CONDENS. SERPENTIN	Copla roscada inoxidable de 1"	-	1			S/ 10.00	S/ 10.00
CONDENS. SERPENTIN	Válvula esférica inoxidable de 3/4"	-	1			S/ 25.00	S/ 25.00
CONDENS. SERPENTIN	Tubo redondo de Ac. Inoxidable OD de 2"	100	-	0.25	20	S/ 5.00	S/ 5.00
							S/ 404.00

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CANTIDAD			P. UNIT.	P. TOT.
ESCALERA GABINETE	Plancha FN LAC de 2.0mm	1200*1200mm	1	24	5	S/ 120.00	S/ 120.00
ESCALERA GABINETE	Plancha estriada FN de 2.0mm	730*300mm	6	3.6	5	S/ 18.00	S/ 108.00
ESCALERA GABINETE	Angulo A36 de 1/8" x 1.1/2"	12600	-	25	5	S/ 125.00	S/ 125.00
ESCALERA GABINETE	Tubo rectangular FN de 2.0mm x 40mm x 20mm	9300	-	16.5	5	S/ 82.50	S/ 82.50
ESCALERA GABINETE	Barra redonda A36 de 5/8"	9000	-	16.2	5	S/ 81.00	S/ 81.00
ESCALERA GABINETE	Garrucha industrial siliconada c/freno	-	4			S/ 65.00	S/ 260.00
							S/ 776.50

COSTO TOTAL DE MATERIALES: S/ 5,788.00
INSUMOS Y GASTOS INDIRECTOS (15%): S/ 868.20
COSTO DE MANO DE OBRA (18DIAS): S/ 3,060.00

COSTO DE FABRICACIÓN: **S/ 9,716.20**

Fuente: Elaboración propia

Observamos que el costo de fabricación de la máquina multipropósito con precios del año 2024 en Perú es de aproximadamente **S/ 9,716.20**; si consideramos un margen de ganancia del 12% (S/ 1,165.94) podríamos estimar un precio de venta de **S/ 10,900.00** con una garantía de fábrica de 03 años.

Capítulo IV. Resultados, Contrastación de Hipótesis y

Discusión de Resultados

En este capítulo se presentan y analizan los resultados obtenidos tras el diseño, fabricación y pruebas de funcionamiento de la máquina multipropósito para la obtención de aceites esenciales, alcohol y agua destilada.

4.1 Resultados.

Tabla 3: Datos de inicio del proceso de extracción de aceites esenciales para diferentes tipos de materia prima.

	[KG]	[KG]	[LTRS]	[KG]	[HORAS]	[°C]
MATERIA PRIMA	PESO MP EN BANDEJA 01	PESO MP EN BANDEJA 02	VOL. AGUA TQ. LIQUID.	PESO DEL GLP INICIO	HORA INICIO	TEMPERATURA INICIO
EUCALIPTO 01	2.4	2.8	20	19	19:00	20
LIMON	2	2	22	18.2	19:34	18
MOLLE	2.6	2	25	17.8	20:58	18
EUCALIPTO 02	2.3	2.3	25	15.1	12:30	22
NARANJA	6.2	5.1	25	13.2	15:25	19
EUCALIPTO 03	3.2	3.5	30	19.6	07:55	18

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Datos de fin de proceso de extracción de aceites esenciales para diferentes tipos de materia prima.

	[HORAS]	[HORAS]	[°C]	[HORAS]	[ml]	[KG]
MATERIA PRIMA	HORA T=100°C	HORA 1RA GOTA	T. TANQUE 1RA GOTA	HORA FIN	VOL. ACEITE	PESO DEL GLP FINAL
EUCALIPTO 01	20:13	20:49	105	22:05	50	18.9
LIMON	20:49	21:22	104	22:30	20	17.2
MOLLE	22:13	22:50	106	23:58	15	16.8
EUCALIPTO 02	13:40	14:20	105	15:35	50	14
NARANJA	16:36	17:15	106	18:27	50	13
EUCALIPTO 03	09:17	09:30	105	11:00	70	18.4

Fuente: Elaboración propia

La máquina multipropósito en la configuración de extracción de aceites esenciales fue probada con diferentes tipos de materia prima: Eucalipto, Limón, molle y naranja, siendo estas plantas propias de la zona. Los datos de inicio como de final de proceso se muestran en las tablas 3 y 4 respectivamente.

De las tablas mostradas podemos inferir algunas recurrencias:

- El agua contenida en el tanque de líquidos (volumen de inicio entre 20-30 litros) alcanza la temperatura de 100 °C en unos 70 a 80 minutos aproximadamente, teniendo como única fuente de calor la hornilla GLP abierta en un 75%.
- Luego de superada la temperatura de 100 °C y con la válvula de vapor abierta, la primera gota de condensado se materializa aproximadamente entre 35 a 40 minutos luego de alcanzados los 100 °C.
- El proceso de extracción de aceites dura aproximadamente 03 horas por batch de carga; para un uso continuado, el tanque de orgánicos debe de ser desmontado completamente, retirar la carga procesada e ingresar nueva carga orgánica, volviendo a ensamblar toda la máquina para operar nuevamente.
- El consumo de GLP por batch en todas las pruebas fue de aproximadamente 1kg por proceso.
- La bomba sumergible tiene un caudal máximo de 2500L/hora y consume una potencia de 45W, esto, en las 3 horas de uso para la recirculación del refrigerante (agua) hacen un total de 0.135 Kwh de consumo por batch de proceso.
- Para valorar el volumen obtenido de aceite en cada caso, debemos de detallar el proceso de manejo de la materia prima previo al proceso de extracción, esto es, el tratamiento que se le da a los compuestos orgánicos antes de ser ingresadas al tanque de orgánicos.

Eucalipto: El eucalipto fue la materia prima más utilizada en la máquina multipropósito y se llegaron a generar estándares de funcionamiento en las diferentes pruebas que se realizaron con esta materia prima: el volumen de agua

óptimo que debe de contener el tanque de líquidos para un batch de 3 horas es de 25litros y que la proporción de obtención de aceite esencial es de 10ml por cada kilogramo de hojas secas de Eucalipto. El tratamiento del eucalipto comienza con la limpieza de los tallos con hojas y el deshojado de las mismas, estas hojas deberán ser secadas hasta que pierdan entre el 30-40% de su peso inicial (generalmente entre 03 a 04 días de secado natural). El costo del eucalipto en “atadas” (grupo de 20 a 25 ramas de eucalipto) es de S/ 2.50, para todo el batch de extracción se necesitan trabajar en promedio 20 atadas haciendo un total de S/ 50.00 por batch de eucalipto trabajado.

Naranja: La naranja también fue ampliamente utilizada en la máquina multipropósito, esta debe de ser ingresada al tanque de orgánicos en forma de cascara secas. El tratamiento de las cáscaras de naranja es similar al de las hojas de eucalipto: lavar todas las cascara de naranja, cortarlas en pequeños trozos de 2cm de lado aproximadamente y secarlas al sol durante 3 o 4 días. El proceso también dura 03 horas y se puede recuperar aceite esencial en una proporción de 5ml por cada kilogramo de cascara de naranja. Las cascara de naranja son consideradas residuos y se acumulan en los establecimientos que venden jugo de naranja o puestos de jugos, así que el costo por materia prima es nulo.

Limón: Estandarizados los parámetros de operación de la máquina multipropósito se empezaron a probar otras materias primas, tal fue el caso del limón, las cáscaras obtenidas también no tienen costo, ya que son consideradas residuos y pueden ser conseguidas en grandes volúmenes en las marisquerías y/o cevicherías, las cuales luego se exprimir el jugo de los limones arrojan las cascara. El rendimiento promedio de obtención de aceite de limón es de aproximadamente 5ml por cada kg de cascara de limón tratada.

Molle: También se trabajó con el molle (*Schinus molle*) el cual es un árbol muy abundante en toda la región de Huánuco, el rendimiento de obtención de aceite fue el más bajo de todos, siendo aproximadamente de 3ml por cada kg de molle tratado.

Para mayores tasas de recuperación de aceite de molle se recomienda no desojar los tallos (trabajar con hojas, frutillas y tallos) y además considerar un menor tiempo de secado, que dependerá también del estado inicial de la materia prima a ser utilizada.

Tabla 5: Datos de pruebas de destilación fraccionada para diferentes tipos de materia prima.

	[LTRS]	[KG]	[KG]	[HORAS]	[°C]	[HORAS]	[HORAS]	[LTRS]
MATERIA PRIMA	VOL. EN TQ. LIQUID.	PESO DEL GLP INICIO	PESO DEL GLP FINAL	HORA INICIO	TEMP. INICIO	HORA T=78 °C (EN C. GANSO)	HORA FIN	VOL. DESTILADO OBTENIDO
AGUA DE GRIFO 01	10	18.5	17.8	06:00	20	06:42	07:55	3.5
AGUA DE GRIFO 02	20	16.2	15.4	13:07	21	13:51	15:10	7.5
AGUA ENVASADA	15	19	18.3	07:45	18	08:26	09:43	4.5
MACERADO PAPA 01	18	17.5	16.6	08:32	20	09:14	10:31	5.0
MACERADO PAPA 02	16	15.6	14.8	07:45	22	08:29	09:50	4.5

Fuente: Elaboración propia

La máquina multipropósito en la configuración de destilación fraccionada fue probada con agua y macerado de almidón de papa, los datos mostrados en la tabla 5 muestran algunas condiciones de operación y resultados obtenidos:

- La destilación de agua es un proceso que permite purificar la misma (Separar las impurezas: minerales, electrolitos, microorganismos, etc.)
- Para el caso de destilación de agua, ya sea esta de grifo o envasada se tiene un periodo de operación promedio de 2 horas.
- El agua destilada que se recupera en la botella de destilados presenta una disminución verificable del Total de Sólidos Disueltos (TDS).

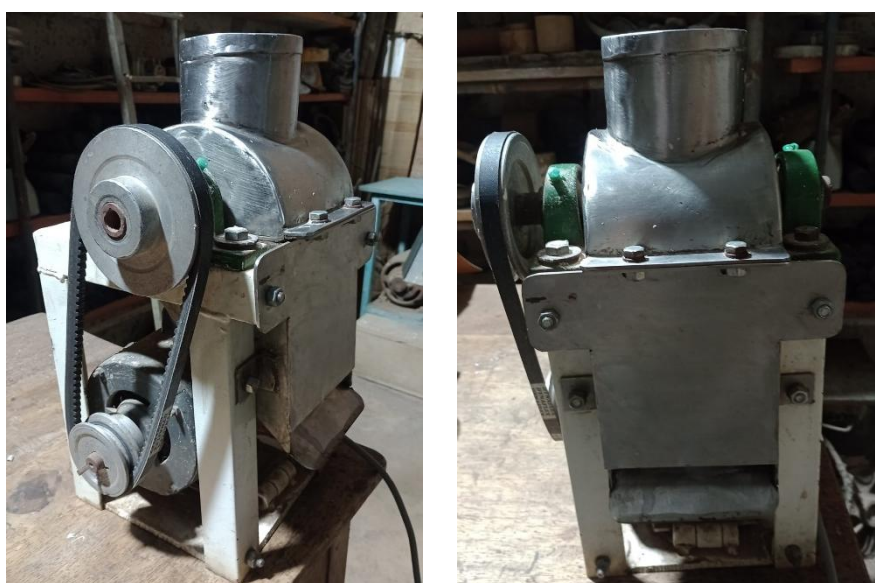
Figura 61: Valor arrojado por el medidor electrónico de TDS en una muestra de agua destilada.



Fuente: Elaboración propia.

- Considerar que la Organización mundial de la Salud (OMS) recomienda que los niveles de sólidos disueltos totales (TDS) en el agua potable deberán ser de 300-600 ppm para tener un nivel bueno.
- Para el caso de la destilación de macerados alcohólicos se debe de tener especial cuidado en la elaboración del macerado, pudiendo ser este de diferentes recetas, ingredientes, condiciones de almacenamiento y de maceración, etc. El éxito de una buena destilación alcohólica se encuentra en la calidad del macerado a trabajar.

Figura 62: Máquina raspadora para extraer almidón de las papas, fabricación propia.



Fuente: Elaboración propia.

- Para nuestras pruebas se prepararon macerados de almidón de papa enriquecido con cebada malteada y *Saccharomyces cerevisiae* (levadura alcohólica), esta mezcla fue macerada durante 05 días en un ambiente de temperatura controlada con su respectivo *airlock* (válvula de seguridad que permite la salida de CO₂ y evita que ingrese aire u otros contaminantes).

Figura 63: Fermentación de almidón de papa y cebada malteada con levadura alcohólica.



Fuente: Elaboración propia.

- Independientemente de la calidad del fermentado se observó que la temperatura en el cuello de ganso dentro del proceso de destilación fue de 78 °C durante el periodo que se obtuvo etanol condensado en la salida del serpentín.
- Finalmente, podemos inferir que para el procesamiento de un batch de 120 minutos se pueden obtener alrededor del 25% del volumen del fermentado.

4.2 Contrastación de Hipótesis.

En esta sección se analiza si los resultados obtenidos permiten aceptar o rechazar las hipótesis planteadas.

Hipótesis general:

- Se confirma que es posible diseñar y fabricar una máquina multipropósito para la obtención de aceites esenciales, alcohol y agua destilada.

Hipótesis específicas:

- Se validó que el diseño y dimensionamiento de los componentes fueron adecuados para la obtención de los productos esperados.
- Los materiales utilizados resultaron accesibles y pudieron ser conseguidos en el mercado local.
- Los planos y manuales desarrollados facilitaron el ensamblaje y operación de la máquina multipropósito tanto en la extracción de aceites esenciales como en la destilación de agua y de alcohol.

4.3 Discusión de resultados.

- Los productos obtenidos tanto en el proceso de extracción como en el de destilación fraccionada fueron de buena calidad y con eficiencias medias respecto a máquinas que se ofrecen en el mercado nacional e internacional.
- La máquina multipropósito puede reemplazar a 02 máquinas que realicen la destilación fraccionada y la extracción por arrastre de vapor de manera individual.
- El desarrollo de componentes intercambiables de medidas estándar y de fácil manejo convierte a la máquina multipropósito en una excelente opción para realizar los procesos de extracción y destilación.
- Los materiales usados en la fabricación de la máquina fueron adquiridos en tiendas especializadas en materiales inoxidables, pudiéndose conseguir y comprar todos dentro del mercado regional; en el caso que algún componente de la máquina llegase a faltar o extraviarse, estos pueden ser fácilmente fabricados, todas las medidas utilizadas son estándar (perfiles metálicos, accesorios, niplera, etc.).

- La máquina multipropósito consume alrededor de 1kg de GLP por batch de procesamiento de materia orgánica y aproximadamente 800gr. En el caso del proceso de destilación fraccionada.
- La máquina multipropósito cuenta con un gabinete de almacenamiento que también cumple la función de escalera para cuando se requiera ensamblar. El gabinete-escalera permite transportar la máquina a cualquier ubicación donde se pretenda realizar los procesos. Se recomienda trabajar en ambientes ventilados o al aire libre en preferencia.
- La máquina multipropósito puede ser operada por cualquier persona que sea capacitada sin previo conocimiento en los procesos intervenidos, convirtiéndola en una máquina versátil capaz de operarse en comunidades rurales y urbanas.
- La bomba sumergible es el único componente de la maquina multipropósito que necesita energía eléctrica, el consumo es de menos de 0.2KWh en todo el procesamiento de un batch de materia orgánica. Si se implementaría una fuente alternativa de energía para el funcionamiento de la bomba sumergible la maquina multipropósito sería totalmente autónoma, pudiéndose expandir mucho más el mercado de aplicación.
- Para el proceso de destilación fraccionada se recomienda la fabricación de una chaqueta aislante removible para cubrir el tanque de líquidos durante la condensación del etanol.
- Finalmente, se recomienda realizar pruebas con diferentes tipos de materia orgánica aromática para el proceso de extracción de aceites esenciales y también se deben de realizar pruebas de destilación con diferentes tipos de fermentaciones alcohólicas. Cada materia prima utilizada en la máquina multipropósito independientemente del proceso debe de ser registrada con sus propios parámetros: desde el pretratamiento hasta el final del procesamiento.

Conclusiones

- Se logró diseñar y fabricar una máquina multipropósito totalmente ensamblable y funcional capaz de extraer aceites esenciales y destilar alcohol y agua, validándose su funcionalidad para cada proceso en diferentes condiciones operativas y para diferentes tipos de materia prima, con simples arreglos mecánicos y de diseño de componentes.
- La máquina multipropósito demostró ser eficiente en la operación de ambos procesos (extracción de aceites esenciales y destilación fraccionada) la calidad de estos procesos se encuentra ligada al control de las variables de presión y temperatura, las cuales pueden ser registradas de manera eficiente en cualquier momento de la operación.
- Se pudo fabricar la máquina multipropósito con materiales e insumos estándares conseguidos en el mercado local, los planos se desarrollaron de manera didáctica asegurándose de que cualquier persona especializada en la fabricación de estructuras o componentes mecánicos pueda replicar la maquina multipropósito en diferentes condiciones y contextos industriales o comunitarios.
- Se comprobó la funcionalidad de la máquina en todas sus operaciones y adecuada compatibilidad de componentes y ensambles, sin embargo, la calidad del producto final obtenido se encuentra íntimamente ligada a la materia prima utilizada y el tratamiento que se le otorga antes de ser ingresada a la máquina. De la calidad de la materia prima procesada dependerá la calidad del producto obtenido bajo las condiciones normales de operación de la maquina multipropósito.
- El costo por la máquina multipropósito se calculó en S/10,900.00. Considerando una ganancia de S/ 1.00 por mililitro de aceite (eucalipto o naranja) y que por cada batch de extracción se obtienen aprox. 50ml. Se tienen que efectuar alrededor de 220 procesos de extracción; si se realizan 3 extracciones por semana, tendríamos un tiempo de retorno de inversión de menos de 02 años.

Recomendaciones

- Diseñar un sistema que dote de energía alternativa a la bomba sumergible, esto haría que la máquina multipropósito sea totalmente autónoma pudiendo ser operada en casi cualquier espacio o contexto.
- Probar la máquina multipropósito con diferentes tipos de materias primas y en diferentes proporciones pudiéndose registrar de esta manera los parámetros óptimos de funcionamiento en cada proceso.
- El sistema de refrigeración en los condensadores puede ser mejorado aumentando el área de contacto entre la chaqueta refrigerante y el cuello de ganso o disminuyendo la temperatura que se almacena en el bidón de refrigerante.
- Los pernos de fijación de la junta bridada entre el tanque de orgánicos y la tapa cónica tienden a dejar pequeñas aperturas por donde se dan filtraciones de vapor, se recomienda diseñar un gancho a manera de pinza para poder garantizar un mejor sellado en todo el perímetro de la junta flexible.
- La máquina multipropósito en la configuración de extracción de aceites está diseñada para operar por lotes o *batch*, para poder trabajar de manera continua, esto es, sin los tiempos muertos que implica la descarga y recarga de materia prima dentro del tanque de orgánicos se deberá optar por diseñar un *manifold* de distribución de vapor, cada rama con su válvula de vapor independiente; cada válvula de salida deberá de contar con su propio tanque de orgánicos y su propio sistema de recolección de productos.
- Se recomienda realizar el calculo de la eficiencia energética en función de la transferencia de calor. Pudiéndose optimizar esta eficiencia con un enchaquetado al tanque de líquidos, por ejemplo.
- Finalmente se recomienda la promoción y capacitación en el uso de la máquina multipropósito en diferentes comunidades agrícolas que podrían beneficiarse con la producción local de aceites esenciales, agua y alcohol destilado.

Referencias bibliográficas

- ACI. (2006). *Code requirements for environmental engineering concrete structures and commentary*. EEUU: American Concrete Institute.
- Avilés Vargas, M. J. (2021). *Diseño de una destiladora industrial de alcohol*. Latacunga-Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Balestrini Acuña, M. (1997). *Como se Elabora el Proyecto de Investigación*. Caracas, Venezuela: BI Consultores Asociados.
- Barragan Andrade, J. A. (2021). *Diseño y simulación de una volteadora de compost impulsado por un sistema oleo hidráulico como parte del diseño e implementación del proyecto de producción, transformación, comercialización y promoción de consumo de la quinua y sus derivados*. Riobamba – Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Borja Chagua, I. J. (2019). *Diseño de una removedora para compost de capacidad de veinte toneladas por hora para la Municipalidad Distrital de El Tambo*. Universidad Continental: Huancayo- Perú.
- britannica. (2021). *britannica*. Obtenido de britannica: <https://www.britannica.com/>
- BYJU'S. (2019). *BYJU'S*. Obtenido de BYJU'S: <https://byjus.com/global/>
- Concepto.pe. (2021). *Concepto.pe*. Obtenido de <https://concepto.de/>
- Cruzado Segura, J. F. (2019). *Planta de reciclaje orgánico y compostaje educativo para mitigar la mala disposición de residuos orgánicos en el botadero de reque*. Pimentel-Perú: Universidad Señor de Sipán.
- DePerú. (2020). *DePerú*. Obtenido de <https://www.deperu.com/centros-poblados/matibamba-56220>
- Felipe García, G. (2018). *Diseño y fabricación de un prototipo extractor de aceite de la semilla de higuierilla para producción de biodiesel*. México - México: Instituto Tecnológico de Pachuca.

- Gonzales Pérez, D. D. (2021). *Diseño y fabricación de un equipo sostenible y ecológico de extracción por arrastre a vapor para aceites esenciales comerciales, características fisicoquímicas, y elaboración de perfumes*. Lima-Perú: Universidad María auxiliadora.
- Hernández Sampieri, R., Baptista, P., & Fernández, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw-Hill.
- Hernandez, R. F. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6ta ed.). México D.F: McGraw-Hill.
- IGP. (2021). *Instituto Geofísico del Perú*. Obtenido de Instituto Geofísico del Perú: <https://www.gob.pe/igp>
- Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2022). Style IEEE. *Journal*, 1(1), 1-33.
- Institute, T. W. (enero de 2021). *TWI Global*. Obtenido de TWI Global: <https://www.twi-global.com/>
- Llacsahuanga Pusma, J. S. (2021). *Diseño de una planta de producción para la elaboración de licor de mango a partir de mango de descarte, en la región Piura*. Piura-Perú: Universidad de Piura.
- Matta Ramírez, G. S. (2019). *Desinfectante, limpiador y aromatizante eco limpia*. Lima-Perú: Universidad San Ignacio de Loyola.
- Montesdeoca Espín, D. E. (2022). *Diseño de una planta de obtención de alcohol rectificado a partir de alcohol artesanal para la asociación de cañicultores de la Parroquia Ramón Campaña del Cantón Pangua*. Cotopaxi- Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- Naturales, C. p. (JULIO de 2020). *NRDC*. Obtenido de NRDC: <https://www.nrdc.org/content/be-force-nature>

Quezada Cid, V. I. (2021). *Diseño de volteadora de materia orgánica para vermicomposteras comunitarias*. SANTIAGO – CHILE: Universidad de Chile.

sciencedirect. (noviembre de 2020). *sciencedirect*. Obtenido de sciencedirect:
<https://www.sciencedirect.com/>

Tamayo y Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Limusa.

Anexos

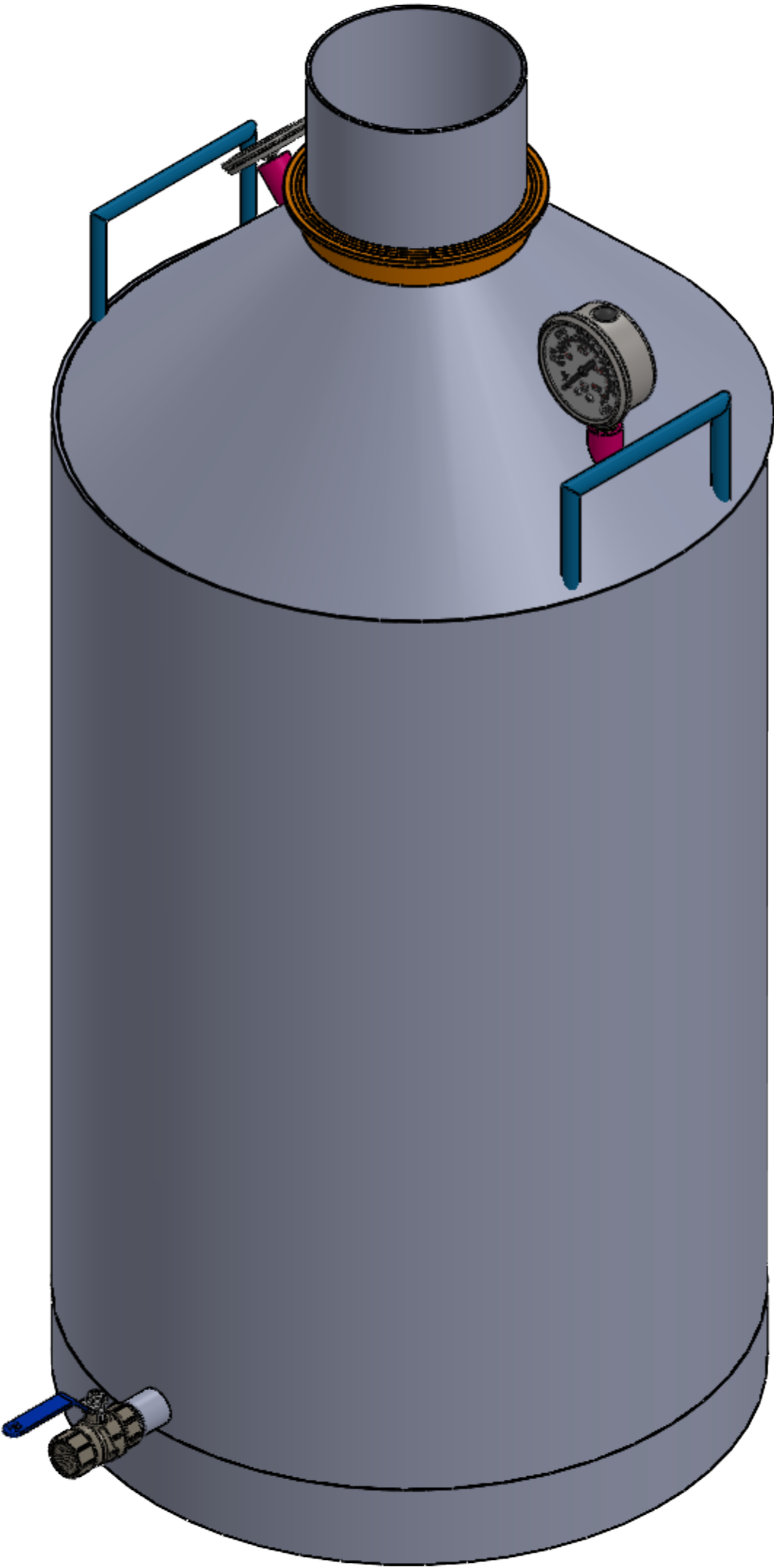
Anexo 1: Planos de diseño de Componentes.....	1
Anexo 2: Clasificación Taxonómica del Eucalipto	17
Anexo 3: Ficha técnica de válvula esfera M10S para vapor.....	19
Anexo 4: Catálogo de materiales inoxidables.....	27
Anexo 5: Especificación de procedimiento de soldadura (WPS).....	33
Anexo 6: Ficha técnica electrodo INOX 308L	34

ANEXO 1: PLANOS DE DISEÑO DE COMPONENTES

PARTES DE TANQUE:

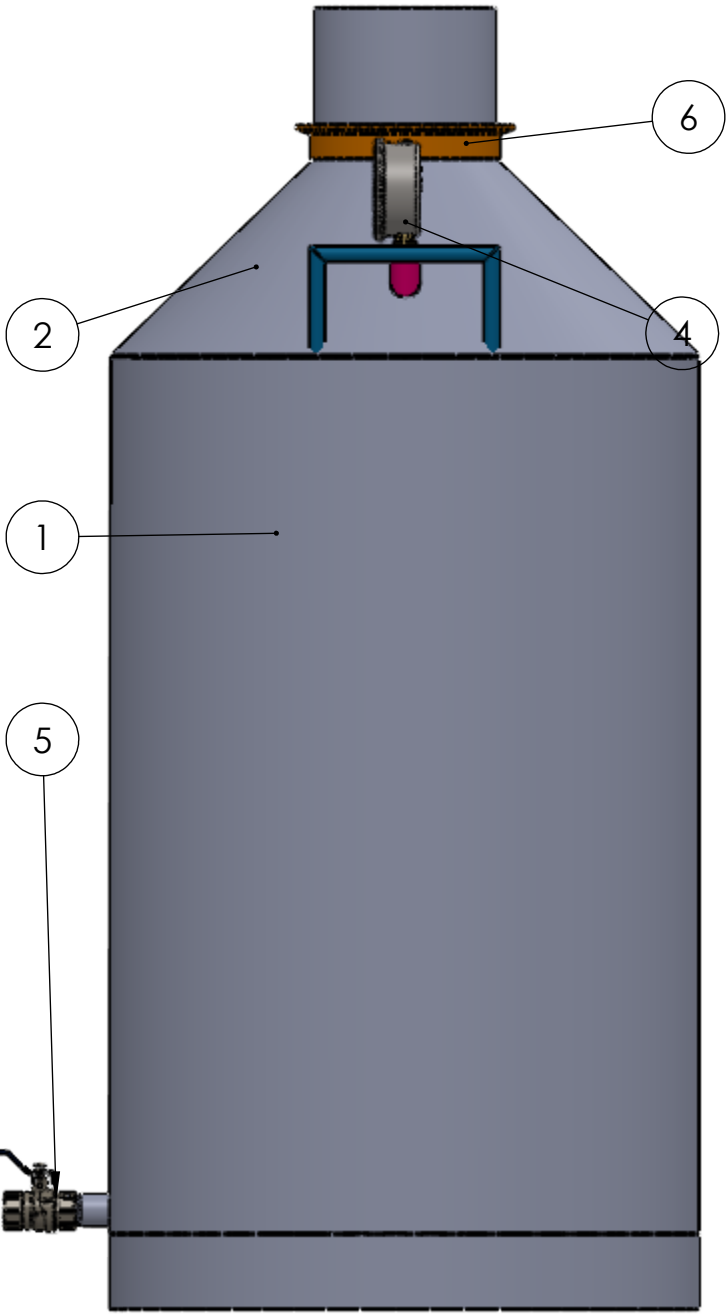
- (1) CUERPO DE TANQUE (e=2MM)
- (2) TAPA CONICA (e=2MM)
- (3) TERMÓMETRO 4" (0-120C)
- (4) MANÓMETRO 2.1/2" (0-150PSI)
- (5) VÁLVULA ESFERA DE DESCARGA
- (6) FERRULE 4" PARA CIERRE HERMETICO

VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:3



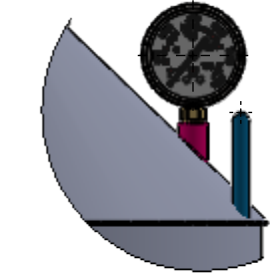
PESO APROXIMADO: 25.9KG

DIBUJO	L.K.V.G.		ESCALA	TANQUE DE LÍQUIDOS DE 70LITROS DE CAPACIDAD	
DISEÑO	L.K.V.G.		INDICADA		
APROBO	L.K.V.G.		FECHA		
NORMA			19/10/2024		
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA				PLANO N°: PL DISEÑO - PD01	N° 01
	FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA			SUSTITUYE A	
	DPTO. ACAD DE ING. MECÁNICA			SUSTITUIDO POR	

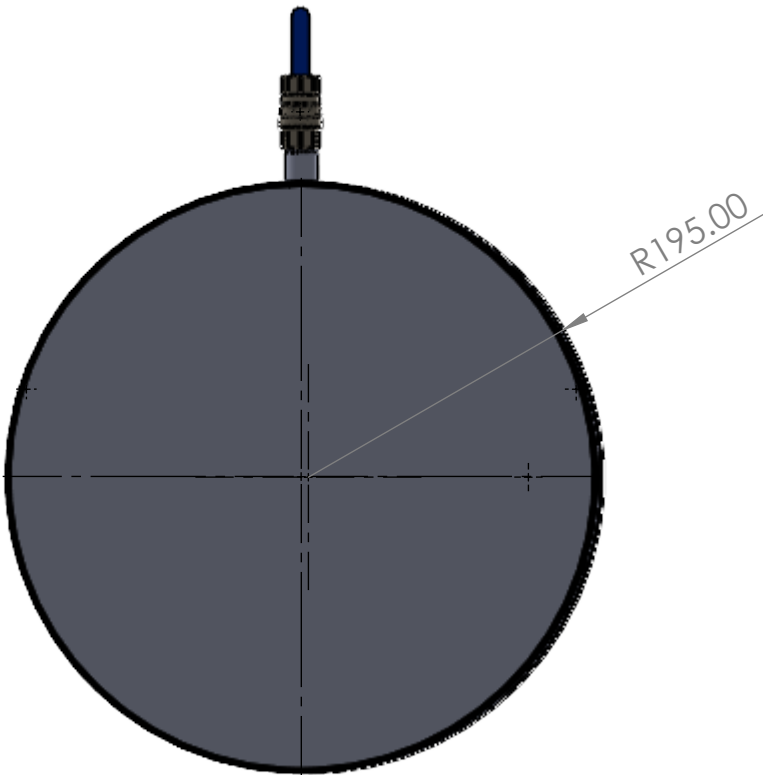


ESCALA 1:5

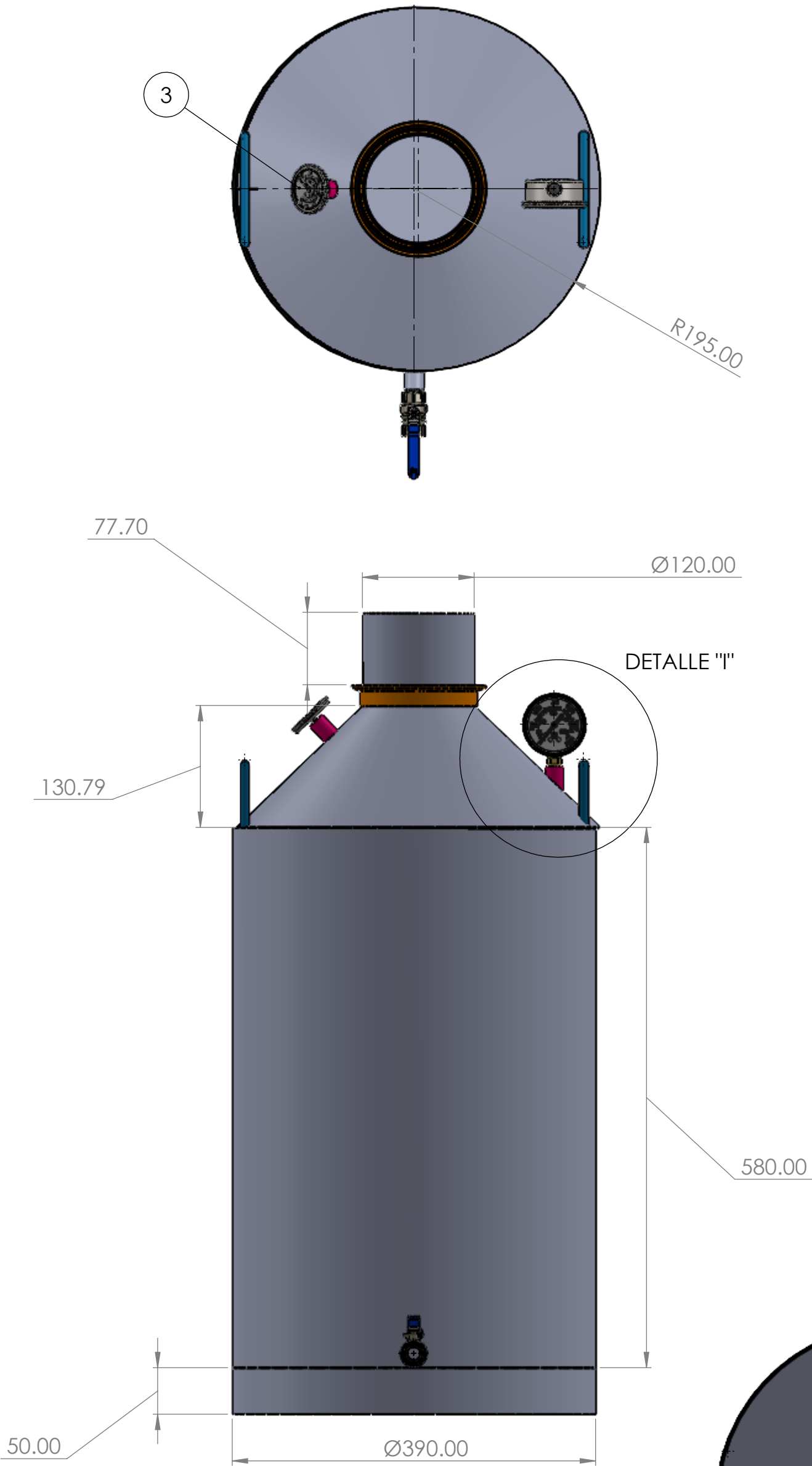
DETALLE "I"
ESCALA 1 : 5



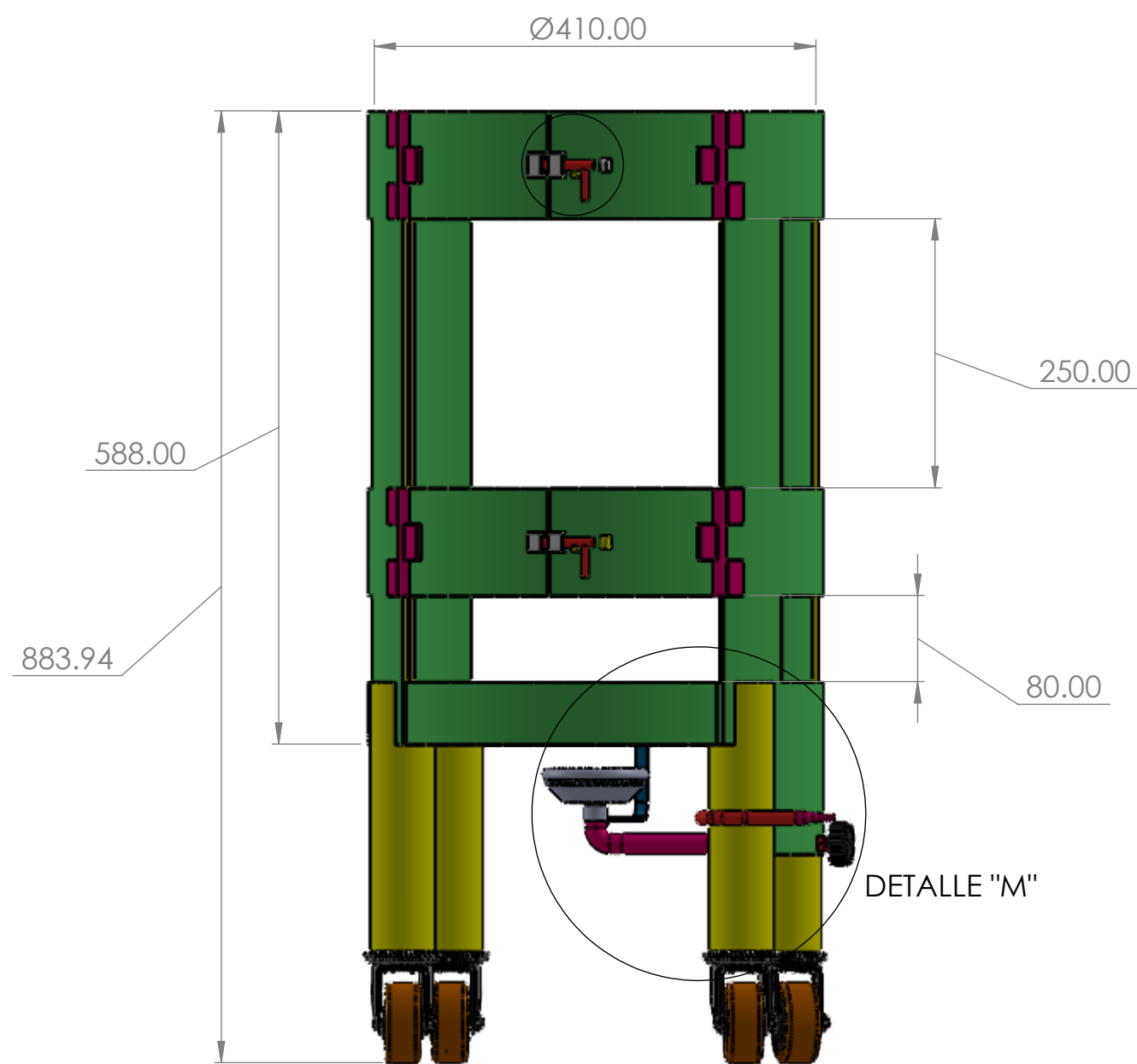
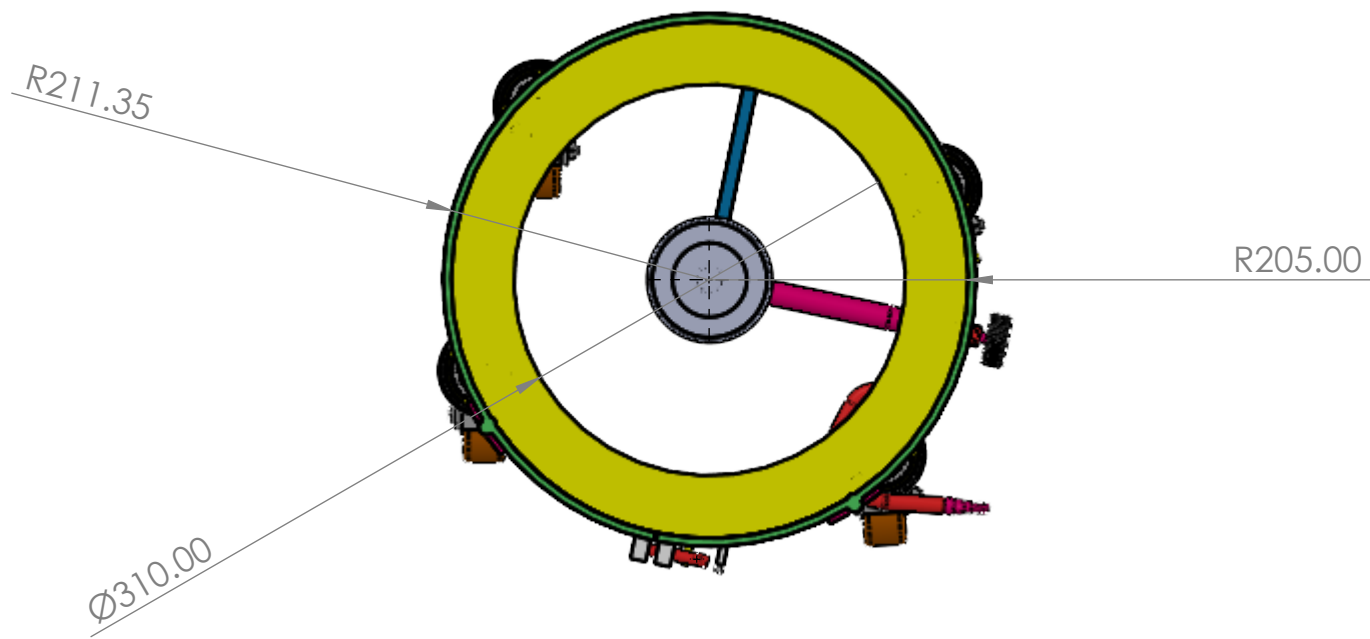
MANÓMETRO 2.1/2"



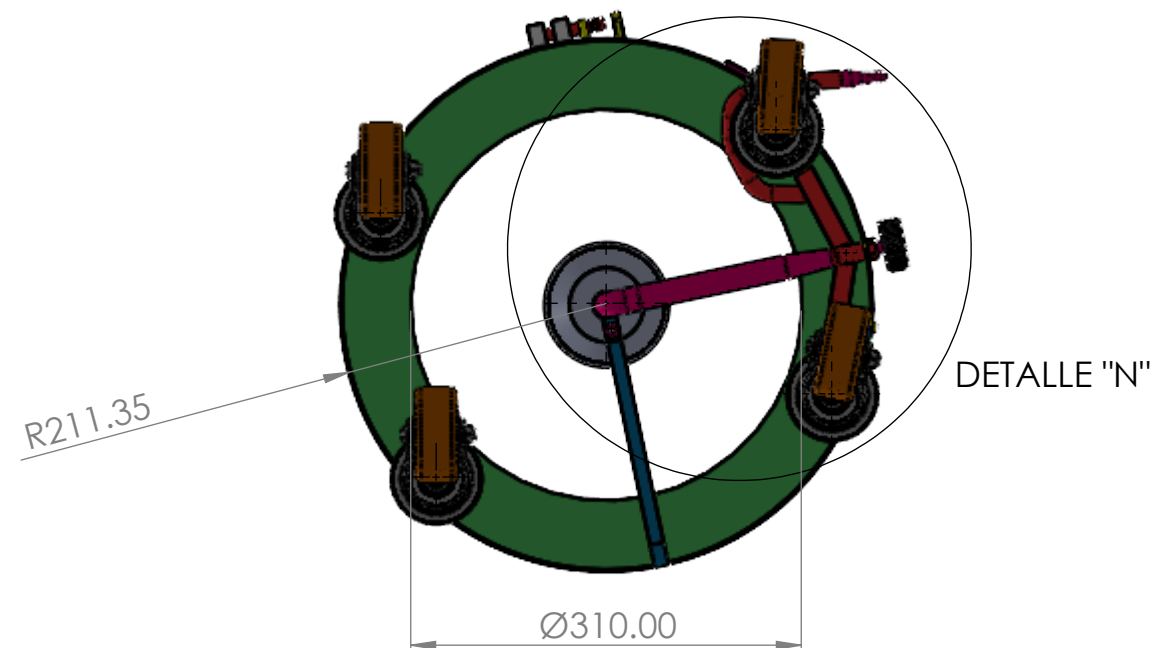
VISTA INFERIOR



ESCALA 1:5

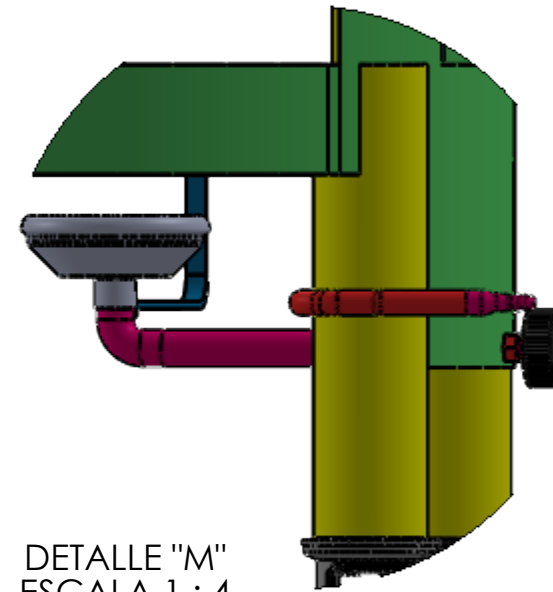


DETALLE "L"
ESCALA 1:6



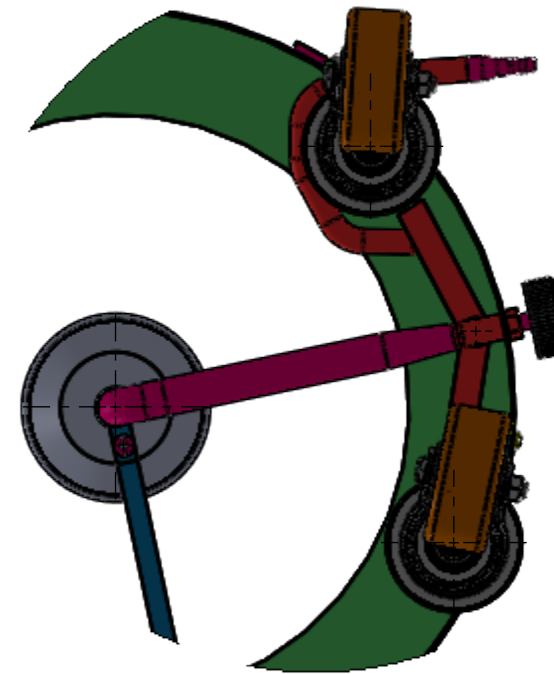
HORNILLA PARA GLP EMPOTRADA EN BASE DE SOPORTE

VISTA FRONTAL



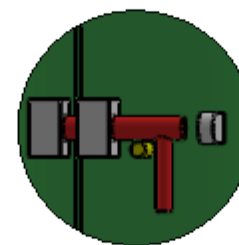
DETALLE "M"
ESCALA 1 : 4

VISTA INFERIOR

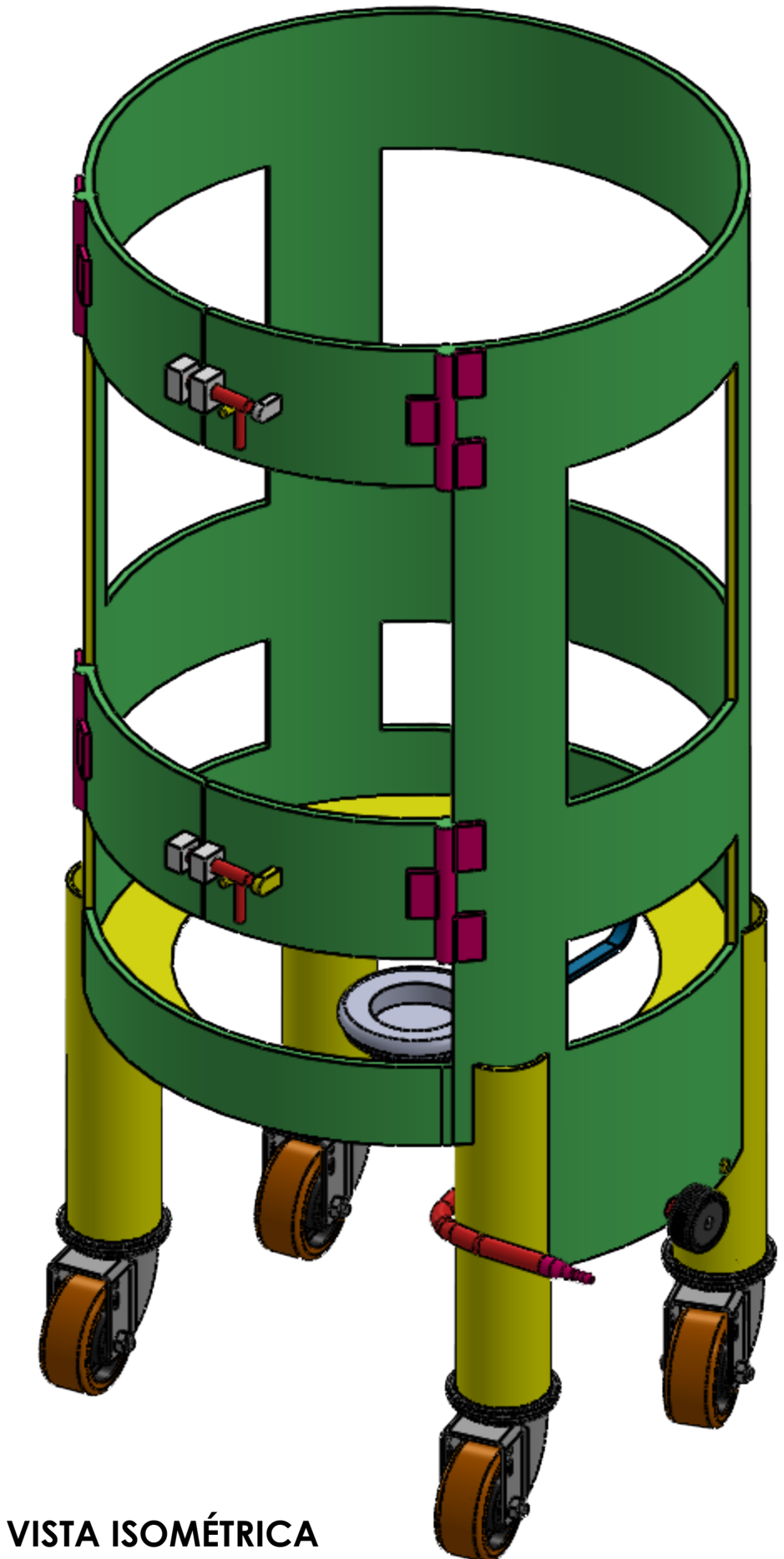


DETALLE "N"
ESCALA 1 : 4

CERROJO
FRONTAL



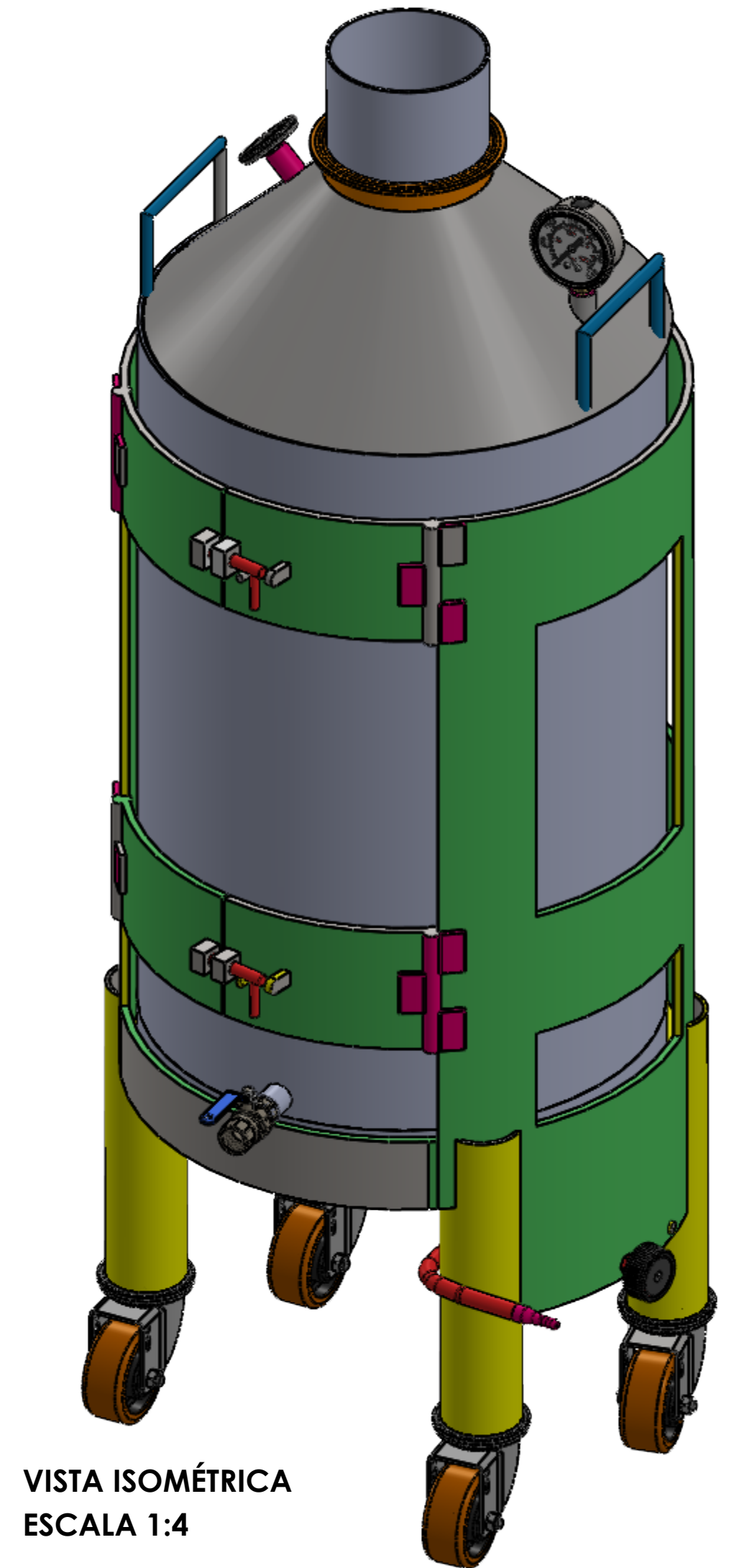
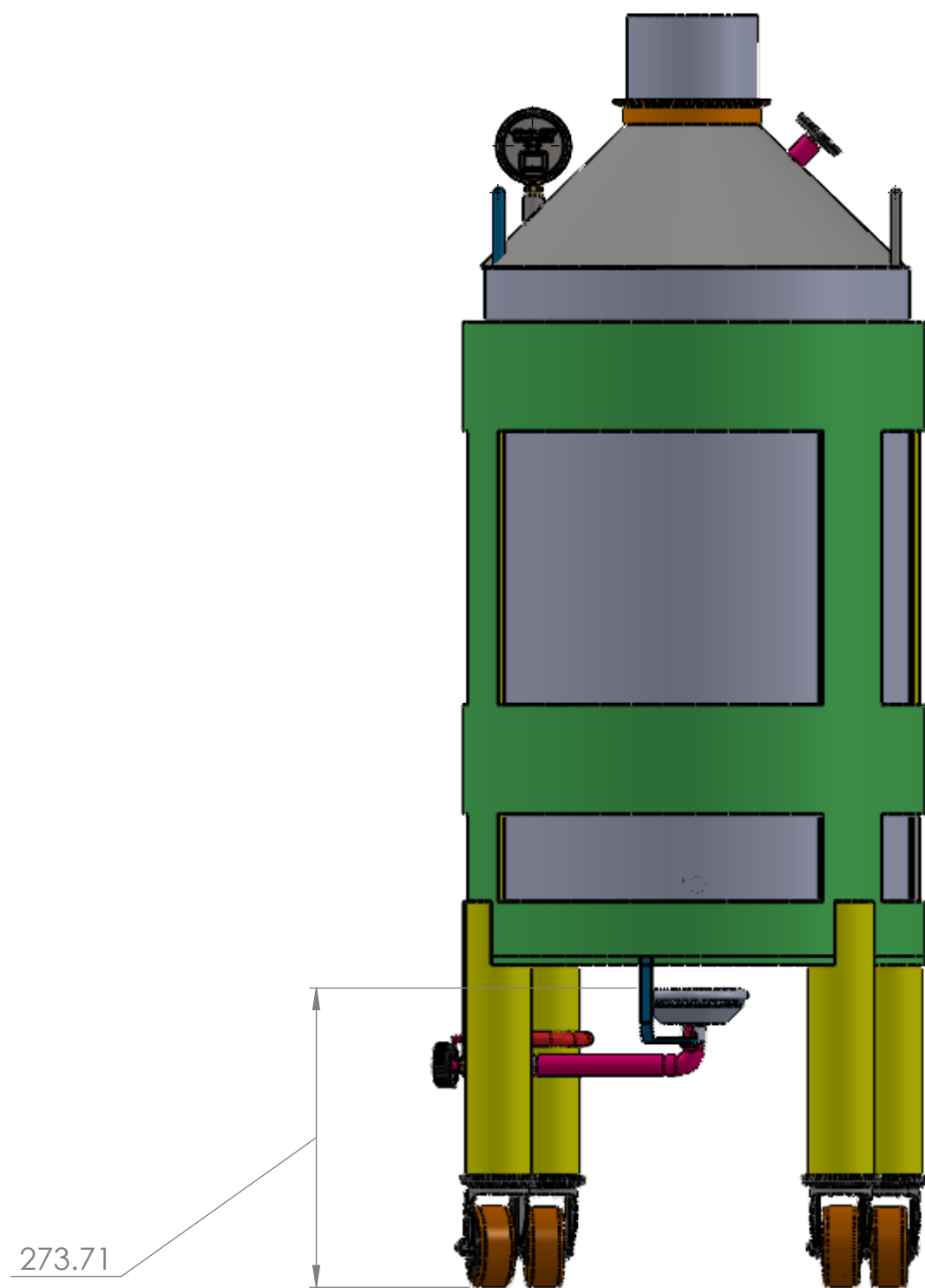
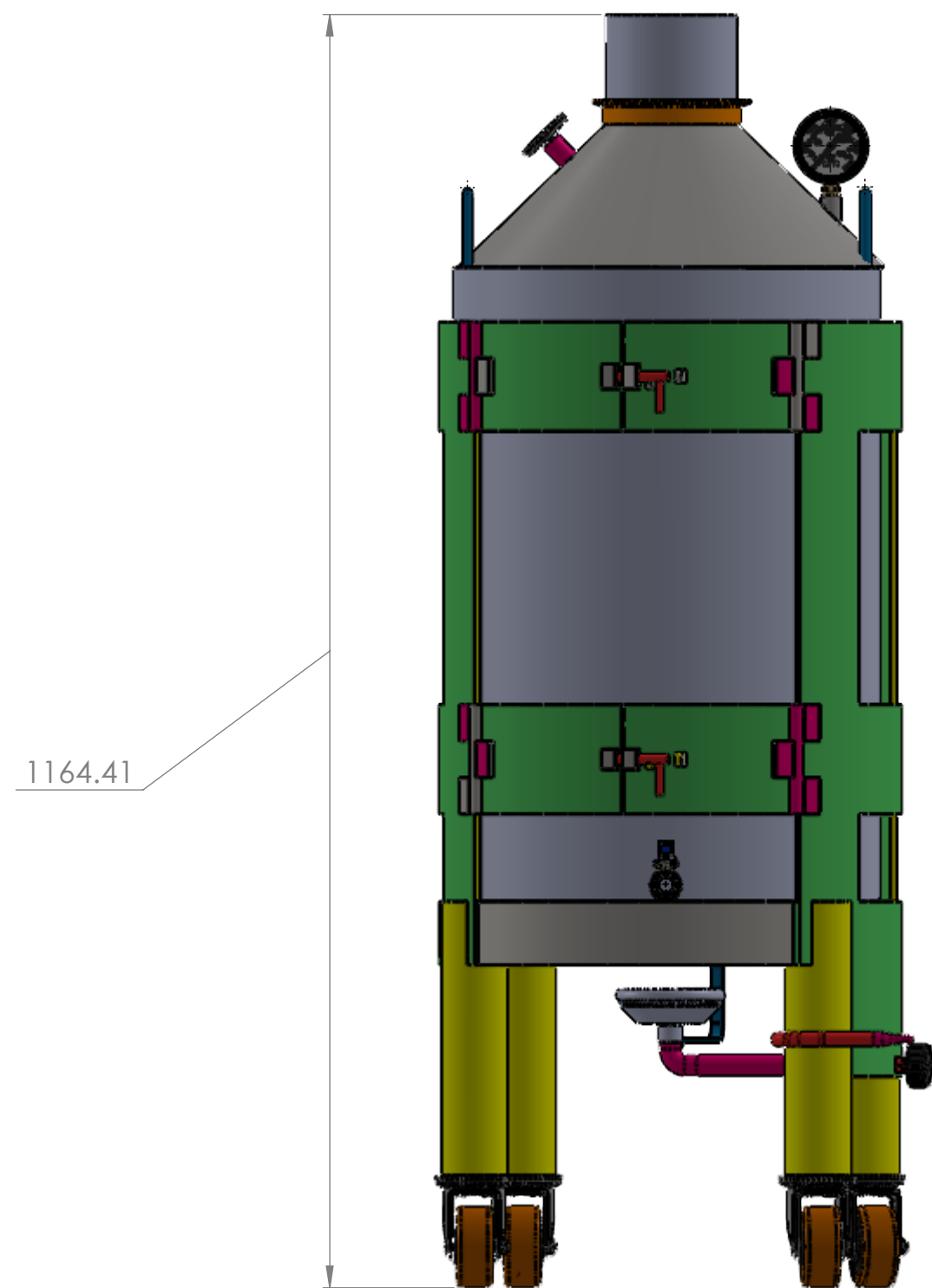
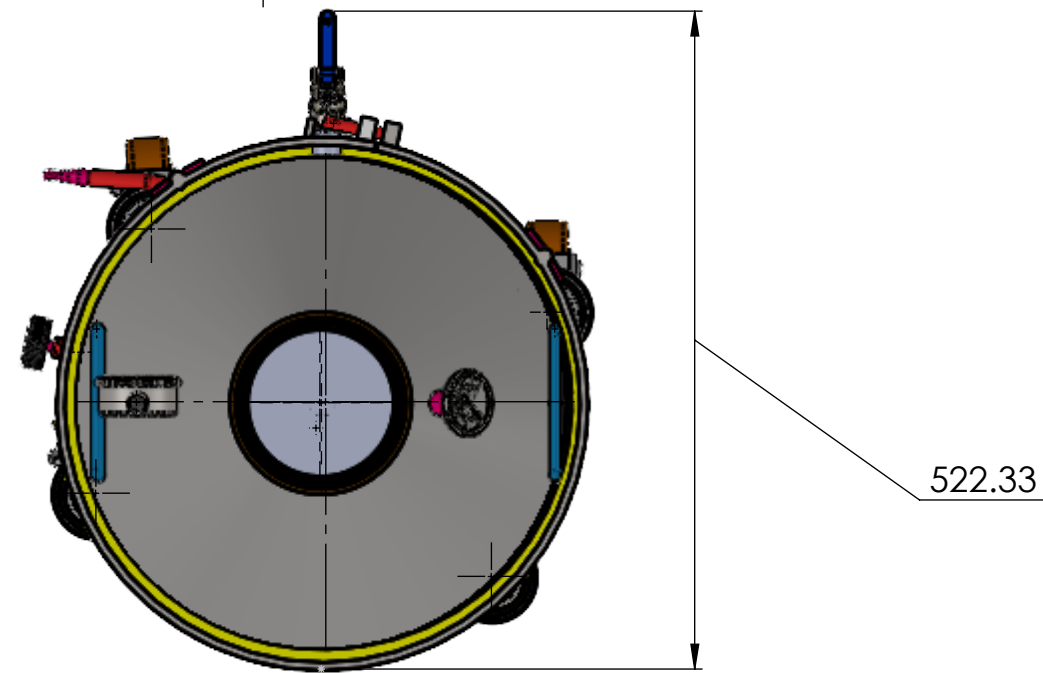
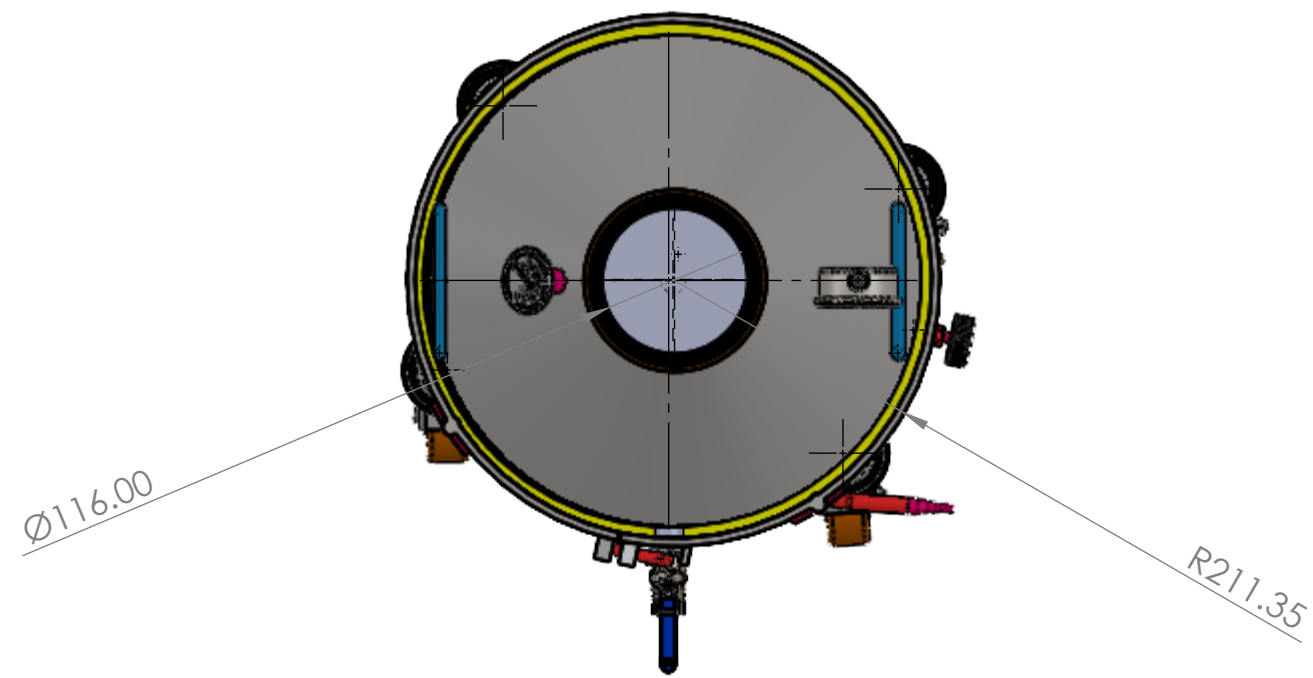
DETALLE "L"
ESCALA 1 : 3



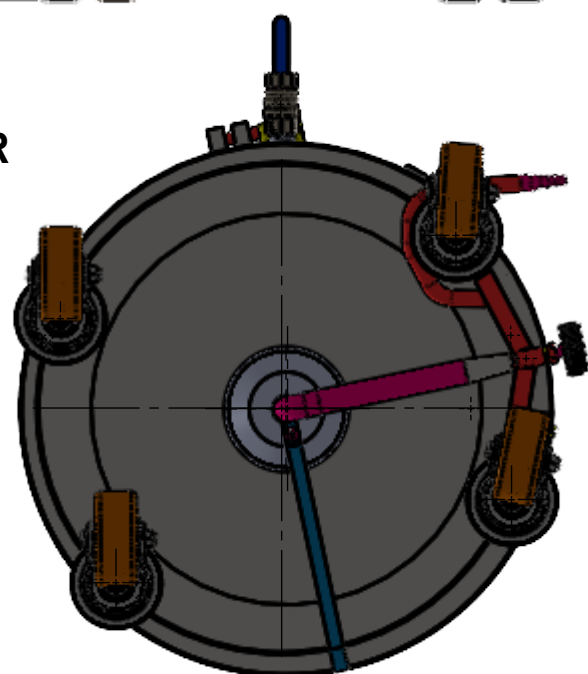
VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:4

PESO APROXIMADO: 32.9KG

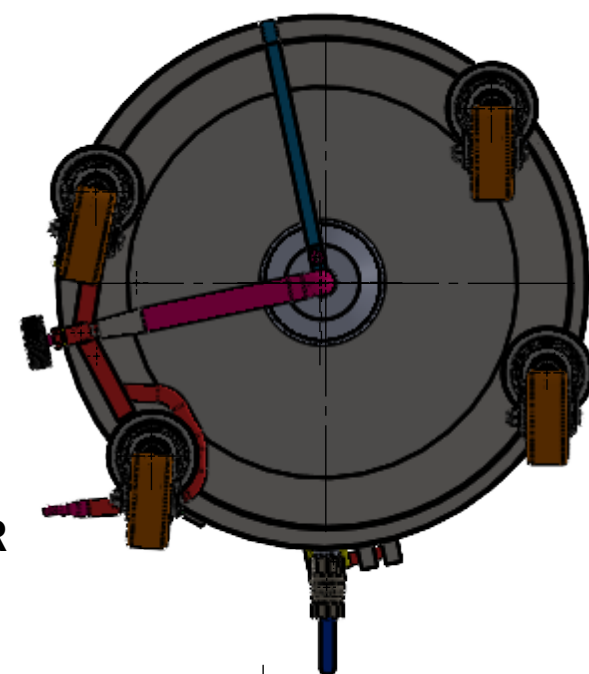
DIBUJO	L.K.V.G.		ESCALA	SOPORTE HORNILLA PARA TANQUE DE LIQUIDOS DE 70 LITROS	
DISEÑO	L.K.V.G.		INDICADA		
APROBO	L.K.V.G.		FECHA		
NORMA			19/10/2024		
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA				PLANO N°: PL DISEÑO - PD02	N° 02
	FACULTAD DE INGENIERIA			SUSTITUYE A	
	MECÁNICA			SUSTITUIDO POR	
DPTO. ACAD DE ING. MECÁNICA					



VISTA INFERIOR
ESCALA 1:6



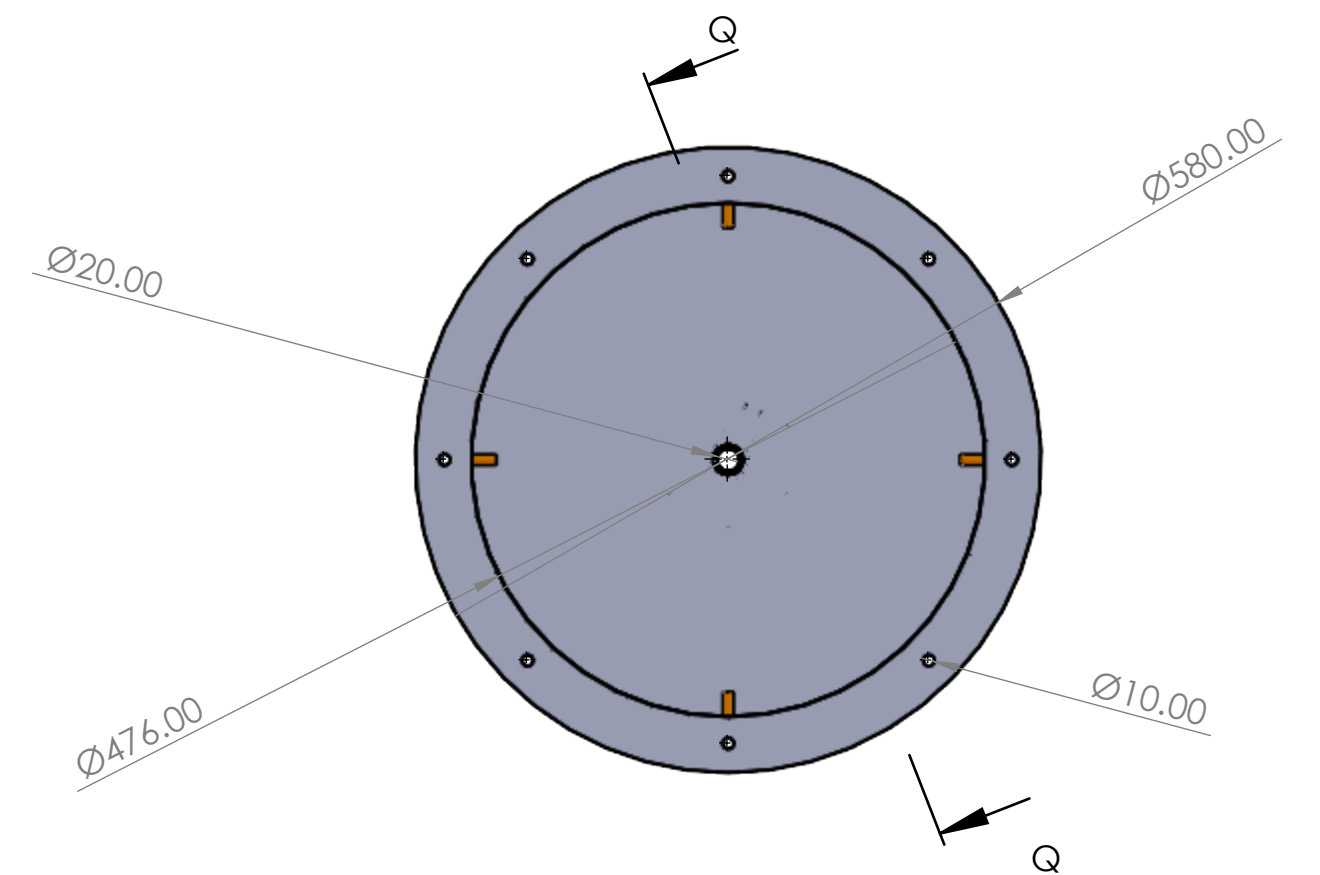
VISTA INFERIOR
ESCALA 1:6



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:4

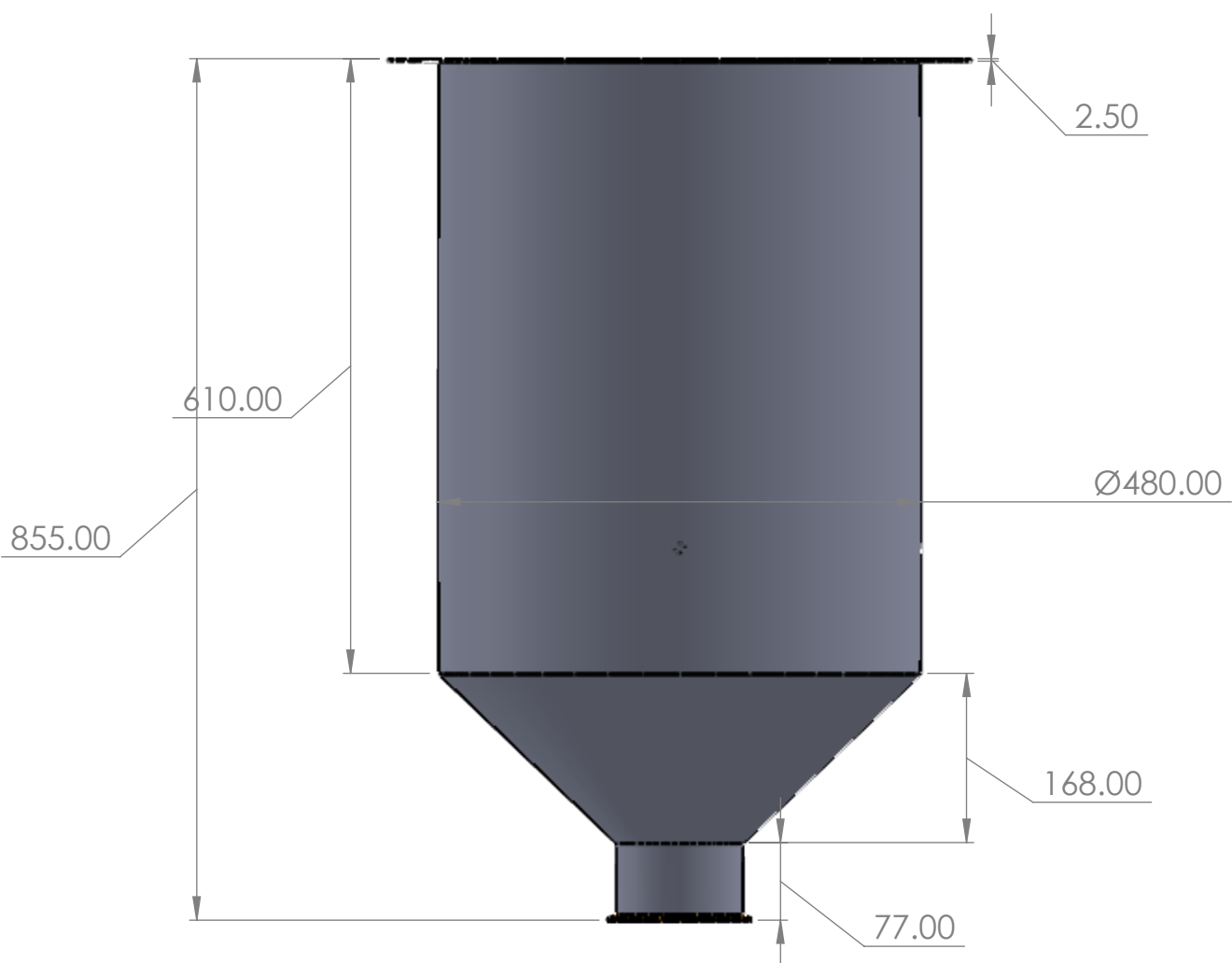
PESO TOTAL APROXIMADO: 58.8KG

DIBUJO	L.K.V.G.		ESCALA	ENSAMBLE DE TANQUE DE LIQUIDOS CON SOPORTE HORNLLA	
DISEÑO	L.K.V.G.		INDICADA		
APROBO	L.K.V.G.		FECHA		
NORMA			19/10/2024		
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA DPTO. ACAD DE ING. MECÁNICA				PLANO N°: PL DISEÑO - PD03	N° 03
				SUSTITUYE A	
				SUSTITUIDO POR	

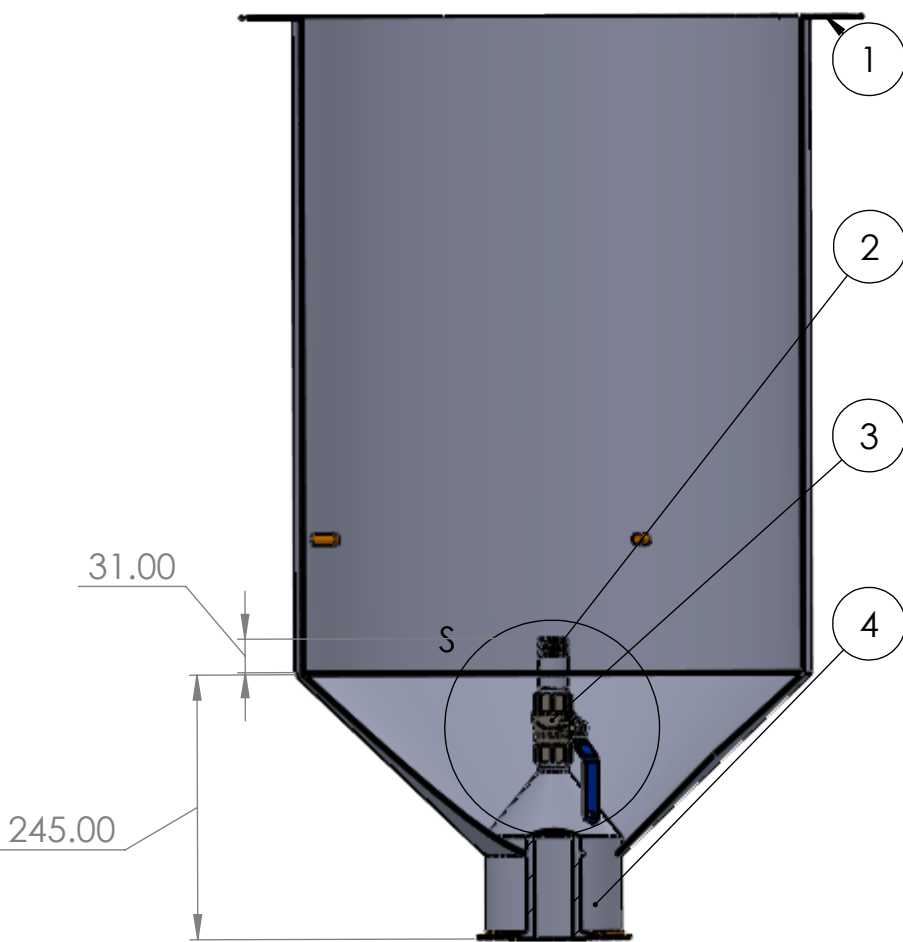


PARTES DEL TANQUE:

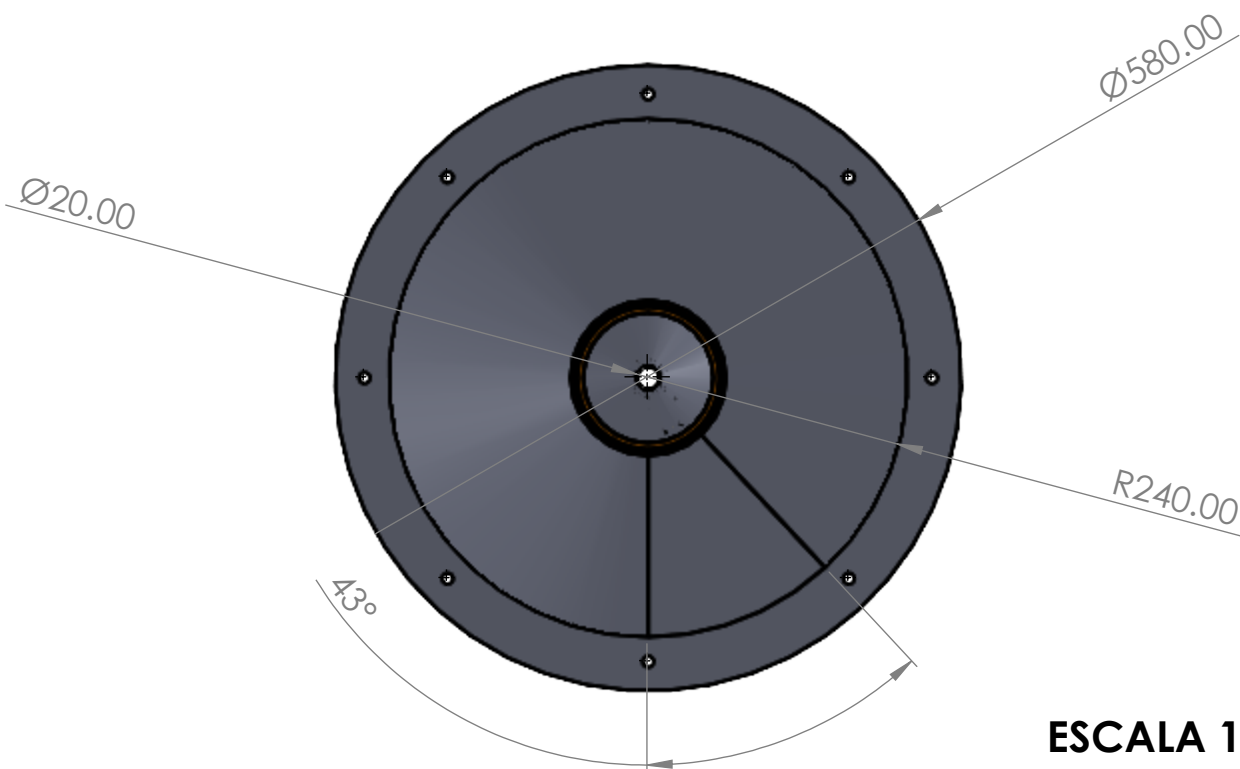
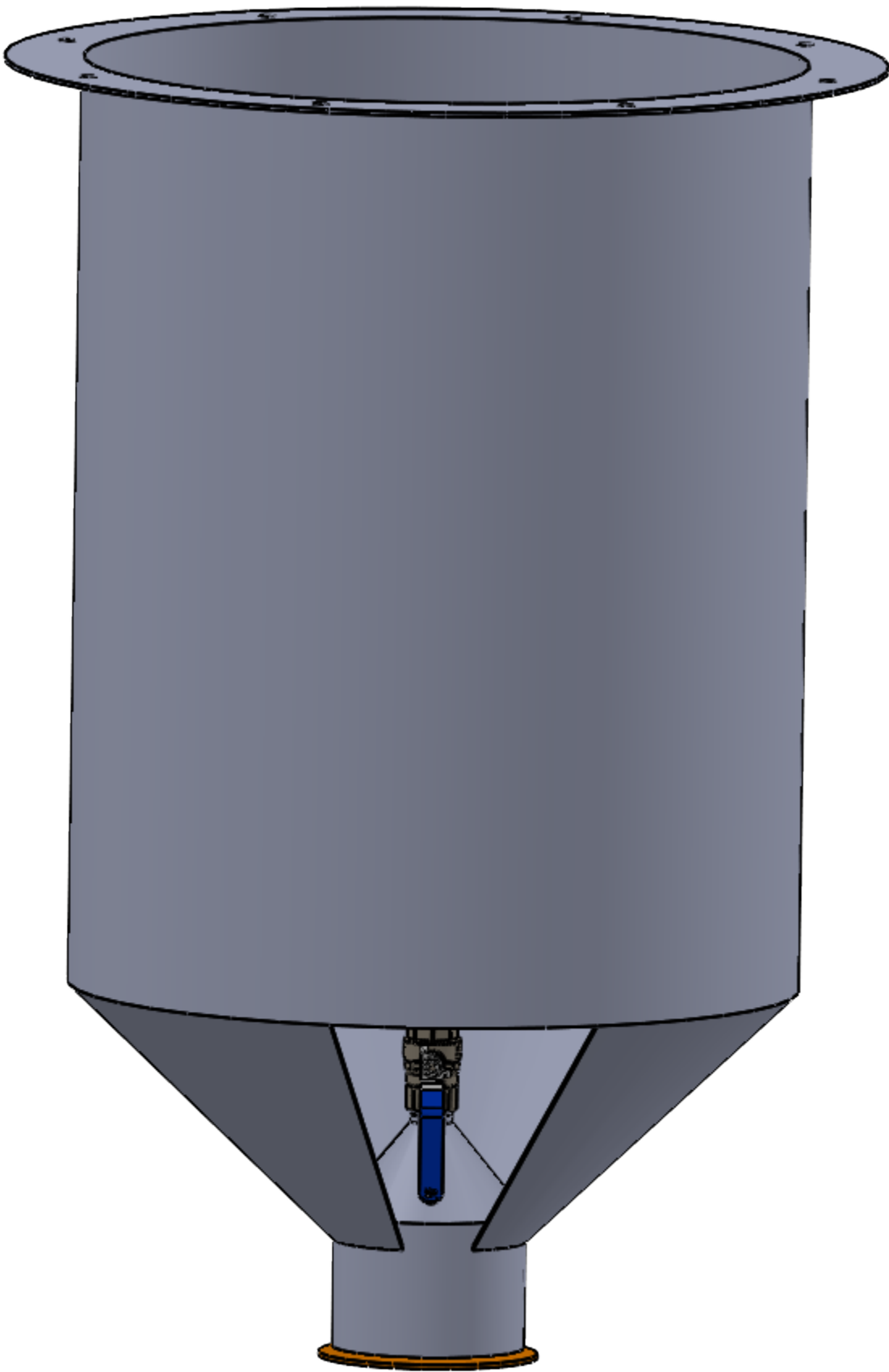
- (1) BRIDA P/CIERRE HERMETICO (e=2.5MM)
- (2) NIPLE ROSCADO Ø3/4" PARA DISTRIBUIDOR DE VAPOR
- (3) VÁLVULA DE BOLA Ø3/4" PARA VAPOR
- (4) CUELLO CON FERRULE PARA ENSAMBLE



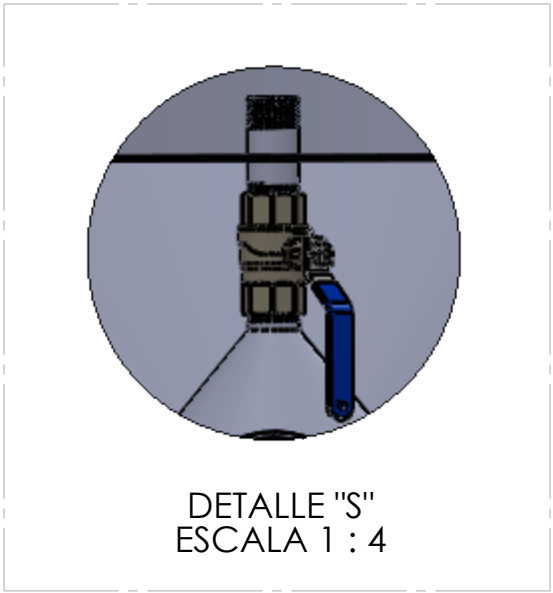
SECCIÓN Q-Q
SCALE 1 : 7



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:4



ESCALA 1:7

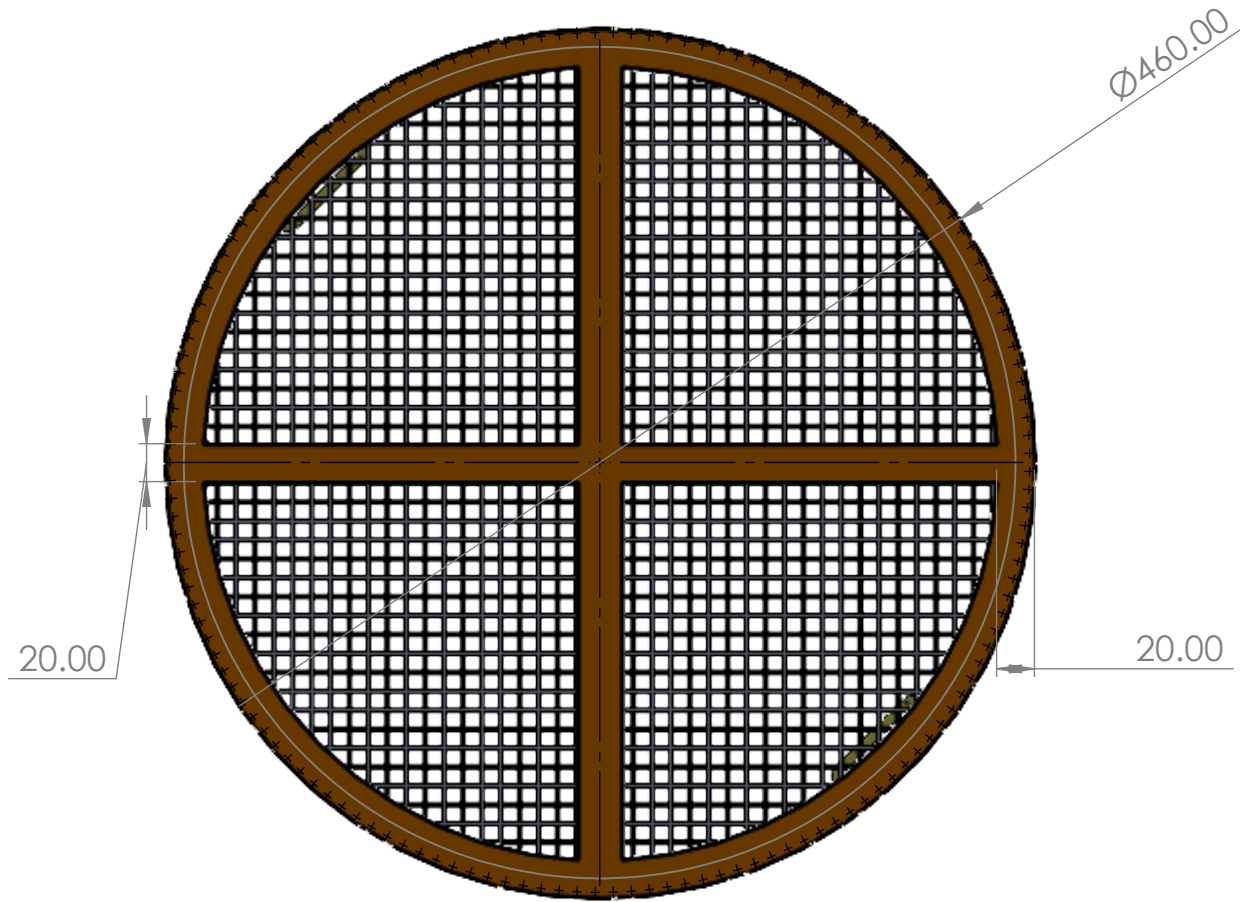


DETALLE "S"
ESCALA 1 : 4

PESO APROXIMADO: 25.6KG

DIBUJO	L.K.V.G.	ESCALA	TANQUE DE ORGÁNICOS DE 100 LITROS DE CAPACIDAD	
DISEÑO	L.K.V.G.	INDICADA		
APROBO	L.K.V.G.	FECHA		
NORMA		19/10/2024		
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			PLANO N°: PL DISEÑO - PD04	N° 04
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA			SUSTITUYE A	
DPTO. ACAD DE ING. MECÁNICA			SUSTITUIDO POR	

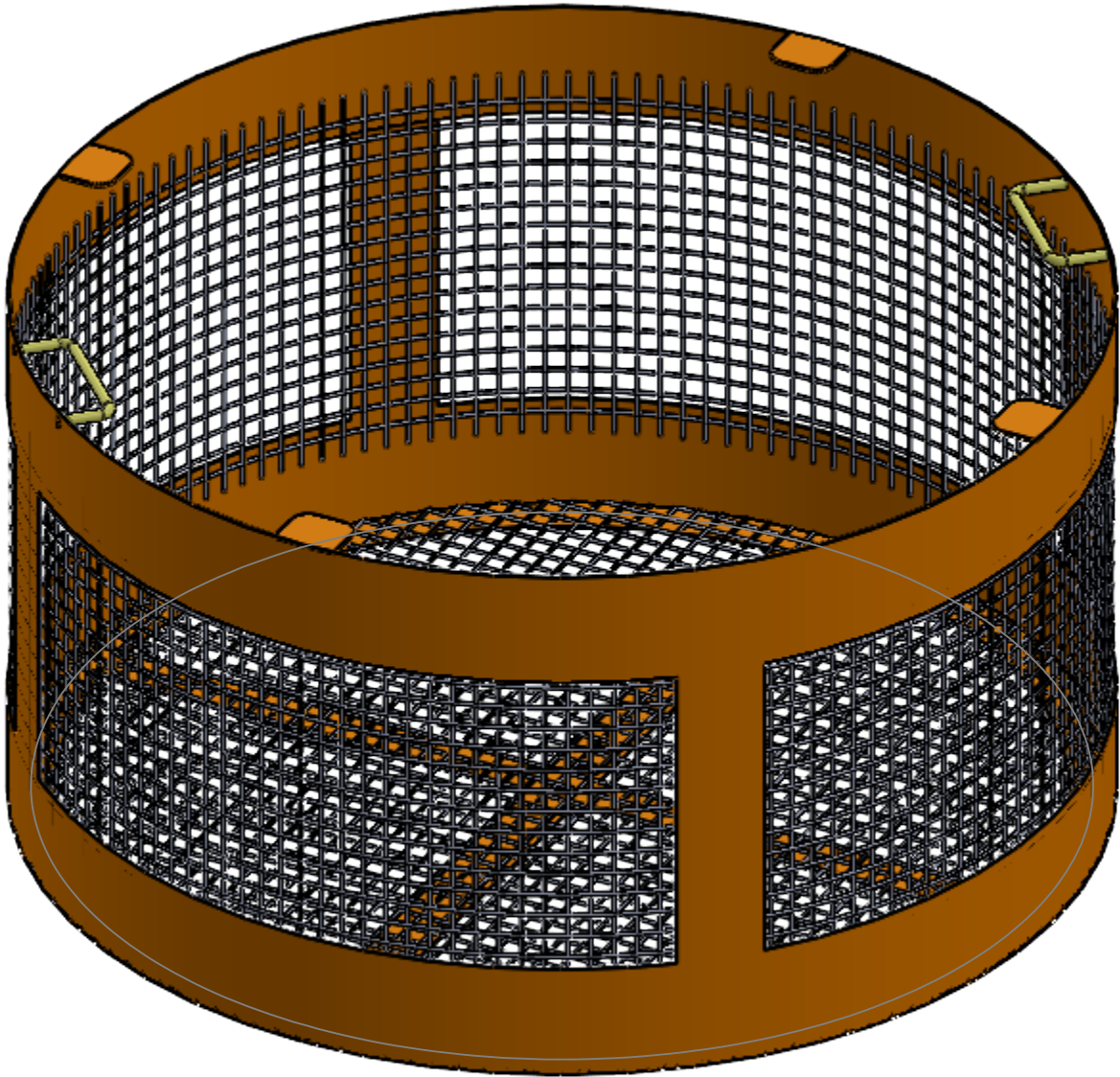
CANASTILLA DE ORGANICOS



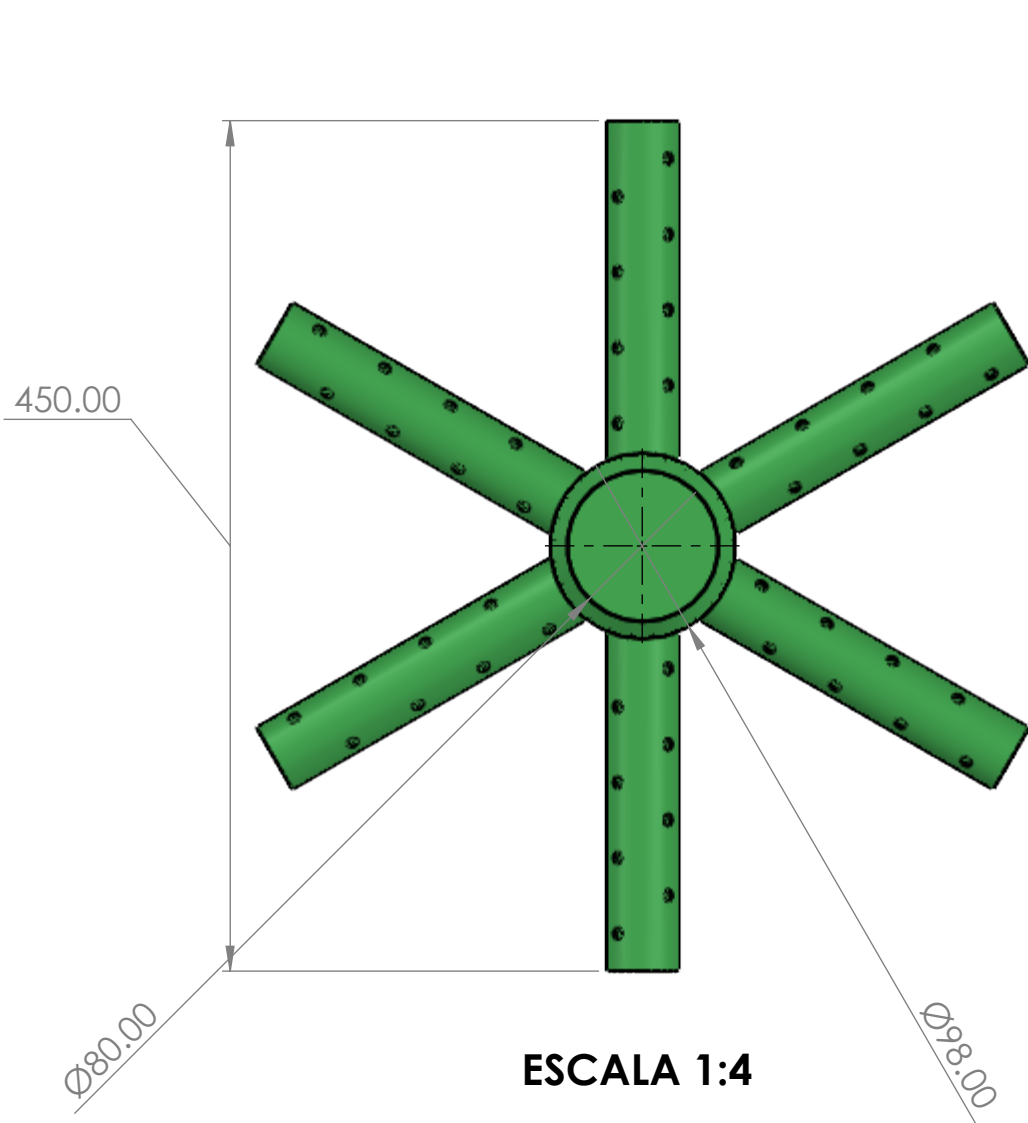
ESCALA 1:4



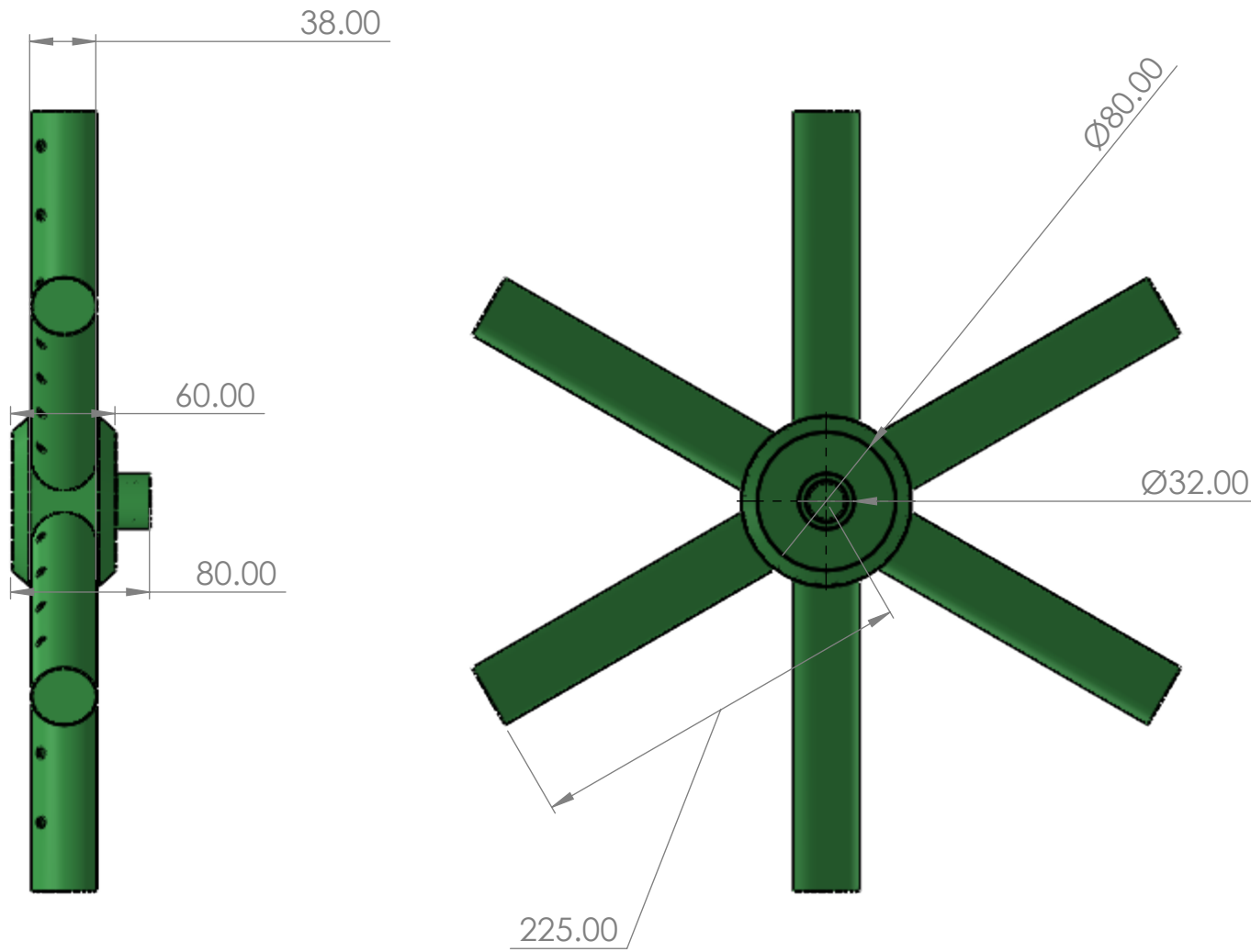
VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:3



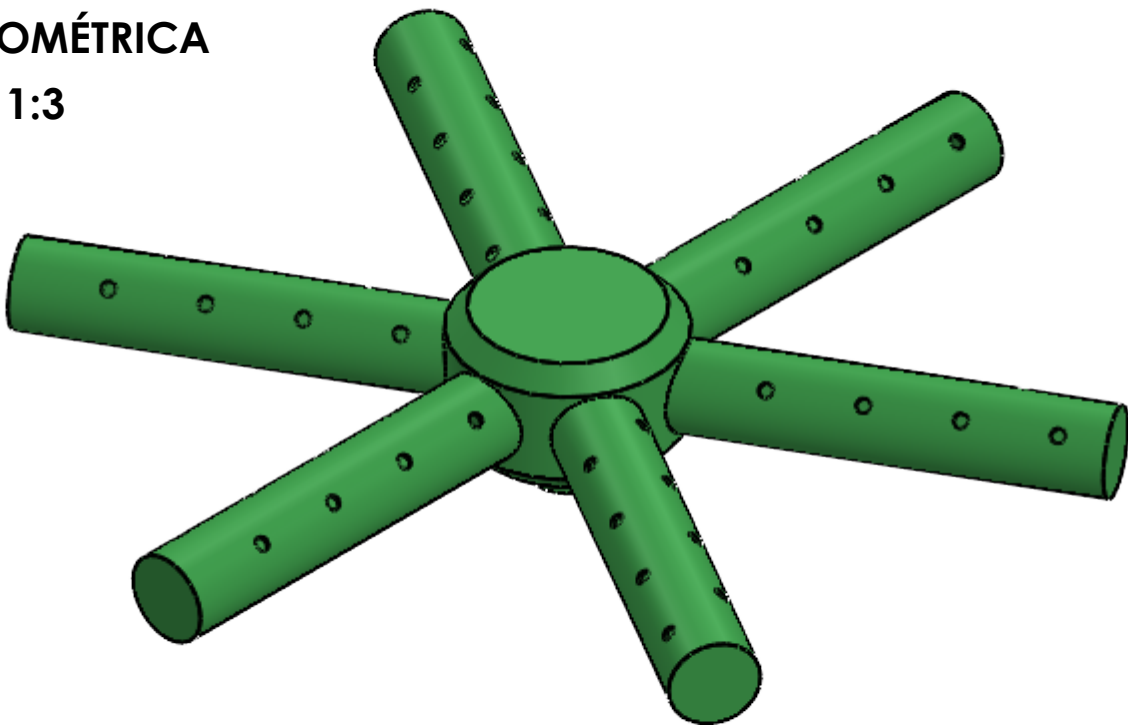
DITRIBUIDOR DE VAPOR (R.A. = 1:4)



ESCALA 1:4



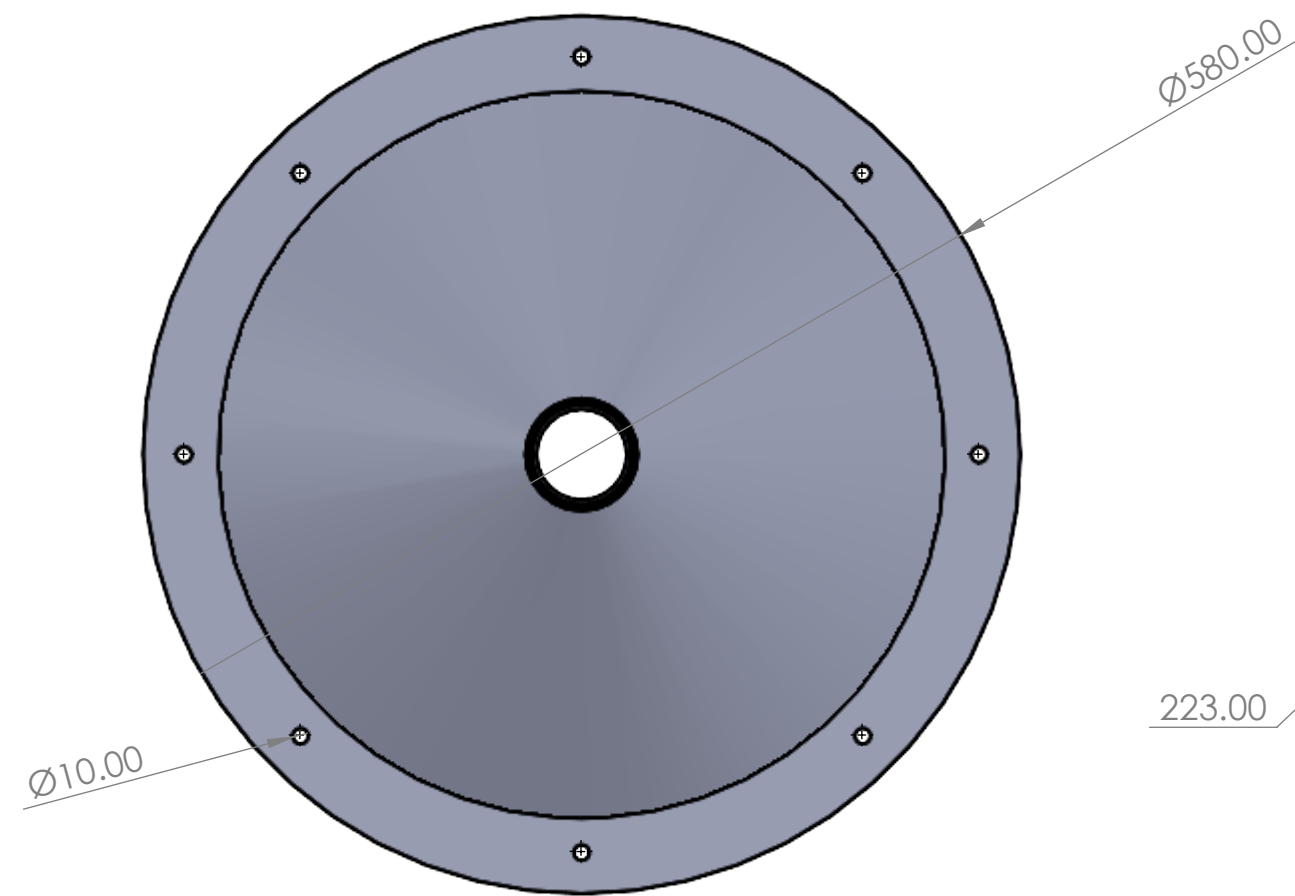
VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:3



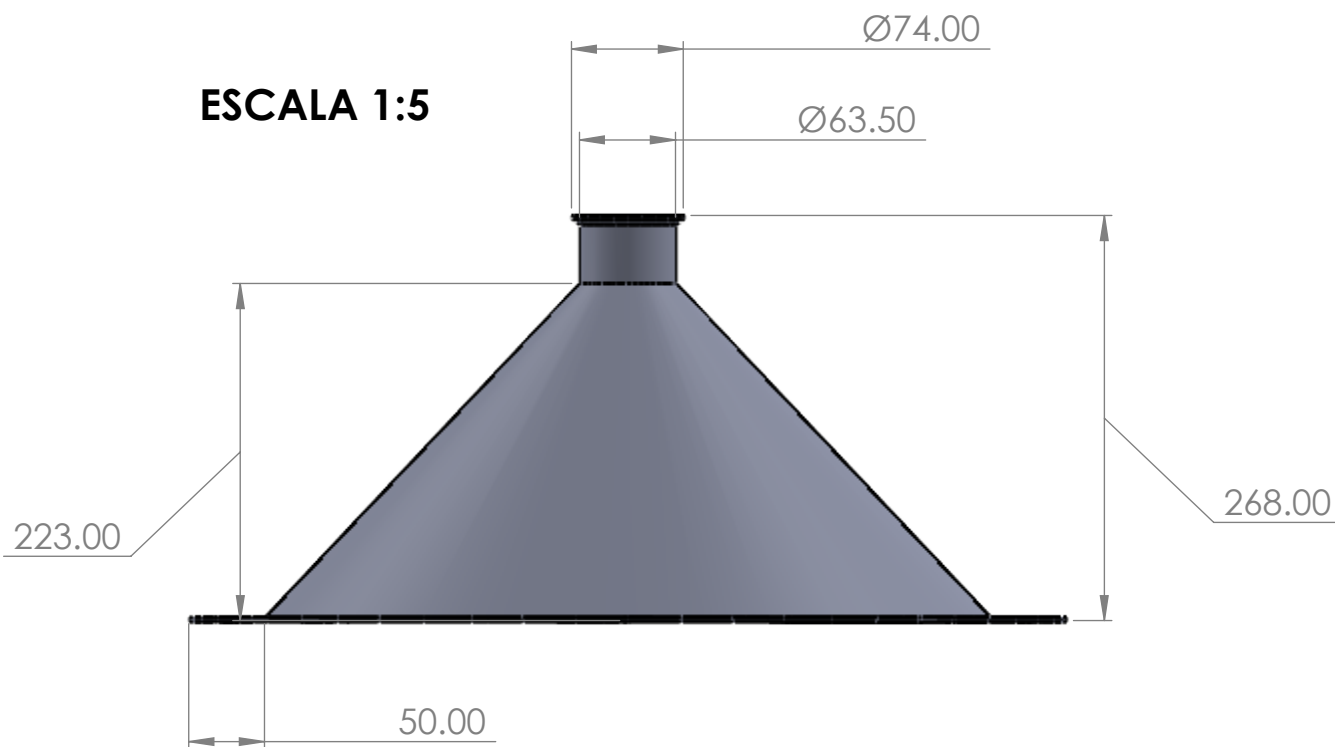
DIAMETRO INGRESO: 21MM
DIAMETRO SALIDA: 6MM (48 AGUJEROS)
RELACIÓN DE ÁREA: 1 A 4

DIBUJO	L.K.V.G.		ESCALA	CANASTILLA DE ORGÁNICOS & DISTRIBUIDOR DE VAPOR	
DISEÑO	L.K.V.G.		INDICADA		
APROBO	L.K.V.G.		FECHA		
NORMA			19/10/2024		
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA				PLANO N°: PL DISEÑO - PD05	N° 05
	FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA			SUSTITUYE A	
	DPTO. ACAD DE ING. MECÁNICA			SUSTITUIDO POR	

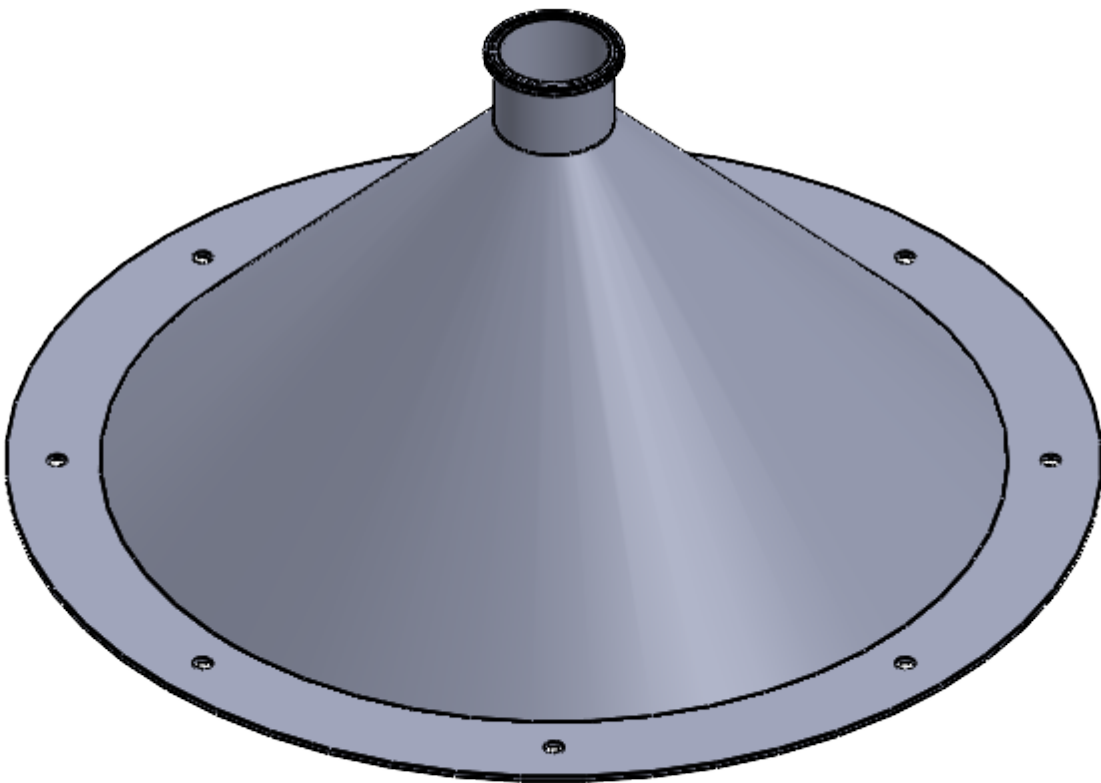
TAPA CONICA DE TANQUE DE ORGANICOS:



ESCALA 1:5

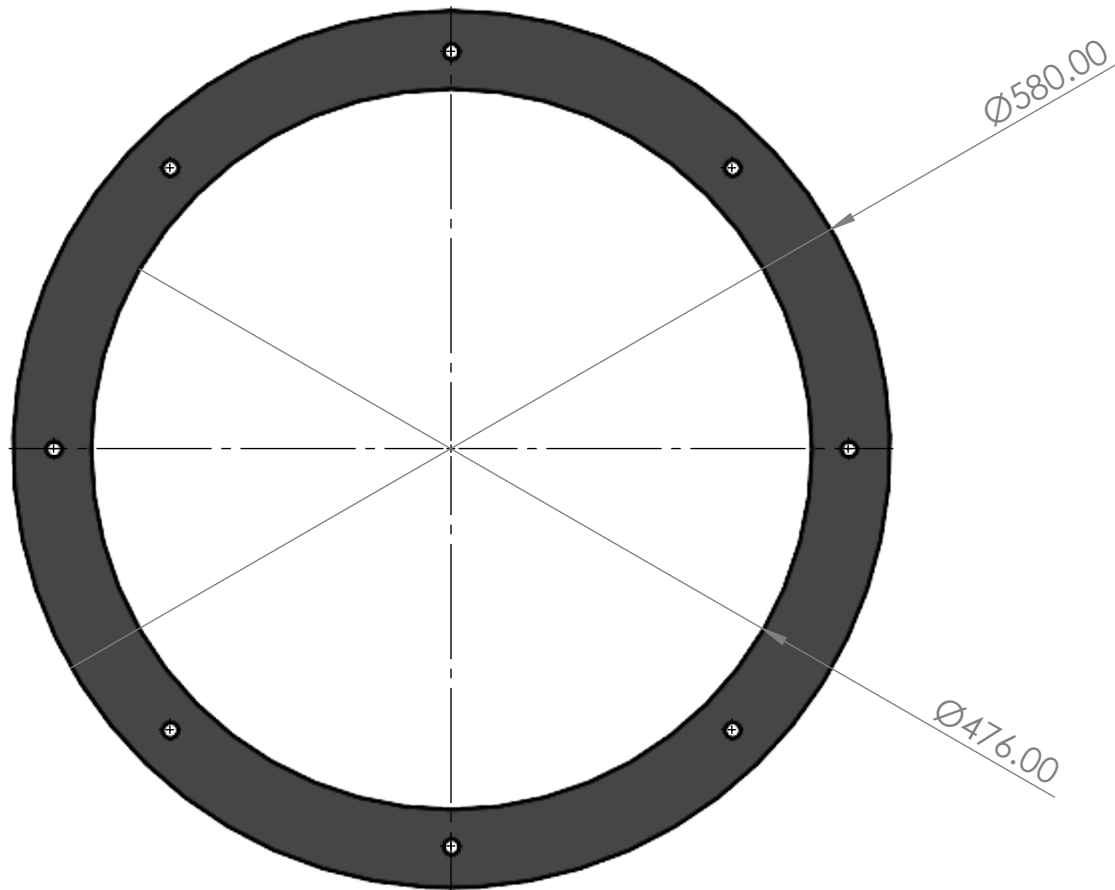


VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:4

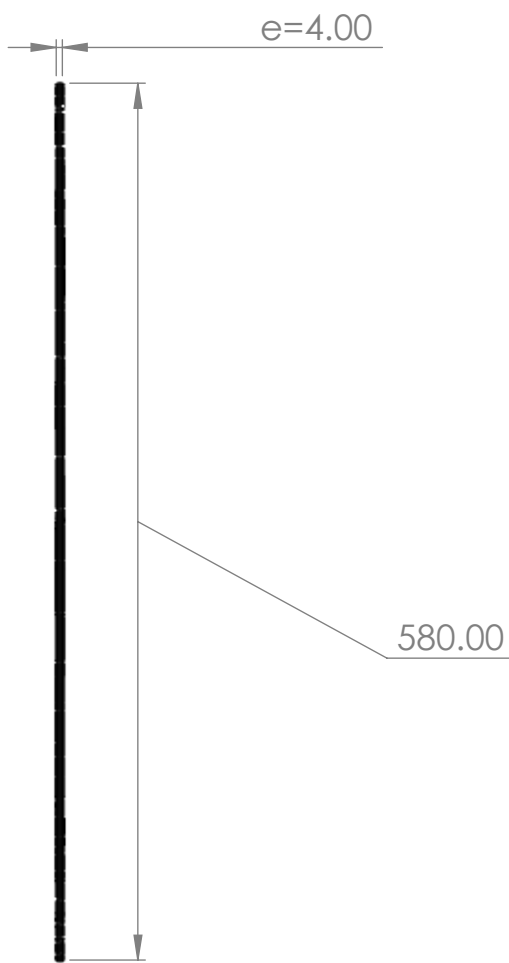


PESO APROXIMADO DE TAPA = 7.9KG

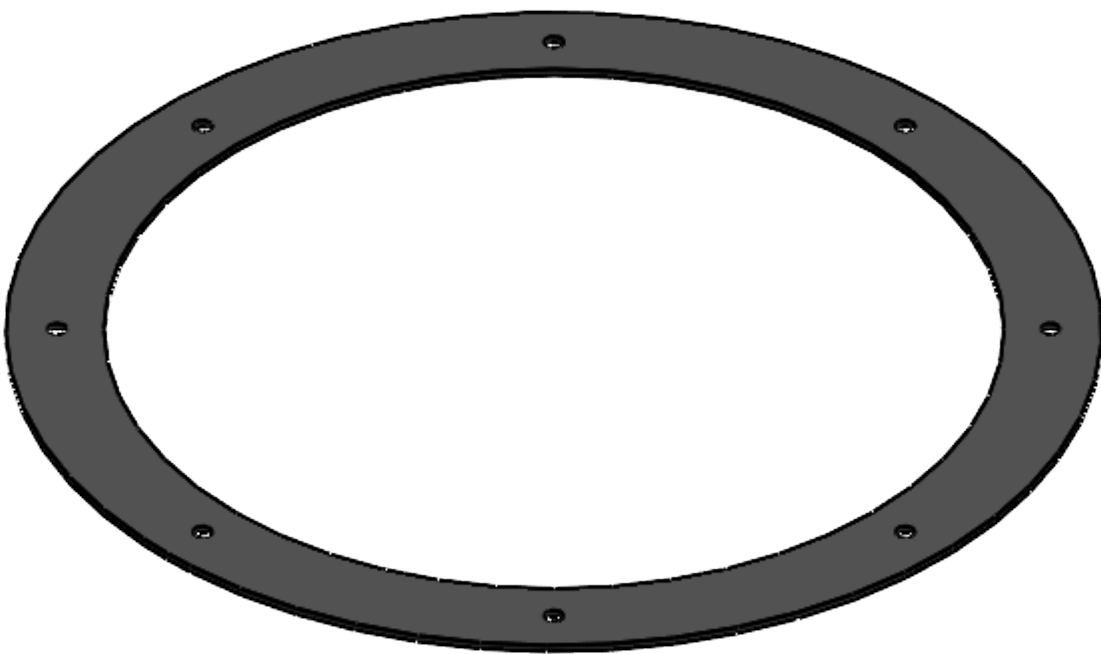
EMPAQUETADURA DE CAUCHO EPDM



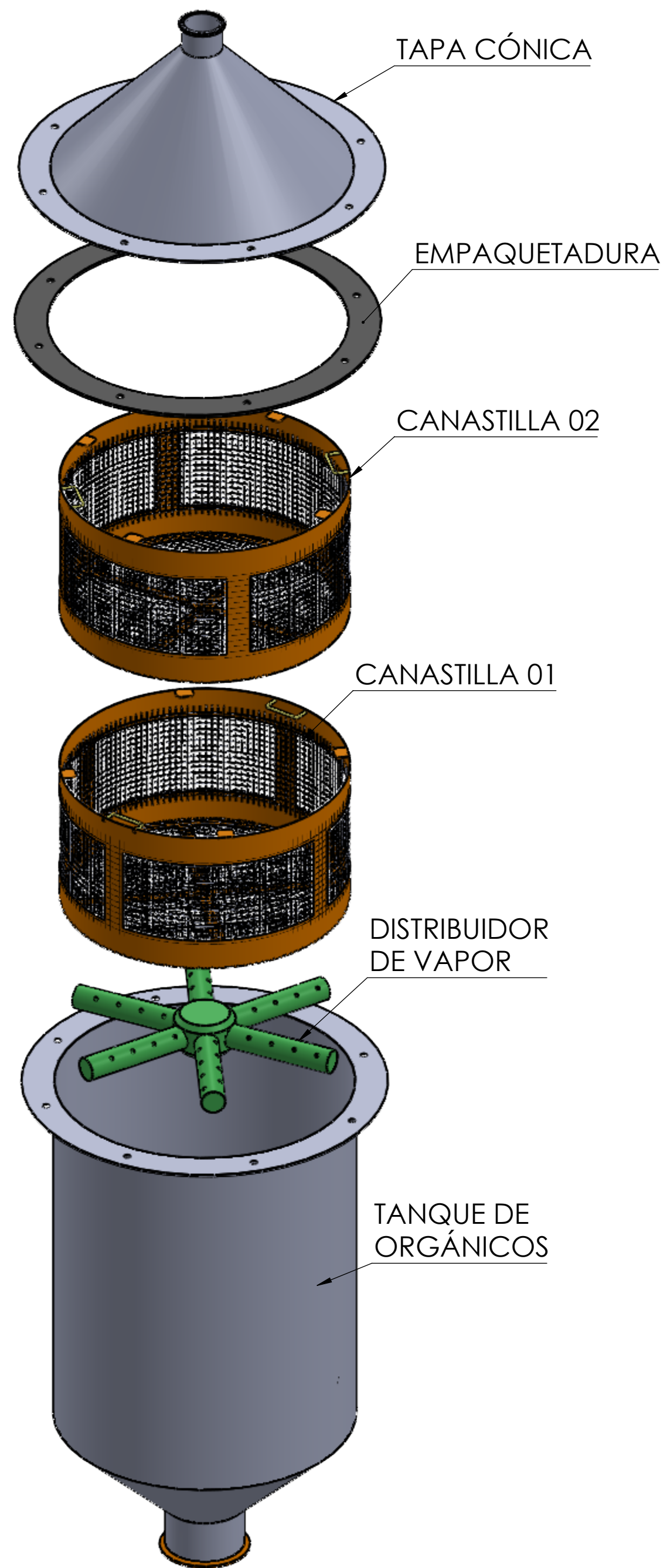
ESCALA 1:5



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:4

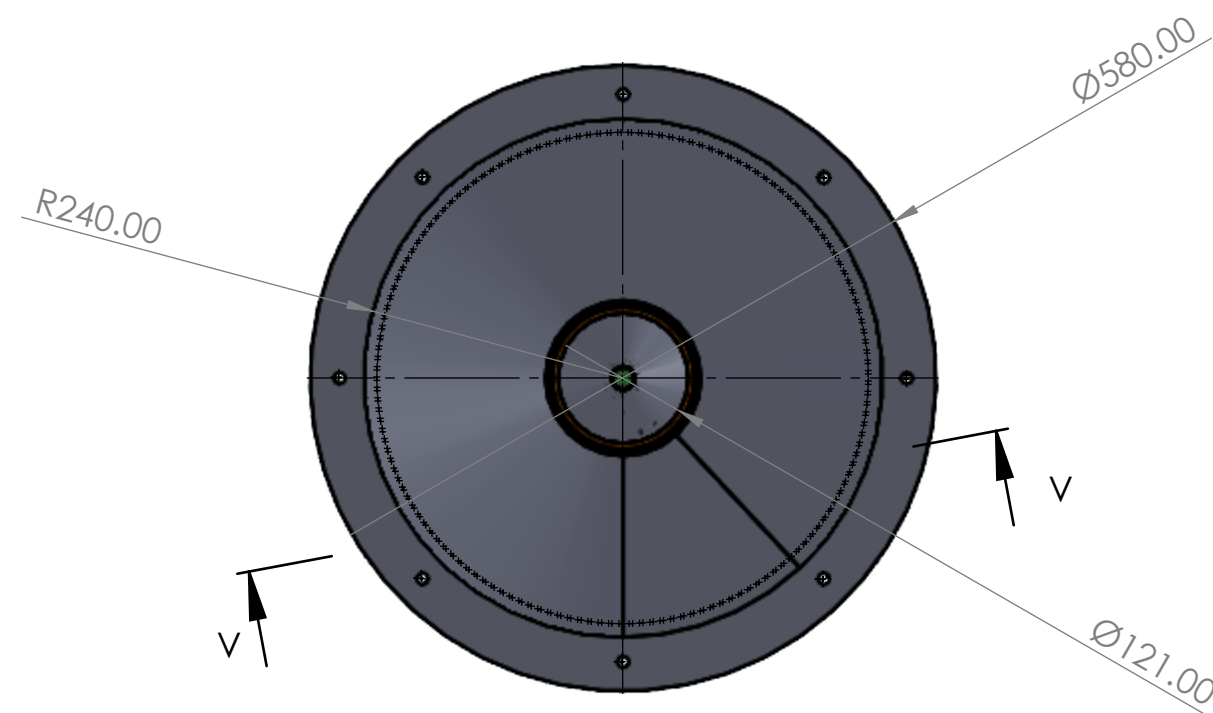
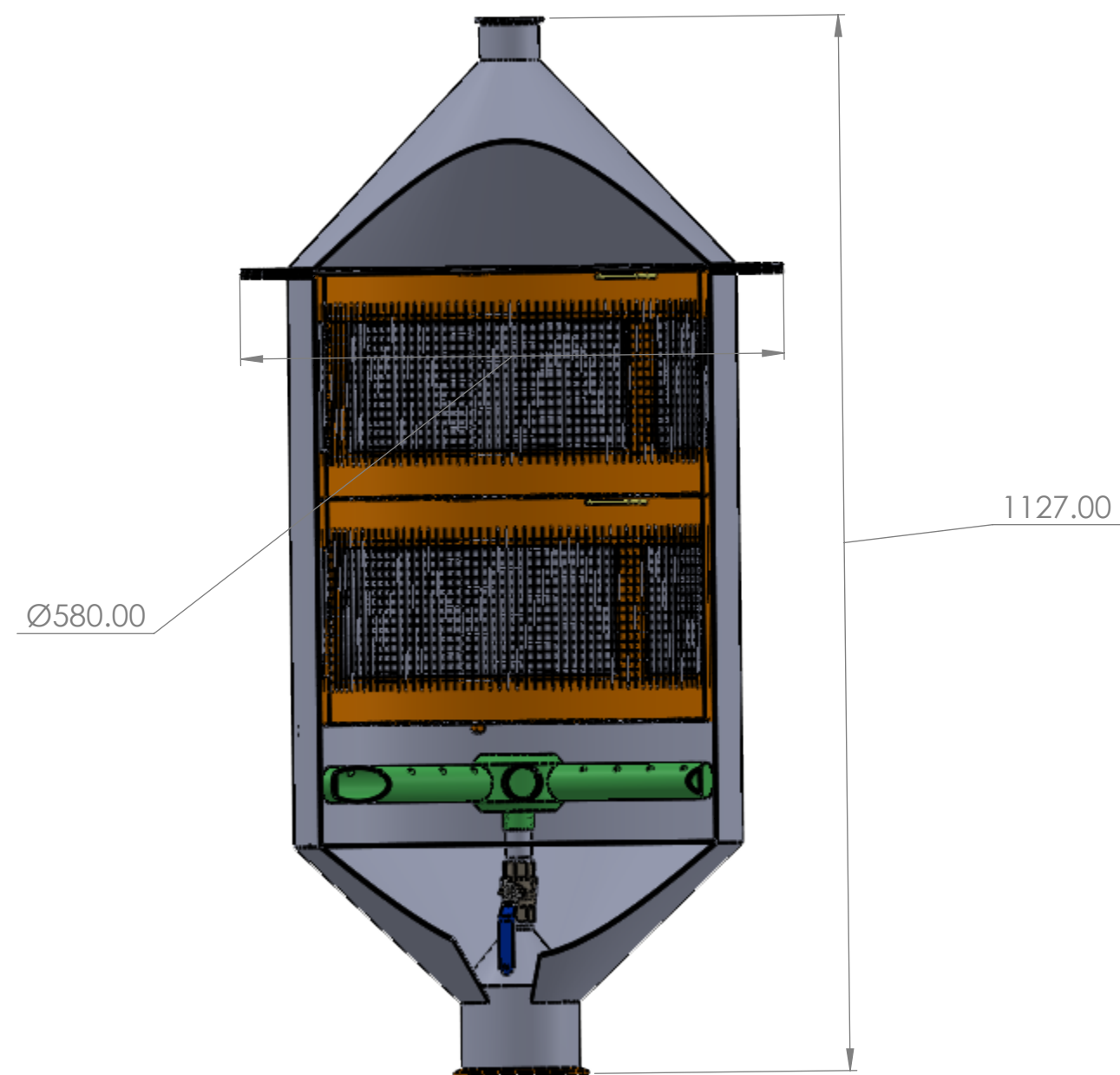


DIBUJO	L.K.V.G.		ESCALA	TAPA CÓNICA Y EMPAQUETDURA DE CAUCHO EPDM	
DISEÑO	L.K.V.G.		INDICADA		
APROBO	L.K.V.G.		FECHA		
NORMA			19/10/2024		
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA DPTO. ACAD DE ING. MECÁNICA				PLANO N°: PL DISEÑO - PD06	N°
				SUSTITUYE A	06
				SUSTITUIDO POR	



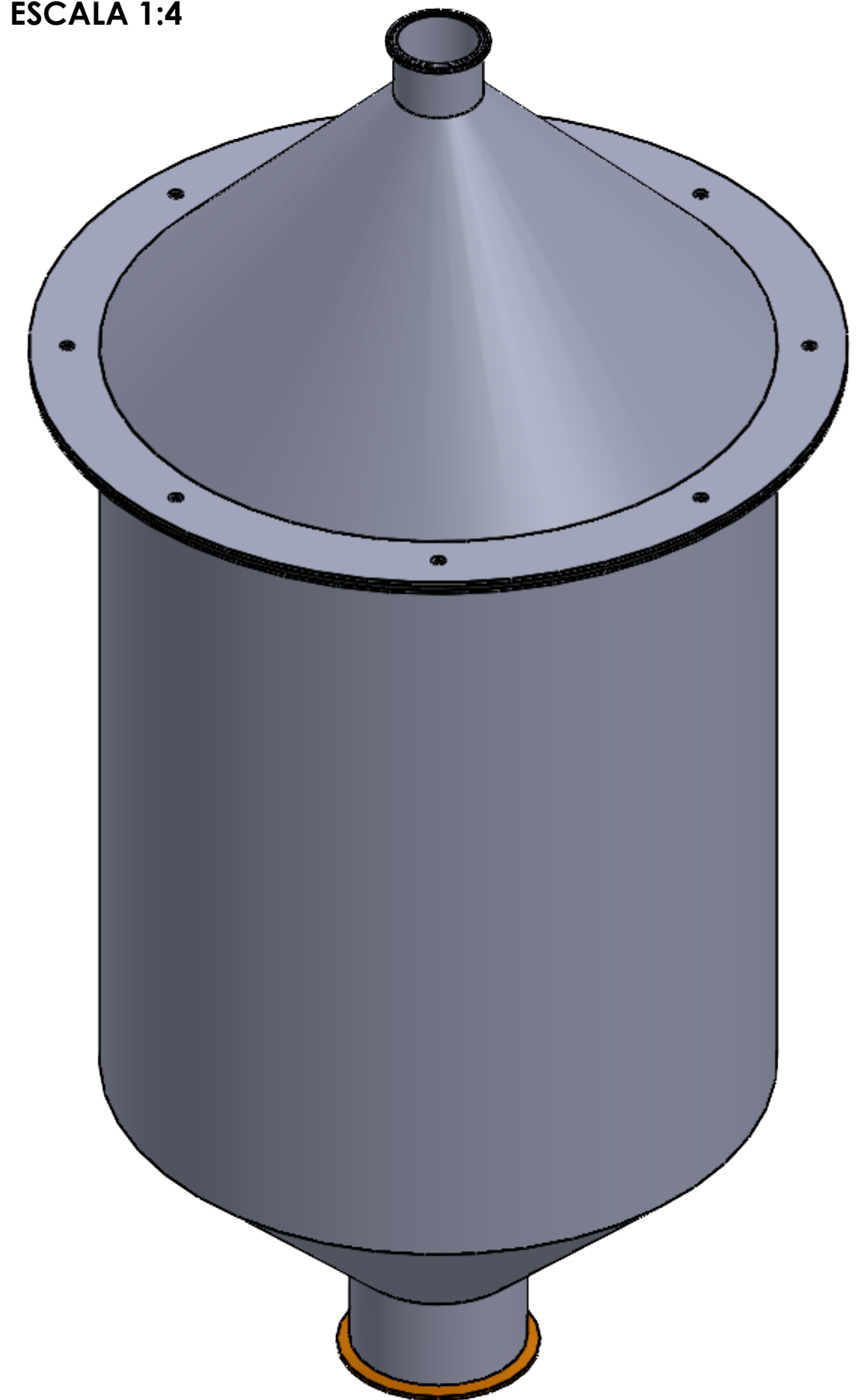
ESCALA 1:4

SECCION V-V
ESCALA 1 : 7



VISTA SUPERIOR
ESCALA 1:7

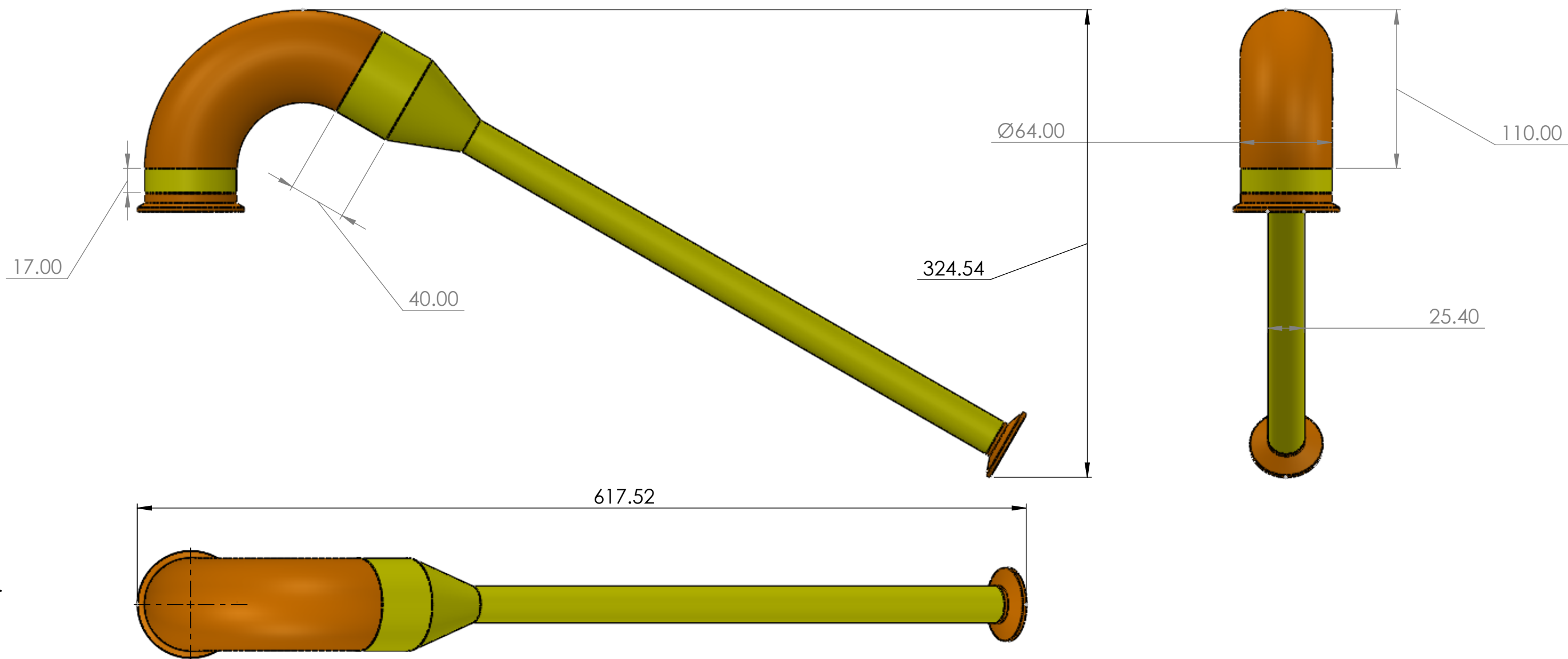
VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:4



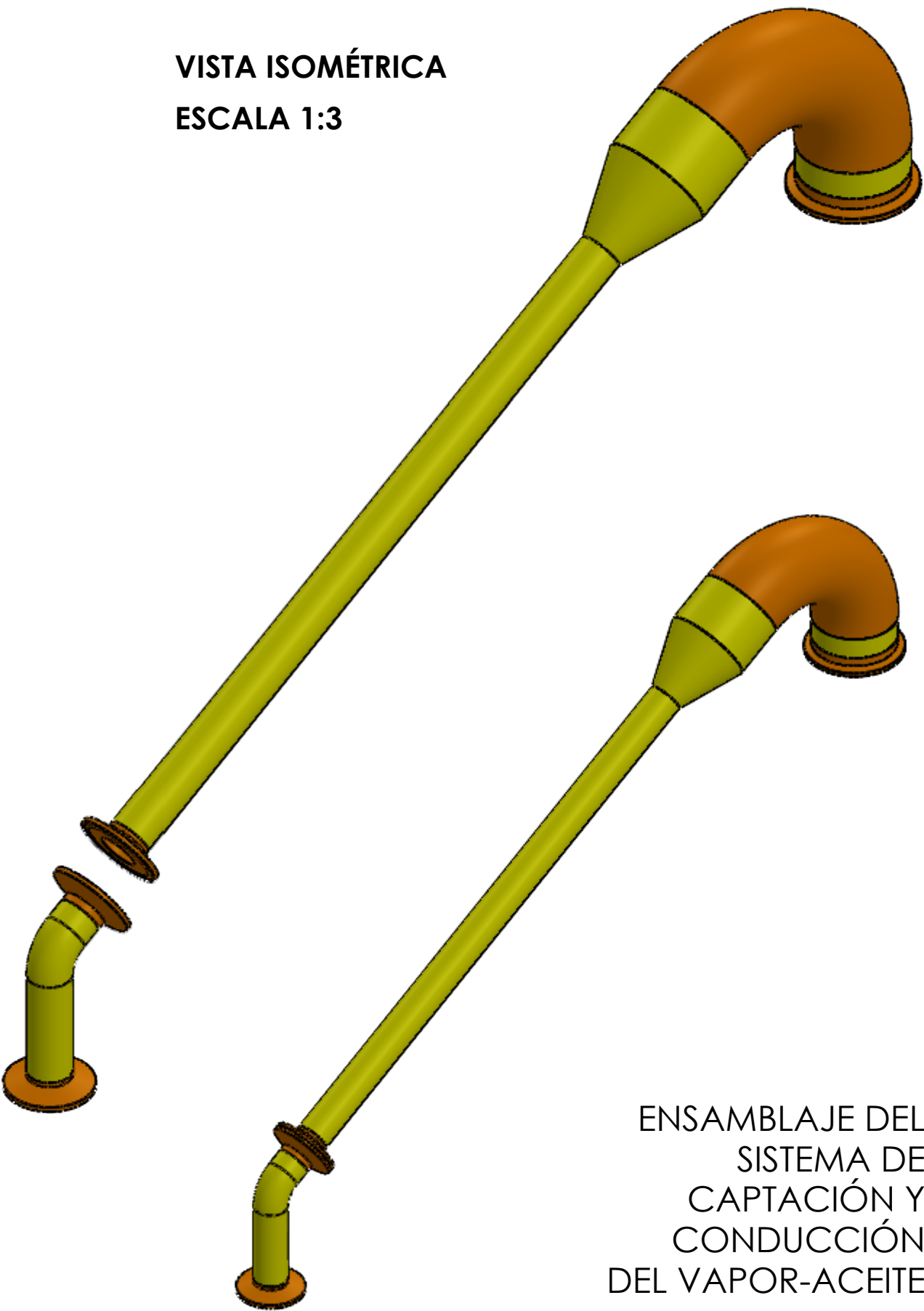
PESO TOTAL APROXIMADO = 41KG

DIBUJO	L.K.V.G.		ESCALA	ENSAMBLAJE TANQUE DE ORGANICOS CON TAPA	
DISEÑO	L.K.V.G.		INDICADA		
APROBO	L.K.V.G.		FECHA		
NORMA			19/10/2024		
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA				PLANO N°: PL DISEÑO - PD07	N° 07
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA				SUSTITUYE A	
DPTO. ACAD DE ING. MECÁNICA				SUSTITUIDO POR	

CUELLO DE GANSO:
ESCALA 1:3

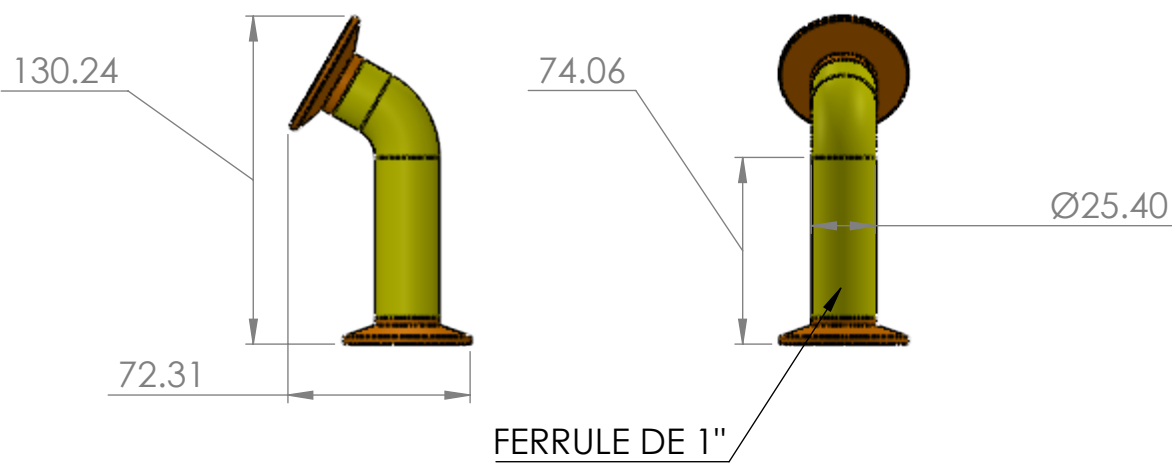


VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:3

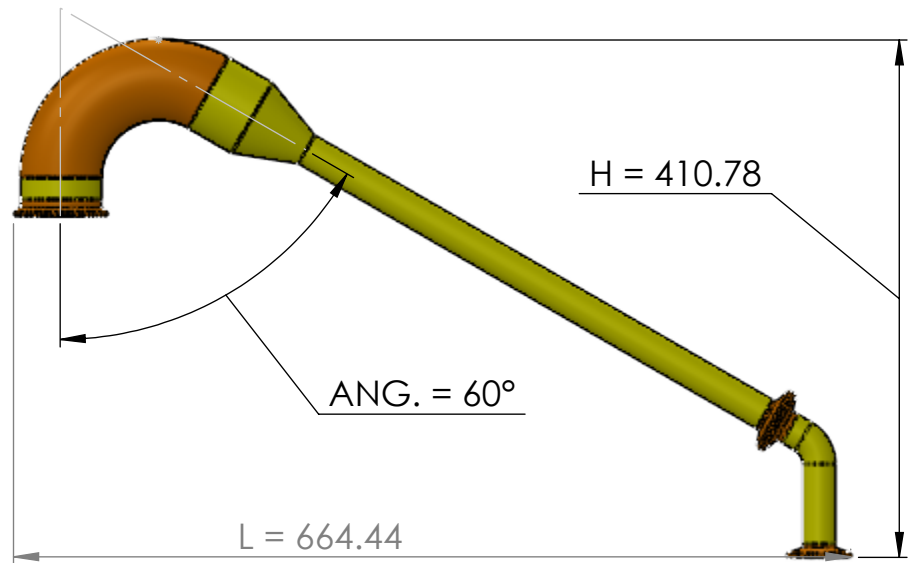


ENSAMBLAJE DEL
SISTEMA DE
CAPTACIÓN Y
CONDUCCIÓN
DEL VAPOR-ACEITE

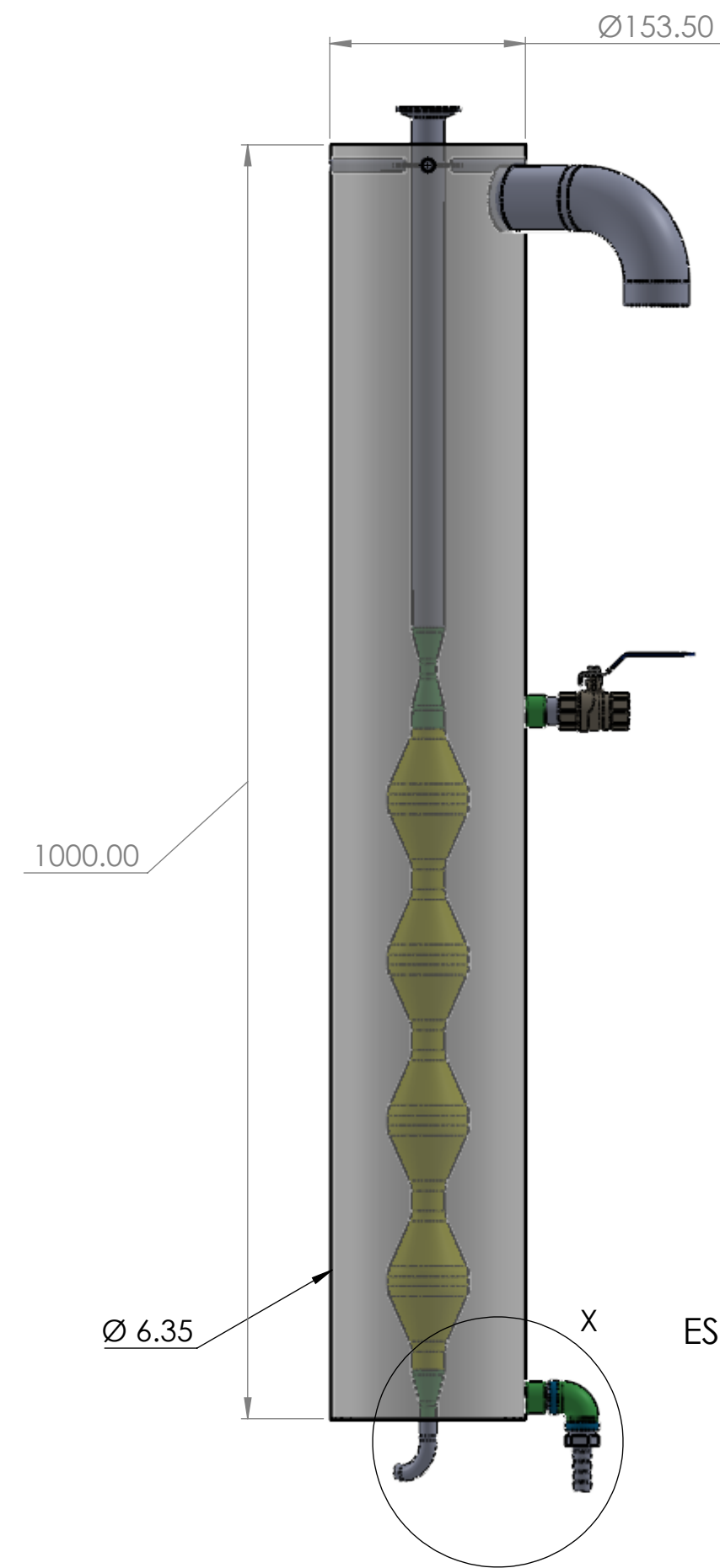
CODO DE CAMBIO DE DIRECCIÓN:
ESCALA 1:3



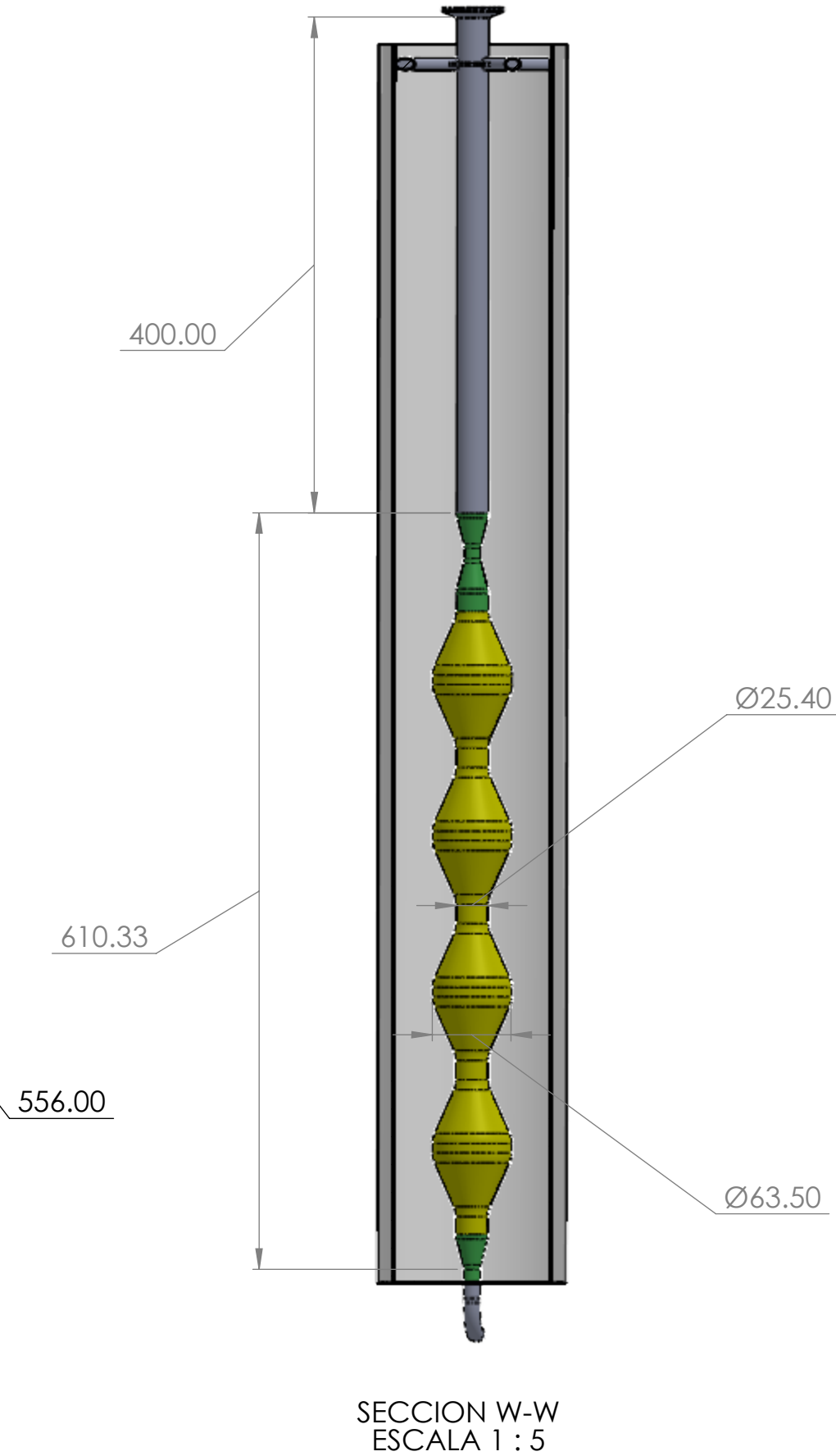
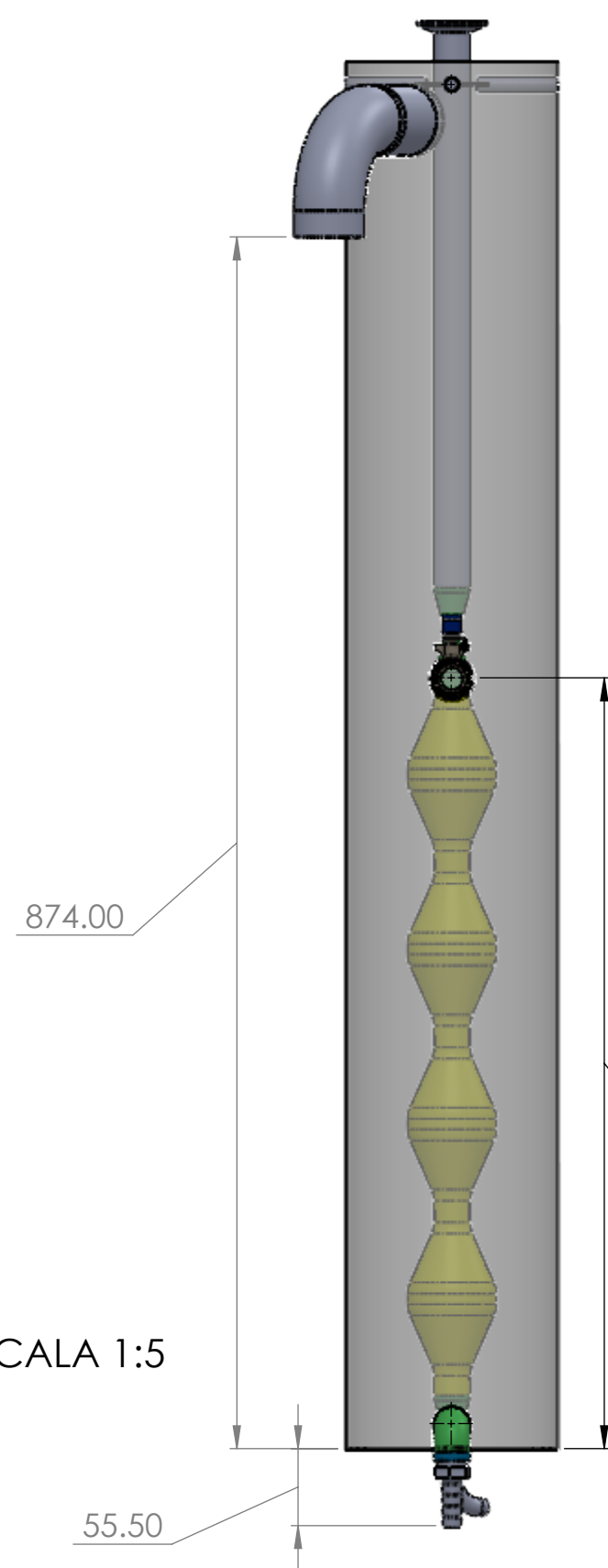
SISTEMA DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN
DEL VAPOR-ACEITE:



DIBUJO	L.K.V.G.		ESCALA	CUELLO DE GANSO Y CODO DE CMBIO DE DIRECCIÓN	
DISEÑO	L.K.V.G.		INDICADA		
APROBO	L.K.V.G.		FECHA		
NORMA			19/10/2024		
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA DPTO. ACAD DE ING. MECÁNICA				PLANO N°: PL DISEÑO - PD08	N°
				SUSTITUYE A	08
				SUSTITUIDO POR	



ESCALA 1:5



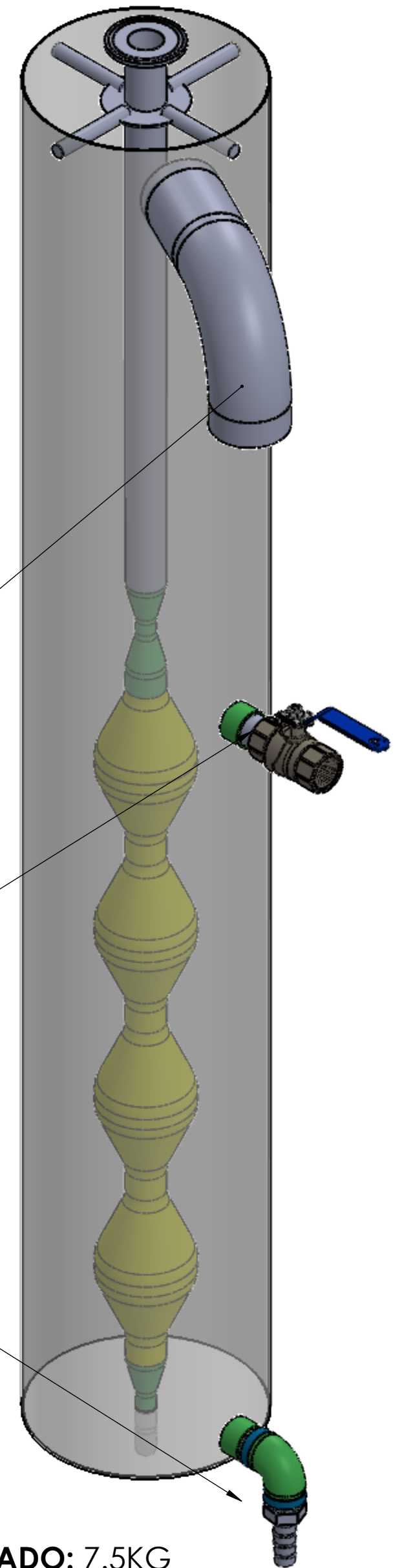
SECCION W-W
ESCALA 1:5

VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:3

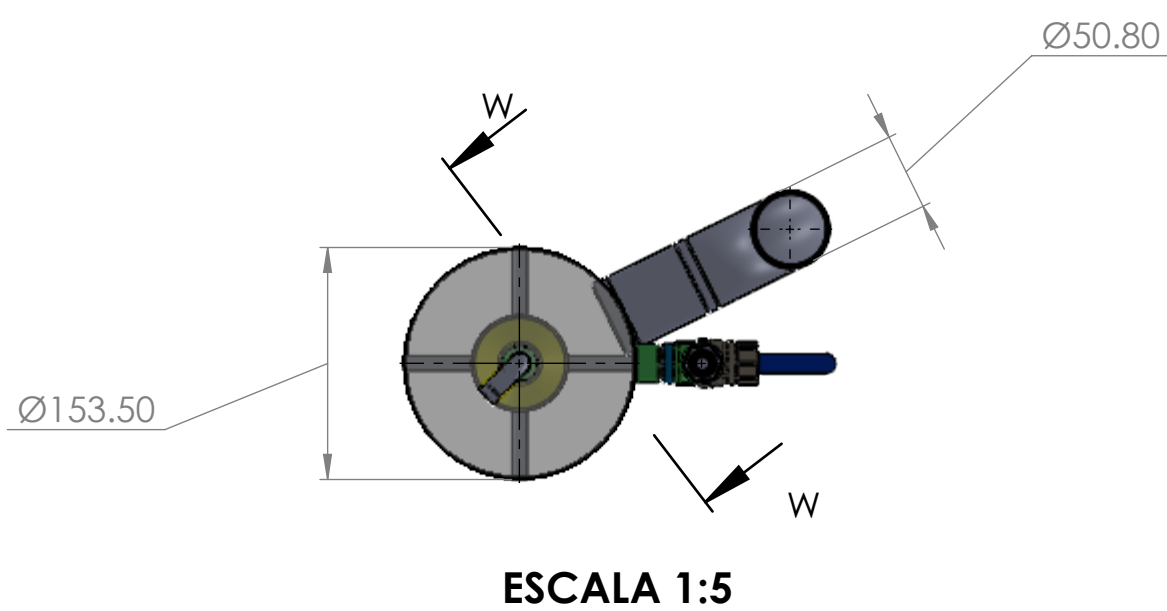
SALIDA DEL
LÍQUIDO
REFRIGERANTE
(AGUA CALIENTE)

VÁLVULA DE
DESAGÜE DE
EMERGENCIA

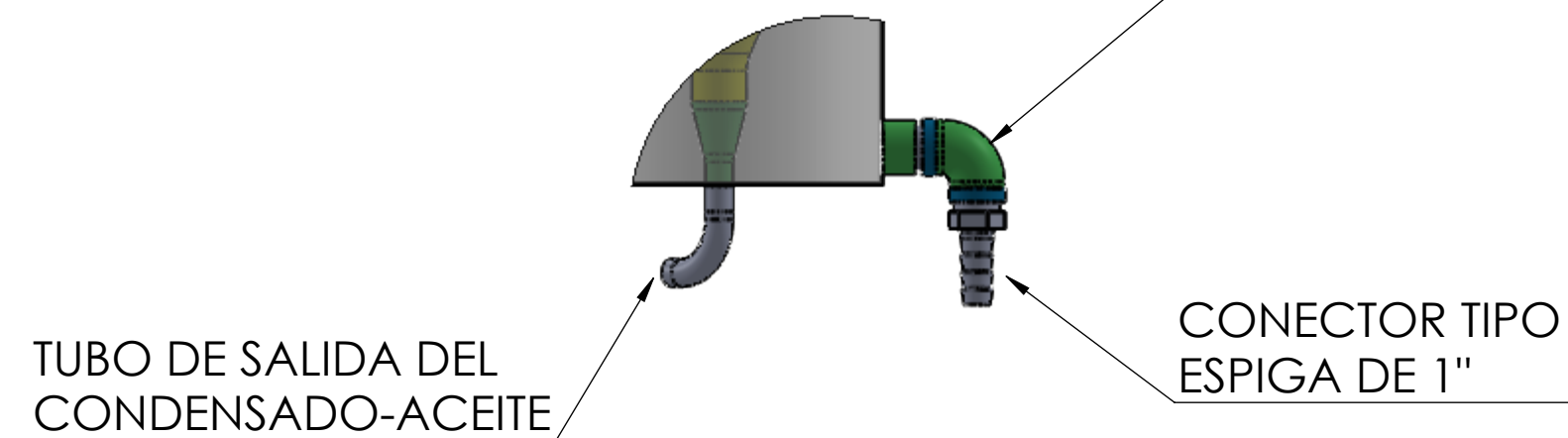
INGRESO DEL
LÍQUIDO
REFRIGERANTE
(AGUA FRÍA)



PESO APROXIMADO: 7.5KG
VOLUMEN APROXIMADO: 18LITROS

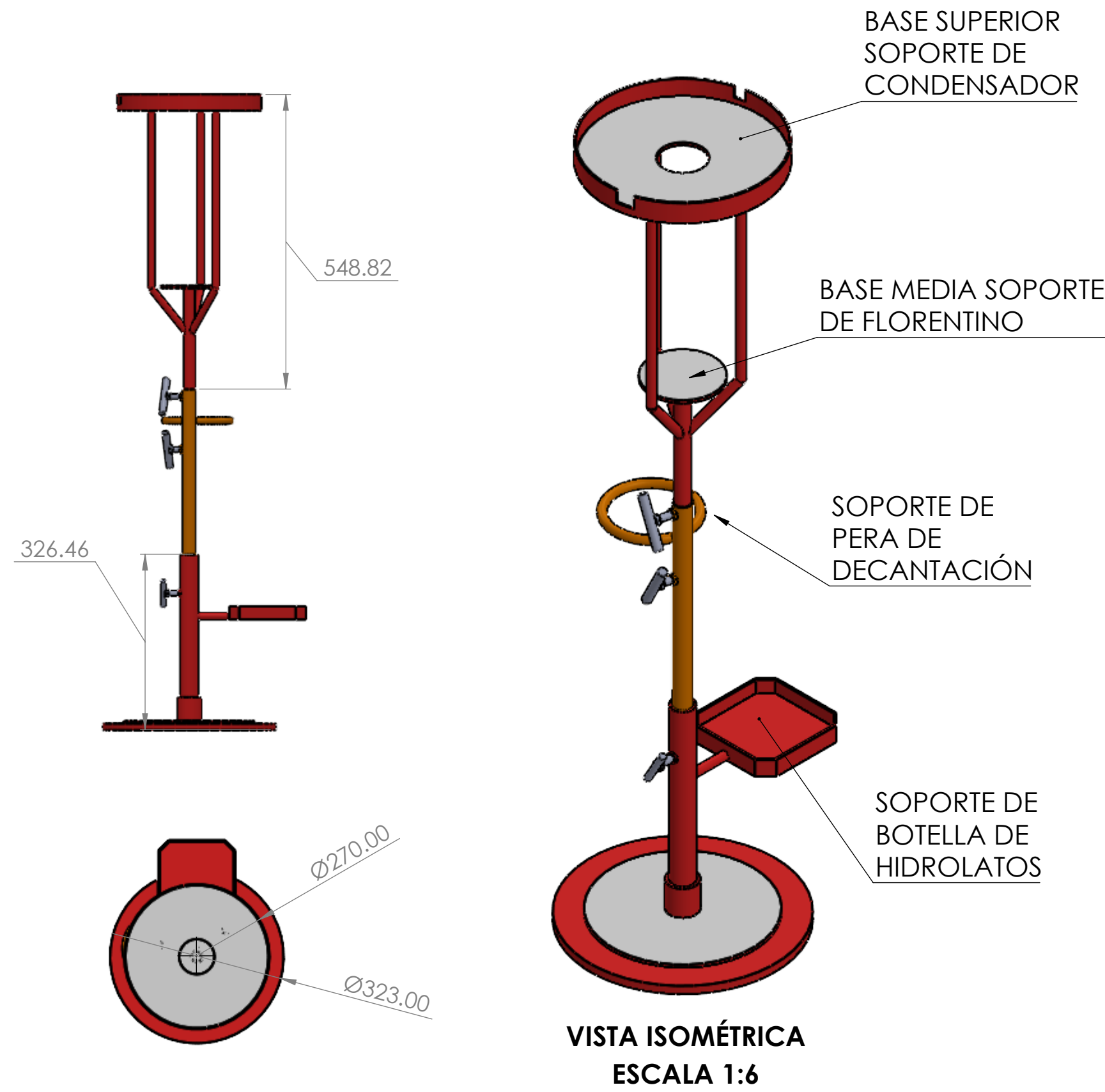


DETALLE X
ESCALA 2:7

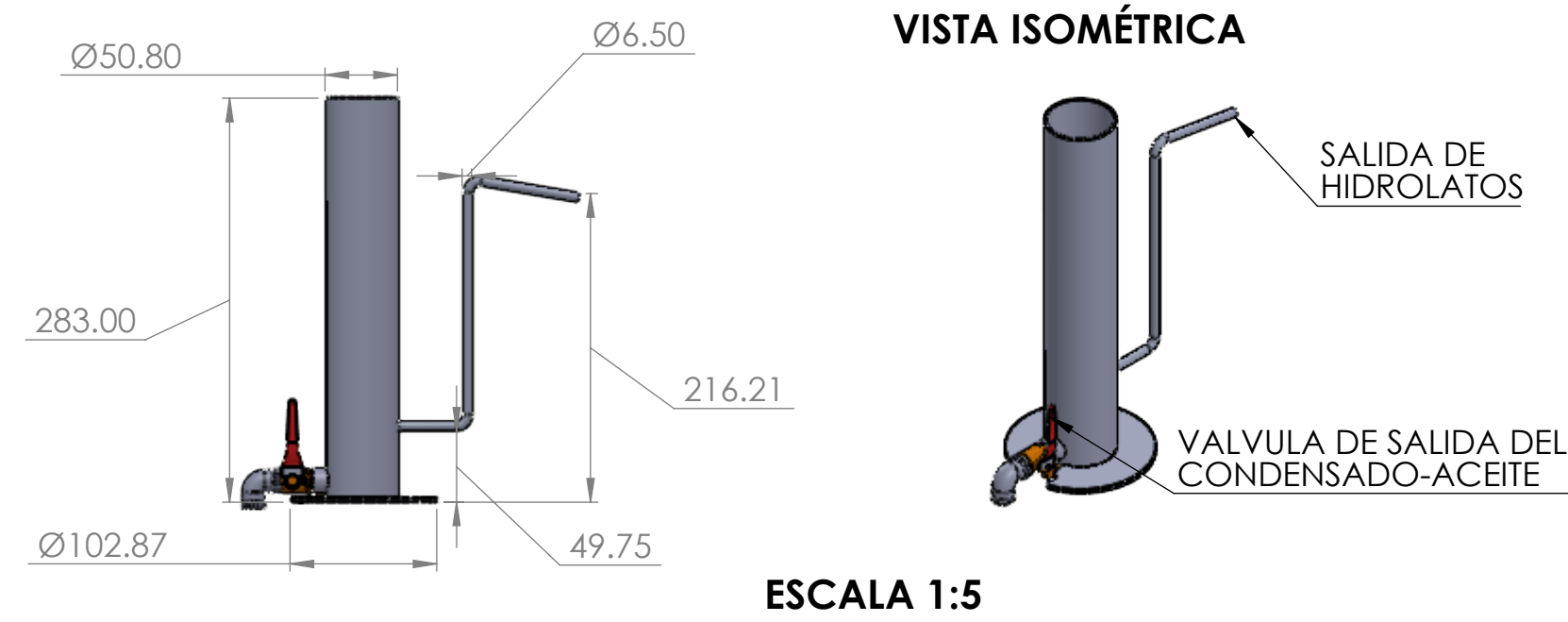


DIBUJO	L.K.V.G.		ESCALA	CONDENSADOR ALLIHN O TUBO REFRIGERANTE DE BOLAS	
DISEÑO	L.K.V.G.		INDICADA		
APROBO	L.K.V.G.		FECHA		
NORMA			19/10/2024		
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MÉCANICA DPTO. ACAD DE ING. MECÁNICA				PLANO N°: PL DISEÑO - PD09	N° 09
				SUSTITUYE A	
				SUSTITUIDO POR	

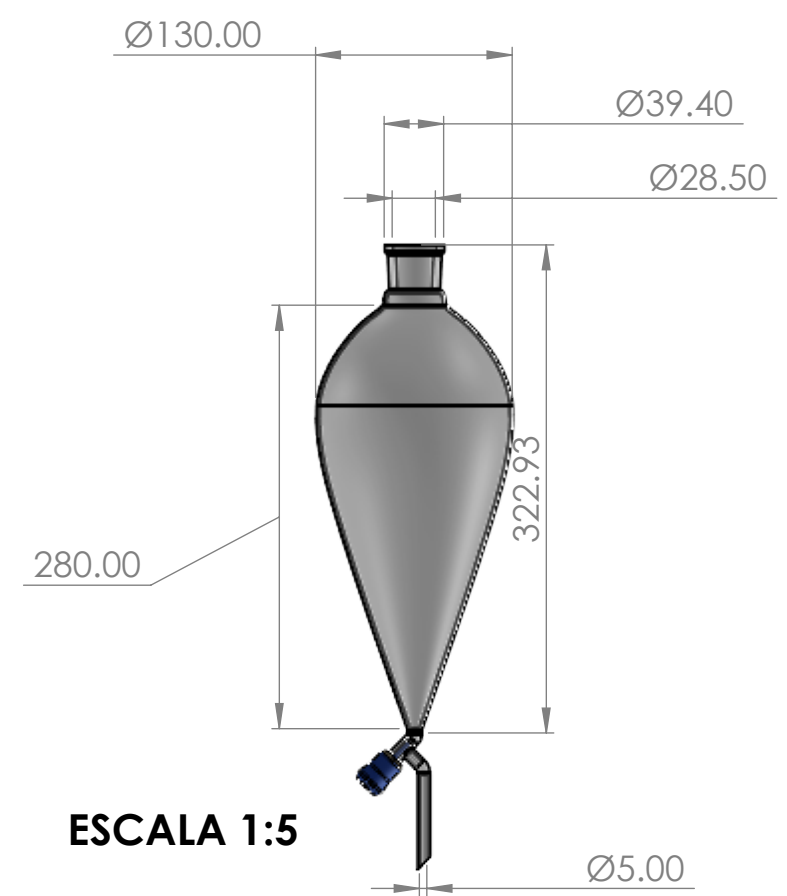
SOPORTE 3 CUERPOS GRADUABLE:



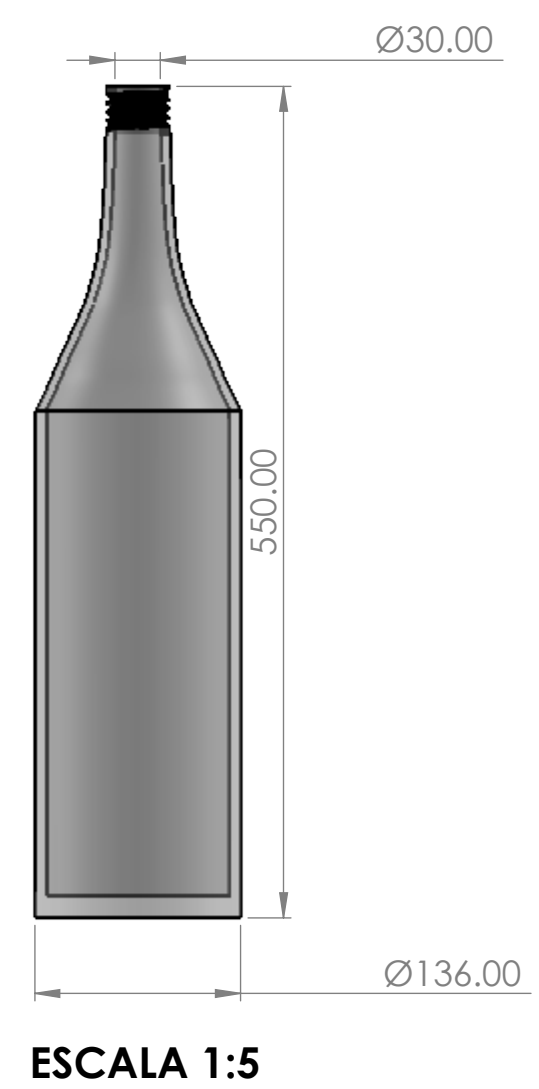
DECANTADOR VASO FLORENTINO (400ML):



PERA DE DECANTACIÓN (1L):

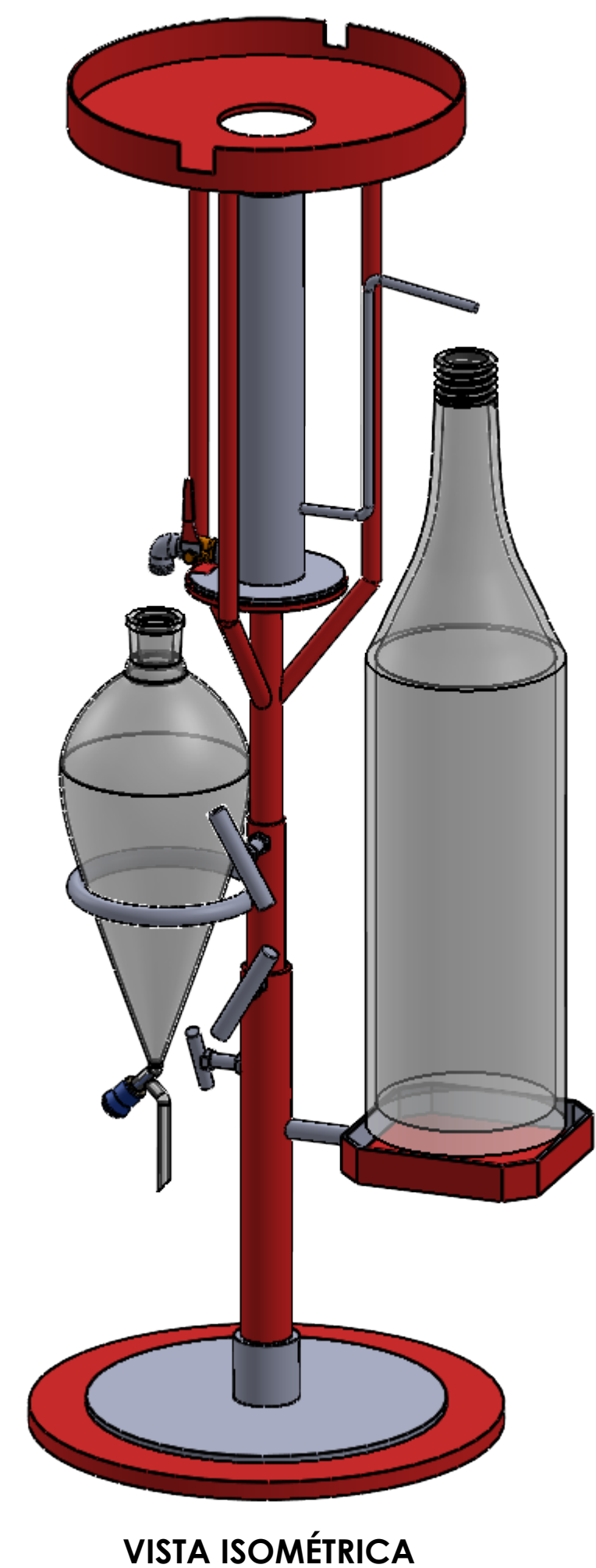


BOTELLA DE RECUPERACIÓN DE HIDROLATOS (4.5L):



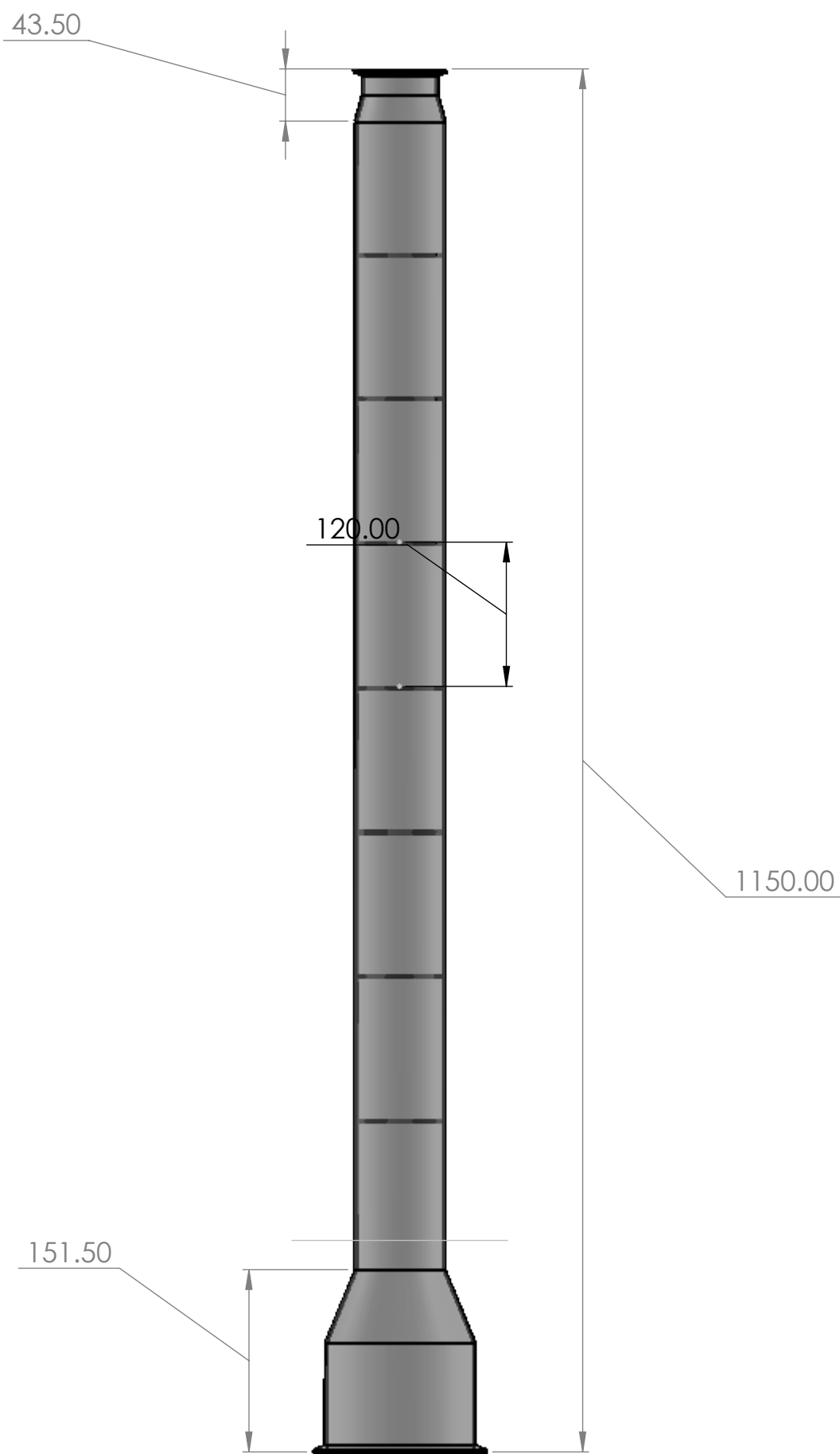
SOPORTE DE RECUPERACIÓN DE ACEITE E HIDROLATOS:

ESCALA 1:4

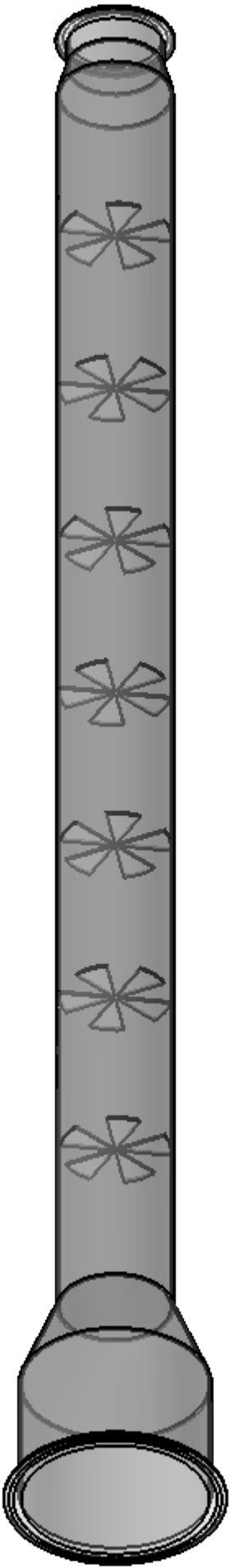
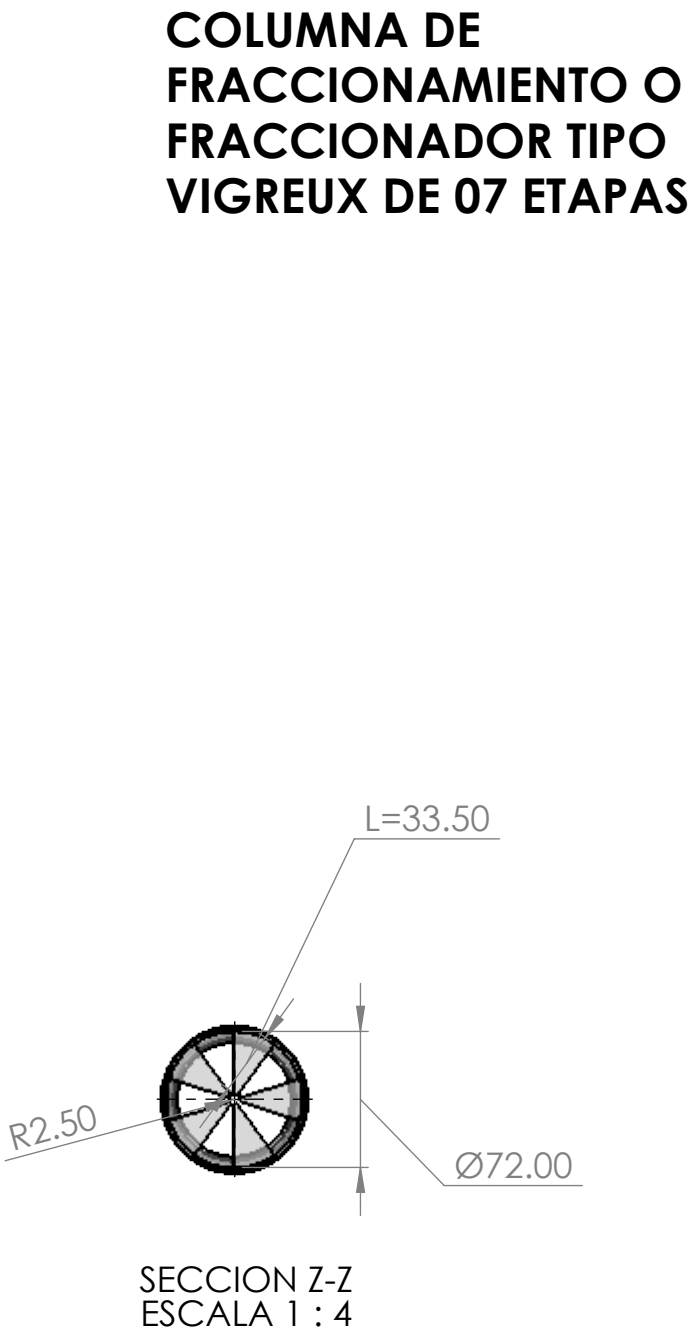
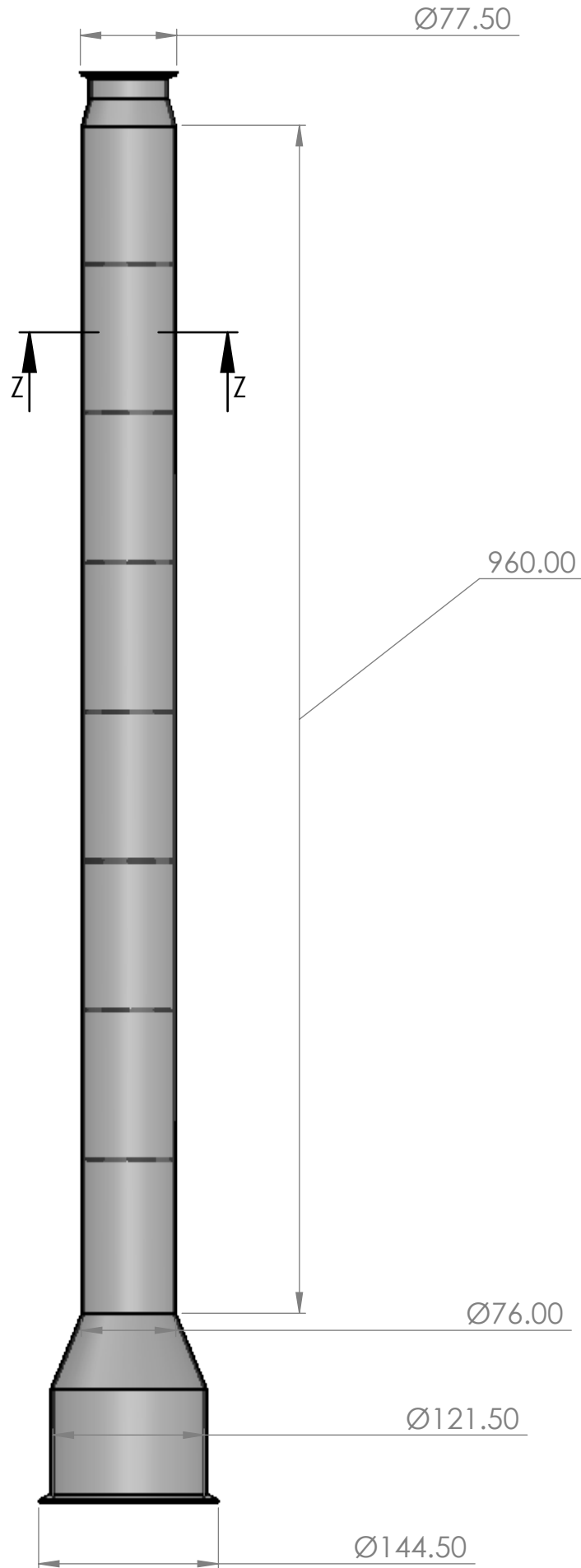


PESO APROXIMADO: 16.5KG

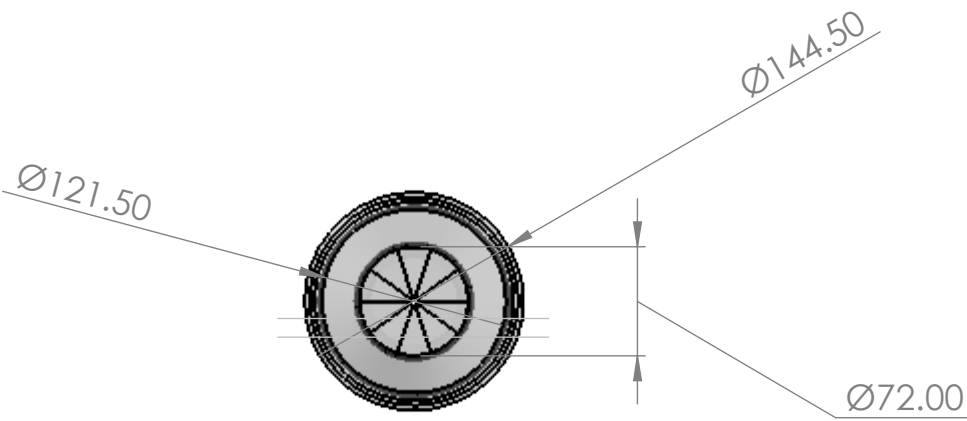
DIBUJO	L.K.V.G.		ESCALA	SOPORTE DE CONDENSADOR Y RECUPERACIÓN DE ACEITE E HIDROLATO	
DISEÑO	L.K.V.G.		INDICADA		
APROBO	L.K.V.G.		FECHA		
NORMA			19/10/2024		
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA				PLANO N°: PL DISEÑO - PD10	N° 10
 FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA DPTO. ACAD DE ING. MECÁNICA				SUSTITUYE A	
				SUSTITUIDO POR	



ESCALA 1:5



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:4

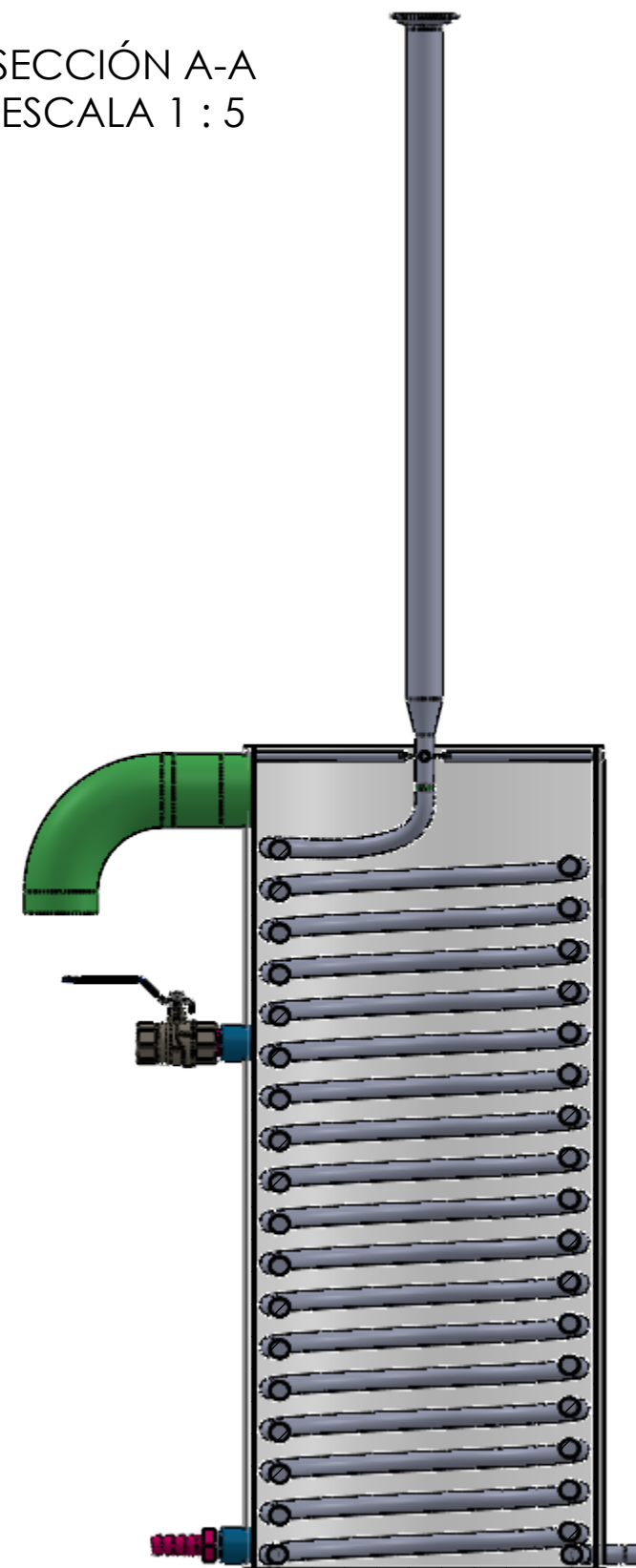


PESO APROXIMADO: 3.7KG

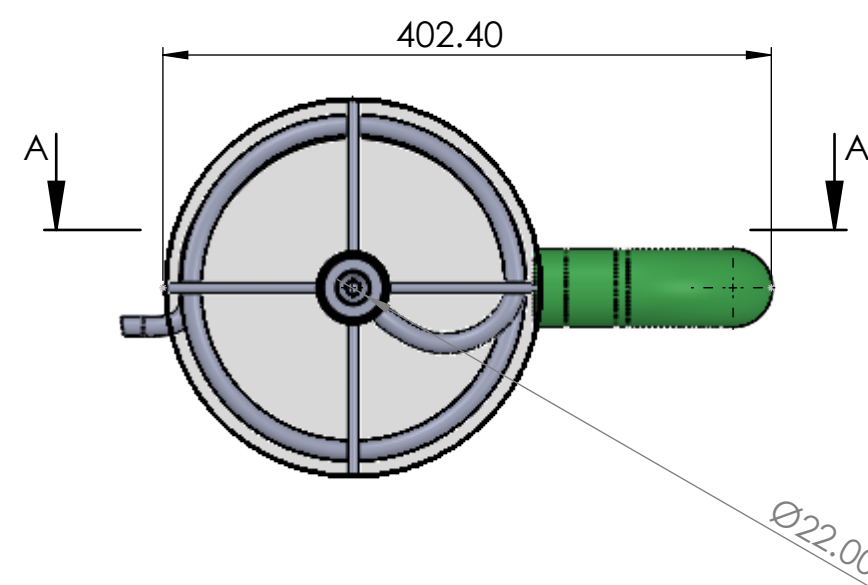
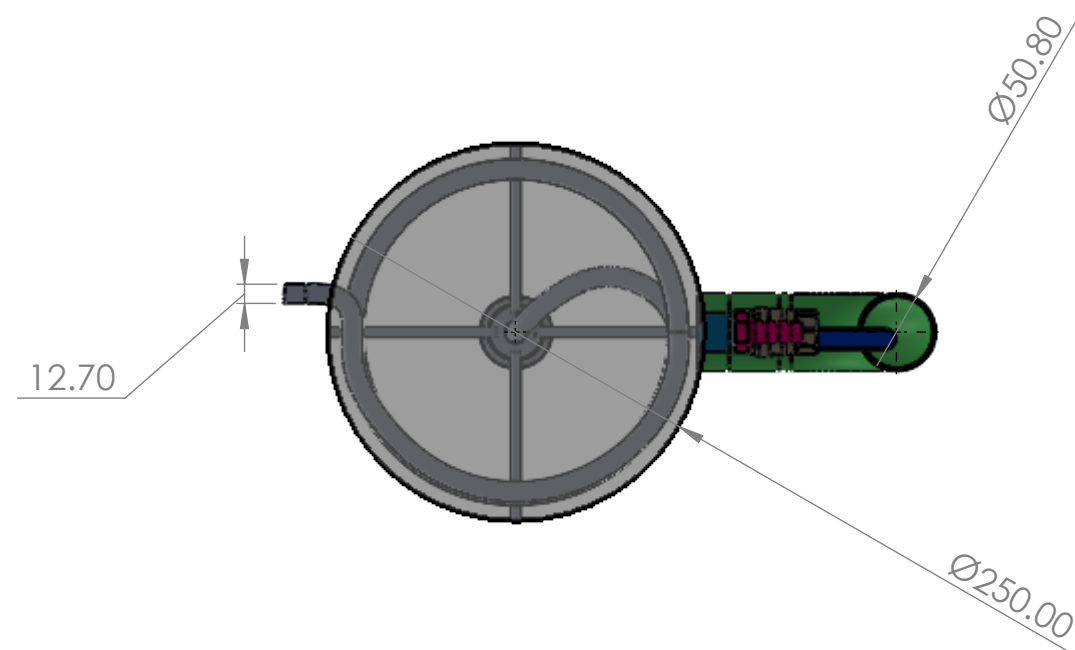
DIBUJO	L.K.V.G.		ESCALA	COLUMNA DE FRACCIONAMIENTO O FRACCIONADOR TIPO VIGREUX	
DISEÑO	L.K.V.G.		INDICADA		
APROBO	L.K.V.G.		FECHA		
NORMA			19/10/2024		
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA DPTO. ACAD DE ING. MECÁNICA				PLANO N°: PL DISEÑO - PD11	N°
				SUSTITUYE A	11
				SUSTITUIDO POR	



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5



ESCALA 1:5



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:4

SALIDA DE
ALCOHOL
DESTILADO

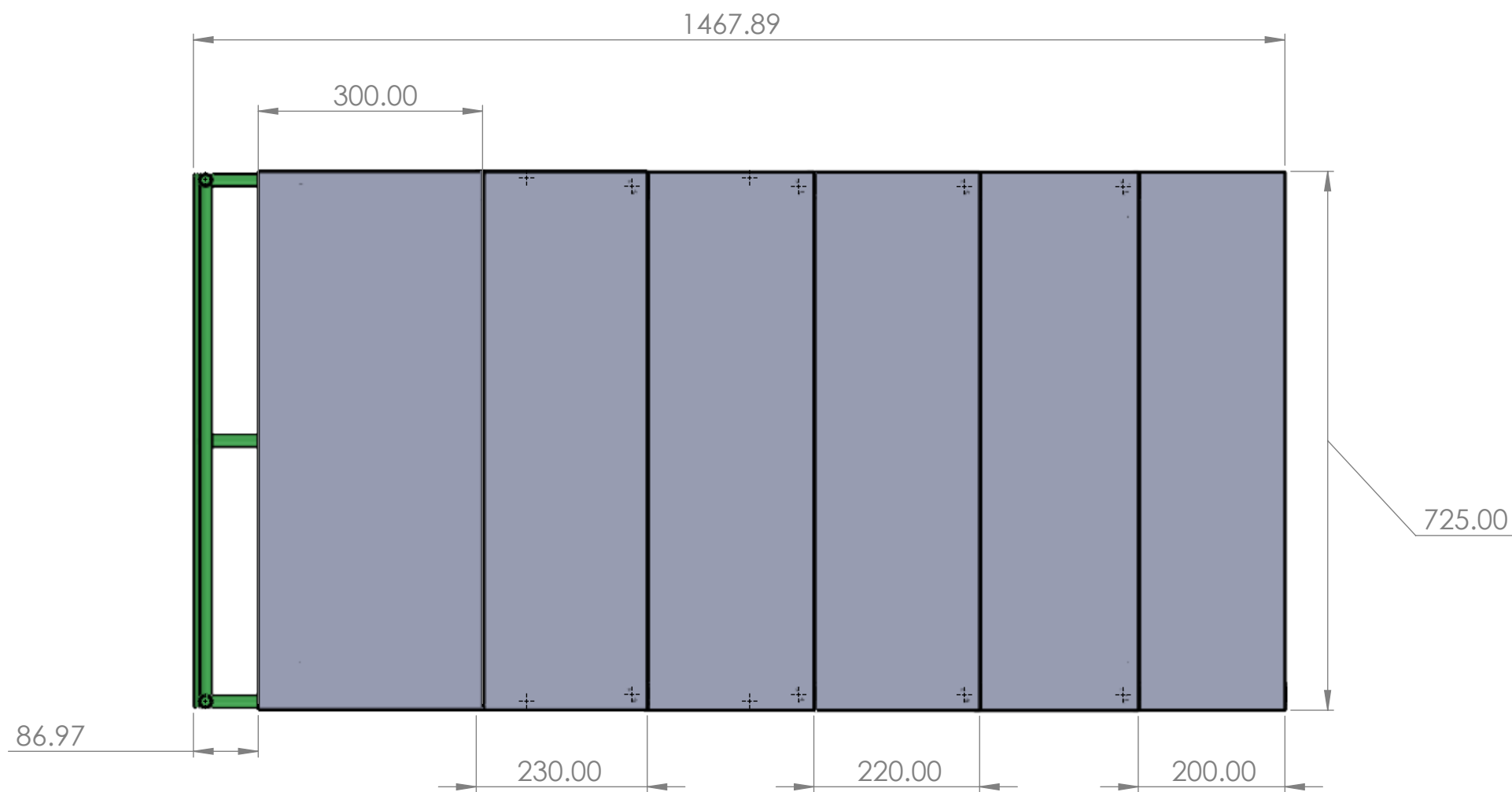
SALIDA DEL
LÍQUIDO
REFRIGERANTE
(AGUA CALIENTE)

VÁLVULA DE
DESAGÜE DE
EMERGENCIA

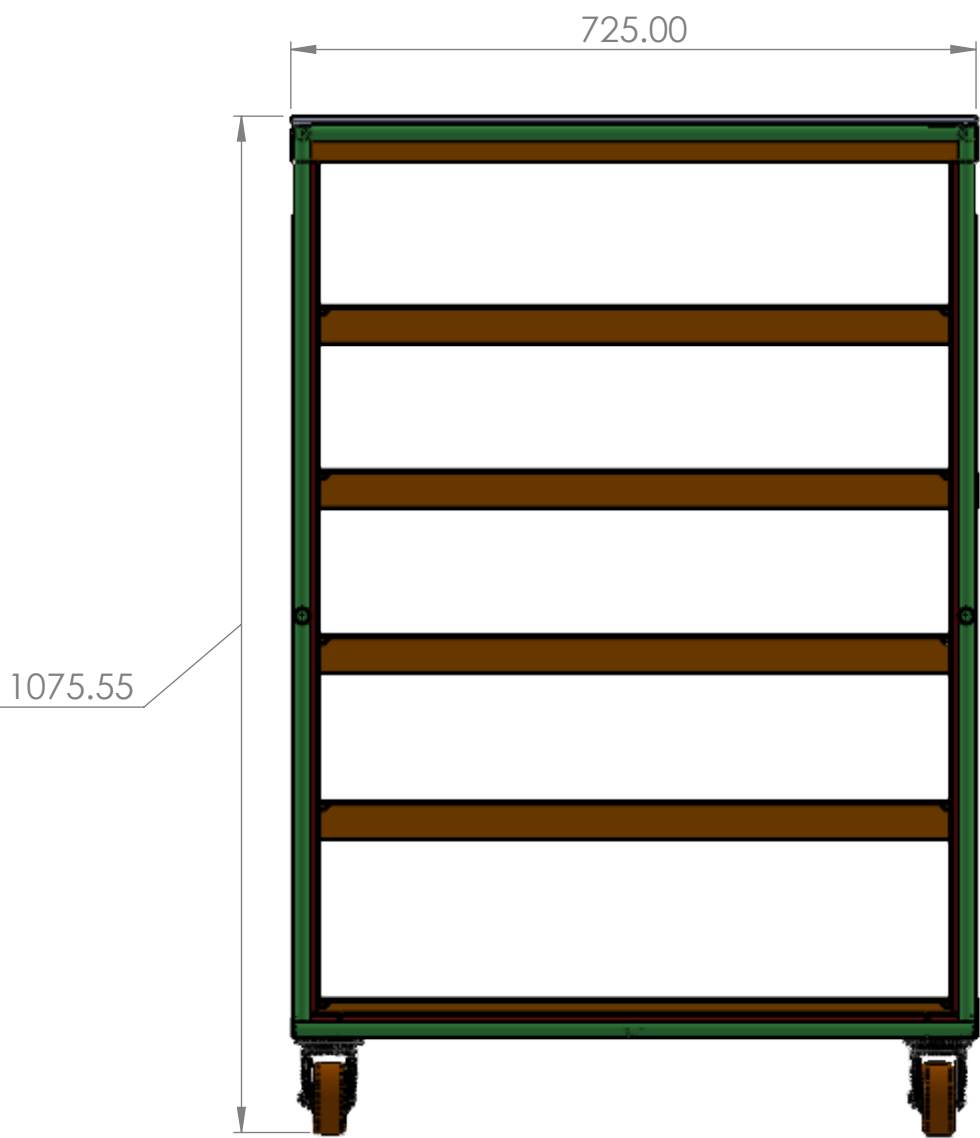
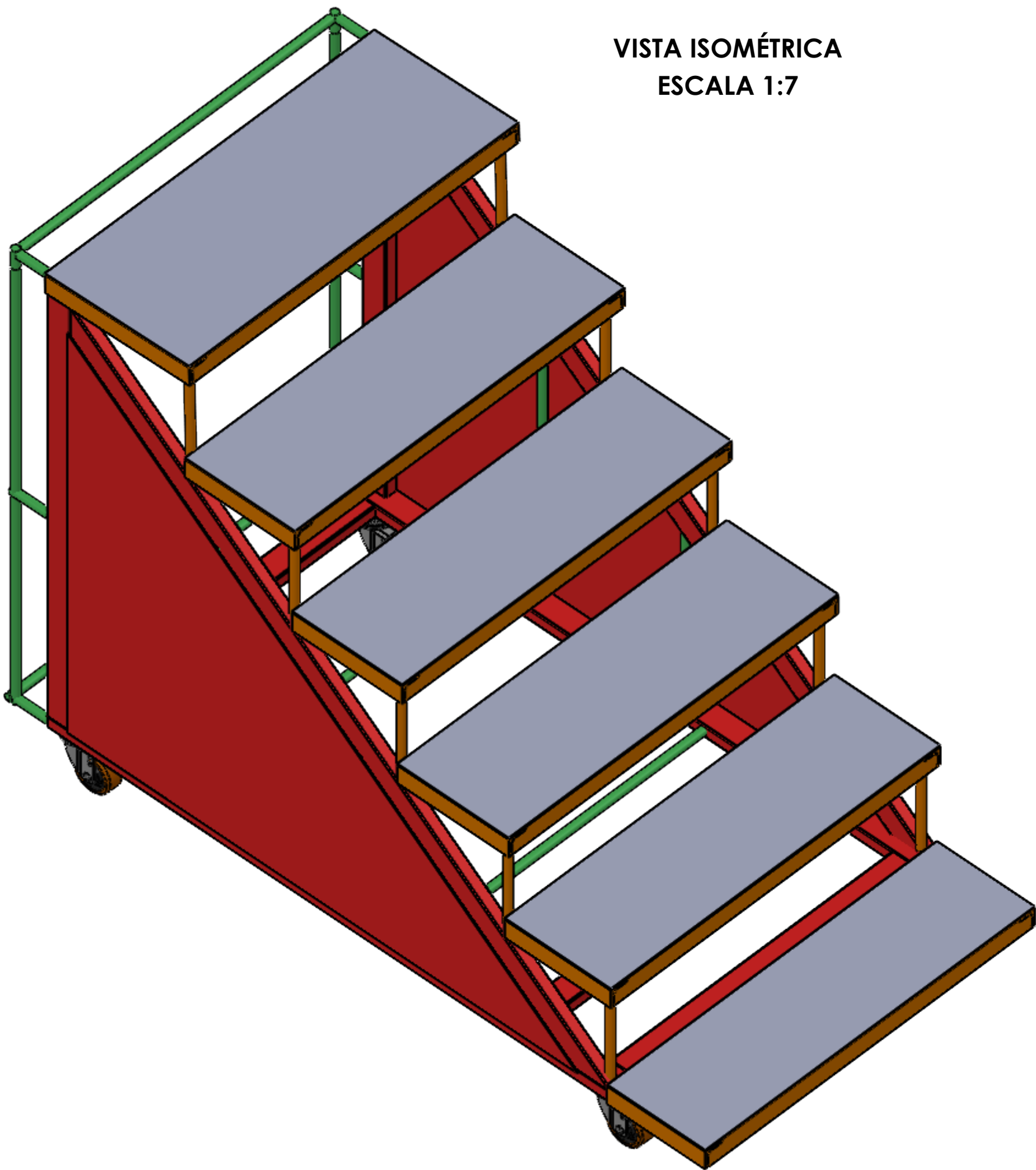
INGRESO DEL
LÍQUIDO
REFRIGERANTE
(AGUA FRÍA)

PESO APROXIMADO: 9.9KG
VOLUMEN APROXIMADO: 24LITROS

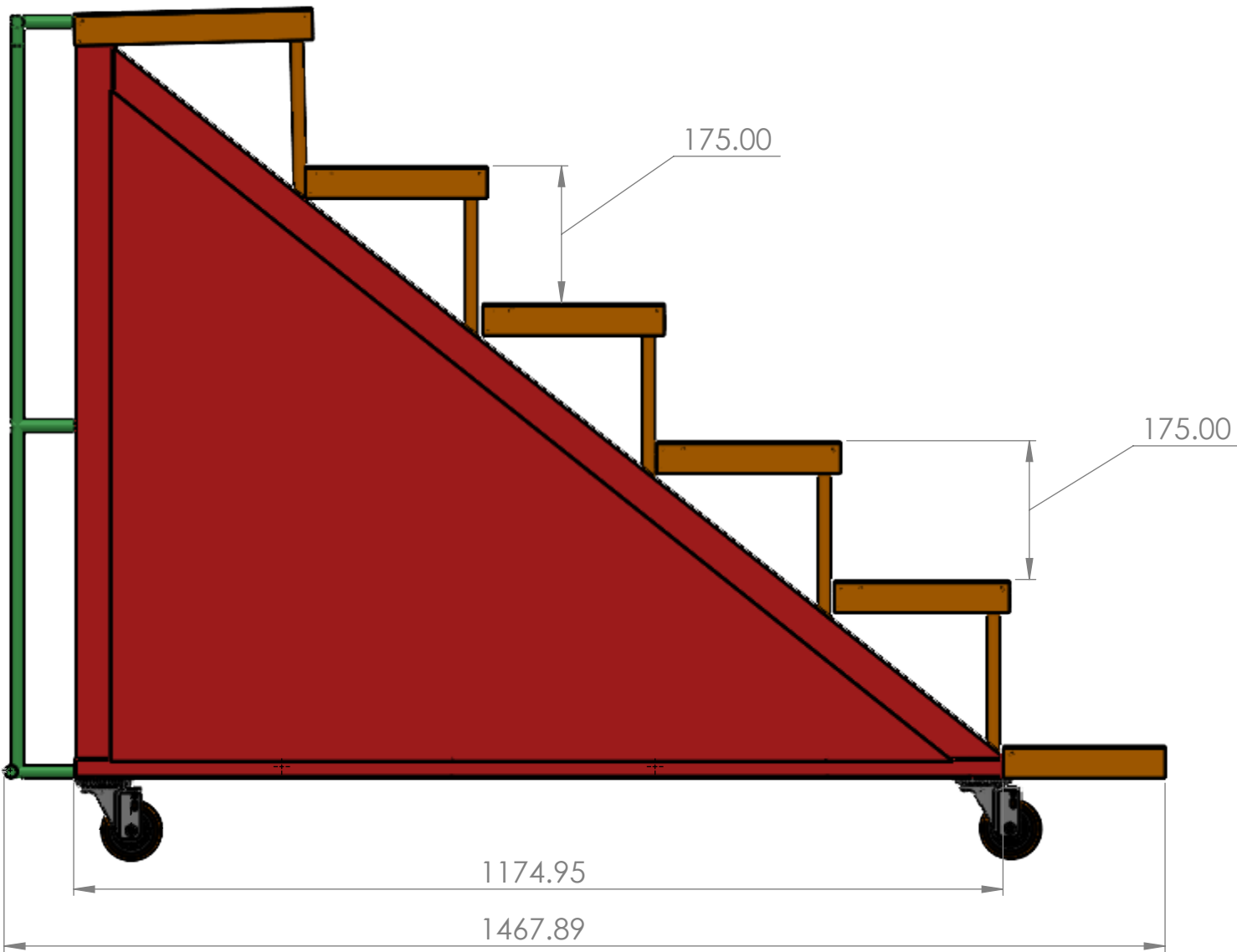
DIBUJO	L.K.V.G.		ESCALA INDICADA	CONDENSADOR GRAHAM O SERPENTÍN DE REFRIGERACIÓN	
DISEÑO	L.K.V.G.		FECHA		
APROBO	L.K.V.G.		19/10/2024		
NORMA					
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA				PLANO N°: PL DISEÑO - PD12	N° 12
	FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA			SUSTITUYE A	
	DPTO. ACAD DE ING. MECÁNICA			SUSTITUIDO POR	



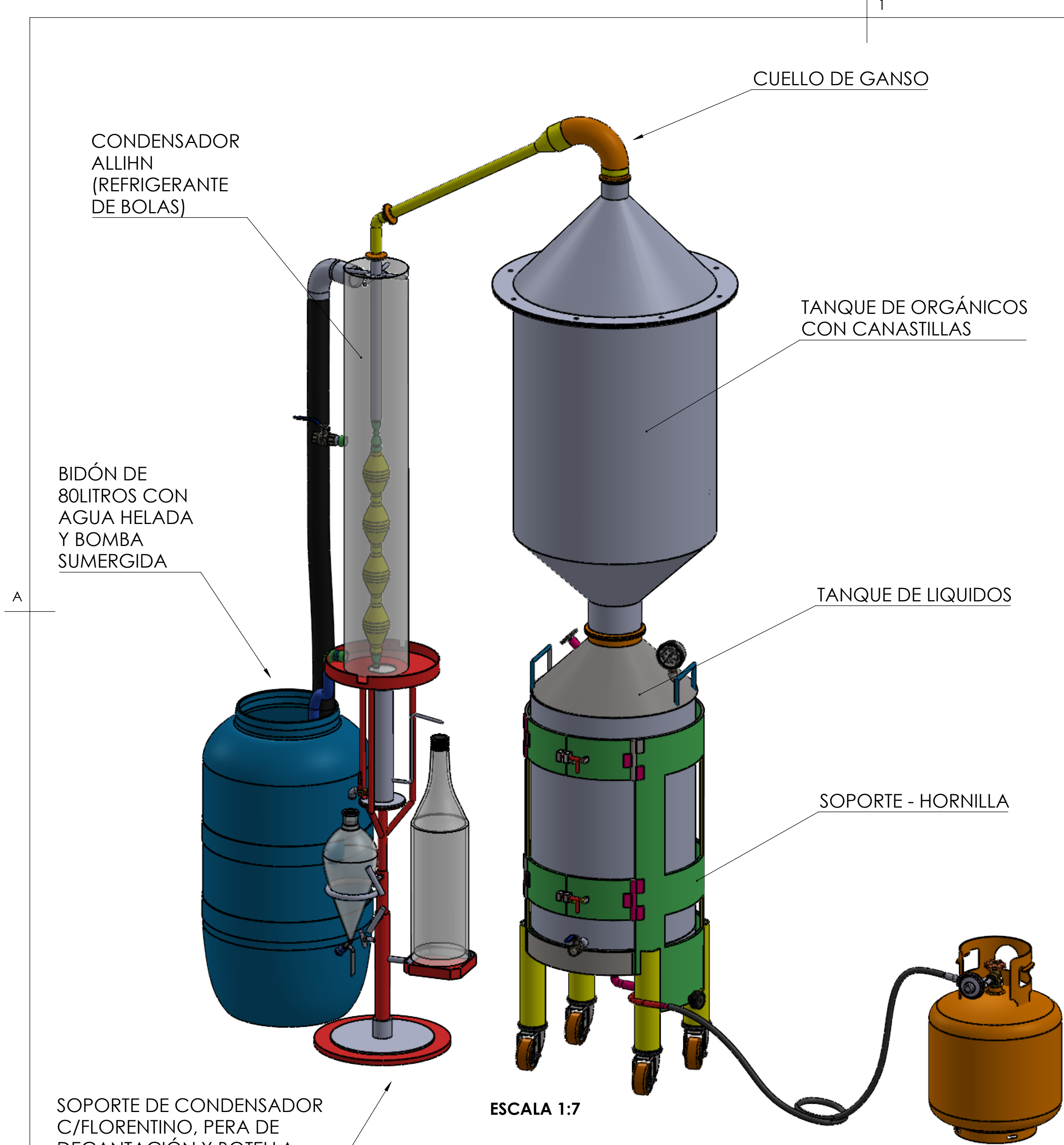
VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:7



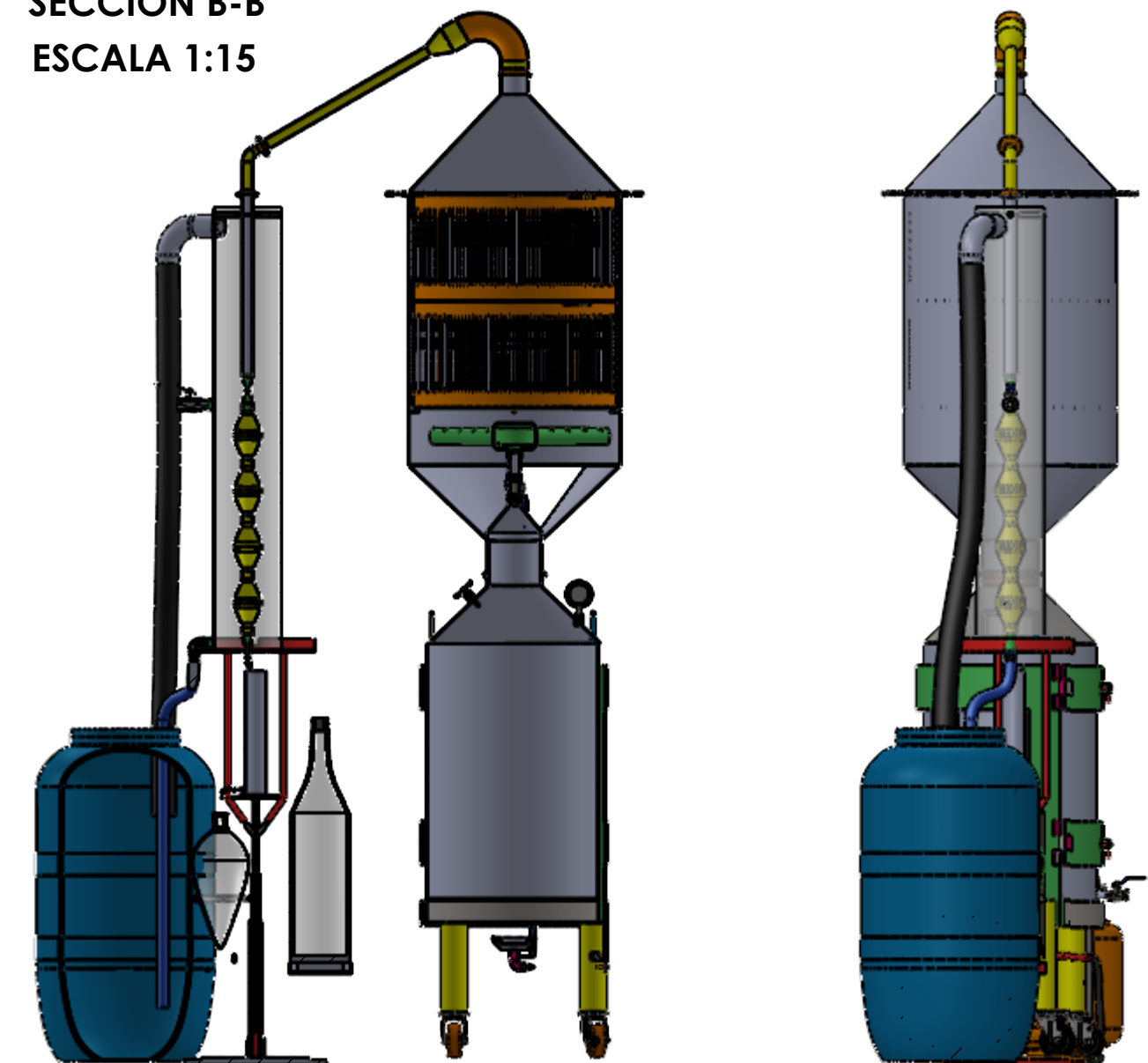
ESCALA 1:8



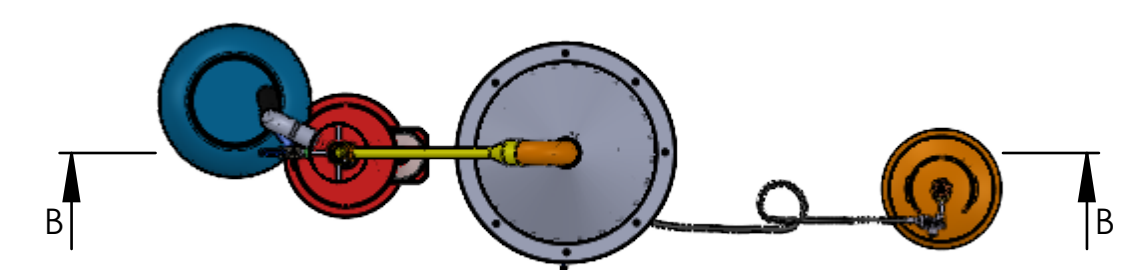
DIBUJO	L.K.V.G.		ESCALA INDICADA	ESCALERA GABINETE	
DISEÑO	L.K.V.G.		FECHA		
APROBO	L.K.V.G.		19/10/2024		
NORMA					
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA				PLANO N°: PL DISEÑO - PD13	N°
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA				SUSTITUYE A	13
DPTO. ACAD DE ING. MECÁNICA				SUSTITUIDO POR	



SECCIÓN B-B
ESCALA 1:15



CONFIGURACIÓN PARA EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES



VISTA SUPERIOR

DIBUJO	L.K.V.G.		ESCALA	ENSAMBLAJE "EXTRACTOR DE ACEITES ESENCIALES POR ARRASTRE DE VAPOR"	
DISEÑO	L.K.V.G.		INDICADA		
APROBO	L.K.V.G.		FECHA		
NORMA			19/10/2024		
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA DPTO. ACAD DE ING. MECÁNICA				PLANO N°: PL DISEÑO - PD14	N° 14
				SUSTITUYE A	
				SUSTITUIDO POR	

CUELLO DE GANSO

COLUMNA DE
FRACCIONAMIENTO
(TIPO VIGREUX)
DE 07 ETAPAS

CONDENSADOR
GRAHAM (SERPENTÍN
DE REFRIGERACIÓN)

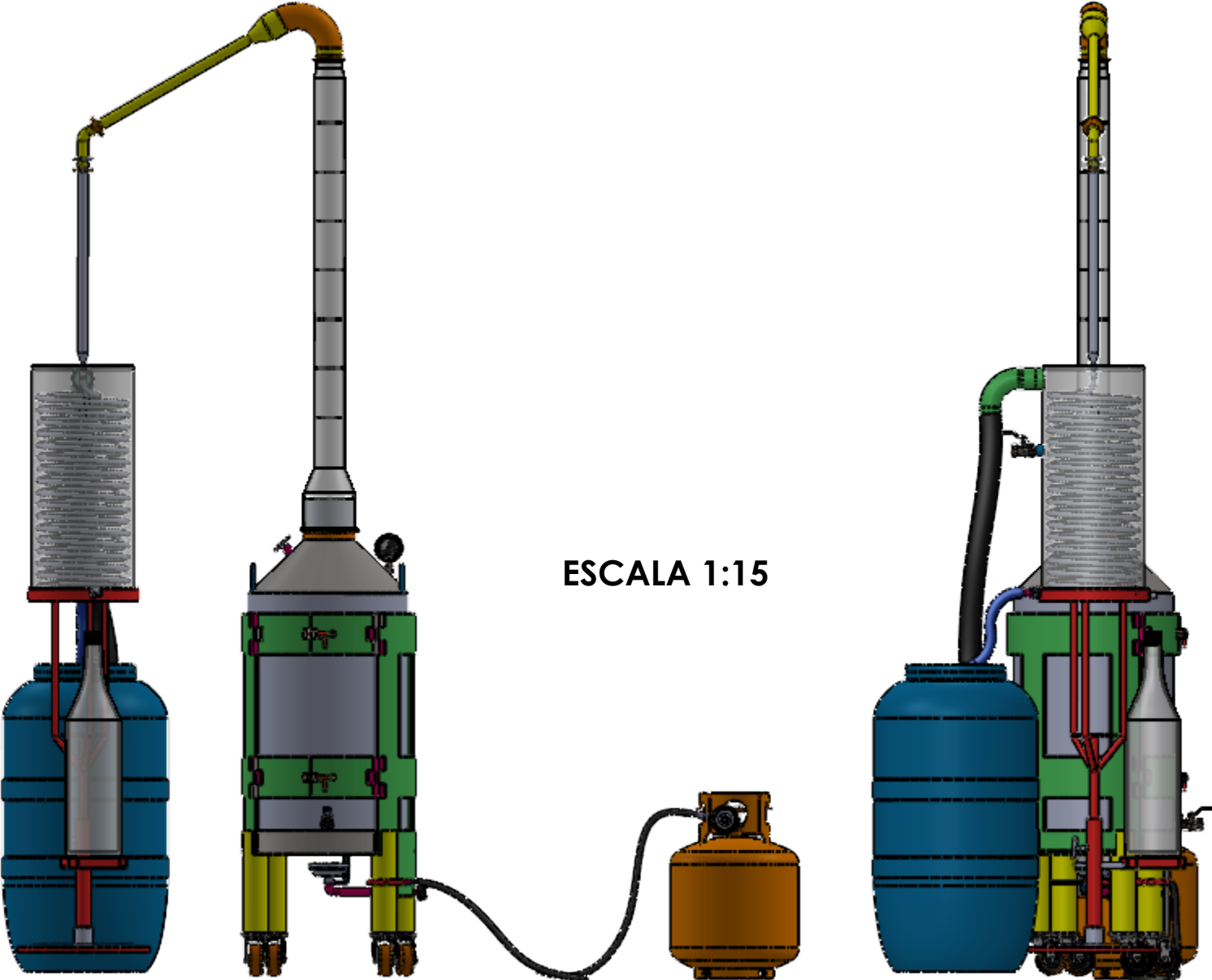
BIDÓN DE
80LITROS CON
AGUA HELADA
Y BOMBA
SUMERGIDA

TANQUE DE LIQUIDOS

SOPORTE - HORNILLA

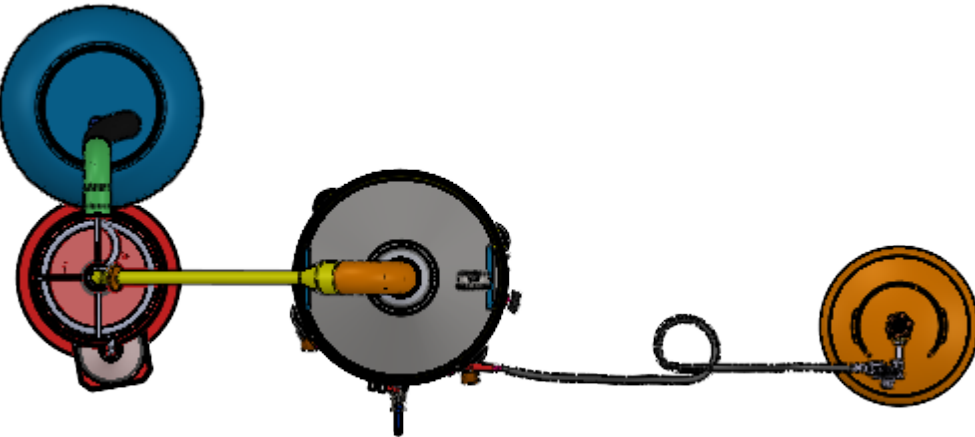
SOPORTE DE
CONDENSADOR
CON BOTELLA
PARA OBTENCIÓN
DE ALCOHOL

ESCALA 1:7



ESCALA 1:15

CONFIGURACIÓN PARA DESTILACIÓN FRACCIONADA



VISTA SUPERIOR

DIBUJO	L.K.V.G.		ESCALA	ENSAMBLAJE: "DESTILADOR CON COLUMNA DE FRACCIONAMIENTO"	
DISEÑO	L.K.V.G.		INDICADA		
APROBO	L.K.V.G.		FECHA		
NORMA			19/10/2024		
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA				PLANO N°: PL DISEÑO - PD15	N° 15
	FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA			SUSTITUYE A	
	DPTO. ACAD DE ING. MECÁNICA			SUSTITUIDO POR	

ANEXO 2: CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL EUCALIPTO



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CONSTANCIA N° 221-USM-MHN-2024

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (estéril) recibida de **Luis Keops Vizcarra Galvez**, bachiller de la Universidad Nacional de Ingeniería, ha sido estudiada y clasificada como: *Eucalyptus globulus* Labill. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Myrtales Juss. ex Bercht. & J. Presl

FAMILIA : Myrtaceae Juss.

GÉNERO : *Eucalyptus* L'Hér.

ESPECIE : *Eucalyptus globulus* Labill.

Nombre vulgar: “Eucalipto”

Procedencia: Junín

Determinado por: MSc. Hamilton Beltrán Santiago

.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 6 de septiembre de 2024



Dra. Joaquina Albán Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

**ANEXO 3: FICHA TÉCNICA DE VÁLVULA ESFERA M10S PARA
VAPOR**



TI-P133-06
CMGT Issue 21

M10S Ball Valve DN1¼" to DN2½"

Description

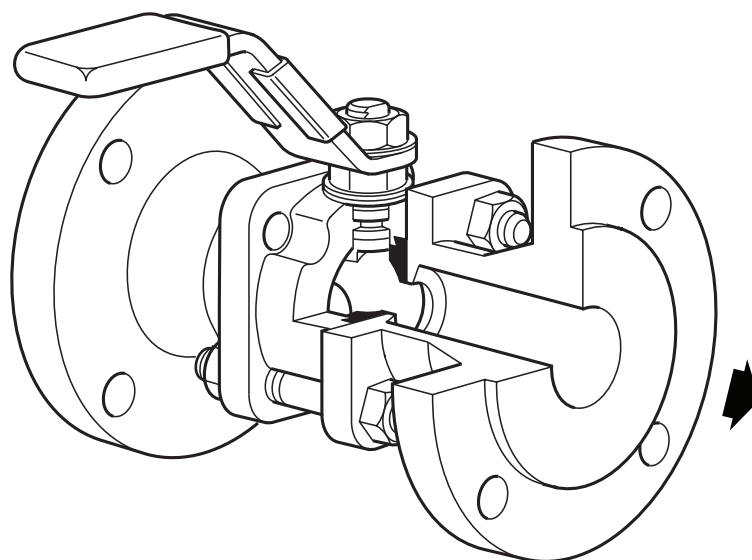
The M10S three-piece body ball valve has been designed for use as an isolating valve, not a control valve, and can be serviced without removal from the pipeline (screwed and welded versions only). It can be used with the majority of industrial fluids for services ranging from vacuum to the higher temperatures and pressures.

Available types

M10S2_ _	Zinc plated carbon steel body, PDR 0.8 seats.
-----------------	--

M10S3_ _	Stainless steel body, PDR 0.8 seats.
-----------------	---

M10S4_ _	Complete stainless steel, PDR 0.8 seats.
-----------------	---



Note: The nomenclature will be followed with either **FB** (full bore) or **RB** (reduced bore).

Standards

This product fully complies with the requirements of the EU Pressure Equipment Directive/UK Pressure Equipment (Safety) Regulations and carries the  mark when so required.

This product has been designed according to ASME B16.34, ASME B16.10 (for all ASME flanged versions, with exception of ASME 150 DN65 RB and ASME 150 FB) and EN 558.

Certification

This product is available with certification to EN 10204 2.2 and EN 10204 3.1.

Note: All certification/inspection requirements must be stated at the time of order placement.

Sizes and pipe connections

Full bore

¼", ⅜", ½", ¾", 1", 1¼", 1½" and 2"

Screwed and welded

BSP (BS21 Rp), BSP (ISO 228 G), BSPT (BS21 Rc), NPT (ASME B1.20.1), BW Sch40/40S (ASME B16.25), SW (ASME B16.11)

Flanged

DN15 to DN50
ASME Class 150, ASME Class 300,
and EN 1092 PN40.

Reduced bore

½", ¾", 1", 1¼", 1½", 2" and 2½"

Screwed and welded

BSP (BS21 Rp), BSP (ISO 228 G), BSPT (BS21 Rc), NPT (ASME B1.20.1), BW Sch40/40S (ASME B16.25), SW (ASME B16.11)

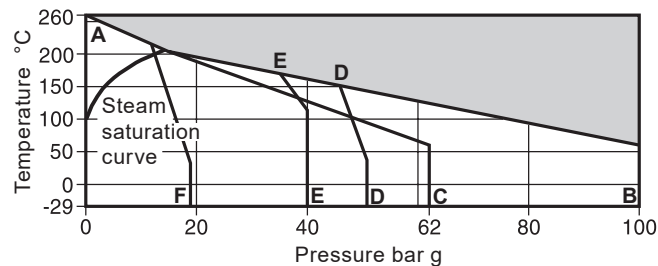
Flanged

DN15 to DN65
ASME Class 150, ASME Class 300,
and EN 1092 PN40.

Technical data

Flow characteristic	Modified linear
Port	Full and reduced port versions
Leakage test procedure to ISO 5208 (Rate A)/EN 12266-1 (Rate A)	
Antistatic device	Complies with ISO 7121 and BS 5351

Pressure/temperature limits



The product **must not** be used in this region.

A - B Screwed, BW and SW ¼" - 1½" FB, RB and 2" RB.

A - C Screwed, BW and SW 2" FB and 2½" RB only.

A - D Flanged ASME (ANSI) 300.

A - E Flanged EN 1092 PN40.

A - E Flanged ASME (ANSI) 150.

Note 1: On the 2" FB and 2½" RB a PTFE gasket is fitted between the body and cap.

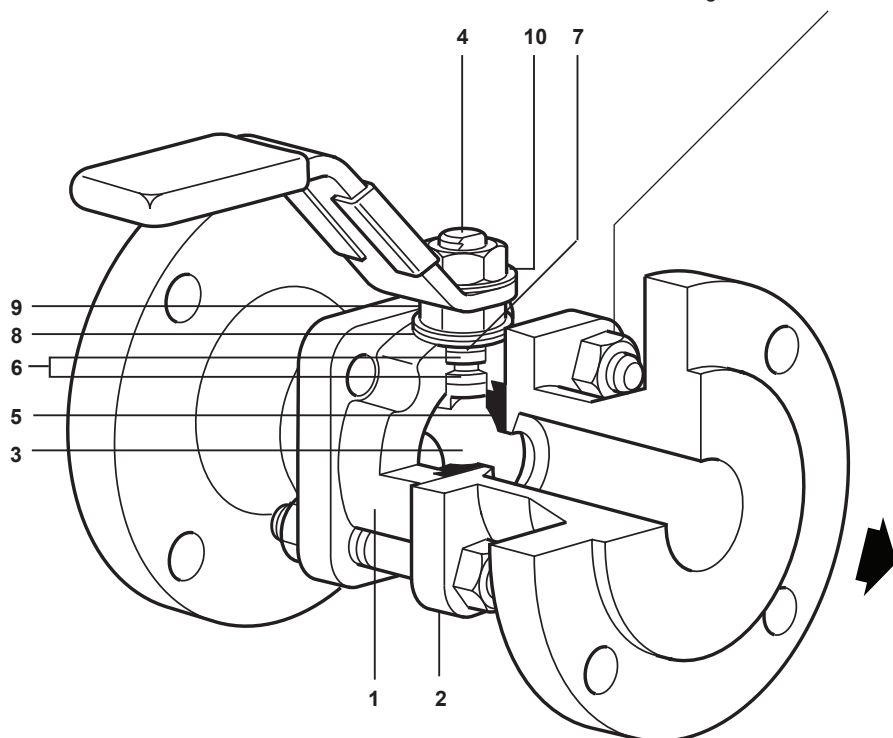
Note 2: The flange standard may restrict the maximum operating pressure. Please check with Spirax Sarco.

Note 3: In gases applications, the maximum operating pressure is restricted to 40 bar g.

Body design conditions	PN100
PMA Maximum allowable pressure	100 bar g @ 60 °C
TMA Maximum allowable temperature	260 °C @ 0 bar g
Minimum allowable temperature	-29 °C
PMO Maximum operating pressure for saturated steam service	17.5 bar g
TMO Maximum operating temperature	260 °C @ 0 bar g
Minimum operating temperature	-29 °C
Note: For lower operating temperatures consult Spirax Sarco	
ΔPMX Maximum differential pressure is limited to the PMO	
Designed for a maximum cold hydraulic test pressure of:	150 bar g

Materials

Please note:
Screwed, butt weld and socket weld M10V ball valves have bolts and nuts.
Flanged M10V ball valves have studs and nuts.

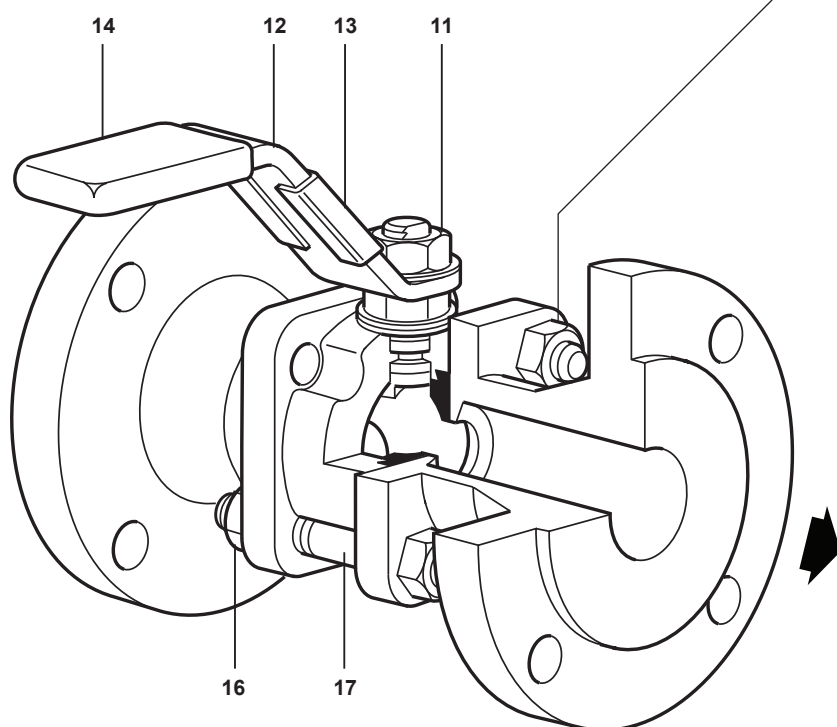


No.	Part	Material
1	Body	M10S2 Zinc plated carbon steel ASTM A105
		M10S3 Stainless steel ASTM A 182 F 316L
		M10S4
2	Cap	M10S2 Zinc plated carbon steel ASTM A105
		M10S3 Stainless steel ASTM A 182 F 316L
		M10S4
3	Ball	Stainless steel AISI 316
4	Stem	Stainless steel AISI 316
5	Seat	Carbon/graphite reinforced PTFE PDR 0.8
6	Stem seal	Reinforced PTFE antistatic
7	Separator	M10S2 Zinc plated carbon steel SAE 1010
		M10S3
		M10S4 Stainless steel AISI 316
8	Spring washers	Stainless steel AISI 301
9	Nut	M10S2 Zinc plated carbon steel SAE 12L14
		M10S3
		M10S4 Stainless steel AISI 304
10	Name-plate (DN)	Stainless steel AISI 430

Materials continued on the next page

Materials (continued)

Please note:
Screwed, butt weld and socket weld M10V ball valves have bolts and nuts.
Flanged M10V ball valves have studs and nuts.



No.	Part	Material		
11	Stem nut	M10S2	Zinc plated carbon steel	SAE 12L14
		M10S3		
		M10S4	Stainless steel	AISI 304
12	Lever	M10S2	Zinc plated carbon steel	SAE 1010
		M10S3		
		M10S4	Stainless steel	AISI 316
13	Name-plate		Stainless steel	AISI 430
14	Grip		Vinyl	
15 *	Bolts	M10S2	Zinc plated carbon steel	A 193 B7
		M10S3		
		M10S4	Stainless steel	AISI 304
16	Nuts	M10S2	Zinc plated carbon steel	SAE 1010
		M10S3		
		M10S4	Stainless steel	AISI 304
17	Studs	M10S2	Zinc plated carbon steel	Grade 5
		M10S3		
		M10S4	Stainless steel	AISI 304

* **Note:** Item 15 not shown - Screwed, butt weld and socket weld versions only.

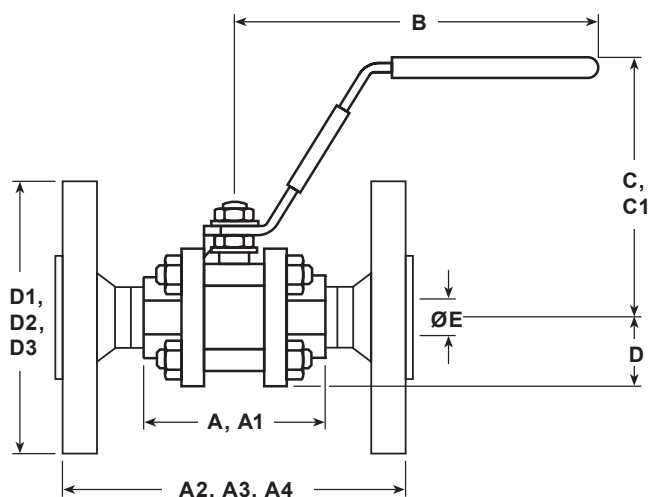
Dimensions (approximate) in mm

Reduced bore

Size	A	A1	A2	A3	A4	B	C	C1	D	D1	D2	D3	E
¼"	63	60				120	61		24				11
⅜"	63	63				120	61		24				11
½"	63	51	108	130	140	120	61	87	24	89	95	95	11
¾"	68	59	117	150	152	120	63	89	26	98	105	117	14
1"	86	84	127	160	165	157	91	91	31	108	115	124	21
1¼"	97	93	140	180	178	157	95	95	37	118	140	133	25
1½"	106	102	165	200	190	180	109	109	41	127	150	156	31
2"	124	118	178	230	216	180	115	115	48	152	165	165	38
2½"	152	152	241	290	241	245	132	132	57	178	185	190	51

Full bore

Size	A	A1	A2	A3	A4	B	C	C1	D	D1	D2	D3	E
¼"	63	60				120	61		24				11
⅜"	63	63				120	61		24				11
½"	68	68	114	130	140	120	63	89	26	89	95	95	14
¾"	86	86	135	150	152	157	91	91	31	98	105	117	21
1"	97	97	148	160	165	157	95	95	37	108	115	124	25
1¼"	106	106	160	180	178	180	109	109	41	118	140	133	31
1½"	124	124	183	200	190	180	115	115	48	127	150	156	38
2"	152	152	215	230	216	245	132	132	57	152	165	165	51



- A:** Screwed and Butt weld
- A1:** Socket weld
- A2:** Flanged ASME 150
- A3:** Flanged PN40
- A4:** Flanged ASME 300
- B:** All connections
- C:** Screwed, Butt weld and Socket weld
- C1:** Flanged ASME 150, Flanged PN40
- D:** Screwed, Butt weld and Socket weld
- D1:** Flanged ASME 150
- D2:** Flanged PN40
- D3:** Flanged ASME 300

Weights (approximate) in kg

Size	Reduced bore					Full bore	
	Scrd/BW/SW	PN40	ASME 150	ASME 300	Scrd/BW/SW	PN40	ASME 300
¼"	0.61				0.61		
⅜"	0.61				0.61		
½"	0.61	2.2	1.65	2.2	0.70	2.3	2.5
¾"	0.70	2.9	2.20	2.9	1.27	3.5	4.2
1"	1.27	3.9	3.38	4.5	1.77	4.4	5.1
1¼"	1.77	5.4	4.44	7.0	2.50	6.2	7.5
1½"	2.50	6.5	5.84	8.36	3.50	7.5	10.0
2"	3.50	8.8	8.99	11.2	6.90	12.2	13.4
2½"	6.90			17.5			

Kv values

Size	¼"	⅜"	½"	¾"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"
Reduced bore	2.5	6.8	6	10	27	49	70	103	168
Full bore	2.5	6.8	17	36	58	89	153	205	

For conversion:

Cv (UK) = Kv x 0.963

Cv (US) = Kv x 1.156

Operating torque (N m)

Size	¼"	⅜"	½"	¾"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"
Reduced bore	2	2	2	3.5	13	21	30	40	45
Full bore	2	2	3.5	13	21	30	40	45	

The indicated torque values are for valves frequently operated, that are submitted to a maximum differential pressure of 62 bar. Valves that are subject to long static periods, may require greater break-out torque.

Safety information, installation and maintenance

For full details see the Installation and Maintenance Instructions supplied with the product.

Welding

Only the models that have connections designed for welding (SW, BW, Imperial Tube connections) should be welded. Valves with SW or BW welding connections must be disassembled before welding onto the pipeline, the ends should be welded separately and the valve should be reassembled when the ends are cool. Carbon steel valves with threaded (BSPT, BSP (BS21 Rp), BSP (ISO 228 G), NPT) or flanged connections must not be welded to avoid damages to the valve and/or injury to personnel.

How to order example:

1 off Spirax Sarco ½" screwed BSP M10S2FB ball valve.

Optional extras:

- Self-venting ball.
- Extended stems 50 mm (2") and 100 mm (4") to allow full insulation.
- Lockable handle.
- Fully degreased under request (ie: Oxygen application).

Spare parts

The spare parts available are shown in solid outline. Parts drawn in a grey line are not supplied as spares.

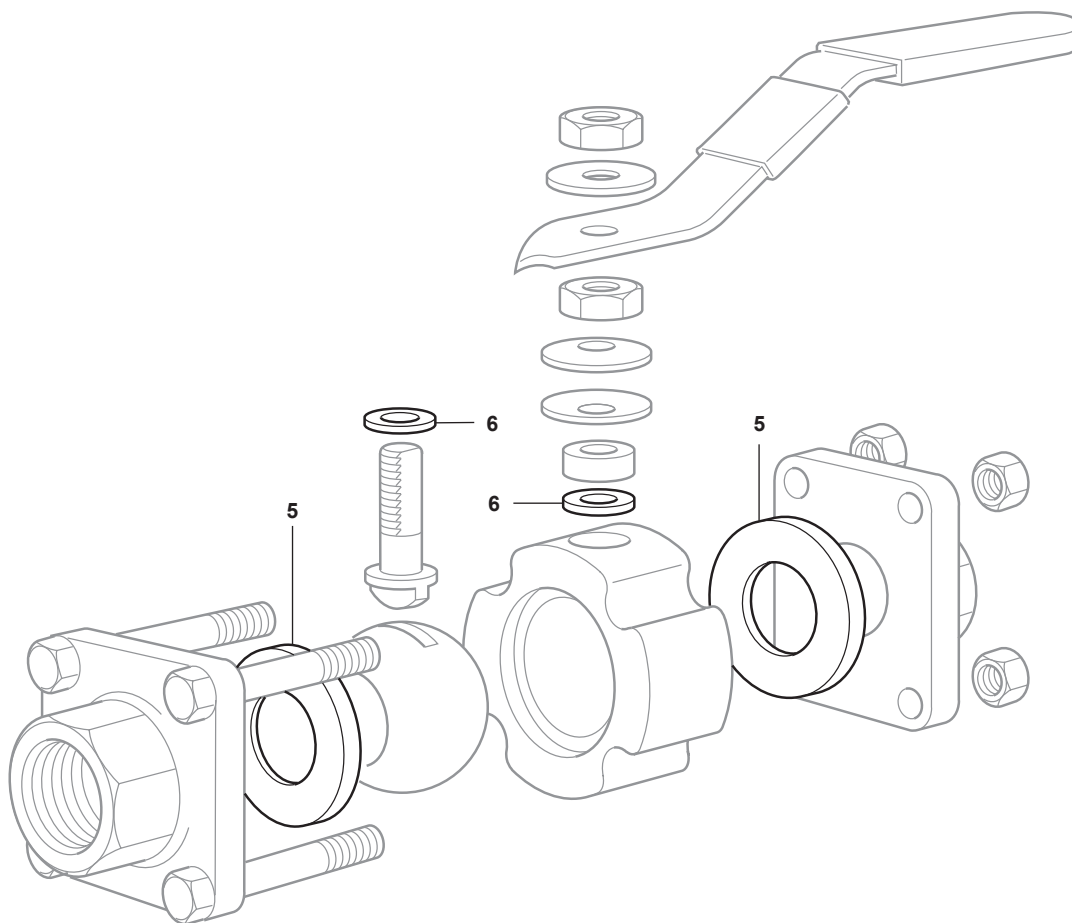
Available spares

Seat and stem seal set	5, 6
------------------------	------

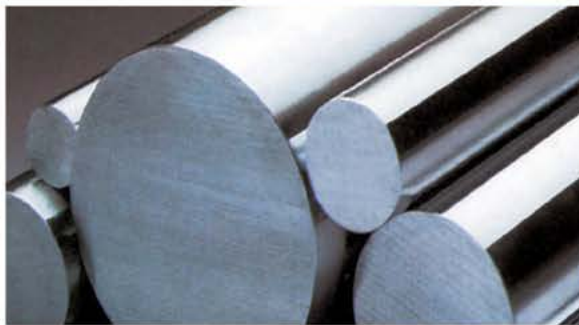
How to order spares

Always order spares by using the description given in the column headed 'Available spares' and state the size and type of ball valve.

Example: 1 - Seat and stem seal set for a ½" M10S2FB ball valve.



ANEXO 4: CATÁLOGO DE MATERIALES INOXIDABLES



Discovery

inox sac

Especialista en Inoxidables

PLANCHAS - BARRAS - TUBOS - ÁNGULOS
PLATINAS - MALLAS - ACCESORIOS

ASESORÍA TÉCNICA - CALIDAD CERTIFICADA
PRECIOS COMPETITIVOS
ENTREGA INMEDIATA - AMPLIO STOCK.



Calidad AISI	COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)								PROPIEDADES MECÁNICAS			
	C máx	Si máx	M máx	P máx	S máx	Cr	Ni	Mo	Resistencia a la Tracción (Mpa mín.)	Límite Elástico (Mpa mín.)	Elongación (mín.%)	Dureza Rockwell (HBR Máx.)
201	0.15	1.00	6.50	0.045	0.015	16 - 18	3.5 - 5.5	-	655	260	40	100
301	0.15	1.00	2.00	0.045	0.015	16 - 19	6 - 9.5	-	515	205	40	95
304	0.08	0.75	2.00	0.045	0.015	17 - 19.5	8 - 10.5	-	515	205	40	92
304L	0.03	0.75	2.00	0.045	0.015	17.5 - 20	8 - 12	-	485	170	40	92
316	0.07	0.75	2.00	0.045	0.015	16.5 - 18	10 - 13	2.5	515	205	40	95
316L	0.03	0.75	2.00	0.045	0.015	16.5 - 18	10 - 13	2.5	485	170	40	95
430	0.1	0.75	1.00	0.040	0.040	16 - 18	-	-	450	205	20	89
441	0.03	1.00	1.00	0.040	0.015	17.5 - 18.5	-	-	430	250	18	88

Calidad AISI	PROPIEDADES FÍSICAS						APLICACIONES
	Densidad a 20° (kg / dm³)	Coeficiente de Expansión Térmica (Btu/pie/hr °F)		Conductividad Térmica (Btu/pie/hr °F)		Resistencia Eléctrica (Microhm · mm)	
		0-100°C	0-538°C	a 100°C	a 500°C		
201	7.8	8.7	10.2	9.4	12.4	690	Aplicaciones estructurales, industria alimentaria, cubertería.
301	7.9	9.4	10.1	9.4	12.4	720	Aplicaciones estructurales, industria alimentaria, cubertería.
304	7.9	9.6	10.2	9.4	12.4	720	Industria alimentaria, farmacéutica, utensilios domésticos, cubertería.
304L	7.9	9.6	10.2	9.4	12.4	720	Industria alimentaria, farmacéutica, utensilios domésticos, tubería, calderería, aplicaciones criogénicas.
316	8.0	8.8	9.7	9.4	12.4	740	Industria química, petroquímica, textil, alimentaria, farmacéutica, minera, calderería, destilerías.
316L	8.0	8.8	9.7	9.4	12.4	740	Industria química, petroquímica, textil, alimentaria, farmacéutica, minera, calderería, destilerías.
430	7.7	5.8	6.3	15.1	15.2	600	Utensilios domésticos, industria química y otras aplicaciones industriales
441	7.7	6.0	-	15.1	15.2	600	Aplicaciones electrodomésticas, calentadores de condensación, estructuras soldadas expuestas a atmósferas moderadamente corrosivas o sujetas a temperaturas de hasta 950°C

PLANCHAS

- Calidades: 201, 304, 304L, 316, 316L, 430, 441
- Acabados: N°1, 2D, 2B, N°4, BA
- Espesores: 1/64" - 2"
- Formatos (ancho x largo): 4'x8', 5'x 10', otros

Para importación directa:
Bobinas y planchas según especificaciones del cliente.

TABLA DE ACABADOS DE PLANCHAS Y BOBINAS DE ACERO INOXIDABLE

ACABADO	DESCRIPCIÓN	APARIENCIA	APLICACIONES
N 1	Laminado en caliente, recocido y decapado	Acabado mate, superficie áspera	Aplicaciones para la industria en general; como por ejemplo para resistencia al calor y corrosión, donde una superficie lisa no tiene importancia particular.
2D	Laminado en frío, recocido y decapado	Acabado mate, superficie menos rugosa que el N°1, poco reflectante	Procesos de embutición profunda que requieran lubricación simultánea. Aplicaciones donde la apariencia no es importante
2B	Laminado en frío, recocido, decapado y procesado con skinpass	Acabado brillante y reflectante; más liso que 2D	Aplicaciones diversas: Industria alimentaria, utensilios de cocina, equipamiento médico, materiales de construcción, etc. Excepción: embutido profundo. Es más fácil de pulir que los acabados N°1 y 2D
N3	Pulido con cintas abrasivas de grano 80 a 120	Acabado satinado tosco	Aplicaciones de uso industrial general.
N4	Pulido con cintas abrasivas de grano 180	Acabado satinado brillante	Aplicaciones de uso industrial general, fundamentalmente en lugares visibles en los que se requiere una superficie atractiva por razones estéticas.
BA	Laminado en frío, recocido en atmósfera controlada	Acabado muy liso, muy brillante; tipo espejo	Menos susceptible a dejar contaminantes al aire y su limpieza resulta más fácil.

PLANCHAS DE ACERO INOXIDABLE - PESO (kg)

Pulg.	mm.	4' x 8'	5' x 10'	Pulg.	mm.	4' x 8'	5' x 10'	pulg.	mm.	4' x 8'	4' x 8'	pulg.	mm.	4' x 8'	4' x 8'
-	0.30	7.09	11.08	1/32"	0.79	18.67	29.17	-	2.00	47.29	73.89	1/2"	12.70	300.16	469.00
1/64"	0.39	9.22	14.40	-	0.80	18.91	29.54	3/32"	2.38	56.25	87.89	5/8"	15.87	375.08	586.06
-	0.40	9.45	14.77	-	0.90	21.27	33.24	-	3.00	70.93	110.82	3/4"	19.05	450.24	703.50
1/54"	0.47	11.11	17.36	1/27"	0.94	22.22	34.71	1/8"	3.18	75.16	117.43	7/8"	22.22	525.16	820.56
-	0.50	11.82	18.46	-	1.20	28.36	44.31	5/32"	3.97	93.83	146.61	1"	25.40	600.32	938.00
1/46"	0.55	13.00	20.31	1/20"	1.27	30.02	46.90	-	4.00	94.56	147.75	1 1/4"	31.75	750.40	1172.49
-	0.60	14.18	22.16	-	1.50	35.45	55.39	3/16"	4.76	112.50	175.78	1 1/2"	38.10	900.48	1406.99
1/40"	0.64	15.13	23.63	1/16"	1.59	37.58	58.72	1/4"	6.35	150.08	234.50	2"	50.80	1200.63	1875.99
-	0.70	16.54	25.85	5/64"	1.98	46.80	73.12	3/8"	9.52	225.00	351.56				

ESPECIFICACIONES ESTÁNDAR DE PLANCHAS Y BOBINAS DE ACERO, LAMINADO EN CALIENTE Y FRÍO

SEGÚN NORMA ASTM A 505 -87 (Revisada en 1993)

TABLA DE TOLERANCIA EN EL ESPESOR DE PLANCHAS DE LAMINADO EN CALIENTE

Esesor en mm	Tolerancia +/-	Esesor en mm	Tolerancia +/-
> 5.82 < 4.77	0.381	> 2.13 < 1.85	0.177
> 4.77 < 3.71	0.355	> 1.85 < 1.50	0.152
> 3.71 < 3.33	0.305	> 1.50 < 1.04	0.127
> 3.33 < 2.92	0.254	> 1.04 < 0.68	0.101
> 2.92 < 2.51	0.228	> 0.68 < 0.48	0.076
> 2.51 < 2.13	0.203		

TABLA DE TOLERANCIAS EN EL ESPESOR PARA PLANCHAS Y BOBINAS DE LAMINADO EN FRÍO

ANCHO/ ESPESOR mm	4.57 a 3.606	3.604 a 2.47	2.46 a 2.09	2.08 a 1.8	1.8 a 1.44	1.44 a 1.29	1.29 a 0.8	0.8 a 0.495
1220 - 1520	0.254	0.254	0.203	0.152	0.152	0.127	0.101	0.076

TUBOS DE DIAMETRO NOMINAL o DE CEDULA o PIPE (ASTM A-312)



Calidades: 304, 316
Cédulas: 10 y 40
Tamaños: 1/8" - 10"

Para importación directa:
Tubos según especificaciones
del cliente.



TUBOS DE ACERO INOXIDABLE DE DIÁMETRO NOMINAL - DIMENSIONES Y PESO - ANSI B36.19

Diámetro Nominal	Cédula	Diámetro Exterior	Espesor de Pared	Diámetro Interior	Peso Aproximado
Pulg mm.		mm.	mm.	mm.	Kg/m
1/4"	6.4	10 40	1.651 2.24	10.41 9.24	0.50 0.64
3/8"	9.5	10 40	2.31 3.20	12.52 10.74	0.86 1.12
1/2"	12.7	10 40	2.11 2.77	17.12 15.80	1.02 1.29
3/4"	19.1	10 40	2.11 2.77	22.45 21.13	1.30 1.66
1"	25.4	10 40	2.77 3.38	27.86 26.64	2.13 2.55
1 1/4"	31.8	10 40	2.77 3.56	36.62 35.04	2.75 3.46
1 1/2"	38.1	10 40	2.77 3.68	42.72 40.89	3.17 4.13
2"	50.8	10 40	2.77 3.91	54.79 52.50	4.01 5.56
2 1/2"	63.5	10 40	3.05 5.16	66.93 62.71	5.37 8.82
3"	76.2	10 40	3.05 5.49	82.80 77.92	6.59 11.54
3 1/2"	88.9	10 40	3.05 5.74	95.50 90.11	8.78 13.86
4"	101.6	10 40	3.05 6.02	108.20 102.26	8.55 16.42
5"	127.0	10 40	3.40 7.24	134.49 126.82	11.81 22.24
6"	152.4	10 40	3.40 7.11	161.47 154.05	14.80 28.88
8"	203.2	10 40	3.76 8.18	211.56 202.72	20.40 43.48
10"	254.00	10 40	4.191 9.271	265.11 265.11	28.3 60.32
12"	304.80	10 40	4.472 9.515	314.90 304.82	36.68 73.84
14"	355.60	10 40	4.775 9.225	371.45 362.55	42.08 81.28
16"	406.4	10 40	4.78 12.7	396.84 381	47.8 124.99
18"	457.2	10 40	4.78 14.2	447.64 428.8	54.06 157.26
20"	508.00	10 40	5.54 15.09	496.92 447.82	69.59 185.95

TUBOS DE DIAMETRO REAL (O.D. o TUBING)

ASTM A-249
Intercambiadores de
calor, condensadores
Calidad: 304



ASTM A-269
Servicio en General
Calidad: 304



ASTM A-270
(Tubos Sanitarios)
Industria alimentaria
Calidad: 304, 316



ASTM A-554
(Tubos Ornamentales)
Uso Estructural
Calidad: 201, 304



TUBOS DE ACERO INOXIDABLE DE DIÁMETRO REAL - DIMENSIONES Y PESO

Diámetro Nominal	Espesor de Pared	Peso Aproximado	Diámetro Nominal	Espesor de Pared	Peso Aproximado
Pulg mm.	mm.	por m lineal en kg.	Pulg mm.	mm.	por m lineal en kg.
1/4"	6.35	0.80	1"	25.40	1.00
		0.11			1.20
					0.69
					0.73
					0.90
5/16"	7.94	0.80			
		1.20			
		0.14			
		0.22			
3/8"	9.53	1.00			
		1.20			
		0.21			
		0.25			
		1.50			
		0.30			
1/2"	12.70	1.00			
		1.20			
		0.29			
		0.35			
		1.50			
		0.42			
5/8"	15.88	0.89			
		1.20			
		0.37			
		0.47			
		1.50			
		0.54			
3/4"	19.05	1.00			
		1.20			
		0.45			
		0.54			
		1.50			
		0.66			

TUBOS CUADRADOS A554 DIMENSIONES Y PESO

Lado x Lado		Espesor Nominal (mm)	Peso Aprox. (kg/m)
(pulg)	(mm)		
3/4 x 3/4	20 x 20	1.20	0.54
		1.50	0.66
1 x 1	25 x 25	1.20	0.91
		1.50	1.13
1 1/4 x 1 1/4	30 x 30	1.20	1.11
		1.50	1.37
1 1/2 x 1 1/2	40 x 40	1.20	1.48
		1.50	1.83
2 X 2	50 x 50	1.20	1.49
		1.50	1.85
3 X 3	80 X 80	1.50	3.80
		2.00	5.04
4 X 4	100 X 100	2.00	6.40

TUBOS RECTANGULARES A554 DIMENSIONES Y PESO

Lado x Lado		Espesor Nominal (mm)	Peso Aprox. (kg/m)
(pulg)	(mm)		
1 1/4 x 5/8	30 x 15	1.50	1.00
-	40 x 20	1.50	1.36
2 x 1	50 x 25	1.50	1.71
2 x 4	50 x 100	1.50	3.50
-	60 x 30	1.50	2.07
-	80 x 40	1.50	2.78



BARRAS



- Calidades: 201, 304, 304L, 316, 316L
- Acabados: Calibradas y Pulidas
- Formas: Redondas, Cuadradas, Hexagonales
- Diámetros: 1/8" - 6"

Para importación directa: Barras según especificaciones del cliente

BARRAS DE ACERO INOXIDABLE - DIMENSIONES Y PESO

Diámetro/Lado		Peso Aprox. (Kg/m.)		
Pulg	mm.	Redonda	Hexagonal	Cuadrada
1/16"	1.588	0.016	-	-
5/64"	1.984	0.025	-	-
-	2	0.025	-	-
3/32"	2.381	0.036	-	-
-	3	0.057	-	-
1/8"	3.175	0.064	0.070	-
-	4	0.101	-	-
3/16"	4.763	0.143	0.157	-
-	5	0.158	0.173	-
1/4"	6.350	0.255	0.280	-
-	7.000	0.309	-	-
9/32"	7.144	0.322	0.352	-
5/16"	7.938	0.398	0.437	-
-	8.000	0.404	-	-
3/8"	9.525	0.573	0.630	0.721
7/16"	11.113	0.780	0.852	-
-	12.000	0.909	0.994	-
1/2"	12.700	1.018	1.120	1.282
9/16"	14.288	1.289	1.409	-
-	15.000	1.421	1.553	-
5/8"	15.875	1.591	1.739	2.004
1 7/8"	47.625	14.322	15.650	-
2"	50.800	16.295	17.919	-
2 1/4"	57.150	20.623	22.999	-
-	60.000	22.731	-	-
2 1/2"	63.500	25.460	27.999	-
2 3/4"	69.850	30.807	33.878	-
-	75.000	35.517	-	-
3"	76.200	36.663	40.318	-
-	80.000	40.411	-	-
-	85.000	45.620	-	-
3 1/2"	88.900	49.903	-	-

Diámetro/Lado		Peso Aprox. (Kg/m.)		
Pulg	mm.	Redonda	Hexagonal	Cuadrada
11/16"	16.000	1.616	1.766	-
-	17.463	1.925	2.104	-
3/4"	18.000	-	-	2.576
-	19.050	2.291	2.504	2.885
-	19.350	2.364	-	-
13/16"	20.000	2.526	-	3.180
-	20.638	2.689	2.939	-
7/8"	22.000	3.056	3.340	-
15/16"	22.225	3.119	3.408	-
-	23.813	3.580	3.913	-
1"	25.000	3.946	-	-
1 1/8"	25.400	4.074	4.480	5.129
1 1/4"	28.575	5.156	5.670	-
-	31.750	6.365	7.000	-
1	32.000	6.466	7.066	-
5/16"	33.338	7.018	-	-
1 3/8"	34.925	7.702	8.416	-
-	35.000	7.735	-	-
-	38.000	9.118	-	-
1 1/2"	38.100	9.166	10.080	11.39
1 5/8"	41.275	10.757	11.755	-
1 3/4"	44.450	12.476	13.719	-
-	90.000	51.145	-	-
3 3/4"	95.250	57.286	-	-
4"	101.600	65.179	-	-
4 1/4"	107.950	75.690	-	-
4 1/2"	114.300	84.727	-	-
5"	127.000	104.331	-	-
-	130.000	109.259	-	-
5 1/4"	133.350	114.897	-	-
-	146.000	137.465	-	-
6"	152.400	149.653	-	-
-	155.000	154.752	-	-

ÁNGULOS

Calidades: 201, 304, 316

Espesor		Alas		Peso Aprox. Kg/m.
mm.	Pulg.	mm. x mm.	Pulg. x Pulg.	
3.175	1/8	25.40 x 25.40	1 x 1	1.210
3.175	1/8	38.10 x 38.10	1-1/2 x 1-1/2	1.855
3.175	1/8	50.80 x 50.80	2 x 2	2.500
4.763	3/16	25.40 x 25.40	1 x 1	1.754
4.763	3/16	38.10 x 38.10	1-1/2 x 1-1/2	2.722
4.763	3/16	50.80 x 50.80	2 x 2	3.690
6.350	1/4	25.40 x 25.40	1 x 1	2.258
6.350	1/4	38.10 x 38.10	1-1/2 x 1-1/2	3.548
6.350	1/4	50.80 x 50.80	2 x 2	4.839

Calidades: 201, 304

Espesor		Ancho		Peso Aprox. Kg/m
mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	
3.175	1/8	25.400	1	0.645
3.175	1/8	38.100	1-1/2	0.968
3.175	1/8	50.800	2	1.290
4.763	3/16	25.400	1	0.968
4.763	3/16	38.100	1-1/2	1.452
4.763	3/16	50.800	2	1.936
6.350	1/4	25.400	1	1.290
6.350	1/4	38.100	1-1/2	1.935
6.350	1/4	50.800	2	2.581

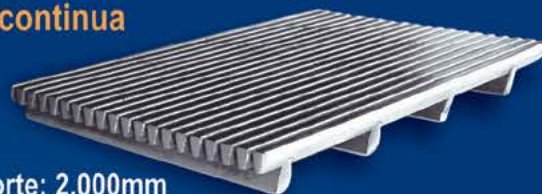
PLATINAS



MALLAS



Mallas planas de ranura continua



Calidad: 304
Ranura: 0.30mm, 0.50mm
Longitud de las varillas soporte: 2,000mm
Longitud del perfil (ranuras): 2,420mm
Construcción: Estándar y Perfil Invertido
Aplicaciones: Filtros para la Industria Pesquera, Alimenticia, Química y Petroquímica, Papelera, etc.

ACCESORIOS

- Calidades: 304, 304L, 316, 316L



Roscados



Soldables



Sanitarios



Bridas



Válvulas

Codos - Tees - Reducciones- Uniones Universales- Niples- Abrazaderas Clamp



SERVICIOS DE CORTE - DOBLEZ - EMBUTIDO - ESTAMPADO
SOLDADURA - FABRICACION DE PIEZAS Y ACCESORIOS

PEDIDOS DIRECTOS

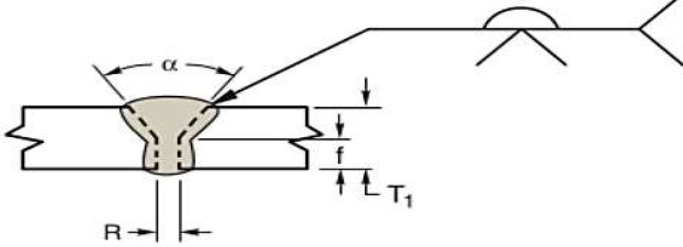
Atendemos pedidos de importación directa de acuerdo a sus requerimientos

Av. Venezuela 2020 Lima

Telf.:336-9001 Fax: 336-7373

Web:www.discoverinox.com.pe / Email:ventas@discoverinox.com.pe

**ANEXO 5: ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE
SOLDADURA (WPS)**

	SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD					CIS-SIG-PROY-PRC-001			
	ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) (Ver Sección 5 - Código de Soldadura Estructural para Aceros AWS D1.1/D1.1M:2020)					Edición:	0		
						Emisión:	8/02/2020		
					Hoja:	1 de 1			
Nombre de la compañía:	VIZGAL INGENIEROS S.A.C.					WPS N°	WPS-SMAW-002	Rev. 1	
						PQR N°	Precalificado		
Proceso de soldadura	SMAW	Tipo	Manual			Posición:	OH		
Metal (es) de aporte	Especificación AWS	A5.1	Clasificación AWS			E-7018 / E-6011			
Metal (es) base	Grupos de acero I y II de la tabla 5.3 de AWS D1.1 (ASTM A36, A992 y A500)					Backing	Cordon de Respaldo		
Min. Preheat / Temperatura entre pases	Según Tabla 5.8 de AWS D1.1/D1.1M:2020, pero no menos que la Tabla 1				Método de precalentamiento	Quemador de Gas o Inducción			
TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO Y ENTREPASES - TABLA 1						POSTERIOR A LA SOLDADURA DE TRATAMIENTO TÉRMICO			
Espesor (mm)	Temperatura mínima de precalentamiento (°C)		Max . Temperatura interpases			Velocidad de calentamiento	N.A.		
3 - 20	10 °C		---			Temperatura de calentamiento (°C)	N.A.		
> 20 - 38	60 °C		---			Tiempo de calentamiento	N.A.		
---	---		---			Velocidad de enfriamiento	N.A.		
Tipo y Polaridad	DCEP		Modo de transferencia			---			
Protección de flujo o gas	---		Tasa de flujo			---			
Single-V-groove weld (2) Butt joint (B) 						Tipo	B- U2		
						PREPARACIÓN DE RANURAS			
						Abertura de la raíz	Tolerancia/A medida		
						R = 3 mm	+ 2, - 3		
						f = 3 mm	Sin límites		
						α = 60 °	+ 10°, - 5°		
						ESPESOR DEL METAL BASE			
T1 = 3 mm - 16 mm									
JUNTA A TOPE V - SOLDADURA DE RANURA									
TÉCNICA									
Método de preparación de ranuras	Oxicorte y rectificado		Cordón recto (arrastre) u oscilado			Oscilado			
Técnica de soldadura por pase	Igual que el pase de raíz		Pase múltiple o simple			Múltiple			
Tack Length	20 mm. Mínimo		Distancia del tip a la pieza de trabajo			---			
Procedimiento de limpieza	Sumergir, Limar, Cepillar y/o Esmerilar		Martillado			N.A.			
PARÁMETROS DE SOLDEO									
Pase(s) o Capa(s)	Proceso(s)	Metal de Aporte		Corriente			Velocidad de avance (cm/min)	Relleno alternativo (in)	Current Amps
		Clase	Diametro	Polaridad	Amperaje	Voltaje (V)			
1 (Root)	SMAW	E 6011	3.25 mm (1/8")	DCEP	90 - 110	18 - 22	5 - 7	5/32"	120 - 170
2- n (Fill)	SMAW	E 7018	3.25 mm (1/8")	DCEP	100 - 130	22 - 24	6 - 8	5/32"	120 - 170
3-n (Cap)	SMAW	E 7018	3.25 mm (1/8")	DCEP	100 - 135	20 - 25	8 - 12	5/32"	120 - 170
Notes: - El número de pasadas varía según la configuración de la unión, la posición, el tamaño del electrodo, la velocidad de avance y la técnica de soldadura. - La primera pasada debe ser lo suficientemente grande para minimizar la posibilidad de agrietamiento. - OH = Overhead / Sobrecabeza - El espesor máximo de las capas es de 6 mm (1/4) para la pasada de raíz y de 8 mm (5/16) para las capas posteriores. - La ranura en una junta se puede invertir cuando sea más práctico o necesario. - Se pueden usar electrodos de gran tamaño para pases de llenado y/o tapado del material más grueso - Electrodo de tamaño más pequeño generalmente aplicables para pases de raíz y/o para material más delgado.									
Elaborado por:			Aprobado por:			Revisado por:			
 Freddy Matos Rodriguez AWS CWI 15042191 QC1 EXP 4/1/2024									
Fecha:	20/03/2024		Fecha:			Fecha:			
Nota de aclaración: El uso de juntas precalificadas no pretende sustituir el juicio de ingeniería sobre la idoneidad de la aplicación a un ensamblaje o conexión soldada.									

ANEXO 6: FICHA TÉCNICA ELECTRODO INOX 308L

NAZCA
ELECTRODOS SOLDEXA

SOLDEXA
UNA COMPAÑÍA **ESAB**

CATÁLOGO DE CONSUMIBLES

PERU 2021



ELECTRODOS ACERO INOXIDABLE



NAZCA NOX 308L



Electrodo rutílico para soldar aceros tipo 19Cr10Ni. También es adecuado para soldar aceros estabilizados de composición similar, excepto cuando se debe cumplir con la resistencia a la deformación total del material base.

Clasificaciones:	ASME-SFA A5.4 /AWS A5.4, E308L-16 EN ISO 3581-A : E 19 9 L R 2 2
Contenido de Ferrita	3 - 10
Tipo de Corriente:	CCEP
Aplicaciones:	Aceros inoxidables no estabilizados, del tipo: AISI 301, 302, 304, 308, 301L, 302L, 304L y 308L. Para soldar cierto tipo de uniones en aceros disímiles. Cama cojín (base) para la aplicación posterior de recubrimientos protectores. Reconstrucción de equipos de minería, como los bordes de cucharones de draga, palas, lápices, etc. Ideal para la soldadura de piezas de acero al manganeso. Construcción de tanques, tuberías, ductos, empleados en la industria cervecera, lechera, textil y papelería. Industria química o petroquímica, donde no se presenta corrosión excesiva.

Propiedades Mecánicas Típicas

Condición	Límite de Fluencia	Resistencia a la tracción	Elongación
Como soldado	430 MPa (min)	560 MPa (min)	34% (min)

Composición Química (%)

C	Mn	Si	Ni	Cr	S	Ferrita FN
0.022	0.72	0.42	9.6	19.7	0.012	5

Información Técnica Adicional

Diámetro	Intensidad de Corriente
1.60 mm (1/16")	35 - 45 A
2.00 mm (5/64")	35 - 65 A
2.50 mm (3/32")	60 - 90 A
3.25 mm (1/8")	90 - 125 A
4.00 mm (5/32")	120 - 180 A
5.00 mm (3/16")	160 - 280 A

Información para pedidos

NAZCA NOX 308L 1.60mm 2.00kg LT	0505537
NAZCA NOX 308L 2.00mm 2.00kg LT	0505538
NAZCA NOX 308L 2.50mm 2.00kg LT	0505459
NAZCA NOX 308L 3.25mm 2.00kg LT	0505460
NAZCA NOX 308L 4.00mm 2.00kg LT	0505539
NAZCA NOX 308L 5.00mm 2.00kg LT	0505540