

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO ESCALADO DE MACERACIÓN-
COCCIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL EN EL
DEPARTAMENTO DE SANTANDER

INGRID JULIETH CABRERA MONTAÑA
DIEGO FERNANDO GALVIS MANTILLA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA

2021

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO ESCALADO DE MACERACIÓN-
COCCIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL EN EL
DEPARTAMENTO DE SANTANDER

INGRID JULIETH CABRERA MONTAÑA
DIEGO FERNANDO GALVIS MANTILLA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

DIRECTOR
YESID JAVIER RUEDA ORDOÑEZ
Ph.D en Ingeniería Química

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA

2021

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, y darme el privilegio de ser parte integral de una familia amorosa, los amo profundamente.

El motor más grande de mi vida, mi madre Beatriz, la mujer más maravillosa del universo, apoyo incondicional durante el transcurso de mi vida, ejemplo de amor, fortaleza y entrega desinteresada. A ti madre hermosa por darme fuerza y aliento en los momentos de dificultad, por forjar en mí con ojos de amor los buenos valores.

Mi gemelo, mi padre Camilo Alberto, apoyo incondicional pese a la distancia geográfica. Gracias papi por despertar en mí el amor hacía los números cuando apenas daba mis primeros pasos. Me has enseñado que los sueños y metas se obtienen con disciplina y constancia, que con amor todo es posible.

Mi tito, mi hermanito Camilo Andrés, incondicional en mi vida y mi par durante largas jornadas. Gracias por tú apoyo y acompañamiento en cada paso que doy. Eres una motivación más para continuar. Tú alegría y amor puro y leal, estarán siempre en mí.

Mi ángel, mi nono, Alfonso, feliz porque como amante de la astronomía, amaba las estrellas que iluminaron mi camino y fueron fuente permanente de inspiración.

Mi nona Oliva, ejemplo de superación personal, desde que era bebé he recibido sus buenas energías traducidas en valores que llevaré conmigo hasta el final de mis días. A ti nonita hermosa y a mi tía Fanny, gracias por su amor infinito y apoyo incondicional.

Familia Montaña Rosado, gracias porque siempre están ahí y en el ahora para mí y mi familia... apoyo, comprensión y amor, son algunas de las manifestaciones de afecto que recibo.

*Al cosmo por permitir coincidir contigo, William Omar, por su apoyo e incondicionalidad.
Llegaste a mi vida y me aportaste una dosis adicional de amor y alegría. Eres un sol.*

*Mi compañero de tesis y amigo, Diego Fernando, gran ejemplo a seguir, sus capacidades y
deseo de superación, lo han distinguido. Gracias por su amistad y acompañamiento
durante la carrera.*

*Mi mascota Toby Andrés y mi ángel Milo Andrés (QEPD), mis grandes amigos, fieles
compañeros durante las prolongadas noches de estudio y amorosos con su recibimiento al
momento de mi llegada.*

Mis amigos y compañeros por los buenos e inolvidables momentos compartidos.

Los profesores Leonidas Vasquez y Jorge Chacón por su apoyo y aportes invaluable.

Mi profesora de primaria, María Luisa, a quien recuerdo y aprecio profundamente.

Ingrid Julieth Cabrera Montaña

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de grado a:

Mis amados padres, Yolanda Mantilla y Juan José Galvis, quienes fueron y son un apoyo incondicional, impulsándome a seguir adelante y lograr mis metas. Sus grandes esfuerzos promovieron la culminación exitosa de mi carrera.

Mis hermanos, Juan Carlos Galvis y Paola Andrea Mantilla, quienes siempre son fuente de motivación, dándome fuerzas y ánimos en los momentos que he necesitado.

Mi compañera de proyecto y amiga Ingrid Julieth Cabrera, quien brindo aportes importantes para mi desarrollo personal y académico.

Los profesores William Pinto y Leonidas Vasquez, quienes me ayudaron a encontrar el camino para consolidarme como ingeniero mecánico.

Diego Fernando Galvis Mantilla

AGRADECIMIENTOS

Como autores del proyecto expresamos nuestros agradecimientos a:

La Universidad Industrial de Santander, alma mater prestigiosa e idónea que nos acogió durante nuestra estadía universitaria y nos brindó la oportunidad de formarnos y relacionarnos académica y profesionalmente.

La escuela de Ingeniería Mecánica, que nos brindó todas las herramientas necesarias para nuestro desarrollo personal y profesional como Ingenieros Mecánicos.

Al profesor Yesid Javier Rueda Ordoñez, docente de la escuela de Ingeniería Mecánica, por su compromiso, apoyo y guía en la realización de este proyecto de grado.

La empresa metal mecánica MECANINOX y todo su equipo de trabajo, por enriquecer nuestro conocimiento en la construcción de los equipos y aportar en la fabricación de éstos.

La empresa cervecería local, por ser fuente de consulta para la elaboración adecuada de cerveza artesanal.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	22
1. OBJETIVOS	25
1.1 OBJETIVO GENERAL	25
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
2. JUSTIFICACIÓN	26
3. REVISIÓN DE LITERATURA	27
3.1 ESTADO DEL ARTE	27
3.1.1 Antecedentes internacionales.	27
3.1.2 Antecedentes nacionales.	28
3.1.3 Antecedentes regionales.....	30
3.2 MARCO CONCEPTUAL	31
3.2.1 Cerveza artesanal.....	31
3.2.1.1 Características de la cerveza artesanal	32
3.2.1.2 Tipos de cerveza.....	32
3.2.1.3 Materias primas.	33
3.2.2 Proceso de fabricación.	35
3.2.2.1 Maceración.	35
3.2.2.2 Cocción.....	36
3.2.2.3 Enfriado.	37
3.2.2.4 Fermentación.....	38
3.2.3 Montajes y distribución de equipos.	39
3.2.3.1 Sistemas de macerado por infusión recirculado (RIMS).....	40
3.2.3.2 Sistemas de macerado recirculado por intercambio de calor (HERMS).	41

3.2.3.3 Sistemas de colector removible (DIMS).....	42
3.3 MARCO LEGAL	43
4. PROCESO DE DISEÑO	45
4.1 PARAMETROS DE DISEÑO.....	45
4.1.1 Selección del tipo de cerveza.	45
4.1.2 Determinación de la función global maceración-cocción.....	47
4.1.3 Análisis funcional del módulo de maceración-cocción.....	47
4.2 DISEÑO CONCEPTUAL	49
4.2.1 Determinación de componentes del sistema.....	49
4.2.2 Análisis de alternativas.	50
4.2.2.1 Alternativa 1.....	51
4.2.2.2 Alternativa 2.....	52
4.2.2.3 Alternativa 3.....	53
4.2.2.4 Alternativa 4.....	54
4.2.3 Selección de la propuesta.....	55
4.2.4 Concepto de diseño macerador-hervidor.	56
4.3 DISEÑO EN DETALLE.....	57
4.3.1 Diseño del macerador.....	57
4.3.1.1 Cuerpo del macerador.	57
4.3.1.2 Tapa superior.....	63
4.3.1.3 Criba.....	65
4.3.1.4 Comprobación de la flexión en tapa, criba y soporte.....	68
4.3.1.5 Soportes del macerador.....	70
4.3.1.6 Aspensor tipo lluvia.....	71
4.3.1.7 Agitador.	72
4.3.1.8 Compuerta lateral.	80
4.3.1.9 Resistencia eléctrica.....	82
4.3.2 Diseño del hervidor.....	85
4.3.2.1 Cuerpo del hervidor.	85

4.3.2.2 Soportes del hervidor.....	88
4.3.2.3 Quemador.....	88
4.3.3. Sistema enfriador.....	91
4.3.4 Sistema hidráulico.....	96
4.3.5 Sistema de control eléctrico.....	100
5. CONSTRUCCIÓN DEL MODULO ESCALADO	104
5.1 PROCESOS EN COMÚN	105
5.1.1 Cabeza elipsoidal 2:1.....	105
5.1.2 Cuerpo interno macerador y hervidor.....	106
5.1.3 Conformado de los soportes.....	106
5.1.4 Armado del soporte nivelador.....	107
5.1.5 Soldado de los soportes.....	107
5.2 CONSTRUCCIÓN DEL HERVIDOR	108
5.2.1 Unión cabezal-cuerpo hervidor.....	108
5.2.2 Perforación del cuerpo.....	108
5.2.3 Unión de la arandela soporte del hervidor.....	109
5.2.4 Adecuaciones de la tapa y aislante del hervidor.....	109
5.2.5 Instalación de la camisa del hervidor.....	110
5.2.6 Presentación del hervidor terminado.....	111
5.2.7 Base del quemador.....	111
5.3 CONSTRUCCIÓN DEL MACERADOR	112
5.3.1 Perforación del cabezal.....	112
5.3.2 Unión del cuerpo y el soporte de la criba.....	112
5.3.3 Construcción de la criba	113
5.3.4 Unión cabezal-cuerpo macerador.....	113
5.3.5 Corte de la compuerta.....	114
5.3.6 Unión de la arandela soporte del macerador.....	114
5.3.7 Fabricación del aspensor.....	115
5.3.8 Caja de compuerta.....	115

5.3.9 Cubierta del sensor.....	116
5.3.10 Adecuaciones de la compuerta.....	116
5.3.11 Fabricación del agitador.....	117
5.3.12 Adecuaciones del macerador.....	117
5.4 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DEL MODULO ESCALADO	118
6. PRUEBAS	121
6.1 ADECUACIÓN DE MATERIAS PRIMAS	121
6.1.1 Molienda de la malta.....	121
6.1.2 Gramaje de los insumos.	123
6.2 PROCESO DE FABRICACION DE CERVEZA.	126
7. ESTUDIO FINANCIERO.....	134
7.1 INVERSIONES	134
7.1.1 Inversión fija.....	134
7.1.1.1 Moblaje.	134
7.1.1.2 Equipo de oficina.	134
7.1.1.3 Maquinaria.	135
7.1.1.4 Inversión total fija.	136
7.1.1.5 Depreciaciones.	136
7.1.2 Inversión diferida.	136
7.1.3 Capital de trabajo.....	137
7.1.4 Inversión total.	138
7.2 INGRESOS.....	138
7.2.1 Precio de ventas.	138
7.2.2 Proyección de ventas.....	140
7.2.2.1 Proyección de ventas por tipo de cerveza.....	141
7.3 COSTOS	142
7.3.1 Costo de la materia prima.	142
7.3.2 Costo anual nomina.	142

7.3.3 Costos variables indirectos para la fabricación.	143
7.3.4 Costos fijos indirectos para la fabricación	144
7.3.5 Costos totales de fabricación.	145
7.4 GASTOS	145
7.4.1 Utensilios de limpieza.	145
7.4.2 Insumos de limpieza.	146
7.4.3 Gastos financieros.	146
7.4.4 Gastos adicionales.....	147
7.4.5 Gastos Totales.....	147
7.5 RESUMEN DE ESTADOS FINANCIEROS	147
7.6 ANÁLISIS FINANCIERO	148
7.6.1 Valor presente neto, tasa interna de retorno y periodo de recuperación. ...	149
8. CONCLUSIONES.....	151
9. RECOMENDACIONES.....	152
BIBLIOGRAFÍA.....	153
ANEXOS	160

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Sistema eléctrico	118
Tabla 2. Sistema hidráulico	119
Tabla 3. Sistema de gas	119
Tabla 4. Equipos	119
Tabla 5. Accesorios	120
Tabla 6. Insumos	120
Tabla 7. Costos de construcción	120
Tabla 8. Moblaje	134
Tabla 9. Equipo de oficina	135
Tabla 10. Maquinaria	135
Tabla 11. Inversión total fija	136
Tabla 12. Depreciaciones	136
Tabla 13. Inversión diferida	137
Tabla 14. Capital de trabajo	137
Tabla 15. Inversión total	138
Tabla 16. Precio venta cerveza artesanal	139
Tabla 17. Proyección precio venta cerveza artesanal	140
Tabla 18. Producción de cerveza artesanal	140
Tabla 19. Proyección de ventas cerveza artesanal	141
Tabla 20. Proyección de ventas por tipo de cerveza artesanal	141
Tabla 21. Costos de la materia prima	142
Tabla 22. Proyección de costos anuales de materia prima	142
Tabla 23. Costo anual de nómina	143
Tabla 24. Proyección de costos anuales de nómina	143
Tabla 25. Cantidad de botellas al año	143
Tabla 26. Costos variables indirectos del primer año	144

Tabla 27. Proyección de costos variables indirectos	144
Tabla 28. Servicios.....	144
Tabla 29. Proyección de costos fijos indirectos	145
Tabla 30. Costos totales de fabricación.....	145
Tabla 31. Utensilios de limpieza.....	145
Tabla 32. Insumos de limpieza.....	146
Tabla 33. Gastos financieros.....	146
Tabla 34. Gastos adicionales.....	147
Tabla 35. Gastos totales.....	147
Tabla 36. Estado financiero.....	148
Tabla 37. Flujo de caja.....	148

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Macerador.....	36
Figura 2. Hervidor	37
Figura 3. Intercambiador de calor	38
Figura 4. Fermentador	39
Figura 5. Montaje de un sistema de macerado por infusión recirculado	40
Figura 6. Montaje de un sistema de macerado recirculado por intercambiador ...	41
Figura 7. Montaje de un sistema de colector removible	42
Figura 8. Módulo de maceración-cocción como caja negra.....	47
Figura 9. Módulo de maceración-cocción como caja gris.....	49
Figura 10. Componentes del sistema.....	50
Figura 11. Alternativa 1	51
Figura 12. Alternativa 2	52
Figura 13. Alternativa 3.....	53
Figura 14. Alternativa 4.....	54
Figura 15. Propuesta de diseño macerador y hervidor	57
Figura 16. Relación para tamaños óptimos de recipientes a presión	60
Figura 17. Carga del motor impuesta sobre la tapa.....	64
Figura 18. Carga sobre la criba y el soporte.....	65
Figura 19. Casos de carga sobre la tapa, criba y soporte de criba	68
Figura 20. Dimensiones del tanque agitado.	73
Figura 21. Grafica de potencia vs diámetro.....	75
Figura 22. Compuerta lateral	80
Figura 23. Curva de la bomba vs Curva del sistema	100
Figura 24. Esquema de accesorios del sistema eléctrico	101
Figura 25. Graficet del sistema de maceración-cocción.....	103
Figura 26. Cabeza elipsoidal.....	105

Figura 27. Cuerpo interno	106
Figura 28. Soportes equipo	106
Figura 29. Patas niveladoras	107
Figura 30. Soldadura soportes	107
Figura 31. Soldadura cuerpo interno y cabezal hervidor	108
Figura 32. Perforación	108
Figura 33. Soldadura arandelas hervidor	109
Figura 34. Fabricación tapa y puesta de aislante	110
Figura 35. Remachado.....	110
Figura 36. Hervidor final.....	111
Figura 37. Base del quemador	111
Figura 38. Perforación cabezal	112
Figura 39. Soldadura envolvente y soporte criba	112
Figura 40. Criba	113
Figura 41. Soldadura cuerpo interno y cabezal macerador	113
Figura 42. Corte rectangular cuerpo macerador.....	114
Figura 43. Soldadura arandelas macerador	114
Figura 44. Aspensor	115
Figura 45. Caja compuerta.....	115
Figura 46. Sensor temperatura	116
Figura 47. Compuerta	116
Figura 48. Agitador	117
Figura 49. Macerador.....	117
Figura 50. Malta antes y después de moler.....	121
Figura 51. Tipos de molienda de malta	122
Figura 52. Gramaje de malta base.....	123
Figura 53. Gramaje de malta especial.....	124
Figura 54. Gramaje de lúpulo total	124
Figura 55. Gramaje de lúpulo dosificado	125
Figura 56. Gramaje de levadura total	125

Figura 57. Gramaje de levadura dosificada	126
Figura 58. Ensamble del módulo de maceración-cocción	126
Figura 59. Primera carga del hervidor	127
Figura 60. Encendido del quemador	127
Figura 61. Mezcla malta-agua en el macerador	128
Figura 62. Trasvase de lavado	129
Figura 63. Trasvase macerador-hervidor	129
Figura 64. Adición de lúpulo	130
Figura 65. Enfriado por serpentín	130
Figura 66. Toma de temperatura de enfriado	131
Figura 67. Sellado del fermentador	131
Figura 68. Cerveza sin clarificar	132
Figura 69. Sedimentos de levadura muerta	132
Figura 70. Depósitos de maduración	133
Figura 71. Producto final	133

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Tipos de cerveza	46
Cuadro 2. Descripción de los procesos	48
Cuadro 3. Matriz de selección	55
Cuadro 4. Criterio de selección	55
Cuadro 5. Determinación de la masa de malta y el volumen del macerador	59
Cuadro 6. Variables cuerpo macerador	60
Cuadro 7. Determinación de las dimensiones del macerador	61
Cuadro 8. Parámetro físicos casco cilíndrico y el cabezal elipsoidal macerador ..	62
Cuadro 9. Espesores del casco cilíndrico y el cabezal elipsoidal macerador	62
Cuadro 10. Parámetros físicos carga máxima sobre la tapa	64
Cuadro 11. Carga máxima sobre la tapa	65
Cuadro 12. Parámetros físicos de carga sobre la criba y espesor	66
Cuadro 13. Carga sobre la criba y espesor	66
Cuadro 14. Carga sobre el soporte de la criba y espesor	67
Cuadro 15. Altura máxima a la que puede ubicarse la criba	68
Cuadro 16. Parámetros físicos deflexiones máximas sufridas por la tapa, criba y soporte de la criba	69
Cuadro 17. Coeficiente de carga	69
Cuadro 18. Deflexión máxima sufrida por la tapa, criba y soporte de la criba	70
Cuadro 19. Parámetros físicos área requerida soportar macerador	71
Cuadro 20. Área requerida para soportar el macerador	71
Cuadro 21. Parámetros físicos número de agujeros del aspensor	72
Cuadro 22. Numero de agujeros del aspensor	72
Cuadro 23. Parámetros físicos dimensiones del agitador	74
Cuadro 24. Dimensiones del agitador	74
Cuadro 25. Rpm máximos del agitador	76

Cuadro 26. Parámetros físicos diámetros eje del agitador	77
Cuadro 27. Diámetro eje del agitador.....	78
Cuadro 28. Parámetros físicos espesor de las aletas y filete de soldadura.....	79
Cuadro 29. Espesor de las aletas y filete de soldadura.....	79
Cuadro 30. Parámetros físicos para cálculo esfuerzos sobre el brazo pivote.....	81
Cuadro 31. Esfuerzos sobre el brazo pivote.....	82
Cuadro 32. Parámetros físicos para cálculo potencia de la resistencia eléctrica..	84
Cuadro 33. Potencia de la resistencia eléctrica.....	85
Cuadro 34. Volumen del hervidor.....	86
Cuadro 35. Determinación de las dimensiones del hervidor.....	87
Cuadro 36. Espesores del casco cilíndrico y el cabezal elipsoidal hervidor	87
Cuadro 37. Área requerida para soportar el hervidor	88
Cuadro 38. Potencia del quemador.....	89
Cuadro 39. Parámetros físicos para cálculo de la cuota de evaporación	90
Cuadro 40. Cuota de evaporación	90
Cuadro 41. Parámetros físicos longitud del serpentín	93
Cuadro 42. Longitud del serpentín	93
Cuadro 43. Parámetros físicos tamaño intercambiador de placas.....	95
Cuadro 44. Tamaño del intercambiador de placas	96
Cuadro 45. Diámetro de la tubería	97
Cuadro 46. Parámetros físicos altura de la bomba.....	99
Cuadro 47. Accesorios red hidráulica.....	99
Cuadro 48. Dispositivos y accesorios del sistema eléctrico.....	101
Cuadro 49. Estados del proceso	102
Cuadro 50. Dimensiones macerador escalado.....	104
Cuadro 51. Dimensiones hervidor escalado.....	105
Cuadro 52. Dispositivos y accesorios del sistema eléctrico.....	149
Cuadro 53. Meses del segundo año para recuperar la inversión.....	150

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. Arreglo de tubería.....	160
ANEXO B. Sistema eléctrico.....	161
ANEXO C. Soportes modulo maceración-cocción escalado.....	167
ANEXO D. Datos equipos estudio financiero.....	173
ANEXO E. Precios de venta de algunas cerveceras artesanales en Colombia..	181
ANEXO F. Índice de precios al consumidor.....	187
ANEXO G. Materia prima (insumos).....	188
ANEXO H. Tarifas servicios públicos.....	191
ANEXO I. Tabla de amortización de préstamo.....	193
ANEXO J. Planos.....	195

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO ESCALADO DE MACERACIÓN-COCCIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER*

AUTOR: INGRID JULIETH CABRERA MONTAÑA, DIEGO FERNANDO GALVIS MANTILLA**

PALABRAS CLAVE: FABRICACIÓN DE CERVEZA, CICLO DE VIDA, ANÁLISIS DE COSTOS, VIABILIDAD, FACTIBILIDAD, MACERACIÓN, COCCIÓN.

DESCRIPCIÓN:

La producción de cerveza es una actividad que se realiza en la mayoría de los países, proceso que ha generado un impacto en la economía a nivel mundial, como también un aumento en oportunidad laboral que se ve reflejado en el desarrollo de una región. En Colombia la producción de cerveza se encuentra liderada por las grandes industrias y en una menor proporción por micro cervecerías y producción a nivel doméstico. Aun cuando el consumo de cerveza industrial es mayor, y, pese a que existen diversas limitaciones para las micro cervecerías, entre las más destacadas están, la adquisición de materia prima, debido a su no producción en el país y adquisición de un equipo que garantice un proceso eficiente y rentable, la cerveza artesanal se ha ido posicionando cada vez más en el mercado, en virtud de que se ha caracterizado por su innovación e insumos a utilizar, como también sus propiedades organolépticas; sabor, olor y color.

El objeto de este proyecto es el diseño y construcción de un sistema escalado maceración-cocción, con capacidad de 120.000 L anuales de producción, equipo idóneo para producir mosto mediante dos equipos capaces de realizar los procesos de cocción, calentamiento agua, filtrado, lavado de grano y enfriamiento. Con la finalidad de analizar la factibilidad de producción y comercialización de cerveza artesanal, por esta razón la ejecución de este proyecto tiene un impacto en la región. Mediante la construcción de un módulo escalado fue posible realizar el estudio financiero del sistema, donde se observó que la inversión para una planta de producción de 120.000 L anuales, el valor presente neto dio \$357.615.140 lo que significa que la inversión renta a una tasa superior a la tasa de oportunidad supuesta de 17%, dando como resultado que el proyecto es factible.

*Trabajo de grado.

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: PhD Yesid Javier Rueda.

ABSTRACT

TÍTULO: DESIGN AND CONSTRUCTION OF A SCALED MACERATION-COOKING EQUIPMENT FOR THE PRODUCTION OF CRAFT BEER IN THE DEPARTMENT OF SANTANDER*

AUTOR: INGRID JULIETH CABRERA MONTAÑA, DIEGO FERNANDO GALVIS MANTILLA**

PALABRAS CLAVE: BREWING, LIFE CYCLE, COST ANALYSIS, VIABILITY, FEASIBILITY, MACERATION, COOKING.

DESCRIPCIÓN:

Beer production is an activity that takes place in most countries, a process that has generated an impact on the economy on a worldwide level, as well as an increase in job opportunities that are reflected in the development of a region. In Colombia, beer production is led by large industries and in a smaller proportion by micro-breweries and domestic production. Although the consumption of industrial beer is higher, and although there are various limitations for micro-breweries, among the most prominent are the acquisition of raw materials, because of its non-production in the country and the acquisition of equipment to ensure an efficient and cost-effective process, craft beer has become increasingly positioned on the market, as it has been characterized by its innovation and inputs to be used, as well as its organoleptic properties; taste, smell and colour.

The object of this project is the design and construction of a scaled maceration-cooking system, with a capacity of 120,000 L per year of production, suitable equipment to produce wort by means of two equipment capable of carrying out the processes of cooking, water heating, filtering, grain washing and cooling. To analyze the feasibility of producing and marketing craft beer, for this reason the implementation of this project has an impact on the region. By building a scaled-up module it was possible to carry out the financial study of the system, where it was observed that the investment for a production plant of 120,000 L annually, the net present value gave \$357,615,140 which means that the investment income at a rate higher than the assumed opportunity rate of 17%, resulting in the project being feasible.

* Bachelor Thesis.

** Faculty of Physical mechanical Engineering. School of Mechanical Engineering. Director: PhD Yesid Javier Rueda.

INTRODUCCIÓN

Hoy por hoy el mundo enfrenta uno de sus más grandes retos, producto de la pandemia y sus efectos; en cabeza de las grandes potencias ha estado el liderazgo en la búsqueda de alternativas para controlar el Covid-19, un virus que no sólo ha atentado contra la vida y la integridad de las personas, sino que ha generado un nuevo estilo de vida, unos hábitos y costumbres para muchos hasta ahora desconocidos, impactando de manera significativa el desarrollo de las actividades cotidianas de la población en sus diferentes ámbitos y sectores, es el caso del sector económico, uno de los que más afectaciones presenta y proyecta a futuro, situación que se evidencia y se materializa con el incremento del desempleo, auspiciado por la inviabilidad de las empresas de mantener en total funcionamiento sus operaciones, lo que conlleva a su vez, la búsqueda y desarrollo de actividades económicas alternativas que permitan afrontar los retos actuales y futuros, impuestos por la condiciones actuales que presenta no sólo el país sino el mundo en general, con las consecuencias e implicaciones que ello conlleva.

Debido a la crisis generalizada la población ha creado nuevas estrategias y alternativas de negocio, con especial interés en las ventas de insumos para el control sanitario o de primera necesidad, ventas de tipo virtual de productos como textiles y servicios personalizados de variada índole. No obstante, explorar estas áreas, para muchos ha sido una oportunidad de mejora, vemos hoy de manera notoria la saturación de estos sectores y una nueva oportunidad para incursionar en mercados poco explorados por la población en general, un ejemplo de ello es la producción y comercialización de cerveza artesanal. Esta actividad como medio de sustento, tiene un precedente en España, durante la crisis enfrentada por esta nación en el periodo 2008-2014. A comienzos de la crisis, España contaba con un número limitado de micro cervecerías dedicadas a la elaboración de cerveza

artesanal, alrededor de 21, cantidad que se incrementó a 361, para finales del año 2015¹.

En Colombia, el mercado de la cerveza se encuentra cubierto casi en su totalidad por grandes industrias, entre éstas la más notoria es Bavaria, que aporta el 98% de la producción total del país², una reducida parte del sector se encuentra en posesión de las micro cervecerías artesanales, las que para 2019 eran aproximadamente 255, 11 de ellas ubicadas en el departamento de Santander³. Pese a que el sector cervecero industrializado se encuentra monopolizado, la cervecería artesanal representa una actividad económica que propone un producto diferenciado y con competencia limitada, debido entre otros aspectos, a la dificultad en la adquisición de materia prima por causa de su no producción en el territorio nacional, el desconocimiento del proceso de elaboración de la cerveza y acceso a equipos especializados para los procesos de producción.

La mayoría de las limitaciones existentes para la elaboración de cerveza artesanal son subsanadas parcialmente, situación que ha incentivado la elaboración doméstica de la bebida, por parte de grupos que de manera entusiasta promueven su producción y consumo. A nivel local existen productores de cerveza artesanal, entre ellos encontramos dos egresados de la Universidad Industrial de Santander quienes lanzaron al mercado sus productos Chicamocha Pub y Chicamocha Beer. De otra parte, está la cerveza Suarez, que nació en Barbosa⁴, El objetivo de las

¹ EL MUNDO. La crisis dispara un 1.600% la fiebre por la cerveza artesana en España. [Sitio web]. Madrid: Periódico el mundo,2006. [Fecha de consulta: 20 julio 2020]. Disponible en: <https://www.elmundo.es/economia/2016/02/05/56aa63a4e2704ea0368b45d9.html>

² CALA BLANCO, Bibiana Zuley. Plan de negocios para la viabilidad de la creación de una empresa dedicada a la elaboración de cerveza artesanal a base de café en el departamento de Santander. Trabajo de grado Microbiólogo Industrial. Bucaramanga: Universidad de Santander. Facultad de ciencias exactas, naturales y agropecuarias, 2019. p. 16.

³ SEMANA. Otra forma de brindar así está el consumo de cerveza artesanal. [Sitio web]. Bogotá D.C.: Revista Semana,2019. [Fecha de consulta: 20 julio 2020]. Disponible en: <https://www.semana.com/empresas/articulo/como-va-el-consumo-de-cerveza-artesanal-en-el-pais/278007/>

⁴ CALA BLANCO. Op. cit, p. 37.

empresas en mención, estuvo direccionado a generar desarrollo a nivel departamental. Cabe mencionar, que el impedimento principal para proceder a una producción capaz de comercializarse al público es la adquisición de un equipo especializado que garantice un proceso eficiente y rentable, dando cumplimiento a las normativas sanitarias requeridas por el Estado colombiano. Estos equipos generalmente son importados y comercializados a nivel nacional con precios elevados, debido a la dependencia del peso colombiano con respecto al dólar. Adicionalmente, son diseñados para producciones estandarizadas con capacidades que superan o no satisfacen las necesidades de las cervecerías artesanales en Colombia, así mismo, estos diseños pueden implementar accesorios no deseados, es el caso de la inclusión de dispositivos de molienda y fermentadores, que pueden ser adquiridos a nivel local con precios más asequibles.

Un sistema cervecero debe ser capaz de realizar como mínimo los procesos de calentamiento de agua, filtrado y lavado del grano, cocción y enfriamiento de la mezcla, con el fin de producir mosto (sustancia que sólo requiere de la fermentación para convertirse en cerveza), garantizando, además, condiciones de higiene y optimización de los recursos, de tal forma que el gasto energético sea mínimo. Basados en la anterior premisa, se propone realizar el diseño de un módulo de maceración- cocción, dispositivo que cumpla con la realización de los procesos anteriormente mencionados, tomando como referente las normas sanitarias y de desempeño establecidas. Adicionalmente, se llevará a cabo la construcción de un dispositivo escalado funcional de baja capacidad con el que se pueda validar la viabilidad del diseño realizado, así como la factibilidad de la elaboración y comercialización de la cerveza artesanal en el departamento de Santander. Esta propuesta debe responder al siguiente planteamiento:

¿Es factible la implementación de un equipo de maceración-cocción, capaz de realizar los procesos de calentamiento, maceración, filtrado, lavado, cocción y enfriamiento, para la producción de cerveza artesanal a nivel comercial?

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un equipo escalado y funcional de maceración-cocción que cumpla con el ciclo de calentamiento, maceración, filtrado, lavado, cocción y enfriamiento, para la producción de cerveza artesanal con el fin de evaluar la viabilidad de uso a nivel comercial, promoviendo el desarrollo técnico e industrial de la región, cumpliendo con la misión de la escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un módulo cervecero de maceración-cocción para la elaboración de mosto a nivel industrial, desde su calentamiento hasta el enfriamiento previo a la fermentación, con capacidad de producción de cerveza artesanal de hasta 120.000 [L] anuales
- Determinar los parámetros técnicos referentes a capacidad, temperatura, presión, energía y tiempo, mediante la consulta en literatura desarrollada por fabricantes y *home brewing*, necesarios para llevar a cabo el proceso de elaboración de cerveza artesanal a diferentes niveles de producción.
- Construir un módulo cervecero escalado con base en el diseño propuesto para la producción de 120.000 [L] anuales con el propósito de validar la viabilidad y el funcionamiento del sistema de maceración-cocción.
- Evaluar el ciclo de vida del módulo cervecero de maceración-cocción mediante el respectivo análisis de costos con el fin de establecer la factibilidad de la inversión en la producción de cerveza artesanal en el departamento de Santander.

2. JUSTIFICACIÓN

La producción de cerveza es una actividad cuyo avance se ha logrado, gracias a los aportes de varias disciplinas, entre ellas la ingeniería mecánica, que mediante la implementación de teorías de diseño, análisis energéticos y evaluación de costos, permite obtener la viabilidad y factibilidad de esta actividad, logrando optimizar los recursos disponibles de tal forma que la fabricación de cerveza no solo sea el medio de sustento para una población determinada, sino que además, sea promotor del desarrollo económico y tecnológico de una región.

En Colombia la adquisición de los equipos de elaboración de cerveza artesanal se divide en sistemas industrializados para grandes producciones o en módulos de cocción para la producción a nivel doméstico. Por tal motivo la realización de este proyecto tiene un impacto relevante en la economía de la región, a partir del diseño de equipos a un precio módico y capaces de realizar los procesos para la elaboración de cerveza, así mismo, el proyecto está orientado a formular un estudio de ciclo de vida del proceso que garantice la rentabilidad de un modelo de negocio, permitiendo a emprendedores la fabricación de cerveza apta para el consumo.

La creación de un sistema de maceración-cocción partiendo de las necesidades de producción, ofrece ventajas significativas con respecto a los sistemas industrializados, que deben producir grandes cantidades de cerveza para garantizar el mejor rendimiento. Para cargas parciales muy por debajo de su punto de diseño, el costo energético es muy elevado. A diferencia de los sistemas industrializados, los equipos de producción doméstica no tienen en cuenta el desperdicio de insumos y obtienen una cantidad muy pequeña de producto, aspectos éstos considerados como desventaja, pero solucionables en la medida que se realicen múltiples lotes de producción, sin embargo, en el caso que se desee comercializar, se requieren precios de venta elevados para subsanar las pérdidas debido al mal uso del equipo.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

La revisión literaria está dividida en tres secciones. La primera, es el estado del arte, en éste se evaluaron proyectos realizados anteriormente, con un desarrollo a nivel global y local. La segunda parte es el marco conceptual, en el que se plantearon los conceptos necesarios para comprender el funcionamiento de una cervecería y los medios para hacer cerveza. Finalmente se abordó el marco legal, en esta sección se exploraron las diferentes leyes y normatividad que rigen la producción y comercialización de cerveza artesanal en Colombia.

3.1 ESTADO DEL ARTE

Se procedió con la búsqueda de información referente a la evaluación de factibilidad en la creación de empresas dedicadas a la elaboración de cerveza artesanal, así como también de trabajos dedicados al diseño mecánico de los equipos asociados a los procesos de maceración y cocción a nivel industrial.

3.1.1 Antecedentes internacionales. En la Universidad de Valladolid, un estudiante de pregrado de ingeniería química realizó el proyecto “Diseño de un macerador e instalaciones complementarias en una fábrica de cerveza”⁵. En este trabajo se realizó el diseño de un macerador para un proceso optimizado de producción de cerveza, con el fin de minimizar los tiempos durante su proceso, para ello se procedió a desarrollar el proyecto de investigación en tres etapas, la primera de ellas, estudió el contexto histórico, ingredientes, proceso de fabricación y tipos de cervezas, en la segunda etapa, se realizaron los cálculos respectivos del macerador, especificando los parámetros a los que estaría sometido con el fin de proceder a escoger el material para su fabricación, así mismo, se realizaron los

⁵ ASENSIO RICOR, Álvaro. Diseño de un macerador e instalaciones complementarias en una fábrica de cerveza. Trabajo de grado Ingeniero Químico. Valladolid: Universidad de Valladolid. Escuelas de ingenierías industriales, 2019.

cálculos respectivos del cuerpo, techo y del suelo del equipo, con posterioridad se adelantó el estudio económico para identificar y evaluar el presupuesto de materia prima, la compra de los equipos, viabilidad de la ejecución del proyecto entre otras. Finalmente se procedió con la realización del estudio del pliego de seguridad para la identificación de peligros en el proceso de fabricación de manipulación y fabricación de cerveza.

En la Universidad de las fuerzas armadas, estudiantes de pregrado de ingeniería mecatrónica realizaron el proyecto titulado “Diseño e implementación de un sistema automatizado para mejorar el proceso de cocción de cerveza artesanal en la empresa cervecería gourmet”⁶. En este trabajo se realizó el diseño de un sistema automatizado para la elaboración de cerveza artesanal, que consistió en diseñar tanto un sistema de agitación capaz de mezclar y homogenizar el proceso de maceración, como también un sistema neumático para el control de actuadores de simple efecto. Adicionalmente se seleccionó un tipo de termocuplas para la medición correspondiente de temperatura, se hizo también uso de un PLC siemens S7-1200, encargado de procesar las señales de cada uno de los sensores para la respectiva operación de las válvulas solenoides, esta información fue procesada y enviada a un ordenador, para que el operario pudiese de manera didáctica y sencilla llevar registro del proceso.

3.1.2 Antecedentes nacionales. Estudiantes de ingeniería de procesos en la universidad EAFIT realizaron el trabajo “Diseño conceptual para la elaboración y desalcoholización de cerveza artesanal”⁷. En este proyecto seleccionaron 3

⁶ BURBANO VOZMEDIANO, Vladimir Ernesto y CABEZAS PAZMIÑO, Sebastián Alejandro. Diseño e implementación de un sistema automatizado para mejorar el proceso de cocción de cerveza artesanal en la empresa cervecería gourmet. Trabajo de grado Ingeniero en Mecatrónica. Sangolquí: Universidad de las fuerzas armadas. Departamento de ciencias de la energía y mecánica,2015.

⁷ HERRERA ALZATE, Alejandro y JARAMILLO RODRIGEZ, Alexander. Diseño conceptual para la elaboración y desalcoholización de cerveza artesanal. Trabajo de grado Ingeniero de Procesos. Medellín: Universidad Eafit. Departamento de ingeniería de procesos,2015.

diferentes estilos de cerveza y por medio de recetas se procedió a determinar los insumos, equipos y procesos necesarios para su elaboración.

Adicionalmente realizaron un estudio de métodos de desalcoholización por medio de sublimación bajo vacío, estableciendo los métodos de análisis para la determinación del contenido de alcohol de la bebida. Posteriormente diseñaron una planta para el proceso de producción y desalcoholización de cerveza artesanal describiendo los procesos necesarios para la cerveza con y sin alcohol, así como también realizaron un dimensionamiento y selección de los equipos por medio de ecuaciones de conservación de energía, conservación de masa y transferencia de calor, entre otros. Implementaron un modelo de cálculo para la determinación de los costos de los equipos y realizaron un análisis económico del proceso de elaboración de cerveza artesanal con y sin alcohol, evaluando la influencia del precio de venta en la tasa interna de retorno del proyecto.

Un estudiante de la universidad EAFIT realizó el proyecto “Estudio técnico, económico y de mercado para crear la cervecería ARTESANAL SULTANA en la ciudad de Cali Colombia”⁸. Este proyecto fue dividido en partes así: estudio de mercado, operacional, organizacional y financiero. Cada uno de estos estudios facilitó sentar las bases de un análisis de costos que permitió definir la factibilidad en la operación de una cervecería artesanal ubicada en la ciudad de Cali, Colombia, evaluando el sector de operación, la competencia presente tanto a nivel local como nacional, las características del producto, los precios de distribución y venta, la adquisición de materias primas y de equipos, así como el flujo operacional de la planta. También abordó los aspectos legales de su creación y las necesidades a nivel de recursos humanos para la puesta en marcha, realizó, además, el análisis de la matriz DOFA (debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas). Finalmente

⁸ MUÑOS ZULUAGA, Esteban. Estudio técnico, económico y de mercado para crear la cervecería artesanal sultana en la ciudad de Cali-Colombia. Trabajo de grado Ingeniero de Producción. Medellín: Universidad Eafit,2018.

evaluó las inversiones necesarias y realizó las proyecciones de crecimiento, contemplando costos, depreciación, impuestos y mano de obra para operar de tal forma que se pudiera establecer el tiempo a partir del cual se comenzaría a obtener ganancias del modelo de negocios planteado.

3.1.3 Antecedentes regionales. Estudiantes de la facultad de ciencias económicas de la Universidad de Santander realizaron el trabajo “Factibilidad para la creación de una empresa de cerveza artesanal en el área metropolitana de Bucaramanga”⁹. En este proyecto adelantaron un estudio detallado de la puesta en marcha y funcionamiento de una empresa dedicada a la elaboración de cerveza artesanal, teniendo en cuenta los parámetros legales que rigen la consolidación y operación de este tipo de organizaciones. Así mismo abordaron parámetros administrativos y técnicos teniendo en cuenta los procesos, la maquinaria y el personal necesario para la producción de cerveza apta para la comercialización y consumo. De otra parte, adelantaron un estudio de mercado en el área metropolitana de Bucaramanga, en el que obtuvieron datos de comercialización y consumo, que les permitió tener una proyección de ganancias tomando como referente la venta de una cantidad hipotética de producto. Para ello, establecieron la capacidad necesaria de la planta y determinaron el costo de la inversión por medio de una relación beneficio/costo, la que les permitió confirmar la factibilidad de la empresa.

Ingenieros industriales de la universidad pontificia bolivariana, seccional Bucaramanga, realizaron como proyecto de grado la tesis titulada “Estudio de factibilidad y puesta en marcha de una micro Cervecería artesanal en Bucaramanga y su área metropolitana”¹⁰. Este proyecto estableció una serie de pasos para la

⁹ PARDO BONCES, Marilyn Tatiana y ARDILA ZARATE, Jessica Johanna. Factibilidad para la creación de una empresa de cerveza artesanal en el área metropolitana de Bucaramanga. Trabajo de grado Administrador Financiero. Bucaramanga: Universidad de Santander. Facultad de ciencias económicas, administrativas y contables,2018.

¹⁰ LOPEZ DELUQUE, Yosman y OCHOA GOMEZ, Elsa Liliana. Estudio de factibilidad y puesta en marcha de una micro cervecería artesanal en Bucaramanga y su área metropolitana. Trabajo de

creación de una nueva empresa dedicada a la elaboración de cerveza artesanal en Bucaramanga. En primer lugar, realizaron una descripción completa de los factores asociados al producto, el impacto que tendría la creación de este negocio a nivel regional, así como la misión y visión que poseería la empresa. En segundo lugar, adelantaron un análisis de mercado a partir de la exploración de otras compañías, como Bogotá Beer Company, lo que les permitió establecer el nivel de competencia existente en el sector y de esta forma elaborar un plan estratégico de marketing que permitiera la promoción de la empresa. Así mismo el estudio de mercado dio las pautas para determinar la capacidad del proyecto y el equipo necesario para el inicio de operaciones de la empresa. Con posterior, los estudiantes realizaron un estudio del proceso el que permitió establecer el orden de cada fase y el cálculo de los tiempos para el desarrollo de cada una de estas, con base en la producción requerida. Finalmente realizaron un análisis financiero y se propusieron un plan de puesta en marcha.

3.2 MARCO CONCEPTUAL

La cerveza artesanal posee factores diferenciadores con respecto a la cerveza industrial, entre ellos, sus propios procesos y diferentes equipos para su fabricación.

3.2.1 Cerveza artesanal. La cerveza artesanal es elaborada de forma natural, y por lo tanto no contiene antioxidantes, colorantes, conservantes, estabilizantes y ningún químico que permita incrementar su sabor o variar la combinación de maltas, frutas, granos o lúpulo. No se añade dióxido de carbono (CO₂), debido a que la carbonatación se da durante el proceso de fermentación de manera natural¹¹.

grado Ingeniero industrial. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de ingeniería industrial,2010.

¹¹ ARROYO LLUEN, Juan. Diseño de un proceso de producción de cerveza artesanal de maracuyá. Trabajo de grado Ingeniero industrial y de Sistemas. Piura: Universidad de Piura. Facultad de ingeniería,2019. p. 5.

3.2.1.1 Características de la cerveza artesanal. La cerveza artesanal se caracteriza por:

- Brillo y transparencias: La cerveza debe ser brillante y clara, la deficiencia o falta de estas puede ser producto de la no adecuada filtración, presencia de contaminantes, microbianas, entre otros¹².
- Color: Es característica de la malta, ya que el mosto establece el color de la cerveza¹³.
- Contenido de alcohol y densidad o extracto: Actualmente en el mercado, existe diferentes tipos de cerveza según su contenido de alcohol, entre ellas, cervezas de bajo contenido (3%-4%) y cervezas de alto contenido alcohólico (7%-12%). El grado de alcohol está sujeto a la relación existente entre los carbohidratos no fermentables y azúcares fermentables¹⁴.
- Espuma: La presencia de espuma hace referencia al contenido de gas carbónico que es inyectado en la cerveza¹⁵.

3.2.1.2 Tipos de cerveza. Hoy día, existen diferentes clasificaciones de cervezas, sin embargo, su categorización principal se da por el tipo de fermentación que poseen, las que varían según la temperatura de la fermentación del mosto, que puede ser de alta o de baja fermentación, se pueden encontrar diferentes variedades según su origen y métodos para su fabricación.

¹² AVEDAÑO ARGUELLO, Lorena Michell y ESCOBAR HITSCHERICH, Mery Anne. Implementación de la alternativa de mejora en el proceso de producción de la cerveza artesanal tipo ale en la empresa Green Hops. Trabajo de grado Ingeniero Químico. Bogotá D.C.: Fundación Universidad de América. Facultad de ingenierías, 2017. p.24.

¹³ Ibid., p. 24.

¹⁴ Ibid., p. 25.

¹⁵ Ibid., p. 25.

Cervezas de baja fermentación: Usualmente son de color claro, con matices dorados oscuros y una alta concentración de sabor a lúpulo. Estas cervezas son fermentadas con un tipo particular de levaduras perteneciente a la familia *Saccharomyces Carlsbergensis*, las que tienden a descender hasta depositarse en el fondo, es por ello el nombre de baja fermentación. Estas levaduras fermentan a temperaturas entre 4°C y 9°C¹⁶.

Cervezas de alta fermentación: Este tipo de cervezas tiende a ser dulces y tienen cuerpo, es decir no son de cuerpo ligero, pueden tener desde un color dorado claro a oscuro, su color varía de acuerdo con el grano a utilizar en el proceso de elaboración de la cerveza. En este tipo de cervezas se hace uso de levaduras que actúan a temperaturas más altas que las lagers (15°C a 25°C), pertenecen a la familia *Saccharomyces cerevisiae*, su tendencia es a ubicarse en la parte superior del fermentador¹⁷.

3.2.1.3 Materias primas. La calidad de la cerveza radica en primera medida en los ingredientes y materias primas a utilizar, esta fusión debe dar como resultado una cerveza que cumpla con las características que el consumidor desea en una cerveza artesanal. La cerveza está compuesta por cuatro ingredientes principales: Agua, lúpulo, cebada y levadura.

- Agua: Es un ingrediente fundamental a la hora de la elaboración de cerveza artesanal, debido principalmente a que cumple con dos funciones: la primera y la más relevante, es el fluido que entrará en contacto con la malta para formar lo que conocemos como mosto, fundamental para realizar una buena

¹⁶ BARRADO, J. [sitio web]. Tipos de cerveza por su fermentación. citado por CUEVA REQUENA, Piero Bryan y MORAN ROMÁN, Ana Rosa. Diseño de una fábrica de cerveza artesanal de café Trabajo de grado Ingeniero industrial y de Sistemas. Piura: Universidad de Piura. Facultad de ingeniería, 2019. p. 9.

¹⁷ Ibid., p. 10.

maceración; su segunda función es actuar como fluido de servicio en el intercambiador de calor y de esta forma disminuir la temperatura del mosto, con el fin de esterilizar y dividir los elementos indeseados en la cerveza¹⁸.

- Cebada: Es una planta monocotiledónea, gramínea perteneciente a la familia de las poáceas. Su función es proporcionar minerales, carbohidratos, vitaminas y ácidos orgánicos a la cerveza. Se maltea germinando el grano, eliminando la humedad y horneándolo de acuerdo con los requerimientos del productor¹⁹.
- Malta: Es el segundo ingrediente más importante, relacionado a la cantidad a utilizar durante el proceso de elaboración de cerveza, siendo el agua el de mayor cantidad. Su función es aportar los azúcares fermentables, seguidamente la levadura actúa para convertirlo en alcohol y dióxido de carbono (CO₂). La malta es el principal responsable de proporcionar el aroma, color, cuerpo y sabor²⁰.
- Lúpulo: Es una planta de la familia de las *Cannabáceas*, es utilizada a nivel medicinal, pero su mayor uso se da en la industria cervecera. Es un aditivo e ingrediente esencial de la cerveza, es extraída de sus flores, aportando el sabor amargo y aroma característico de la cerveza, su función principal es aportar a la conservación y equilibrar el dulzor. En la industria cervecera existe una gran variedad de lúpulos, el uso de cada uno de ellos depende de las características que el productor quiere obtener en la elaboración de la cerveza²¹.

¹⁸ AVEDAÑO ARGUELLO, Lorena Michell y ESCOBAR HITSCHERICH, Mery Anne Op. cit, p. 30.

¹⁹ Ibid., p. 36.

²⁰ Ibid., p. 37.

²¹ Ibid., p. 45.

- Levadura: Es el último elemento básico para realizar una buena cerveza, es un hongo que transforma el azúcar en alcohol y anhídridos carbónicos en ambientes anaerobios²².

3.2.2 Proceso de fabricación. La fabricación de cerveza artesanal tiene una serie de procesos, que permite transformar las materias primas (agua, malta, lúpulo, y levadura) en un producto apto para el consumo. El ciclo de elaboración comprende 2 fases, la primera consta de los procesos preliminares para la adecuación de las materias primas, la segunda fase consta de los procesos para la conversión de la materia prima al producto terminado. Debido a que Colombia no cuenta con grandes zonas de cultivo y tratamiento de productos como las maltas y lúpulos, no existe un desarrollo técnico de las actividades que comprende la primera fase del ciclo, por tal motivo las materias primas ofrecidas por proveedores generalmente son productos importados los que cuentan con los procesos necesarios como es el malteado, la molienda y molturación.

Los procesos que hacen parte de la segunda fase son:

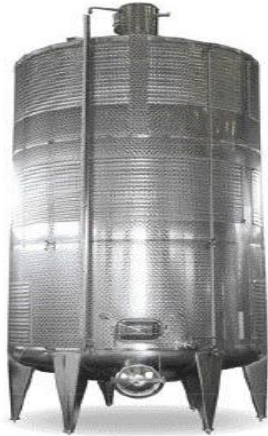
3.2.2.1 Maceración. El macerado es el proceso mediante el cual se consiguen azúcares fermentables que serán el alimento de la levadura a partir de almidones presentes en los granos de la malta. Dicho proceso generalmente posee un margen de operación que oscila entre los 62°C y los 74°C, debido a que es la zona en la que pueden actuar las amilasas de forma adecuada, estas enzimas reducen su actividad al consumir almidones a temperaturas bajas, mientras que, a temperaturas altas, éstas mueren²³.

²² Ibid., p. 48.

²³ MIRANDA BOHORQUEZ, Carlos Elías y MAQUILON CAICEDO, Alexis Darío. Diseño de una planta de cerveza artesanal. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Milagro: Universidad Estatal de Milagro. Facultad de ciencias de la ingeniería, 2018. p.16.

El equipo utilizado para realizar este proceso se denomina macerador y consta de un depósito generalmente construido en acero inoxidable, con o sin recubrimiento de aislante. Algunos de estos incorporan dispositivos tales como sistemas de mezclado o recirculado, a fin de mantener la uniformidad del fluido.

Figura 1. Macerador



Fuente: CADALPE. Macerador. Disponible en:

<https://www.cadalpe.com/es/repartos-es-es/destilados/cs2a-macerador/>

3.2.2.2 Cocción. La cocción es el proceso que lleva el mosto hasta su punto de ebullición el que requiere la adición del lúpulo durante diferentes instantes. Este proceso tiene varios propósitos entre ellos: detener la actividad de las enzimas, esterilizar el fluido, agregar amargor por acción del lúpulo y eliminar del mosto compuestos volátiles no deseados que pueden afectar el sabor o aroma del producto²⁴.

El hervor requiere de un estricto cuidado debido a la necesidad de controlar la cantidad de fluido evaporado, el que puede reducir sustancialmente el volumen del lote producido. Dependiendo el tipo de cerveza y los sabores deseados, este

²⁴ CANALES, Carmen. Guía de mejores técnicas disponibles en España del sector cervecero. Madrid: Centro de Publicaciones, Ministerio de Medio Ambiente, Secretaría General Técnica, 2005. p. 31. ISBN 84-8320-319-7.

proceso puede llevar hasta 2 horas, tiempo durante el que la reducción del volumen total del fluido por hora normalmente se maneja entre el 5% y el 8%²⁵. El equipo utilizado para realizar este proceso se denomina hervidor, el que a su vez incorpora controles de temperatura.

Figura 2. Hervidor



Fuente: MAGUSA. Hervidor. Disponible en:

http://www.magusa.es/pdfs/2017_magusa_cerveza.pdf

3.2.2.3 Enfriado. El enfriado es el proceso mediante el cual se reduce la temperatura del mosto, que inicialmente se encuentra en estado de hervor, hasta la temperatura de fermentación, que ronda los 20°C²⁶. El enfriado debe realizarse de forma rápida, esto debido a que una vez finalizado el hervor los microorganismos presentes en el entorno pueden contaminar el mosto, dañando el lote²⁷. Se debe garantizar un nivel de desinfección adecuado tanto del entorno como de los equipos implementados para esta acción.

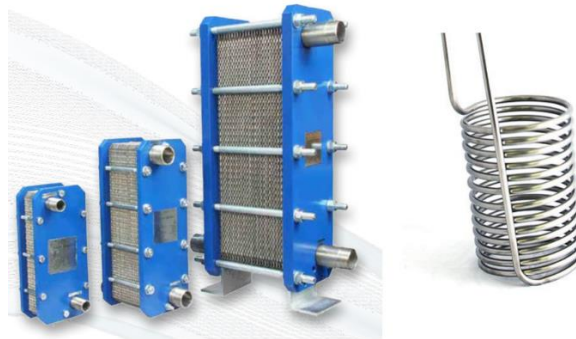
²⁵ Ibid., p. 31.

²⁶ MIRANDA BOHORQUEZ, Carlos Elías y MAQUILON CAICEDO, Alexis Darío. Op. cit, p. 17.

²⁷ AGUIRRE CANO, Hugo. Diseño de una micro cervecería con una producción de 10.000 hl anuales. Trabajo de grado Ingeniero Químico. Sevilla: Universidad de Sevilla. Departamento de ingeniería química y ambiental, 2018. p. 27.

Los equipos implementados para este proceso a nivel industrial generalmente son intercambiadores de calor de placas debido a la gran cantidad de flujo que debe enfriarse, sin embargo, en micro cervecerías y procesos a nivel doméstico son implementados serpentines. Los intercambiadores de serpentín constituyen un factor de riesgo debido a que deben ser sumergidos en el fluido y pueden ser un agente contaminante si no se tratan adecuadamente, por tal motivo estos son ingresados antes de finalizar el hervor, a fin de que se esterilicen mientras aún se evapora el mosto.

Figura 3. Intercambiador de calor



Fuente: MAGUSA. Intercambiadores. Disponible en:
http://www.magusa.es/pdfs/2017_magusa_cerveza.pdf

3.2.2.4 Fermentación. La fermentación es el proceso mediante el cual se realiza la transformación del mosto en cerveza, convirtiendo los azúcares en alcohol. Una vez el mosto es enfriado hasta la temperatura de fermentación es trasvasado a un recipiente manteniendo el nivel de desinfección, al que se le agrega levadura, que es rociada sobre la superficie, dando inicio a la producción de residuos, como lo es el dióxido de carbono²⁸.

La fermentación puede ser llevada a cabo en dos etapas dependiendo el tipo de producto que se desea, la primera es dentro de un recipiente que permita que

²⁸ Ibid., p. 28.

mientras se produce el CO₂, éste sea extraído del contenedor garantizando que durante esta operación no ingrese aire del entorno. Para realizar esta labor se implementa un dispositivo conocido como *airlock*, que funciona como una válvula antirretorno. La segunda etapa consiste en realizar una fermentación secundaria dentro de la botella en la que se distribuye el producto, trasvasando desde el recipiente fermentador a la botella, adicionando glucosas de tal forma que se siga produciendo CO₂ por parte de la levadura, para posteriormente realizar el sellado, con el propósito de gasificar o carbonatar la bebida²⁹.

Figura 4. Fermentador



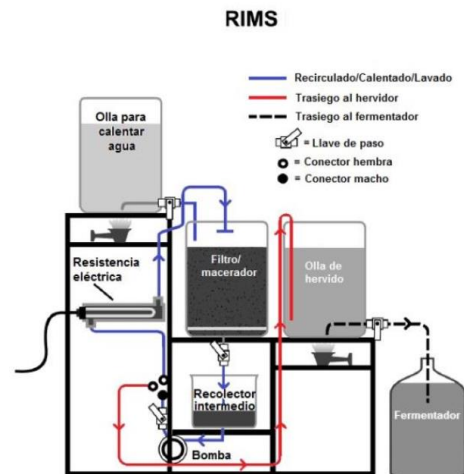
Fuente: MAGUSA. Fermentadores. Disponible en:
http://www.magusa.es/pdfs/2017_magusa_cerveza.pdf

3.2.3 Montajes y distribución de equipos. En este proceso se deben llevar a cabo, controles rigurosos para transvasar el mosto de un contenedor a otro, así como optimizar recursos, espacio físico, cantidad de equipos a implementar para realizar los procesos necesarios en la elaboración de cerveza. Dentro de este proceso, se debe adaptar el flujo de las operaciones de tal modo que se desarrollen diversos tipos de configuraciones o montajes.

²⁹ CANALES CANALES, Carmen. Op. cit, p. 34.

3.2.3.1 Sistemas de macerado por infusión recirculado (RIMS). Estos sistemas implementan 3 recipientes principales, una olla de calentamiento, otra de maceración y finalmente otra para la cocción. El sistema implementa una recirculación por bombeo y calentamiento mediante resistencia, que permite el control de la temperatura del mosto durante la maceración. Los dispositivos pueden ser controlados por medio de circuitos eléctricos, de tal forma que den flexibilidad en la revisión presencial de las operaciones, permite además manejar diferentes tipos de maceración en los que se requieran escalados de temperatura³⁰. La bomba adicionalmente admite efectuar los trasvases por medio de un arreglo de llaves. El principal inconveniente que puede surgir de este tipo de sistemas recae en el consumo eléctrico, debido a la implementación de una resistencia que tiene contacto directo con el mosto, que a su vez puede acumular grano, con el riesgo de que éste se queme.

Figura 5. Montaje de un sistema de macerado por infusión recirculado



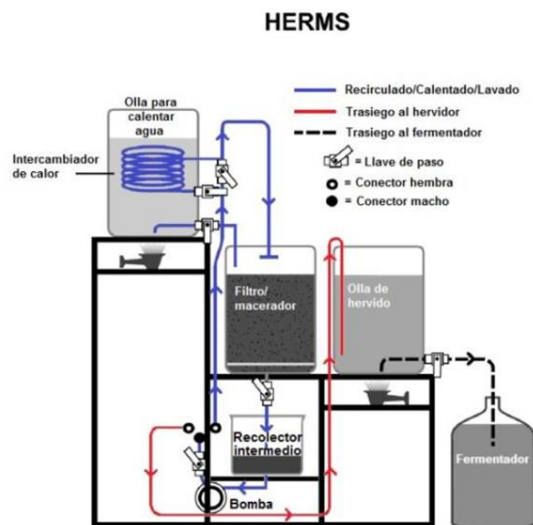
Fuente: ASENSIO RICOR, Álvaro. Diseño de un macerador e instalaciones complementarias en una fábrica de cerveza. Trabajo de grado Ingeniero Químico. Valladolid: Universidad de Valladolid. Escuelas de ingenierías industriales, 2019. p.47.

³⁰ ASENSIO RICOR, Álvaro. Op. cit, p. 47.

3.2.3.2 Sistemas de macerado recirculado por intercambio de calor (HERMS).

Estos sistemas surgen como alternativa a los RIMS, de igual forma se implementan 3 recipientes principales, una olla de calentamiento, otra de maceración y la última para la cocción. El sistema efectúa una recirculación por bombeo, sin embargo, el calentamiento se realiza mediante un intercambiador de calor ubicado al interior de la olla de calentamiento, la que con un arreglo de llaves permite realizar un *bypass* al flujo de recirculado. Permite, además, el control de la temperatura del mosto durante la maceración, la bomba facilita los trasvases por medio de un arreglo de llaves³¹. El principal problema que presenta este tipo de sistemas es que debe realizarse un control manual más estricto, sin embargo, el consumo eléctrico es inferior al RIMS y no se tiene el factor de riesgo que implica colocar en contacto directo una resistencia eléctrica con el mosto.

Figura 6. Montaje de un sistema de macerado recirculado por intercambiador

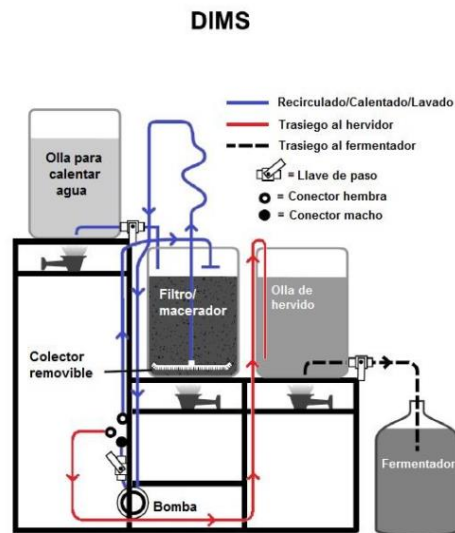


Fuente: ASENSIO RICOR, Álvaro. Diseño de un macerador e instalaciones complementarias en una fábrica de cerveza. Trabajo de grado Ingeniero Químico. Valladolid: Universidad de Valladolid. Escuelas de ingenierías industriales,2019. p.49.

³¹ ASENSIO RICOR, Álvaro. Op. cit, p. 48.

3.2.3.3 Sistemas de colector removible (DIMS). En estos sistemas se eliminan el falso fondo utilizado para captar el grano y filtrar el mosto. Se implementan 3 recipientes principales, una olla de calentamiento, otra de maceración y finalmente otra para la cocción. Se debe contar con una bomba para realizar el recirculado y trasvase de un recipiente a otro, sin embargo, este tipo de sistemas reducen en gran medida el nivel de automatización del sistema, pero sus diseños permiten la operación para obtener grandes lotes de cerveza³². Así mismo permite extraer parte del mosto a un recipiente independiente, removiendo el colector de tal forma que la olla de maceración pueda funcionar para hacer un proceso de decocción. Este tipo de prácticas puede generar beneficios como optimizar el flujo de mosto para su bombeo.

Figura 7. Montaje de un sistema de colector removible



Fuente: ASENSIO RICOR, Álvaro. Diseño de un macerador e instalaciones complementarias en una fábrica de cerveza. Trabajo de grado Ingeniero Químico. Valladolid: Universidad de Valladolid. Escuelas de ingenierías industriales, 2019. p.50.

³² ASENSIO RICOR, Álvaro. Op. cit, p. 49.

3.3 MARCO LEGAL

La constitución y operación de una micro cervecería obedece a ciertos parámetros legales para que ésta pueda comercializar bebidas alcohólicas.

- Registro de marca: En la decisión 486 de 2000 de la comunidad andina, se plantean los lineamientos que definen un logotipo o marca de representación gráfica que permita distinguir un producto o servicio³³.
- Estudio de homonimia: Se debe realizar una consulta previa relacionada con el nombre de la empresa, con el fin de que no se encuentre registrada otra entidad bajo el mismo nombre e impida el registro de la matrícula mercantil³⁴.
- Viabilidad del uso de suelos: Se debe verificar que el lugar en el que se planee realizar la actividad comercial este habilitado para tal fin, dependiendo del tipo de actividad se concede la aprobación por parte de la Secretaria de e planeación³⁵, dependencia que exige la documentación contemplada en el Acuerdo 011 de 2014 “Plan de ordenamiento territorial de segunda generación”³⁶.
- Registro en la cámara de comercio: Los establecimientos de comercio deben contar con matrícula mercantil vigente de la Cámara de Comercio estipulado en la ley 232 de 1995, artículo 2³⁷. Se debe presentar la solicitud, sea de manera física o por medio de la página web de dicha entidad.

³³ BARRETO MUÑOS, Danilo Esteban, et al. Barreras legales de entrada al mercado para las micro cervecías artesanales. Trabajo de grado Abogado. Villavicencio: Universidad cooperativa de Colombia. Facultad de derecho, 2019. p. 48.

³⁴ LOPEZ DELUQUE, Yosman y OCHOA GOMEZ, Elsa Liliana. Op. cit, p. 139.

³⁵ Ibid., p. 139.

³⁶ ALCALDIA DE BUCARAMANGA. [sitio web]. Bucaramanga: GOV.CO. [Consulta: 20 julio 2020]. Disponible en: <https://www.gov.co/ficha-tramites-y-servicios/T20716>

³⁷ PARDO BONCES, Marilyn Tatiana y ARDILA ZARATE, Jessica Johanna. Op. cit, p. 110.

- Obtención del NIT y RUT en la DIAN: Realizar la inscripción al RUT para acreditar e identificar la actividad económica a adelantar, según lo dicho en el artículo 571 del estatuto tributario nacional. La solicitud se debe hacer con base en la resolución DIAN número 52 de 2016, la que estipula la documentación requerida. Una vez revisado el expediente, se asigna el NIT y se entrega para impresión en la Cámara de Comercio en el formato 001 que corresponde al RUT³⁸.
- Trámites realizados y solicitados en la alcaldía: Se debe realizar el pago de los costos de matrícula de Industria y Comercio con la documentación emitida por parte de la Cámara de comercio³⁹.
- Certificación del INVIMA: El Invima realiza inspección y vigilancia de bebidas alcohólicas con base en el decreto 1686 de 2012, en éste especifican las prácticas permitidas y no permitidas para la elaboración de cerveza, así mismo menciona las pautas y controles en la infraestructura y los equipos⁴⁰.
- Impuestos: Los compromisos adquiridos por una empresa destinada a la producción y comercialización de bebidas alcohólicas, se especifican en la ley 1393 de 2010, ley 233 de 1995 artículo 190 y estatuto tributario artículo 475⁴¹.
- Obligaciones del empleador: La empresa tiene la obligación con sus empleados de disponer de cobertura en el sistema de salud, pensión y riesgos profesionales, esto soportado en la ley 100 de 1993, el cual establece un sistema de seguridad social integral⁴².

³⁸ CAMARA DE COMERCIO DE BOGOTA. [sitio web]. Bogotá: Cámara de comercio de Bogotá. [Consulta: 20 julio 2020]. Disponible en: <https://www.ccb.org.co/Inscripciones-y-renovaciones/Procedimiento-expedicion-del-NIT>

³⁹ LOPEZ DELUQUE, Yosman y OCHOA GOMEZ, Elsa Liliana. Op. cit, p. 141.

⁴⁰ BARRETO MUÑOS, Danilo Esteban, et al. Op. cit, p. 56.

⁴¹ Ibid., p. 75.

⁴² PARDO BONCES, Marilyn Tatiana y ARDILA ZARATE, Jessica Johanna. Op. cit, p. 110.

4. PROCESO DE DISEÑO

4.1 PARAMETROS DE DISEÑO

4.1.1 Selección del tipo de cerveza. La producción de cerveza a cualquier escala de fabricación está determinada principalmente por el número de equipos necesarios para cumplir con los procesos de fermentación y maduración, esto se debe a la duración que tiene cada una respecto a los procesos de calentamiento, macerado o cocción.

Estos dos procesos poseen ciertas condiciones características para que se puedan dar correctamente sin afectar la calidad del producto, las principales son:

- Temperatura de los procesos de fermentación y maduración.
- Tiempo de los procesos de fermentación y maduración.

Estos factores influyen de manera directa en el nivel de producción y consumo de recursos, que, para una empresa del sector en proceso de crecimiento, afectan directamente los costos de inversión y sostenimiento a corto y mediano plazo.

En el cuadro 1 se pudo observar una comparación directa entre los tipos de cerveza, se escogieron las cervezas de alta fermentación, justificado en las siguientes razones:

- Costos: El menor periodo de fermentación permite una reducción considerable en el tamaño y número de equipos necesarios, debido a que permiten una rotación casi continua. La diferencia en los tiempos de

fermentación puede reducir hasta en 2 o 3 veces la cantidad de fermentadores con respecto a las cervezas de baja fermentación.

Las temperaturas requeridas permiten realizar los procesos de enfriamiento con intercambiadores de menor área de transferencia, así como también puede llegar a usarse como fluido de enfriamiento el agua proveniente de redes domiciliarias. Las cervezas de baja fermentación requieren sistemas de enfriamiento y bombeo adicionales, de igual forma, la adición de compuestos como el glicol, permiten reducir el punto de congelación del agua.

- Mercado: Las cervezas de alta fermentación son las predilectas en la mayoría de los emprendimientos, debido a su fácil producción con costos relativamente bajos.

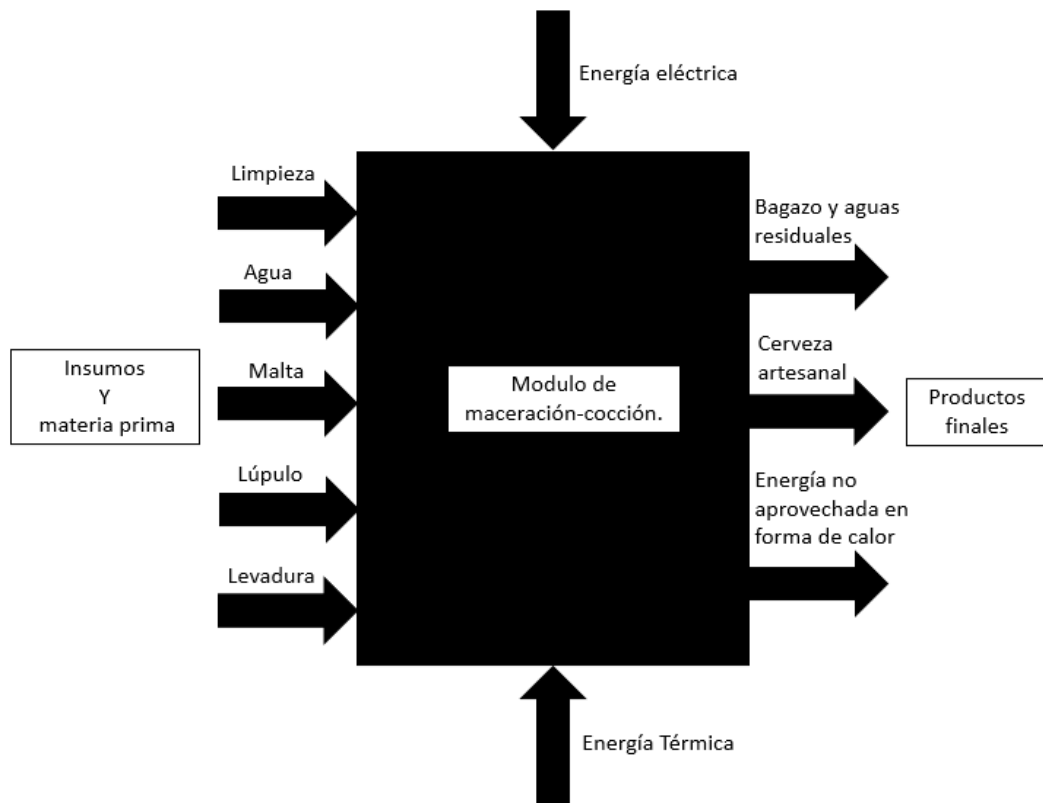
Cuadro 1. Tipos de cerveza

Tipos de cerveza		
Tipo Condiciones	De alta fermentación	De baja fermentación
Rango de temperaturas para fermentación	15°C-25°C	4°C-9°C
Rango de temperaturas para maduración	15°C-25°C	0°C
Tiempo de fermentación	2-5 días	7-21 días
Tiempo de maduración	8-10 días	15-28 días

Fuente: elaboración propia.

4.1.2 Determinación de la función global maceración-cocción. Para la determinación de los procesos necesarios para la fabricación de cerveza por parte de nuestro módulo de maceración-cocción se planteó en primer lugar un esquema de caja negra en el que se observan los parámetros de entrada del equipo, así como los productos obtenidos durante la operación de éste. El sistema se construyó con la función de transformar agua, lúpulo, malta y levadura en cerveza, a través de subsistemas que consumen energía eléctrica y combustible, obteniendo adicionalmente residuos energéticos y materiales.

Figura 8. Módulo de maceración-cocción como caja negra



Fuente: elaboración propia.

4.1.3 Análisis funcional del módulo de maceración-cocción. Para el análisis funcional del módulo maceración-cocción se propuso para la fabricación de cerveza artesanal diferentes etapas con su respectiva descripción del proceso, se

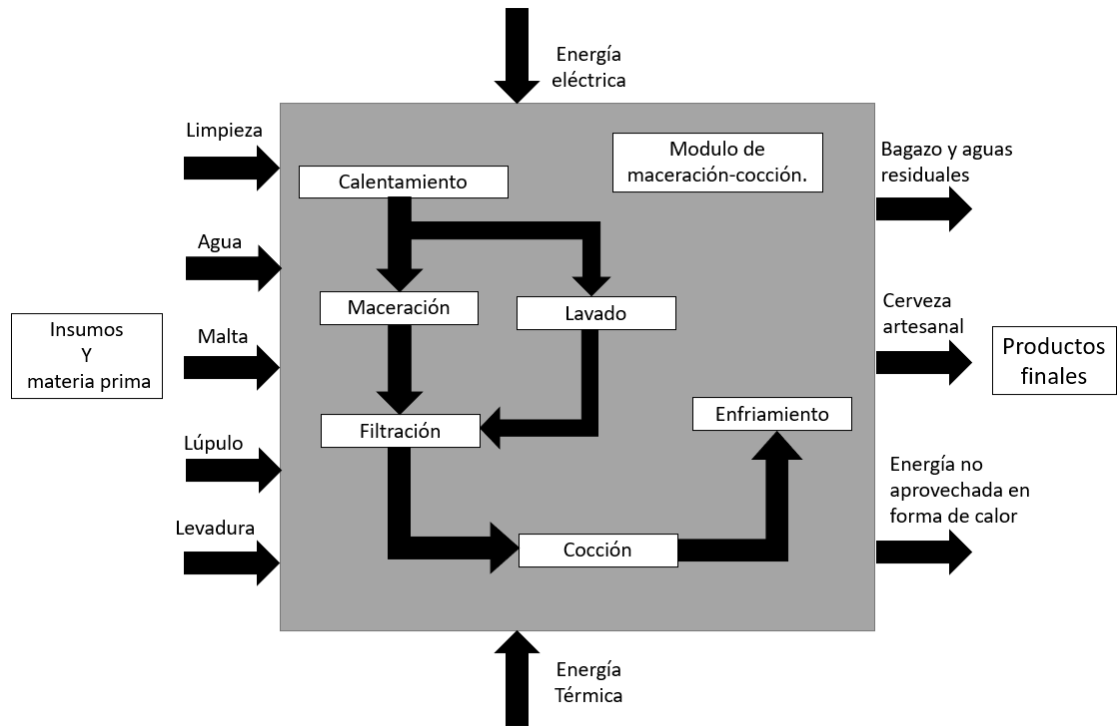
caracterizó cada una de estas y se planteó rangos de operación general, con el propósito de realizar el diagrama de caja gris.

Cuadro 2. Descripción de los procesos

Etapas	Descripción del proceso	características
Calentamiento	Se calienta el agua necesaria para el proceso de macerado y lavado, agregando energía por medio de un quemador de gas y controlando los incrementos de temperatura del fluido por medio de sensores y actuadores.	Mínimo incremento de la temperatura del fluido de 1°C
Maceración	Se deposita el grano en el agua calentada y se deja reposar manteniendo la temperatura dentro de un rango de operación adecuado para el proceso enzimático y generación de azúcares, estableciendo condiciones uniformes en el fluido por medio de agitación. Extracción de muestras de la mezcla para la realización de prueba de yodo, para determinar el punto en el que se completó la extracción de azúcares.	Periodo de operación de 60-90 min. Rango de temperatura entre 62°C-74°C. Agitación continua o durante intervalos de 2-3-10 min.
Filtración	Extracción del mosto y recirculado del mismo a través de la cama de granos.	N/A
Lavado	Adición de agua caliente por medio de regado a través de la cama de granos con el fin de terminar el proceso enzimático y recirculado con trasvase a la olla de cocción.	Calentamiento hasta 78°C y sostenimiento de la temperatura del mosto durante al menos 2 minutos.
Cocción	Calentamiento y hervor del mosto con adición del lúpulo y otros ingredientes para obtener sabor, amargor y aroma deseado. Reducción del flujo de calor manteniendo el hervor.	Periodo de operación de 60-75 min, con un tiempo de hervor mínimo de 30 min.
Enfriamiento	Reducción rápida de la temperatura por intercambio de calor con flujo de agua o refrigerante hasta conseguir las condiciones de fermentación.	Enfriamiento desde hervor hasta temperatura de 18-25°C con una duración máxima de 30 min.

Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Módulo de maceración-cocción como caja gris



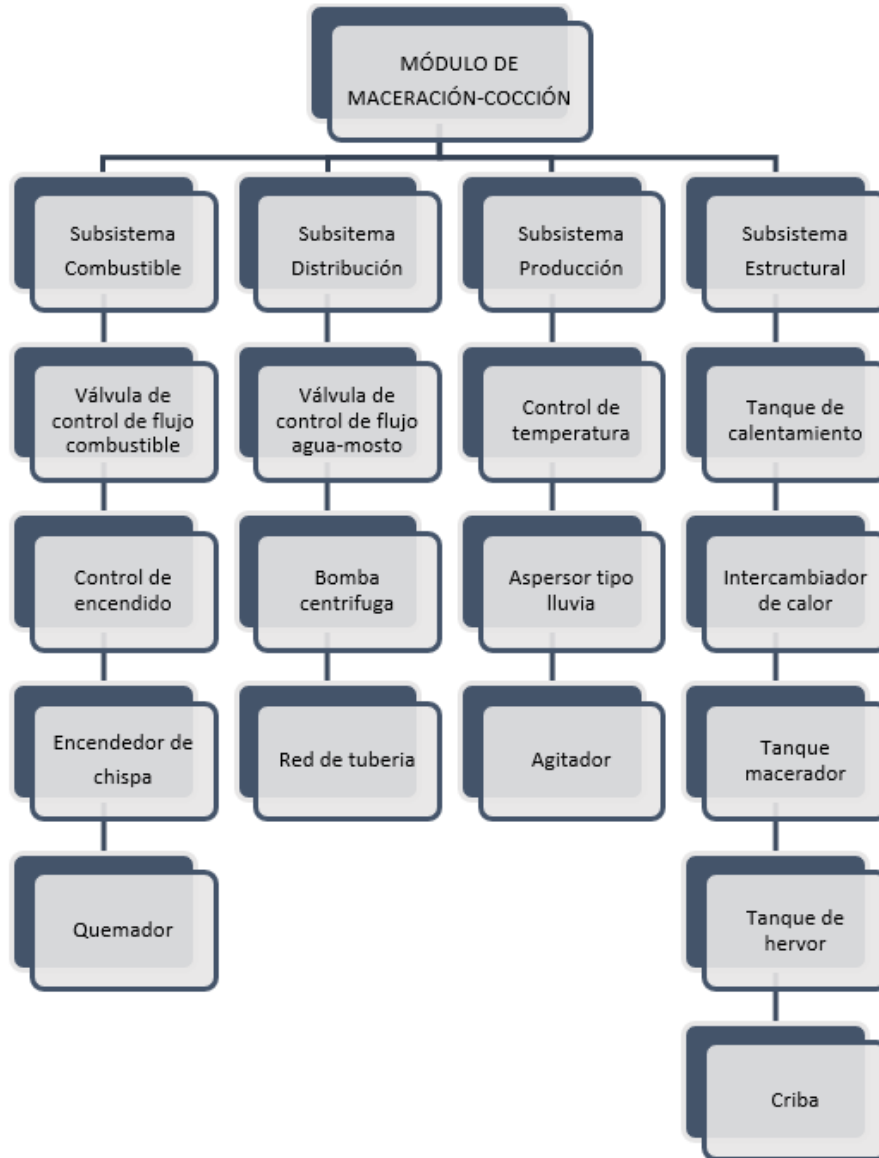
Fuente: elaboración propia.

4.2 DISEÑO CONCEPTUAL

4.2.1 Determinación de componentes del sistema. Para la determinación de componentes del sistema se diseñó una serie de subsistemas necesarios para la operación y funcionamiento adecuado del módulo de maceración-cocción, éstos a su vez, se encuentran constituidos por diversos componentes, comunes para cada una de las diferentes alternativas de diseño.

A continuación, se presenta el esquema del módulo de maceración-cocción, compuesto por los diferentes subsistemas y sus respectivos componentes.

Figura 10. Componentes del sistema

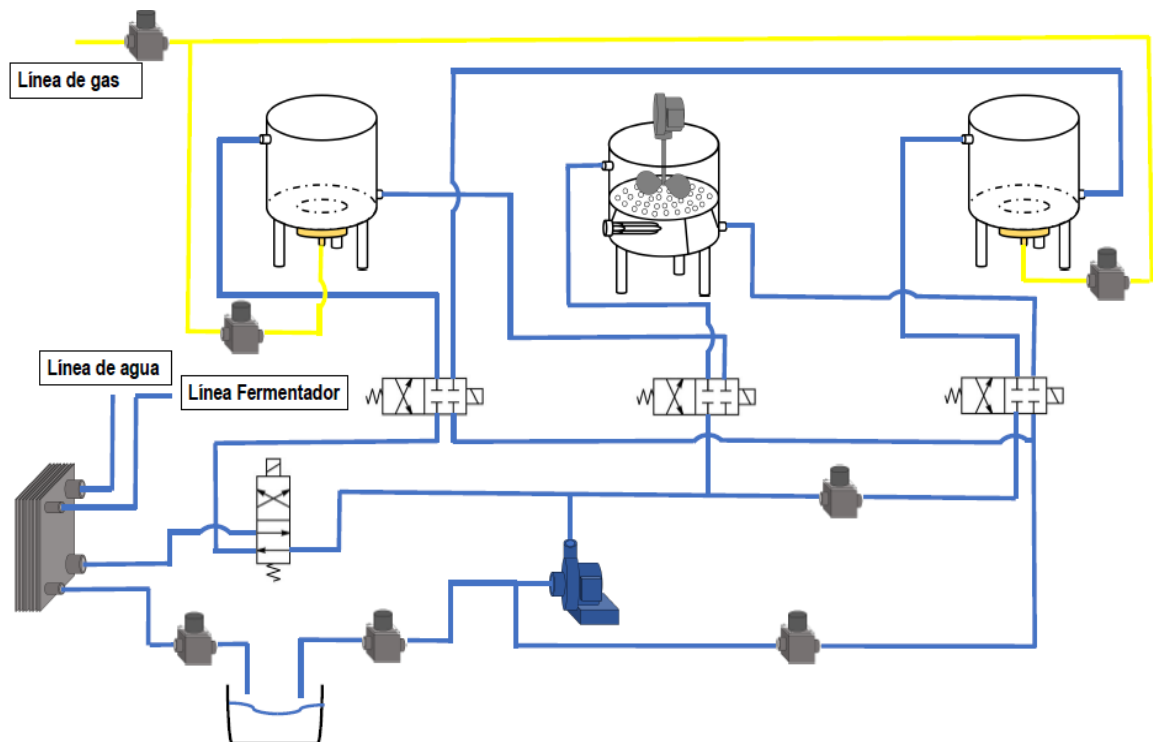


Fuente: elaboración propia.

4.2.2 Análisis de alternativas. Se propuso 4 alternativas de diseño, las que difieren en la cantidad de recipientes implementados para el ciclo, las formas de suministro de energía o en el accionamiento de las diferentes disposiciones de la red hidráulica.

4.2.2.1 Alternativa 1. Esta propuesta contó con tres recipientes independientes destinados cada uno a calentar, macerar y hervir la energía dada al líquido. Las etapas de calentamiento y hervido son producto de la combustión de gas, mientras que el sostenimiento de la temperatura durante la etapa de macerado se da por medio de una resistencia eléctrica. El circuito hidráulico funciona por medio de válvulas solenoides de 4 vías-2 posiciones con retorno por resorte y válvulas solenoides *on-off* normalmente cerradas. La línea de gas cuenta con válvulas solenoides *on-off* normalmente cerradas para las líneas individuales que llegan a cada uno de los quemadores, mientras que la línea de gas principal tiene una válvula con regulación de caudal. Los quemadores son de tipo jet y requieren de un ventilador con variador de velocidad para mantener óptima la relación aire combustible.

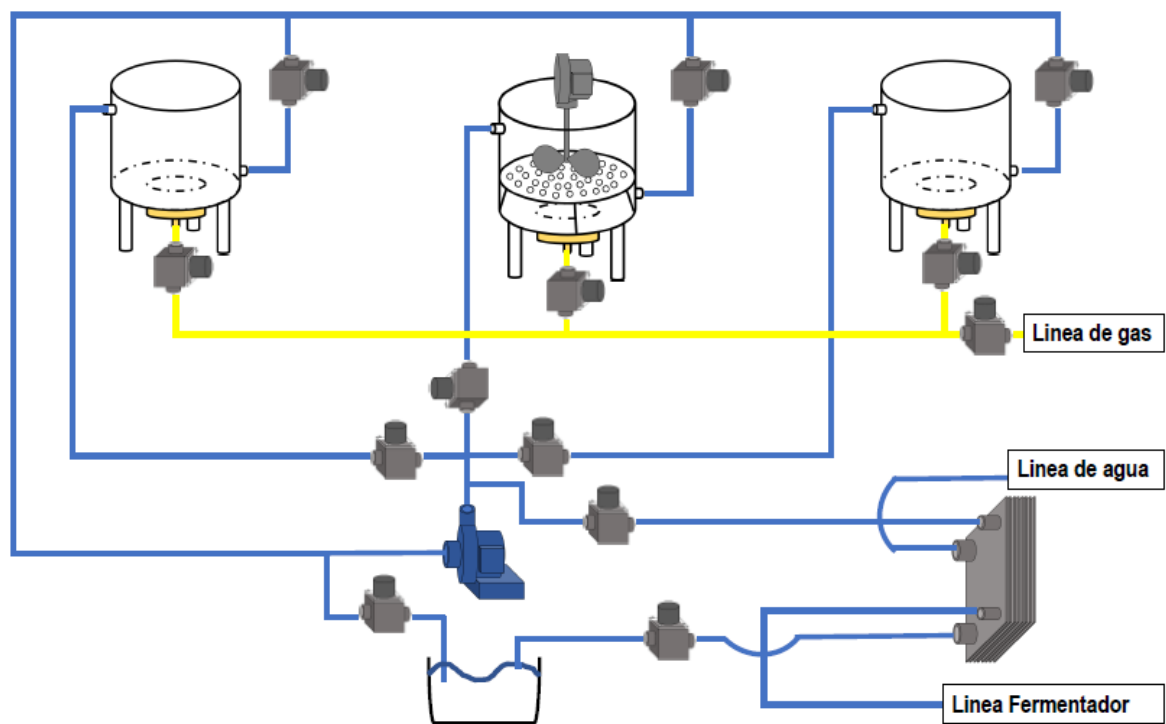
Figura 11. Alternativa 1



Fuente: elaboración propia.

4.2.2.2 Alternativa 2. Esta propuesta, al igual que la anterior, contó con tres recipientes independientes destinados cada uno a calentar, macerar y hervir. La energía dada al líquido en todas las etapas es producto de la combustión de gas. El circuito hidráulico funciona por medio de válvulas solenoides de on-off normalmente cerradas. La línea de gas cuenta con válvulas solenoides on-off normalmente cerradas para las líneas individuales que llegan a cada uno de los quemadores, mientras que la línea de gas principal tiene una válvula con regulación de caudal. Los quemadores son de tipo atmosférico y requieren un espaciamiento mínimo para permitir la combustión adecuada del gas.

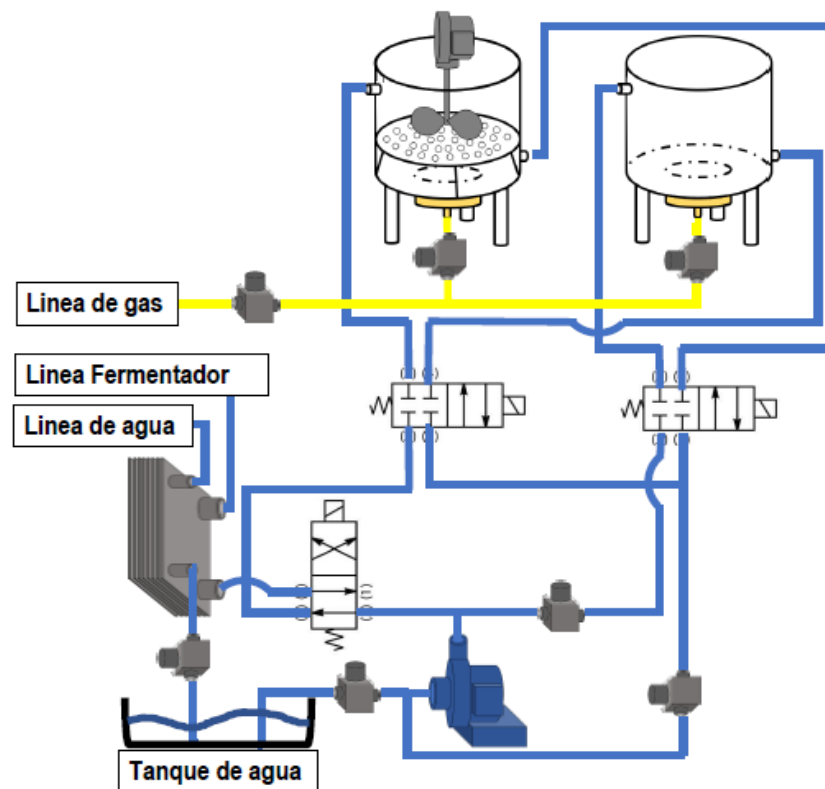
Figura 12. Alternativa 2



Fuente: elaboración propia.

4.2.2.3 Alternativa 3. Esta propuesta conto con dos recipientes independientes, en uno de estos se realiza la operación de maceración, el otro recipiente se encarga de realizar el calentamiento y hervido. La energía dada al líquido en todas las etapas es producto de la combustión de gas. El circuito hidráulico funciona por medio de válvulas solenoides de 4 vias-2 posiciones con retorno por resorte y válvulas solenoides *on-off* normalmente cerradas. La línea de gas cuenta con válvulas solenoides *on-off* normalmente cerradas para las líneas individuales que llegan a cada uno de los quemadores mientras que la línea de gas principal tiene una válvula con regulación de caudal. Los quemadores son de tipo jet y requieren de un ventilador con variador de velocidad para mantener óptima la relación aire combustible. Los quemadores son de tipo atmosférico y requieren de un espaciamiento mínimo para permitir la combustión adecuada del gas.

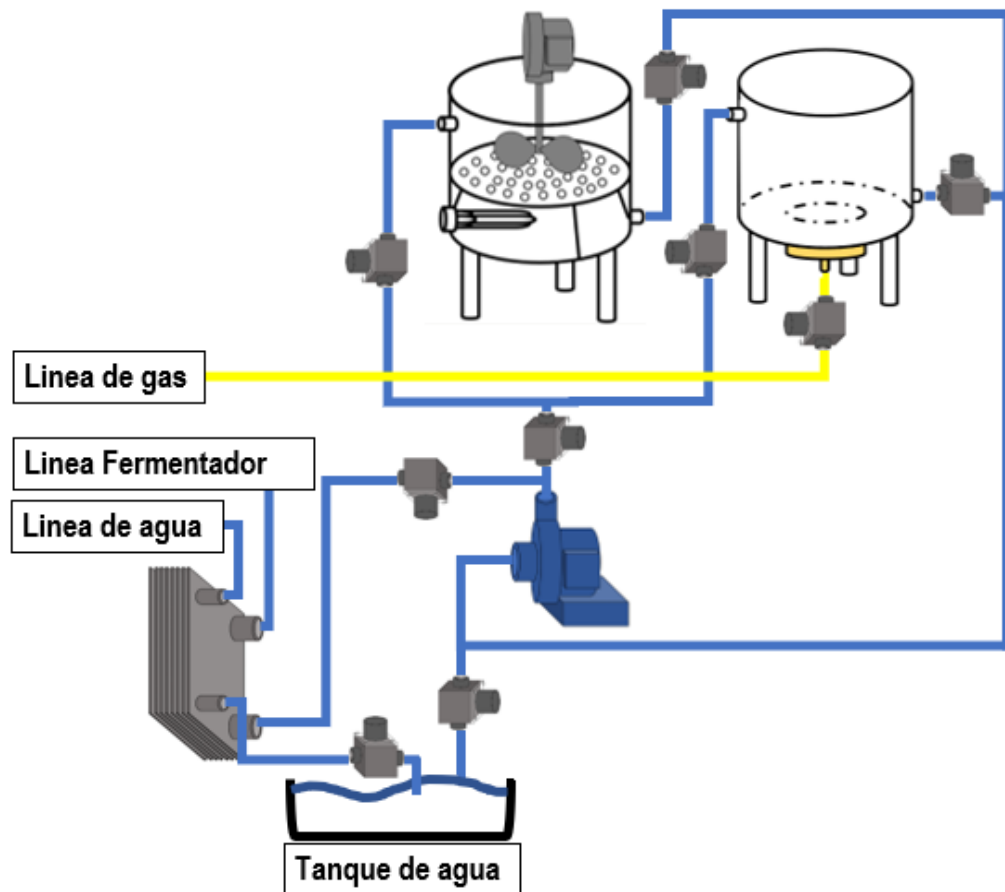
Figura 13. Alternativa 3



Fuente: elaboración propia.

4.2.2.4 Alternativa 4. Esta propuesta, al igual que la anterior, contó con dos recipientes independientes en uno de estos se realiza la operación de maceración, el otro recipiente se encarga de realizar el calentamiento y hervor, la energía dada al líquido en las etapas de calentamiento y hervido es producto de la combustión de gas, mientras que el sostenimiento de la temperatura durante la etapa de macerado se da por medio de una resistencia eléctrica. El circuito hidráulico funciona por medio de válvulas *on-off* normalmente cerradas. La línea de gas cuenta con una válvula con regulación de caudal. el quemador es de tipo jet y requiere de un ventilador con variador de velocidad para mantener óptima la relación aire combustible.

Figura 14. Alternativa 4



Fuente: elaboración propia.

4.2.3 Selección de la propuesta. Se realizó la selección de la propuesta de diseño mediante una matriz QFD donde se plantearon los requerimientos relevantes para la operación de equipo con respecto a los parámetros ingenieriles para el diseño.

Cuadro 3. Matriz de selección

Escala de evaluación	
Irrelevante	0
Poco relevante	1
Relevante	3
Muy relevante	9

Ingeniería Operación	Importancia	Mantenibilidad		Costos		Funcionamiento		Capacidad		Eficiencia		Salubridad		Montaje		Efectividad		Automatización		Dimensiones	
Producción	10	9	90	9	90	9	90	9	90	9	90	0	0	9	90	9	90	9	90	9	90
Calidad	9	9	81	9	81	9	81	0	0	9	81	9	81	1	9	9	81	3	27	0	0
Higiénico	8	3	24	3	24	9	72	0	0	3	24	9	72	9	72	3	24	1	8	0	0
Costo operación	7	9	63	9	63	9	63	9	63	3	21	0	0	9	63	0	0	9	63	9	63
Costo adquisición	6	0	0	9	54	9	54	9	54	3	18	3	18	9	54	0	0	9	54	9	54
Seguridad	5	3	15	3	15	3	15	0	0	0	0	9	45	3	15	0	0	3	15	1	5
Confiable	4	9	36	9	36	3	12	1	4	0	0	9	36	3	12	3	12	9	36	3	12
Fácil operación	3	0	0	3	9	3	9	0	0	0	0	0	0	3	9	0	0	9	27	0	0
Fácil limpieza	2	3	6	1	2	3	6	9	18	0	0	3	6	9	18	1	2	1	2	9	18
Piezas estándar	1	9	9	9	9	1	1	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0	3	3	0	0
Total		324		383		403		229		234		258		351		209		325		242	

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 4. Criterio de selección

Escala de evaluación	
Irrelevante	1
Poco relevante	2
Aceptable	3
Muy relevante	4
Excelente	5

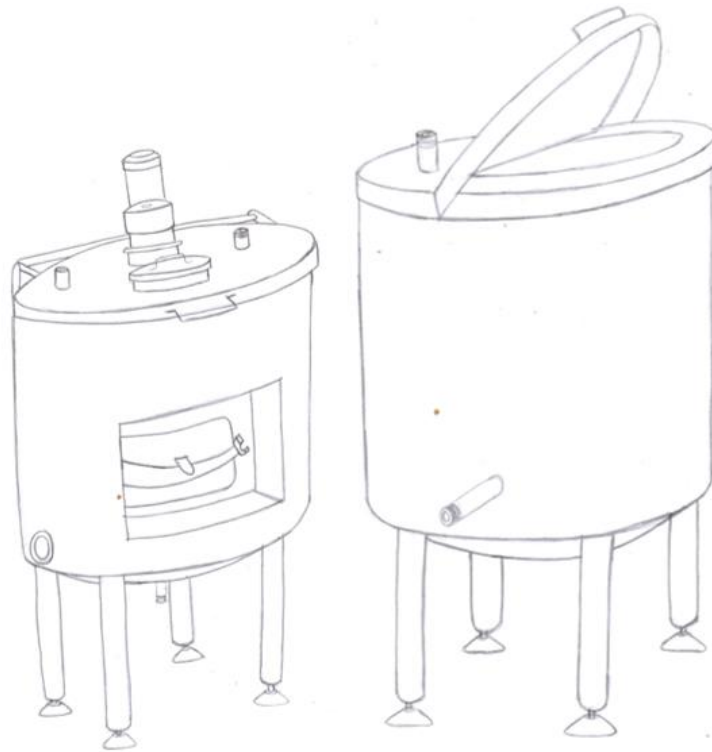
Criterio	Valor QFD [%]	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4	
		5	1,128	4	0,903	4	0,903	4	0,903
Funcionamiento	22,564	5	1,128	4	0,903	4	0,903	4	0,903
Costos	21,445	2	0,429	4	0,858	3	0,643	5	1,072
Montaje	19,653	4	0,786	4	0,786	5	0,983	4	0,786
Automatización	18,197	5	0,910	3	0,546	4	0,728	4	0,728
Mantenibilidad	18,141	3	0,544	3	0,544	4	0,726	3	0,544
Total	100		3,797		3,637		3,982		4,033

Fuente: elaboración propia.

4.2.4 Concepto de diseño macerador-hervidor. La propuesta seleccionada estableció el uso de dos recipientes para todas las funciones operativas del sistema de maceración-cocción.

Para iniciar el diseño en detalle del módulo se realizaron bosquejos iniciales en los cuales se observan los componentes principales y las adecuaciones necesarias para la interconexión entre los dispositivos, así como también los accesos de acople para las tuberías de succión y descarga, incluyendo los registros necesarios para el llenado y vaciado del equipo de maceración.

Figura 15. Propuesta de diseño macerador y hervidor



Fuente: elaboración propia.

4.3 DISEÑO EN DETALLE

4.3.1 Diseño del macerador.

4.3.1.1 Cuerpo del macerador. Siguiendo los lineamientos dispuestos en el decreto 1686 de 2012, se seleccionó acero inoxidable 304 como material para las superficies en contacto con el producto. El tamaño del macerador se calculó

teniendo en cuenta las pautas dadas por Wolfgang⁴³ y Megia⁴⁴, así como de relaciones dispuestas en diversas recetas de acceso público. En primer lugar, el volumen de agua necesario para la maceración correspondió a 3 litros por cada kilogramo de malta. En segundo lugar, se requirió aproximadamente 2.2 Kg de malta para producir 10 litros de cerveza utilizando 17 litros totales de agua durante los procesos de maceración y cocción. Finalmente, la malta puede incrementar el volumen desde 0.67 hasta 1 L/Kg de malta.

La demanda de 120.000 L anuales de cerveza se realizó mediante cocciones cada 3 días con producciones de 1000 L diarios producidos en 2 lotes de 500 L cada uno. Esto permitió realizar la rotación de los fermentadores con un uso continuo durante las 10 preparaciones del mes, además otorgó el tiempo para realizar operaciones de embotellado, limpieza y desinfección de los equipos durante los días no operativos del macerador.

$$Masa\ malta_{[Kg]} = \frac{Malta}{Litros} * V_{lote} \quad (4.1)$$

Donde: Malta = 2.2 [Kg]; Cantidad de malta para producir 10 litros de cerveza.

Litros =10 [L]; Litros producidos en pequeña escala.

Vlote =500 [L]; Litros deseados para cumplir la demanda.

Para determinar el volumen del macerador con un sobredimensionamiento del 25% sobre el volumen del mosto se utilizó la siguiente ecuación.

$$V_{macerador[L]} = Masa_{malta} * (R1 + R2) * 1.25 \quad (4.2)$$

⁴³ VOGEL, Wolfgang. Elaboración casera de cerveza. Málaga: Editorial Acribia, 2003. p.45. ISBN 8420010030.

⁴⁴ MEGIA CARRASCO, Enrique y LÓPEZ PÉREZ, María Fernanda. Diseño de una micro planta para la elaboración de cerveza artesanal a partir de malta. Trabajo de grado Ingeniero químico. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2016. p. 53.

Donde: $R1 = 3$ [L/Kg]; Cantidad de agua por cada kilogramo de malta.

$R2 = 0.67$ [L/Kg]; Incremento del volumen de mosto debido a la malta.

De estas ecuaciones se observó que la cantidad de agua necesaria para macerar era de 330 L.

Cuadro 5. Determinación de la masa de malta y el volumen del macerador

Masa de malta para macerar	Volumen del macerador
$Masa\ malta_{[Kg]} = 110$ [Kg]	$V_{macerador[L]} = 500$ [L]

Fuente: elaboración propia.

El cuerpo principal del macerador se conformó de una estructura cilíndrica con una cabeza elipsoidal 2:1. Para su diseño se tuvo en cuenta que el tamaño nominal de las planchas de acero inoxidable 304 comercializadas, conservarían unas dimensiones de 1.22 X 2.44 m, se empleó, además, la relación de L/D más cercana a la determinada por medio de las gráficas de tamaño óptimo de recipientes dada por Megyesy⁴⁵. Las dimensiones del cuerpo fueron determinadas por el siguiente sistema de ecuaciones:

$$V_p = V * 35.315 \quad (4.3)$$

$$F = \frac{P}{S * E} \quad (4.4)$$

$$D_{max} = \frac{L_p}{\pi} \quad (4.5)$$

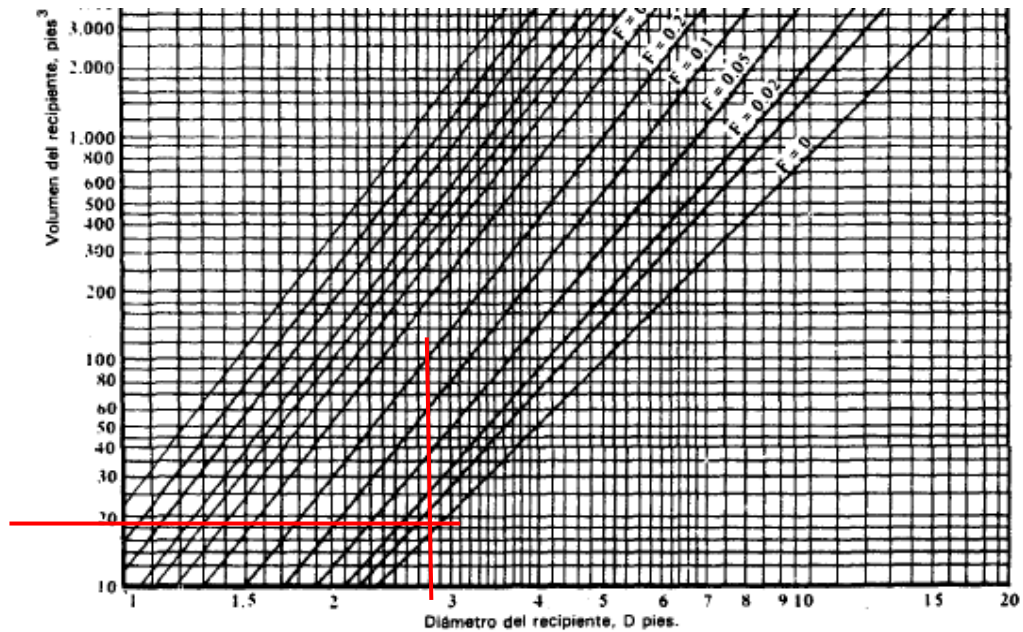
⁴⁵ MEGYESY, Eugene. Manual de recipientes a presión: diseño y calculo. México D.F.: Editorial Limusa, 1989. pp. 264-265. ISBN 968-18-1985-3.

Cuadro 6. Variables cuerpo macerador

Constante	Descripción	Valor
V	Volumen del macerador	0,5 [m ³]
Lp	Longitud de la plancha de acero	2,44 [m]
D	Diámetro supuesto para el macerador	0,766 [m]
P	Presión de diseño recomendada	33 [Psi]
S	Esfuerzo permisible acero inoxidable 304 (SA-240)	15700 [Psi]
E	Eficiencia de la junta	0,6

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Relación para tamaños óptimos de recipientes a presión



Fuente: MEGYESY, Eugene. Manual de recipientes a presión: diseño y calculo. México D.F.: Editorial Limusa, 1989. p. 265. ISBN 968-18-1985-3.

$$D_p = D * 3.28 \quad (4.6)$$

$$h_p = \frac{4 * V_p}{\pi * D_p^2} \quad (4.7)$$

$$\frac{h}{D} = \frac{h_p}{D_p} \quad (4.8)$$

$$V_{macerador[L]} = \left(\frac{h \cdot \pi \cdot D^2}{4} + \frac{\pi \cdot D^3}{24} \right) * 1000 \quad (4.9)$$

De las ecuaciones anteriormente enunciadas se resalta que la gráfica permitió obtener un valor de volumen con el que se estableció la altura en pies. Estos dos datos permiten obtener una relación de altura diámetro la que se implementó en la ecuación 4.9, para obtener las dimensiones definitivas.

Resolviendo las ecuaciones anteriores se obtuvo los siguientes resultados.

Cuadro 7. Determinación de las dimensiones del macerador

Altura del cuerpo cilíndrico	Diámetro del recipiente
$h[m] = 0.95 [m]$	$D[m] = 0.766 [m]$
Volumen del macerador	
$V_{macerador[L]} = 500 [L]$	

Fuente: elaboración propia.

Para determinar el espesor de las paredes de los componentes del sistema se implementó las ecuaciones y valores disponibles en el código ASME VIII división 1 y 2 dadas por Megyesy⁴⁶:

⁴⁶ Ibid., p. 18.

Espeor del casco cilíndrico
$$t = \frac{P \cdot R}{S \cdot E - 0.6 \cdot P} \quad (4.10)$$

Espeor del cabezal elipsoidal
$$t = \frac{P \cdot (2 \cdot R)}{2 \cdot S \cdot E - 0.2 \cdot P} \quad (4.11)$$

Cuadro 8. Parámetro físicos casco cilíndrico y el cabezal elipsoidal macerador

Constante	Descripción	Valor
E	Eficiencia de la junta	0,6
R	Radio interno del cuerpo	15 [in]
S	Esfuerzo permisible acero inoxidable 304 (SA-240) a 200°F	15700 [Psi]
P	Presión de diseño utilizando como base la presión de una columna de agua de pies de altura y sumando 30 [Psi]	32 [Psi]

Fuente: elaboración propia.

A partir de la resolución de las ecuaciones anteriores, se obtuvo los siguientes resultados.

Cuadro 9. Espesores del casco cilíndrico y el cabezal elipsoidal macerador

Espeor casco cilíndrico	Espeor cabeza elipsoidal 2:1
$t = 0.05133 [in] = 1.304 [mm]$	$t = 0.05124 [in] = 1.302 [mm]$

Fuente: elaboración propia.

Debido a que no se encuentra comercialmente planchas con espesores de 1.3 mm se optó por escoger una de Calibre 14 que cuenta con un espeor $t=1.9$ mm.

Al cuerpo cilíndrico del macerador se le realizó una apertura cuadrada de 350X175 mm ubicada a 115 mm, medidos desde el fondo del cilindro. Así mismo, se le hizo perforaciones de 2 in y ½ in para la adecuación de la resistencia eléctrica y el sensor de temperatura respectivamente, además se adecuó una tapa externa ajustada por soporte de pivote y tornillo con piezas realizadas en plancha de espesor $t=1.9\text{mm}$. Al cuerpo elipsoidal se le hizo una perforación de 1 in en el fondo del cuerpo, donde se instaló la tubería de salida del sistema. Finalmente, se le adecuaron soportes anulares de diámetro $D = 896.8\text{ mm}$ y espesor $t = 1.9\text{ mm}$, en los que se aseguró por medio de remaches, una placa de acero inoxidable calibre 26 con espesor de $t = 0.45\text{ mm}$, la que resguarda un recubrimiento aislante de fibra de vidrio con 2½ in de espesor.

4.3.1.2 Tapa superior. La tapa superior consta de una lámina circular de 907.8 mm, espesor de 1.9 mm con una pestaña de 30 mm sobre la que se fijaron orejas de izaje que actuaron como bisagras, en cumplimiento con las recomendaciones dadas por Megyesy⁴⁷ para la longitud de las orejas y el diámetro del agujero para el pasador. La tapa se diseñó de forma que el interior del macerador fuera fácilmente accesible para la realización de labores de mantenimiento y limpieza, además contó con 4 orificios, el primero de 235 mm en el que se fijó una tapa secundaria donde se realizaron los vertidos de malta. El segundo orificio de 70 mm y permitió la entrada de potencia al agitador. El tercer orificio de 1 in y permitió la entrada de la tubería que conecta al aspersor tipo lluvia. Finalmente, el ultimo orificio de 70 mm y funcionó como una salida atmosférica a modo de chimenea corta.

Debido a que, en primer lugar, se seleccionó el espesor de la tapa de 1.9 mm, se procedió a verificar la carga máxima que soportó en su centro (el motor y agitador). Para este fin se implementaron las expresiones dadas por Timoshenko⁴⁸.

⁴⁷ Ibid., p. 306.

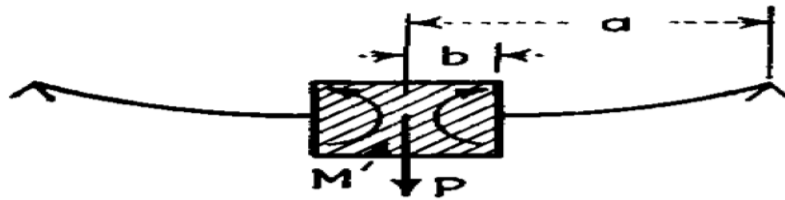
⁴⁸ TIMOSHENKO, S. y WOINOWSKY, S. *Theory of plates and shells*. Singapore: McGraw Hill, 1959. pp. 60-61. ISBN 0-07-085820-9.

$$P = (\text{masa motor} + \text{masa agitador}) * 2.2 \quad (4.12)$$

$$t = \sqrt{\frac{6 * Mr}{S}} \quad (4.13)$$

$$Mr = P * \frac{\left((1-\nu) * \left(\frac{a^2}{b^2} - 1 \right) + 2 * (1+\nu) * \frac{a^2}{b^2} * \ln\left(\frac{a}{b}\right) \right)}{4\pi * \left((1+\nu) * \frac{a^2}{b^2} + 1 - \nu \right)} \quad (4.14)$$

Figura 17. Carga del motor impuesta sobre la tapa.



Fuente: TIMOSHENKO, S. y WOINOWSKY, S. *Theory of plates and shells*. Singapore: McGraw Hill, 1959. p. 60. ISBN 0-07-085820-9.

Cuadro 10. Parámetros físicos carga máxima sobre la tapa

Constante	Descripción	Valor
t	Espesor de la tapa	0,075 [in]
ν	Coefficiente de Poisson acero inoxidable 304 (SA-240)	0,31
S	Esfuerzo permisible acero inoxidable 304 (SA-240) a 200°F	15700 [Psi]
a	Radio de la tapa	17,67 [in]
b	Radio de la perforación central en la tapa	1,378 [in]
E	Módulo de Young acero inoxidable 304 (SA-240)	28000000 [Psi]

Fuente: elaboración propia.

A partir de la resolución de las ecuaciones anteriores, se obtuvo los siguientes resultados.

Cuadro 11. Carga máxima sobre la tapa

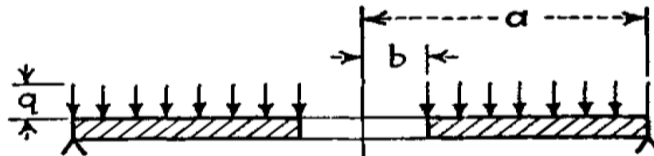
Carga	Momento flector	Masa total
$P = 18.7 [Lb]$	$Mr = 8.346 [lb - in]$	$(masa\ motor + masa\ agitador) = 8.5 [Kg]$

Fuente: elaboración propia.

La carga impuesta sobre la tapa no superó las 18.7 Lb, se verificó en el momento de seleccionar el motor, el reductor y el agitador que se utilizó para realizar la operación, en caso de exceder este valor se procederá a diseñar un soporte adecuado para mantener la carga y así evitar inconvenientes.

4.3.1.3 Criba. La criba realizó el proceso de filtrado, que se hizo a través de una lámina perforada comercial cuyos agujeros tenían un diámetro entre 0.8 y 1.5 mm y espaciamiento de 1 cm, según las recomendaciones dadas por Wolfgang⁴⁹. Así mismo, se determinó el espesor de la criba, el soporte anular fijado en el cuerpo del macerador y la posición en la que se ubicó. Debido a la complejidad del modelo se procedió a calcular el espesor de la criba como si ésta fuera un cuerpo continuo sin perforaciones, implementando las ecuaciones propuestas por Kanti⁵⁰ y Timoshenko⁵¹.

Figura 18. Carga sobre la criba y el soporte



Fuente: TIMOSHENKO, S. y WOINOWSKY, S. *Theory of plates and shells*. Singapore: McGraw Hill, 1959. p. 61. ISBN 0-07-085820-9.

⁴⁹ VOGEL, Wolfgang. Op. cit, p. 65.

⁵⁰ MAHAJAN, Kanti. *Design of Process Equipment: Selected Topics*. California: Pressure Vessel Handbook Publishing, 1985. pp. 327-328. ISBN 0914458116.

⁵¹ TIMOSHENKO, S. Y WOINOWSKY, S. Op. cit, p. 61.

$$Q = \frac{\text{masa bagazo} * 2.2}{\pi * (A - B)^2} \quad (4.15)$$

$$Mr = \frac{Q * (3 + \vartheta) * (A - B)^2}{16} \quad (4.16)$$

$$t = \sqrt{\frac{6 * Mr}{S}} \quad (4.17)$$

Cuadro 12. Parámetros físicos de carga sobre la criba y espesor

Constante	Descripción	Valor
B	Radio interior del anillo	0 [in]
A	Radio exterior del anillo	15 [in]
ϑ	Coefficiente de Poisson acero el acero inoxidable 304 (SA-240)	0,31 [Psi]
S	Esfuerzo permisible acero inoxidable 304 (SA-240) a 200°F	15700 [Kg]
Masa bagazo	Representa 31% de la masa de la malta utilizada durante el proceso	34,1 [Kg]

Fuente: elaboración propia.

A partir de la resolución de las ecuaciones anteriores, se obtuvo los siguientes resultados.

Cuadro 13. Carga sobre la criba y espesor

Presión	Momento flector	Espesor
$Q = 0.1205 \text{ [psi]}$	$Mr = 4.925 \text{ [lb - in]}$	$t = 0.043 \text{ [in]} = 1.102 \text{ [mm]}$

Fuente: elaboración propia.

El espesor del soporte anular de la criba se determinó de la misma forma y con las mismas expresiones que la criba, con la diferencia que en este caso B = 13 [in], fue según criterio propio.

A partir de la resolución de las ecuaciones anteriores, se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro 14. Carga sobre el soporte de la criba y espesor

Presión	Momento flector	Espesor
$Q = 0.424 [psi]$	$Mr = 4.925 [lb - in]$	$t = 0.043[in] = 1.102[mm]$

Fuente: elaboración propia.

Debido a que no se encuentra comercialmente planchas con espesores de 1.1 mm se optó por escoger la misma plancha de calibre 14 con $t = 1.9$ mm utilizada en el cuerpo para la criba y su soporte.

La criba se ubicó 5 mm por debajo de la compuerta que se hizo en el macerador, se comprobó que, en esta posición, se encuentra siempre por debajo del nivel mínimo de líquido y malta sobre la superficie del agua.

$$V_{agua}[L] = \left(\frac{H_{max} * \pi * d^2}{4} + \frac{\pi * d^3}{24} \right) * 1000 \quad (4.18)$$

Donde: $d = 0.766$ [m]; diámetro del cuerpo.

$V_{agua} = 330$ [L]; volumen del agua utilizada sin el incremento por adición de malta.

A partir de la resolución de las ecuaciones anteriores, se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro 15. Altura máxima a la que puede ubicarse la criba

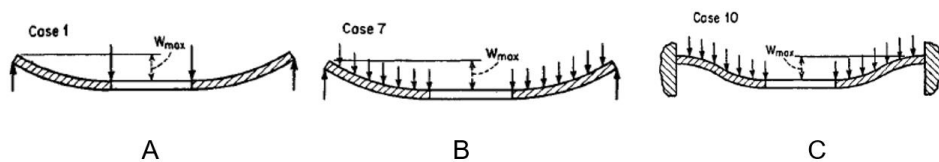
Altura máxima de la criba
$H_{max[m]} = 0.53 [m]$

Fuente: elaboración propia.

La criba se ubicó a 0.11 m, medidos desde el fondo del cilindro, por tanto, se determinó su buena ubicación.

4.3.1.4 Comprobación de la flexión en tapa, criba y soporte. La tapa superior, la criba y su soporte se trataron como platos circulares sometidos a ciertas cargas, a partir de ello, se implementaron las ecuaciones propuestas por Timoshenko para determinar las fuerzas máximas que podrían soportar o el espesor necesario de las mismas, sin embargo, a fin de establecer si alguno de estos componentes no presentaba deformaciones excesivas se procedió a calcular la flecha máxima de cada uno. Nuevamente se tuvo como fundamento expresiones dadas por Timoshenko⁵². En primer lugar, se establece el caso particular de cada uno de los componentes:

Figura 19. Casos de carga sobre la tapa, criba y soporte de criba



Donde: A) Tapa superior. B) Criba. C) Soporte de la criba.

Fuente: TIMOSHENKO, S. y WOINOWSKY, S. *Theory of plates and shells*. Singapore: McGraw Hill, 1959. p. 62. ISBN 0-07-085820-9.

⁵² Ibid., p. 63.

Posteriormente se determinó el valor del coeficiente representativo realizando interpolación y extrapolación de los datos mostrados en el cuadro 17.

$$\text{Flecha máxima Tapa} \quad Y_{max} = K_1 * \frac{P*a^2}{E*t^3} * 25.4 \quad (4.19)$$

$$\text{Flecha máxima Criba} \quad Y_{max} = K_7 * \frac{Qc*R^4}{E*t^3} * 25.4 \quad (4.20)$$

$$\text{Flecha máxima Soporte criba} \quad Y_{max} = K_{10} * \frac{Qs*(R-2)^4}{E*t^3} * 25.4 \quad (4.21)$$

Cuadro 16. Parámetros físicos deflexiones máximas sufridas por la tapa, criba y soporte de la criba

Constante	Descripción	Valor
E	Módulo de Young del acero inoxidable 304 (SA-240)	28000000 [Psi]
t	Espesor de los componentes	0,075 [in]
a	Radio exterior de la tapa	17,58 [in]
P	Carga sobre la tapa	18,7 [Lb]
R	Radio de la criba	15 [in]
Qc	Carga sobre la criba	0,1205 [Lb/in ²]
Qs	Carga sobre el soporte de la criba	0,424 [Lb/in ²]
K1	Coefficiente de la tapa	0,4033 [in]
K7	Coefficiente de la criba	0,1884 [in]
K10	Coefficiente del soporte de la criba	0,0303 [in]

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 17. Coeficiente de carga

a/b =	1.25		1.5		2		3		4		5	
	k	k ₁	k	k ₁	k	k ₁	k	k ₁	k	k ₁	k	k ₁
1	1.10	0.341	1.26	0.519	1.48	0.672	1.88	0.734	2.17	0.724	2.34	0.704
2	0.66	0.202	1.19	0.491	2.04	0.902	3.34	1.220	4.30	1.300	5.10	1.310
3	0.135	0.00231	0.410	0.0183	1.04	0.0938	2.15	0.293	2.99	0.448	3.69	0.564
4	0.122	0.00343	0.336	0.0313	0.74	0.1250	1.21	0.291	1.45	0.417	1.59	0.492
5	0.090	0.00077	0.273	0.0062	0.71	0.0329	1.54	0.110	2.23	0.179	2.80	0.234
6	0.115	0.00129	0.220	0.0064	0.405	0.0237	0.703	0.062	0.933	0.092	1.13	0.114
7	0.592	0.184	0.976	0.414	1.440	0.664	1.880	0.824	2.08	0.830	2.19	0.813
8	0.227	0.00510	0.428	0.0249	0.753	0.0877	1.205	0.209	1.514	0.293	1.745	0.350
9	0.194	0.00504	0.320	0.0242	0.454	0.0810	0.673	0.172	1.021	0.217	1.305	0.238
10	0.105	0.00199	0.259	0.0139	0.480	0.0575	0.657	0.130	0.710	0.162	0.730	0.175

Fuente: TIMOSHENKO, S. y WOINOWSKY, S. *Theory of plates and shells.*

Singapore: McGraw Hill, 1959. p. 62. ISBN 0-07-085820-9.

Cuadro 18. Deflexión máxima sufrida por la tapa, criba y soporte de la criba

Flecha de la Tapa	Flecha de la criba	Flecha del Soporte criba
$Y_{\max} = 5.05$ [mm]	$Y_{\max} = 1.439$ [mm]	$Y_{\max} = 1.441$ [mm]

Fuente: elaboración propia.

La máxima deflexión sufrida por cualquiera de estos componentes para las condiciones de carga dados no superó los 5.05 mm, valor que se consideró aceptable para la deformación en el sistema presente.

4.3.1.5 Soportes del macerador. Los soportes del macerador se diseñarán teniendo en cuenta el peso del cuerpo del macerador, tapas, partes internas, soportes y accesorios, así como también se incluyó un factor de 6% sobre el peso de la estructura según lo estipula Megyesy⁵³. Finalmente se agregó el peso de las materias primas al interior del macerador. Se seleccionó un soporte en tubería circular de 1 pulgada y se determinó su radio de giro y la relación de esbeltez. Para el cálculo de la sección del soporte se implementaron las expresiones dadas por Kanti⁵⁴.

$$F_a = \frac{18000}{1 + \left(\frac{L^2}{18000r^2}\right)} \quad (4.22)$$

$$P_1 = \frac{W}{N} \quad (4.23)$$

$$A_T = \frac{P_1}{F_a} \quad (4.24)$$

⁵³ MEGYESY, Eugene. Op. cit, p. 57.

⁵⁴ MAHAJAN, Kanti. Op. cit, p. 215.

Cuadro 19. Parámetros físicos área requerida soportar macerador

Constante	Descripción	Valor
L	Longitud del soporte	25 [in]
r	Radio de giro del soporte	0,4126 [in]
W	Máxima carga del equipo	1560 [Lb]
N	Numero de soportes	4

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta que según Kanti el máximo esfuerzo a compresión (F_a) y la relación de esbeltez (L/r) no deben exceder 15000 psi y 120 respectivamente, se procedió a resolver el sistema y se determinaron los siguientes valores.

Cuadro 20. Área requerida para soportar el macerador

Esfuerzo a compresión	Carga por soporte	Área transversal mínima
$F_a = 14951$ [psi]	$P_1 = 389.7$ [Lb]	$A_T = 0.02606$ [in ²]

Fuente: elaboración propia.

El área transversal con la que se contó fue de 0.5727 [in²], además se cumplió con las condiciones de esfuerzo y esbeltez, por tal motivo los soportes propuestos fueron implementados. No obstante lo anterior, se pudieron haber utilizado soportes de tubería circular de 2 pulgadas, como lo recomiendan algunos autores, basados en parámetros más estéticos.

4.3.1.6 Aspersor tipo lluvia. El aspersor fue en un tubo de 1 in de diámetro con un largo de 473 mm y perforaciones de 1/8 in en las que se distribuyó la entrada de líquido de forma tal que durante el lavado no se rompió la cama de granos formada sobre la criba. El número de perforaciones se determinó para que el área de flujo

de la tubería principal fuese equivalente al área total de las perforaciones. Lo anterior, permitió que la velocidad de flujo no se alterara

$$Agujeros * \frac{\pi * (d_2)^2}{4} = \frac{\pi * D^2}{4} \quad (4.25)$$

Cuadro 21. Parámetros físicos número de agujeros del aspersor

Constante	Descripción	Valor
D	Diametro de las perforaciones	1/8 [in]
H	Diametro de la tubería	1 [in]

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 22. Numero de agujeros del aspersor

Agujeros
$Agujeros = 64$

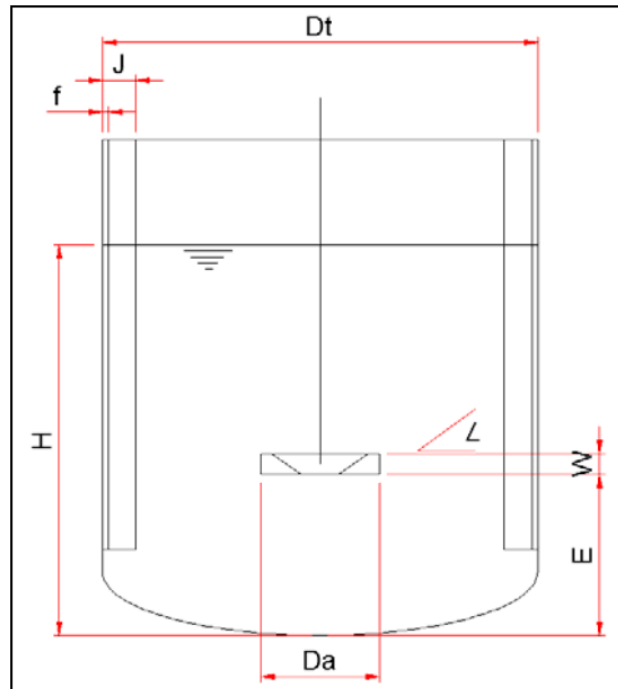
Fuente. elaboración propia.

Los 64 agujeros se repartieron a lo largo del tubo en 3 filas, la línea central contó con 22 perforaciones, mientras que las líneas secundarias tuvieron 21. La separación entre líneas fue de 22.5° y el espaciamiento entre perforaciones fue de 20 mm. Finalmente se realizó un roscado para permitir la conexión y desconexión del aspersor cuando se realizaron las operaciones de limpieza y desinfección.

4.3.1.7 Agitador. El agitador constó de un motorreductor acoplado a un eje con 4 aletas planas inclinadas. En primer lugar, se determinó las dimensiones del eje y las

aletas empleando las consideraciones de diseño de agitadores recopiladas por Uribe⁵⁵ y Paul⁵⁶.

Figura 20. Dimensiones del tanque agitado.



Fuente: CASTILLO URIBE, Vladimir. Diseño y cálculo de un agitador de fluidos. Trabajo de grado Ingeniero de ejecución en Mecánica. Concepción: Universidad del Bío-Bío. Facultad de ingeniería,2013. p. 36.

$$D_a = D * 0.337 \quad (4.26)$$

$$E = D * 0.25 \quad (4.27)$$

$$W = D_a * 0.2 \quad (4.28)$$

$$X = H/D \quad (4.29)$$

⁵⁵ CASTILLO URIBE, Vladimir. Diseño y cálculo de un agitador de fluidos. Trabajo de grado Ingeniero de ejecución en Mecánica. Concepción: Universidad del Bío-Bío. Facultad de ingeniería,2013. p. 36.

⁵⁶ PAUL, Edward; ATIEMO, Víctor y KRESTA, Suzanne. *Handbook of industrial mixing: science and practice*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2004. p. 372. ISBN 0-471-26919-0.

Cuadro 23. Parámetros físicos dimensiones del agitador

Constante	Descripción	Valor
D	Diámetro del tanque	769,8 [mm]
H	altura del tanque medida desde la criba	591 [mm]

Fuente: elaboración propia.

Se tuvo en cuenta que, según Paul la relación de altura-diámetro permite determinar la cantidad de impulsores necesarias para la agitación y que, para relaciones menores a 1.2 se utiliza un solo grupo de aletas. A partir de ello, se procedió a resolver el sistema y se determinaron los siguientes valores.

Cuadro 24. Dimensiones del agitador

Diámetro del impulsor	Distancia del fondo al impulsor	Ancho de las aletas	Relación H/D
$D_a = 260$ [mm]	$E = 191.5$ [mm]	$W = 51.63$ [mm]	$X = 0.7715$

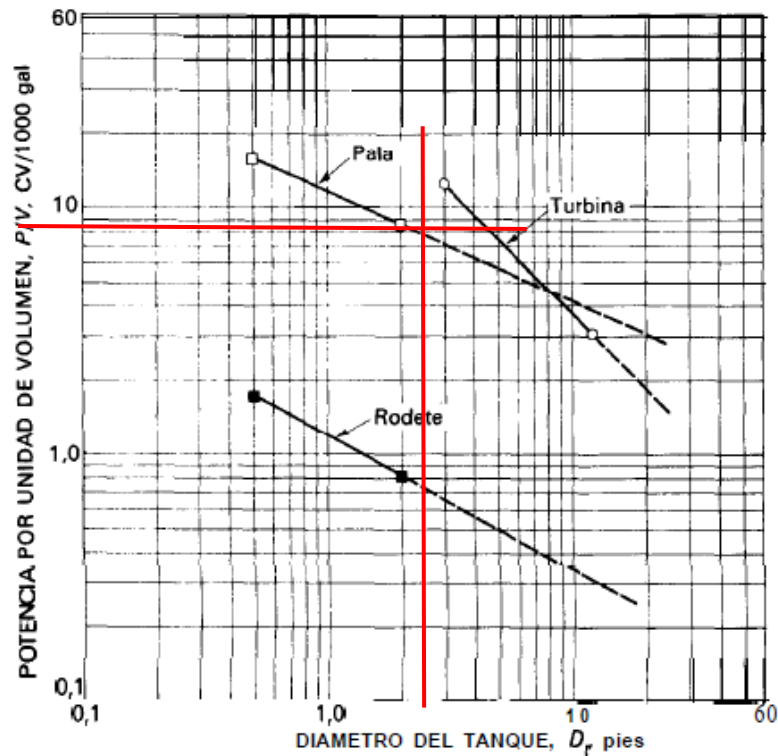
Fuente: elaboración propia.

Una vez establecidas las dimensiones del eje y las aletas se procedió a calcular la potencia necesaria para realizar el proceso. La operación de agitación involucra partículas sólidas en suspensión al interior del líquido cuyo diámetro puede variar dependiendo el tipo de molienda de malta, este factor influye de forma más relevante que la densidad o viscosidad del fluido. Sustentado en lo anterior, se optó por implementar la gráfica de potencia por unidad de volumen dada por Warren⁵⁷.

⁵⁷ MCCABE, Warren; SMITH, Julián y HARRIOT, Peter. Operaciones unitarias en ingeniería química. Madrid: McGraw Hill, 1991. p. 275. ISBN 0-07-044828-0.

Se consideró el tipo de agitador como uno de palas. Con la información anterior se procedió a determinar la potencia por unidad de volumen de la siguiente grafica.

Figura 21. Grafica de potencia vs diámetro



Fuente: MCCABE, Warren; SMITH, Julián y HARRIOT, Peter. Operaciones unitarias en ingeniería química. Madrid: McGraw Hill, 1991. p. 275. ISBN 0-07-044828-0.

De la gráfica anterior se determinó que la potencia de agitación necesaria era de aproximadamente 8.5 caballos de vapor por cada 1000 galones de mezcla, que para nuestros 132 galones requerían 1.15 Caballos de vapor o hp, por tal motivo se decidió implementar un motor de 2 Hp.

Posteriormente se determinó la velocidad de giro máxima que podía tener el agitador, Kunze⁵⁸ recomienda que el fluido no posea velocidades periféricas que superen los 2 m/s. En razón a lo anterior, se determinó los rpm máximos del agitador.

$$RPM_{max} = \frac{V_{max} * 60}{D_a * \pi} \quad (4.30)$$

Donde: $V_{max} = 2$ [m/s]; Velocidad lineal del mosto.

Cuadro 25. Rpm máximos del agitador

Rpm máximo
$RPM_{max} \approx 147$ [RPM]

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta los valores nominales de reducción y la velocidad normal de giro de los motores se determinó que el agitador girara a 120 RPM.

Finalmente se estableció el diámetro del eje, el espesor de las aletas y el tamaño del filete de soldadura. Para determinar el diámetro del agitador se implementaron las ecuaciones dadas por Norton⁵⁹.

$$T = \frac{P * 63000}{RPM} \quad (4.31)$$

$$F_t = \frac{T * 2}{D_a} \quad (4.32)$$

⁵⁸ KUNZE, Wolfgang. Tecnología para cerveceros y malteros. Berlín: VLB Berlín, 2006. p. 266. ISBN 978-3-921690-54-3.

⁵⁹ NORTON, Robert. Diseño de máquinas: un enfoque integrado. México: Pearson educación, 2011. pp. 416-417. ISBN 978-607-32-0589-4.

$$M = F_t * L \quad (4.33)$$

$$\sigma_a = \frac{32 * M}{\pi * d^3} \quad (4.34)$$

$$\sigma_m = \frac{4 * F_t}{\pi * d^3} \quad (4.35)$$

$$\tau_m = \frac{16 * T}{\pi * d^3} \quad (4.36)$$

$$\frac{1}{N_f} = \frac{\sqrt{\sigma_a^2}}{se} + \frac{\sqrt{\sigma_m^2 + 3 * \tau_m^2}}{sut} \quad (4.37)$$

$$Y_{max} = \frac{F_t * L^3}{3 * E * \left(\pi * \frac{d^4}{64} \right)} \quad (4.38)$$

Cuadro 26. Parámetros físicos diámetros eje del agitador

Constante	Descripción	Valor
P	Potencia del motor	2 [Hp]
RPM	Velocidad de giro del agitador	120 [Rpm]
Da	Diámetro del impulsor	10,24 [in]
L	Longitud del agitador	28,35 [in]
Nf	Factor de seguridad	3
Sut	Resistencia ultima a la tensión	85000 [Psi]
Se	Límite de resistencia a la fatiga corregida con confiabilidad del 90%	38123 [Psi]
E	Módulo de Young acero inoxidable 304 (SA-240)	28000000 [Psi]

Fuente: elaboración propia.

A partir de la resolución de las ecuaciones anteriores, se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro 27. Diámetro eje del agitador

Torque	Fuerza tangencial	Momento flector
$T = 1050 [Lb - in]$	$F_t = 205.2 [lb]$	$M = 5815 [Lb - in]$
Esfuerzo alterno	Esfuerzo medio	Esfuerzo medio de torsión
$\sigma_a = 11874 [Psi]$	$\sigma_m = 52.36 [Psi]$	$\tau_m = 1072 [Psi]$
Diámetro		Flecha máxima
$D = 1.709 [in] \approx 1.75[in]$		$Y_{max} = 0.133 [in] = 3.377 [mm]$

Fuente: elaboración propia.

De los cálculos realizados se determinó que el diámetro del agitador fuese de $1 \frac{3}{4}$ in en su sección mínima, con este diámetro se obtuvo una deformación máxima de 3.37 mm, valor que se consideró aceptable para la deformación en el sistema presente.

Para determinar el espesor de las aletas y el tamaño del filete de soldadura se aplicó en conjunto las expresiones dadas Megyesy⁶⁰. Se implementan los valores de anchura W y fuerza tangencial previamente establecidos.

$$M = F_t * L \quad (4.39)$$

$$t = \sqrt{\frac{6 * M}{W * S}} \quad (4.40)$$

$$S_w = \frac{D^2}{6} \quad (4.41)$$

$$W_s = \frac{F_t}{A_w} \quad (4.42)$$

⁶⁰ MEGYESY, Eugene. Op. cit, pp. 440-441.

$$w_b = \frac{M}{S_w} \quad (4.43)$$

$$\phi = \frac{\sqrt{w_s^2 + w_b^2}}{f} \quad (4.44)$$

Cuadro 28. Parámetros físicos espesor de las aletas y filete de soldadura.

Constante	Descripción	Valor
Ft	Fuerza tangencial	102,6 [Lb]
L	Longitud del aspa	5 [in]
W	Ancho del aspa	2 [in]
S	Esfuerzo permisible acero inoxidable 304 (SA-240) a 200°F	15700 [Psi]
D	Propiedad del contorno de soldadura	2 [in]
Aw	Longitud de la soldadura	2 [in]
f	Carga permitida en la soldadura	9600 [lb/in ²]

Fuente: elaboración propia.

A partir de la resolución de las ecuaciones anteriores, se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro 29. Espesor de las aletas y filete de soldadura

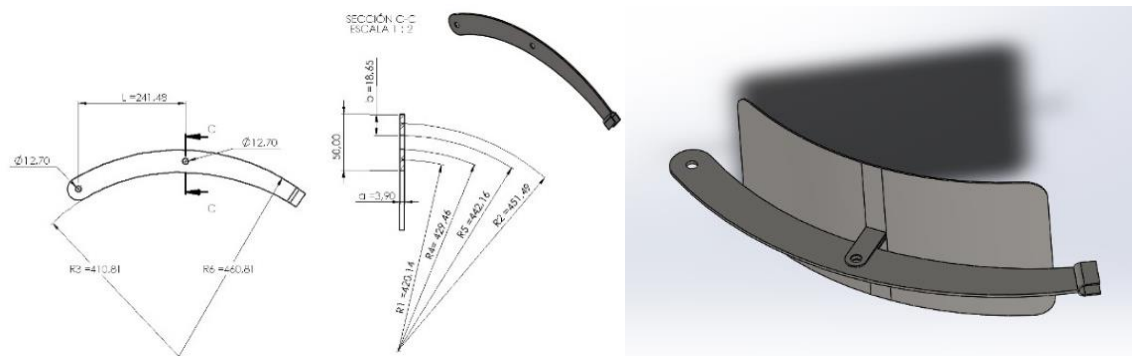
Momento	Espesor aleta	Modulo
$M = 1026[Lb - in]$	$t = 0.4428 \approx \frac{1}{2} [in]$	$S_w = 0.6667 [in^2]$
Esfuerzo cortante	Esfuerzo de flexión	Tamaño del filete
$w_s = 102.6 [Lb/in]$	$w_b = 1539 [Lb/in]$	$\phi = 0.1607 \approx \frac{3}{16} [in]$

Fuente: elaboración propia.

Las aletas tenían un espesor de 0.4428, fueron construidas con lámina calibre 1/2 con 12.5 mm de espesor, en tanto que el tamaño del filete de soldadura fue de 3/16.

4.3.1.8 Compuerta lateral. La compuerta lateral constó de una placa rectangular rolada de 175 X 350 mm, fabricada de lámina calibre 14, la que se ajustó al cuerpo interno del macerador por medio de una palanca pivote curva de calibre 9, con 3.97 mm de espesor, como se muestra a continuación.

Figura 22. Compuerta lateral



Fuente: elaboración propia.

Con base en las dimensiones dadas del brazo pivote, se procedió a calcular la resistencia de éste, implementando las expresiones establecidas por Hibbeler⁶¹ para flexión en vigas curvas. Se determinó el esfuerzo generado y se comparó con el esfuerzo máximo admisible del acero inoxidable 304, que es de 15700 psi. El esfuerzo calculado fue inferior a este, por tanto, las dimensiones del brazo pivote fueron adecuadas

$$A_t = 2 * a * b \quad (4.45)$$

$$\bar{r} = \frac{a*b*(r1+r2)}{A_t} \quad (4.46)$$

⁶¹ RUSSELL CHARLES, Hibbeler . Mecánica de materiales. México: Pearson Educación, 2017. pp. 328-330. ISBN 978-607-32-4099.

$$R = \frac{A_t}{a * \left(\ln\left(\frac{r_4}{r_3}\right) + \ln\left(\frac{r_6}{r_5}\right) \right)} \quad (4.47)$$

$$R_s = \left(Rpm * \frac{2\pi}{60} \right) \quad (4.48)$$

$$P = \frac{4 * M_m * g}{\pi * D^2} + \frac{\rho * (R_s)^2}{2} * \left(\frac{D}{2} \right)^2 + \rho * g * h \quad (4.49)$$

$$F = \frac{P * W * L_t}{10^6} \quad (4.50)$$

$$\sigma = \left(\frac{-\frac{F}{2} * L * (R - r_6)}{A_t * r * (\bar{r} - R)} + \frac{F}{A_t} \right) \quad (4.51)$$

Cuadro 30. Parámetros físicos para cálculo esfuerzos sobre el brazo pivote

Constante	Descripción	Valor
a	Espesor del brazo	3,97 [mm]
b	Alto de la sección transversal	18,65 [mm]
r1	Radio centroide inferior	420,135 [mm]
r2	Radio centroide superior	451,485 [mm]
r3	Radio interno brazo pivote	410,81 [mm]
r4	Radio inferior perforación	429,46 [mm]
r5	Radio superior perforación	442,16 [mm]
r6	Radio externo brazo pivote	460,81 [mm]
Rpm	Velocidad de giro del agitador	120 [Rpm]
Mm	Masa del grano de malta utilizada para la maceración	110 [Kg]
g	Gravedad	9,81 [m/s ²]
D	Diámetro del cuerpo	0,766 [m]
ρ	Densidad nominal del mosto cervecero	1060 [Kg/m ³]
h	Distancia desde la superficie de líquido hasta el centroide de la compuerta	0,3275 [m]
W	Alto de la compuerta	175 [mm]
Lt	Espesor de las placas	350 [mm]
L	Longitud del pivote de la compuerta	241,48 [mm]
σmaximo	Esfuerzo máximo admisible	15,7 [Ksi]

Fuente: elaboración propia.

A partir de la resolución de las ecuaciones anteriores, se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro 31. Esfuerzos sobre el brazo pivote

Área transversal	Ubicación del centroide	Ubicación del eje neutro
$A_t = 148.1 [mm^2]$	$\bar{r} = 435.8 [mm]$	$R = 435.2 [mm]$
Presión compuerta	Fuerza de la compuerta	Esfuerzo sobre el pivote
$P = 18024 [Pa]$	$F = 1104 [N]$	$\sigma = 87.02 [MPa] \approx 12.6 [Ksi]$

Fuente: elaboración propia.

Del cálculo realizado se pudo observar que el esfuerzo generado sobre el brazo fue inferior al máximo esfuerzo admisible del material, por tal motivo las dimensiones del brazo soportaron la carga impuesta.

4.3.1.9 Resistencia eléctrica. La resistencia eléctrica se instaló en el macerador para cumplir las funciones de calentamiento o sostenimiento de la temperatura, que dependió del tipo de maceración. Se ofreció una rata de calentamiento adecuada para el desarrollo de los procesos enzimáticos, la que estuvo alrededor de 1°C por minuto según lo establecido por Wolfgang⁶².

Para la selección, en primer lugar, se realizó un análisis aproximado de las pérdidas de temperatura que sufrió el mosto durante la maceración. Se procedió a calcular los coeficientes de transferencia de calor por convección en el exterior y el interior del recipiente. Para el cálculo del coeficiente externo se aplicaron las ecuaciones dadas por Cengel⁶³, mientras que en el caso del coeficiente interno se hizo uso de las expresiones dadas por Geankoplis⁶⁴, las que tienen en cuenta el caso especial

⁶² VOGEL, Wolfgang. Op. cit, p. 57.

⁶³ CENGEL, Yunus y GHAJAR, Afshin. Transferencia de calor y masa: fundamentos y aplicaciones. 4 ed. México D.F: McGraw Hill, 2011. pp. 522-528. ISBN 978-607-15-0540-8.

⁶⁴ GEANKOPLIS, Christie. Procesos de transporte y operaciones unitarias. México: compañía editorial continental, 1998. pp. 340. ISBN 9682613167.

de transferencia de calor en un recipiente enchaquetado sometido a agitación. Finalmente se obtuvo la temperatura inicial de la mezcla, luego de agregar la malta al agua. Posteriormente se calculó la potencia eléctrica necesaria para tener la rata de calentamiento deseada.

$$\beta = \frac{1}{T_p + 273.15} \quad (4.52)$$

$$R_a = \frac{g * \beta * (T_s - T_a) * L^3}{g^2} * P_r \quad (4.53)$$

$$N_u = \left(0.825 + \frac{0.387 * R_a^{\frac{1}{6}}}{\left(1 + \left(\frac{0.492}{P_r} \right)^{\frac{9}{16}} \right)^{\frac{1}{4}}} \right)^2 \quad (4.54)$$

$$H_e = \frac{N_u * K}{L} \quad (4.55)$$

$$H_i * \frac{D_t}{K_{int}} = a * \left(D_a^2 * N * \frac{\rho}{\mu} \right)^b * \left(C_p * \frac{\mu}{K_{int}} \right)^{\frac{1}{3}} * \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^m \quad (4.56)$$

$$A_{sc} = 2 * \pi * r * L \quad (4.57)$$

$$A_{se} = \left(\frac{(r^{P_s})^2 + 2 * r^{P_s} * \left(\frac{r}{2} \right)^{P_s}}{3} \right)^{\frac{1}{P_s}} \quad (4.58)$$

$$R_c = \frac{1}{H_i * A_{1sc}} + \frac{1}{H_e * A_{4sc}} + \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2 * \pi * K_{ac} * L} + \frac{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)}{2 * \pi * K_{as} * L} + \frac{\ln\left(\frac{r_4}{r_3}\right)}{2 * \pi * K_{ac} * L} \quad (4.59)$$

$$R_e = \frac{1}{H_i * A_{1se}} + \frac{1}{H_e * A_{2se}} + \frac{r_2 - r_1}{8 * \pi * K_{ac} * r_2 * r_1} \quad (4.60)$$

$$T_m = \frac{M_w * C_p_w * T_{w1} + M_g * C_p_g * T_{g1}}{M_m * C_p} \quad (4.61)$$

$$Q_g = \frac{(T_{mf} - T_m) * M_m * C_p}{t} + (T_m - T_a) * \left(\frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_e} \right) - W \quad (4.62)$$

Cuadro 32. Parámetros físicos para cálculo potencia de la resistencia eléctrica

Constante	Descripción	Valor
Ta	Temperatura del ambiente	25 [°C]
Ts	Temperatura superficial del macerador	30 [°C]
Tp	Temperatura de película	27,5 [°C]
L	Longitud característica del cuerpo	0,95 [m]
g	Gravedad	9,81[m/s ²]
P	Presión atmosférica en la ciudad de Bucaramanga	96 [KPa]
V	Viscosidad cinemática del aire a la Tp y P	1,67E-5 [m ² /s]
K	Conductividad térmica del aire a la Tp y P	0,02643 [W/m * °C]
Dt	Diámetro interno del tanque	0,766 [m]
N	Velocidad de giro del agitador	2 [Rps]
Da	Diámetro del impulsor	0,26 [m]
Cp	Calor específico del mosto determinado con la fracción másica de cada componente	3550 [J/Kg°C]
μ	Viscosidad dinámica nominal mínima del mosto	0,00153 [Pa * s]
μ_w	Viscosidad dinámica nominal máxima del mosto	0,00167 [Pa * s]
ρ	Densidad nominal del mosto cervecero	1060 [Kg/m ³]
Kint	Conductividad térmica del mosto	0,6 [W/m°C]
a	Coefficiente agitador de placas sin deflectores	0,36
b	Coefficiente agitador de placas sin deflectores	2/3
m	Coefficiente agitador de placas sin deflectores	0,21
r1	Radio interno del macerador	0,383 [m]
r2	Radio interno más espesor de la placa	0,3849 [m]
r3	Radio aislante	0,4484 [m]
r4	Radio externo del macerador	0,44885 [m]
Kac	Conductividad térmica del acero inoxidable 304	16,3 [W/m°C]
Kas	Conductividad térmica del aislante fibra de vidrio	0,039 [W/m°C]
Mw	Masa de agua utilizada para la maceración	330 [Kg]
Cpw	Calor específico del agua	4180 [J/Kg°C]
Tw1	Temperatura del agua para macerar	71 [°C]
Mg	Masa del grano de malta utilizada para la maceración	110 [Kg]
Cpg	Calor específico de la malta	1674 [J/Kg°C]
Tg1	Temperatura del grano de malta	25 [°C]
Mm	Masa de la mezcla agua-grano en maceración	440 [Kg]
W	Potencia suministrada por el agitador	746 [W]
t	Tiempo para que ocurra el incremento de 1 [°C]	90 [s]

Fuente: elaboración propia.

A partir de la resolución de las ecuaciones anteriores, se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro 33. Potencia de la resistencia eléctrica

Numero de Rayleigh	Numero de Nusselt
$R_a = 3.66E8 \left[\frac{1}{K} \right]$	$N_u = 90.6$
Coeficiente exterior de transferencia	Coeficiente interior de transferencia
$H_e = 2.52 \approx 3 \left[\frac{W}{m^2 * C} \right]$	$H_i = 119 \left[\frac{W}{m^2 * C} \right]$
Área superficial del cilindro	área superficial del elipsoide
$A1_{sc} = 2.286 [m^2]$ $A4_{sc} = 2.679 [m^2]$	$A1_{se} = 0.6369 [m^2]$ $A2_{se} = 0.6433 [m^2]$
Resistencia térmica del cilindro	Resistencia térmica del elipsoide
$R_c = 0.7841$	$R_e = 0.5314$
Temperatura inicial del mosto	Potencia de la resistencia eléctrica
$T_m = 65.65 [^{\circ}C]$	$Q_g = 16738 \approx 18000 [W]$

Fuente: elaboración propia.

Los cálculos realizados permitieron seleccionar una resistencia eléctrica de 18000 W, con una longitud máxima de 76 cm, con rosca NPT que se acopló al cuerpo del macerador.

4.3.2 Diseño del hervidor.

4.3.2.1 Cuerpo del hervidor. El cuerpo del hervidor se diseñó de manera similar al cuerpo del macerador, compuesto éste, de un casco cilíndrico unido a una cabeza elipsoidal 2:1 que funcionó como tapa inferior del recipiente. Así mismo, se

implementó una tapa superior plana. El tamaño del hervidor se calculó teniendo en cuenta que para el lavado se utilizaron 500 L de agua, a los que se les adicionó el volumen de mosto filtrado del macerador, este correspondió aprox., a los 330 L de agua iniciales, menos el retenido en el bagazo compuesto por aprox., 75 a 80% de agua según lo expuesto por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina⁶⁵, además de representar 31% de la masa de la malta utilizada durante la maceración según lo establecido por Nigam⁶⁶.

Por otra parte, se tuvo en cuenta un aumento del volumen ocasionado por el cambio de densidad del mosto (inferior al 3%) y la expansión, debido al calentamiento antes del hervor (inferior al 3%).

$$V_{hervidor[L]} = (V_{lote} + V_{agua} - Masa_{malta} * 0.31 * 0.75) * 1.06 \quad (4.63)$$

Donde: V_{lote} = 500 [L]; Litros deseados para cumplir la demanda.

V_{agua} = 330 [L]; Cantidad de agua en maceración.

$Masa_{malta}$ = 110 [Kg]; Masa de malta en maceración.

Cuadro 34. Volumen del hervidor

Volumen del hervidor
$V_{hervidor[L]} = 852.69 [L]$

Fuente: elaboración propia.

⁶⁵ MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y PESCA. Bagazo de cerveza. [sitio web]. Argentina: Argentina.gob.ar. [Consulta: 15 octubre 2020]. Disponible en: <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/documentos/TendenciaBagazo.pdf>

⁶⁶ POONAM SINGH, Nigam. *An overview: Recycling of solid barley waste generated as a by-product in distillery and brewery. Waste Management.* [en línea]. Coleraine: Ulster University. 22 febrero 2017, Vol. 62. pp. 255-261. [consulta: 15 octubre 2020]. ISSN 0956-053X.

Se realizó el cálculo de forma semejante al realizado en el macerador e implementando las ecuaciones 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 y 4.9. A partir de ello se obtuvo los siguientes resultados.

Cuadro 35. Determinación de las dimensiones del hervidor

Altura del cuerpo cilíndrico	Diámetro del recipiente
$h[m] = 1.05 [m]$	$D[m] = 0.95 [m]$
Volumen del hervidor	
$V_{hervidor[L]} = 856.5 [L]$	

Fuente: elaboración propia.

Para determinar el espesor del casco cilíndrico y elipsoidal se volvió a implementar las ecuaciones 4.10 y 4.11, teniendo en cuenta que el valor correspondiente al radio interno R, posee un valor de $R = 18.7 \text{ in}$.

Cuadro 36. Espesores del casco cilíndrico y el cabezal elipsoidal hervidor

Espesor casco cilíndrico	Espesor cabeza elipsoidal 2:1
$t = 0.05133 [in] = 1.304 [mm]$	$t = 0.05124 [in] = 1.302 [mm]$

Fuente: elaboración propia.

Debido a que no se encuentran comercialmente planchas con espesores de 1.617 mm se optó por escoger una de Calibre 14, con un espesor $t = 1.9 \text{ mm}$.

Al cuerpo del hervidor se le realizó una perforación de 1 in de diámetro, por el que fue ingresado un tramo de tubería doblada 90° y con extensión de 0.8 metros por

donde se realizó la extracción del fluido. El tubo en mención tenía una luz de aproximadamente, 1 cm con respecto al fondo, con el fin de reducir la pérdida, en lo posible. Adicionalmente la tapa plana se incorporó en dos secciones, una media luna que se fijó al cuerpo del macerador, y otra que se unió por medio de bisagras. Debido a que ésta tapa no iba a soportar carga, no se requirió ningún cálculo adicional para comprobar su resistencia.

4.3.2.2 Soportes del hervidor. Los soportes del hervidor se evaluaron de la misma forma que los del macerador, se planteó la misma longitud y radio de giro para mantener constante la relación de esbeltez y únicamente varió la carga impuesta por el equipo, que para el caso fue de $W = 2326$ lb. Se utilizaron nuevamente las ecuaciones 4.22, 4.23 y 4.24.

Cuadro 37. Área requerida para soportar el hervidor

Máximo esfuerzo a compresión	Máxima carga por soporte	Área transversal mínima
$F_a = 14951$ [psi]	$P_1 = 581.6$ [Lb]	$A_T = 0.0389$ [in ²]

Fuente: elaboración propia.

El área transversal con la que se contó fue de 0.5727 [in²], además cumplió con las condiciones de esfuerzo y esbeltez, por tal motivo los soportes de 1 in propuestos fueron los implementados.

4.3.2.3 Quemador. El quemador se seleccionó considerando que la rata de calor debía ser suficiente para elevar la temperatura del agua en al menos 1°C por minuto. A nivel general se consideró que la energía necesaria para calentar 100 litros de agua desde la maceración a 75°C hasta la hervidora en aprox.100°C era de

aproximadamente , 10 MJ, además e tuvo en cuenta que el calor aprovechado en una sala de cocción cervecera es de aprox. el 80% según lo dicho por kunze⁶⁷.

$$P_{[Kw]} = \frac{M * C_p * \Delta T}{t * 0.8} \quad (4.64)$$

Donde: M = 850 [Kg]; Masa de agua mosto que se llevara a hervor.

Cp = 4.18 [Kj/Kg*C]; Calor especifico del agua.

ΔT = 1 [°C]; Cambio de temperatura.

Cuadro 38. Potencia del quemador

Potencia del quemador
$P_{[Kw]} = 74 [Kw] \approx 250000 \left[\frac{BTU}{h} \right]$

Fuente: elaboración propia.

El sistema requirió un método de calefacción con un aporte igual o superior a 250000 BTU/h. En el mercado se encontraron quemadores que tienen incluido el sistema de control por medio de válvula reguladora de paso.

Adicionalmente se comprobó que la capacidad del hervidor entregó una cuota de evaporación adecuada, ésta osciló entre el 10% al 15% para pailas de cocción, gran desempeño según lo especificado por kunze⁶⁸. Como el volumen total de mosto fue de 800 litros, la evaporación a lo largo de 1 hora de trabajo se encontró entre 80 y

⁶⁷ KUNZE, Wolfgang. Op. cit, p. 362.

⁶⁸ Ibid., p. 325.

120 litros. La cuota de evaporación se calculó implementado las siguientes ecuaciones.

$$m_{ev} \left[\frac{Kg}{s} \right] = \frac{P}{h_{fg}} \quad (4.65)$$

$$L_{ev}[L] = \frac{m_{ev} * t}{\rho} * 1000 \quad (4.66)$$

Cuadro 39. Parámetros físicos para cálculo de la cuota de evaporación

Constante	Descripción	Valor
P	Masa de agua mosto que se llevara a hervor	74 [Kw]
hfg	Calor latente de vaporización del agua a presión de 96 [Kpa]	2261 [KJ/Kg]
t	Tiempo de Hervor	3600 [s]
ρ	Densidad del mosto	1060 [Kg/m ³]

Fuente: elaboración propia.

A partir de la resolución de las ecuaciones anteriores, se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro 40. Cuota de evaporación

Flujo evaporador	Litros evaporados
$m_{ev} = 0.03273 \left[\frac{Kg}{s} \right]$	$L_{ev}[L] = 111.16 [L]$

Fuente: elaboración propia.

Del cálculo realizado se observó que el sistema cumplió con la rata de evaporación requerida, al finalizar el hervor se contó con una capacidad de 690 a 710 litros.

4.3.3. Sistema enfriador. El sistema encargado de llevar el mosto desde el hervor hasta la temperatura de fermentación constó de dos equipos, el primero fue un serpentín de inmersión que redujo la temperatura hasta los 50°C, permitiendo desplazar el fluido por medio de una bomba. A través del segundo equipo, un intercambiador de placas, se redujo la temperatura desde los 50 hasta los 21°C.

Para el cálculo del serpentín se utilizaron las siguientes ecuaciones dadas por Cengel⁶⁹. Primero, se supuso un régimen de ebullición nucleada y se calculó la temperatura de la interfaz metal líquido, después se calculó el coeficiente de transferencia de calor por convección aplicando la ley de enfriamiento de Newton. Posteriormente se calculó el coeficiente de transferencia de calor al interior del serpentín determinando el régimen de flujo. Una vez se contó con los dos coeficientes se realizó un balance de energía, que permitió establecer el área de transferencia de calor necesaria para realizar el proceso.

$$q' = \frac{Q}{A_s} \quad (4.67)$$

$$q' = \mu_l * h_{fg} * \left(\frac{g * (\rho_l - \rho_v)}{\sigma} \right)^{\frac{1}{2}} * \left(\frac{cp * (T_s - T)}{C_{sf} * h_{fg} * Pr_l} \right)^3 \quad (4.68)$$

$$h_e = \frac{T_s - T}{q'} \quad (4.69)$$

⁶⁹ CENGEL, Yunus y GHAJAR, Afshin. Op. cit, pp. 588-590.

$$Re_i = \frac{4 * m_w}{\mu_w * \pi * D} \quad (4.70)$$

$$Nu_i = 0.023 * Re_i^{0.8} * Pr_i^{0.4} \quad (4.71)$$

$$h_i = \frac{Nu_i * k_i}{D} \quad (4.72)$$

$$Q_s = m_w * cp * (T_{ws} - T_{we}) \quad (4.73)$$

$$Q_s = \frac{m_m}{t} * cp_m * (T_{mi} - T_{mf}) \quad (4.74)$$

$$Q_s = U * A * \frac{T_{mi} - T_{ws} - (T_{mf} - T_{we})}{\ln\left(\frac{T_{mi} - T_{ws}}{T_{mf} - T_{we}}\right)} \quad (4.75)$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{\ln(D_o/D)}{2 * \pi * K_c * L} + \frac{1}{h_e} + r_f} \quad (4.76)$$

$$L = \frac{A}{2 * \pi * D_o} \quad (4.77)$$

Cuadro 41. Parámetros físicos longitud del serpentín

Constante	Descripción	Valor
Q	Potencia del calentador	74000 [W]
As	Área superficial del fondo del hervidor	0,6433 [m ²]
μ_l	Viscosidad dinámica del agua saturada a P=96 [Kpa]	0,0002864 [Pa * s]
hfg	Calor latente de vaporización del agua a P= 96 [Kpa]	2261 [KJ/Kg]
g	Gravedad estándar	9,81 [m/s ²]
ρ_l	Densidad del agua a P= 96 [Kpa]	959,5 [Kg/m ³]
ρ_v	Densidad del vapor a P= 96 [Kpa]	0,5681 [Kg/m ³]
σ	Tensión superficial de la interfaz liquido vapor	0,0589 [N/m]
Cp	Calor específico del agua	4180 [J/Kg°C]
T	Temperatura de saturación a P= 96 [Kpa]	98,5 [°C]
Csf	Coefficiente acero inoxidable-fluido	0,013
Prl	Numero de Prandtl del líquido	1,816
mw	Flujo masico de agua en el serpentín	0,5 [Kg/s]
μ_w	Viscosidad dinámica del agua a Temp= 31.11 [°C] P= 96 [Kpa] al interior del serpentín	0,0007792 [Pa * s]
Pri	Numero de Prandtl del líquido al interior del serpentín	5,39
Ki	Conductividad térmica del agua al interior del serpentín	0,6047 [W/m°C]
D	Diámetro interior del serpentín	0,02093 [m]
Twe	Temperatura del agua a la entrada del serpentín	15,5 [°C]
mm	Masa de mosto al finalizar el hervor	710 [Kg]
t	Tiempo de enfriamiento en el serpentín	1800 [s]
Cpm	Calor específico del mosto	3550 [J/Kg°C]
Tmi	Temperatura inicial del mosto	98,5 [°C]
Tmf	Temperatura final del mosto	50 [°C]
Do	Diámetro exterior del serpentín	0,02515 [m]
Kc	Conductividad térmica del serpentín de cobre	401 [W/m°C]
Rf	Factor de ensuciamiento interior y exterior del serpentín	0,0004 [m ² °C/W]

Fuente: elaboración propia.

A partir de la resolución de las ecuaciones anteriores, se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro 42. Longitud del serpentín

Flujo de calor	Temperatura superficial	Temperatura del agua
$q' = 115032 [w]$	$T_s = 108.2 [°C]$	$T_{ws} = 47.22 [°C]$
Calor del serpentín	Coefficiente global	Longitud del serpentín
$Q_s = 67906 [w]$	$U = 1520 \left[\frac{W}{m^2 * C} \right]$	$L = 6.7 [m]$

Fuente: elaboración propia.

Con respecto al cálculo del intercambiador de placas, nuevamente se implementaron las ecuaciones dadas por Cengel⁷⁰. En primer lugar, se determinó el diámetro hidráulico y el área transversal del intercambiador de placas, para ello se utilizaron los datos técnicos de un intercambiador alfa laval modelo CB20. Posteriormente se calculó el coeficiente de transferencia de calor del mosto y el agua. Una vez se contó con los dos coeficientes se realizó un balance de energía que permitió establecer el área de transferencia de calor necesaria, con el que se realizó el proceso, así como el número de placas con las que se construyó el intercambiador.

$$D_h = \frac{2*a*b}{a+b} \quad (4.78)$$

$$A_t = a * b \quad (4.79)$$

$$P_{re} = \frac{C_{pm}*\mu_m}{K_e} \quad (4.80)$$

$$R_{ee} = \frac{D_h*m_m}{\mu_m*A_t} \quad (4.81)$$

$$N_{ue} = 0.023 * R_{ee}^{0.8} * P_{re}^{0.3} \quad (4.82)$$

$$h_e = \frac{N_{ue}*k_e}{D_h} \quad (4.83)$$

$$R_{ei} = \frac{D_h*m_w}{\mu_w*A_t} \quad (4.84)$$

$$N_{ui} = 0.023 * R_{ei}^{0.8} * P_{ri}^{0.4} \quad (4.85)$$

$$h_i = \frac{N_{ui}*k_i}{D_h} \quad (4.86)$$

$$Q_s = \dot{m}_w * cp * (T_{ws} - T_{we}) \quad (4.87)$$

⁷⁰ CENGEL, Yunus y GHAJAR, Afshin. Op. cit, pp. 468-488.

$$Q_s = \dot{m}_m * c_{p_m} * (T_{me} - T_{ms}) \quad (4.88)$$

$$Q_s = U * A * \frac{T_{me} - T_{ws} - (T_{ms} - T_{we})}{\ln\left(\frac{T_{me} - T_{ws}}{T_{ms} - T_{we}}\right)} \quad (4.89)$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + r_f + \frac{e}{K_{ac}} + \frac{1}{h_e} + r_f} \quad (4.90)$$

$$N_{tp} = \frac{A}{b * L_p} \quad (4.91)$$

Cuadro 43. Parámetros físicos tamaño intercambiador de placas

Constante	Descripción	Valor
a	Separación entre placas	0,0012 [m]
b	Ancho de las placas	0,094 [m]
Cpm	Calor específico del mosto	3550 [J/Kg°C]
μ_m	Viscosidad dinámica del mosto	0,00153 [Pa * s]
Ke	Conductividad térmica del mosto	0,6 [W/m°C]
mm	Flujo masico de mosto	0,4 [[Kg/s]
mw	Flujo masico de agua	0,5 [Kg/s]
μ_w	Viscosidad dinámica del agua	0,0008935 [Pa * s]
Pri	Numero de Prandtl del agua	6287
Ki	Conductividad térmica del agua	0,5945 [W/m°C]
Cp	Calor específico del agua	4180 [J/Kg°C]
Twe	Temp agua a la entrada del intercambiador	15 [°C]
Tme	Temp mosto a la entrada del intercambiador	50 [°C]
Tms	Temp del mosto a la salida del intercambiador	21 [°C]
e	Espesor de las placas	0,0003 [m]
Kac	Conductividad térmica de las placas	16,3 [W/m°C]
Rf	Factor de ensuciamiento interior y exterior del serpentín	0,0002 [m ² °C/W]
Lp	Largo efectivo de la placa	0,25 [m]

Fuente: elaboración propia.

A partir de la resolución de las ecuaciones anteriores, se obtuvo los siguientes resultados

Cuadro 44. Tamaño del intercambiador de placas

Diámetro hidráulico	Área transversal	Temp. Salida del agua
$D_h = 0.00237 [m]$	$A_t = 1.128E - 4 [m^2]$	$T_{ws} = 34.7 [^{\circ}C]$
Calor del intercambiador	Coefficiente global	Número de placas
$Q_s = 41180 [w]$	$U = 1802 \left[\frac{w}{m^2 * C} \right]$	$Ntp = 97.87$

Fuente. elaboración propia.

Los cálculos realizados permitieron escoger un serpentín con una longitud de 8 metros y un intercambiador de placas alfa laval CB20 con 110 placas, el sobredimensionamiento se hizo teniendo en cuenta la variación que podían generar las propiedades del mosto.

4.3.4 Sistema hidráulico. El sistema hidráulico constó de una red de tubería que interconectó el tanque de almacenamiento, el macerador, el hervidor y el intercambiador de placas. A través del arreglo de válvulas se generaron circuitos hidráulicos individuales que permitieron realizar las operaciones de trasvase. De otra parte, se contó con una bomba que permitió desplazar el fluido.

El diseño de este sistema determinó el tamaño de la tubería que se implementó, para este fin se utilizó como criterio la velocidad máxima que debía llevar el flujo, que fue la más baja posible, con el propósito de eliminar problemas asociados con los golpes de ariete. Algunos autores proponen velocidades que se ubican en el rango de 0.5 m/s hasta 1.2 m/s⁷¹. Se consideró en el sistema, que los flujos nominales durante la operación variaran entre 20 y 35 litros por minuto.

⁷¹ CALLEJA COLORADO, Jaime. Diseño de una planta de elaboración de cerveza artesanal para consumo directo, micro cervecería. Trabajo de grado Ingeniero químico. Cádiz: Universidad de Cadís, 2013. p. 153.

Se implementaron las siguientes ecuaciones y se propusieron 3 tamaños de tubería nominal, a fin de determinar cuál cumplía con las condiciones dadas.

$$Q_{mps} = \frac{Q_{lpm}}{60000} \quad (4.92)$$

$$A_t = \frac{\pi * D^2}{4} \quad (4.93)$$

$$V = \frac{Q_{mps}}{A_t} \quad (4.94)$$

Donde: Qlpm = 20; 35 [Lpm]; caudal en litros por minuto.

D = 0.01576; 0.02096; 0.02664 [m]; diámetro interno de la tubería.

A partir de la resolución de las ecuaciones anteriores, se obtuvo los siguientes resultados

Cuadro 45. Diámetro de la tubería

Tubería	1/2"		3/4"		1"	
Caudal [Lpm]	20	35	20	35	20	35
Velocidad [m/s]	1.709	2.99	0.9661	1.691	0.598	1.047

Fuente: elaboración propia.

Como se pudo observar, la tubería que cumplió con el rango de velocidades impuesto fue la de 1", por tal motivo fue la que se implementó para la red hidráulica.

Posteriormente se seleccionó una bomba capaz de desplazar el fluido, como existen diversos circuitos que funcionan con la misma bomba se evaluó la curva de funcionamiento de cada uno de éstos y se garantizó el funcionamiento para cualquier configuración disponible, en el anexo A se observa el arreglo de tubería.

Se tabuló así mismo, la longitud de la tubería implementada y los accesorios por los que el líquido fluyó, se graficaron las curvas de operación del sistema superponiéndose a la curva de operación de la bomba, la que corresponde a la referencia FIX05E de Aqua pak. Las gráficas fueron realizadas por medio de la ecuación de la energía y pérdidas⁷².

$$A_t = \frac{\pi * D^2}{4} \quad (4.95)$$

$$Q_{mps} = \frac{Q_{lpm}}{60000} \quad (4.96)$$

$$V = \frac{Q_{mps}}{A_t} \quad (4.97)$$

$$R_e = \frac{\rho * V * D}{\mu_m} \quad (4.98)$$

$$f = \frac{0.25}{\log\left(\frac{1}{3.7 * \left(\frac{D}{\epsilon}\right)} + \frac{5.74}{R_e^{0.9}}\right)} \quad (4.99)$$

$$K_{total} = \sum(K_i * cantidad_i) \quad (4.100)$$

$$h_l = \left(f * \frac{L_i}{D} + K_{total}\right) * \frac{V^2}{2 * g} \quad (4.101)$$

$$h_b = h_l + \Delta Z \quad (4.102)$$

⁷² MOTT, Robert. Mecánica de fluidos. México: Pearson Educación, 2015. pp. 155-247. ISBN 978-607-32-3288-3.

Cuadro 46. Parámetros físicos altura de la bomba

Constante	Descripción	Valor
D	Diámetro interno de la tubería	0,02664 [m]
ρ	Densidad nominal del mosto cervecero	1060 [Kg/m^3]
μ_m	Viscosidad dinámica del mosto	0,00153 [$Pa \cdot s$]
ϵ	Aspereza del acero inoxidable	0,000002 [m]
Qlpm	Caudal en litros por minuto	0-50 [Lpm]

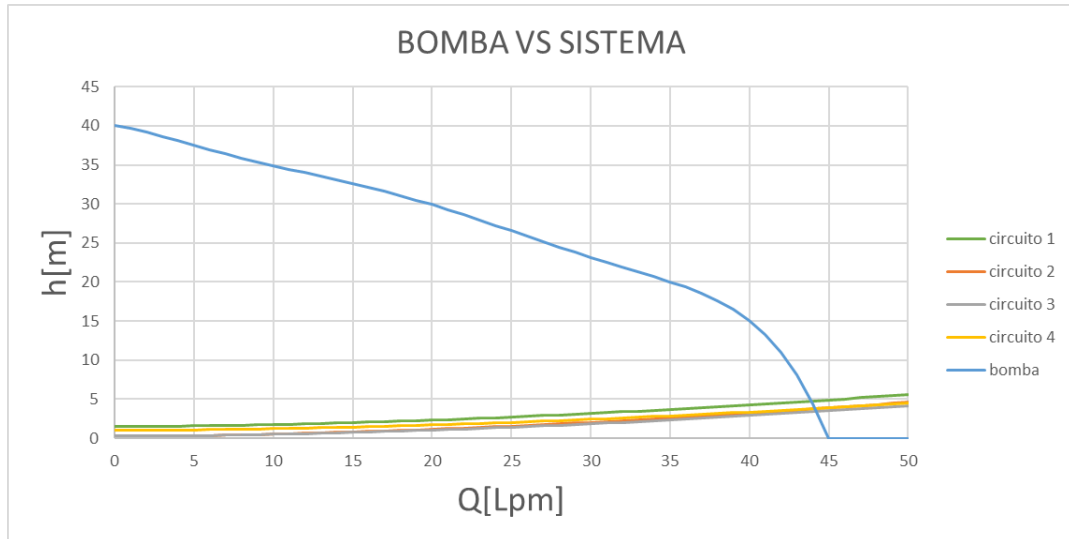
Fuente: elaboración propia.

Cuadro 47. Accesorios red hidráulica

Circuito 1		Tanque de agua al hervidor			
Circuito 2		Hervidor al macerador			
Circuito 3		Macerador al hervidor			
Circuito 4		Hervidor al intercambiador			
Circuito		1	2	3	4
Cambio de altura		1.5 [m]	0.25 [m]	0.25 [m]	1 [m]
Accesorios	Coef. Perdidas	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Tubería	N/A	5.6 [m]	5.7 [m]	5.4 [m]	7 [m]
Válvula solen.	$K = 340 \cdot f$	3	3	3	2
Válvula comp.	$K = 8 \cdot f$	1	1	1	1
Codo 90°	$K = 30 \cdot f$	4	6	5	2
Tee cruzado	$K = 60 \cdot f$	2	2	2	2
Tee directo	$K = 20 \cdot f$	1	2	2	1
Doblez 90°	$K = 12 \cdot f$	0	1	0	0

Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Curva de la bomba vs Curva del sistema



Fuente: elaboración propia.

Como se pudo observar la bomba fue capaz de desplazar el fluido, sin embargo, debido a su sobredimensionamiento fue necesario aumentar las pérdidas del sistema con la finalidad de operar en el caudal requerido, que para el caso fue de 24 Lpm en el circuito 4. Este resultado se logró al cerrar parcialmente la válvula de la compuerta.

4.3.5 Sistema de control eléctrico. El control eléctrico de los componentes se planteó en forma de diagrama de contactos como se puede ver en el anexo B y se hizo a partir del *grafcet* del sistema, siguiendo el lenguaje *KOP*, esto debido a la facilidad de adaptarlo a un control físico comandado por configuración de relevadores y contactores o implementar un microcontrolador con *software* que permita reemplazar la transición de estados por sentencias del tipo *if*, *for* y *delay*.

La propuesta incluye un circuito hidráulico, que constó de una serie de equipos que están dispuestos en el cuadro 48, con su respectiva nomenclatura.

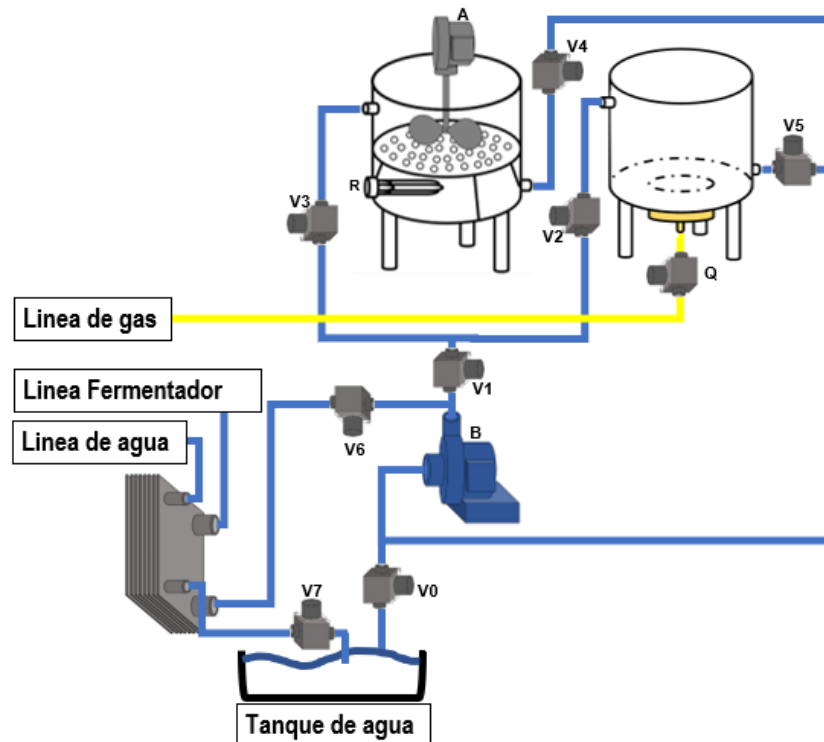
Cuadro 48. Dispositivos y accesorios del sistema eléctrico

Nomenclatura	Dispositivo
P	Pulsador
V	Válvula
T	Temporizador
B	Bomba
R	Resistencia
A	Agitador
Q	Quemador
Z	Contador
S	Sensor

Fuente: elaboración propia.

El siguiente esquema ilustra el sistema completo para el proceso de maceración cocción de cerveza artesanal, con el respectivo nombre de sus componentes.

Figura 24. Esquema de accesorios del sistema eléctrico



Fuente: elaboración propia.

En el siguiente cuadro, se visualizan los diferentes estados durante un ciclo completo de producción, como también el proceso y acción que se llevó a cabo en cada uno de los estados.

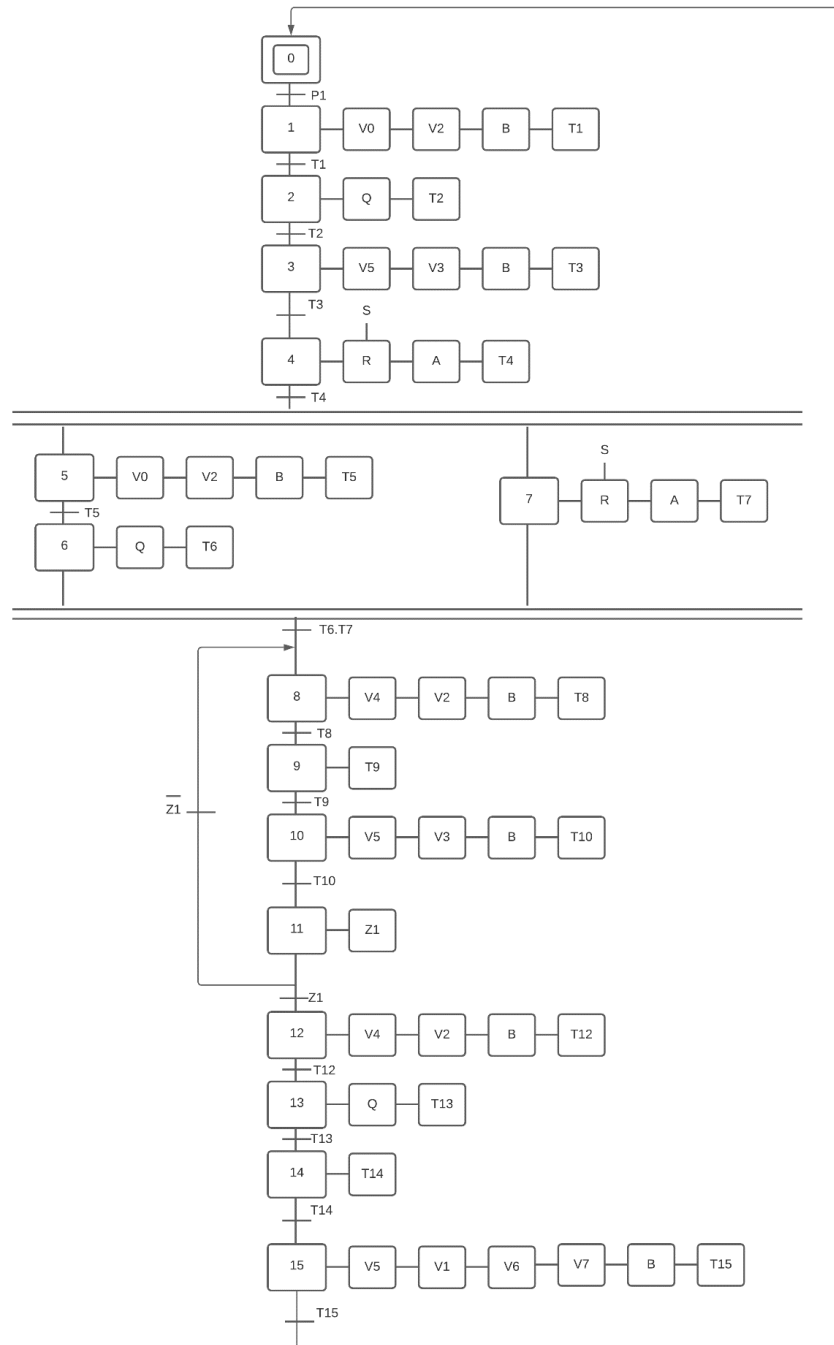
Cuadro 49. Estados del proceso

Estados	Descripción del proceso	Acción
1	Trasvase	<ul style="list-style-type: none"> • Energizar V0, V2, B • Apagar a los T1 min
2	Calentamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Activar el quemador • Apagar a los T2 min
3	Calentamiento a maceración	<ul style="list-style-type: none"> • Energizar V5, V3, B • Apagar a los T3 min
4	Maceración	<ul style="list-style-type: none"> • Activar el sensor <i>on-off</i> con la resistencia • Energizar el agitador
5	Energización válvulas y bomba	<ul style="list-style-type: none"> • A los T4 min energizar V0, V2, B durante T5 min
6	ON quemador OFF agitador	<ul style="list-style-type: none"> • Activar el quemador durante T6 min • Apagar el agitador a los T7 min
7	Lavar en ciclo loop	<ul style="list-style-type: none"> • 25 ciclos de lavados de estado 8 a estado 11
8	Energización válvulas y bomba	<ul style="list-style-type: none"> • Encender V4, V2, B, durante T8 min
9	Espera programada	<ul style="list-style-type: none"> • Espera (delay) de T9 min
10	Energización válvulas y bomba	<ul style="list-style-type: none"> • Encender V5, V3, B, durante T10 min
11	Contador ciclos de lavado	<ul style="list-style-type: none"> • Contar cantidad ciclos de lavado
12	Macerador hervidor	<ul style="list-style-type: none"> • Encender V4, V2, B • Apagar a los T12 min
13	Hervidura	<ul style="list-style-type: none"> • Activar el quemador • Apagar a los T13 min
14	Enfriamiento primario serpentín	<ul style="list-style-type: none"> • Espera (delay) de T14 min
15	Enfriamiento secundario intercambiador	<ul style="list-style-type: none"> • Energizar V5, V1, V6, V7, B • Apagar a los T15 min

Fuente: elaboración propia.

A partir del cuadro 49, se desarrolló el diagrama lógico en *grafcet*, que permitió describir de forma sencilla los procesos a automatizar.

Figura 25. *Grafcet* del sistema de maceración-cocción



Fuente: elaboración propia.

5. CONSTRUCCIÓN DEL MODULO ESCALADO

Para la construcción del módulo de maceración-cocción escalado se escogió en primer lugar, el nivel de escalado que permitió mantener la mayor similitud al sistema diseñado, se construyó un equipo con una capacidad de 50 litros por ciclo de operación. A continuación se presentan las dimensiones y características del macerador, hervidor y demás componentes del módulo escalado. Estos fueron determinados al implementar las ecuaciones de diseño utilizadas en el sistema de 120000 litros anuales.

Cuadro 50. Dimensiones macerador escalado

MACERADOR	
Componente	Dimensión
Volumen de mezcla	50 [L]
Altura del cuerpo cilíndrico	44,1 [Cm]
Diámetro interno del recipiente	35,56 [Cm]
Espesor del cuerpo y cabezal	1,9 [mm]
Espesor de la tapa	1,9 [mm]
Altura del soporte	44,49 [Cm]
Diámetro de tubería del soporte	1 [in] SCHD 40
Espesor del aislante	2 [in]
Espesor de la criba	1,9 [mm]
Diámetro de la criba	35 [Cm]
Diámetro de las perforaciones	1,5 [mm]
Diámetro interno del soporte criba	25,56 [Cm]
Longitud del aspersor	18,19 [Cm]
Diámetro tubería del aspersor	1 [in] SCHD 40
Diámetro perforaciones del aspersor	6,4 [mm]
Diámetro del agitador	5/8 [in]
Espesor de las aletas	3/16 [in]
Potencia del motor	1/2 [Hp]
Peso máximo del motor	6 [Kg]
Longitud de la resistencia eléctrica	32 [Cm]
Potencia de la resistencia eléctrica	1800 [W]
Alto de la compuerta	19,4 [Cm]
Ancho de la compuerta	24,2 [Cm]
Espesor de la compuerta	1,9 [mm]

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 51. Dimensiones hervidor escalado

HERVIDOR	
Componente	Dimensión
Volumen de mezcla	95 [L]
Altura del cuerpo cilíndrico	50,53 [Cm]
Diámetro interno del recipiente	45,72 [Cm]
Espesor del cuerpo y cabezal	1,9 [mm]
Espesor de la tapa	1,9 [mm]
Altura del soporte	44,49 [Cm]
Diámetro de tubería del soporte	1 [in] SCHD 40
Espesor del aislante	2 [in]
Potencia del quemador	30000 [Btu/h]
Potencia de la bomba	1/2 [Hp]
Diámetro tubería sistema hidráulico	3/4 [in] SCHD 40
Longitud serpentín contracorriente	7 [m]
Longitud serpentín inmersión	7 [m]

Fuente: elaboración propia.

Durante el proceso de fabricación del macerador y hervidor fue necesario realizar diferentes procesos para obtener el equipo final. Se describen a continuación, los pasos en común, que tubo la fabricación del macerador y hervidor:

5.1 PROCESOS EN COMÚN

5.1.1 Cabeza elipsoidal 2:1. Se realizó por medio de una máquina bombeadora, haciendo uso de lámina de acero inoxidable 304 calibre 14.

Figura 26. Cabeza elipsoidal



Fuente: elaboración propia.

5.1.2 Cuerpo interno macerador y hervidor. Se realizó por medio de una máquina roladora, haciendo uso de lámina de acero inoxidable 304 calibre 14.

Figura 27. Cuerpo interno



Fuente: elaboración propia.

5.1.3 Conformado de los soportes. Se hicieron los soportes de los equipos, con tubería de 1" cedula 40, se utilizó una arandela a la que se le soldó una tuerca y por último se soldó la arandela al tubo.

Figura 28. Soportes equipo



Fuente: elaboración propia.

5.1.4 Armado del soporte nivelador. Se colocaron las patas niveladoras a los cuatro soportes de cada uno de los equipos.

Figura 29. Patas niveladoras



Fuente: elaboración propia.

5.1.5 Soldado de los soportes. Se unieron los soportes a los recipientes por medio de soldadura tipo *TIG*.

Figura 30. Soldadura soportes



Fuente: elaboración propia.

5.2 CONSTRUCCIÓN DEL HERVIDOR

5.2.1 Unión cabezal-cuerpo hervidor. Se realizó mediante el proceso soldadura *TIG* y se cerró el cuerpo interno del hervidor.

Figura 31. Soldadura cuerpo interno y cabezal hervidor



Fuente: elaboración propia.

5.2.2 Perforación del cuerpo. Se realizó una perforación de 1' mediante un taladro, por el cordón de soldadura.

Figura 32. Perforación



Fuente: elaboración propia.

5.2.3 Unión de la arandela soporte del hervidor. Se soldó la arandela en la intersección del cuerpo y la cabeza elipsoidal, como también un niple de 1" cédula 40, roscado a la salida. Además, se procedió a soldar la arandela superior, como también una tira de lámina soldada en la arandela superior e inferior, proceso soldadura *TIG*.

Figura 33. Soldadura arandelas hervidor



Fuente: elaboración propia.

5.2.4 Adecuaciones de la tapa y aislante del hervidor. Se cortó media circunferencia en lámina de acero inoxidable 304 calibre 14, a la que se le realizaron dos perforaciones de 1", esta se soldó en la parte superior del equipo, y por último se procedió a soldar una tira de lámina alrededor de ésta. Así mismo, se soldaron dos tuberías de 1" cedula 40, una de éstas roscada a la salida y la otra totalmente lisa, la que correspondió a la salida atmosférica.

Adicionalmente se cortó media circunferencia y se le soldó una tira de lámina, se unieron ambas medias circunferencias por medio de dos bisagras y por último se soldó una manija que permitió abrir de manera sencilla el equipo.

Se dispuso la colocación de dos capas de fibra de vidrio.

Figura 34. Fabricación tapa y puesta de aislante



Fuente: elaboración propia.

5.2.5 Instalación de la camisa del hervidor. Se utilizó lámina de acero inoxidable 430, calibre 22, para cubrir el aislante utilizando la técnica de remachado.

Figura 35. Remachado



Fuente: elaboración propia.

5.2.6 Presentación del hervidor terminado. Se hizo una pulida y limpiado de las zonas soldadas y rayadas.

Figura 36. Hervidor final



Fuente: elaboración propia.

5.2.7 Base del quemador. Se utilizaron 4 ángulos en L de 2" para la base del quemador y 4 ángulos de 1" para hacer los soportes. Se soldó un pedazo de lámina en la parte inferior del soporte en ángulo, se perforó y se soldó una tuerca. Finalmente se colocaron las patas niveladoras.

Figura 37. Base del quemador



Fuente: elaboración propia.

5.3 CONSTRUCCIÓN DEL MACERADOR

5.3.1 Perforación del cabezal. Se realizó una perforación de 1" mediante un taladro en el centro del fondo.

Figura 38. Perforación cabezal



Fuente: elaboración propia.

5.3.2 Unión del cuerpo y el soporte de la criba. Se soldó el envoltorio del macerador, seguidamente se soldó una arandela interna, que cumplió la función como soporte de la criba.

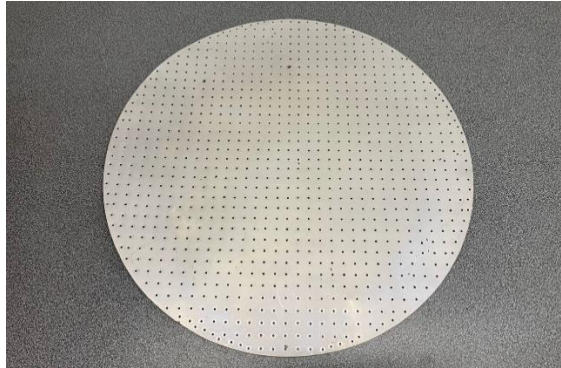
Figura 39. Soldadura envoltorio y soporte criba



Fuente: elaboración propia.

5.3.3 Construcción de la criba. Se cortó una circunferencia en lámina de acero inoxidable 304 calibre 14, y se perforaron agujeros de 1,5 mm, con un taladro vertical, con espaciamiento vertical y horizontal de 1 cm.

Figura 40. Criba



Fuente: elaboración propia.

5.3.4 Unión cabezal-cuerpo macerador. Soldadura del cuerpo interno con el cabezal elipsoidal: Se realizó mediante el proceso soldadura *TIG* y se cerró el cuerpo interno del macerador, también se soldó una tubería de 1" cedula 40 en el agujero realizado anteriormente en el cabezal. La salida de la tubería se encuentra roscada.

Figura 41. Soldadura cuerpo interno y cabezal macerador



Fuente: elaboración propia.

5.3.5 Corte de la compuerta. Se realizó un corte rectangular en el cuerpo cilíndrico, mediante una cortadora manual.

Figura 42. Corte rectangular cuerpo macerador



Fuente: elaboración propia.

5.3.6 Unión de la arandela soporte del macerador. Se acomodó y soldó la arandela en la intersección del cuerpo y la cabeza elipsoidal. Además se soldó la arandela superior, por medio del proceso de soldadura *TIG*.

Figura 43. Soldadura arandelas macerador



Fuente: elaboración propia.

5.3.7 Fabricación del aspersor. Se utilizó tubería de 1" cedula 40, se le realizaron 24 agujeros con una broca de 1/4", uno de sus extremos se roscó. Además se adecuó una copa de 1 1/4" a 1" y se hizo el refrentado con un torno. Finalmente se dobló un tramo de tubería de 1" cedula 40, por medio de una dobladora de tubos.

Figura 44. Aspersor



Fuente: elaboración propia.

5.3.8 Caja de compuerta. Debido a las dimensiones del equipo, la compuerta del macerador se modificó como se muestra a continuación. Se cortó lámina de acero inoxidable 304 calibre 14 y se procedió a doblar para formar la caja, tal como se ve en la figura, finalmente se hizo un cordón de soldadura para cerrarla.

Figura 45. Caja compuerta



Fuente: elaboración propia.

5.3.9 Cubierta del sensor. Adecuación de un tramo de tubería de $\frac{3}{4}$ " , se realizó el refrentado con un torno, que permitió alojar el sensor de temperatura. Al lado derecho del equipo se soldó el tramo de tubería para alojar el sensor. Así mismo, concéntricamente se soldó un tramo de tubería de 1" con el fin de que sobresaliera el diámetro exterior del equipo.

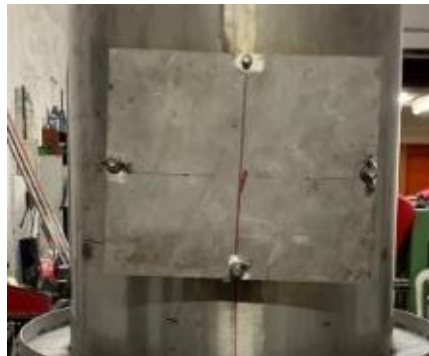
Figura 46. Sensor temperatura



Fuente: elaboración propia.

5.3.10 Adecuaciones de la compuerta. Se soldaron 4 pernos a la caja de la compuerta, para encajar la puerta de la compuerta. La puerta en mención se construyó cortando una lámina rectangular de acero inoxidable 304 calibre 14, lámina a la que se le hicieron 4 agujeros que encajaron perfectamente con los pernos soldados.

Figura 47. Compuerta



Fuente: elaboración propia.

5.3.11 Fabricación del agitador. Se realizó el eje del agitador con un eje de 7/8" al que se le soldó tres placas calibre 3/8'.

Figura 48. Agitador



Fuente: elaboración propia.

5.3.12 Adecuaciones del macerador. Al lado izquierdo del equipo se soldó un tramo de tubería roscada de 1" cedula 40, sitio en el que se encuentra la resistencia eléctrica.

Se utilizó lámina de acero inoxidable 430, calibre 22, para cubrir el aislante utilizando la técnica de remachado.

Figura 49. Macerador



Fuente: elaboración propia.

5.4 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DEL MODULO ESCALADO

La construcción y ensamblaje del módulo de maceración-cocción escalado presentó los siguientes costos de fabricación.

Tabla 1. Sistema eléctrico

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V.UNITARIO	V/TOTAL
1	DS18B20 (Sensor temperatura)	\$ 11.400	\$ 11.400
1 m	Termoencogible cal 4	\$ 600	\$ 600
2 m	Termoencogible cal 8	\$ 1.000	\$ 2.000
1	Modulo controlador motores	\$ 18.000	\$ 18.000
6	1x14Negro (cable calibre 14 negro)	\$ 800	\$ 4.800
6	Cabsteneq (Cable stereo negro)	\$ 1.000	\$ 6.000
1	CT10-1 (potenciómetro 10k sencillo)	\$ 800	\$ 800
10	Puepro H-H (Puentes H-H)	\$ 300	\$ 3.000
10	Puepro M-H (Puentes M-H)	\$ 300	\$ 3.000
1m	Termo1 (Termoencogible)	\$ 400	\$ 400
1	Prensa estopa 13,5 mm	\$ 2.250	\$ 2.250
1	Condensador de arranque 50 mf	\$ 20.000	\$ 20.000
1	Resistencia eléctrica para calentador de agua racer de 1"	\$ 60.000	\$ 60.000
1	Arduino uno	\$ 20.000	\$ 20.000
18 m	Cable dúplex calibre 14	\$ 1.000	\$ 18.000
4	Enchufe de caucho	\$ 3.500	\$ 14.000
4	Switch codillo on-off 15a 110v	\$ 3.500	\$ 14.000
1	Multitomas 6 salidas	\$ 26.900	\$ 26.900
	V.TOTAL		225.150

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Sistema hidráulico

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V.UNITARIO	V/TOTAL
1	Tubo 3/4" 304L SCH-40 1"*6M	\$ 203.490	\$ 203.490
62	Roscada tubería 3/4 "	\$ 3.000	\$ 186.000
1	Tramo tubería 3/4" (36 cm)	\$ 17.000	\$ 17.000
2	Roscada tubería 1"	\$ 3.500	\$ 7.000
1	Tramo tubería 1" (36 cm)	\$ 15.000	\$ 15.000
1	UNITEC electrobomba 1/2 Hp	\$ 150.000	\$ 150.000
1	Motor monofásico Exh 1/2 Hp	\$ 345.450	\$ 345.450
	V.TOTAL		923.940

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Sistema de gas

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V.UNITARIO	V/TOTAL
2	Válvula industrial diamante	\$ 14.000	\$ 28.000
2	Perforaciones macho	\$ 6.000	\$ 12.000
1	Codo 3/8"	\$ 3.000	\$ 3.000
1	Tapón 3/8"	\$ 3.000	\$ 3.000
1	Niple 15 cm	\$ 9.000	\$ 9.000
2	Perilla industrial de perilla	\$ 1.500	\$ 3.000
1	Pimpina gas 40lbs	\$ 70.000	\$ 70.000
1	Regulador de gas	\$ 16.000	\$ 16.000
	V.TOTAL		\$ 144.000

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Equipos

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V.UNITARIO	V/TOTAL
1	Hervidor y macerador	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000
4	Caneca plástica	\$ 37.000	\$ 148.000
1	Base quemador	\$ 60.000	\$ 60.000
	V.TOTAL		4.208.000

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Accesorios

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V.UNITARIO	V/TOTAL
7	codos 3/4 "	\$ 6.400	\$ 44.800
2	Codos 1"	\$ 9.600	\$ 19.200
7	Juntas universales 3/4"	\$ 16.000	\$ 112.000
4	Tee 3/4 "	\$ 9.500	\$ 38.000
2	Bushing de 1x3/4"	\$ 7.500	\$ 15.000
7	válvula de bola 3/4"	\$ 30.000	\$ 210.000
4	Copa 1x3/4"	\$ 9.000	\$ 36.000
3	Racores Ref:5(bushing 3/4 x 3/8)	\$ 8.300	\$ 24.900
4	Racores Ref:5 (b-3 3/4)	\$ 12.500	\$ 50.000
8	tubería Ref:6 (Cobre 3/8)	\$ 12.600	\$ 100.800
8	Mangueras Ref:4 (ballestel 3/4	\$ 10.000	\$ 80.000
2	Tee inox (D) 3/4 roscada	\$ 13.200	\$ 26.400
	V.TOTAL		772.500

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Insumos

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V.UNITARIO	V/TOTAL
18,2 Kg	Malta base	6.000 \$/Kg	\$ 109.200
6,8 Kg	Malta especial	7500 \$/kg	\$ 51.000
360 gr	Lúpulo	250 \$/kg	\$ 90.000
46 gr	Levadura	600\$/kg	\$ 27.600
	V.TOTAL		277.800

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Costos de construcción

COSTOS CONSTRUCCIÓN	
Sistema	Costo
Sistema eléctrico	\$ 225.150
Accesorios	\$ 772.500
Sistema gas	\$ 144.000
Insumos	\$ 277.800
Sistema hidráulico	\$ 923.940
Equipos	\$ 4.208.000
TOTAL	\$ 6.551.390

Fuente: elaboración propia.

6. PRUEBAS

Las pruebas se realizaron en 2 etapas, en una de ellas, se hizo la adecuación de las materias primas y su posterior uso en el proceso de elaboración de lotes de cerveza.

6.1 ADECUACIÓN DE MATERIAS PRIMAS

6.1.1 Molienda de la malta. Cuando se compraron los insumos, la malta venia con el grano sin moler, por lo que se realizaron 6 tipos de molienda, con la finalidad de seleccionar el óptimo para el proceso. A continuación, se presenta una comparación del antes y el después del proceso de molienda, para el que se utilizó un molino manual.

Figura 50. Malta antes y después de moler



Fuente: elaboración propia.

Figura 51. Tipos de molienda de malta



Fuente: elaboración propia.

6.1.2 Gramaje de los insumos. Se determinó la cantidad de material necesario para lotes de 50 litros de cerveza, con el fin de probar el sistema a su máxima capacidad.

- Malta base = 23.69 Lb \approx 10.75 Kg.

Estilo: Malta Múnich.

Fabricante: *Best Maltz* / Alemania.

Uso: Hasta 100 %.

Se utilizaron 10.9 Kg de malta base.

Figura 52. Gramaje de malta base.



Fuente: elaboración propia.

- Malta especial = 9.21 lb \approx 4.18 Kg.

Estilo: Malta Chocolate.

Fabricante: *Best Maltz* / Alemania.

Uso: Hasta 15% (Dependiendo el estilo de cerveza).

Se utilizo 4.3 Kg de malta especial.

Figura 53. Gramaje de malta especial



Fuente: elaboración propia.

- Lúpulo = 223.69 g \approx 224 g.

Estilo: Summit

Fabricante: *Yakima Valleg* / Estados Unidos

Uso: Hasta 15% (Dependiendo el estilo de cerveza)

Se utilizo 224 g de lúpulo

Cultivo: 2017

Figura 54. Gramaje de lúpulo total



Fuente: elaboración propia.

El lúpulo se dosificó en seis paquetes del mismo tamaño, cinco paquetes de 37 g y uno de 39 g.

Figura 55. Gramaje de lúpulo dosificado



Fuente: elaboración propia.

- Levadura = 30.27 g \approx 31 g.

Estilo: SafAle K-97

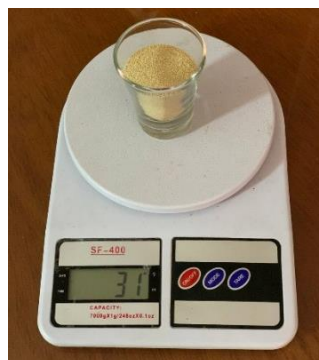
Fabricante: Fermentis/ Ceba Alemana

Uso: Buena atenuación, buena azúcar residual, buena retención de azúcar

Se utilizó 34 g de lúpulo

Cultivo: 2018

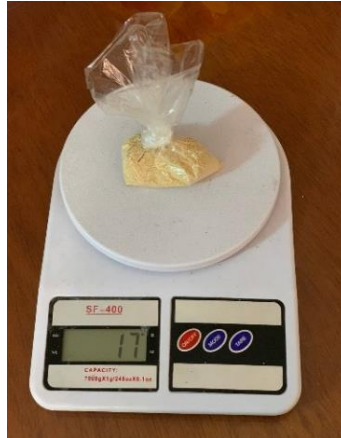
Figura 56. Gramaje de levadura total



Fuente: elaboración propia.

Levadura se dosifico en dos paquetes del mismo tamaño, 17 g cada uno.

Figura 57. Gramaje de levadura dosificada



Fuente: elaboración propia.

6.2 PROCESO DE FABRICACION DE CERVEZA.

- Para el proceso de fabricación se realizó el ensamble y la conexión de cada uno de los componentes del módulo de maceración cocción.

Figura 58. Ensamble del módulo de maceración-cocción



Fuente: elaboración propia.

- Se bombaron 30 L del recipiente de agua al hervidor.

Figura 59. Primera carga del hervidor



Fuente: elaboración propia.

- Se encendio el quemador, hasta obtener una temperatura del agua de 71 °C.

Figura 60. Encendido del quemador



Fuente: elaboración propia.

- Se trasvasó el agua que se encontraba en el hervidor al macerador, por medio de la apertura de combinación de válvulas. El agua se vertió por medio del aspersor que se encontraba dispuesto en el macerador.
- Se depositaron 10.9 Kg de malta base al macerador.
- Se prendió el agitador y se obtuvo una mezcla homogénea, al mismo tiempo se activó el sensor de temperatura que indicó el momento que se debió encender la resistencia eléctrica para mantener la temperatura entre 63 y 68 °C.
- Se destapó el macerador con el fin de visualizar la mezcla de mosto.

Figura 61. Mezcla malta-agua en el macerador



Fuente: elaboración propia.

- Se bombeó 50 L de agua al hervidor.
- Se encendió el quemador, hasta obtener una temperatura del agua de 77 C.

- Se permitió el paso del agua del hervidor al macerador y se realizaron 10 ciclos de lavado, es decir trasvase de mosto del macerador al hervidor.

Figura 62. Traslado de lavado



Fuente: elaboración propia.

- Se envió todo el mosto al hervidor.

Figura 63. Traslado macerador-hervidor



Fuente: elaboración propia.

- Se encendió el quemador, contabilizando una hora desde que empezó a hervir la mezcla.

- Durante el hervor se vertió el lúpulo de la siguiente forma: Primera adición en el momento que inició a hervir, tres adiciones cada 15 min, quinta adición a los 10 min, sexta adición a los 5 min.

Figura 64. Adición de lúpulo



Fuente: elaboración propia.

- Se apagó el quemador después de terminada la adición de lúpulo.
- Se hizo una inmersión para bajar la temperatura del mosto de 77 C a 50 °C.
- Se pasó el mosto por el serpentín y se recirculó hasta obtener una mezcla a 21 C.

Figura 65. Enfriado por serpentín



Fuente: elaboración propia.

- Se midió la temperatura del mosto para corroborar.

Figura 66. Toma de temperatura de enfriado



Fuente: elaboración propia.

- Se depositó el mosto en dos recipientes de 30 L, en los que se agregó la levadura, fueron sellados permitiendo la salida del Co_2 por medio de una válvula antiretorno casera.

Figura 67. Sellado del fermentador



Fuente: elaboración propia.

- Transcurridas 2 semanas se destaparon los fermentadores y se realizó el trasvase de la cerveza a otro recipiente, colando los sedimentos condensados de levadura muerta.

Figura 68. Cerveza sin clarificar



Fuente: elaboración propia.

Figura 69. Sedimentos de levadura muerta



Fuente: elaboración propia.

- Se adicionó azúcar y se sellaron completamente los depositos de modo que se realizó una carbonatación natural.

Figura 70. Depósitos de maduración



Fuente: elaboración propia.

- Finalmente pasado un tiempo de maduración de 10 días se detaparon los depósitos y se procedió a envasar el producto, obteniendo una cerveza de color oscuro, olor pronunciado y nivel medio de amargor.

Figura 71. Producto final



Fuente: elaboración propia.

7. ESTUDIO FINANCIERO

7.1 INVERSIONES

En las inversiones se hizo uso de recursos con el objetivo de llevar a cabo el proyecto.

7.1.1 Inversión fija. Representada en los activos fijos, tangibles fundamentales para la puesta en marcha de la planta.

7.1.1.1 Moblaje. En este ítem se incluyeron los muebles necesarios para amoblar el área administrativa y de alimentación para funcionarios de la empresa como también una estructura en el área de producción.

Tabla 8. Moblaje

Moblaje			
Item	Cantidad	V.unitario	V/total
Escritorio pequeño	1	\$ 199.900	\$ 199.900
Escritorio	1	\$ 260.000	\$ 260.000
Silla para oficina	2	\$ 129.900	\$ 259.800
Silla vanyplas	4	\$ 24.900	\$ 99.600
Comedor(4 puestos)	1	\$ 64.900	\$ 64.900
Silla vanyplas	4	\$ 24.900	\$ 99.600
Escalera con base	1	\$ 129.900	\$ 129.900
Total			\$ 1.113.700

Fuente: elaboración propia

7.1.1.2 Equipo de oficina. En la siguiente tabla se mencionarán los diferentes dispositivos utilizados para llevar a cabo las labores administrativas.

Tabla 9. Equipo de oficina

Equipo de oficina			
Item	Cantidad	V.unitario	V/total
Computadora/ordenador	2	\$ 1.600.000	\$ 3.200.000
Impresora multifuncional	1	\$ 530.000	\$ 530.000
Telefono duo	1	\$ 198.900	\$ 198.900
Tablero	1	\$ 89.900	\$ 89.900
Insumos oficina	NA	\$ 300.000	\$ 300.000
Total			\$ 4.318.800

Fuente: elaboración propia.

7.1.1.3 Maquinaria. En la tabla siguiente, se mostrará los equipos necesarios para la producción de cerveza artesanal, los datos implementados son una extrapolación de la inversión realizada para el módulo escalado, cuyos valores se encuentran en el anexo D.

Tabla 10. Maquinaria

Item	Cantidad	V.unitario	V.total
Hervidor	1	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
Macerador	1	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
Fermentador	6	\$ 10.000.000	\$ 60.000.000
Quemador a gas Exhibir 250.000 BTU	1	\$ 2.499.900	\$ 2.499.900
Aspersor	1	\$ 48.000	\$ 48.000
Electrobomba Jet 1/2 Hp monofasica 127v	2	\$ 549.900	\$ 1.099.800
Motor 2HP	1	\$ 613.200	\$ 613.200
Resistencia eléctrica	1	\$ 800.000	\$ 800.000
Electrovalvula solenoide agua 110 vac	8	\$ 203.200	\$ 1.625.600
Sensor industrial de temperatura PT100	1	\$ 88.700	\$ 88.700
chiller 5 toneladas	1	\$ 12.650.000	\$ 12.650.000
Intercambiador de placas	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
Uniones, accesorios y racores	NA	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Tuberia inox 1" cedula 40	12 m	\$ 200.000 x6m	\$ 400.000
Reductor 2 hp relacion 15	1	\$ 514.000	\$ 514.000
Tuberia cobre 3/4" x 15m	1	\$ 360.600	\$ 360.600
Tanque plástico de 1000 L	10	\$ 3.000.000	\$ 30.000.000
Cuadro de control	1	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
Total			\$ 136.199.800

Fuente: elaboración propia.

7.1.1.4 Inversión total fija.

Tabla 11. Inversión total fija

Inversión Fija	
Moblaje	\$ 1.113.700
Equipo de oficina	\$ 4.318.800
Maquinaria	\$ 136.199.800
TOTAL	\$ 141.632.300

Fuente: elaboración propia.

7.1.1.5 Depreciaciones. Hace alusión a la pérdida de valor de los bienes tangibles, que sufre el bien al ser usado. Sólo se realizó depreciación a un corto de 5 años.

Tabla 12. Depreciaciones

Concepto	Valor activo	Vida útil(años)	Depreciación Anual	Valor Salvamento
Moblaje	\$ 1.113.700	10	\$ 111.370	\$ 556.850
Equipo de oficina	\$ 4.318.800	5	\$ 863.760	\$ 0
Maquinaria	\$ 136.199.800	10	\$ 13.619.980	\$ 68.099.900
Total			\$ 14.595.110	

Fuente: elaboración propia.

7.1.2 Inversión diferida. Compuesta por los activos intangibles, hace referencia a los gastos que generó la empresa en publicidad, capacitación a sus empleadores, gastos de legalización y constitución de la empresa, entre otros, las inversiones diferidas sufren amortizaciones.

Tabla 13. Inversión diferida

Inversión diferida	
Constitución legal de la empresa	\$ 800.000
Registro de marca	\$ 704.000
Capacitación personal	\$ 1.500.000
Publicidad	\$ 2.500.000
Imprevistos	\$ 1.500.000
Licencias	\$ 1.500.000
Total	\$ 8.504.000

Fuente: elaboración propia.

7.1.3 Capital de trabajo. La inversión en capital de trabajo compone los recursos necesarios para el funcionamiento de la empresa, que en este caso es la planta de producción de cerveza artesanal, para ello fue necesario tener en cuenta tres ítems, la materia prima, insumos y la mano de obra.

Tabla 14. Capital de trabajo

Capital de trabajo	
Mano de obra remodelación	\$ 15.000.000
Materia prima remodelación	\$ 8.000.000
Mano de obra instalación equipos	\$ 5.000.000,00
Total	\$ 23.000.000

Fuente: elaboración propia.

7.1.4 Inversión total.

Tabla 15. Inversión total

Inversión total	
Moblaje	\$ 1.113.700
Equipo de oficina	\$ 4.318.800
Maquinaria	\$ 136.199.800
Constitución legal de la empresa	\$ 800.000
Registro de marca	\$ 704.000
Capacitación personal	\$ 1.500.000
Publicidad	\$ 2.500.000
Imprevistos	\$ 1.500.000
Licencias	\$ 1.500.000
Capital de trabajo	\$ 23.000.000
Total	\$ 173.136.300

Fuente: elaboración propia.

7.2 INGRESOS

7.2.1 Precio de ventas. Se realizó una búsqueda exhaustiva en las diferentes cervecerías artesanales a nivel nacional, a fin de conocer el mercado de las cervezas que más se comercializaban y tuviesen alta demanda, en el anexo E se identificaron las cervezas que fabrica cada una de las cervecerías artesanales, como también su precio de acuerdo con su forma de venta.

La información fue recopilada por medio de la cuenta oficial de Instagram de cada una de las cervecerías, dado a que muchas de éstas cuentan con página web, lo que permitió acceder a la información de forma online, otras cervecerías cuentan directamente con el enlace a *whatssap*, medio por el cual la información fue suministrada.

Los precios referenciados en cada una de las tablas fueron suministrados directamente a través de las cuentas oficiales, estos precios varían de acuerdo al canal de distribución. Los precios de las cervezas en las distintas cervecerías a excepción de BBC, cuentan con el precio mínimo a la venta para consumidor minorista. En el caso de la cervecería BBC, los precios fueron tomados de BBC pubs en línea⁷³. En almacenes de cadena como Jumbo, éxito y algunas licoreras, cuentan con precios menores a los mostrados en la tabla.

Con toda la información recopilada, se realizó una única tabla en la que se pudo visualizar el rango de precio de la botella de cerveza de 330 ml en cada una de las cervecerías, con el fin de hacer un estudio del precio promedio de la cerveza artesanal en Colombia.

Tabla 16. Precio venta cerveza artesanal

Cervecería Artesanal	Precio (Botella 330 ml)	Precio promedio
Chicamocha cervecería & Pub	\$ 6.000	\$ 6.000
Cervecería Heredera	3.500-4.200	\$ 3.850
3 Cordilleras	\$ 3.741	\$ 3.741
Cervecería Tomahawk	7.500-8.500	\$ 8.000
Cervecería Tres quince TRSQNC	4.400-6.900	\$ 5.650
Apóstol cervecero	6.000-7.500	\$ 6.750
Antaño Cervecería Artesanal	6.000-8.000	\$ 7.000
Chelarte	5.500-10.000	\$ 7.750
Cervecería Local	\$ 7.000	\$ 7.000
BBC Cervecería	\$ 4.500	\$ 4.500
Manigua	6.100-6.600	\$ 6.350
Promedio total		\$ 6.054

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 9, se calculó el precio promedio en cada una de las cervecerías, para finalmente sacar un promedio total del costo de la cerveza

⁷³ BOGOTA BEER COMPANY. [sitio web]. Bucaramanga: BCCERVECERIA. [Consulta: 13 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.menudig.com.co/bbc-pubs-domicilios>

artesanal, el precio fue de \$6.054. Distribuir una nueva marca de cerveza a un precio de \$6.000, permitirá competir de manera eficiente debido a los precios actuales en el mercado. De acuerdo con el índice de precios al consumidor (IPC), realizado por el DANE, la variación anual en el año 2020 fue de 1,61 y su variación mensual de 0,38⁷⁴, ver anexo F.

Se proyectó el precio de la botella de cerveza artesanal de 330 ml para los próximos 5 años, de acuerdo con lo publicado por el DANE.

Tabla 17. Proyección precio venta cerveza artesanal

Cerveza artesanal	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Precio por unidad 330ml	\$ 6.000	\$ 6.097	\$ 6.195	\$ 6.294	\$ 6.396
Precio canasta	\$ 180.000	\$ 182.898	\$ 185.843	\$ 188.835	\$ 191.875

Fuente: elaboración propia.

7.2.2 Proyección de ventas. Se estimó una producción de 68.610 L anuales para el primer año, es decir 2.287 botellas de cerveza variada. Se proyectó un incremento anual en ventas del 15% hasta el año 5, para que en ese año se tenga una producción de los 120.000 L anuales.

Tabla 18. Producción de cerveza artesanal

Cerveza artesanal	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Litros anuales	68.610	78.902	90.737	104.348	120.000
Canastas	6.861	7.890	9.074	10.435	12.000
Botellas 330 ml	205.831	236.706	272.212	313.043	360.000

Fuente: elaboración propia.

⁷⁴ DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA. [Sitio web]. Bogotá: DANE, índice de precios al consumidor [Consulta: 5 de febrero 2021]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc/ipc-informacion-tecnica>

El 5% total de la producción anual se utilizará para promoción y muestreo de la cerveza artesanal, con el fin de ingresar la marca de cerveza al mercado con tres diferentes variedades de cerveza, a continuación, se muestra la producción destinada a la venta de cada una de estas.

Tabla 19. Proyección de ventas cerveza artesanal

Cerveza	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Litros anuales	21.724	24.983	28.730	33.040	37.996
Canastas	2.172	2.498	2.873	3.304	3.800
Botellas 330 ml	65.173	74.949	86.191	99.120	113.988

Fuente: elaboración propia.

7.2.2.1 Proyección de ventas por tipo de cerveza. Se propone realizar tres tipos de cerveza, cerveza rubia, roja y negra. Se dispuso a fabricar la misma cantidad de cada uno de los tres estilos de cerveza. La siguiente tabla indica canastas que se fabricarán para cada uno de los estilos de cerveza.

Tabla 20. Proyección de ventas por tipo de cerveza artesanal

Proyeccion de ventas					
Canasta de cerveza rubia	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas al año	2.172	2.498	2.873	3.304	3.800
Total ingreso anual	\$ 390.960.000	\$ 449.640.000	\$ 517.140.000	\$ 594.720.000	\$ 684.000.000
Canasta de cerveza roja	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas al año	2.172	2.498	2.873	3.304	3.800
Total ingreso anual	\$ 390.960.000	\$ 449.640.000	\$ 517.140.000	\$ 594.720.000	\$ 684.000.000
Canasta de cerveza negra	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas al año	2.172	2.498	2.873	3.304	3.800
Total ingreso anual	\$ 390.960.000	\$ 449.640.000	\$ 517.140.000	\$ 594.720.000	\$ 684.000.000
Total ingresos	\$ 1.172.880.000	\$ 1.348.920.000	\$ 1.551.420.000	\$ 1.784.160.000	\$ 2.052.000.000

Fuente: elaboración propia.

7.3 COSTOS

Hace alusión a todos los costos relacionados con la producción del producto final, tales como insumos, mano de obra, servicios públicos y demás.

7.3.1 Costo de la materia prima. En la tabla 25, se plasmó el costo de la materia prima necesaria para la producción, en el anexo G se encuentran las cotizaciones formales, en la tabla 27 se realizó una proyección a 5 años teniendo en cuenta el IPC, para el año 2020 fue de 1.61%.

Tabla 21. Costos de la materia prima

Insumos	Cantidad mensual	Relación	# Bultos	Precio mensual	Costo anual
Malta base [Kg]	1.231,04	5.500 \$//Kg	50	\$ 6.875.000	\$ 82.500.000
Malta especial [Kg]	478,74	7.500 \$/Kg	20	\$ 3.750.000	\$ 45.000.000
Lupulo [Kg]	25,58	240.000 \$/Kg	NA	\$ 6.240.000	\$ 74.880.000
Levadura [Lb]	7,62	270.000 \$/Lb	NA	\$ 2.160.000	\$ 25.920.000
Agua [m3]	9,39	3424,11 \$/m3	NA	\$ 32.169	\$ 386.024
Azucar[Kg]	343,05	110.000x50 kg	7	770.000	\$ 9.240.000
Total					\$ 237.926.024

Fuente: elaboración propia.

Tabla 22. Proyección de costos anuales de materia prima

Costos anuales de material prima				
Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 237.926.024	\$ 241.756.633	\$ 245.648.915	\$ 249.603.862	\$ 253.622.485

Fuente: elaboración propia.

7.3.2 Costo anual nomina. Estos costos corresponden al personal de producción, personal de ventas, personal de limpieza y administrador. En la siguiente tabla se muestra el gasto anual y también se hace una proyección a 5 años teniendo en cuenta el IPC, para el año 2020 fue de 1.61%.

Tabla 23. Costo anual de nómina

Cargo	Personal de producción	Personal de ventas	Personal de limpieza	Administrador
Salario base	1.100.000	\$ 1.300.000	\$ 908.526	\$ 1.600.000
Auxilio transporte	\$ 106.454	\$ 106.454	\$ 106.454	\$ 106.454
Pensión	\$ 132.000	\$ 156.000	\$ 109.023	\$ 192.000
Prima de servicios	\$ 100.498	\$ 117.158	\$ 84.581	\$ 141.636
ARL	\$ 5.720	\$ 6.760	\$ 4.724	\$ 8.320
Cesantías	\$ 100.498	\$ 117.158	\$ 84.581	\$ 142.148
Intereses cesantías	\$ 12.060	\$ 14.059	\$ 10.149	\$ 17.058
Caja de compensación	\$ 44.000	\$ 52.000	\$ 36.341	\$ 64.000
Vacaciones	\$ 45.870	\$ 54.210	\$ 37.858	\$ 66.720
Salud	\$ 93.500	\$ 110.500	\$ 77.224	\$ 136.000
Número de empleados	2	3	1	1
Costo mensual aproximado	\$ 3.481.198	\$ 6.102.894	\$ 1.459.461	\$ 2.474.335
Costo anual aproximado	\$ 41.774.375	\$ 73.234.733	\$ 17.513.532	\$ 29.692.020
Costo total nomina			\$ 162.214.660	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 24. Proyección de costos anuales de nómina

Costos administrativos anual				
Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 162.214.660	\$ 164.826.316	\$ 167.480.020	\$ 170.176.448	\$ 172.916.289

Fuente: elaboración propia.

7.3.3 Costos variables indirectos para la fabricación. Son los gastos que hay de manera indirecta, pero que varían de acuerdo con la cantidad de litro producido.

Tabla 25. Cantidad de botellas al año

Item	Cantidad
Litros mes	5.718
Litros año	68.610
Botellas 330 ml	205.831

Fuente: elaboración propia.

Tabla 26. Costos variables indirectos del primer año

Item	Costo por unidad	Cantidad anual	Costo anual
Envase	18.338x 24und	205.831	\$ 157.285.026
Tapa	20.000 x200 und	205.831	\$ 20.583.100
Etiqueta	500x 1 und	205.831	\$ 102.915.500
		Total	\$ 280.783.626

Fuente: elaboración propia.

Tabla 27. Proyección de costos variables indirectos

Costos variables indirectos fabricación anual				
Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 280.783.626	\$ 285.304.242	\$ 289.897.641	\$ 294.564.993	\$ 299.307.489

Fuente: elaboración propia.

7.3.4 Costos fijos indirectos para la fabricación. Son los costos que están relacionados de forma indirecta con la producción, entre ellos se encuentra el pago de arriendo, servicios públicos etc. el anexo H se encuentran las cotizaciones de los servicios públicos.

Tabla 28. Servicios

Item	Valor mensual	Valor anual
Gas	410610,8945	4927330,734
Luz	500000	6000000
Agua	34241,1	410893,2
Triple play tigo	76.644,00	919.728,00
Arriendo	2.500.000,00	30.000.000
Imprevistos	150.000,00	1.800.000
Mantenimiento	100000	1.200.000
Total		45257951,93

Fuente: elaboración propia.

Tabla 29. Proyección de costos fijos indirectos

Costos fijos indirectos para la fabricación				
Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$ 45.257.951,93	\$ 45.986.604,96	\$ 46.726.989,30	\$ 47.479.293,83	\$ 48.243.710,46

Fuente: elaboración propia.

7.3.5 Costos totales de fabricación.

Tabla 30. Costos totales de fabricación

Item	Costos totales fabricación				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Insumos	\$ 237.926.024	\$ 241.756.633	\$ 245.648.915	\$ 249.603.862	\$ 253.622.485
Mano de obra	\$ 162.214.660	\$ 164.826.316	\$ 329.652.633	\$ 334.960.040	\$ 340.352.897
Costos variable indirectos	\$ 280.783.626	\$ 285.304.242	\$ 289.897.641	\$ 294.564.993	\$ 299.307.489
Costos fijos indirectos	\$ 45.257.951,93	\$ 45.986.604,96	\$ 46.726.989,30	\$ 47.479.293,83	\$ 48.243.710,46
TOTAL	\$ 726.182.262	\$ 737.873.797	\$ 911.926.178	\$ 926.608.189	\$ 941.526.581

Fuente: elaboración propia.

7.4 GASTOS

Los gastos hacen alusión al pago de todas las actividades para poner en marcha la empresa.

7.4.1 Utensilios de limpieza.

Tabla 31. Utensilios de limpieza

Utensilios de limpieza	Cantidad	Valor trimestre	Valor anual
Escoba Fuller 228	1	\$ 8.532	\$ 34.128
Escoba suprema verde	1	\$ 6.708	\$ 26.832
Palo fuller metalico 817	2	\$ 8.744	\$ 34.976
Recogedor con banda mango	2	\$ 9.882	\$ 39.528
Trapero algodón especial	2	\$ 19.536	\$ 78.144
Palo trapero ind. 150 con gancho	2	\$ 7.558	\$ 30.232
TOTAL			\$ 243.840

Fuente: elaboración propia.

7.4.2 Insumos de limpieza.

Tabla 32. Insumos de limpieza

Insumos de limpieza	Valor bimestre	Precio
Alcohol im potable TDA	18750 c.c	\$ 192.000
Limpiador bicarbonato TDA	18750 c.c	\$ 52.399
Jabón lavalozza líquido TDA inoloro	18750 c.c	\$ 70.003
Blanqueador clorado TDA	18750 c.c	\$ 16.690
Gel antibacterial TDA	18750 c.c	\$ 150.000
Biodesinfectante TDA	3750 c.c	\$ 61.300
Desmanchador de superficies TDA	18750 c.c	\$ 86.815
Biocream TDA	18750 c.c	\$ 118.747
Escoba Fuller 228	1	\$ 8.532
Escoba suprema verde	1	\$ 6.708
Palo fuller metalico 817	2	\$ 8.744
Recogedor con banda mango	2	\$ 9.882
Trapero algodón especial Ref 1200 Trapis	2	\$ 19.536
Palo trapero ind. 150 con gancho	2	\$ 7.558
Total		\$ 801.356

Fuente: elaboración propia.

7.4.3 Gastos financieros. Son los gastos por concepto del crédito financiado para la creación y puesta en marcha de la empresa, corresponden a la inversión requerida. A continuación, se presentan las condiciones de pago consultadas en una entidad financiera de la localidad, la que para el monto requerido ofrece un interés mensual de 1.28%. En el Anexo I se encuentra la tabla de amortización del préstamo.

Tabla 33. Gastos financieros

Préstamo	
Valor préstamo	\$ 175.000.000
Tasa de interes anual	15,36%
Tiempo en años	5
Frecuencia	12
Periodos	60
Cuota mensual en pesos	\$ 4.196.380,28

Fuente: elaboración propia.

7.4.4 Gastos adicionales.

Tabla 34. Gastos adicionales

Gastos adicionales		
Concepto	Mensual	Anual
Contador	\$ 500.000	\$ 6.000.000
Auxilio transporte vendedores	\$ 600.000	\$ 7.200.000
Total		\$ 13.200.000

Fuente: elaboración propia.

7.4.5 Gastos Totales.

Tabla 35. Gastos totales

Gatos totales					
Item	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Insumos de limpieza	\$ 2.991.816	\$ 3.039.984	\$ 3.088.928	\$ 3.138.660	\$ 3.189.192
Utensilios de limpieza	\$ 243.840	\$ 247.766	\$ 251.755	\$ 255.808	\$ 259.927
Gastos adicionales	\$ 13.200.000	\$ 13.412.520	\$ 13.628.462	\$ 13.847.880	\$ 14.070.831
Gastos financieros	\$ 50.356.563,36	\$ 51.167.304	\$ 51.991.098	\$ 52.828.154	\$ 53.678.688
Total	\$ 66.792.219	\$ 67.867.574	\$ 68.960.242	\$ 70.070.501	\$ 71.198.637

Fuente: elaboración propia.

7.5 RESUMEN DE ESTADOS FINANCIEROS

El resumen de estados financieros presenta un balance general de todos los parámetros anteriormente presentados con el fin de establecer el flujo de caja bruto.

Tabla 36. Estado financiero

Estado financiero					
Item	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos totales	\$ 1.172.880.000	\$ 1.348.812.000	\$ 1.551.133.800	\$ 1.783.803.870	\$ 2.051.374.451
impuesto alcohol 25%	\$ 293.220.000	\$ 337.203.000	\$ 387.783.450	\$ 445.950.968	\$ 512.843.613
Depreciaciones	\$ 14.595.110	\$ 14.595.110	\$ 14.595.110	\$ 14.595.110	\$ 14.595.110
Costos totales	\$ 726.182.262	\$ 737.873.797	\$ 911.926.178	\$ 926.608.189	\$ 941.526.581
Gastos totales	\$ 66.792.219	\$ 67.867.574	\$ 68.960.242	\$ 70.070.501	\$ 71.198.637
Utilidad	\$ 101.280.629	\$ 220.462.739	\$ 197.059.040	\$ 355.769.323	\$ 540.400.730
Impuestos 34%	\$ 34.435.414	\$ 74.957.331	\$ 67.000.074	\$ 120.961.570	\$ 183.736.248
Flujo de caja bruto	\$ 66.845.215	\$ 145.505.408	\$ 130.058.966	\$ 234.807.753	\$ 356.664.482

Fuente: elaboración propia.

7.6 ANÁLISIS FINANCIERO

El análisis financiero se fundamentó en el estudio de los valores de flujo de caja bruto, los que permiten determinar indicadores que establecen la factibilidad del negocio. A continuación, se presentan los flujos de caja obtenidos para los 5 años de operación.

Tabla 37. Flujo de caja

Flujo de caja	
Año 1	\$ 66.845.215,14
Año 2	\$ 145.505.407,74
Año 3	\$ 130.058.966,40
Año 4	\$ 234.807.752,85
Año 5	\$ 356.664.481,72

Fuente: elaboración propia.

7.6.1 Valor presente neto, tasa interna de retorno y periodo de recuperación.

Para establecer la factibilidad de la inversión se determinaron tres factores, el valor presente neto, la tasa interna de retorno y el periodo de recuperación de la inversión.

$$VPN = -I_0 + \frac{F1}{1+i} + \frac{F2}{(1+i)^2} + \frac{F3}{(1+i)^3} + \frac{F4}{(1+i)^4} + \frac{F5}{(1+i)^5} \quad (6.1)$$

$$0 = -I_0 + \frac{F1}{1+TIR} + \frac{F2}{(1+TIR)^2} + \frac{F3}{(1+TIR)^3} + \frac{F4}{(1+TIR)^4} + \frac{F5}{(1+TIR)^5} \quad (6.2)$$

Donde: $I_0 = 175.000.000$ [pesos colombianos]; inversión inicial.

$F1 = 66.845.215$ [pesos colombianos]; flujo de caja bruto del año 1.

$F2 = 145.505.407,74$ [pesos colombianos]; flujo de caja bruto del año 2.

$F3 = 130.058.966,40$ [pesos colombianos]; flujo de caja bruto del año 3.

$F4 = 234.807.752,85$ [pesos colombianos]; flujo de caja bruto del año 4.

$F5 = 356.664.481,72$ [pesos colombianos]; flujo de caja bruto del año 5.

$i = 0.17$ [%]; tasa de oportunidad, interés del préstamo más el incremento del IPC.

Al resolver las ecuaciones se obtuvieron los siguientes valores.

Cuadro 52. Dispositivos y accesorios del sistema eléctrico

Valor presente neto	Tasa interna de retorno
$VPN = \$ 357.615.140$	$TIR = 0.6796 = 67.96 \%$

Fuente: elaboración propia.

Para establecer el período de recuperación se realizó una sencilla inspección visual de los flujos de caja para determinar en qué año sucede. Para la inversión de 175.000.000 millones de pesos sucede a los 2 años. Para establecer el mes del segundo año en el que ocurre la recuperación se realizó la siguiente operación.

$$N_{mes}[meses] = (Vp - F1) * \frac{12}{F2} \quad (6.3)$$

Donde: $Vp = 175.000.000$ [pesos colombianos]; inversión inicial.

$F1 = 66.845.215$ [pesos colombianos]; flujo de caja bruto del año 1.

$F2 = 145.505.407,74$ [pesos colombianos]; flujo de caja bruto del año 2.

Resolviendo la ecuación se obtuvieron los siguientes valores.

Cuadro 53. Meses del segundo año para recuperar la inversión

Numero de meses
$N_{mes}[meses] = 8.92 \approx 9 [meses]$

Fuente: elaboración propia.

De los cálculos anteriormente realizados se pudo observar que la inversión es factible, basado en primer lugar, en el valor presente neto, que al dar una cifra superior a cero (0), indica que de la inversión se puede obtener un beneficio y es rentable. En segundo lugar, la tasa interna de retorno supera el valor de la tasa de oportunidad, por tal razón la rentabilidad de este negocio es mayor que cualquier negocio que genere ganancias inferiores o equivalentes a un interés del 67%. Finalmente se observó como la inversión realizada es plenamente recuperada a los 9 meses del segundo año, a partir del cual se comienza la producción.

8. CONCLUSIONES

- Diseñar el módulo de maceración-cocción adaptando las ideas implementadas en los sistemas utilizados a nivel doméstico, permitió integrar las operaciones de filtrado y lavado dentro del mismo recipiente de maceración. Se logró reducir la cantidad de dispositivos utilizados a nivel industrial, manteniendo flexibilidad para posteriormente realizar integraciones de más tanques y ampliar la planta de forma económica.
- Se realizó la construcción de un módulo escalado con capacidad de 50 litros de cerveza por ciclo de uso, el que permitió, tanto validar las operaciones básicas del sistema para 120.000 litros anuales, como observar las necesidades de calibración que el equipo requería, antes de la puesta en marcha.
- Se observó la necesidad de implementar un sistema de molienda capaz de graduar el tamaño del grano. La molienda excesiva generó harinas que se filtraron e incrustaron en los ductos, obstruyéndolos. Se evidenció además, que existen necesidades de almacenaje mayor a las proyectadas, obtener 50 litros de cerveza requirió un fermentador de 65 litros, la menor capacidad causó problemas debido a la generación masiva de Co_2 .
- Al evaluar el costo del ciclo de vida del módulo de maceración-cocción se concluyó, que la inversión en este tipo de industria es factible y resulta altamente rentable, presentando una tasa interna de retorno superior al 65% con una puesta en marcha ideal. Teniendo un producto de alta demanda y la capacidad adecuada de producción, el período de recuperación de la inversión en la adecuación de una planta y puesta en marcha, no supera los 2 años.

9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda agregar un sistema de alivio de presión o descarga de emergencia sobre la salida de la bomba, al implementar un control de flujo por medios eléctricos, como las válvulas solenoides. El sistema se vuelve sensible a errores por falsos contactos que pueden obstruir las vías de paso, generando sobredemandas sobre el sistema de bombeo.
- Como mejora al diseño planteado se propone extender la camisa del hervidor de modo que ésta conforme un faldón, que permita retener mayor cantidad de gases producto de la combustión y aprovechar por ende, la energía de éstos.
- Al comenzar la producción se debe realizar una caracterización exhaustiva de todas las propiedades de la malta que se desee implementar en el proceso, sus capacidades para expandirse durante la maceración. Retener líquidos puede causar problemas de funcionamiento. Si su expansión volumétrica excede los valores nominales de malta base, el macerador requerirá un sobredimensionamiento mayor al 25% planteado. Si la retención de fluidos durante la maceración es demasiado grande se genera una mezcla densa capaz de frenar el motor. Estos problemas pueden ser causados en mayor medida por las maltas especiales.
- Para proyectos futuros se recomienda que durante la concepción de la planta, se planee de forma organizada y anticipada, el aprovechamiento de las aguas implementadas durante el proceso de enfriado, éstas poseen una temperatura alta que permitiría reducir el tiempo y consumo de insumos durante el hervido.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE CANO, Hugo. Diseño de una micro cervecería con una producción de 10.000 hl anuales. Trabajo de grado Ingeniero Químico. Sevilla: Universidad de Sevilla. Departamento de ingeniería química y ambiental, 2018. pp. 27-28.

ALCALDIA DE BUCARAMANGA. [sitio web]. Bucaramanga: GOV.CO. [Consulta: 20 julio 2020]. Disponible en: <https://www.gov.co/ficha-tramites-y-servicios/T20716>

ARROYO LLUEN, Juan. Diseño de un proceso de producción de cerveza artesanal de maracuyá. Trabajo de grado Ingeniero industrial y de Sistemas. Piura: Universidad de Piura. Facultad de ingeniería, 2019. p. 5.

ASENSIO RICOR, Álvaro. Diseño de un macerador e instalaciones complementarias en una fábrica de cerveza. Trabajo de grado Ingeniero Químico. Valladolid: Universidad de Valladolid. Escuelas de ingenierías industriales, 2019. pp. 47-49.

AVEDAÑO ARGUELLO, Lorena Michell y ESCOBAR HITSCHERICH, Mery Anne. Implementación de la alternativa de mejora en el proceso de producción de la cerveza artesanal tipo ale en la empresa Green Hops. Trabajo de grado Ingeniero Químico. Bogotá D.C.: Fundación Universidad de América. Facultad de ingenierías, 2017. pp. 24-48.

BARRADO, J. [sitio web]. Tipos de cerveza por su fermentación. citado por CUEVA REQUENA, Piero Bryan y MORAN ROMÁN, Ana Rosa. Diseño de una fábrica de cerveza artesanal de café Trabajo de grado Ingeniero industrial y de Sistemas. Piura: Universidad de Piura. Facultad de ingeniería,2019. pp. 9-10.

BARRETO MUÑOS, Danilo Esteban, et al. Barreras legales de entrada al mercado para las micro cervecías artesanales. Trabajo de grado Abogado. Villavicencio: Universidad cooperativa de Colombia. Facultad de derecho,2019. p. 48, 56, 75.

BOGOTA BEER COMPANY. [sitio web]. Bucaramanga: BBCCERVECERIA. [Consulta: 13 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.menuDIG.com.co/bbc-pubs-domicilios>

BURBANO VOZMEDIANO, Vladimir Ernesto y CABEZAS PAZMIÑO, Sebastián Alejandro. Diseño e implementación de un sistema automatizado para mejorar el proceso de cocción de cerveza artesanal en la empresa cervecía gourmet. Trabajo de grado Ingeniero en Mecatrónica. Sangolquí: Universidad de las fuerzas armadas. Departamento de ciencias de la energía y mecánica,2015.

CALA BLANCO, Bibiana Zuley. Plan de negocios para la viabilidad de la creación de una empresa dedicada a la elaboración de cerveza artesanal a base de café en el departamento de Santander. Trabajo de grado Microbiólogo Industrial. Bucaramanga: Universidad de Santander. Facultad de ciencias exactas, naturales y agropecuarias, 2019. pp. 16-37.

CALLEJA COLORADO, Jaime. Diseño de una planta de elaboración de cerveza artesanal para consumo directo, micro cervecería. Trabajo de grado Ingeniero químico. Cádiz: Universidad de Cadís, 2013. p. 153.

CAMARA DE COMERCIO DE BOGOTA. [sitio web]. Bogotá: Cámara de comercio de Bogotá. [Consulta: 20 julio 2020]. Disponible en: <https://www.ccb.org.co/Inscripciones-y-renovaciones/Procedimiento-expedicion-del-NIT>

CANALES CANALES, Carmen. Guía de mejores técnicas disponibles en España del sector cervecero. Madrid: Centro de Publicaciones, Ministerio de Medio Ambiente, Secretaría General Técnica, 2005. p. 31. ISBN 84-8320-319-7.

CASTILLO URIBE, Vladimir. Diseño y cálculo de un agitador de fluidos. Trabajo de grado Ingeniero de ejecución en Mecánica. Concepción: Universidad del Bío-Bío. Facultad de ingeniería, 2013. p. 36.

CENGEL, Yunus y GHAJAR, Afshin. Transferencia de calor y masa: fundamentos y aplicaciones. 4 ed. México D.F: McGraw Hill, 2011. pp. 468-488, 522-528. ISBN 978-607-15-0540-8.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA. [Sitio web]. Bogotá: DANE, índice de precios al consumidor [Consulta: 5 de febrero 2021]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc/ipc-informacion-tecnica>

EL MUNDO. La crisis dispara un 1.600% la fiebre por la cerveza artesana en España. [Sitio web]. Madrid: Periódico el mundo, 2006. [Fecha de consulta: 20 julio 2020]. Disponible en : <https://www.elmundo.es/economia/2016/02/05/56aa63a4e2704ea0368b45d9.html>

GEANKOPLIS, Christie. Procesos de transporte y operaciones unitarias. México: compañía editorial continental, 1998. pp. 340. ISBN 9682613167.

HERRERA ALZATE, Alejandro y JARAMILLO RODRIGEZ, Alexander. Diseño conceptual para la elaboración y desalcoholización de cerveza artesanal. Trabajo de grado Ingeniero de Procesos. Medellín: Universidad Eafit. Departamento de ingeniería de procesos,2015.

KUNZE, Wolfgang. Tecnología para cerveceros y malteros. Berlín: VLB Berlín, 2006. p. 266. ISBN 978-3-921690-54-3.

LOPEZ DELUQUE, Yosman y OCHOA GOMEZ, Elsa Liliana. Estudio de factibilidad y puesta en marcha de una micro cervecería artesanal en Bucaramanga y su área metropolitana. Trabajo de grado Ingeniero industrial. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de ingeniería industrial,2010. pp. 139-141.

MAHAJAN, Kanti. *Design of Process Equipment: Selected Topics*. California: *Pressure Vessel Handbook Publishing*, 1985. pp. 327-328. ISBN 0914458116.

MCCABE, Warren; SMITH, Julián y HARRIOT, Peter. Operaciones unitarias en ingeniería química. Madrid: McGraw Hill, 1991. p. 275. ISBN 0-07-044828-0.

MEGIA CARRASCO, Enrique y LÓPEZ PÉREZ, María Fernanda. Diseño de una micro planta para la elaboración de cerveza artesanal a partir de malta. Trabajo de grado Ingeniero químico. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2016. p. 53.

MEGYESY, Eugene. Manual de recipientes a presión: diseño y calculo. México D.F.: Editorial Limusa, 1989. p. 18,57,306. pp. 264-265, 440-441. ISBN 968-18-1985-3.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y PESCA. Bagazo de cerveza. [sitio web]. Argentina: Argentina.gob.ar. [Consulta: 15 octubre 2020]. Disponible en: <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/documentos/TendenciaBagazo.pdf>

MIRANDA BOHORQUEZ, Carlos Elías y MAQUILON CAICEDO, Alexis Darío. Diseño de una planta de cerveza artesanal. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Milagro: Universidad Estatal de Milagro. Facultad de ciencias de la ingeniería, 2018. pp.16-17.

MOTT, Robert. Mecánica de fluidos. México: Pearson Educación, 2015. pp. 155-247. ISBN 978-607-32-3288-3.

MUÑOS ZULUAGA, Esteban. Estudio técnico, económico y de mercado para crear la cervecería artesanal sultana en la ciudad de Cali-Colombia. Trabajo de grado Ingeniero de Producción. Medellín: Universidad Eafit,2018.

NORTON, Robert. Diseño de máquinas: un enfoque integrado. México: Pearson educación, 2011. pp. 416-417. ISBN 978-607-32-0589-4.

POONAM SINGH, Nigam. *An overview: Recycling of solid barley waste generated as a by-product in distillery and brewery. Waste Management.* [en línea]. Coleraine: Ulster University. 22 febrero 2017, Vol. 62. pp. 255-261. [consulta: 15 octubre 2020]. ISSN 0956-053X.

PAUL, Edward; ATIEMO, Víctor y KRESTA, Suzanne. *Handbook of industrial mixing: science and practice.* Hoboken: John Wiley & Sons, 2004. p. 372. ISBN 0-471-26919-0.

PARDO BONCES, Marilyn Tatiana y ARDILA ZARATE, Jessica Johanna. Factibilidad para la creación de una empresa de cerveza artesanal en el área metropolitana de Bucaramanga. Trabajo de grado Administrador Financiero. Bucaramanga: Universidad de Santander. Facultad de ciencias económicas, administrativas y contables,2018. p. 110.

SEMANA. Otra forma de brindar, así está el consumo de cerveza artesanal. [Sitio web]. Bogotá D.C.: Revista Semana,2019. [Fecha de consulta: 20 julio 2020]. Disponible en: <https://www.semana.com/empresas/articulo/como-va-el-consumo-de-cerveza-artesanal-en-el-pais/278007/>

RUSSELL CHARLES, Hibbeler. Mecánica de materiales. México: Pearson Educación, 2017. pp. 328-330. ISBN 978-607-32-4099.

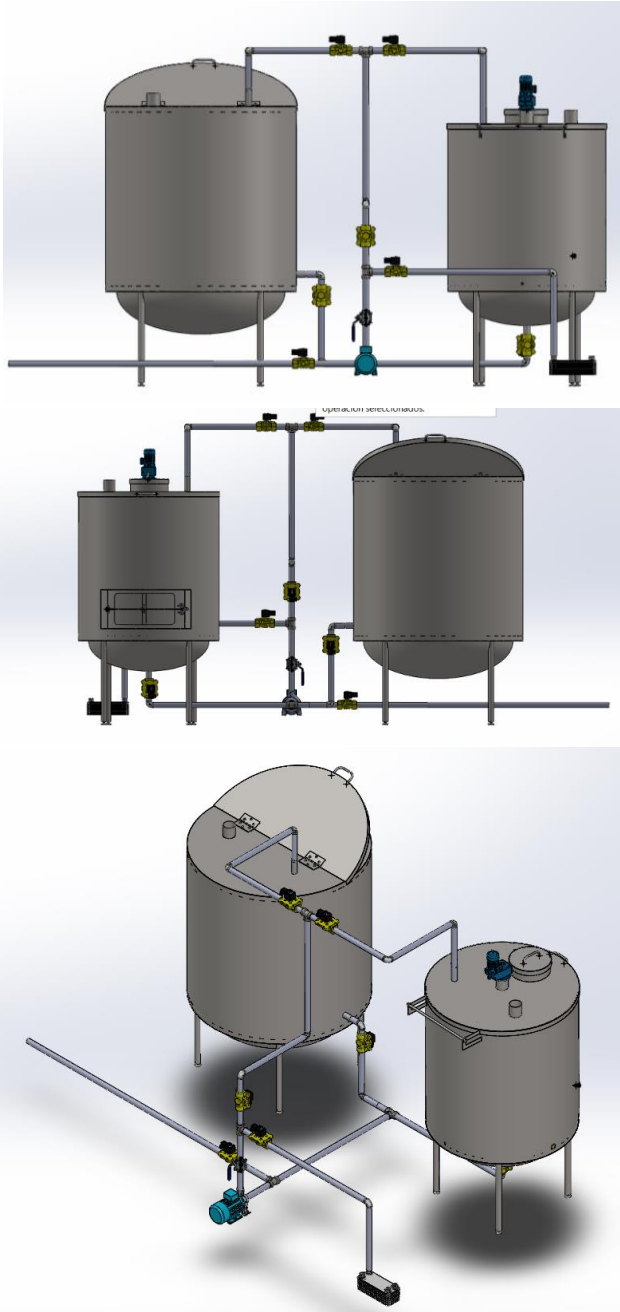
TIMOSHENKO, S. y WOINOWSKY, S. *Theory of plates and shells*. Singapore: McGraw Hill, 1959. pp. 60-63. ISBN 0-07-085820-9.

VOGEL, Wolfgang. Elaboración casera de cerveza. Málaga: Editorial Acribia, 2003. p. 45,57,65. ISBN 8420010030.

ANEXOS

ANEXO A

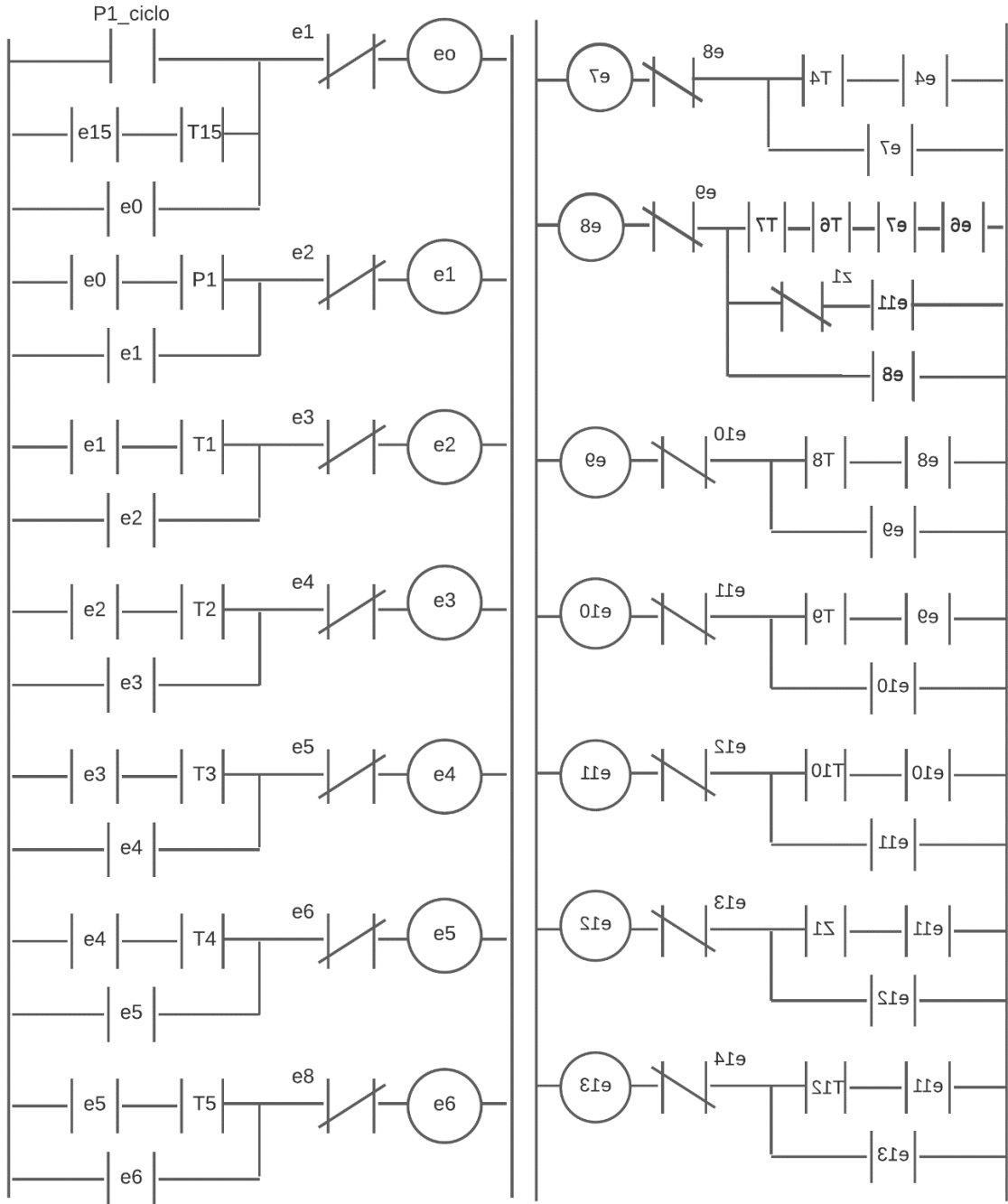
ARREGLO DE TUBERÍA

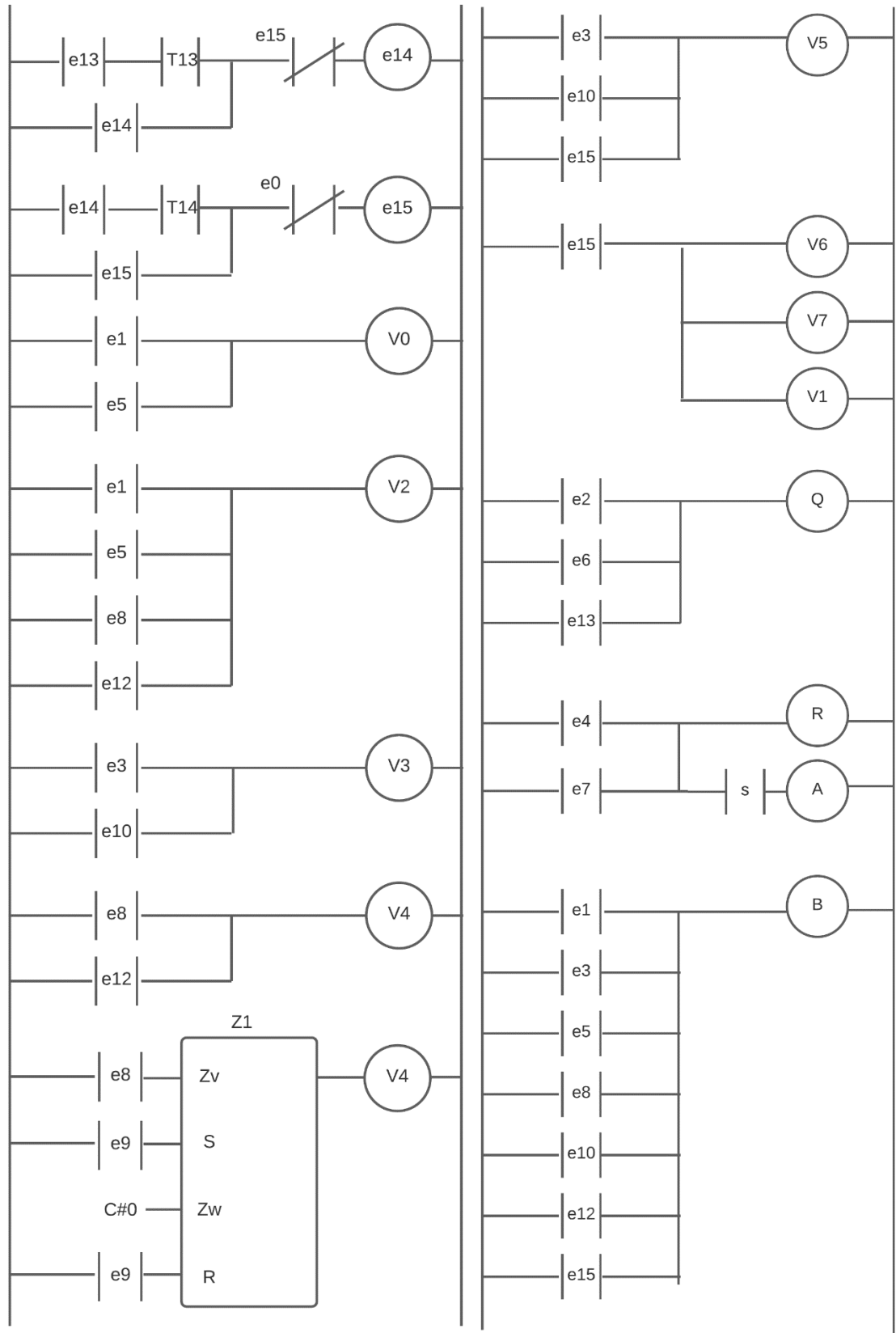


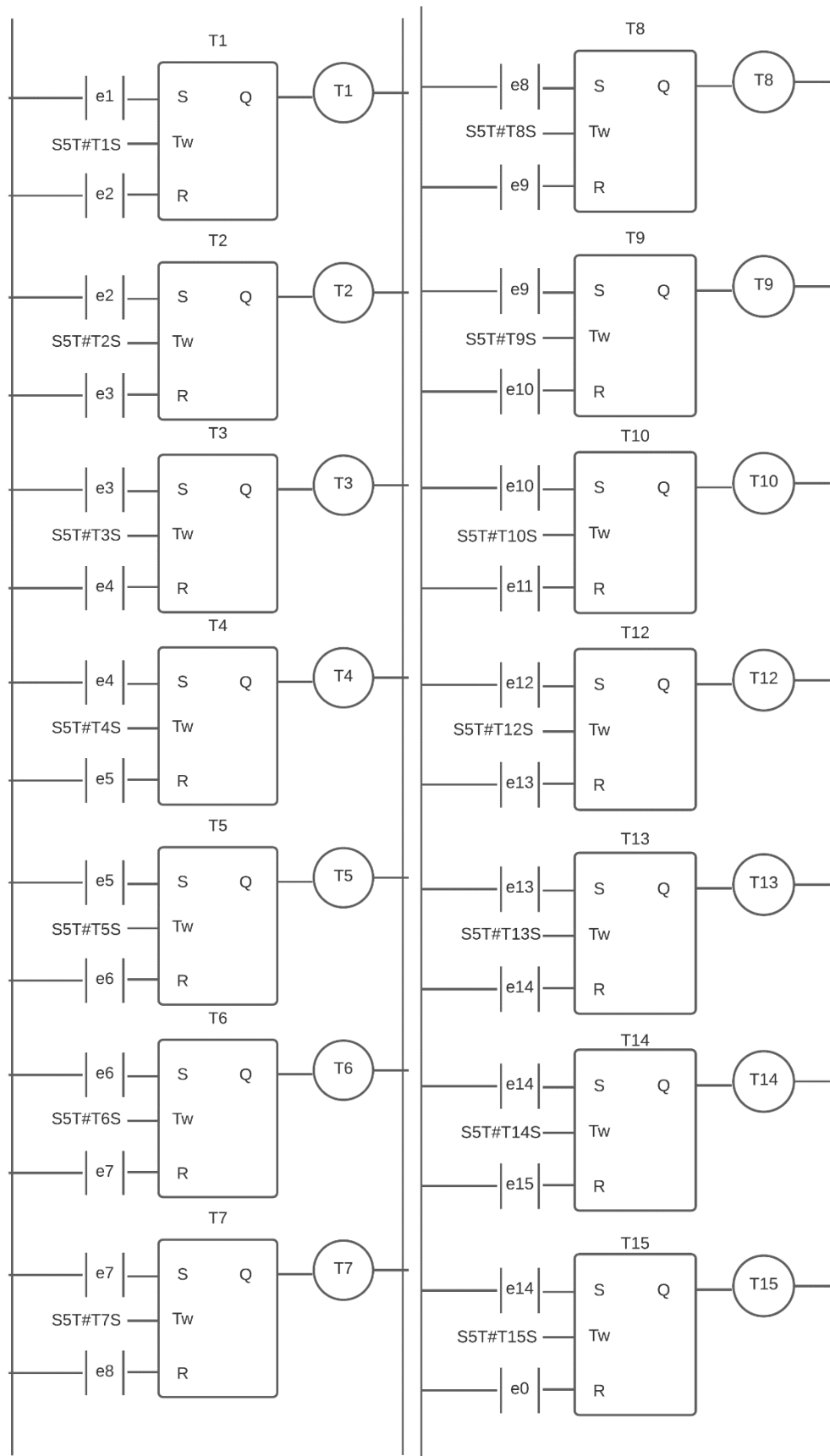
ANEXO B

SISTEMA ELÉCTRICO

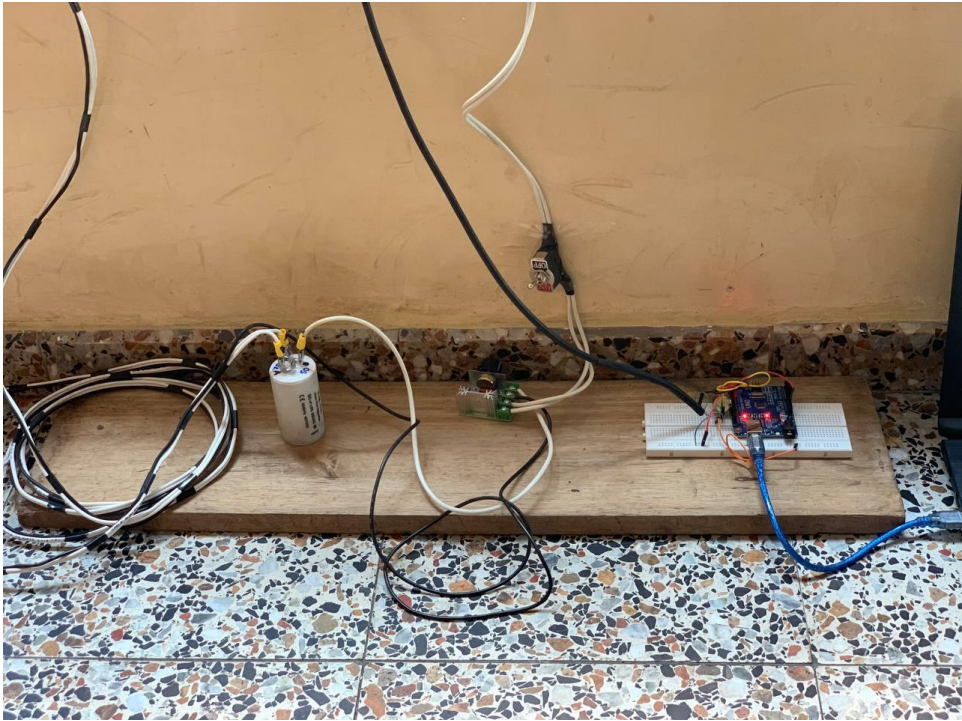
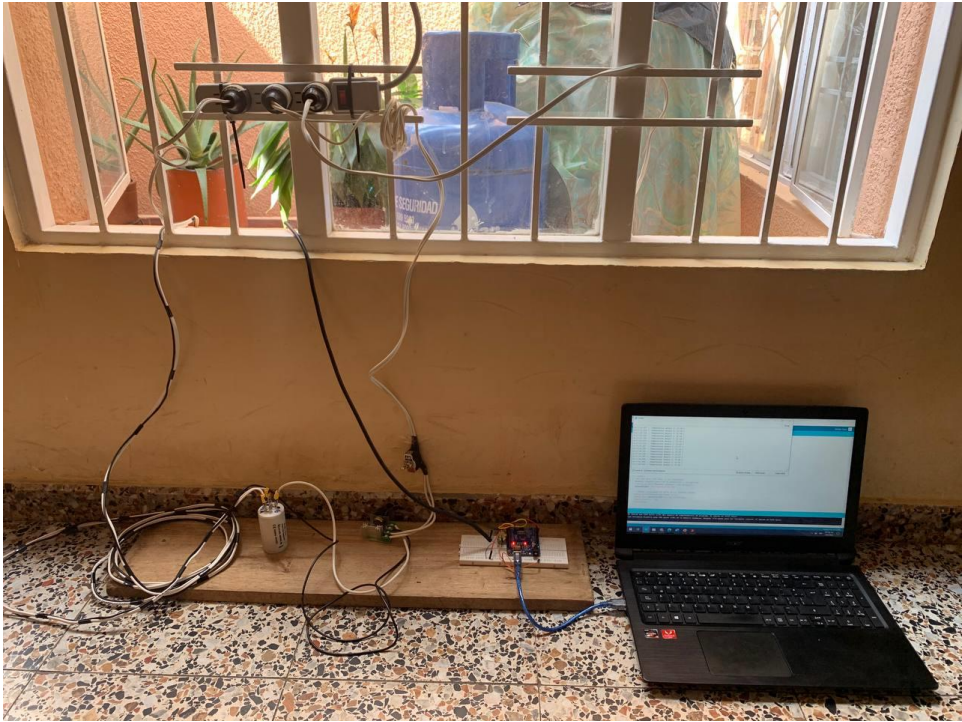
B.1 DIGRAMA DE CONTACTOS

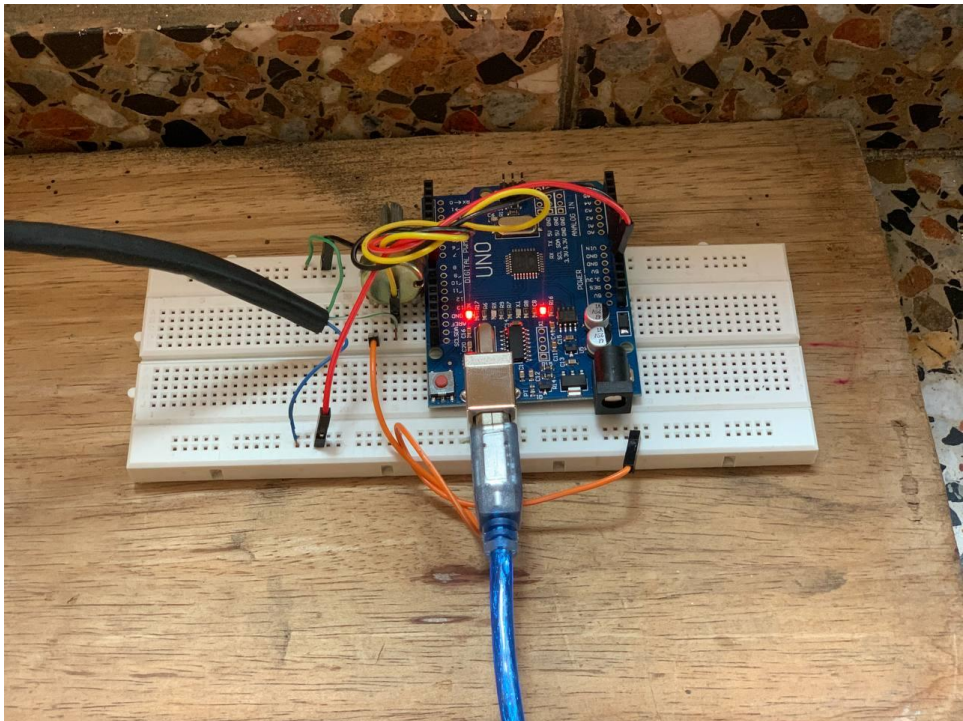


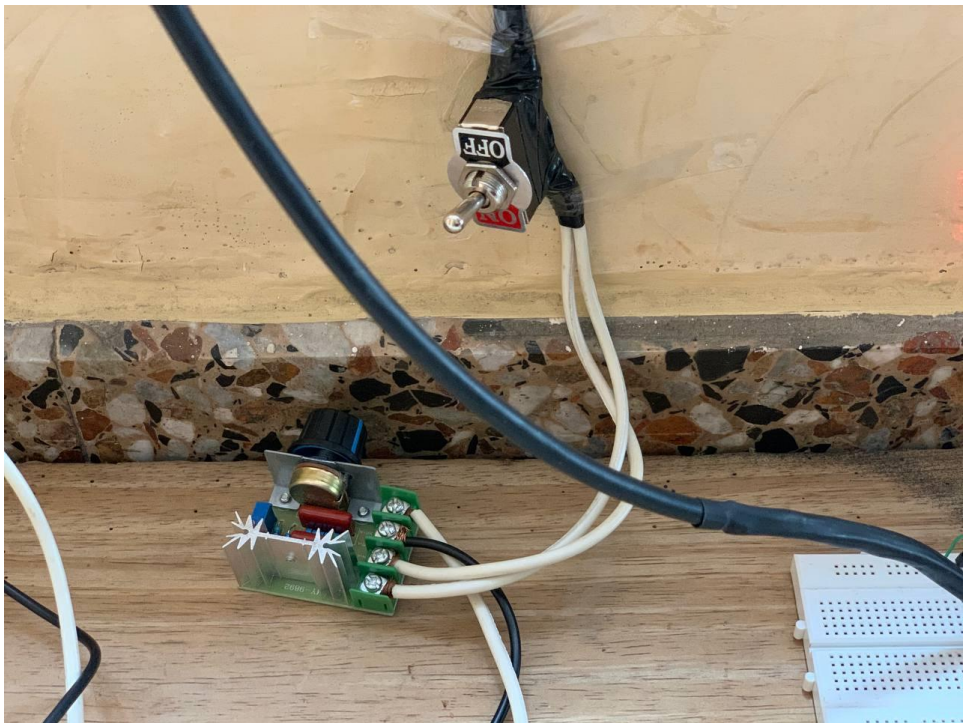
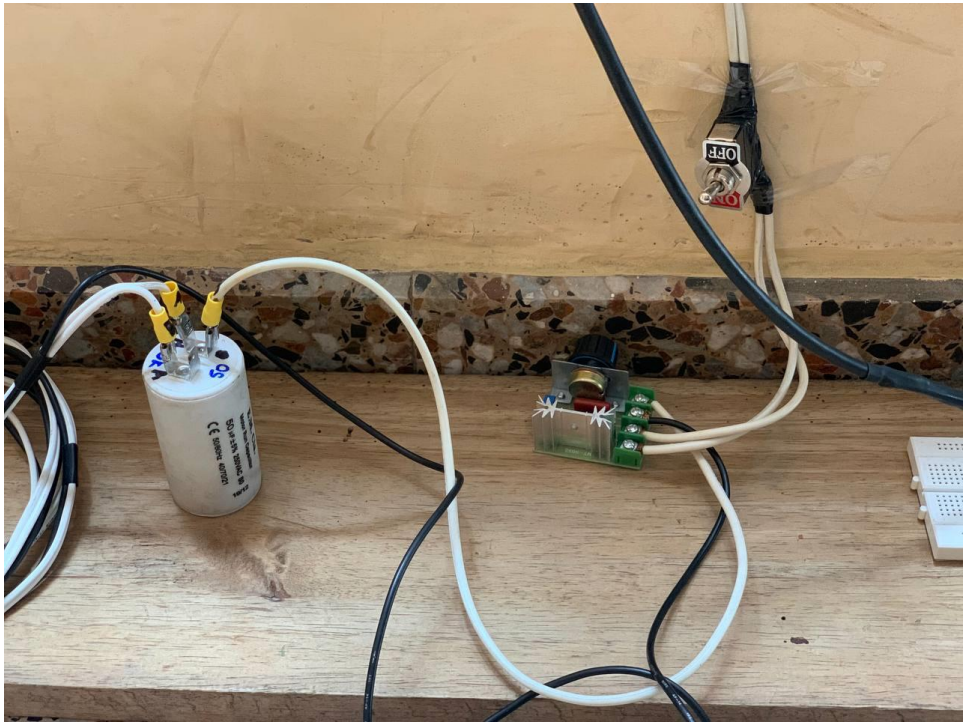




B.2 MONTAJE SISTEMA ELÉCTRICO







ANEXO C.

SOPORTES MODULO MACERACIÓN-COCCIÓN ESCALADO

C.1 CONTRATO DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA MACERACIÓN-COCCIÓN

1 de 3

CONTRATO DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCIÓN

Contrato de Trabajo para la Construcción de un sistema de maceración y cocción compuesto de dos recipientes individuales, a los 14 días del mes de diciembre del año 2020 entre la Empresa FABRICANTE MECANINOX, NIT/RUT 91487.528-8, representada legalmente para estos efectos por el señor LOIS FERNANDO MANTILLA P. identificado con C.C. 91.487.528 M/Gen. de B/MANSA, y en calidad de CONTRATANTES los señores Diego Fernando Galvis Mantilla, identificado con C.C. 1095951398 de Girón, e Ingrid Julieth Cabrera Montaña, identificada con C.C. 1098811272 de Bucaramanga, ambos amparados bajo el R.U.T. 900443175-6 de Consultorias B Y C SAS, quienes suscriben el presente contrato de fabricación de un sistema de maceración y cocción compuesto de dos recipientes individuales, que consta en el documento que ahora se suscribe y que se rige por las cláusulas que se enuncian a continuación:

PRIMERO (OBJETO)

El FABRICANTE se obliga a construir y el CONTRATANTE a pagar y recibir el producto a satisfacción.

SEGUNDO

La empresa FABRICANTE MECANINOX se encargará de realizar la construcción de los equipos bajo los siguientes requerimientos principales:

- El cuerpo interior de los recipientes debe ser construido en acero inoxidable 304 con un calibre 14, correspondiente 1.9 (mm)
- Recubrimiento en aislante térmico de fibra de vidrio con espesor _____ (pulg)
- Una camisa remachada alrededor del aislante en acero inoxidable 430 con un calibre 20, correspondiente 0.9 (mm).
- Una criba, con lamina perforada con agujeros de 1.5 (mm), en acero inoxidable 304 con un calibre 16, correspondiente 1.5 (mm)

- Las paletas del agitador, en acero inoxidable 304 con un calibre correspondiente a 14 (espesor de 1,9 mm)
- Un compartimiento de acceso lateral al recipiente macerador.
- Soportes rígidos tubulares en acero inoxidable 1 1/2" A 2"
- Todos los demás accesorios incluidos en los planos anexos con las especificaciones allí descritas, excluyendo el motorreductor, la resistencia eléctrica y el sensor de temperatura.
- Se establece como fecha de entrega del sistema de maceración y cocción compuesto de dos recipientes individuales, el día **9 de enero de 2021**. El fabricante tendrá para la ejecución del trabajo en mención, un lapso no superior a 25 días, contados a partir de la fecha (diciembre 14 de 2020). Los ensayos preparativos del sistema de maceración y cocción compuesto de dos recipientes individuales los realizará el fabricante entre los días 4 y 7 de enero del año 2021.

TERCERO (PRECIO)

- EL CONTRATANTE pagará al FABRICANTE la remuneración acordada correspondiente a 4'000.000 (cuatro millones de pesos M/CTE).
- El valor del trabajo de construcción del sistema de maceración y cocción compuesto de dos recipientes individuales se realizará a **todo costo** por parte de la empresa FABRICANTE MECANOX

CUARTO (PAGO)

- EL CONTRATANTE pagará al FABRICANTE los dineros que deba en los tiempos acordados, dentro de los cuales se dará un anticipo de \$ 1'500.000 (un millón quinientos mil pesos ML/CTE) a la firma del presente documento, el día 14 de diciembre del año 2020 y el saldo, es decir la suma de \$2.500.000 (dos millones quinientos mil pesos ML/CTE) a recibo y satisfacción de los CONTRATANTES, de ser necesario otro adelanto de pago por parte de la empresa FABRICANTE para la continuación de la construcción de los equipos, éste será pactado y realizado.

QUINTO: Todas las partes se comprometen a:

- Abstenerse de realizar modificaciones en los equipos a construir sin consentimiento expreso y por escrito de los solicitantes o la empresa. Cualquier modificación sobre los equipos debe estar sustentada y deberá ser aprobada por las partes suscriptoras del contrato.
- Se suscribirán comprobantes por cada uno de los pagos realizados y las partes accederán a copia de estos.
- Los solicitantes (Diego Fernando Galvis Mantilla e Ingrid Julieth Cabrera Montaña). Realizarán visitas de seguimiento, control y verificación permanente del proceso de construcción del "sistema de maceración y cocción compuesto de dos recipientes individuales". Las visitas también tendrán como objetivo la toma de evidencias del proceso ejecutado.

SEXTO: (Cláusula Penal)

Las partes acuerdan como sanción pecuniaria a cargo de la parte que incumpla una cualquiera de las obligaciones nacidas en el presente contrato y en favor de la otra, el pago de quinientos mil pesos. En señal de conformidad las partes contratantes suscriben el presente documento de la ciudad de Bucaramanga, a los catorce (14) días del mes de diciembre de 2020, ante dos testigos hábiles.

El presente contrato de trabajo se firma en dos ejemplares quedando uno de ellos en poder de cada parte.

EMPRESA MECANINOX RUT 91.487.528-8
 FIRMA Fernando Mantilla C.C. 91.487528 17/12

SOLICITANTES

FIRMA Ingrid J. Cabrera M. C.C. 1.098.811272
 FIRMA Diego C.C. 1095451398

C.2 SOPORTES COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

Ref	Cant	Vlr	Iva	Total
ABRAZADORA S	02	2360	19	4760
RACORES Ref:5 (bushings 3/4 x 3/8)	2	4900	19	9801
RACORES Ref:5 (bushings 3/4 x 3/8)	02	8300	19	14111
RACORES Ref:5 (bushings 3/4 x 3/8)	04	12500	19	42500
TUBERIA Ref:6 (tubos 3-8)	08	12600	19	85678
MANGUERAS Ref:4 (ballast) 3-4	08	10600	19	67997
Total:				220836
(+)Iva:				35901
(-)Descuentos:				31890
Total:				224847
Valor a pagar:				224847
Cajero: POS				

ALMACÉN MULTICOPLES SAS
 NIT 900492458-2
 RESPONSABLE DE IVA
 CALLE 23 No 13-73 BUCARAMANGA
 Tel: 6336903
 multicoles@hotmail.com
 Fecha de vencimiento: 2021-01-07
FACTURA DE VENTA
 No. 3945

Cliente: **CULINAS MENORES**
 CC/NIT: 22222222
 Dirección: **BUCARAMANGA**
 Fecha: 2021-01-07 Hora: 04:01 am
 Forma pago: **CONTADO**

AUTORIZACIÓN DIAN RES
 18764004918902 de 2020-09-29 17:09:00 desde 1001
 hasta 1000
 Vigencia 10 meses.

Generado por el sistema Enterprise
<https://plataformacentroptax.com/>

INR/ LEONOR PINILLA PINILLA
 NIT. 28404066-2 - RESPONSABLE DE IVA
 Cra 15 No. 24-06 PBX 6704502
 BUCARAMANGA

Factura de venta
 No. VH-27455 06/01/2021

CLIENTES MOSTRANDO
 CC No. 22222222

Cant.	Código	Desc.	Valor total
2	1304801		\$ 22.184,80
	TEE INOX (D) 3/4" ROSCADA (Und)		
TOTAL =====>			\$ 26.399,91
RECIBIDO ==>			\$ 50.000,00
CAMBIO ==>			\$ 23.600,09

SUBTOTAL : \$ 22.184,80
Liquidación Valor base Valor
IVA 19% : \$ 22.184,80 \$ 4.215,11
VALOR TOTAL : \$ 26.399,91

Forma de pago Valor
EFFECTIVO \$ 26.399,91

VENDEDOR : MILEIDIS BOLARO
 TOTAL : \$ 26.399,91
NRO. ARTICULOS VEND. : 2
USUARIO : CAJA1
EQUIPO/CAJA : VENTAG1
FECHA VENCIMIENTO : 06/01/2021
GRACIAS POR SU COMPRA.

Resolución DIAN No. 18763005706515 -
 Fecha: 2020/05/05 Facturación POS -
 Autorizadas del VH-20001 al VH-40000

FRM-050V1
 Impreso con ContaPyme V. 4 - InSoft. NI
 06/01/2021 4:22:09

GRUPO MAROEL & CIA S.A.S.

NIT 901170759-

RESPONSABLE EN EL IVA REGIMEN COMUN

RESOLUCION DIAN N° 18763906314615 DEL
2020/06/09 VIGENCIA 18 MESES AUTORIZA PREFIJO
EE NUMERO DEL 42491 HASTA 68000.

GENERAL

Ci 33 18 14 P 1 Brr Centro - Tel. 6301664 /
6331141

FACTURA DE VENTA EE44583

FECHA: 21/01/2021 06:45:53 PM

CLIENTE: VENTAS DE CUANTIAS MENORES

CEDULA: 22222222

CAJERO: VENTAS

VENDEDOR: GUTIERREZ DURAN FLOR MARIA

Articulo	Cant	V.Uni	Impuesto(%)	V.Tot
Termoencogible Cal 4	1 00	504	19 00	600
Termoencogible Cal 8	2 00	840	19 00	2 000
Modulo Controlador De Motores	1 00	15,126	19 00	18,000
Tarifa I.V.A	Base	Valor I.V.A		
19 00 %	17,311	3,289		

SUBTOTAL \$ 17,311

DESCTO \$ 0

IMPUESTO \$ 3,289

TOTAL \$ 20,600

CANCELA \$ 50,000

CAMBIO \$ 29,400

FORMA PAGO Efectivo : 50,000.00

PUNTOS OBTENIDOS: 0

PUNTOS ACUMULADOS: 0

NO SE ACEPTAN CAMBIOS NI DEVOLUCION
DE DINERO. REVICE BIEN SU PEDIDO Y SUS
VUELTOS EN EL MOMENTO DE
RECIBIRLOS

Descarga nuestro RUT:
grupomaroel.com/documentos/ut.pdf
facebook.com/maroelgroup
instagram @grupomaroel
whatsapp 350 683 9506 / 317 668 2762
Consultas y pedidos: 037 6706000 / 6334090



ELECTRONICA BUCARAMANGA SAS

NIT. 900015344-9
RESPONSABLE DE IVA

N° FORMULARIO: 18762014196267 DE 25/04/2019
AUTORIZACION EN POS: 361000 HASTA N° POS: 5100000

FACTURA DE VENTA: POS49894

CAJA: POS

FECHA: 2021/01/4 3:30:29p. m.

CLIENTE: MOSTRADOR

DOCUMENTO 00

CANT.	DESCRIPCION	VLR. UNIT.	TOTAL
1	DS18B20	11,400	11,400
5	LED3R	150	750
5	LED3V	150	750
5	LED3N	150	750
10	PUEPRO-MM	300	3,000
10	RES1/2W	100	1,000

IMPUESTOS

* Base 19% 14,831.93

* Iva 19% 2,818.07

SUBTOTAL 17,650

DESCUENTO: 0

INCBP 0 0

TOTAL A PAGAR: 17,650

FORMA DE PAGO:

Efectivo 50,000

Cambio 32,350

CRA. 19 # 33-07 CENTRO - BUCARAMANGA

Tel. 6803045-3145141418-3163100247

www.electronicabucaramanga.com

E-mail: electronicabucaramanga@gmail.com

GRACIAS POR SU COMPRA!

Software desarrollado por SOTO SOFT www.sotosoft.co
NIT 63535376-1 Pbx 6970790

THERMOGAS 4276
FACTURA DE VENTA
 Duvan Ortiz Cruz
 NIT. 1102375239-3 Regimen Simplificado
 Tel: 6707580 Cel: 313 2433170
 Carrera 17 No 41- 61 Centro Bucaramanga / Santander
 Email: thermogas_la17@outlook.com

FECHA: 31 | 12 | 2020

Cliente: Ingrid Julieth Cabrera N: 1098811272
 Dirección: Tel: 3134991289

CANT.	ARTICULO	VALOR TOTAL
1	Resistencia para calentador de agua rasor de 1	60.000
SON:		TOTAL 60.000

LA PRESENTE FACTURA DE VENTA ES UN TITULO VALOR. LEY 1234 DE JUNIO 17 DE 2008, APARTIR DEL VENCIMIENTO DE ESTA FACTURA CAUSAN INTERÉS

FIRMA: ACEPTADA

CIUDAD Y FECHA: 19. 01. 2021
 SEÑOR(ES): Ingrid Cabrera
 DIRECCIÓN: TELÉFONO: COTIZACIÓN: CUESTA DE COBRO: PEDIDO:

CANT.	DESCRIPCIÓN	VR. UNITARIO	VALOR TOTAL
2	Palvalus	14000	28000
2	Muegas Micho	600	12000
1	codr		3000
1	Tapan		3000
1	Muple		9000
2	perillas	1500	3000

Recibi: *[Signature]* TOTAL A PAGAR: 58000

CERVECERIA Local
 CRA. 11 NO. 7-41 -CEL. 3 153654805
 FLORIDABLANCA - COLOMBIA
 NIT. 90115601-1 - RÉGIMEN COMÚN
 gerencia@cerveceria local.co

FACTURA DE VENTA
 0151
 FECHA: 08 | 01 | 21

Señor(es): Ingrid Julieth Cabrera M. C.C. 6 NIT. 1.098811272
 Dirección: Calle 195 # 27-156 Torre 1 apto 1808
 Tel. 3134991289 Ciudad: Bucaramanga

CANT.	DESCRIPCIÓN	V/UNITARIO	V/TOTAL
18.2 kg	Malta Base	5000 \$/kg	109.200
6.8 kg	Malta especial	7500 \$/kg	51000
360g	Lúpulo	250 \$/kg	90000
46g	Levadura	600 \$/kg	27600

DOCUMENTO OFICIAL DE AUT. DE NUM. DE FAC. 1876200506987- FECHA 21/10/02-AUTORIZA DEL 1 AL 200

ESTA FACTURA SE ASIMILA EN TODOS SUS EFECTOS A UNA LETRA DE CAMBIO SEGÚN ART. 774 DEL CÓD. DE CIO.

Sub-TOTAL \$ IVA \$ TOTAL \$ 277800

Acoplado Juan Vose A.S. C.C. 6 NIT.

CUENTA DE COBRO REMISIÓN
 RECIBO DE PAGO PEDIDO **FORMA MULTISUSOS** REGIMEN SIMPLIFICADO

CLIENTE: Ingrid Julieth Cabrera. 15 | 1 | 2021
 DIRECCIÓN: TEL: 1098811272
 CIUDAD: VENDEDOR:

FOR CONCEPTO DE:

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT.	VR. TOTAL
6	Codas P/Inox 1	9600	57600
4	Codas P/Inox 3/4	6400	25600
4	fcc P/Inox 3/4	9500	38000
6	Rad. Bishia 1x3/4 P/Inox	7500	45000
6	Univasales P/Inox 3/4	16000	96000
7	Valvulas bola 3/4 P/Inox	30000	210000
1	codr	2500	

3157688800

Sub-TOTAL DCTO. TOTAL 478.200

ANEXO D. DATOS EQUIPOS ESTUDIO FINANCIERO

D.1 QUEMADOR GAS EXHIBIR 250.000 BTU

Quemador a gas Exhibir Equipos 250.000 BTU

Precio **\$2.499.000** incl. IVA

Mas de 20 años de experiencia fabricando quemadores a gas para hornos industriales!

Montamos exactamente los mismos controles y válvulas de los quemadores americanos.

Especificaciones técnicas

Marca	Exhibir Equipos
Modelo	EXH250
Tubo del aire 4"	Acero inoxidable pintado con electrostática
2 opciones de control de ignición	Prebarrido: Honeywell S87K - Encendido inmediato: Honeywell S87B
Válvula de seguridad	Honeywell VR8305M4801
Máxima presión de gas	1/2 libra PSI - 11 pulgadas columna de agua
Voltaje	110 V
Potencia Máxima	250.000 BTU/hora
Combustible	Gas natural o propano



D.2 ELECTROBOMBA JET ½ HP MONOFASICA AQUA PAK



CURVAS DE OPERACIÓN

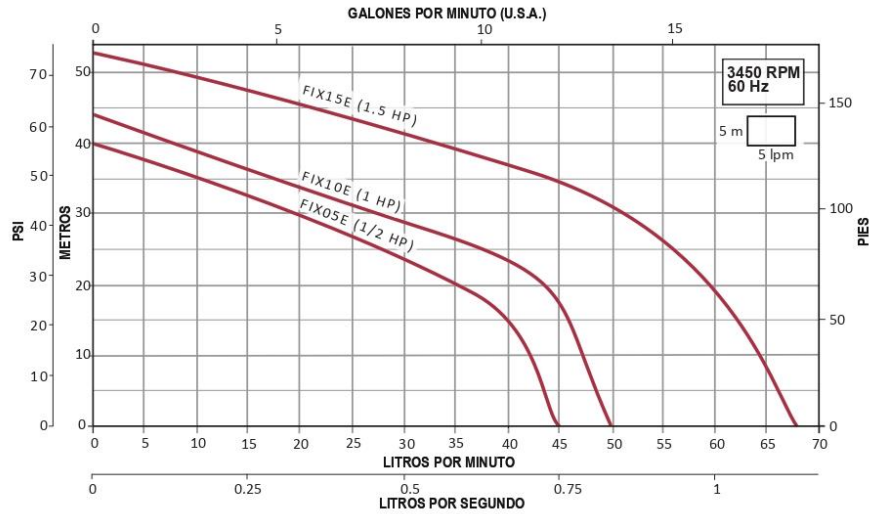


TABLA DE ESPECIFICACIONES

CÓDIGO	HP	kW	FASES X VOLTS	AMP.	SUCCIÓN X DESCARGA (pulgadas)	DMS*	PRESIÓN AL CIERRE (m/psi)	CARGA EN METROS (psi)			
								10 (14.2)	20 (28.4)	30 (42.6)	40 (56.8)
FIX05E	1/2	0.37		7.1			40 / 56	42	35	19	
FIX10E	1	0.75	1 X 127	9	1" x 1"	1.25"	44 / 62	47	43	27	8
FIX15E	1.5	1.1		10			54 / 76	64	59	51	33
FIX15E/3230			3 x 230	3.5							

*DMS= Diámetro mínimo sugerido para tubería de succión.



Nuevo

Electrobomba Jet 1/2 Hp Monofasica 127v Fix05e Aquapak



\$ 549.999

36 cuotas de \$15.278



Más información

Entrega a acordar con el vendedor Usaquén, Bogotá D.C.

Ver costos de envío

Stock disponible

Cantidad: 1 unidad (5 disponibles)

Comprar ahora

D.3 MOTOR MONOFASICO 2 HP EXHIBIR EQUIPOS INDUSTRIALES



Exhibir Equipos industriales SAS

MOTORES TRIFASICOS IEC 220/440 VOLTIOS



EXH TRIFASICOS 1800 RPM B3			
REFERENCIA	HP	CARCAZA	PRECIO EXH
/	1/12	/	/
/	1/8	/	/
/	1/3	/	/
DL-71M2-4/B3	1/2	71	\$ 336.000
DL-71M3-4/B3	3/4	71	\$ 365.400
DL-80M2-4/B3	1	80	\$ 491.400
DL-80M3-4/B3	1.5	80	\$ 605.850
DL-90S-4/B3	2	90	\$ 732.900
DL-90L-4/B3	3	90	\$ 930.300
DL-100L2-4/B3	4	100	\$ 1.057.350
DL-100L3-4/B3	5	100	\$ 1.161.300
DL-112M1-4/B3	7.5	112	\$ 1.418.550
DL-132M-4/B3	10	132	\$ 1.730.400
DL-132M1-4/B3	15	132	\$ 2.000.250
DL-160L-4/B3	20	160	\$ 3.080.700
IE2-160L1-4/B3	25	160	\$ 3.259.200
IE2-180L-4/B3	30	180	\$ 4.316.550
IE2-200L-4/B3	40	200	\$ 5.730.900
IE2-200L1-4/B3	50	200	\$ 6.303.150
IE2-225S-4/B3	60	225	\$ 7.478.100
IE2-225M-4/B3	75	225	\$ 8.182.650
IE2-250M-4/B3	100	250	\$ 10.420.200

EXH TRIFASICOS 1800 RPM B5			
REFERENCIA	HP	CARCAZA	PRECIO EXH
/	1/12	/	/
/	1/8	/	/
DL-63M3-4/B35	1/3	63	\$ 334.950
DL-71M2-4/B35	1/2	71	\$ 378.000
DL-71M3-4/B35	3/4	71	\$ 410.550
DL-80M2-4/B35	1	80	\$ 558.600
DL-80M3-4/B35	1.5	80	\$ 690.900
DL-90S-4/B35	2	90	\$ 832.650
DL-90L-4/B35	3	90	\$ 1.060.500
DL-100L2-4/B35	4	100	\$ 1.209.600
DL-100L3-4/B35	5	100	\$ 1.303.050
DL-112M1-4/B35	7.5	113	\$ 1.623.300
DL-132M-4/B35	10	132	\$ 1.809.150
DL-132M1-4/B35	15	132	\$ 2.088.450
DL-160L-4/B35	20	160	\$ 3.268.650
IE2-160L1-4/B35	25	160	\$ 3.463.950
IE2-180L-4/B35	30	180	\$ 4.587.450

EXH TRIFASICOS 1800 RPM B14			
REFERENCIA	HP	CARCAZA	PRECIO EXH
DL-561-4/B34	1/12	56	\$ 234.150
DL-562-4/B34	1/8	56	\$ 253.050
DL-63M3-4/B34	1/3	63	\$ 320.250
DL-71M2-4/B34	1/2	71	\$ 363.300
DL-71M3-4/B34	3/4	71	\$ 395.850
DL-80M2-4/B34	1	80	\$ 537.600
DL-80M3-4/B34	1.5	80	\$ 666.750
DL-90S-4/B34	2	90	\$ 801.150
DL-90L-4/B34	3	90	\$ 1.019.550
DL-100L2-4/B34	4	100	\$ 1.176.000
DL-100L3-4/B34	5	100	\$ 1.270.500
/	7.5	112	/
/	10	132	/
/	15	132	/
/	20	160	/
/	25	160	/
/	30	180	/

MONOFASICOS EXH



EXH MONOFASICOS 1800 RPM B3			
REFERENCIA	HP	CARCAZA	EXHIBIR
/	1/12	/	/
/	1/8	/	/
DLYL711-4/B3	1/4	71	\$ 315.000
DLYL712-4/B3	1/2	71	\$ 345.450
DLYL802-4/B3	1	80	\$ 456.750
DLYL90L-4/B3	2	90	\$ 613.200
DLYL100L1-4/B3	3	100	\$ 823.200
DLYL112M-4/B3	5	112	\$ 1.045.800

EXH MONOFASICOS 1800 RPM B5			
REFERENCIA	HP	CARCAZA	EXHIBIR
/	1/12	/	/
/	1/8	/	/
DLYL711-4/B35	1/4	71	\$ 346.500
DLYL712-4/B35	1/2	71	\$ 381.150
DLYL802-4/B35	1	80	\$ 504.000
DLYL90L-4/B35	2	90	\$ 676.200
DLYL100L1-4/B35	3	100	\$ 910.350
DLYL112M-4/B35	5	112	\$ 1.156.050

EXH MONOFASICOS 1800 RPM B5			
REFERENCIA	HP	CARCAZA	EXHIBIR
DLYY561-4/B34	1/12	56	\$ 259.350
DLYY562-4/B34	1/8	56	\$ 267.750
DLYL711-4/B34	1/4	71	\$ 332.850
DLYL712-4/B34	1/2	71	\$ 365.400
DLYL802-4/B34	1	80	\$ 485.100
DLYL90L-4/B34	2	90	\$ 651.000
DLYL100L1-4/B34	3	100	\$ 872.550
DLYL112M-4/B34	5	112	\$ 1.107.750

Lista de precios Julio 2020

Almacén: Cra 68H # 78 - 95
 Fabrica: Cra 68 H # 78 - 69
 Telefonos: 3119784 - 3205773629 - 3205773661 - 3134106979
 Bogotá, Colombia

D.4 RESISTENCIA PARA INMERSIÓN 18.000 W

GRUPO 1 - Resistencias para inmersión, accesorios y calentadores de bidón

1.1 - Con tapón de acoplamiento

Características generales


- Elementos tubulares en Cobre níquelado de Ø8 mm
- Cabezales roscados de latón estampado.
- Caperuzas de protección de acero cromado trivalente, con grado de protección contra la humedad IP-40.
- Opcionalmente, todos los modelos pueden suministrarse con caja de conexiones de aluminio IP-66.
- Soldadas con aleación de cobre.
- Tensión normalizada 3~230 V Δ, 3~400 V Δ
- Bajo pedido pueden fabricarse resistencias a medida según sus especificaciones:
 - Elementos tubulares en: AISI 316L, Incoloy®-800 e Incoloy®-825 y Titanio
 - Cabezales en acero inoxidable o Titanio.

CALEFACTOR CON TAPÓN DE ACOPLAMIENTO EN LATÓN, FORMA "3U" CON TRIPLE VUELTA

Código	L en mm	Rosca tapón pulgadas GAS	Wattios	W/cm ²	Material tubo	Peso en Kg	Clase térmica constructiva Electricifor	Gama caja de conexiones	
								IP40 (1)	IP66 (2)
ET401C	355	2 1/2"	9000	6,7	Cu	2,1	T-175-E	C-FE-2"1/2	Gama G1
ET402C	465	2 1/2"	12000	6,6	Cu	2,6	T-175-E	C-FE-2"1/2	Gama G1
ET403C	570	2 1/2"	15000	6,6	Cu	3,0	T-175-E	C-FE-2"1/2	Gama G2
ET404C	680	2 1/2"	18000	6,5	Cu	3,6	T-175-E	C-FE-2"1/2	Gama G2

Nota 1: Caja de conexiones estándar. Se entrega siempre con la resistencia.
Nota 2: Caja de conexiones de aluminio. Opcional. Se entrega bajo pedido (ver pag nº 7)
Nota: Si lo desea, podrá encontrar bridas soldables, tuercas y adaptadores para estas resistencias en la página nº 9 del catálogo

ET
Modelos según catálogo: 733



D.5 ELECTROVALVULA SOLENOIDE AGUA 110 V



Nuevo | 3 vendidos

Electrovalvula Valvula Solenoide Agua 110 Vac 1 Metálica ♥

\$ 205.100

36 cuotas de \$ 5.697



Más información

🚚 **Llega gratis entre el miércoles y el lunes 15 de febrero**

Beneficio Mercado Puntos

[Ver más formas de entrega](#)

Stock disponible

Cantidad: **1 unidad** ▾ (2 disponibles)

[Comprar ahora](#)

D.6 INTERCAMBIADOR DE PLACAS SOLDADAS MARCA ALFA LAVAL

CB20-40H

COTIZACIÓN NRO. **CRJ-056**



Itagüí, 1 de febrero de 2021

Señora
INGRID CABRERA
juliehcm67@gmail.com
 Teléfono: 3134991289
 Bucaramanga

ASUNTO: OFERTA POR EL SUMINISTRO DE INTERCAMBIADOR DE PLACAS SOLDADAS MARCA ALFA LAVAL.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

ÍTEM	REF.	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	MON.	VR/UNT	VR/TOTAL
1	BP	Intercambiador de placas soldadas marca Alfa Laval CB20-40H, 40 plates, 1 pass Descripción: Fluido caliente: Mosto Tin: 50 °C Tout: 21 Caudal: 30 L/min (1.8 m3/h) Fluido frío: Agua Tin: 10 °C Tout: 32 °C Caudal: 30 L/min (1.8 m3/h) Material de las placas: acero inoxidable 316 Conexiones a proceso: Roscada 1" ISO 228/1-G Caída de presión generada por el equipo: 14 Kpa	UND.	1	COP	\$ 2.567.296	\$ 2.567.296
TOTAL COP, TÉRMINOS DDP PLANTA CLIENTE							\$ 2.567.296



;

COTIZACIÓN NRO. **CRJ-056**



TOTAL OFERTA

El costo total de la oferta es: 2'567.296 COP más el correspondiente valor del IVA.

Los valores unitarios sólo son válidos para el total de la oferta, cualquier cambio en las cantidades ocasionará la reevaluación de la misma.

Para efecto de esta cotización en caso de ser aceptada, se entiende que el precio y la cosa se ha pactado o convenido en el municipio de Itagüí, Antioquia, Colombia.

LUGAR DE ENTREGA

Según términos Incoterms,

FORMA DE PAGO

50% anticipo y 50% para despachar facturado.

Somos Autorretenedores, Favor NO hacer retención al momento de pago de las facturas.

TIEMPO DE ENTREGA

Item 1 : El plazo de entrega es 1 - 2 Semanas después de recibida la orden de compra, sujeto a disponibilidad de inventario.

VALIDEZ DE LA OFERTA

La presente oferta es válida por 30 días

INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA

No incluida

GARANTÍA

Ver términos de garantía anexos (T.G.EQUISOL. REVO) o ingresando al siguiente link:

<https://equisol.com.co/wp-content/uploads/2018/07/TERMINOS-DE-GARANTIA-EQUISOL-SAS-Rev0.pdf>

NOTAS

Cuando sea aceptado el pedido (orden de compra o cualquier otro documento de aceptación) se tiene 5 días hábiles para modificar o cancelar el pedido, después de pasado este tiempo la orden se considera en firme y no podrán realizarse cambios.

JONATHAN CORREA RAMIREZ

Ingeniero de Ventas

jonathan.correa@equisol.com.co

Celular: 3164728429

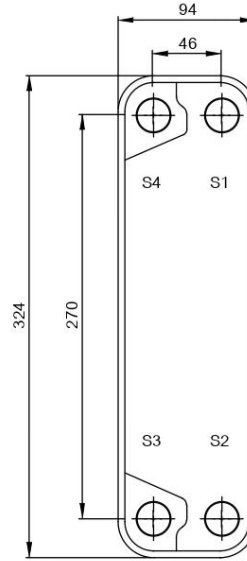
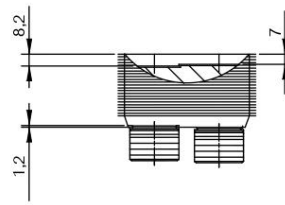
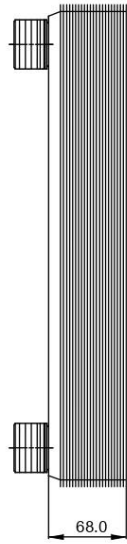
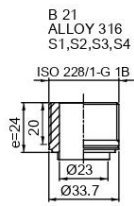
EQUISOL - EQUIPOS Y SOLUCIONES S.A.S.

NIT. 900.953.704-0

PBX: (574) 444 61 69 - Diagonal 43 #28-41 Bod.104 - Itagüí, Colombia



Note that all unique customer requirements (i.e tolerance) need to be verified thru Alfa Laval.



HEATING SURFACE 0.9 m²
 NETWEIGHT 4.1 kg
 OPERATING WEIGHT 5.16 kg
 PLATE MATERIAL ALLOY 316
 PLATE GROUPING 1*19H/1*20H

Frameplate is depressed 1.2 mm at connection S3/S4
 Pressureplate is depressed 1.2 mm / even number of channel plates at connections T3/T4 / uneven number of channel plates at connections T1/T2.

T1 T2 T3 T4 locations on back side correspond to S1 S2 S3 S4 on front side

ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS

SIDE	MEDIA	INLET	TEMP.	OUTLET	TEMP.	FLOW RATE	PRESSURE DROP	LIQUID VOL.
1	Beer	S1	50.0 °C	S2	21.0 °C	1.44 m ³ /h	14.2 kPa	0.6 dm ³
2	Water	S3	10.0 °C	S4	32.0 °C	1.80 m ³ /h	24.0 kPa	0.5 dm ³



PRESSURE VESSEL APPROVAL PED
 CB20-40H (3287000016)

www.alfalaval.com

CUSTOMER NAME / REF. NO.
 COMPANY / REF.
 Equisol - Equipos y Soluciones SAS

TOTAL LENGTH 92 mm
 TOTAL WIDTH 94 mm
 TOTAL HEIGHT 324 mm

2/3/2021
 REV 0

D.7 REDUCTOR SINFÍN CORONA 2 HP, RELACIÓN 15

v

REDUCTOR SINFÍN CORONA MONTAJE DIRECTO CON BRIDA



LISTA DE PRECIOS 2020



REFERENCIA	RELACION	7,5	10	15	20	30	40	50	60	80	IVA INC	
NM30	HP	1/12 - 1/8						1/12			244.000	
	TAM FLANCHE	56										
REFERENCIA	RELACION	7,5	10	15	20	30	40	50	60	100	IVA INC	
NM40	HP	1/2 - 3/4				1/2	1/3			300.000		
	TAM FLANCHE	71				63	63 - 71	63	63 - 71			
REFERENCIA	RELACION	7,5	10	15	20	30	40	50	60	IVA INC		
NM50	HP	1 - 1.5			3/4	1/2 - 3/4	1/2	431.000				
	TAM FLANCHE	80										
REFERENCIA	RELACION	7,5	10	15	20	30	40	50	60	100	IVA INC	
NM63	HP	2 - 3	2	2	1 - 1.5	1	3/4	1/2 - 3/4		514.000		
	TAM FLANCHE	90			80			71				
REFERENCIA	RELACION	7,5	10	15	20	30	40	50	60	IVA INC		
NM75	HP	4		3 - 4	3	2 - 3	2	1.5	1 - 1.5		721.000	
	TAM FLANCHE	100/112		90 - 100/112		90		80				
REFERENCIA	RELACION	7,5	10	15	20	30	40	50	60	100	IVA INC	
NM90	HP	5		4 - 5	4	3	2 - 3	2	1 - 1.5		978.000	
	TAM FLANCHE	100/112				90			80			
REFERENCIA	RELACION	7,5	15	20	30	40	50	60	IVA INC			
NM110	HP	6 - 7.5			5	4	4	3	1.541.000			
	TAM FLANCHE	100/112								90		
REFERENCIA	RELACION	20	30	40	50	60	IVA INC					
NM130	HP	6 - 7.5		5 - 6 - 7.5		4 - 5		1.985.000				
	TAM FLANCHE	132		100/112								
REFERENCIA	RELACION	20	30	40	50	IVA INC						
NM150	HP	12 - 15		10		3.537.000						
	TAM FLANCHE	132										

$$\text{VELOCIDAD DE SALIDA} = \frac{1800 \text{ RPM}}{\text{RELACION}}$$

TAMAÑO DEL FLANCHE: Corresponde al tamaño del motor

HP: Potencia del motor para cada tamaño de caja reductora

ANEXO E

PRECIOS DE VENTA DE ALGUNAS CERVECERÍAS ARTESANALES EN COLOMBIA

- Chicamocha cervecería & Pub.

Cerveza	Vaso 330 ml	Pinta 473 ml	Jarra 1,5 L
Chicamocha rubia	\$ 6.000	\$ 8.500	\$ 24.500
Chicamocha roja	\$ 6.000	\$ 8.500	\$ 24.500
Chicamocha negra	\$ 6.000	\$ 8.500	\$ 24.500

- Heredera

Económica: Verano y Tormenta

Premium: Iluminada y Palenque

Cerveza	Económica	Premium
4 Pack	\$ 14.600	\$ 16.800
6 Pack	\$ 21.500	\$ 23.100
24 pack	\$ 84.000	\$ 87.600

Pack	Precio
4 Pack surtido	\$ 16.700
6 Pack surtido	\$ 23.300
24 Pack surtido	\$ 85.800

- Tres cordilleras

Tamaño	Cerveza	Precio
330 ml	Rosada	\$ 3.741
	Blanca	
	Mulata	
	Negra	
	Mestiza	
	Mona	
	Redlpa - temporada	

- Cervecería Tomahawk.

Tamaño	Cerveza	Precio
330 ml	American Stout	\$ 8.200
	Fruit India pale ale feijoa y lulo	\$ 8.500
	Fruit India pale ale frutos rojos	\$ 8.500
	Fruit India pale ale mango y piña	\$ 8.500
	Black India pale ale	\$ 8.500
	Summer ale	\$ 7.500
	American pale ale	\$ 8.000

Pack	Precio
4 Pack personalizado	\$ 34.000
6 pack personalizado	\$ 51.000
6 pack Fruit IPA frutos rojos	\$ 51.900
12 pack personalizado	\$ 102.000
24 pack personalizado	\$ 204.000

- Tres quince TRSQNC

Cerveza	Precio
6 pack la penka sawar-Polka Dot	\$ 35.400
6 Pack la penka sawar- ARCO IRIS	\$ 35.400
6 Pack AleGría	\$ 35.400
6 Pack uapa Seltzer - patilla	\$ 27.600
6 Pack uapa Seltzer - Mandarina	\$ 27.600
6 Pack uapa Seltzer - Guarapo	\$ 27.600
6 Pack La cabra Enguatabada v2.0 Edición Limitada TRSQNC	\$ 41.400
6 Pack turbo Laser- Edición limitada	\$ 39.800
6 Pack brinca IPA	\$ 38.950
6 Pack TRSQNC	\$ 33.050
6 Pack uapa Seltzer - Limón	\$ 27.600
6 Pack la mirla	\$ 31.200
6 Pack IPA Playa	\$ 27.600
6 Pack triple AAA	\$ 28.800
6 Pack doble 6	\$ 26.400
6 Pack centurión de la noche	\$ 31.200
6 Pack cabeza de Belga	\$ 35.400

- Antaño Cervecería Artesanal.

Cerveza	Vaso	Pinta	Jarra	330 ml	Growler 1 L	Recarga 1 L	Growler 2 L	Recarga 2 L
Izzy- american pale ale	\$ 8.500	\$ 11.500	\$ 35.000	\$ 6.000	\$ 25.000	\$ 15.000	\$ 45.000	\$ 25.000
Lírica - Irish red ale	\$ 8.500	\$ 11.500	\$ 35.000	\$ 6.000	\$ 25.000	\$ 15.000	\$ 45.000	\$ 25.000
Casilda - Brown ale	\$ 8.500	\$ 11.500	\$ 35.000	\$ 6.000	\$ 25.000	\$ 15.000	\$ 45.000	\$ 25.000
Rubísima - Munich helles	\$ 8.500	\$ 11.500	\$ 35.000	\$ 6.000	\$ 25.000	\$ 15.000	\$ 45.000	\$ 25.000
Mangozadera - con mango biche y sal	\$ 8.500	\$ 11.500	\$ 35.000	\$ 6.000	\$ 25.000	\$ 15.000	\$ 45.000	\$ 25.000
María - sidra con mora	\$ 9.500	\$ 12.500	\$ 40.000	\$ 7.000	\$ 30.000	\$ 20.000	\$ 50.000	\$ 30.000
Apraez con chilacuan y motilón	\$ 10.500	\$ 13.500	\$ 45.000	NA	\$ 30.000	\$ 20.000	\$ 50.000	\$ 30.000
La leyenda de juanchito	\$ 10.500	\$ 13.500	\$ 45.000	\$ 8.000	\$ 30.000	\$ 20.000	\$ 50.000	\$ 30.000
Piperipa #1 : Black ipa	\$ 12.500	\$ 15.000	\$ 50.000	\$ 8.000	\$ 40.000	\$ 30.000	\$ 65.000	\$ 45.000
Chente con chile habanero, tequila y sal	\$ 14.500	\$ 17.500	\$ 52.000	NA	\$ 47.000	\$ 37.000	\$ 72.000	\$ 52.000

- Apóstol cervecero.

Cerveza	Precio
Bock cerveza tipo lager	\$ 6.500
Cerveza apostol 5 pack-surtido	\$ 30.000
Cerveza bock 3 pack	\$ 22.500
Cerveza bock 4 pack	\$ 24.000
Cerveza dubbel 3 pack	\$ 22.500
Cerveza dubbel 4 pack	\$ 24.000
Cerveza helles 4 pack	\$ 24.000
Cerveza marzen 4 pack	\$ 24.000
Cerveza weizen 4 pack	\$ 24.000
Dubbel cerveza tipo ale de abadía belga	\$ 6.500
Helles cerveza tipo lager	\$ 6.500
Marzen cerveza tipo lager	\$ 6.500
Weizen cerveza tipo ale	\$ 6.500

- Torrealta

Tamaño	Cerveza	Precio
330 ml	El gregario	
	La bruja	\$ 10.000
	La dama alegre	
	El pedalista	\$ 12.000
	El rey de palmas	
	El niño sin padre	
	La provinciana	\$ 10.000
	La justa	
	La diva	

- BBC Cervecería

Tamaño	Cerveza	Precio
1 L	Lager (rubia)	\$ 20.000
	Bacatá (blanca)	
	Cajicá (rubia)	
	Monsserrate (roja)	
	Chapinero (negra)	
	Macondo (negra)	
	Septimazo (roja)	

Mezclas de la casa	Cerveza	Precio
Black & Tan	6 pack Lager - 6 botellas 330 ml	\$ 27.000
	Chapinero + Monsserrate - 8 botellas 330 ml	\$ 36.000
	Chapinero + Cájica - 8 botellas 330 ml	
	Chapinero + Monsserrate - 1 L	
	Chapinero + Cájica - 1 L	
Half & Half	Monsserrate+ Cájica - 8 botellas 330 ml	
	Monsserrate + cájica (1 L)	
	Monsserrate + Lager (1 L)	

- Manigua

Tamaño	Cerveza	Precio
330 ml	Muelona	\$ 6.100
	Madre agua	
	Bracamonte	\$ 6.200
	Llorona	
	Mohan	

- Chelarte

Tamaño	Cerveza	Precio
330 ml	Pamela	
	Raquel	\$ 5.500
	Carmela	
	Naari	\$ 8.900
	Débora	\$ 10.000
	Zenaida	\$ 5.500

- Cervecería Local

Cerveza	Vaso 380 ml	Pinta 540 ml	Lata 355 ml	Botella 330 ml
Poporra	\$ 5.000	\$ 7.000	\$ 5.500	\$ 7.000
Caña Brava	\$ 5.000	\$ 7.000	\$ 5.500	\$ 7.000
Pa' las ánimas	\$ 5.000	\$ 7.000	\$ 5.500	\$ 7.000
La engallada	\$ 5.000	\$ 7.000	\$ 7.000	\$ 7.000

3 Pack surtido	\$ 19.500
6 Pack surtido	\$ 36.000
Cantina 2 L	\$ 60.000
Refill 2 L	\$ 25.000

ANEXO F

ÍNDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR



Índice de Precios al Consumidor

Información técnica

Consulta dinámica

Visor de datos

Histórico hábitos de consumo

Calculadora de gastos

Actualización metodológica 2019

Información diciembre y año 2020

En diciembre de 2020 la variación anual del IPC fue 1,61%

(IPC) Índice de precios al consumidor
Variación anual y mensual - Total nacional - 2019 - 2020 (diciembre)

IPC	Diciembre			
	Variación anual		Variación mensual	
	2020	2019	2020	2019
IPC total	1,61	3,80	0,38	0,26

Fuente: DANE







Boletín técnico	Anexos
Comunicado de prensa	Presentación
Elementos de diseño y difusión de series históricas	

ANEXO G

MATERIA PRIMA (INSUMOS)








EQUIPOS INSUMOS CERVEZA SAS
NIT: 900489826-0

PRODUCTO	DESCRIPCION	VALOR
	<p style="text-align: center;">MALTA PILSEN 2RS</p> <p>Color del mosto: 3.0-3.5 EBC/ 1.7-1.9 Lovibond</p> <p>Marca: CASTLEMALTING País de Origen: BELGICA Presentación: Kilos y Bultos de 25 Kg</p>	<p>Precio 1 a 24 Kg \$ 5.300 Precio > 25 Kg \$ 5.200</p>
	<p style="text-align: center;">MALTA PALE ALE</p> <p>Color del mosto: 7.0-10.0 EBC/ 3.2-4.3 Lovibon</p> <p>Marca: CASTLEMALTING País de Origen: BELGICA Presentación: Kilos y Bultos de 25 Kg</p>	<p>Precio 1 a 24 Kg \$ 5.600 Precio > 25 Kg \$ 5.500</p>
	<p style="text-align: center;">MALTA VIENNA</p> <p>Color del mosto: 4.0-7.0 EBC/ 2.1-3.2 Lovibond</p> <p>Marca: CASTLEMALTING País de Origen: BELGICA Presentación: Kilos y Bultos de 25 Kg</p>	<p>Precio 1 a 24 Kg \$ 5.600 Precio > 25 Kg \$ 5.500</p>
	<p style="text-align: center;">MALTA MUNICH</p> <p>Color del mosto: 25 EBC/ 9.9 Lovibond</p> <p>Marca: CASTLEMALTING País de Origen: BELGICA Presentación: Kilos y Bultos de 25 Kg</p>	<p>Precio 1 a 24 Kg \$ 5.600 Precio > 25 Kg \$ 5.500</p>
	<p style="text-align: center;">MALTA TRIGO</p> <p>Color del mosto: 50 EBC/ 19.3 Lovibond</p> <p>Marca: CASTLEMALTING País de Origen: BELGICA Presentación: Kilos y Bultos de 25 Kg</p>	<p>Precio 1 a 24 Kg \$ 5.600 Precio > 25 Kg \$ 5.500</p>
	<p style="text-align: center;">MALTA BISCUIT</p> <p>Color del mosto: 50 EBC/ 19.3 Lovibond</p> <p>Marca: CASTLEMALTING País de Origen: BELGICA Presentación: Kilos y Bultos de 25 Kg</p>	<p>Precio 1 a 24 Kg \$ 7.100 Precio > 25 Kg \$ 7.000</p>

Cra 68d N° 65 - 31
Bogotá D.C. Colombia Suramérica
CONTACTO: 3114593379 PBX: 2004434
ventas@equiposinsumoscerveza.com

	<p>MALTA TOURBE (AHUMADA) Color del mosto: max. 4.0 EBC/ max. 2.1 Lovibond Phenols: 5.0-10.0 ppm Marca: CASTLEMALTING País de Origen: BELGICA Presentación: Kilos y Bultos de 25 Kg</p>	<p>Precio 1 a 24 Kg \$ 6.600 Precio > 25 Kg \$ 6.500</p>
	<p>MALTA AROMA Color del mosto: 100 EBC/ 38.2 Lovibond Marca: CASTLEMALTING País de Origen: BELGICA Presentación: Kilos y Bultos de 25 Kg</p>	<p>Precio 1 a 24 Kg \$ 7.100 Precio > 25 Kg \$ 7.000</p>
	<p>MALTA MELANO Color del mosto: 80 EBC/ 30.6 Lovibond Marca: CASTLEMALTING País de Origen: BELGICA Presentación: Kilos y Bultos de 25 Kg</p>	<p>Precio 1 a 24 Kg \$ 7.100 Precio > 25 Kg \$ 7.000</p>
	<p>MALTA CARA GOLD Color del mosto: 120 EBC/ 45.7 Lovibond Marca: CASTLEMALTING País de Origen: BELGICA Presentación: Kilos y Bultos de 25 Kg</p>	<p>Precio 1 a 24 Kg \$ 7.400 Precio > 25 Kg \$ 7.300</p>
	<p>MALTA CARA RUBY Color del mosto: 50 EBC/ 19.3 Lovibond Marca: CASTLEMALTING País de Origen: BELGICA Presentación: Kilos y Bultos de 25 Kg</p>	<p>Precio 1 a 24 Kg \$ 7.400 Precio > 25 Kg \$ 7.300</p>
	<p>MALTA CRYSTAL Color del mosto: 150 EBC/ 57.1 Lovibond Marca: CASTLEMALTING País de Origen: BELGICA Presentación: Kilos y Bultos de 25 Kg</p>	<p>Precio 1 a 24 Kg \$ 7.600 Precio > 25 Kg \$ 7.500</p>
	<p>MALTA SPECIAL B Color del mosto: 300 EBC/ 113.7 Lovibond Marca: CASTLEMALTING País de Origen: BELGICA Presentación: Kilos y Bultos de 25 Kg</p>	<p>Precio 1 a 24 Kg \$ 7.800 Precio > 25 Kg \$ 7.700</p>
	<p>MALTA CHOCOLATE Color del mosto: 900 EBC/ 340.1 Lovibond Marca: CASTLEMALTING País de Origen: BELGICA Presentación: Kilos y Bultos de 25 Kg</p>	<p>Precio 1 a 24 Kg \$ 8.200 Precio > 25 Kg \$ 8.100</p>
	<p>MALTA BLACK Color del mosto: 1300 EBC/ 488.1 Lovibond Marca: CASTLEMALTING País de Origen: BELGICA Presentación: Kilos y Bultos de 25 Kg</p>	<p>Precio 1 a 24 Kg \$ 8.200 Precio > 25 Kg \$ 8.100</p>
	<p>ROSTED BARLEY Color del mosto: 1000-1400 EBC/ 375.6-525. Lovibond Marca: CASTLEMALTING País de Origen: BELGICA Presentación: Kilos y Bultos de 25 Kg</p>	<p>Precio 1 a 24 Kg \$ 8.200 Precio > 25 Kg \$ 8.100</p>

LUPULO	DESCRIPCION	PRECIO
	Lúpulo Magnum Origen: Alemania Alfa Acido: 12,4 %	100 gr \$ 25.000 250 gr \$ 62.000 1 Kg \$ 225.000
	Lúpulo Hallertau Tradition Origen: Alemania Alfa Acido: 3,4 %	100 gr \$ 25.000 250 gr \$ 62.000 1 Kg \$ 210.000
	Lúpulo Saaz Origen: Republica Checa Alfa Acido: 3,4 %	100 gr \$ 32.000 250 gr \$ 75.000 1 Kg \$ 295.000
	Lúpulo Perle Origen: Alemania Alfa Acido: 8,4 %	100 gr \$ 28.000 250 gr \$ 68.000 1 Kg \$ 260.000
	Lúpulo Fugless Origen: Reino Unido Alfa Acido: 4,5 %	100 gr \$ 25.000 250 gr \$ 62.000 1 Kg \$ 225.000
	Lúpulo Stiryan Golding Origen: Reino Unido Alfa Acido: 3,4 %	100 gr \$ 25.000 250 gr \$ 62.000 1 Kg \$ 220.000

LEVADURA	CARACTERISTICAS	PRECIO
	SafAle S-04 Marca: Fermentis Presentación: Sobre 11,5 gr	SOBRE \$ 21.000 LB \$ 265.000
	SafAle S-05 Marca: Fermentis Presentación: Sobre 11,5 gr	SOBRE \$ 21.000 LB \$ 280.000
	SafLager S-23 Marca: Fermentis Presentación: Sobre 11,5 gr	SOBRE \$ 24.000
	SafBrew WB-06 Marca: Fermentis Presentación: Sobre 11,5 gr	SOBRE \$ 23.000 LB \$ 330.000
	SafAle S-33 Marca: Fermentis Presentación: Sobre 11,5 gr	SOBRE \$ 21.000 LB \$ 220.000
	SafAle T-58 Marca: Fermentis Presentación: Sobre 11,5 gr	SOBRE \$ 21.000 LB \$ 250.000

ANEXO H

TARIFAS SERVICIOS PÚBLICOS

H.1 TARIFAS VIGENTES ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA (AMB)

Página 3 de 12	ACTO DE GERENCIA	
F. SG 402-002		
Rev. 0		
GERENCIA GENERAL		

PRIMERO. Establecer las Tarifas vigentes por concepto de Cargo Fijo (\$/suscriptor-mes) y Cargo por consumo (\$/m³) del Servicio Público Domiciliario de Acueducto ofrecido a los suscriptores de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, así:

USO RESIDENCIAL	ESTRATO 1			ESTRATO 2		ESTRATO 3		ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6
	B/MANGA	FLORIDA	GIRON	GIRON	B/MANGA-F/DA	B/MANGA	F/DA - GIRON			
SUBSIDIO / CONTRIBUCION	-50%	-45%	-30%	-25%	-30%	-10%	-5%	0%	50%	60%
CARGO FIJO (\$/mes)	\$ 4.483,19	\$ 4.931,51	\$ 6.276,47	\$ 6.724,78	\$ 6.276,47	\$ 8.069,74	\$ 8.518,06	\$ 8.966,38	\$ 13.449,57	\$ 14.346,21
CONSUMO BASICO (\$/m ³)	\$ 1.141,37	\$ 1.255,51	\$ 1.597,92	\$ 1.712,05	\$ 1.597,92	\$ 2.054,47	\$ 2.168,60	\$ 2.282,74	\$ 3.424,11	\$ 3.652,38
C. COMPLEMENTARIO (\$/m ³)	\$ 2.282,74	\$ 2.282,74	\$ 2.282,74	\$ 2.282,74	\$ 2.282,74	\$ 2.282,74	\$ 2.282,74	\$ 2.282,74	\$ 3.424,11	\$ 3.652,38
C. Suntuuario (\$/m ³)	\$ 2.282,74	\$ 2.282,74	\$ 2.282,74	\$ 2.282,74	\$ 2.282,74	\$ 2.282,74	\$ 2.282,74	\$ 2.282,74	\$ 3.424,11	\$ 3.652,38

USO NO RESIDENCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	OFICIAL	ESPECIAL	TEMPORAL		PILAS PUBLICAS	
					B/GA - GIRON	FLORIDA	B/GA - FLORIDA	GIRON
SUBSIDIO / CONTRIBUCION	50%	30%	0%	0%	50%	60%	-70%	-50%
CARGO FIJO (\$/mes)	\$ 13.449,57	\$ 11.656,29	\$ 8.966,38	\$ 8.966,38	\$ 13.449,57	\$ 14.346,21	\$ 2.689,91	\$ 4.483,19
CONSUMO (\$/m ³)	\$ 3.424,11	\$ 2.967,56	\$ 2.282,74	\$ 2.282,74	\$ 3.424,11	\$ 3.652,38	\$ 684,82	\$ 1.141,37

PARÁGRAFO PRIMERO: En cumplimiento del artículo 125 de la Ley 142 de 1994 y la Resolución CRA 403 de 2006, las tarifas se actualizarán cuando se den las condiciones del Índices de Precios del Consumidor acumulado superior al 3%.

PARÁGRAFO SEGUNDO: A las anteriores tarifas se les aplicarán los porcentajes de Subsidios y de Aportes Solidarios en concordancia con el artículo 99 de la Ley 142 de 1994, Decreto 565 de 1996, Ley 715 del 2001, artículos 1,2,4, y 11 de la Ley 1176 del 2011 y con él y los Acuerdos Municipales respectivos para cada Municipio.

SEGUNDO. Fijar los costos directos por aportes de conexión para nuevos suscriptores a partir de la vigencia 2020 de acuerdo al uso y categoría así:

RESIDENCIAL	
ESTRATO	APORTES DE CONEXIÓN
Estrato 1	\$ 242.364
Estrato 2	\$ 403.537
Estrato 3	\$ 686.135
Estrato 4	\$ 807.032
Estrato 5	\$ 1.210.550
Estrato 6	\$ 1.371.510
NO RESIDENCIAL	
DIÁMETRO ACOMETIDA	APORTES DE CONEXIÓN
½"	\$ 1.210.550
¾"	\$ 2.764.766
1"	\$ 4.198.145
Mayores de 1"	\$ 4.973.118

Controla SGC

ANEXO I
TABLA DE AMORTIZACIÓN DE PRÉSTAMO

Amortización				
Periodo	Cuota mensual	Abono a capital	Intereses	Saldo de capital
0	-	-	-	\$ 175.000.000
1	\$ 4.196.380,28	\$ 1.956.380,28	2240000	\$ 173.043.619,72
2	\$ 4.196.380,28	\$ 1.981.421,95	2214958,332	\$ 171.062.197,76
3	\$ 4.196.380,28	\$ 2.006.784,15	2189596,131	\$ 169.055.413,61
4	\$ 4.196.380,28	\$ 2.032.470,99	2163909,294	\$ 167.022.942,62
5	\$ 4.196.380,28	\$ 2.058.486,62	2137893,666	\$ 164.964.456,00
6	\$ 4.196.380,28	\$ 2.084.835,25	2111545,037	\$ 162.879.620,75
7	\$ 4.196.380,28	\$ 2.111.521,14	2084859,146	\$ 160.768.099,61
8	\$ 4.196.380,28	\$ 2.138.548,61	2057831,675	\$ 158.629.551,00
9	\$ 4.196.380,28	\$ 2.165.922,03	2030458,253	\$ 156.463.628,97
10	\$ 4.196.380,28	\$ 2.193.645,83	2002734,451	\$ 154.269.983,14
11	\$ 4.196.380,28	\$ 2.221.724,50	1974655,784	\$ 152.048.258,64
12	\$ 4.196.380,28	\$ 2.250.162,57	1946217,711	\$ 149.798.096,07
13	\$ 4.196.380,28	\$ 2.278.964,65	1917415,63	\$ 147.519.131,41
14	\$ 4.196.380,28	\$ 2.308.135,40	1888244,882	\$ 145.210.996,01
15	\$ 4.196.380,28	\$ 2.337.679,54	1858700,749	\$ 142.873.316,47
16	\$ 4.196.380,28	\$ 2.367.601,83	1828778,451	\$ 140.505.714,64
17	\$ 4.196.380,28	\$ 2.397.907,14	1798473,147	\$ 138.107.807,50
18	\$ 4.196.380,28	\$ 2.428.600,35	1767779,936	\$ 135.679.207,15
19	\$ 4.196.380,28	\$ 2.459.686,43	1736693,852	\$ 133.219.520,72
20	\$ 4.196.380,28	\$ 2.491.170,42	1705209,865	\$ 130.728.350,30
21	\$ 4.196.380,28	\$ 2.523.057,40	1673322,884	\$ 128.205.292,90
22	\$ 4.196.380,28	\$ 2.555.352,54	1641027,749	\$ 125.649.940,36
23	\$ 4.196.380,28	\$ 2.588.061,05	1608319,237	\$ 123.061.879,32
24	\$ 4.196.380,28	\$ 2.621.188,23	1575192,055	\$ 120.440.691,09
25	\$ 4.196.380,28	\$ 2.654.739,44	1541640,846	\$ 117.785.951,65
26	\$ 4.196.380,28	\$ 2.688.720,10	1507660,181	\$ 115.097.231,54
27	\$ 4.196.380,28	\$ 2.723.135,72	1473244,564	\$ 112.374.095,82
28	\$ 4.196.380,28	\$ 2.757.991,86	1438388,427	\$ 109.616.103,97
29	\$ 4.196.380,28	\$ 2.793.294,15	1403086,131	\$ 106.822.809,81
30	\$ 4.196.380,28	\$ 2.829.048,32	1367331,966	\$ 103.993.761,49
31	\$ 4.196.380,28	\$ 2.865.260,14	1331120,147	\$ 101.128.501,36
32	\$ 4.196.380,28	\$ 2.901.935,47	1294444,817	\$ 98.226.565,89
33	\$ 4.196.380,28	\$ 2.939.080,24	1257300,043	\$ 95.287.485,65

34	\$ 4.196.380,28	\$ 2.976.700,47	1219679,816	\$ 92.310.785,18
35	\$ 4.196.380,28	\$ 3.014.802,23	1181578,05	\$ 89.295.982,95
36	\$ 4.196.380,28	\$ 3.053.391,70	1142988,582	\$ 86.242.591,24
37	\$ 4.196.380,28	\$ 3.092.475,12	1103905,168	\$ 83.150.116,13
38	\$ 4.196.380,28	\$ 3.132.058,80	1064321,486	\$ 80.018.057,33
39	\$ 4.196.380,28	\$ 3.172.149,15	1024231,134	\$ 76.845.908,18
40	\$ 4.196.380,28	\$ 3.212.752,66	983627,6247	\$ 73.633.155,52
41	\$ 4.196.380,28	\$ 3.253.875,89	942504,3906	\$ 70.379.279,62
42	\$ 4.196.380,28	\$ 3.295.525,51	900854,7792	\$ 67.083.754,12
43	\$ 4.196.380,28	\$ 3.337.708,23	858672,0527	\$ 63.746.045,89
44	\$ 4.196.380,28	\$ 3.380.430,90	815949,3873	\$ 60.365.614,99
45	\$ 4.196.380,28	\$ 3.423.700,41	772679,8719	\$ 56.941.914,58
46	\$ 4.196.380,28	\$ 3.467.523,78	728856,5066	\$ 53.474.390,80
47	\$ 4.196.380,28	\$ 3.511.908,08	684472,2022	\$ 49.962.482,72
48	\$ 4.196.380,28	\$ 3.556.860,51	639519,7788	\$ 46.405.622,21
49	\$ 4.196.380,28	\$ 3.602.388,32	593991,9643	\$ 42.803.233,89
50	\$ 4.196.380,28	\$ 3.648.498,89	547881,3938	\$ 39.154.735,00
51	\$ 4.196.380,28	\$ 3.695.199,68	501180,608	\$ 35.459.535,32
52	\$ 4.196.380,28	\$ 3.742.498,23	453882,0521	\$ 31.717.037,09
53	\$ 4.196.380,28	\$ 3.790.402,21	405978,0748	\$ 27.926.634,88
54	\$ 4.196.380,28	\$ 3.838.919,36	357460,9265	\$ 24.087.715,52
55	\$ 4.196.380,28	\$ 3.888.057,53	308322,7587	\$ 20.199.658,00
56	\$ 4.196.380,28	\$ 3.937.824,66	258555,6224	\$ 16.261.833,33
57	\$ 4.196.380,28	\$ 3.988.228,82	208151,4667	\$ 12.273.604,52
58	\$ 4.196.380,28	\$ 4.039.278,15	157102,1378	\$ 8.234.326,37
59	\$ 4.196.380,28	\$ 4.090.980,91	105399,3775	\$ 4.143.345,46
60	\$ 4.196.380,28	\$ 4.143.345,46	53034,82192	-\$ 0,00

ANEXO J PLANOS

ESCALA 1 : 24

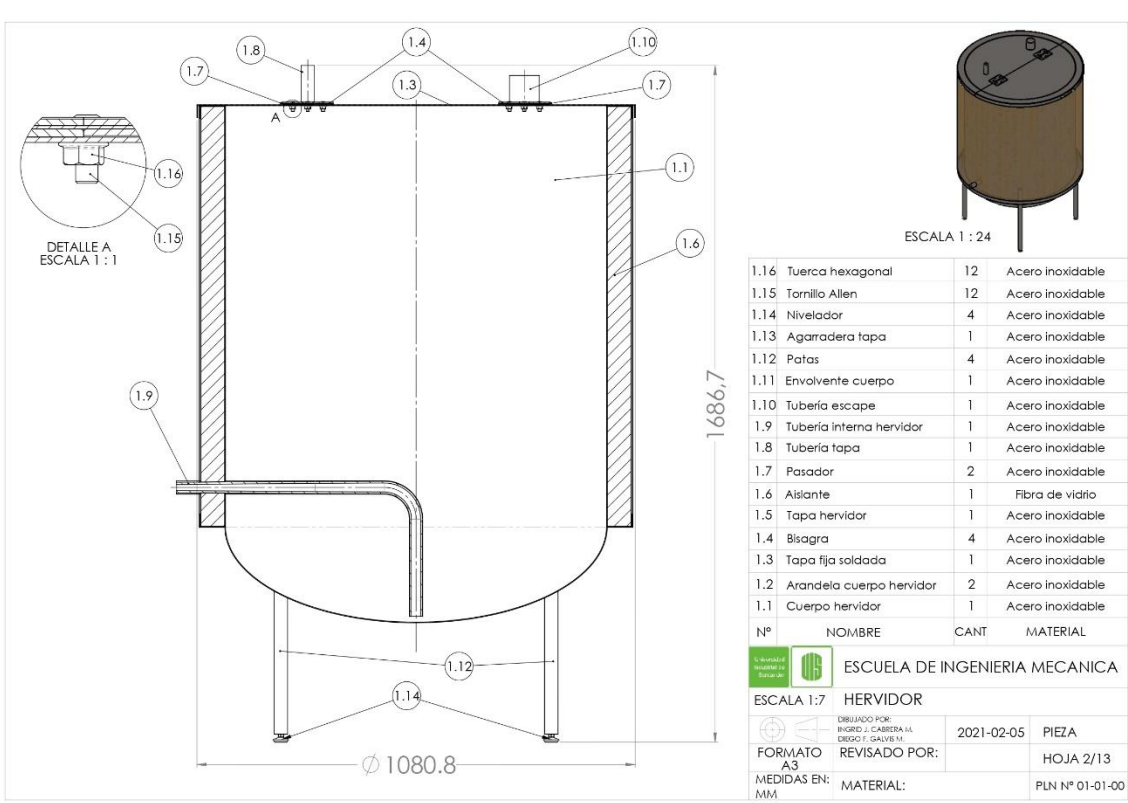
1.16	Tuerca hexagonal	12	Acero inoxidable
1.15	Tornillo Allen	12	Acero inoxidable
1.14	Nivelador	4	Acero inoxidable
1.13	Agarradera tapa	1	Acero inoxidable
1.12	Patas	4	Acero inoxidable
1.11	Envolvente cuerpo	1	Acero inoxidable
1.10	Tubería escape	1	Acero inoxidable
1.9	Tubería interna hervidor	1	Acero inoxidable
1.8	Tubería tapa	1	Acero inoxidable
1.7	Pasador	2	Acero inoxidable
1.6	Aislante	1	Fibra de vidrio
1.5	Tapa hervidor	1	Acero inoxidable
1.4	Bisagra	4	Acero inoxidable
1.3	Tapa fija soldada	1	Acero inoxidable
1.2	Arandela cuerpo hervidor	2	Acero inoxidable
1.1	Cuerpo hervidor	1	Acero inoxidable
Nº	NOMBRE	CANT	MATERIAL

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA


ESCALA 1:21 HERVIDOR

 DIBUJANDO POR: DIEGO J. CARRERA M. DIEGO F. GALVE M.	2021-02-05	PIEZA
FORMATO A3	REVISADO POR:	HOJA 1/13
MEDIDAS EN: MM	MATERIAL:	PLN Nº 01-01-00

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

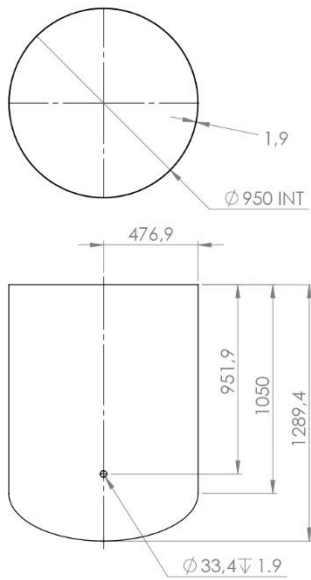


1.16	Tuerca hexagonal	12	Acero inoxidable
1.15	Tornillo Allen	12	Acero inoxidable
1.14	Nivelador	4	Acero inoxidable
1.13	Agaradera tapa	1	Acero inoxidable
1.12	Patas	4	Acero inoxidable
1.11	Envolvente cuerpo	1	Acero inoxidable
1.10	Tubería escape	1	Acero inoxidable
1.9	Tubería interna hervidor	1	Acero inoxidable
1.8	Tubería tapa	1	Acero inoxidable
1.7	Pasador	2	Acero inoxidable
1.6	Aislante	1	Fibra de vidrio
1.5	Tapa hervidor	1	Acero inoxidable
1.4	Bisagra	4	Acero inoxidable
1.3	Tapa fija soldada	1	Acero inoxidable
1.2	Arandela cuerpo hervidor	2	Acero inoxidable
1.1	Cuerpo hervidor	1	Acero inoxidable
Nº	NOMBRE	CANT	MATERIAL

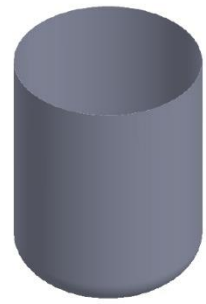
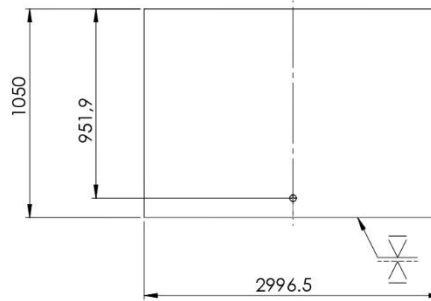

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
 ESCALA 1:7 **HERVIDOR**
 DIBUJADO POR: INGRID J. CABRERA VA. / REVISADO POR: DIEGO F. GALVE M. / 2021-02-05 / PIEZA
 FORMATO: A3 / MEDIDAS EN: MM / MATERIAL: / HOJA 2/13 / PLN N° 01-01-00

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

FORMA



DESARROLLO



ESCALA 1 : 20

Nota: La lámina rectangular se roló y soldó a la cabeza elipsoidal 2:1.
Lamina calibre 14.



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

Cuerpo hervidor

PIEZA N° 1.1

MATERIAL:
Acero inoxidable

ESCALA: 1:20

MEDIDAS EN: MM

FECHA: 5/02/21

DIBUJADO POR:
Ingrid J. Cabrera M.
Diego F. Galvis M.

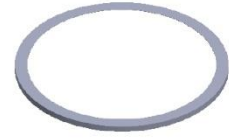
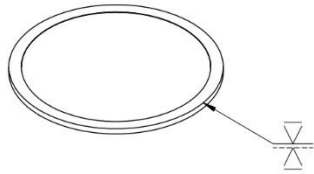


HOJA: 3/13

PLN N° 01-01-01

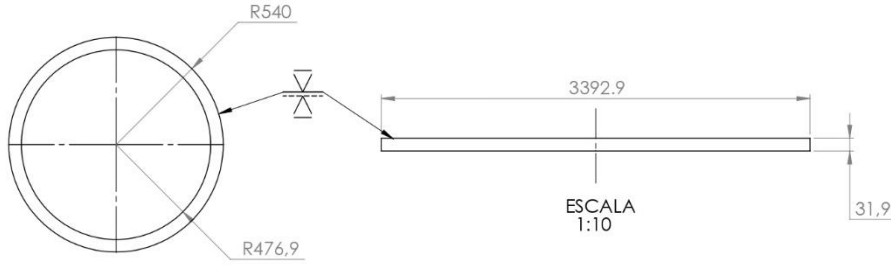
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

FORMA



ESCALA 1 : 20

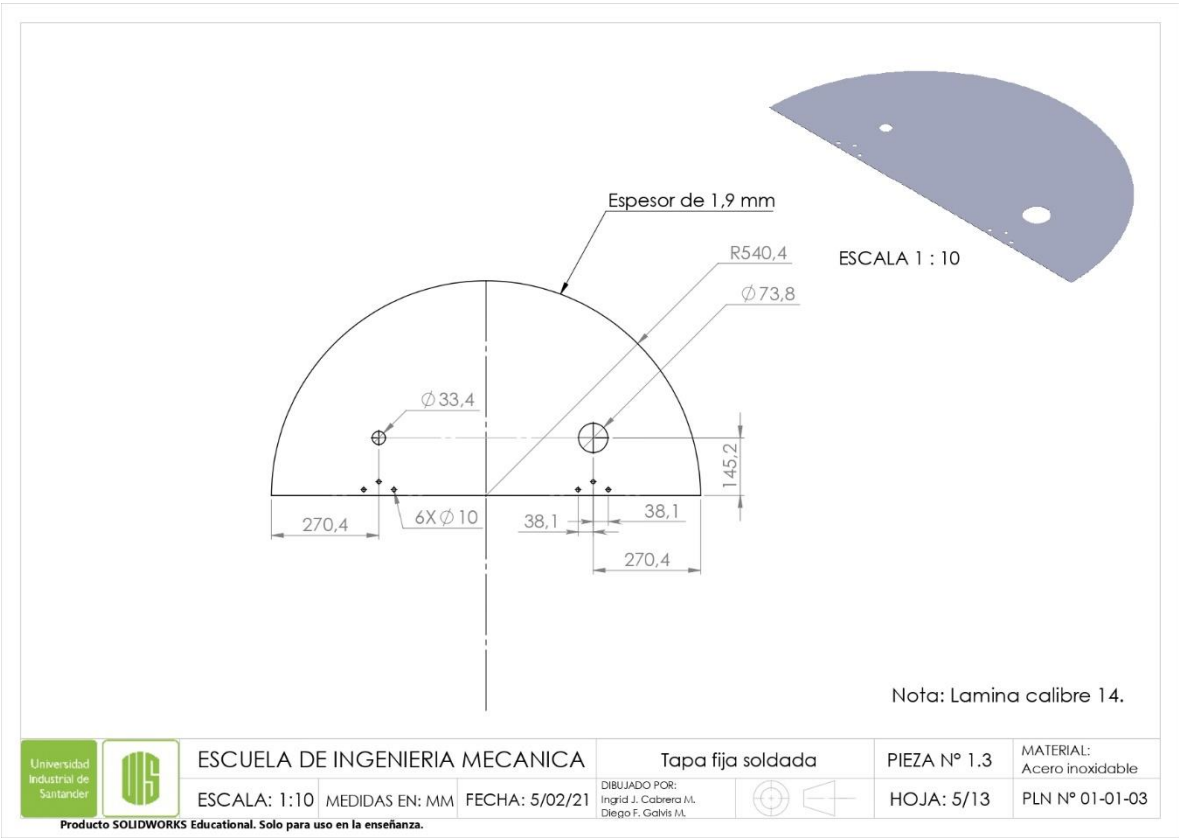
DESARROLLO



Nota: La lámina rectangular se roló y soldó junto a la circunferencia.

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Arandela cuerpo hervidor	PIEZA N° 1.2	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:20	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Galvis M.		HOJA: 4/13

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Universidad Industrial de Santander



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

Tapa fija soldada

PIEZA N° 1.3

MATERIAL:
Acero inoxidable

ESCALA: 1:10

MEDIDAS EN: MM

FECHA: 5/02/21

DIBUJADO POR:
Ingrid J. Cabrera M.
Diego F. Galvis M.

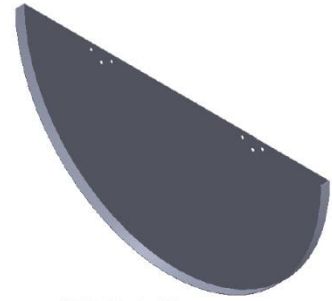
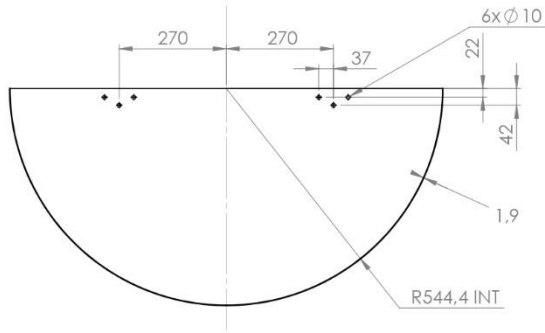


HOJA: 5/13

PLN N° 01-01-03

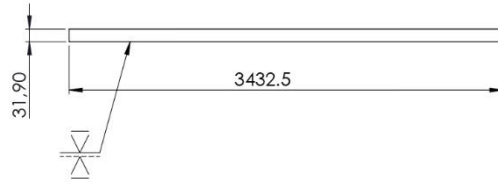
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

FORMA



ESCALA 1 : 10

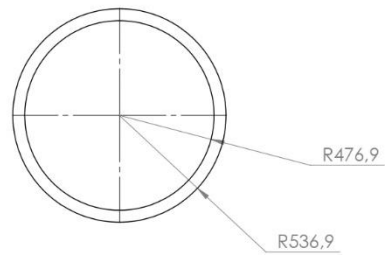
DESARROLLO



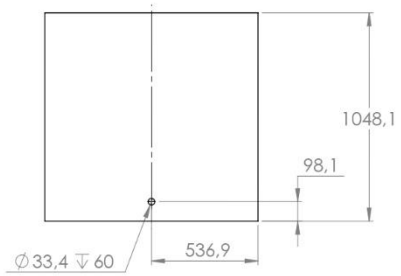
Nota: La lámina rectangular se roló y soldó junto a la medialuna.

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Tapa hervidor		PIEZA N° 1.5	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:10	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Galvis M.			HOJA: 6/13

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



ESCALA 1 : 20



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

ESCALA: 1:20 MEDIDAS EN: MM FECHA: 5/02/21

Aislante

DIBUJADO POR:
Ingrid J. Cabrera M.
Diego F. Galvis M.



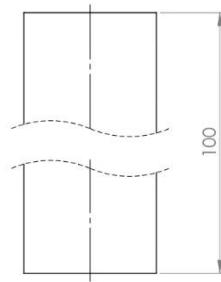
PIEZA N° 1.6

HOJA: 7/13

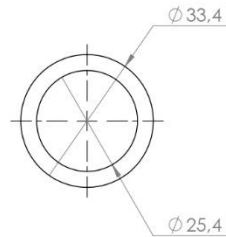
MATERIAL:
Fibra de vidrio

PLN N° 01-01-06

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



ESCALA 1 : 1



NOTA: Tubería de 1" SCH 40



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

Tubería tapa

PIEZA N° 1.7

MATERIAL:
Acero inoxidable

ESCALA: 1:1

MEDIDAS EN: MM

FECHA: 5/02/21

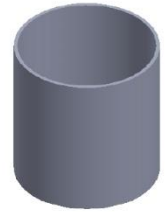
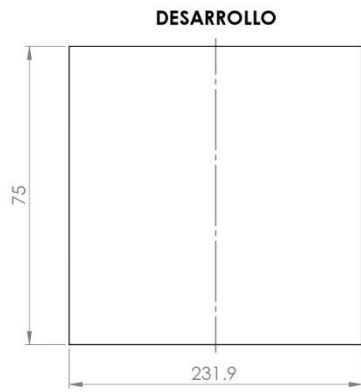
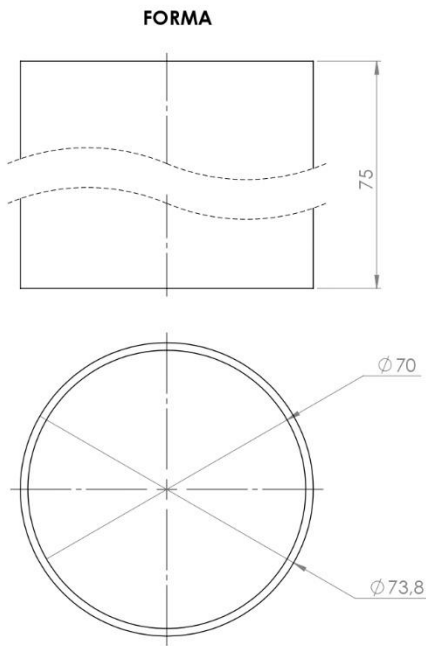
DIBUJADO POR:
Ingrid J. Cabrera M.
Diego F. Galvis M.



HOJA: 8/13

PLN N° 01-01-07

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



ESCALA 1 : 1

Nota: La lámina rectangular se roló y soldó para hacer la tubería.



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

Tubería escape

PIEZA N° 1.10

MATERIAL:
Acero inoxidable

ESCALA: 1:1

MEDIDAS EN: MM

FECHA: 5/02/21

DIBUJADO POR:
Ingrid J. Cabrera M.
Diego F. Galvis M.

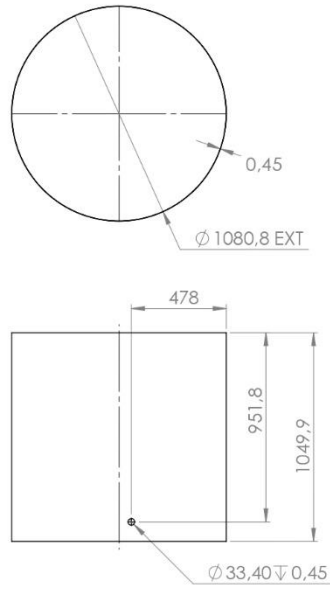


HOJA: 10/13

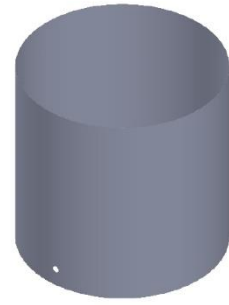
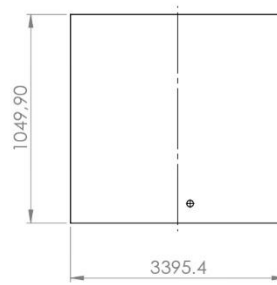
PLN N° 01-01-10

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

FORMA



DESARROLLO

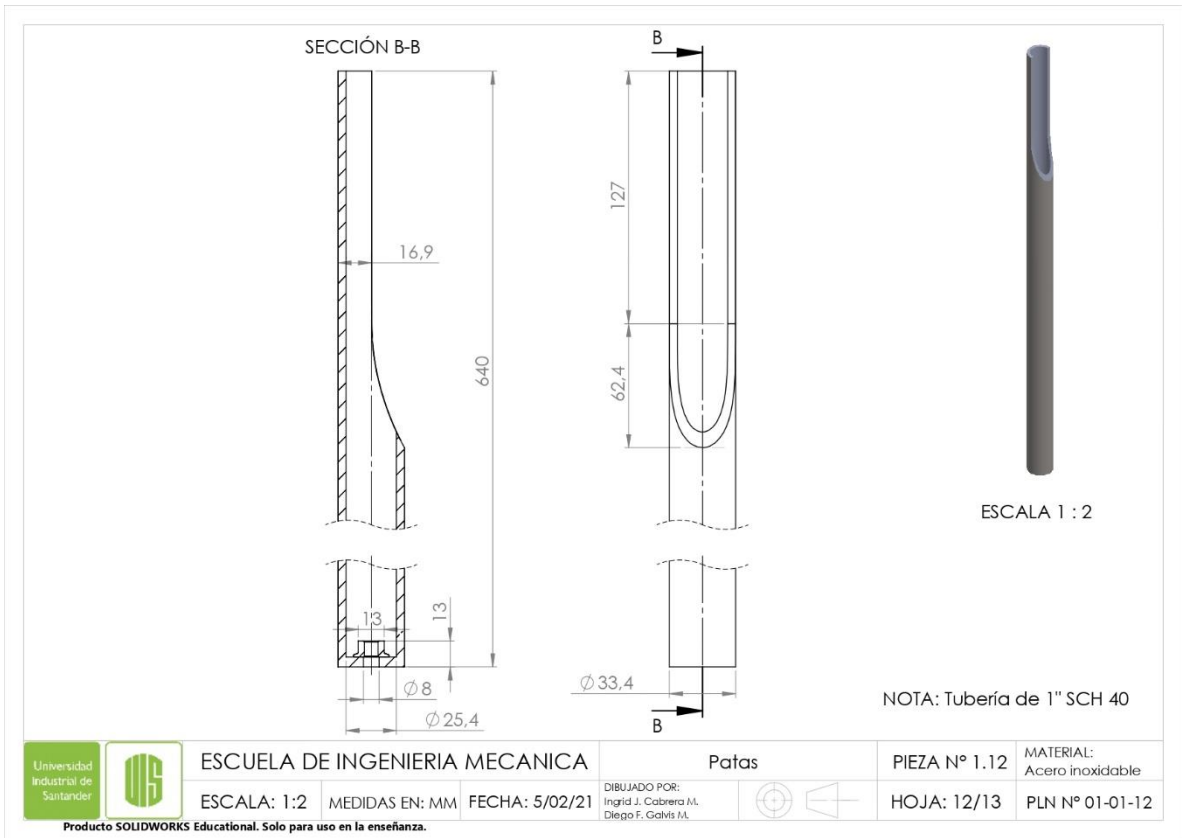


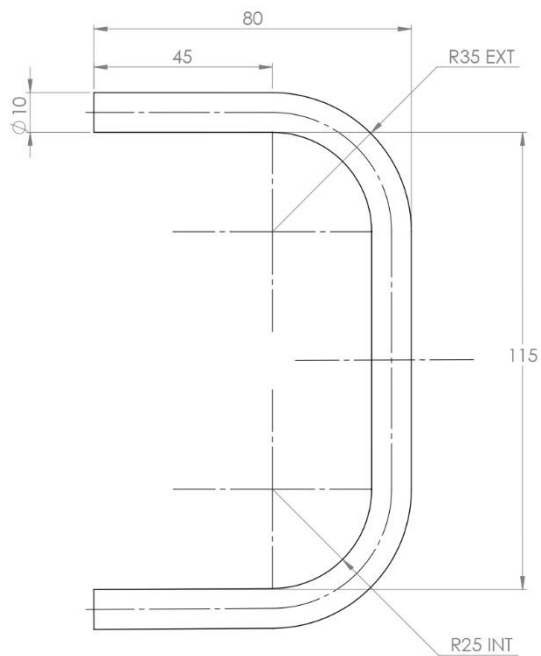
ESCALA 1 : 20

Nota: La lámina rectangular se roló y soldó para hacer la envolvente.

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Envolvente cuerpo	PIEZA N° 1.11	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:20	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Galvis M.		HOJA: 11/13

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.





ESCALA 1 : 1



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

Agarradera tapa

PIEZA N° 1.13

MATERIAL:
Acero inoxidable

ESCALA: 1:1

MEDIDAS EN: MM

FECHA: 5/02/21

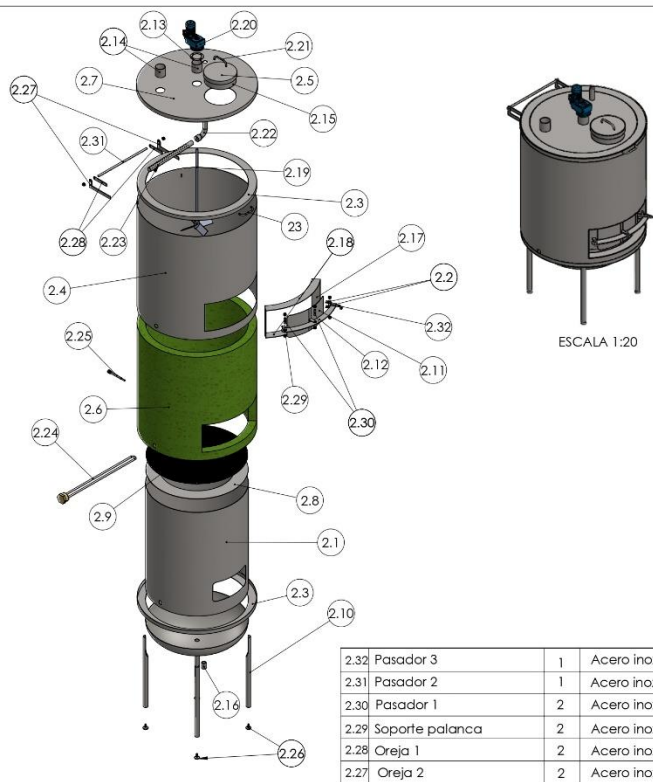
DIBUJADO POR:
Ingrid J. Cabrera M.
Diego F. Galvis M.



HOJA: 13/13

PLN N° 01-01-13

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

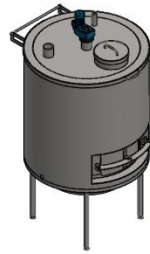
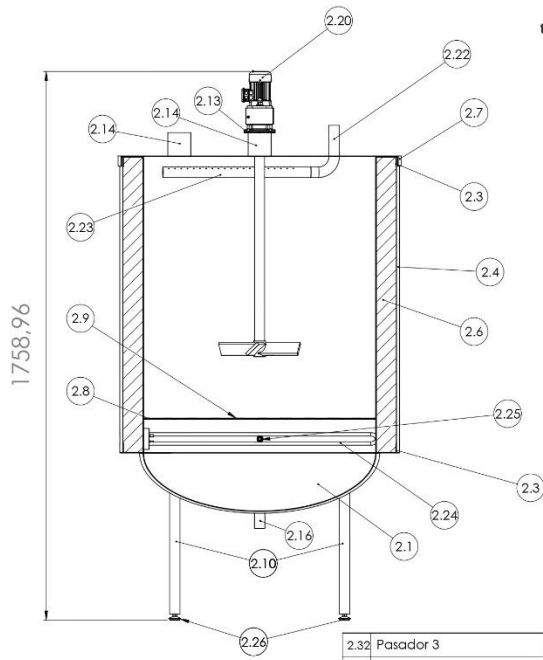


2.26	Nivelador	4	Acero inoxidable
2.25	Termocupla	1	Acero inoxidable
2.24	Resistencia de inmersión	1	Acero inoxidable
2.23	Aspersor	1	Acero inoxidable
2.22	Tubería superior	1	Acero inoxidable
2.21	Agarradera tapa pequeña	2	Acero inoxidable
2.20	Motoreductor	1	Acero inoxidable
2.19	Agitador	1	Acero inoxidable
2.18	Placa 2	2	Acero inoxidable
2.17	Placa 1	2	Acero inoxidable
2.16	Envolvente salida	1	Acero inoxidable
2.15	Envolvente tapa pequeña	1	Acero inoxidable
2.14	Envolvente motor	2	Acero inoxidable
2.13	Brida motor	1	Acero inoxidable
2.12	Palanca compuerta	1	Acero inoxidable
2.11	Compuerta	1	Acero inoxidable
2.10	Patás	4	Acero inoxidable
2.9	Criba	1	Acero inoxidable
2.8	Soporte criba	1	Acero inoxidable
2.7	Tapa grande	1	Acero inoxidable
2.6	Aislante	1	Fibra de vidrio
2.5	Tapa pequeña	1	Acero inoxidable
2.4	Camisa	1	Acero inoxidable
2.3	Soporte camisa	2	Acero inoxidable
2.2	Oreja cuerpo compuerta	2	Acero inoxidable
2.1	Cilindro cuerpo	1	Acero inoxidable
Nº	NOMBRE	CANT	Acero inoxidable

2.32	Pasador 3	1	Acero inoxidable
2.31	Pasador 2	1	Acero inoxidable
2.30	Pasador 1	2	Acero inoxidable
2.29	Soporte palanca	2	Acero inoxidable
2.28	Oreja 1	2	Acero inoxidable
2.27	Oreja 2	2	Acero inoxidable

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			
ESCLA 1:20 MACERADOR			
DIBUJADO POR: Ingrid E. Cabrera M. Diego F. Cornejo		2021-02-05	PIEZA
FORMATO A3	REVISADO POR:		HOJA 1/30
MEIDAS EN: MM.	MATERIALES:		PLN N° 01-02-00

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



ESCLA 1:15

2.32	Pasador 3	1	Acero inoxidable
2.31	Pasador 2	1	Acero inoxidable
2.30	Pasador 1	2	Acero inoxidable
2.29	Soporte palanca	2	Acero inoxidable
2.28	Oreja 1	2	Acero inoxidable
2.27	Oreja 2	2	Acero inoxidable

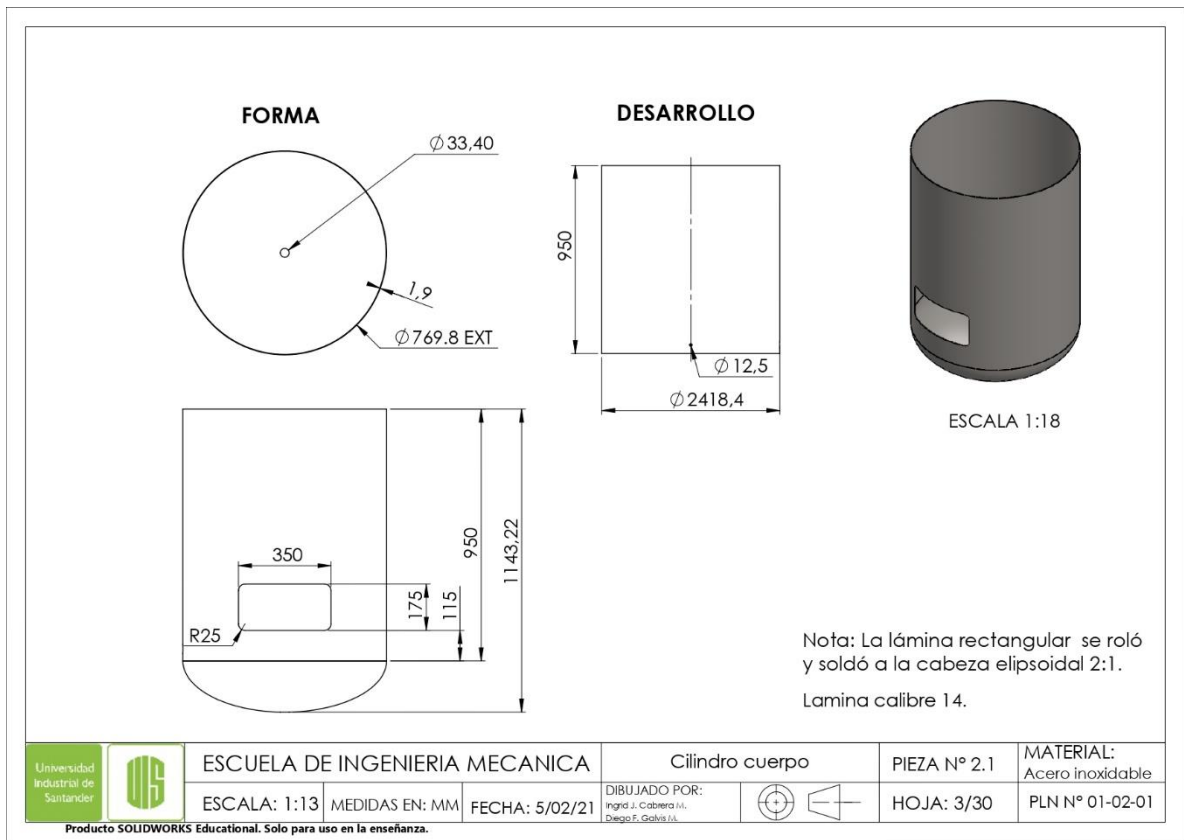
2.26	Nivelador	4	Acero inoxidable
2.25	Termocupla	1	Acero inoxidable
2.24	Resistencia de inmersión	1	Acero inoxidable
2.23	Aspersor	1	Acero inoxidable
2.22	Tubería superior	1	Acero inoxidable
2.21	Agarradera tapa pequeña	2	Acero inoxidable
2.20	Motoreductor	1	Acero inoxidable
2.19	Agitador	1	Acero inoxidable
2.18	Placa 2	2	Acero inoxidable
2.17	Placa 1	2	Acero inoxidable
2.16	Envolvente salida	1	Acero inoxidable
2.15	Envolvente tapa pequeña	1	Acero inoxidable
2.14	Envolvente motor	2	Acero inoxidable
2.13	Brida motor	1	Acero inoxidable
2.12	Palanca compuerta	1	Acero inoxidable
2.11	Compuerta	1	Acero inoxidable
2.10	Patas	4	Acero inoxidable
2.9	Criba	1	Acero inoxidable
2.8	Soporte criba	1	Acero inoxidable
2.7	Tapa grande	1	Acero inoxidable
2.6	Aislante	1	Fibra de vidrio
2.5	Tapa pequeña	1	Acero inoxidable
2.4	Camisa	1	Acero inoxidable
2.3	Soporte camisa	2	Acero inoxidable
2.2	Oreja cuerpo compuerta	2	Acero inoxidable
2.1	Cilindro cuerpo	1	Acero inoxidable
Nº	NOMBRE	CANT	Acero inoxidable

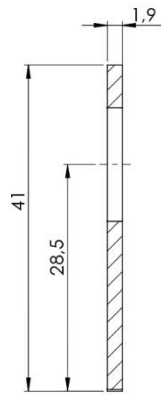
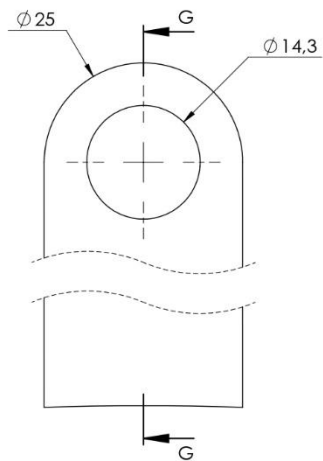
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

ESCLA 1:15 MACERADOR

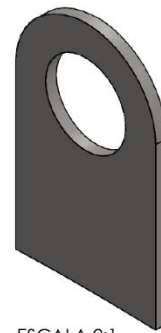
DIBUJADO POR: Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Cornejo	2021-02-05	PIEZA
FORMATO A3	REVISADO POR:	HOJA 2/30
MEDIDAS EN: MM.	MATERIALES:	PLN N° 01-02-00

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.





SECCIÓN G-G



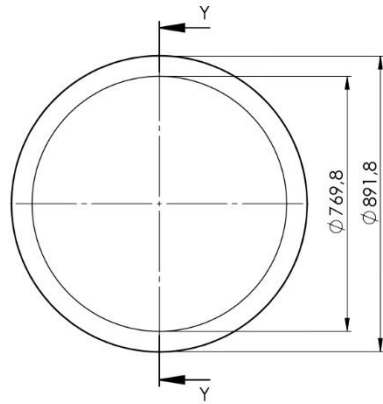
ESCALA 2:1

Nota: Lamina calibre 14.

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Oreja cuerpo compuerta	PIEZA N° 2.2	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 2:1	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ings. J. Cabeza W., Diego F. Gálvez M.		HOJA: 4/30

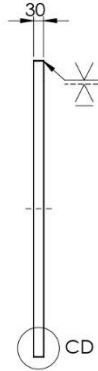
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

FORMA

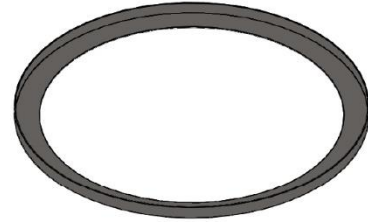


Nota: Lamina calibre 14

DESARROLLO

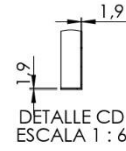


SECCIÓN Y-Y
ESCALA 1 : 12



ESCALA 1:2

Nota: La lámina rectangular se roló y soldó a la circunferencia.

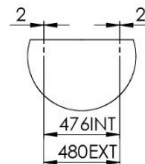
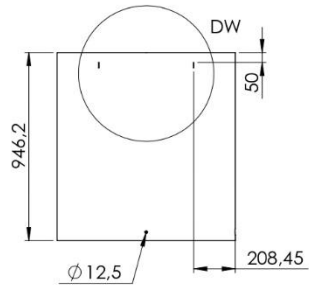


DETALLE CD
ESCALA 1 : 6

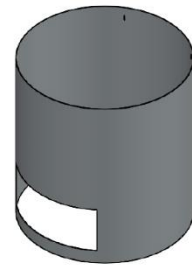
	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Soporte camisa		PIEZA N° 2.3	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:12	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingen. J. Cabrera M., Diego F. Gálvez M.		HOJA: 5/30	PLN N° 01-02-03

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

DESARROLLO

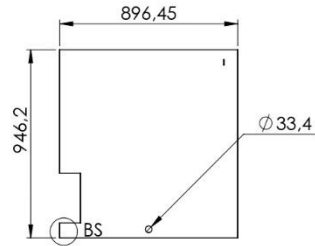
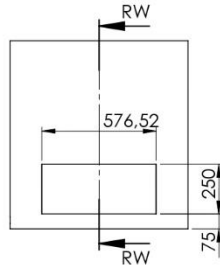


DETALLE DW
ESCALA 1 : 25



ESCALA 1:15

Nota: Lamina calibre 26.



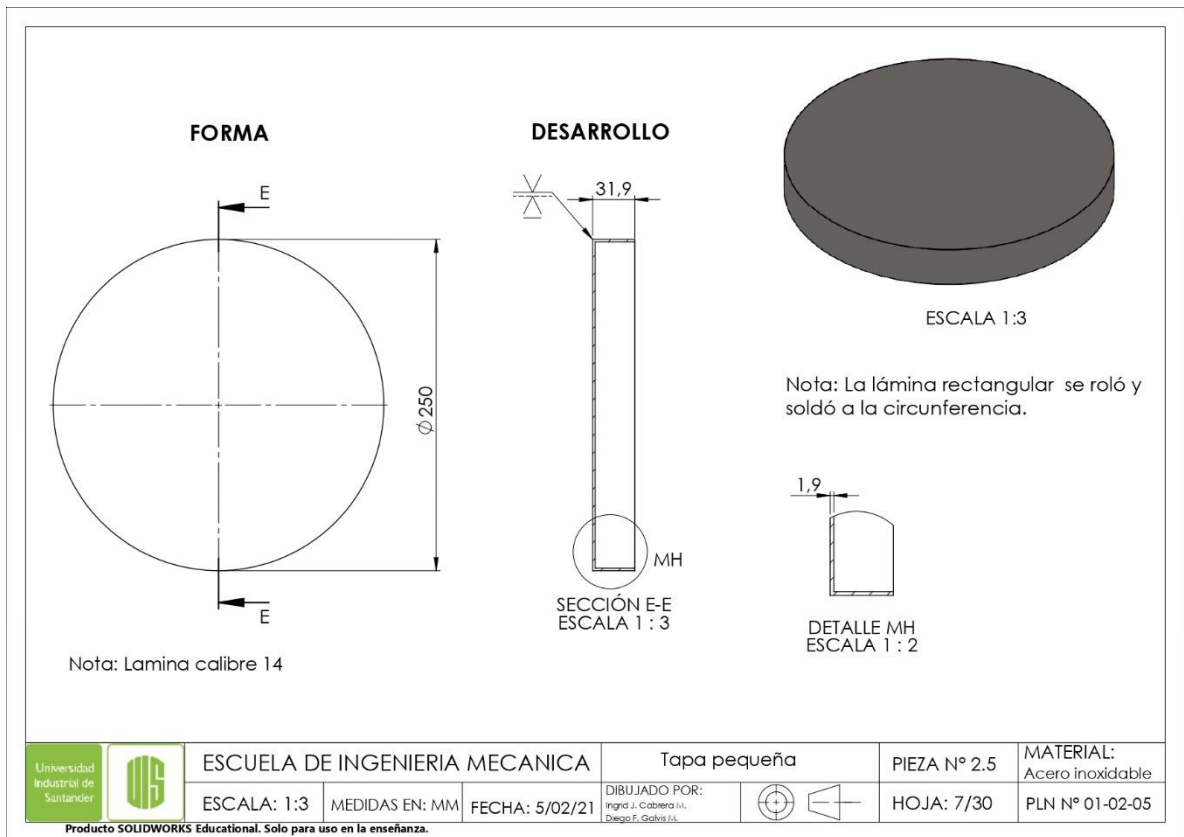
SECCIÓN RW-RW

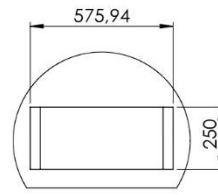
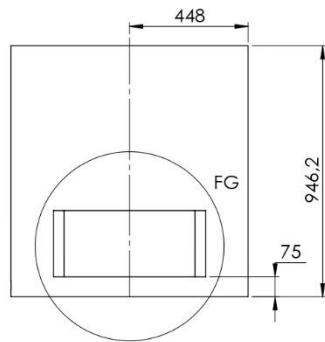
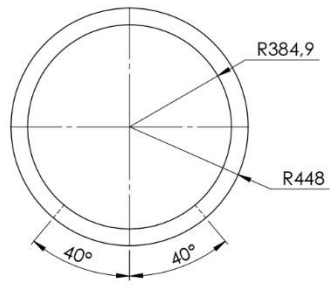


DETALLE BS
ESCALA 1 : 10

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Camisa	PIEZA N° 2.4	MATERIAL: Fibra de vidrio
	ESCALA: 1:13	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingris J. Cabeza M. Diego F. Galva M.		HOJA: 6/30

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.





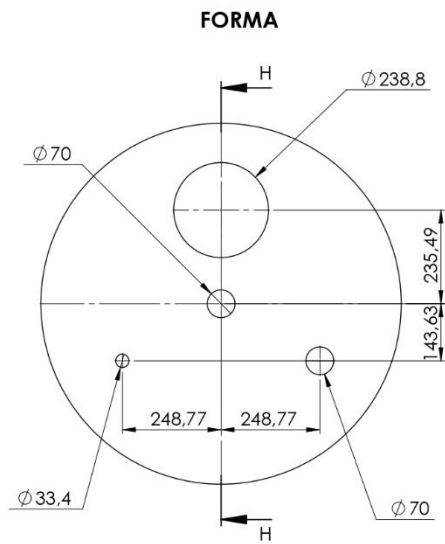
DETALLE FG
ESCALA 1 : 16



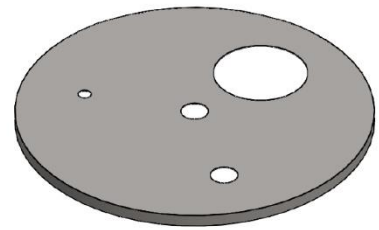
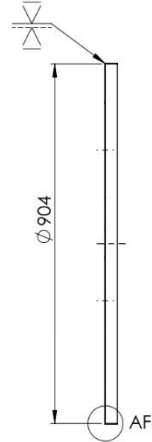
ESCALA 1:17

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Aislante	PIEZA N° 2.6	MATERIAL: Fibra de vidrio
	ESCALA: 1:13	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingris J. Cabeza M., Diego F. Gálvez M.		HOJA: 8/30 PLN N° 01-02-06

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



DESARROLLO



ESCALA 1:10

Nota: La lámina rectangular se roló y soldó a la circunferencia.



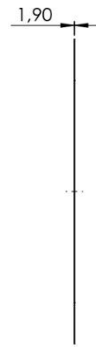
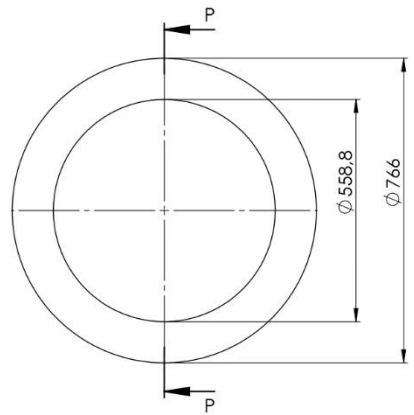
DETALLE AF
ESCALA 1 : 5

SECCIÓN H-H
ESCALA 1 : 10

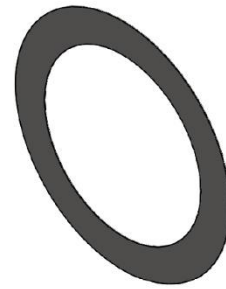
Nota: Lamina calibre 14

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Tapa Grande		PIEZA N° 2.7	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:10	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingrs. J. Cabeza W. Diego F. Gálvez M.		HOJA: 9/30	PLN N° 01-02-07

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



SECCIÓN P-P

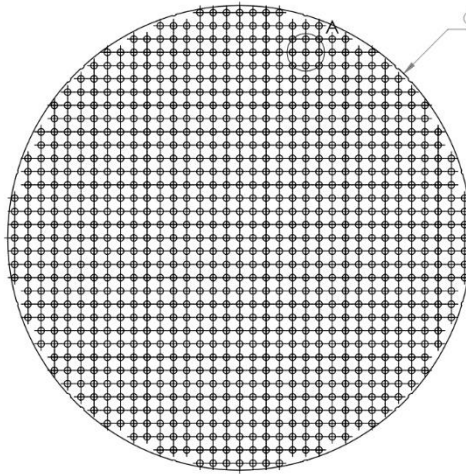


ESCALA 1:10

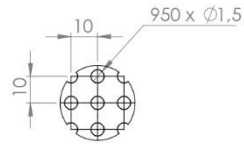
Nota: Lamina calibre 14.

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Soporte criba		PIEZA N° 2.8	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:10	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingris J. Cabeza W. Diego F. Gálvez M.		HOJA: 10/30	PLN N° 01-02-08

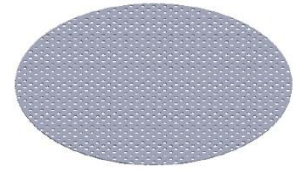
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



$\phi 760$



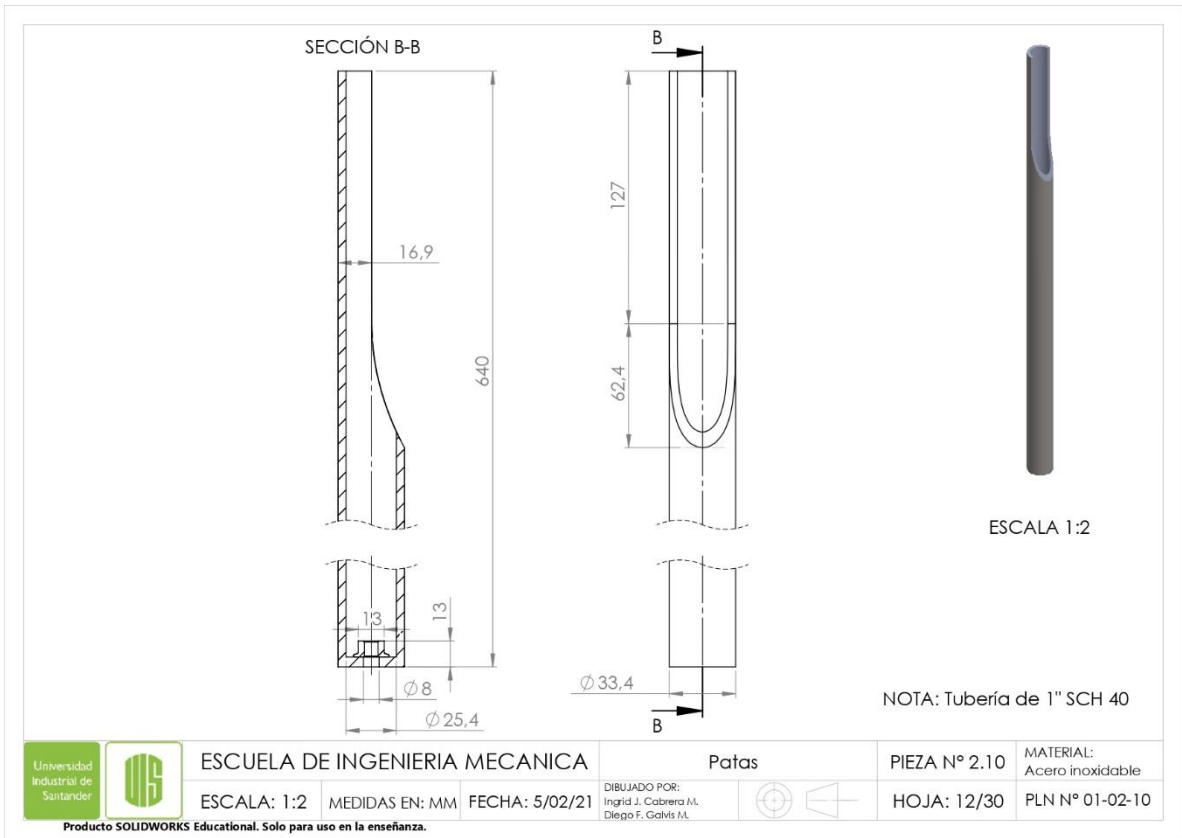
DETALLE A
ESCALA 2 : 3



ESCALA 1 : 5

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Criba		PIEZA N° 2.9	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:3	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	<small>DIBUJADO POR: Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Galvis M.</small>		HOJA: 11/30	PLN N° 01-02-09

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Universidad Industrial de Santander



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

ESCALA: 1:2 MEDIDAS EN: MM FECHA: 5/02/21

Patas

DIBUJADO POR:
Ingrid J. Cabrera M.
Diego F. Galvis M.

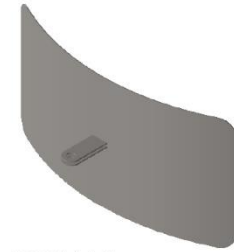
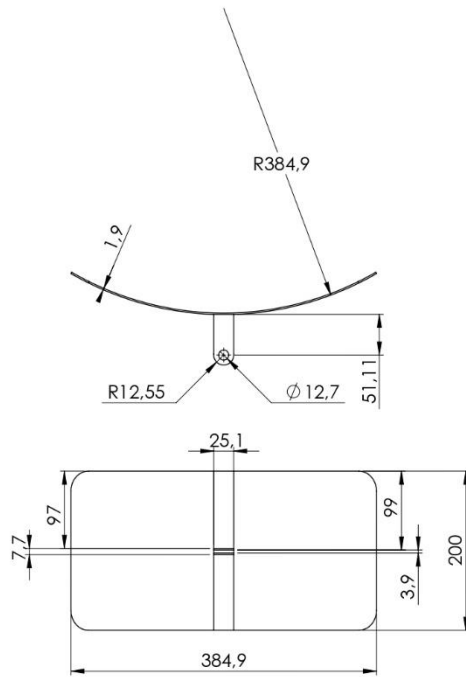
PIEZA N° 2.10

HOJA: 12/30

MATERIAL:
Acero inoxidable

PLN N° 01-02-10

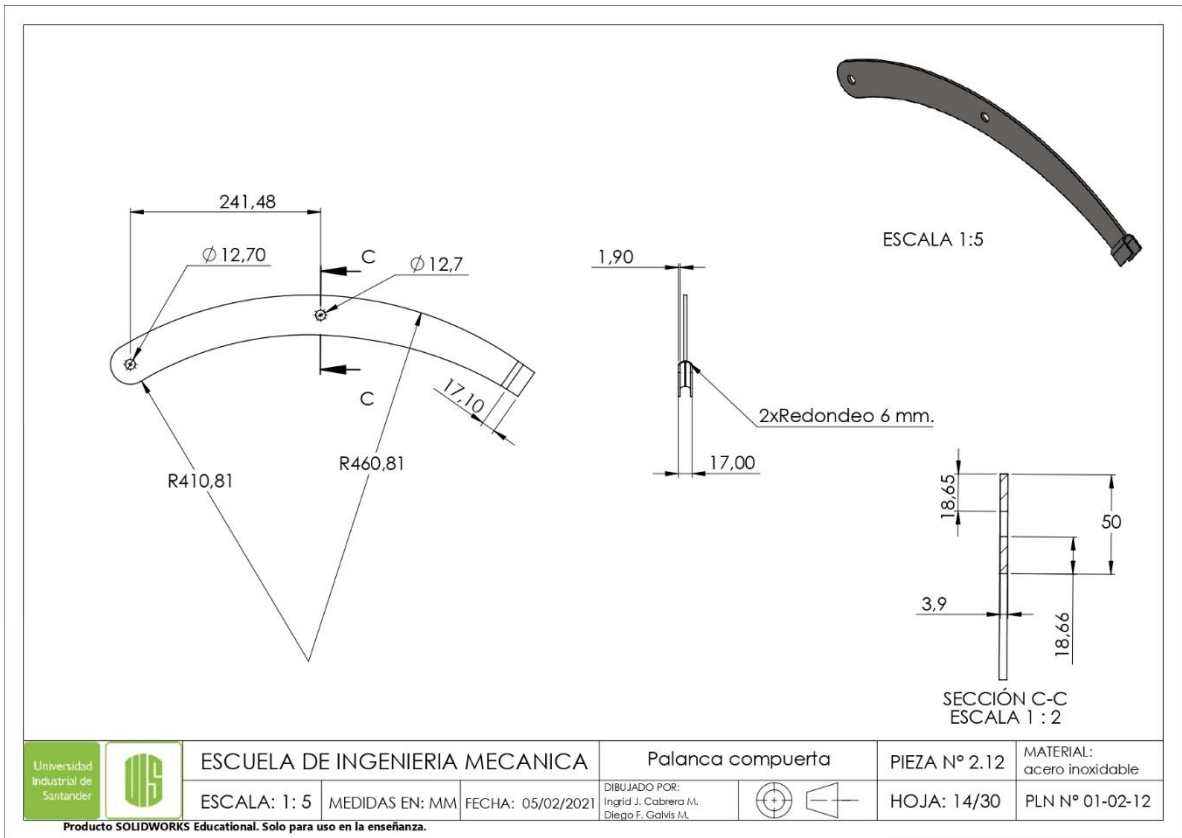
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

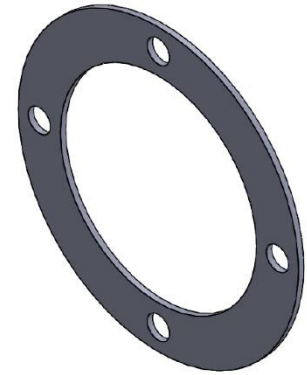
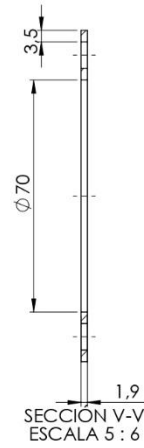
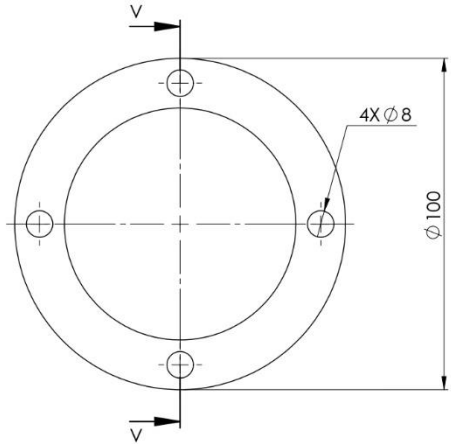


ESCALA 1:5

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Compuerta	PIEZA N° 2.11	MATERIAL: acero inoxidable
	ESCALA: 1:5	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 05/02/2021	DIBUJADO POR: Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Galvis M.		HOJA: 13/30 PLN N° 01-02-11

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



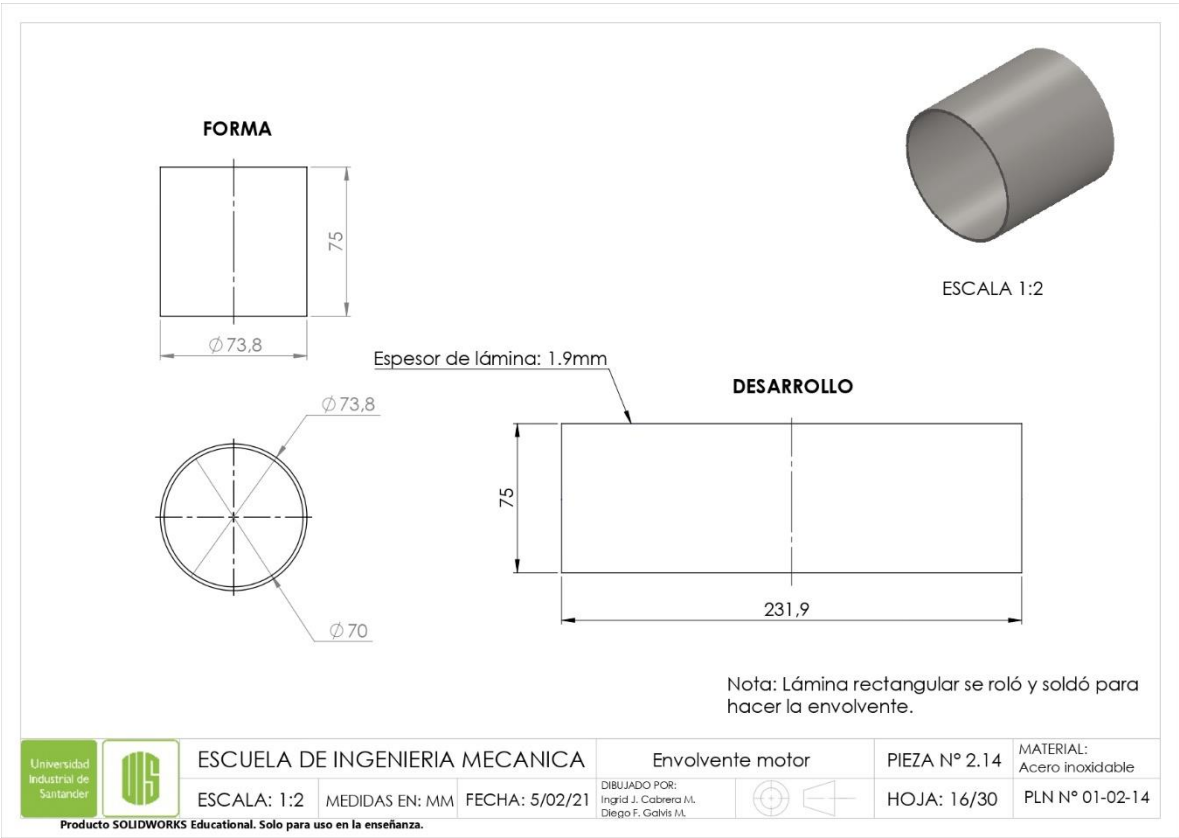


ESCALA 1:1

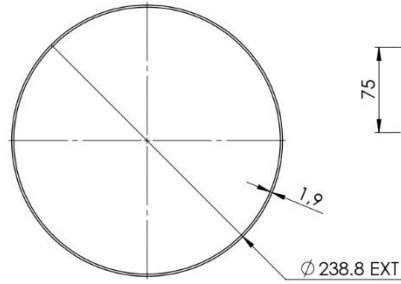
Nota: Lamina calibre 14.

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Brida motor		PIEZA N° 2.13	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 5:6	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingen. J. Cabeza W. Diego F. Galva M.		HOJA: 15/30	PLN N° 01-02-13

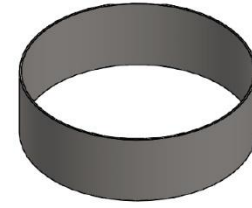
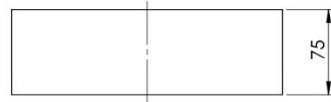
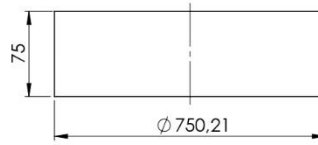
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



FORMA



DESARROLLO

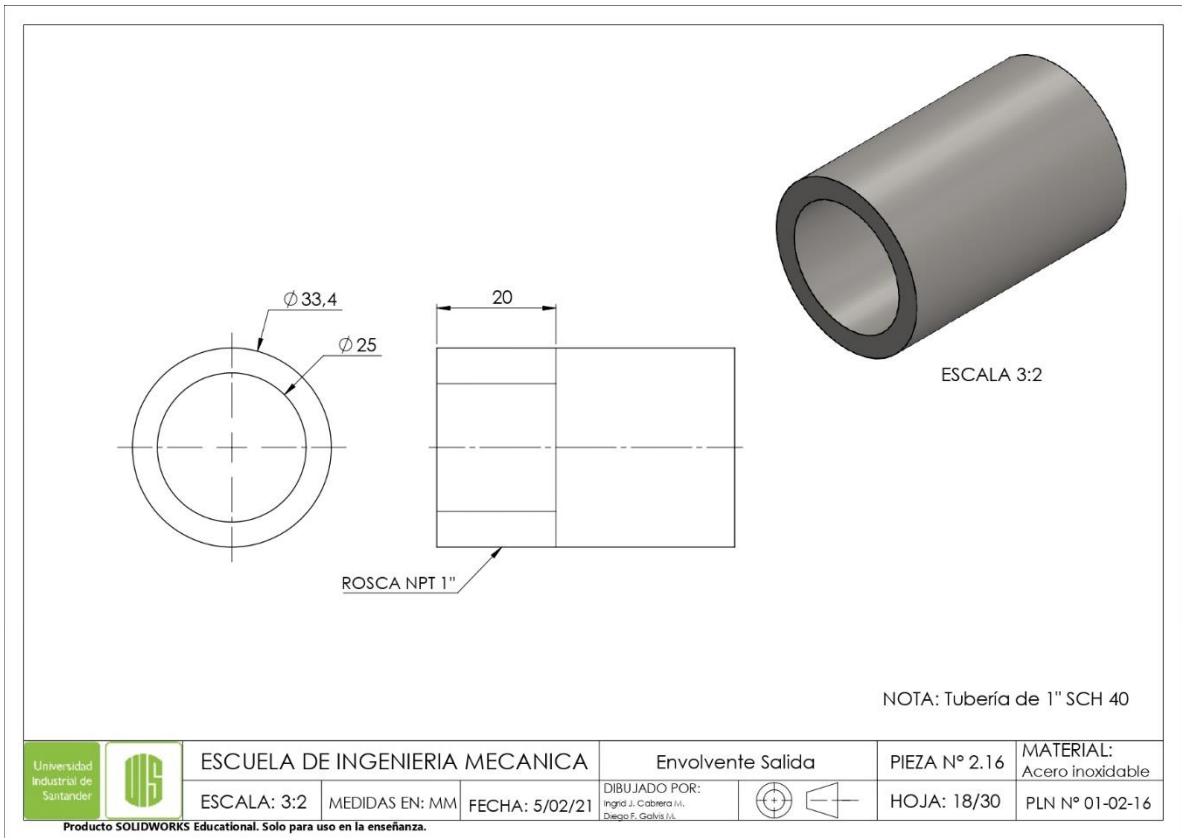


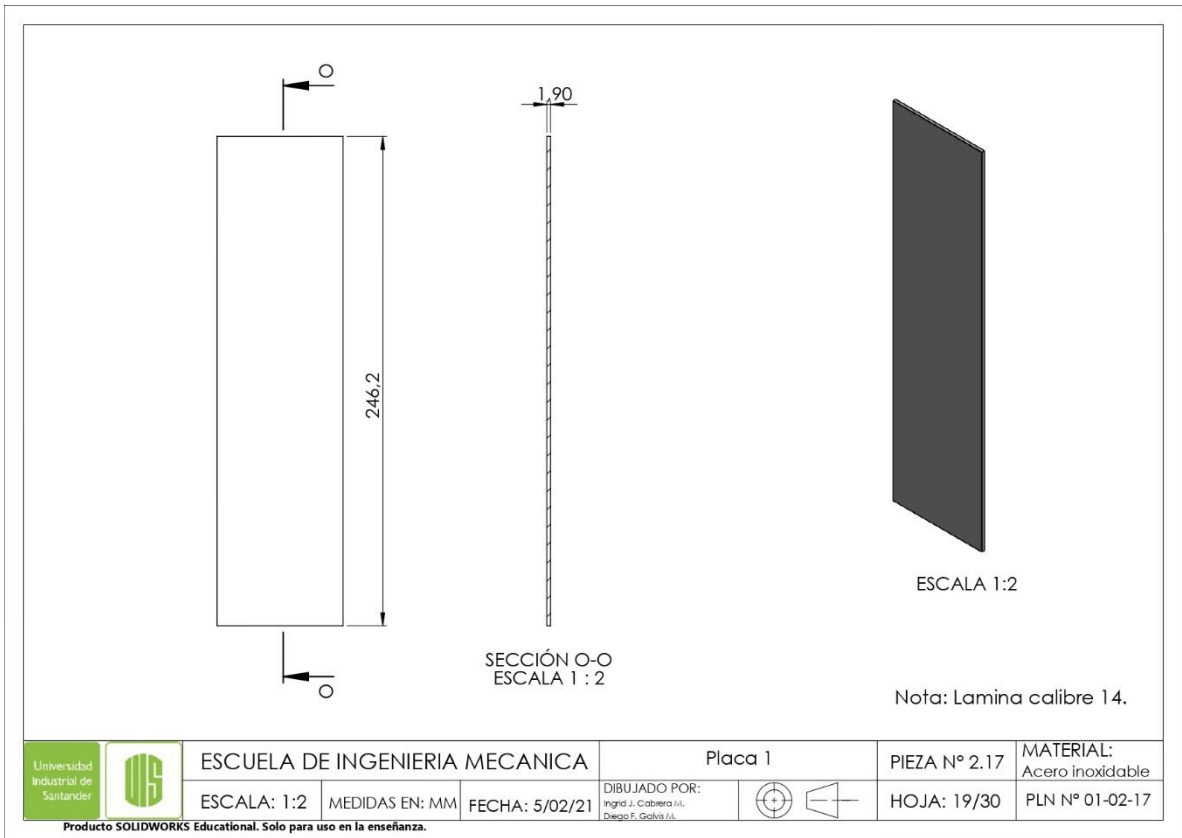
ESCALA 1:3

Nota: Lámina rectangular se roló y soldó para hacer la envolvente.

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Envolvente tapa pequeña	PIEZA N° 2.15	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:3	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingris J. Cabeza M., Diego F. Gálvez M.		HOJA: 17/30

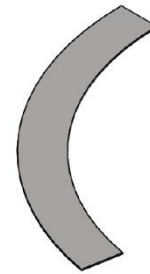
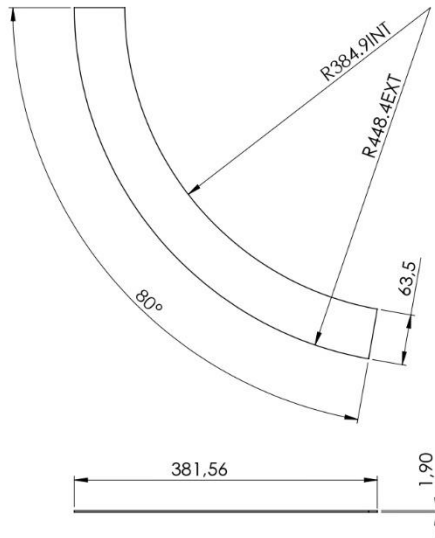
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.





	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Placa 1	PIEZA N° 2.17	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:2	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingris J. Cabeza W. Diego F. Gálvez M.		HOJA: 19/30 PLN N° 01-02-17

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

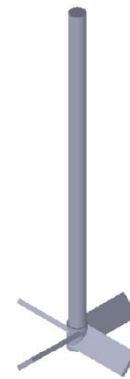
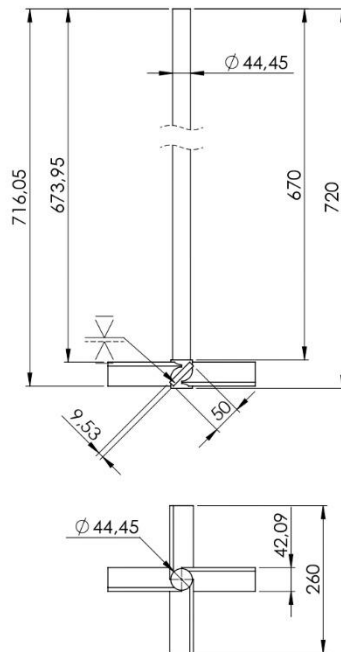


ESCALA 1:5

Nota: Lamina calibre 14.

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Placa 2	PIEZA N° 2.18	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:5	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingris J. Cabeza W. Diego F. Galvis M.		HOJA: 20/30 PLN N° 01-02-18

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

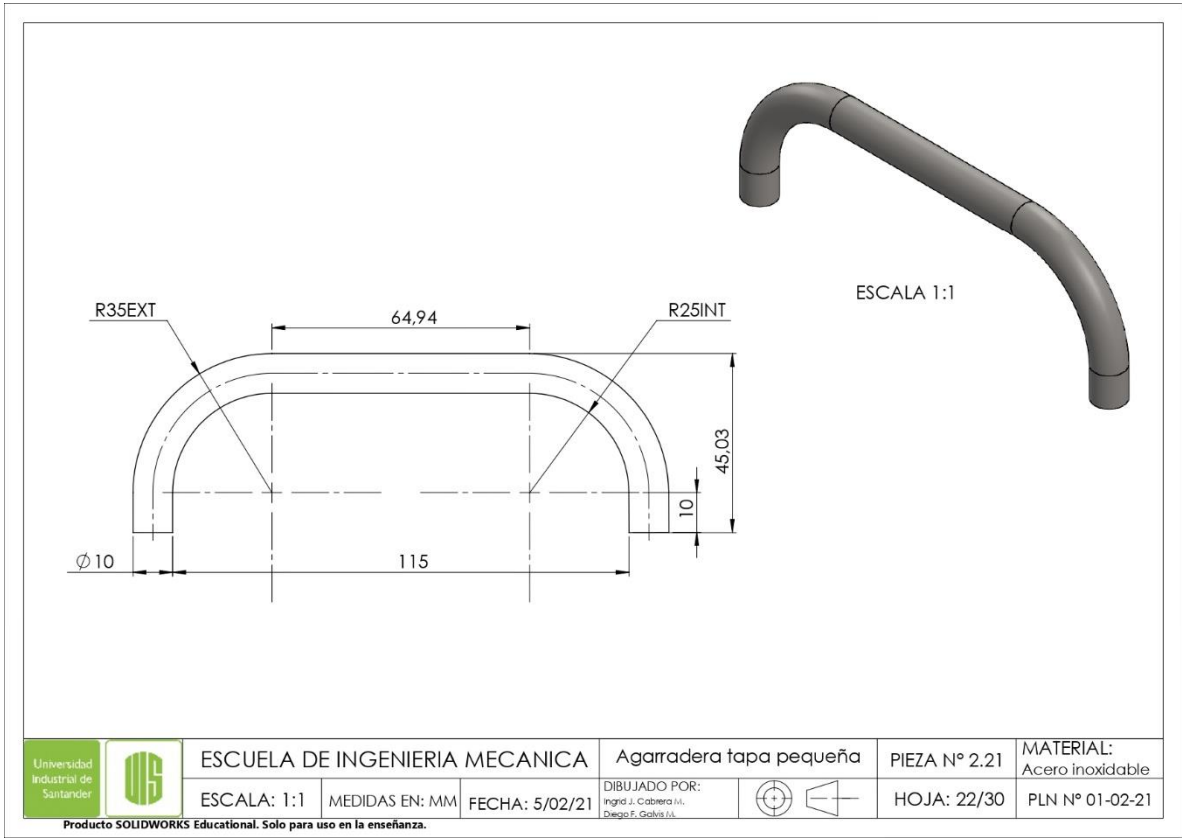


ESCALA 1:7

NOTA: 4 Palas planas inclinadas 45 de espesor 3/8".

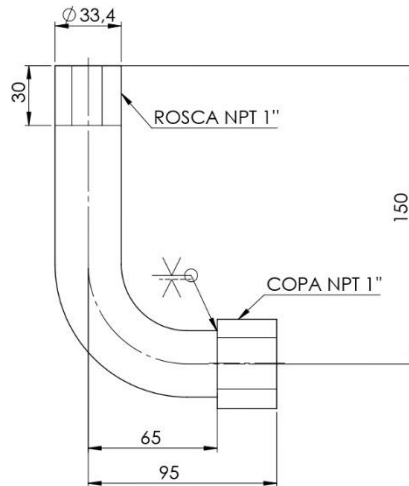
	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Agitador		PIEZA N° 2.19	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:7	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 05/02/2021	DIBUJADO POR: Ingrid J. Cobrera M. Diego F. Galvis M.			HOJA: 21/30

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Agarradera tapa pequeña	PIEZA N° 2.21	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:1	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ings. J. Cabeza W. Diego F. Gálvez M.		HOJA: 22/30 PLN N° 01-02-21

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

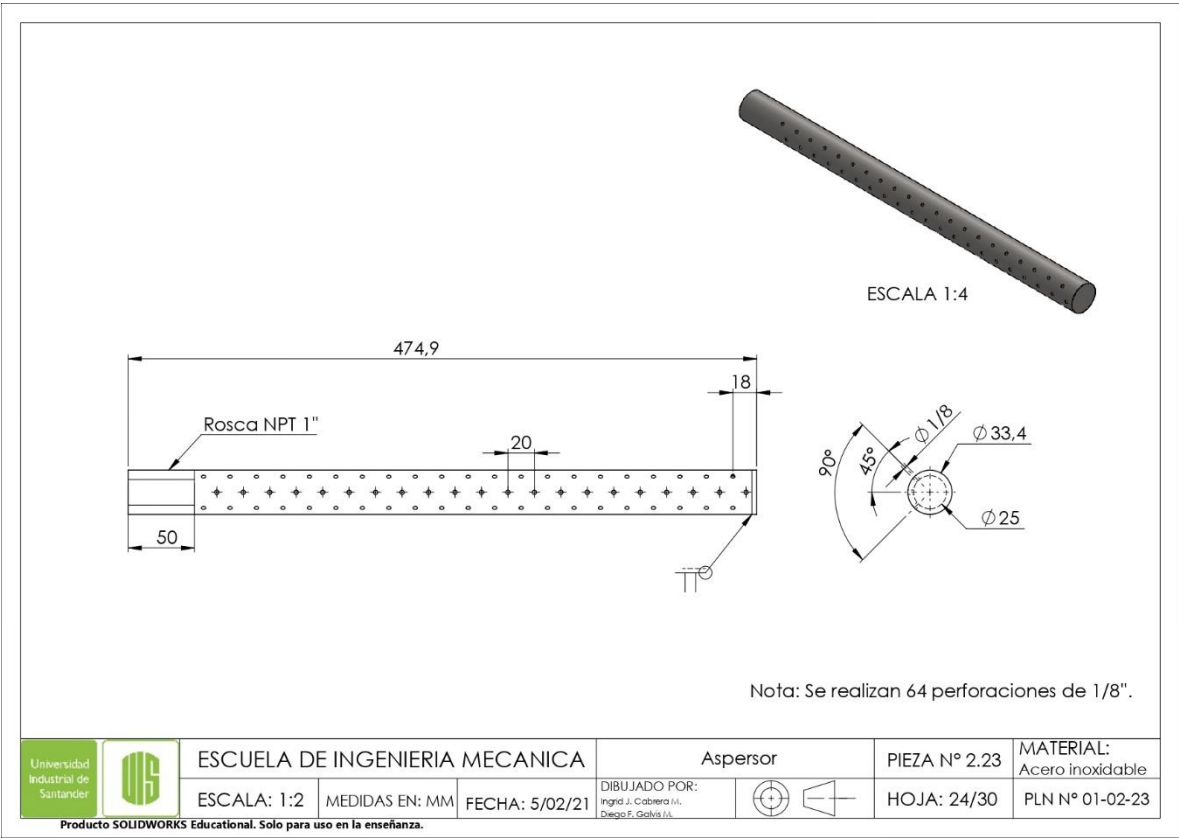


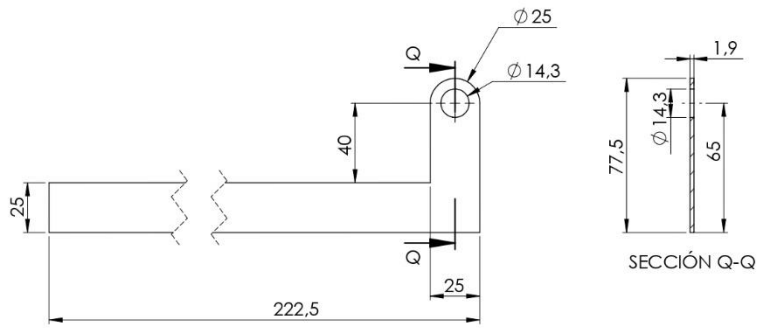
ESCALA 1:2

NOTA: Tubería de 1" SCH 40

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Tubería superior		PIEZA N° 2.22	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:2	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingris J. Cabeza M., Diego F. Gálvez M.		HOJA: 23/30	PLN N° 01-02-22

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



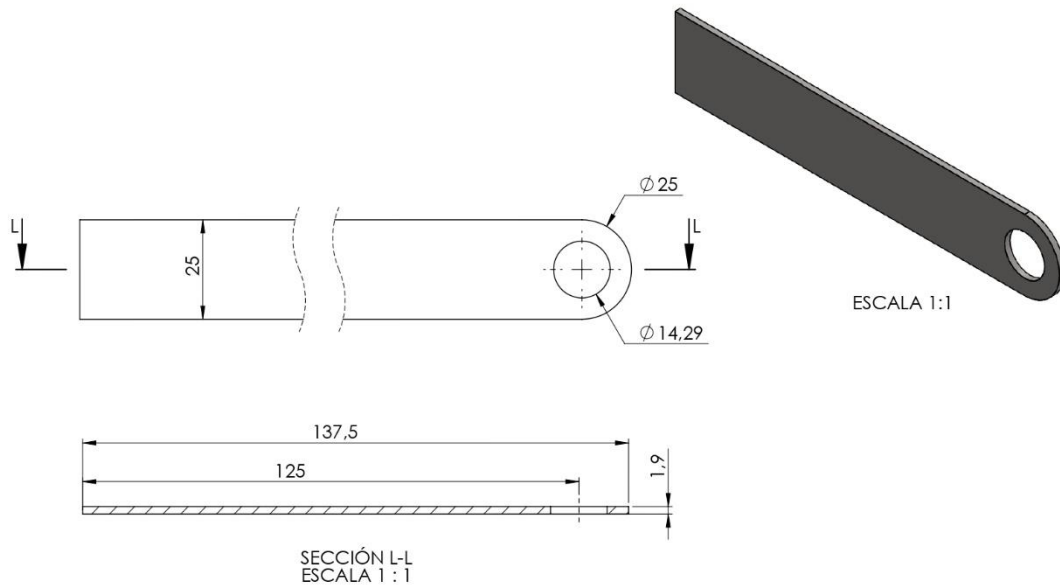


ESCALA 1:2

Nota: Lamina calibre 14.

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Oreja 2	PIEZA N° 2.27	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:2	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingris J. Cabeza W. Diego F. Gálvez M.		HOJA: 25/30 PLN N° 01-02-27

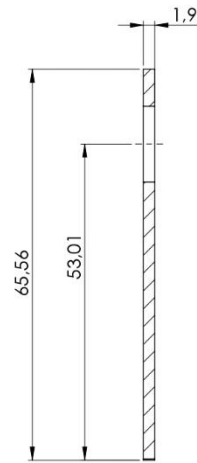
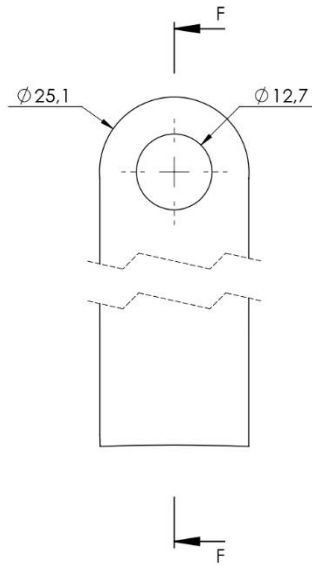
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Nota: Lamina calibre 14.

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Oreja 1		PIEZA N° 2.28	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:1	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingen. J. Cabeza M. Diego F. Gálvez M.		HOJA: 26/30	PLN N° 01-02-28

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



SECCIÓN F-F
ESCALA 3 : 2

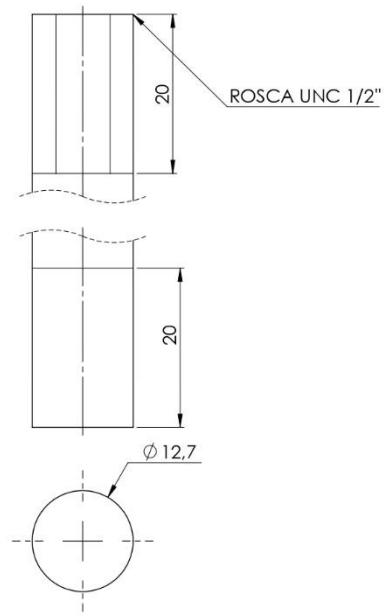


ESCALA 3:2

Nota: Lamina calibre 14.

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Soporte palanca		PIEZA N° 2.29	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 3:2	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingen. J. Cabeza W. Diego F. Gálvez M.		HOJA: 27/30	PLN N° 01-02-29

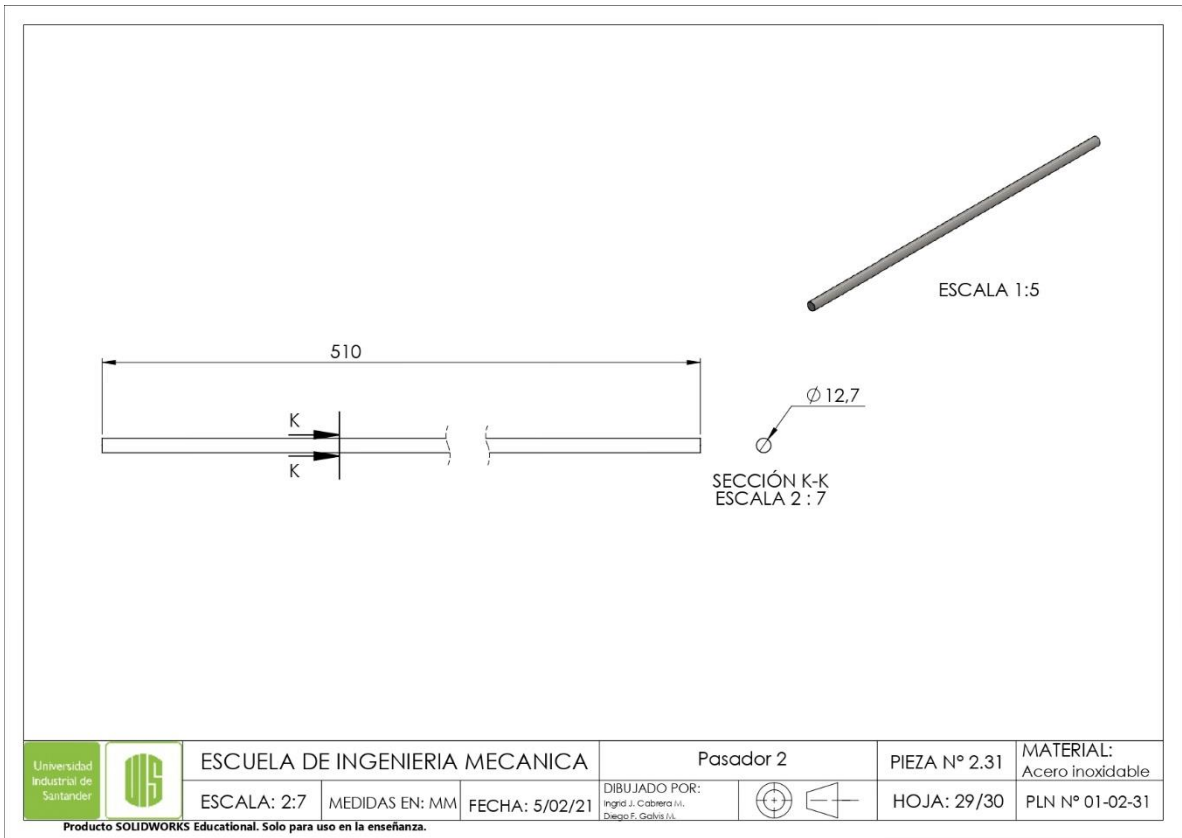
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

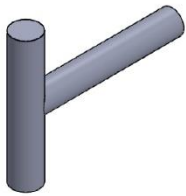
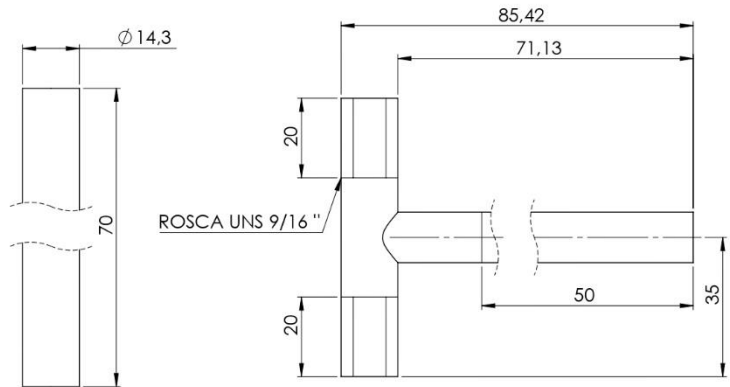


ESCALA 4:3

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Pasador 1		PIEZA N° 2.30	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 2:1	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingris J. Cabeza W. Diego F. Gálvez M.		HOJA: 28/30	PLN N° 01-02-30

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

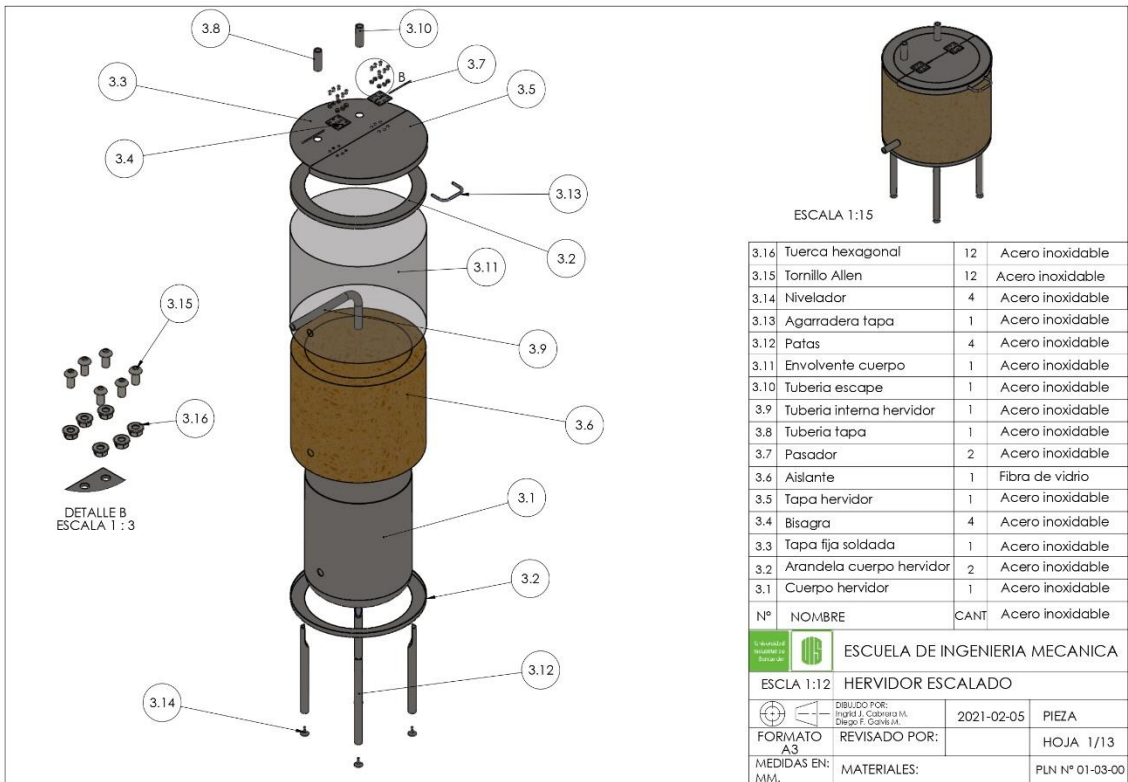




ESCALA 2:3

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Pasador 3		PIEZA N° 2.32	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 2:1	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingrid J. Cabeza M., Diego F. Galvis M.		HOJA: 30/30	PLN N° 01-02-32

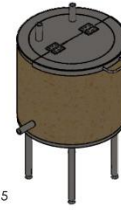
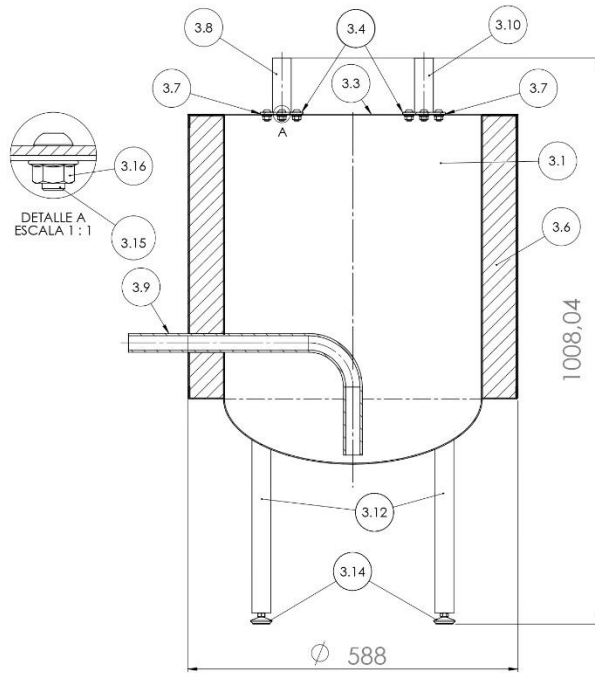
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



3.16	Tuerca hexagonal	12	Acero inoxidable
3.15	Tornillo Allen	12	Acero inoxidable
3.14	Nivelador	4	Acero inoxidable
3.13	Agarradera tapa	1	Acero inoxidable
3.12	Patas	4	Acero inoxidable
3.11	Envolverte cuerpo	1	Acero inoxidable
3.10	Tubería escape	1	Acero inoxidable
3.9	Tubería interna hervidor	1	Acero inoxidable
3.8	Tubería tapa	1	Acero inoxidable
3.7	Pasador	2	Acero inoxidable
3.6	Aislante	1	Fibra de vidrio
3.5	Tapa hervidor	1	Acero inoxidable
3.4	Bisagra	4	Acero inoxidable
3.3	Tapa fija soldada	1	Acero inoxidable
3.2	Arandela cuerpo hervidor	2	Acero inoxidable
3.1	Cuerpo hervidor	1	Acero inoxidable
Nº	NOMBRE	CANT	Acero inoxidable

		ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	
ESCLA 1:12		HERVIDOR ESCALADO	
	DIBUJADO POR: Ing. J. Cabrera M. Diego F. Corrales	2021-02-05	PIEZA
FORMATO A3	REVISADO POR:		HOJA 1/13
MEDIDAS EN: MM.	MATERIALES:		PLN N° 01-03-00

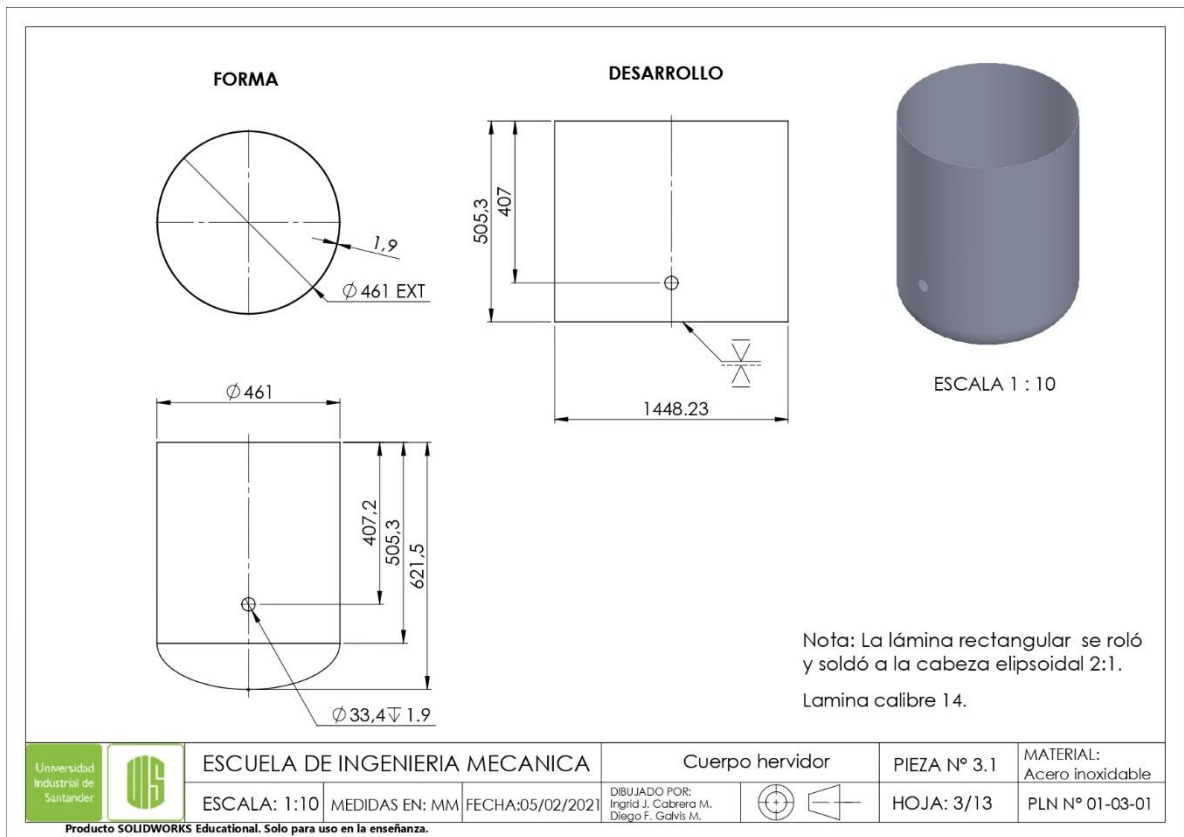


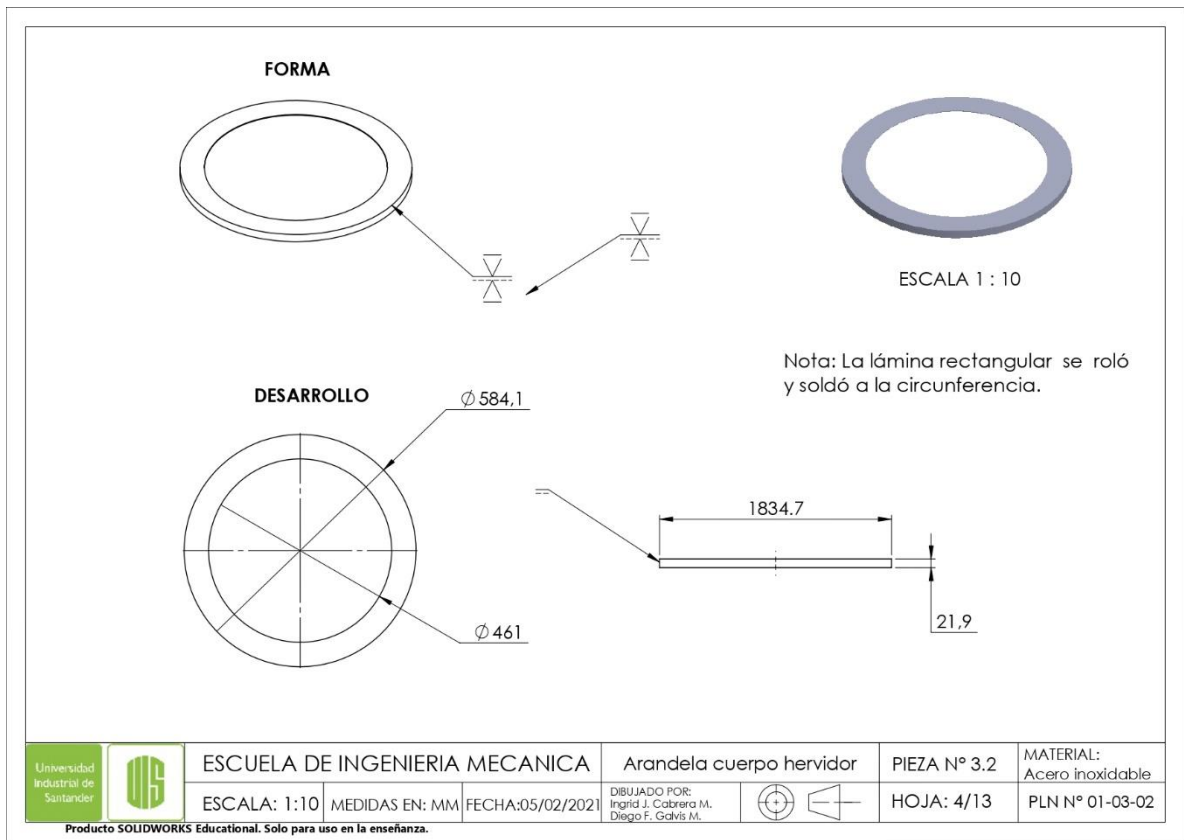
ESCALA 1:15

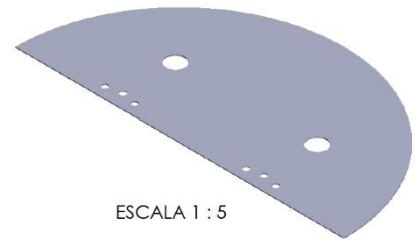
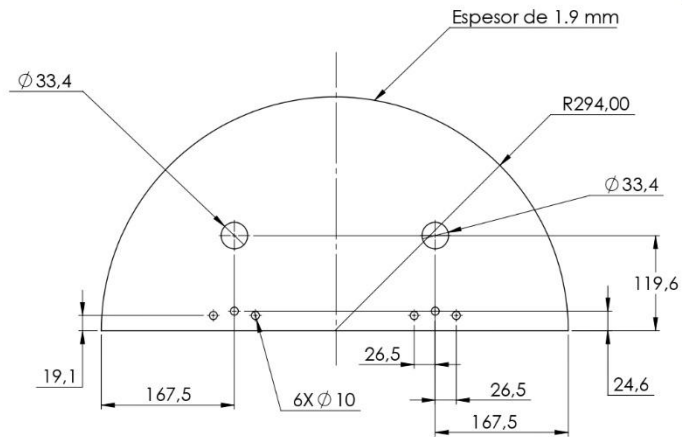
3.16	Tuerca hexagonal	12	Acero inoxidable
3.15	Tornillo Allen	12	Acero inoxidable
3.14	Nivelador	4	Acero inoxidable
3.13	Agarradera tapa	1	Acero inoxidable
3.12	Patas	4	Acero inoxidable
3.11	Envolverte cuerpo	1	Acero inoxidable
3.10	Tuberia escape	1	Acero inoxidable
3.9	Tuberia interna hervidor	1	Acero inoxidable
3.8	Tuberia tapa	1	Acero inoxidable
3.7	Pasador	2	Acero inoxidable
3.6	Aislante	1	Fibra de vidrio
3.5	Tapa hervidor	1	Acero inoxidable
3.4	Bisagra	4	Acero inoxidable
3.3	Tapa fija soldada	1	Acero inoxidable
3.2	Arandela cuerpo hervidor	2	Acero inoxidable
3.1	Cuerpo hervidor	1	Acero inoxidable
Nº	NOMBRE	CANT	Acero inoxidable

 ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			
ESCLA 1:5	HERVIDOR ESCALADO		
 DIBUJO POR: Ing. J. Cabrera M. Diego F. Corrales	2021-02-05	PIEZA	
FORMATO A3	REVISADO POR:	HOJA 2/13	
MEDIDAS EN: MM.	MATERIALES:	PLN N° 01-03-00	


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



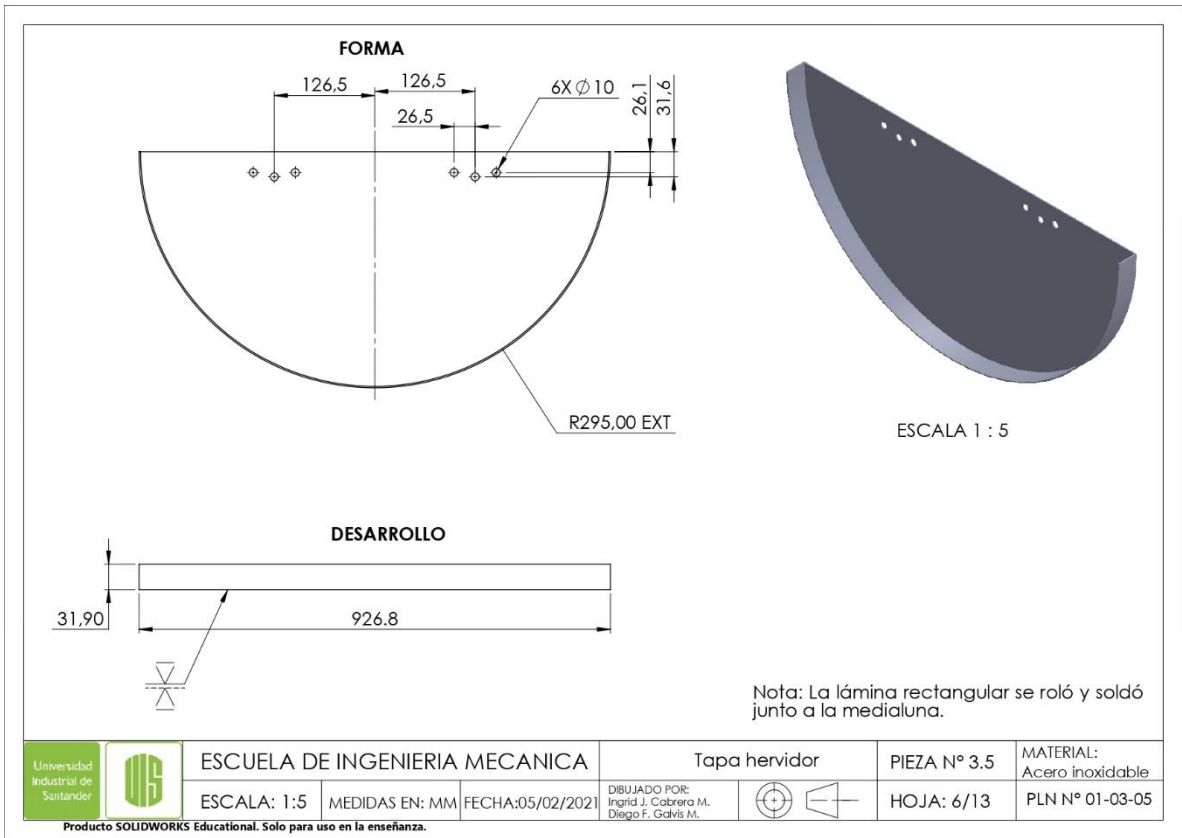


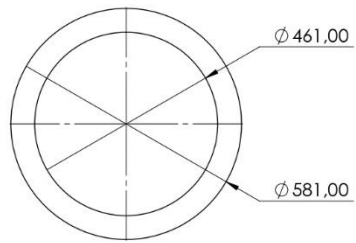


Nota: Lamina calibre 14.

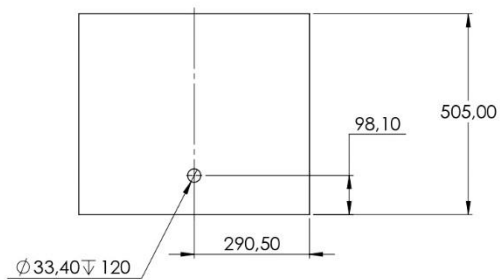
	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Tapa fija soldada	PIEZA N° 3.3	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:5	MEDIDAS EN: MM	FECHA:05/02/2021	DIBUJADO POR: Ingrid J. Cobresca M. Diego F. Galvis M.		HOJA: 5/13 PLN N° 01-03-03

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



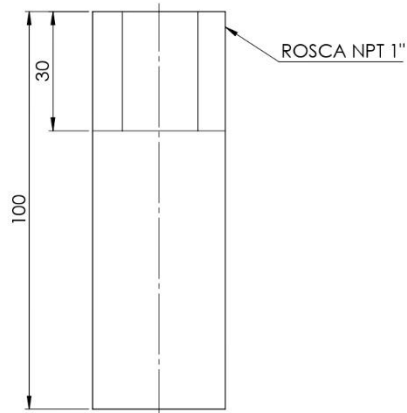


ESCALA 1 : 10

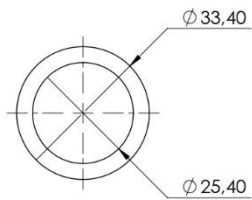


	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Aislante	PIEZA N° 3.6	MATERIAL: Fibra de vidrio
	ESCALA: 1:10	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 05/02/2021	DIBUJADO POR: Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Galvis M.		HOJA: 7/13

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



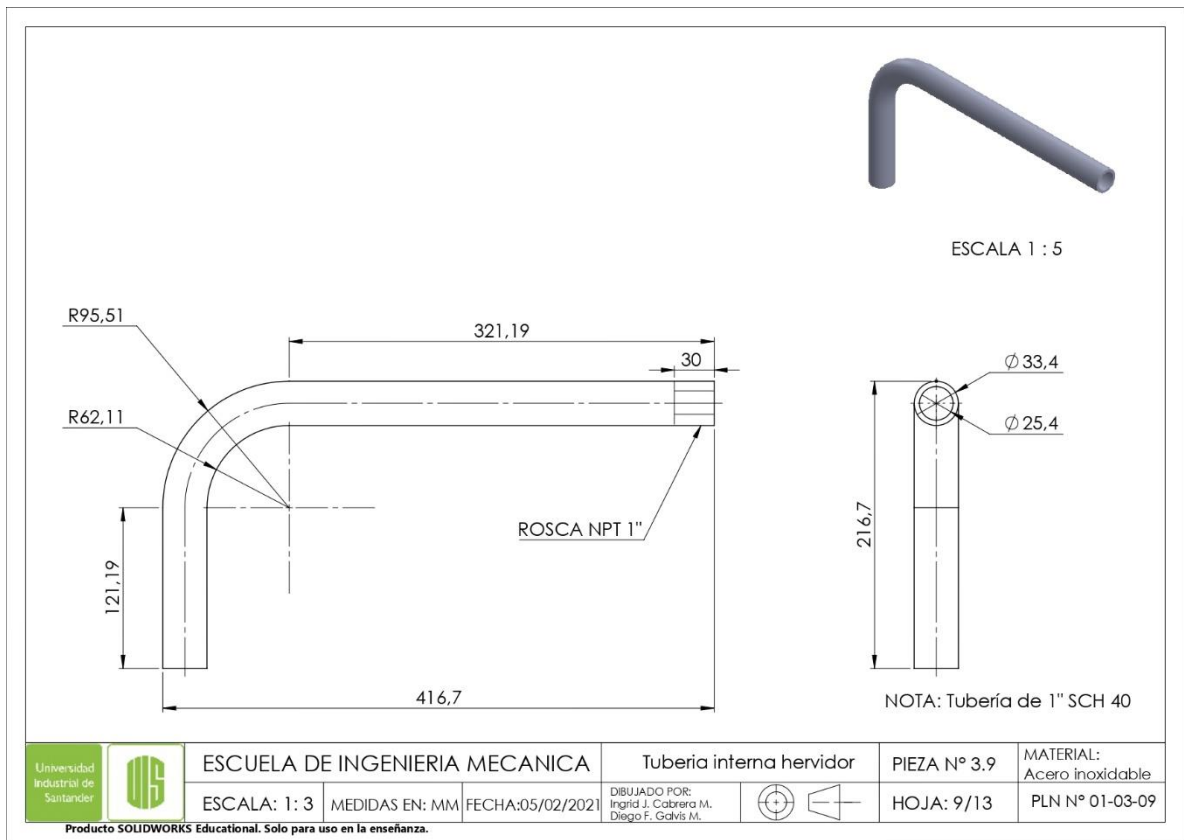
ESCALA 1 : 2

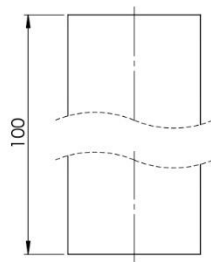


NOTA: Tubería de 1" SCH 40

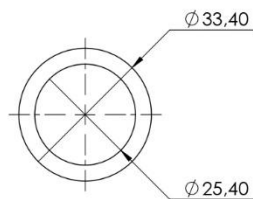
	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Tubería tapa		PIEZA N° 3.8	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:1	MEDIDAS EN: MM	FECHA:05/02/2021	DIBUJADO POR: Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Galvis M.		HOJA: 8/13	PLN N° 01-03-08

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.





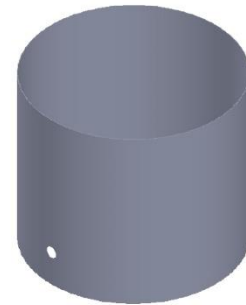
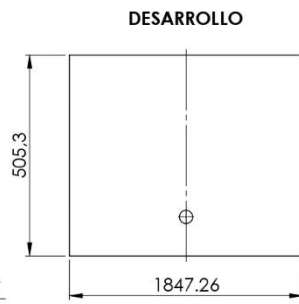
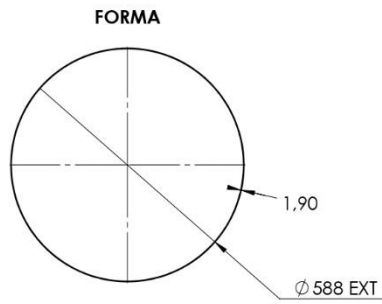
ESCALA 1 : 2



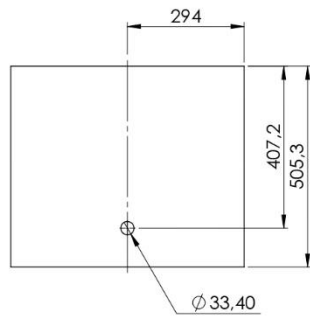
NOTA: Tubería de 1" SCH 40

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Tubería escape		PIEZA N° 3.10	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:1	MEDIDAS EN: MM	FECHA:05/02/2021	DIBUJADO POR: Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Galvis M.			HOJA: 10/13

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



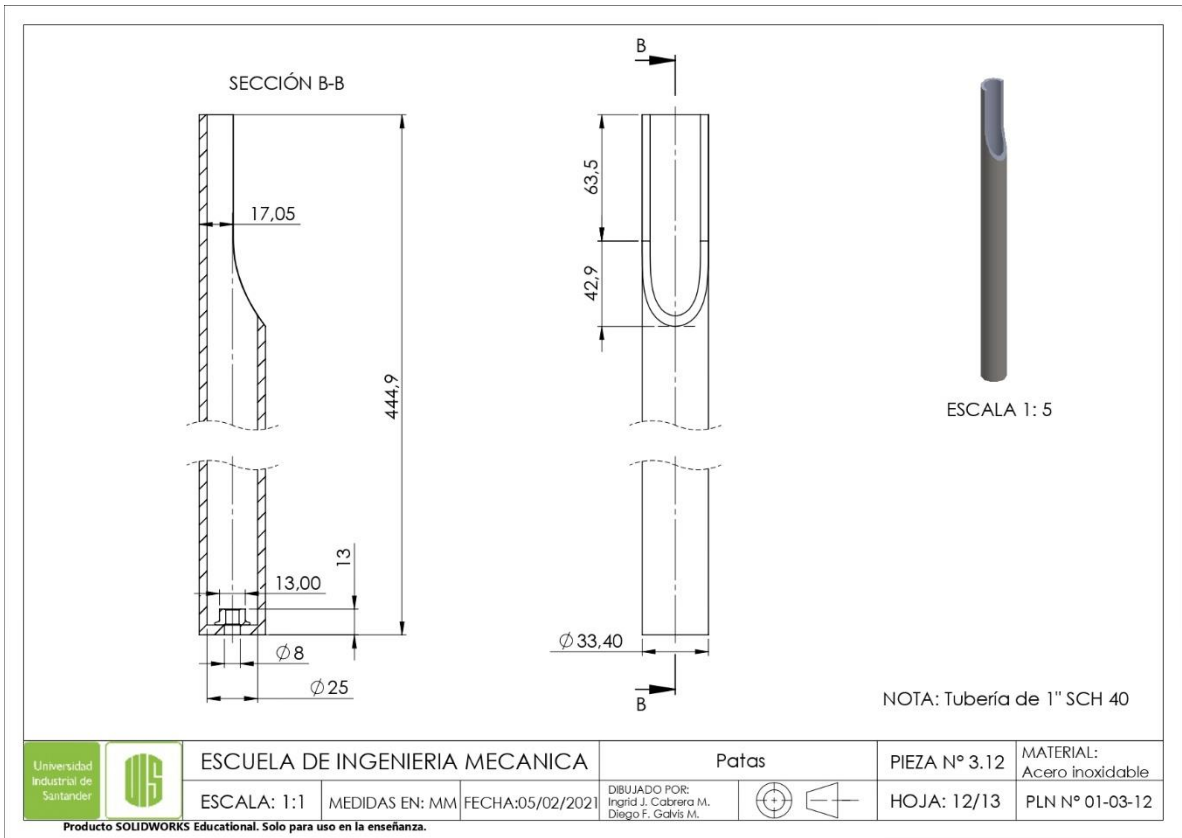
ESCALA 1 : 10

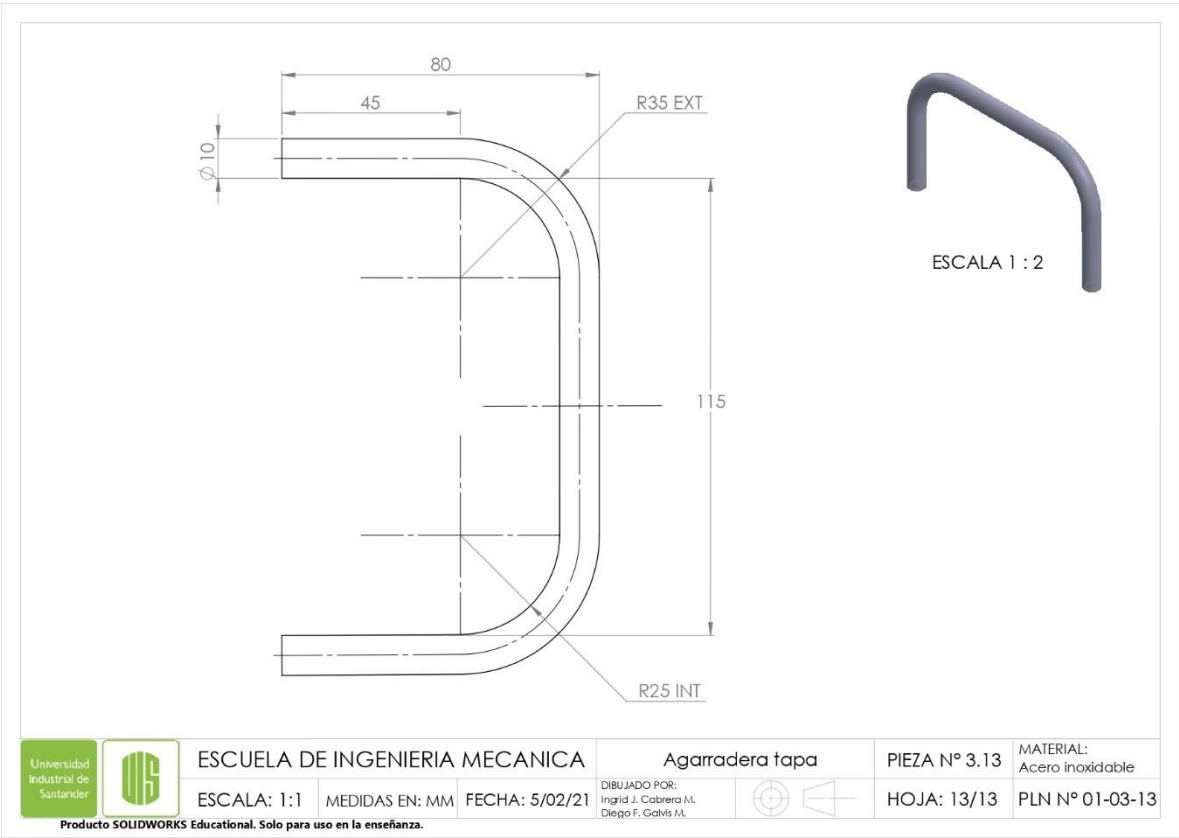


Nota: La lámina rectangular se roló y soldó para hacer la envoltente.

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Envoltente cuerpo	PIEZA N° 3.11	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:10	MEDIDAS EN: MM	FECHA:05/02/2021	DIBUJADO POR: Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Galvis M.		HOJA: 11/13

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.





Universidad Industrial de Santander



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

Agarradera tapa

PIEZA N° 3.13

MATERIAL:
Acero inoxidable

ESCALA: 1:1

MEDIDAS EN: MM

FECHA: 5/02/21

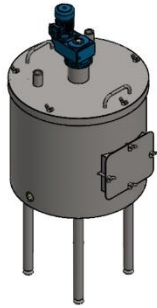
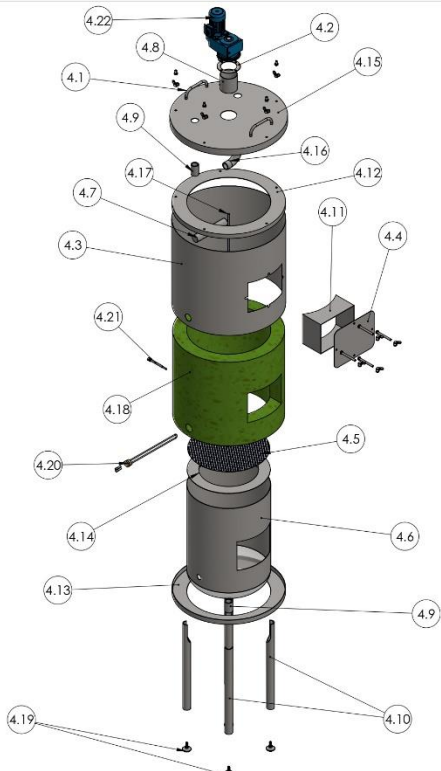
DIBUJADO POR:
Ingrid J. Cabrera M.
Diego F. Galvis M.



HOJA: 13/13

PLN N° 01-03-13

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.




ESCALA 1 : 10

4.24	Tuerca mariposa	9	Acero inoxidable
4.23	Perno hexagonal	9	Acero inoxidable
4.22	Motoreductor	1	Acero inoxidable
4.21	Termocupla	1	Acero inoxidable
4.20	Resistencia de inmersión	1	Acero inoxidable
4.19	Nivelador	4	Acero inoxidable
4.18	Aislante	1	Fibra de vidrio
4.17	Agitador	1	Acero inoxidable
4.16	Tubo superior	1	Acero inoxidable
4.15	Tapa grande	1	Acero inoxidable
4.14	Soporte criba	1	Acero inoxidable
4.13	Soporte camisa	1	Acero inoxidable
4.12	Soporte camisa superior	1	Acero inoxidable
4.11	Placa	1	Acero inoxidable
4.10	Patas	4	Acero inoxidable
4.9	Envolvente salida	1	Acero inoxidable
4.8	Envolvente motor	1	Acero inoxidable
4.7	Distribuidor de lluvia	1	Acero inoxidable
4.6	Cuerpo macerador	1	Acero inoxidable
4.5	Criba	1	Acero inoxidable
4.4	Compuerta	1	Acero inoxidable
4.3	Camisa	1	Acero inoxidable
4.2	Brida motor	1	Acero inoxidable
4.1	Agarradera tapa pequeña	2	Acero inoxidable

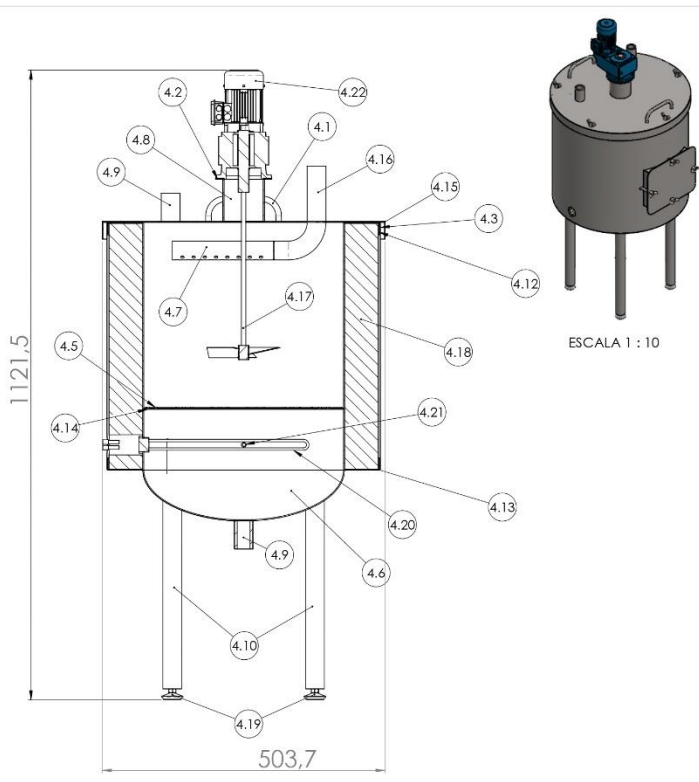
Nº	NOMBRE	CANT	MATERIAL
----	--------	------	----------


ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

ESCALA 1:12 MACERADOR ESCALADO

 DIBUJADO POR: INGRID J. CABRERA M. DEIGO F. GALVE M.	2021-02-05	PIEZA
FORMATO: A3	REVISADO POR:	HOJA 1/20
MEDIDAS EN: MM	MATERIAL:	PLN N° 01-04-00

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



4.24	Tuerca mariposa	9	Acero inoxidable
4.23	Perno hexagonal	9	Acero inoxidable
4.22	Motoreductor	1	Acero inoxidable
4.21	Termocupla	1	Acero inoxidable
4.20	Resistencia de inmersión	1	Acero inoxidable
4.19	Nivelador	4	Acero inoxidable
4.18	Aislante	1	Fibra de vidrio
4.17	Agitador	1	Acero inoxidable
4.16	Tubo superior	1	Acero inoxidable
4.15	Tapa grande	1	Acero inoxidable
4.14	Soporte criba	1	Acero inoxidable
4.13	Soporte camisa	1	Acero inoxidable
4.12	Soporte camisa superior	1	Acero inoxidable
4.11	Placa	1	Acero inoxidable
4.10	Patas	4	Acero inoxidable
4.9	Envolvente salida	1	Acero inoxidable
4.8	Envolvente motor	1	Acero inoxidable
4.7	Distribuidor de lluvia	1	Acero inoxidable
4.6	Cuerpo macerador	1	Acero inoxidable
4.5	Criba	1	Acero inoxidable
4.4	Compuerta	1	Acero inoxidable
4.3	Camisa	1	Acero inoxidable
4.2	Brida motor	1	Acero inoxidable
4.1	Agarradera tapa pequeña	2	Acero inoxidable

Nº	NOMBRE	CANT	MATERIAL
----	--------	------	----------


ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

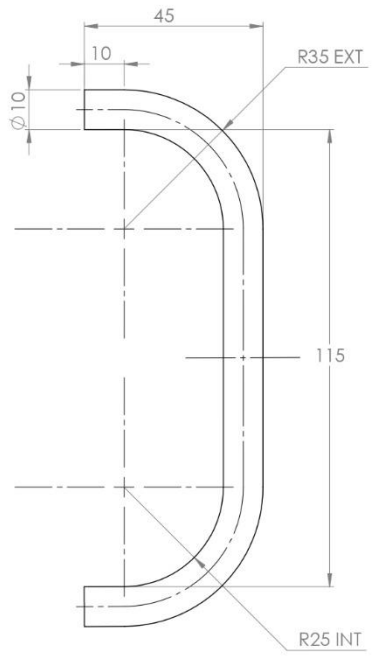
ESCALA 1:5 **MACERADOR ESCALADO**

DIBUJADO POR: INGRID J. CABRERA M.
 REVISADO POR: DIEGO F. GALVE M.

FORMATO: A3
 MEDIDAS EN: MM

2021-02-05
 PIEZA
 HOJA 2/20
 MATERIAL:
 PLN N° 01-04-00

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

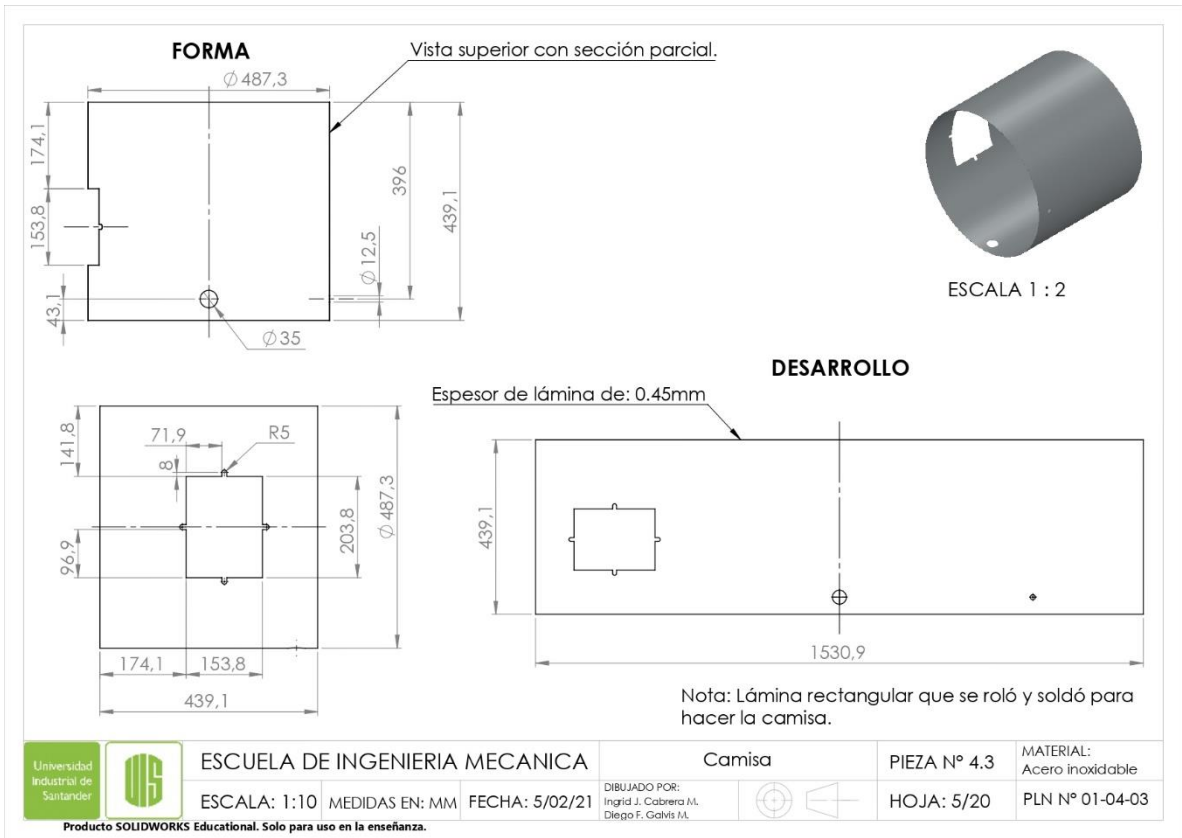


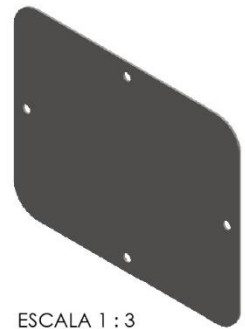
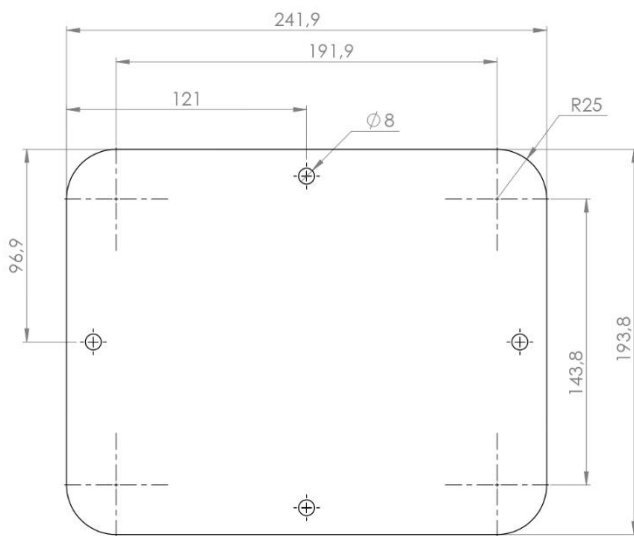
ESCALA 1 : 2

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA		Agarradera tapa pequeña	PIEZA N° 4.1	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:1	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Galvis M.	HOJA: 3/20

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



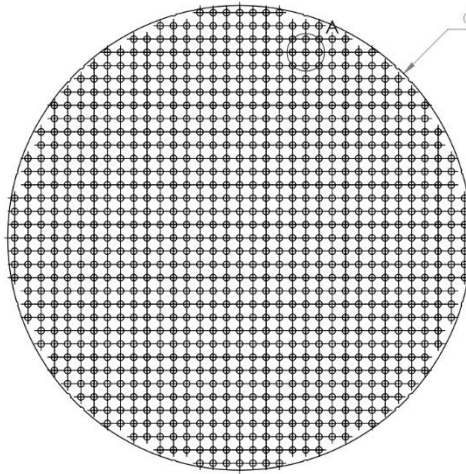




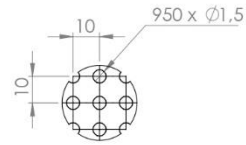
ESCALA 1 : 3

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Compuerta		PIEZA N° 4.4	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:2	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	<small>DIBUJADO POR:</small> Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Galvis M.		HOJA: 6/20	PLN N° 01-04-04

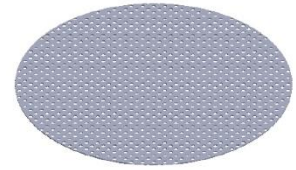
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Ø 350,6



DETALLE A
ESCALA 2 : 3

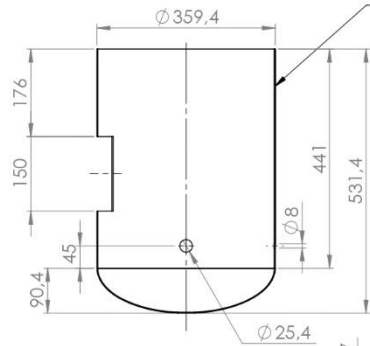


ESCALA 1 : 5

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Criba		PIEZA N° 4.5	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:3	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Galvis M.			HOJA: 7/20

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

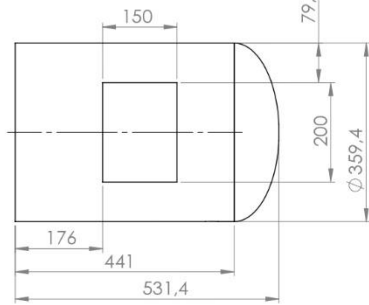
FORMA



Vista superior con sección parcial.

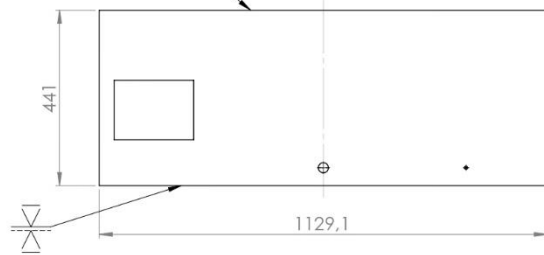


ESCALA 1 : 2



DESARROLLO

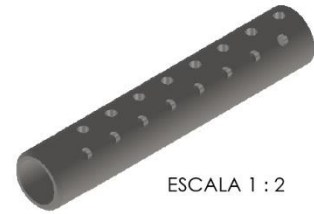
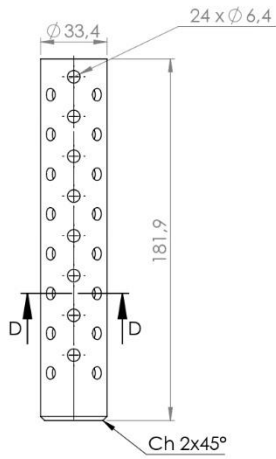
Espesor de lámina de: 1.9mm



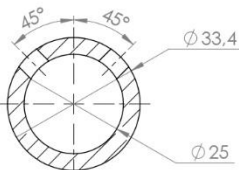
Nota: La lámina rectangular se roló y soldó a la cabeza elipsoidal 2:1. Lamina calibre 14.

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Cuerpo macerador		PIEZA N° 4.6	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:10	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Galvis M.		HOJA: 8/20	PLN N° 01-04-06

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



ESCALA 1 : 2

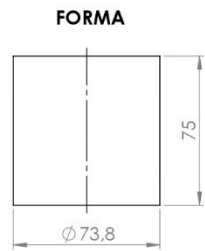


SECCIÓN D-D
ESCALA 1 : 1

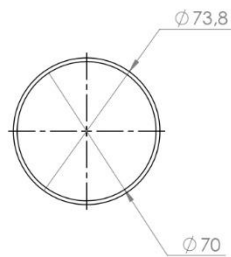
NOTA: Tubería de 1" SCH 40

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA		Distribuidor de lluvia		PIEZA N° 4.7	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:2	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Galvis M.		HOJA: 9/20

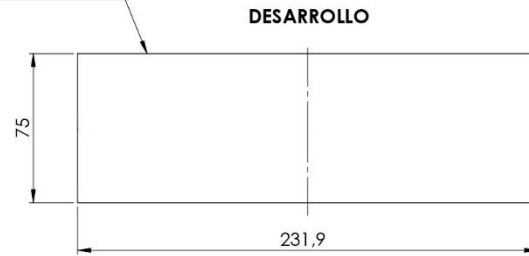
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



ESCALA 1 : 2



Espesor de lámina: 1.9mm



Nota: Lámina rectangular que se roló y soldó para hacer la envolvente.



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

Envolvente motor

PIEZA N° 4.8

MATERIAL:
Acero inoxidable

ESCALA: 1:2

MEDIDAS EN: MM

FECHA: 5/02/21

DIBUJADO POR:
Ingrid J. Cabrera M.
Diego F. Galvis M.

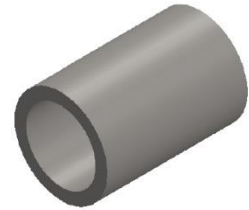
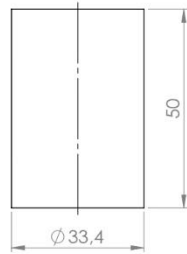


HOJA: 10/20

PLN N° 01-04-08

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

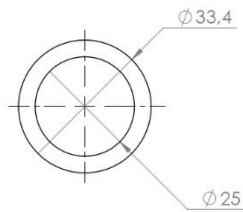
FORMA



ESCALA 1 : 1

Espesor de lámina: 4.2 mm

DESARROLLO



Nota: Lámina rectangular que se roló y soldó para hacer la envolvente.

Universidad Industrial de Santander



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

Envolvente salida

PIEZA N° 4.9

MATERIAL:
Acero inoxidable

ESCALA: 1:1

MEDIDAS EN: MM

FECHA: 5/02/21

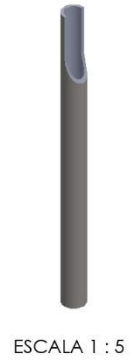
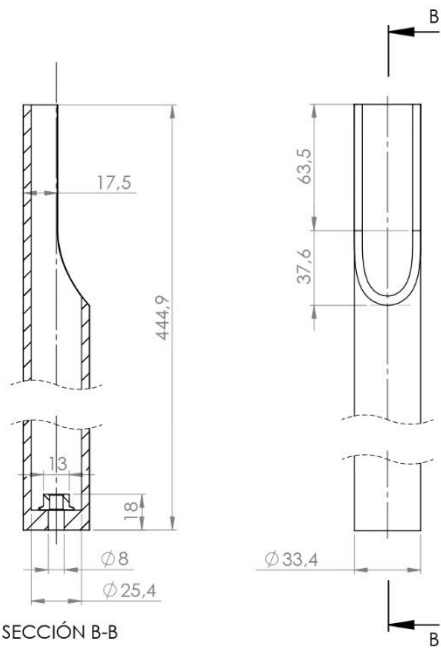
DIBUJADO POR:
Ingrid J. Cabrera M.
Diego F. Galvis M.



HOJA: 11/20

PLN N° 01-04-09

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



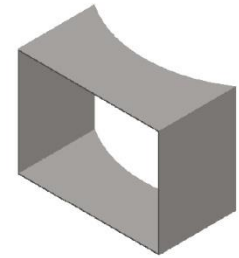
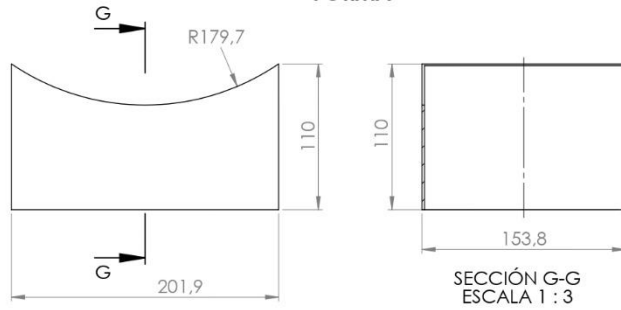
ESCALA 1 : 5

NOTA: Tubería de 1" SCH 40

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Patatas		PIEZA N° 4.10	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:2	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Galvis M.		HOJA: 12/20	PLN N° 01-04-10

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

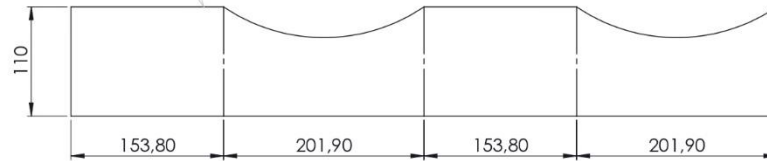
FORMA



ESCALA 1 : 3

DESARROLLO

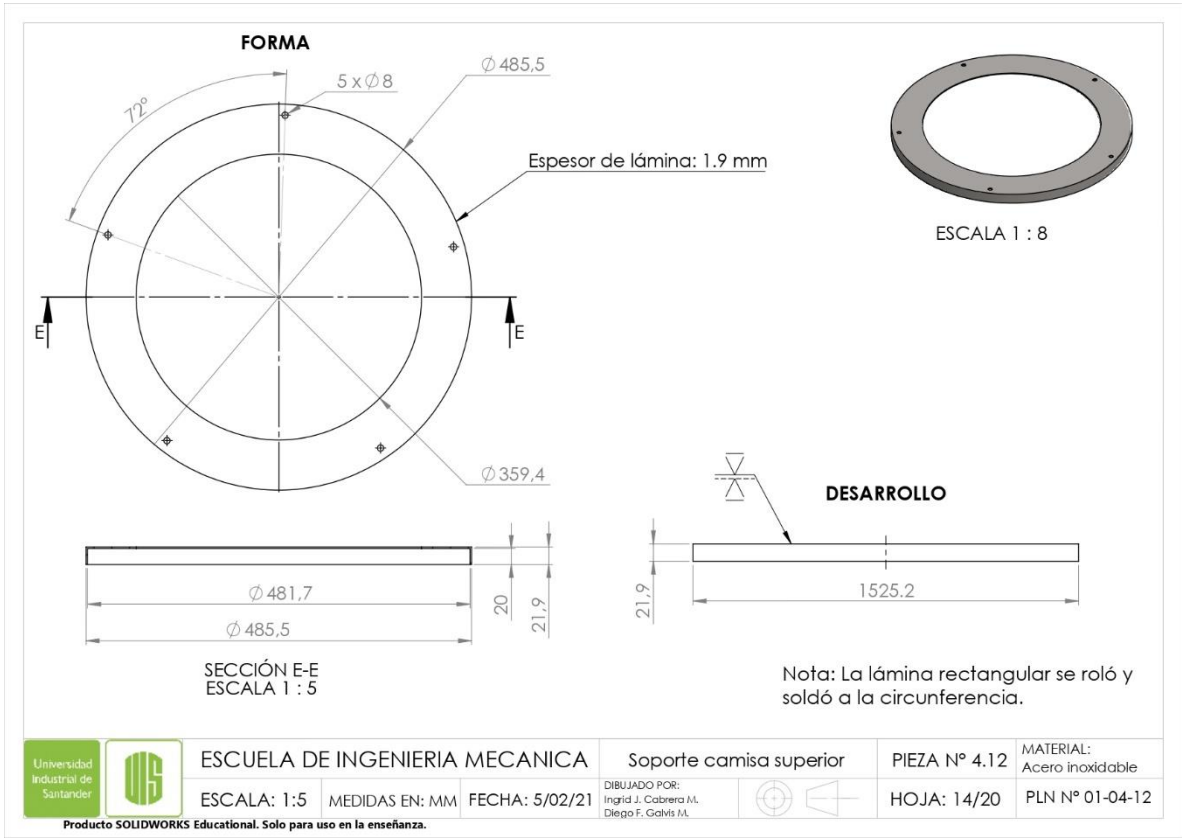
Espesor de lámina de: 1.9 mm



Nota: Lámina rectangular que se dobló y soldó para hacer la placa.

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Placa	PIEZA N° 4.11	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:3	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Galvis M.		HOJA: 13/20

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



Universidad Industrial de Santander



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

Soporte camisa superior

PIEZA N° 4.12

MATERIAL:
Acero inoxidable

ESCALA: 1:5

MEDIDAS EN: MM

FECHA: 5/02/21

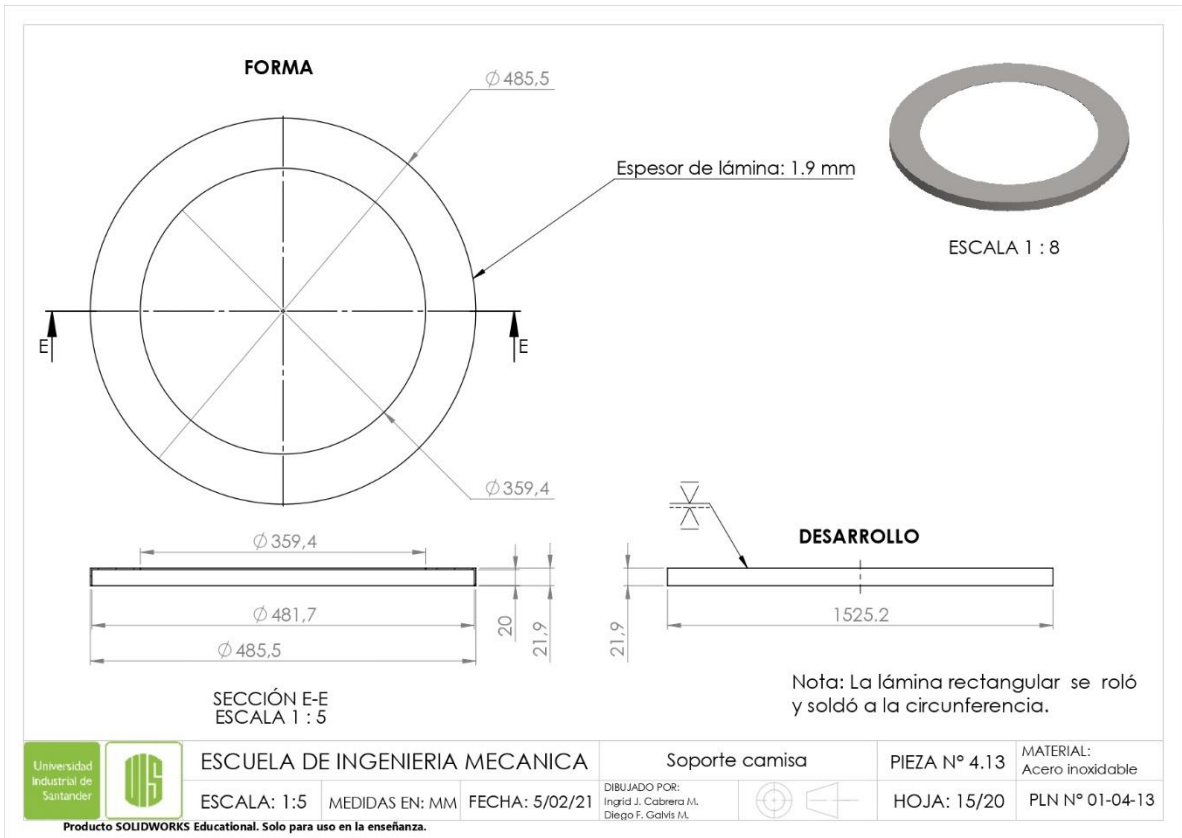
DIBUJADO POR:
Ingrid J. Cabrera M.
Diego F. Galvis M.

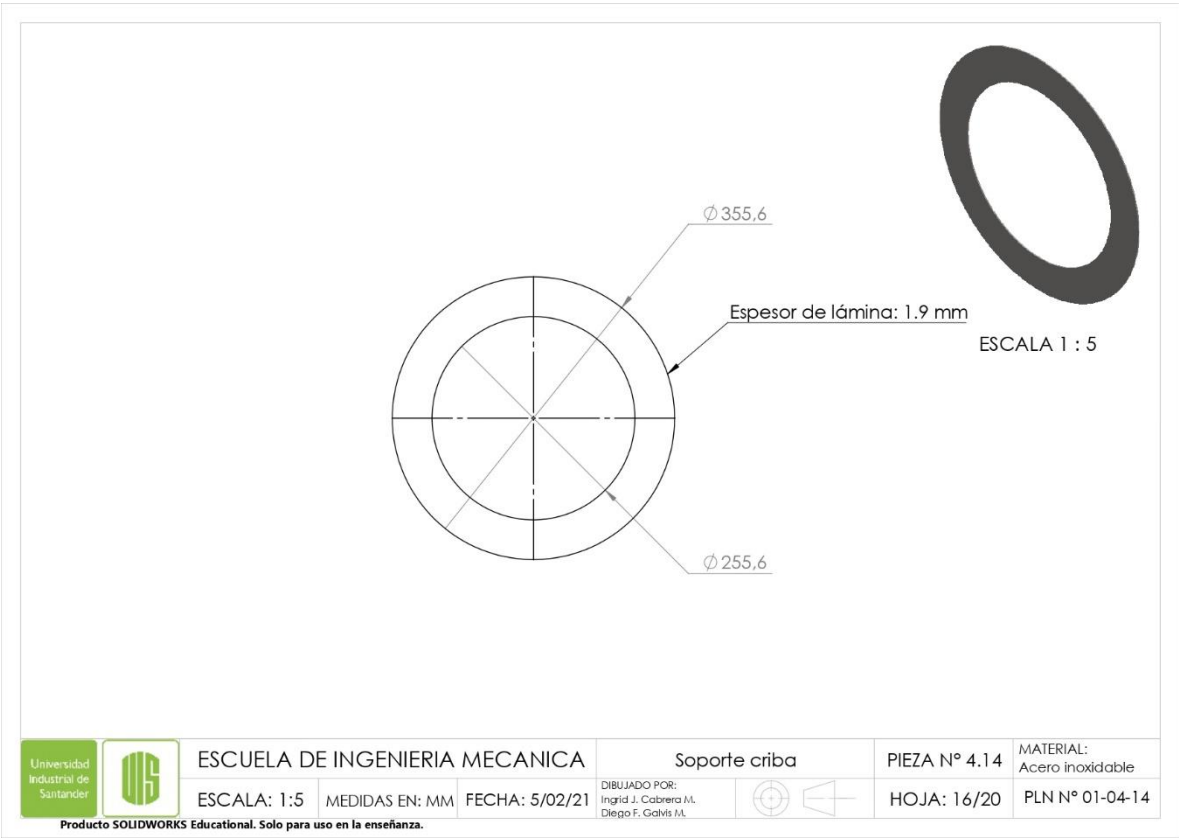


HOJA: 14/20

PLN N° 01-04-12

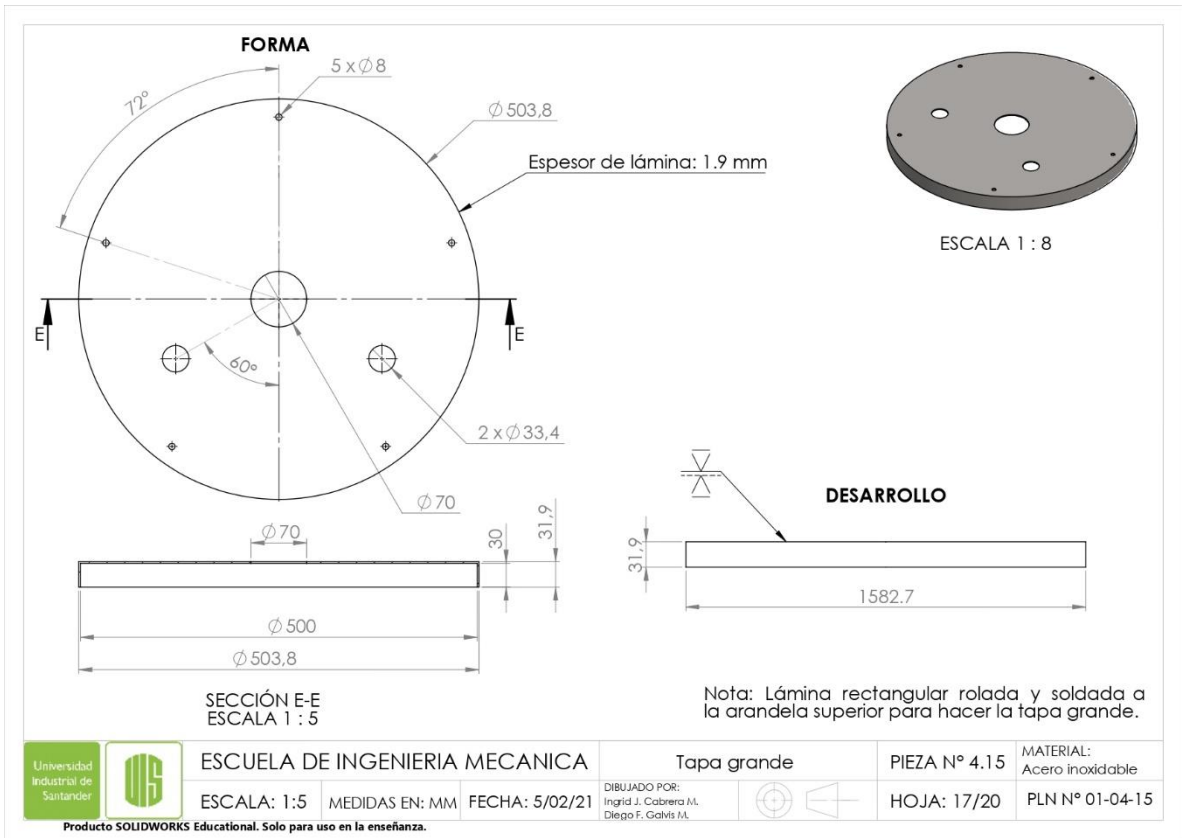
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.





	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Soporte criba		PIEZA N° 4.14	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:5	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	<small>DIBUJADO POR:</small> Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Galvis M.		HOJA: 16/20	PLN N° 01-04-14

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

ESCALA: 1:5 MEDIDAS EN: MM FECHA: 5/02/21

Tapa grande

DIBUJADO POR:
Ingrid J. Cabrera M.
Diego F. Galvis M.



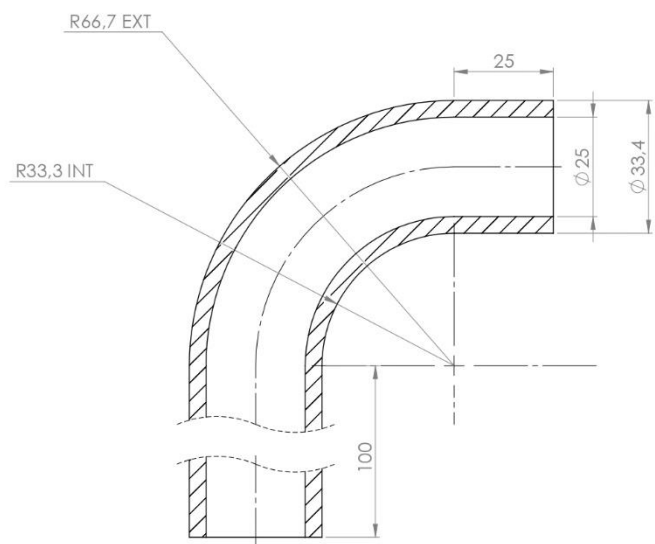
PIEZA N° 4.15

HOJA: 17/20

MATERIAL:
Acero inoxidable

PLN N° 01-04-15

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



NOTA: Tubería de 1" SCH 40



ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

Tubo superior

PIEZA N° 4.16

MATERIAL:
Acero inoxidable

ESCALA: 1:1

MEDIDAS EN: MM

FECHA: 5/02/21

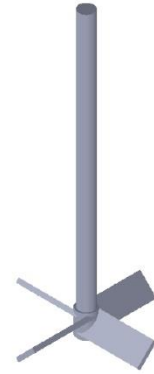
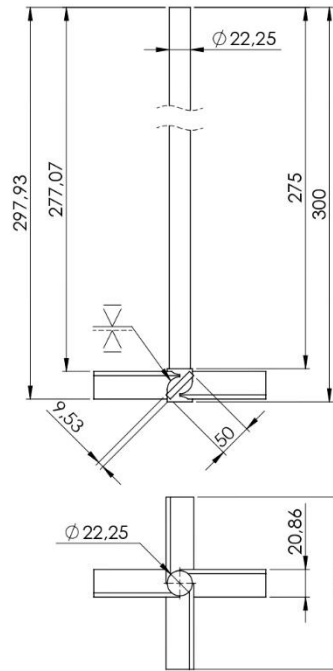
DIBUJADO POR:
Ingrid J. Cabrera M.
Diego F. Galvis M.



HOJA: 18/20

PLN N° 01-04-16

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

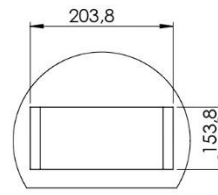
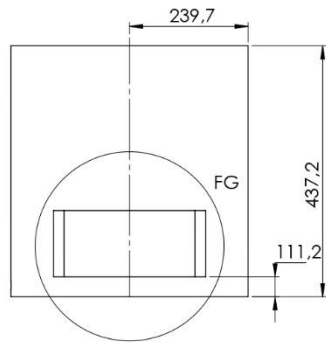
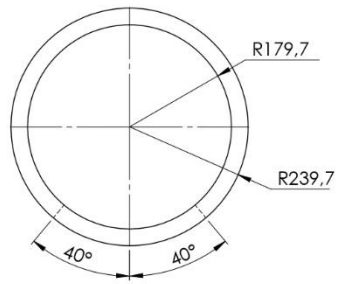


ESCALA 1 : 2

NOTA: Palas planas inclinadas 45 de espesor 3/8".

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Agitador		PIEZA N° 4.17	MATERIAL: Acero inoxidable
	ESCALA: 1:2	MEDIDAS EN: IPS	FECHA:	DIBUJADO POR: Ingrid J. Cabrera M. Diego F. Galvis M.		HOJA:19/20	PLN N° 01-04-17

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.



DETALLE FG
ESCALA 1 : 8



ESCALA 1:9

	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			Aislante		PIEZA N° 4.18	MATERIAL: Fibra de vidrio
	ESCALA: 1:13	MEDIDAS EN: MM	FECHA: 5/02/21	DIBUJADO POR: Ingris J. Cabeza M., Diego F. Gálvez M.		HOJA: 20/20	PLN N° 01-04-18

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.