



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALTA PRESIÓN
PARA LA LIMPIEZA DE BOMBAS DE INYECCIÓN MEDIANTE
DESENGRASANTE BIODEGRADABLE EN EL LABORATORIO DE BOMBAS
DE INYECCIÓN AMBADIESEL

AUTOR: Jonathan Hernán Abril Pérez

TUTOR: Ing. Mg. Gonzalo López

AMBATO-ECUADOR

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALTA PRESIÓN PARA LA LIMPIEZA DE BOMBAS DE INYECCIÓN MEDIANTE DESENGRASANTE BIODEGRADABLE EN EL LABORATORIO DE BOMBAS DE INYECCIÓN AMBADIESEL”. Elaborado por el señor Jonathan Hernán Abril Pérez, Estudiante de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Certifico:

Que el presente proyecto es original de su autor.

Ha sido revisado cada uno de sus capítulos.

Es concluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, Marzo de 2017

.....

Ing. Mg. Gonzalo López

AUTORÍA DE TESIS

Declaro que el contenido del proyecto técnico: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALTA PRESIÓN PARA LA LIMPIEZA DE BOMBAS DE INYECCIÓN MEDIANTE DESENGRASANTE BIODEGRADABLE EN EL LABORATORIO DE BOMBAS DE INYECCIÓN AMBADIESEL”, así como sus ideas, opiniones, resultados, conclusiones, son auténticos y de responsabilidad exclusiva de mi persona en calidad de autor del proyecto.

Ambato, Marzo de 2017

.....

Jonathan Abril

C.I. 1804426672

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Proyecto Técnico, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Marzo de 2017

Jonathan Hernán Abril Pérez

AUTOR DEL PROYECTO TÉCNICO

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal de grado aprueban el trabajo técnico realizado por el estudiante Jonathan Hernán Abril Pérez de la carrera de Ingeniería Mecánica, bajo el tema: “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALTA PRESIÓN PARA LA LIMPIEZA DE BOMBAS DE INYECCIÓN MEDIANTE DESENGRASANTE BIODEGRADABLE EN EL LABORATORIO DE BOMBAS DE INYECCIÓN AMBADIESEL**”

Ambato, Abril 2017

Para constancia firman:

.....

Ing. Mg. Luis Escobar

.....

Ing. Mg. Christian Castro

DEDICATORIA

Un logro más en mi vida y quiero dedicárselo a Dios, mis padres y a mis hermanos que siempre han estado apoyándome y dándome ánimos para seguir adelante y no darme por vencido.

A mi papá y a mi mamá que a más de brindar el apoyo económico, nunca permitieron que baje los brazos y deje de luchar, me han acompañado en las lágrimas y en las alegrías. Gracias totales a ellos.

A mis dos hermanos Christopher y Jeffrey que son mi vida, mi inspiración, mis ganas para seguir adelante y superarme.

A mis tíos que de igual manera siempre me han estado brindando su apoyo durante toda mi vida.

AGRADECIMIENTO

A todos los ingenieros que siempre supieron compartirnos sus conocimientos de una manera adecuada para saber sobre llevar cualquier problema que se presentaran en la vida práctica.

A mi tutor Gonzalo López que me ayudo brindándome su conocimiento para que se hiciera de la mejor manera este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	I
CERTIFICACIÓN DE AUTOR.....	II
AUTORÍA DEL TRABAJO.....	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DE TRIBUNAL DE GRADO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
INDICE DE CONTENIDOS.....	VIII
INDICE DE TABLAS.....	X
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	XI
RESUMEN EJECUTIVO.....	XIII
SUMMARY.....	XV
1. CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA	1
1.1 TEMA	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	1
1.3 OBJETIVOS	2
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2. CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN	4
2.1 INVESTIGACIONES PREVIAS	4
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5

2.2.1 PROCESOS DE LAVADO DE PARTES MECÁNICAS	5
2.2.2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO	6
2.2.3 FLUIDO DE TRABAJO (DESENGRASANTE BIODEGRADABLE).....	8
2.2.4 SISTEMA HIDRÁULICO	9
2.2.4.1 TIPOS DE ASPERSORES	9
2.2.4.2 TUBERÍA	10
2.2.4.3 ACCESORIOS	13
2.2.4.4 CLASIFICACIÓN DE BOMBAS.....	14
2.2.5 FILTRACIÓN	17
2.2.6 CABINA DE LIMPIEZA	21
2.2.7 ESTRUCTURA.....	21
3. CAPÍTULO 3. DISEÑO DEL PROYECTO.....	29
3.1 ESTUDIOS	29
3.1.1 PROCESO DE LIMPIEZA	30
3.2 CÁLCULOS	42
3.2.1 CÁLCULOS DEL RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO	42
3.2.2 CALCULO DE RODAMIENTO	45
3.2.3 SELECCIÓN DE TUBERÍA	46
3.2.4 SELECCIÓN DE ASPERSORES	46
3.2.5 SELECCIÓN DE BOMBA	50
3.2.5.1 SIMULACIÓN DE FLUIDO	56
3.2.6 DISEÑO DE ESTRUCTURA.....	61
3.2.6.1 SIMULACIÓN DE ESTRUCTURA EN PROGRAMA CAD.....	69
3.2.7 DISEÑO DE JUNTAS SOLDADAS PARA LA MÁQUINA	72
3.2.8 PRESUPUESTO.....	75
3.2.9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	79
3.2.10 PLAN DE MANTENIMIENTO	79
4. CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
4.1 CONCLUSIONES	84
4.2 RECOMENDACIONES.....	85

5. BIBLIOGRAFÍA	86
------------------------------	-----------

6. PLANOS	115
------------------------	------------

INDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Característica tubería Fuente: [6].....	10
Tabla 2-2 Tamaño de malla en filtros. Fuente: Cdigital	20
Tabla 3-1 dimensiones y peso de bombas de inyección. Fuente: Jonathan Abril, Investigador.....	32
Tabla 3-2 Matriz de selección de bomba de inyección para diseño. Fuente: Jonathan Abril Investigador	34
Tabla 3-3 Selección de alternativas. Fuente: [12].....	36
Tabla 3-4 Ponderación de resultados. Fuente: Jonathan Abril, Investigador.....	38
Tabla 3-5 Selección de alternativa. Fuente: Jonathan Abril, Investigador	39
Tabla 3-6 Pruebas de limpieza. Fuente: Jonathan Abril, Investigador	39
Tabla 3-7 Propiedades acero galvanizado ISO-65 SERIE LIVIANA II. Fuente: [17]	46
Tabla 3-8 Resultados de análisis. Fuente: Jonathan Abril Investigador	60
Tabla 3-9 Resultados máximos y mínimos. Fuente: Jonathan Abril Investigador	61
Tabla 3-10 Costo de Sistema Hidráulico. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	75
Tabla 3-11 Costo de tanque reservorio y cabina de limpieza. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	76
Tabla 3-12 Costo de estructura y soporte canastilla. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	76
Tabla 3-13 Costo de canastilla. Fuente Jonathan Abril Investigador.....	77
Tabla 3-14 Costo de otros materiales. Fuente: Jonathan Abril Investigador.	77
Tabla 3-15 Costo total de materiales. Fuente: Jonathan Abril Investigador	77

Tabla 3-16 Costo total de mano de obra. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	78
Tabla 3-17 Costo de maquinaria y herramientas. Fuente: Jonathan Abril Investigador	78
Tabla 3-18 Costo total. Fuente: Jonathan Abril Investigador	78

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1 Valores de K para coeficientes de resistencias de entradas. Fuente: [19]	10
Ilustración 2-2 Métodos para proporcionar fluido a una bomba. Fuente: [8]	11
Ilustración 2-3 Momento nominal en función de la longitud, no soportada lateralmente, del patín de compresión. Fuente: [11].....	26
Ilustración 3-1 Bomba de inyección IZUZU FTR. Fuente: Jonathan Abril, Investigador	30
Ilustración 3-2 Bomba de inyección desarmada. Fuente: Jonathan Abril, Investigador	30
Ilustración 3-3 Preparación mezcla diésel-gasolina. Fuente: Jonathan Abril, Investigador.....	31
Ilustración 3-4 Lavado de bomba de inyección. Fuente: Jonathan Abril, Investigador	31
Ilustración 3-5 Pulverización de la bomba de inyección. Fuente: Jonathan Abril, Investigador.....	32
Ilustración 3-6 Recipiente mezcla diésel-gasolina. Fuente: Jonathan Abril, Investigador.....	35
Ilustración 3-7 Recipiente para limpieza de una bomba de inyección. Fuente: Jonathan Abril, Investigador	35
Ilustración 3-8 Valores de α en las fórmulas para tanques rectangulares. Fuente: [14]	43
Ilustración 3-9 Soldadura de placas para tanques rectangulares. Fuente: [15]	45

Ilustración 1-1 Aspersores cónicos. Fuente: [18].....	47
Ilustración 1-2 Aspersores planos. Fuente: [18]	48
Ilustración 1-3 Diseño de aspersores. Fuente: Jonathan Abril investigador	49
Ilustración 1-4 Ángulo de aspersor. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	49
Ilustración 5 Impulsor. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	50
Ilustración 3-10 sistema hidráulico Fuente: Jonathan Abril investigador.....	51
Ilustración 3-11 Esquema dimensiones tanque reservorio, Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	51
Ilustración 3-12 Tramo de análisis sistema hidráulico 1-2 Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	53
Ilustración 3-13 Tramo de análisis sistema hidráulico 2-3 Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	54
Ilustración 3-14 Tramo de análisis punto 4 Fuente: Jonathan Abril Investigador	55
Ilustración 3-15 Creación de lids. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	56
Ilustración 3-16 Revisión de geometría en aspersores. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	56
Ilustración 3-17 Revisión de geometría conjunto de aspersores e impulsores. Fuente: Jonathan Abril Investigador	57
Ilustración 3-18 Ingreso de condiciones de funcionamiento. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	57
Ilustración 3-19 Aplicación de resultados a obtener. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	58
Ilustración 3-20 Resultados. Fuente: Jonathan Abril Investigador	58
Ilustración 3-21 Velocidad de Impulsores. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	59
Ilustración 3-22 Velocidad de aspersores Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	59
Ilustración 3-23 Trayectoria de fluido. Fuente: Jonathan Abril Investigador	60
Ilustración 3-24 Diseño de elementos 1 y 2.Fuente: Jonathan Abril Investigador	62

Ilustración 3-25 Representación viga. Fuente: Jonathan Abril Investigador	62
Ilustración 3-26 Diagrama de cortante. Fuente: Jonathan Abril Investigador	63
Ilustración 3-27 Diagrama de momento flector. Fuente: Jonathan Abril Investigador	63
Ilustración 3-28 Diseño de elementos 3 y 4. Fuente: Jonathan Abril Investigador ...	65
Ilustración 3-29 Diagrama de cortante. Fuente: Jonathan Abril Investigador	65
Ilustración 3-30 Diseño de elementos 5, 6, 7 y 8. Fuente: Jonathan Abril Investigador	67
Ilustración 3-31 Diagrama de cortante. Fuente: Jonathan Abril Investigador	68
Ilustración 3-32 Asignación de material programa CAD. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	69
Ilustración 3-33 Sujeciones en las columnas de la estructura. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	70
Ilustración 3-34 Aplicación de las cargas en la estructura. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	70
Ilustración 3-35 Tensiones máximas. Fuente: Jonathan Abril Investigador	71
Ilustración 3-36 Desplazamientos máximos. Fuente: Jonathan Abril Investigador... 71	
Ilustración 3-37 Deformada estructura. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	72
Ilustración 3-38 Diseño de junta soldada para placas de 3mm. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	72
Ilustración 3-39 Diseño de junta soldada para placas de 3mm y 4mm. Fuente: Jonathan Abril Investigador.	73
Ilustración 3-40 Diseño de junta soldada para placas de 2 mm. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	73
Ilustración 3-41 Diseño de junta soldada para placas de 2 mm. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	74
Ilustración 3-42 Diseño de junta soldada para placas de 6 mm. Fuente: Jonathan Abril Investigador.....	74
Ilustración 3-43 Diseño de juntas soldadas hasta 6 mm de espesor. Fuente: [15].....	75

RESUMEN EJECUTIVO

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALTA PRESIÓN PARA LA LIMPIEZA DE BOMBAS DE INYECCIÓN MEDIANTE DESENGRASANTE BIODEGRADABLE EN EL LABORATORIO DE BOMBAS DE INYECCIÓN AMBADIESEL.

Autor: Jonathan Hernán Abril Pérez

Tutor: Ing. Mg. Gonzalo López.

El presente proyecto se desarrolló en la ciudad de Ambato en la empresa “LABORATORIO DE BOMBAS DE INYECCIÓN AMBADIESEL”, el interés de la empresa por la construcción de esta máquina radica en la necesidad de optimizar tiempos y reducción de costos en el proceso de limpieza de partes.

Para el diseño de la máquina se considera diferentes parámetros como son la cantidad de mezcla diésel-gasolina se ocupa en la limpieza y el peso de diferentes bombas de inyección, así como la presión a la cual se lava dichas bombas de inyección. Con lo cual se procedió al diseño de la estructura que soporta las bombas de inyección, para continuar con la selección de la bomba que moverá el fluido del depósito hacia los aspersores que limpiaran la bomba de inyección. El dimensionamiento y comprobación de resistencia de la estructura se realizó mediante un análisis por elementos finitos utilizando el software Solidworks. El comportamiento del fluido al igual que la estructura (velocidades, caudales) se realizó mediante el software Solidworks. La construcción y montaje de la máquina se lo realizó en las instalaciones de la empresa utilizando los recursos económicos, materiales y humanos de la misma.

SUMMARY

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A HIGH PRESSURE SYSTEM FOR THE CLEANING OF INJECTION PUMPS BY BIODEGRADABLE DEGREASER IN THE LABORATORY OF AMBADIESEL INJECTION PUMPS.

Author: Jonathan Hernán Abril Pérez

Tutor: Ing. Mg. Gonzalo López.

The present project was developed in the city of Ambato in the company "AMBADIESEL INJECTION PUMP LABORATORY", the interest of the company in the construction of the laying machine in the need to optimize times and reduce costs in the process Cleaning Equipment Parts

For the design of the machine the various parameters are considered as the amount of the diameter-gasoline mixture is concerned in the cleaning and weight of different injection pumps, as well as pressure on any such injection pumps. This led to the design of the structure that blows the injection pumps, to continue with the selection of the pump that moves the fluid from the tank to the sprinklers that clean the injection pump. The sizing and checking of the strength of the structure was done by finite element analysis using the Solidworks software. The behavior of the fluid as well as the structure (velocities, flow rates) was performed using Solidworks software. The construction and installation of the machine are carried out at the company's premises with the economic resources, materials and human resources thereof.

1. CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA

1.1 Tema

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALTA PRESIÓN PARA LA LIMPIEZA DE BOMBAS DE INYECCIÓN MEDIANTE DESENGRASANTE BIODEGRADABLE EN EL LABORATORIO DE BOMBAS DE INYECCIÓN AMBADIESEL”

1.2 Justificación

Según La Normativa Ambiental en el Acuerdo Ministerial No. 161 determina, desechos peligrosos como: Los desechos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contengan alguna sustancia que tenga características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas y/o radioactivas, que representen un riesgo para la salud humana y el ambiente. Algunas sustancias inflamables son manipuladas en el laboratorio de bombas de inyección Ambadiesel, como producto del proceso de limpieza de las bombas de inyección, estos residuos pueden ser: aceite, gasolina, diésel, tinnher, entre otros; los cuales son peligrosos para la salud y el medio ambiente. [1]

En la Ley de Gestión Ambiental se dice:

Art.2.- La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables. [2]

Art. 35.- El Estado establecerá incentivos económicos para las actividades productivas que se enmarquen en la protección del medio ambiente y el manejo sustentable de los recursos naturales [2].

El laboratorio de bombas de inyección Ambadiesel busca tener una empresa amigable con el medio ambiente, con el fin de continuar con operaciones de manera regular debido a diferentes permisos que son otorgados por la municipalidad del cantón Ambato en base a tratamientos de desechos.

Las empresas dedicadas al mantenimiento del parque automotor, ya sea liviano o pesado se ven involucrados en la manipulación de ciertas sustancias, por lo cual, los residuos de dichos mantenimientos necesitan un tratamiento especial antes de ser desechados.

Este tipo de empresas cuentan con sistemas de limpieza manual en donde utilizan una mezcla diésel-gasolina en la mayoría de los casos para limpieza de piezas mecánicas, los residuos de dicha limpieza son almacenados en tanques para su posterior desecho. La empresa AMBADIESEL piensa suplantar la mezcla diésel-gasolina utilizada en la limpieza de bombas de inyección por un líquido biodegradable, adquiriendo un sistema de limpieza de alta presión amigable con el medio ambiente.

Con la adquisición de este nuevo sistema de alta presión no solo se logrará reducir de una manera significativa la contaminación del medio ambiente, también los costos y el tiempo de limpieza serán menores, lo cual significa un ahorro económico para el Laboratorio de bombas de inyección Ambadiesel.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar y construir un sistema de alta presión para la limpieza de bombas de inyección mediante desengrasante biodegradable.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar el proceso de limpieza de bombas de inyección en la empresa Ambadiesel.
- Seleccionar la bomba adecuada para una limpieza óptima
- Establecer los parámetros para diseñar la estructura.

- Determinar cédula adecuada de tubería para soportar altas presiones.
- Realizar pruebas de limpieza para verificar su funcionamiento.

2. CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN

2.1 Investigaciones previas

- En la Escuela Superior Politécnica del Ejército, en la facultad de Ingeniería Mecánica, se desarrolló el tema “Diseño y construcción de una máquina lavadora e implementación de un centro de lavado de piezas y partes mecánicas de maquinaria pesada para la Unidad de Mantenimiento y Transportes (UMAT) del Cuerpo de Ingenieros del Ejército (C.E.E)”, donde sus autores: Benavides Jaya Arturo Javier y Robalino Muñoz Pablo Lenín realizaron la implementación y construcción de una máquina lavadora de partes y piezas mecánicas de maquinaria de equipo pesado, logrando optimizar el trabajo que anteriormente se lo realizaba a mano, por uno automatizado. Este proceso se fundamenta en retiro de la limalla, polvo, así como también del desengrase de un elemento mecánico, lo cual sirve de mucha utilidad para la presente investigación en cuanto al tema de desengrasantes biodegradables.
- En la Universidad de Azuay, en la escuela de Ingeniería Mecánica, se desarrolló el tema “Estudio del impacto ambiental generado por un taller de mantenimiento automotriz de vehículos livianos”, donde su autor: José Geovanny Barros Ochoa establecieron alternativas de solución para obtener una producción limpia, y resulta fundamental para todas las personas relacionadas con el campo automotriz, el conocimiento del impacto ambiental que genera un taller, si no se toman las precauciones necesaria para evitar la contaminación, la idea clave debe ser prevenir la generación de contaminantes en lugar de controlar la contaminación. Este estudio es de gran utilidad para la presente investigación.
- En la Escuela Superior Politécnica del Litoral, en la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, se desarrolló el tema “Diseño de un túnel para Lavado Exterior de los Cilindros GLP 15 Kg”, donde su autor: Johnny Ernesto Espinoza Tello establece la instalación y operación de un equipo de lavado, información que será de utilidad para el diseño de la presente investigación.
- En la Universidad Politécnica Salesiana, en la Carrera de Ingeniería Mecánica, se desarrolló el tema: “Implementación del proceso para lavado de las partes de motores de combustión interna de gasolina y diésel”, donde sus autores Aurelio Pedraza

Calispa y Pedro Esteban Pedraza Calispa realizan un estudio estructural donde serán colocadas las piezas para la limpieza, el diseño y construcción de la máquina se realizó basados en cálculos, con la adecuada elección, manipulación, y optimización de los químicos utilizados para el proceso de lavado, se obtendrán una adecuada limpieza, información que será de utilidad para la siguiente investigación.

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Procesos de lavado de partes mecánicas

Existen algunos métodos de limpieza en la industria que está dedicada al mantenimiento y reparación de motores de vehículos, los cuales se verán a continuación.

- **Lavado por chorro pulverizado.**- Este tipo de proceso lava partes del motor como blocks, válvulas, o cualquier parte móvil del motor. Consta de un sistema de líquido re circulante que mediante un chorro de presión retira cualquier película de contaminantes sobre dichas partes, puede trabajar ya sea con líquido caliente y frío. Una de las cualidades es que puede trabajar con detergentes biodegradables, lo cual convierte al proceso amigable con el medio ambiente. Las presiones a las que trabajan están entre los 8 y 10 bares. Una desventaja es que el chorro solo llega a partes externas de las piezas. [3]
- **Granallado sin aire.**- Con este proceso de limpieza se puede lograr un excelente grado de limpieza ya que es una técnica de tratamiento superficial. Permite remover cualquier tipo contaminantes o revestimientos como pintura, limalla, entre otros. Consiste en el bombardeo de partículas abrasivas a altas velocidades (65-1140 m/s), con este proceso se pueden limpiar piezas de fundición ferrosa y no ferrosa, partes mecánicas y superficies que serán posteriormente aplicadas cualquier tipo de recubrimiento como pintura, cauchos, etc. [3]
- **Chorro con bolillas de vidrio.**- Este proceso consta de lanzar bolillas de vidrio a altas velocidades, las cuales impactan las superficies y explotan. Este proceso es perfecto para quitar pinturas, la corrosión, o eliminación de pavonado en metal causado por soldadura. [3]

- Chorro con bicarbonato de sodio.- Proceso con el cual se limpia óxido, revestimientos de cualquier tipo. Consta en aventar un chorro de bicarbonato de sodio mezclado con agua o aire comprimido sobre la pieza que se va a limpiar. Este proceso es suave y no daña el material, se puede hacer con el sustrato mojado o seco. [3]
- Con líquidos calientes.- Los líquidos calientes actúan rápidamente en consideración con los otros tipos de limpieza, estos procesos de limpieza operan con temperaturas de 73 °C (170 F) o superiores. Estos líquidos son soluciones básicas o alcalinas, hay que cuidar de poner en tanques de materiales correctos, debido a que estas soluciones dañan los materiales suaves. Cuando se trabaja con soluciones químicas hay que tener cuidado con los materiales que se va a limpiar, hay que enjuagar con agua después de la limpieza debido a que se puede producir la corrosión inmediatamente. [3]

2.2.2 Tanque de almacenamiento

En la fabricación de tanques se tienen diferentes códigos que facilitan la construcción del mismo, brindan diferentes pautas como diseño de elementos, selección de materiales, tipos de accesorios, tipos de juntas, pruebas y ensayos, inspecciones, entre otros. Estos códigos son el ASME, API, AWS, AISC. [4]

A continuación se verán algunas consideraciones para el diseño y construcción del tanque. [4]

Los tanques se fabrican sin atiesador cuando no excedan el 1 m³ de capacidad. [4]

Las aberturas de 2 ½ pulgadas y mayores deberán ser bridadas, las mismas que serán reforzadas para evitar el excesivo deterioro por corrosión. [4]

Es recomendado utilizar los aceros disponibles y económicos del mercado para la construcción de tanques que no están sometidos a altas temperaturas y grandes presiones. Estos aceros pueden ser de baja aleación, aceros inoxidable, materiales no ferrosos, etc. [4]

Los parámetros que se utilizan para construir el tanque son los siguientes: se utiliza el acero ASTM A36, el volumen que alberga es de 1440 cm³. La forma del tanque será rectangular.

Propiedades acero ASTM A36

Esfuerzo de cedencia = $S_y = 250$ MPa

Esfuerzo máximo de tensión = $S_{ut} = 400$ MPa

Esfuerzo de diseño = $S_d = 160$ MPa

Esfuerzo de prueba = $S_t = 171$ MPa

Para el diseño de los elementos del tanque de almacenamiento se utiliza las ecuaciones que se encuentran en el manual de recipientes a presión, Diseño y cálculo de Megyesy Eugene F.

Para el cálculo del espesor de placa con el que se fabricará el tanque se utiliza la fórmula:

$$t = 2.45 L \sqrt{\frac{\alpha * H * 0.036 * G}{S}} \quad \text{Ecuación 2-1}$$

Donde:

t = espesor de placa requerido [pulg]

L = longitud del tanque [pulg]

α = factor que depende de la relación de altura y longitud

S = valor del esfuerzo de la placa = 23.026 [lb/pulg²]

Para la selección de la placa base del tanque que está apoyado en vigas.

$$t = \frac{l}{1.254 * \sqrt{\frac{S}{0.036 * G * H}}} \quad \text{Ecuación 2-2}$$

Donde l es la separación entre las vigas de soporte del tanque.

2.2.3 Fluido de trabajo (Desengrasante biodegradable)

Los desengrasantes son productos de limpieza especializados en la eliminación de residuos contaminantes de sustancias como grasas, aceites o petróleo. Para producir desengrasantes se pueden utilizar sustancias naturales o artificiales. La función de estas sustancias es remover los contaminantes mediante reacción química que inhibe la corrosión y revierte la incrustación de los contaminantes y la suciedad. [5]

La biodegradabilidad es la propiedad que tienen algunas sustancias químicas para que los microorganismos las conviertan en sustrato, mediante energía y sustancias como aminoácidos, tejidos y organismos. [5]

La degradación de los productos puede producirse por degradación aerobia o degradación anaerobia. [5]

Los productos biodegradables pueden emplearse en la eliminación de contaminantes como los desechos orgánicos urbanos, hidrocarburos, papel, etc. El tiempo que tardan los microorganismos en descomponer el material puede ser variable. [5]

El detergente ecológico y biodegradable tiene excelentes propiedades de olor, solubilidad y fluidez, características que lo hacen aptos para el reemplazo de solventes petroquímicos, colorados y otros productos de limpieza. Se usa para la limpieza de maquinaria pesada, motores, paredes y otras superficies de metal y concreto. Saca adhesivos, gomas, tintas, carbón, aceites, y grasas sin dañar la superficie. [5]

El desengrasante biodegradable posee una poderosa acción de solvencia. Su enjuagabilidad, su alto punto de inflamabilidad lo hacen ideal para muchas aplicaciones de limpieza. [5]

Beneficios

- Altamente efectivo en la limpieza de las piezas.
- Acabado limpio en la superficie de la pieza.
- Lavable con agua.

- Se puede desechar de manera directa en el alcantarillado.
- No es tóxico.
- Rápida y fácil aplicación y remoción.
- Características de diferentes líquidos biodegradables

Desengrasante Biodegradable para Grasas y Aceites SIAMEX

- PH (1:10): 9-11
- Densidad específica: 0.6 - 0.8
- Color: Anaranjado
- Olor: Cítrico
- Caducidad: 1- 3 años.
- Contenido bacteriano: 5,000 millones x litro.

2.2.4 Sistema hidráulico

Las máquinas de limpieza están compuestas por varias partes, una de las más importantes es la parte hidráulica que está compuesta por la bomba, tuberías, aspersores, tanque reservorio, recolector de sedimentos.

2.2.4.1 Tipos de aspersores

Los aspersores que se utilizan para la fabricación de la máquina serán un diseño propio del investigador, que serán fabricados con tapones de 1/8 y cortes transversales de 3 mm.

Selección de tubería y accesorios

2.2.4.2 Tubería

La tubería que se utiliza será de acero al carbono de una pulgada cedula 40, tubería comúnmente utilizada para la conducción de agua y otros fluidos.

Características de tubería

Tabla 2-1. Característica tubería Fuente: [6]

Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Espesor	Peso	Área
	D	E	P	A
Pulgada	mm	mm	Kg/m	cm ²
1	33.70	2.50	1.96	2.45

Coefficiente de resistencias de entradas

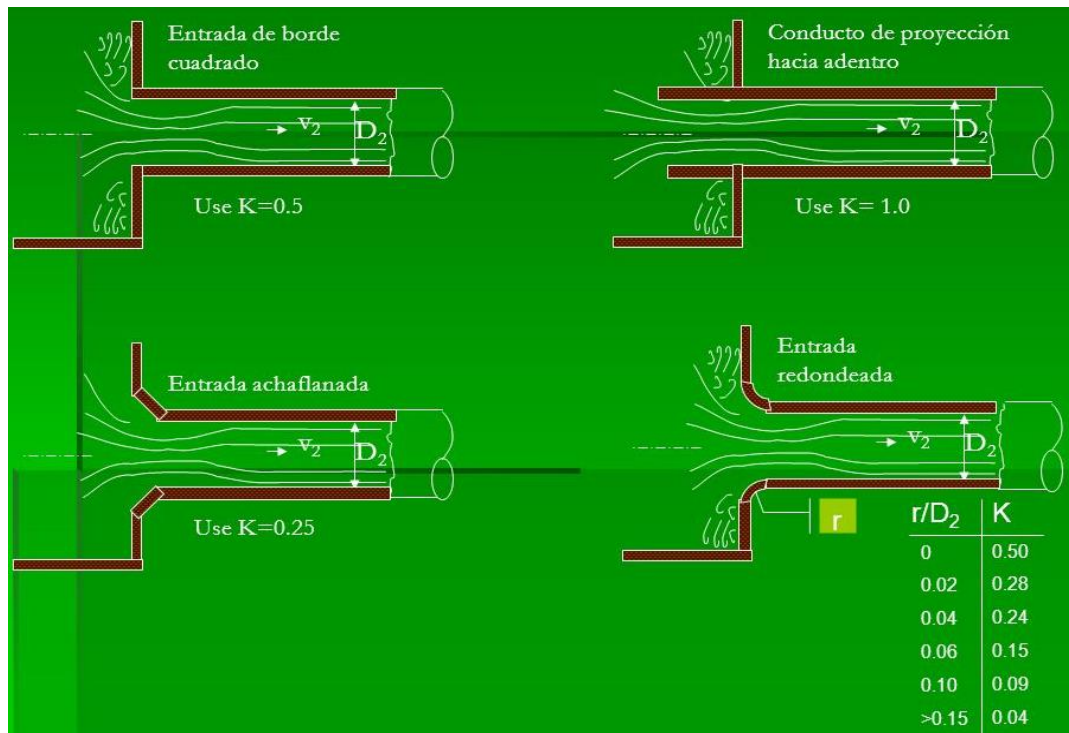


Ilustración 2-1 Valores de K para coeficientes de resistencias de entradas.

Fuente: [19]

Detalles de la línea de succión

La línea de succión se refiere a todas las partes del sistema de flujo, desde la fuente del fluido a la entrada de la bomba. Debe tenerse mucho cuidado al diseñar la línea de succión, con el fin de garantizar una carga de succión neta positiva adecuada. Además, las condiciones especiales prevalecientes tal vez requieran dispositivos auxiliares. [7]

La ilustración 2-2 muestra dos métodos para proporcionar fluido a una bomba. En la parte izquierda se ilustra la creación de una carga positiva, colocando la bomba abajo del depósito de abastecimiento que suministra. Ésta ayuda para que se garantice una NPSH satisfactoria. Además, la bomba siempre iniciará con una columna de líquido al arrancar. [7]

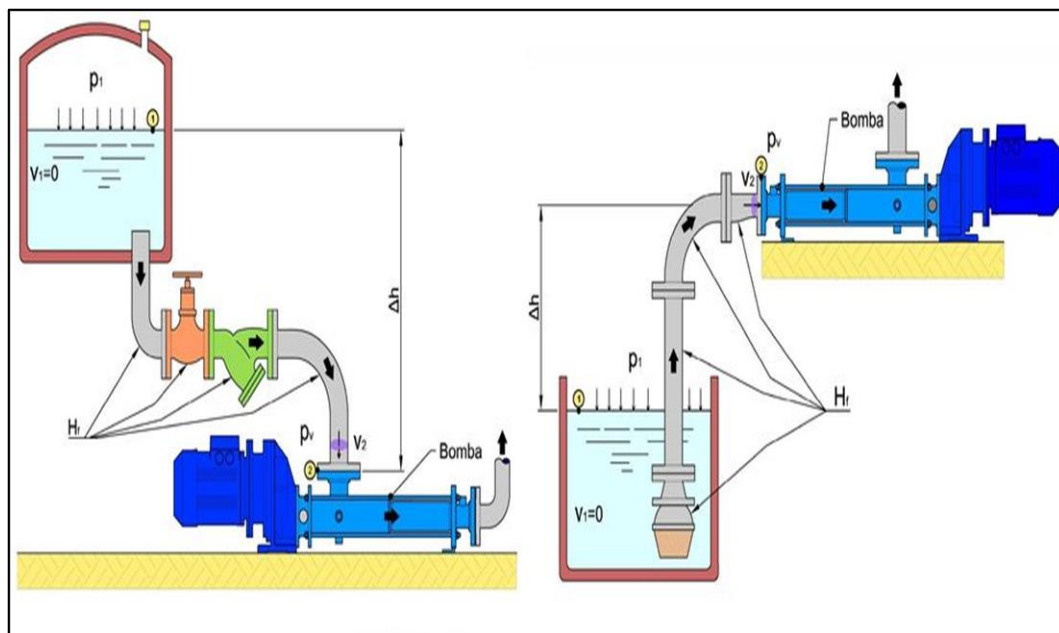


Ilustración 2-2 Métodos para proporcionar fluido a una bomba. Fuente: [8]

En la parte derecha ocurre una condición de succión elevada porque la bomba debe obtener el líquido que está debajo de ella. Las bombas de desplazamiento positivo pueden elevar fluidos cerca de 8 m (26 pies). Sin embargo, como la mayoría de bombas centrífugas, la bomba debe iniciarse de forma artificial, llenando la línea de succión con fluido. Esto se realiza con un suministro auxiliar de líquido durante el arranque o con la creación de un vacío sobre la carcasa de la bomba, lo que ocasiona que el fluido sea succionado desde la fuente. Entonces, la bomba en funcionamiento mantendrá el flujo. [7]

A menos que se sepa que el fluido es muy limpio, debe instalarse un filtro en la entrada o en cualquier lugar del tubo de succión, con objeto de mantener las partículas fuera de la bomba y del proceso en el que se distribuirá el fluido. Una válvula de pie en la entrada permite el libre flujo hacia la bomba, pero cesa si la bomba se detiene. Esto mantiene una columna de líquido sobre la bomba y elimina la necesidad de iniciar la bomba cada vez que arranca. Si se emplea una válvula cerca de la bomba, es preferible que sea una válvula de compuerta, pues ofrece muy poca resistencia al flujo si está abierta por completo. El vástago de la válvula debe estar en posición horizontal para evitar la formación de bolsas de aire. [7]

Aunque el tamaño del tubo para la línea de succión nunca debe ser más pequeño que la conexión de entrada sobre la bomba, puede ser algo mayor para reducir la velocidad de flujo y las pérdidas por fricción. La alineación de la tubería debe eliminar la posibilidad de que se formen burbujas o bolsas de aire en la línea de succión, porque esto haría que la bomba perdiera capacidad y tal vez el arranque. Las tuberías largas deben tener pendiente hacia arriba, en dirección de la bomba. Debe evitarse los codos en un plano horizontal. Si se requiriera un reductor, debe ser del tipo excéntrico [7].

Detalles en la línea de descarga

En general, la línea de descarga debe ser tan corta y directa como sea posible, para minimizar la carga sobre la bomba. Los codos deben ser del tipo estándar o de radio largo, si fuera posible. Debe seleccionarse el tamaño de la tubería de acuerdo con la velocidad o las pérdidas por fricción permisibles. Existen figuras que incluyen recomendaciones para los rangos de tamaños deseables de tubería para conducir un flujo volumétrico dado. En general, con base en el ideal de minimizar las pérdidas de energía se recomienda tamaños grandes y velocidades bajas. No obstante, otras consideraciones acerca del costo y lo práctico de la instalación podrían llevar a seleccionar tuberías más pequeñas, con el resultado de velocidades más elevadas. [7]

La línea de descarga debe contener una válvula cerca de la bomba para permitir que se dé servicio a ésta o se reemplace. La válvula actúa con la que está en la succión para aislar la bomba. Por razones de resistencia baja, es preferible una válvula de mariposa. Si el flujo debe regularse durante el servicio, es mejor emplear una válvula de globo

porque permite un estrangulamiento suave de la descarga. En efecto esto incrementa la carga del sistema y ocasiona que disminuya la entrega de la bomba [7]

Es posible agregar los elementos que se requiera a la línea de descarga. [7]

Una válvula de alivio de la presión protegerá la bomba y al resto del equipo, en caso de un bloqueo del flujo o falla accidental de una válvula. [7]

Una válvula de verificación impide que el flujo regrese a la bomba cuando no esté en funcionamiento. Debe colocarse una válvula de verificación entre la válvula de apagado y la bomba. Si se emplea una expansión para el puerto de descarga de la bomba, debe colocarse entre la válvula de verificación y la bomba. Podría ser necesario instalar una llave en la línea de descarga para un medidor con su válvula de apagado. Un grifo de muestreo permitiría extraer una cantidad pequeña de fluido para realizar pruebas sin interrumpir la operación [7].

2.2.4.3 Accesorios

Codos

Son accesorios que tienen una forma curva que son utilizados para el cambio de dirección del fluido transportado existen codos estándar de 45°, 90°. [9]

Te

Son accesorios utilizados para la creación de líneas de tubería, fabricados en diferentes tipos de materiales y dimensiones. [9]

Reducción

Son accesorios que tienen una forma cónica y son utilizados para disminuir el volumen del flujo transportado. [9]

Tapones

Son accesorios para restringir o impedir el paso del fluido transportado. [9]

Válvulas

Es un accesorio para regular y controlar el flujo transportado ya sea para detenerlo o para disminuir el caudal del mismo. [9]

2.2.4.4 Clasificación de las bombas

Bombas de desplazamiento positivo:

Bombas de engranes.- Se usa para aplicaciones en potencia de fluidos, y para distribución de lubricantes o componentes específicos de maquinaria. Se compone de dos engranes que giran dentro de una carcasa, en sentido contrario y muy ajustados uno con el otro. Las bombas de engranes desarrollan presiones en el sistema en el rango de 1500 a 4000 psi (10.3 a 27.6 MPa). [7]

Bombas de pistón.- Los pistones en forma alternada fluido al interior de sus cilindros a través de válvulas de succión, y luego lo fuerzan a salir por válvulas de descarga contra la presión del sistema. La capacidad de presión llega hasta 5000 psi (34.5 MPa). [7]

Bombas de aspas.- Consiste en un rotor excéntrico que contiene un conjunto de aspas deslizantes que corren dentro de una carcasa. Las capacidades comunes de presión van de 2000 a 4000 psi (13.8 a 27.6 MPa). [7]

Bombas de tornillo.- Un rotor de impulso central, semejante a una espiral, se acopla muy bien con los dos rotores impulsados, con lo que se crea un confinamiento dentro de la carcasa que se mueve en forma axial de la succión a la descarga, y proporciona un flujo uniforme y continuo. Las bombas de tornillo operan a 3000 psi (20.7 MPa). [7]

Bombas de cavidad progresiva.- Conforme un rotor central grande gira dentro de un estator, se forman cavidades que avanzan hacia el extremo de descarga de la bomba. La capacidad de presión alcanza 900 psi (6.2 MPa). [7]

Bombas de l6bulo.- Llamada a veces bomba de levas, opera en forma similar a la de engranes. Los dos rotores que giran en sentido contrario tienen dos, tres o m6s l6bulos que coinciden uno con otro y se ajustan muy bien en su contenedor. [7]

Bombas de diafragma.- Una barra reciprocante mueve un diafragma flexible dentro de una cavidad, con lo que descarga fluido en forma alternada. [7]

Bombas cin6ticas

Agregan energ6a al fluido cuando lo aceleran con la rotaci6n de un impulsor, la bomba centr6fuga de flujo radial es el tipo m6s com6n de bombas cin6tica. [7]

Par6metros involucrados en la selecci6n de bombas

Al seleccionar una bomba para una aplicaci6n espec6fica, debe considerarse los factores siguientes: [7]

- Naturaleza del l6quido por bombear.
- Capacidad requerida (flujo volum6trico)
- Condiciones del lado de succi6n (entrada) de la bomba.
- Condiciones del lado de descarga (salida) de la bomba.
- Carga total sobre la bomba (termino ha de la ecuaci6n de la energ6a).
- Tipo de sistema donde la bomba impulsa el fluido.
- Tipo de fuente de potencia (motor el6ctrico, motor de di6sel, turbina de vapor y otros)
- Limitaciones de espacio, peso y posici6n.
- Condiciones ambientales.
- Costo de adquisici6n e instalaci6n de la bomba.
- Costo de operaci6n de la bomba.

- Códigos y estándares gubernamentales

La naturaleza del fluido se caracteriza por su temperatura y condiciones de bombeo gravedad específica, viscosidad y tendencia a corroer o erosionar las partes de la bomba y su presión de vapor a la temperatura del bombeo. El término presión de vapor se emplea para definir la presión en la superficie libre de un fluido debido a la formación de vapor. La presión de vapor se hace más alta conforme aumenta la temperatura del líquido, y es esencial que la presión en la entrada de la bomba permanezca por arriba de la presión de vapor del fluido. [7]

Después de seleccionar la bomba debe especificarse lo siguiente: [7]

- Tipo de bomba y su fabricante.
- Tamaño de la bomba.
- Tamaño de la conexión de succión y su tipo (bridada, atornillada y otras).
- Tamaño y tipo de la conexión de descarga.
- Velocidad de operación.
- Especificaciones para el impulsor (por ejemplo: para un motor eléctrico potencia que requiere, velocidad, voltaje, fase, frecuencia, tamaño del chasis y tipo de cubierta).
- Tipo de acoplamientos, fabricante y número de modelo.
- Detalles de montaje.
- Materiales y accesorios especiales que se requiere, si hubiera alguno.
- Diseño y materiales del sello del eje.

Los catálogos de bombas y los representantes del fabricante proporcionan la información necesaria para seleccionar y cumplir las especificaciones de las bombas y el equipo accesorio. [7]

Factores como el costo, tamaño físico, condiciones de succión y tipo de fluido, tal vez impongan una selección particular. En general:

- Se emplean bombas recíprocas para flujos volumétricos superiores a 500 gal/min, y desde cargas muy bajas hasta cargas de 50 000 pies.
- Se utiliza bombas centrífugas en un rango amplio de condiciones, sobre todo en aplicaciones de capacidad alta y moderada.
- Las bombas centrífugas de etapa única que operan a 3500 rpm son económicas, a bajos flujos volumétricos y cargas moderadas.
- Las bombas centrífugas de etapas múltiples son deseables en condiciones de carga elevada.
- Se emplea bombas rotatorias (es decir, engranes, aspas y otras) en aplicaciones que requieren capacidades moderadas y cargas grandes, o para fluidos con viscosidades altas.
- Las bombas centrífugas especiales de velocidad alta operan bien para una velocidad superior a 3500 rpm de los motores eléctricos estándar, y son deseables para cargase elevadas y capacidades moderadas. A veces, tales bombas son movidas por turbinas de vapor o gas.
- Se usan bombas de flujo mixto y axial para flujos volumétricos muy grandes y cargas pequeñas. Algunos ejemplos de su aplicación son el control de inundaciones la extracción de agua del subsuelo en sitios para construcción.

2.2.5 Filtración

Un filtro está formado esencialmente por un medio filtrante, un sistema de alimentación y descarga además de un equipo adecuado para impulsar la mezcla heterogenia a través del medio filtrante. [10]

Clasificación de los filtros hidráulicos

De acuerdo a la teoría de filtración basada en la fuerza de empuje necesario para hacer fluir la suspensión a través de una resistencia puede hacerse la siguiente clasificación [10]

- Filtros por gravedad: En este tipo de filtros de empuje es la que proporciona la fuerza de gravedad y la columna hidrostática sobre el medio filtrante. [10]
- Filtros a presión: En este caso la fuerza de empuje es proporcional por una bomba que alimenta la suspensión a un recipiente o conducto cerrado cuya única salida es a través del medio filtrante. [10]
- Filtros a vacío: Es como el de gravedad, puesto que también se utiliza la presión atmosférica para forzar la suspensión a través del medio filtrante, pero aumenta la diferencia de presión produciendo un vacío en el interior del aparato. [10]
- Filtros centrífugos: Son aparatos en que se utilizan la fuerza centrífuga para la separación de sólidos y líquidos, son esencialmente un perfeccionamiento de los filtros de gravedad solo que en lugar de que la fuerza impulsora está limitada a la gravedad, esta fuerza se aumenta enormemente por medio de la fuerza centrífuga. [10]

Factor de selección

Los factores que son considerados en la selección del filtro se incluyen a continuación:

- Nivel de filtración.
- Capacidad de flujo.
- Rangos de presión.
- Rangos de presión diferencial.
- Punto de instalación y configuración en el circuito.
- Características del fluido.

- Removimiento de contaminantes.
- Servicialidad.
- Aparatos opcionales.
- Medio ambiente (temperatura y vibración).

La selección de un filtro se rige principalmente por la capacidad del flujo del sistema. La cantidad de flujo que un filtro limpio puede manejar, se determina por la viscosidad del fluido y la caída de presión admisible, también cuando los elementos del filtro se llenan de contaminantes, la caída de presión aumenta y baja el porcentaje del fluido. Entonces un fluido debe ser de tamaño suficiente, para dejar pasar el flujo requerido aun en su contaminación máxima, con una caída de presión que pueda ser tolerada por el sistema. [10]

Grados de filtración

Idealmente un sistema de filtros removerá todas las partículas de un fluido hidráulico. Sin embargo, como las partículas decrecen en tamaño, el número de estas incrementa, y el costo de remover estas también incrementara. Puesto que es impráctico remover todas las partículas, nos limitamos a un tamaño y numero establecido. [10]

La filtración absoluta será igual a un cuarto (1/4) de la minúscula capacidad o tolerancia entre las partes móviles de los componentes de un sistema. [10]

La clasificación o grados de los filtros normalmente se dan en micrones. Un micrón equivale a una milésima de milímetro, o es igual a 0.00003937 pulgadas. [10]

Los grados de filtración son expresados en términos de filtración nominal y absoluta. [10]

Los valores de filtración nominal indican la habilidad para remover el 98% de las partículas iguales o más grandes que la clasificación nominal. [10]

Los valores de filtración absoluta indican removimiento completo de partículas iguales o más grandes que la clasificación absoluta. [10]

La escala micrométrica

Un micrómetro es igual es igual un millonésimo de un metro aproximadamente treinta y nueve millonésimos de una pulgada. Un micrómetro es invisible a simple vista; es tan pequeño que resulta difícil imaginarlo. [10]

La cantidad del flujo que un filtro limpio puede manejar, se determina por la viscosidad del fluido y la caída de presión admisible, la caída de presión aumenta y baja el porcentaje de flujo. Entonces un filtro debe ser el tamaño suficiente, para dejar pasar el fluido. [10]

Tamaños de malla

Tabla 2-2 Tamaño de malla en filtros. Fuente: Cdigital

Malla por pulgada Lineal	U.S. Malla No.	Abertura en pulgadas	Abertura en Micrones
52.36	50	0.0117	297
72.45	70	0.0083	210
101.01	100	0.0059	149
142.86	140	0.0041	105
200.00	200	0.0029	74
270.26	270	0.0021	53
323.00	325	0.0017	44
		0.00039	140
		0.000019	0.5

Localización de filtros

No hay una mejor localización para un filtro, cada colocación tiene sus ventajas y limitaciones. [10]

Línea de succión

Estos filtros o pantallas, protegen primeramente la bomba, las posibilidades impuestas bajo los límites en fineza o filtración. El filtro puede ser localizado en el depósito o entre el depósito y la bomba, la localización dentro del depósito no requiere espacio adicional y permite con frecuencia una esmerada instalación sin embargo la localización externa usualmente permite más servicio convenientemente. [10]

Línea de presión

Cualquiera de los diseños posibles flujo completo y comunicación lateral sujetan la envoltura del filtro a un sistema de presión máxima. [10]

En el arreglo del flujo una presión actúa por la válvula de comunicación lateral conectada en paralelo con el flujo completo, provee una trayectoria de fluido alternado cuando la caída de presión a través del filtro se excede en un valor de contaminación armada. [10]

El arreglo de comunicación lateral no requiere una válvula de comunicación lateral separada. Aquí el flujo pasa a través de las dos ramas, divide la caída de presión inversamente en cada una, entonces como incrementa la contaminación, baja el flujo total que pasa a través del filtro. [10]

Línea de retorno

Esta localización provee filtración del flujo completo, sin sujetar el filtro a gran presión, sin embargo, la presión atrasada en el acumulador es incrementada por la caída de presión a través del filtro y el flujo agitado es muy problemático. [10]

2.2.6 Cabina de limpieza

La cabina de limpieza es la encargada de albergar las bombas de inyección y demás partes del sistema de inyección para su limpieza, para la fabricación de la misma se utilizara planchas de tol debido a su precio accesible.

2.2.7 Estructura

Diseño de Columnas

Para la estimación de las cargas individuales ya sean carga muerta, carga viva, viento, nieve, etc., se estima exactamente como lo requiera la especificación aplicable. [11]

Una vez estimadas las cargas individuales se selecciona la combinación desfavorable y se usa para el análisis y el diseño. [11]

Combinación de carga para el método LRFD

Con este método se agrupan cargas de servicio y cada carga se multiplica por un factor de carga normalmente mayor de 1. La combinación de estas cargas multiplicados por sus respectivos factores se denomina carga factorizada. Los mayores valores determinados no deben ser mayores que las resistencias nominales de los miembros multiplicados por sus respectivos factores ϕ o de reducción. [11]

(Factor de reducción ϕ) (Resistencia nominal de un miembro) \geq fuerza factorizada calculada en el miembro, R_u

$$\phi R_n \geq R_u$$

Calculo de las cargas combinadas con las expresiones de LRFD

La resistencia requerida de un miembro para el método LRFD se determina a partir de las combinaciones de cargas y son los siguientes: [11]

- $U = 1.4 D$
- $U = 1.2D + 1.6L + 0.5 (L \text{ o } S \text{ o } R)$
- $U = 1.2D + 1.6 (L \text{ o } S \text{ o } R) + (L \text{ o } 0.5W)$
- $U = 1.2D + 1.0W + L + 0.5 (L \text{ o } S \text{ o } R)$
- $U = 1.2D + 1.0E + L + 0.2S$
- $U = 0.9D + 1.0W$
- $U = 0.9D + 1.0E$

Donde:

U = carga factorizada o de diseño

D = carga muerta

L = carga viva debido a la ocupación

L_r = carga viva del techo

S = carga de nieve

R = carga nominal debida a la precipitación pluvial o el hielo iniciales

W = carga de viento

E = carga de sismo

Miembros cargados axialmente a compresión

Existen varios tipos de miembros que trabajan a compresión, la columna es el más conocido. Las columnas son miembros verticales rectos cuyas longitudes son considerablemente mayores que su ancho. Hay tres modos generales según los cuales las columnas cargadas axialmente pueden fallar. Estos son: pandeo flexionante, pandeo local y pandeo torsionante. Estos modos de pandeo se definen brevemente como sigue: [11]

1. El pandeo flexionante (llamado también pandeo de Euler) es el tipo primario de pandeo analizado en este capítulo. Los miembros están sometidos a flexión cuando se vuelven inestables. [11]

2. El pandeo local ocurre cuando alguna parte o partes de la sección transversal de una columna son tan delgadas que se pandean localmente en compresión antes que los otros modos de pandeo puedan ocurrir. La susceptibilidad de una columna al pandeo local se mide por las relaciones ancho a espesor de las partes de su sección transversal. [11]

3. El pandeo torsionante flexionante puede ocurrir en columnas que tienen ciertas configuraciones en su sección transversal. Esas columnas fallan por torsión o por una combinación de pandeo torsional y flexionante. [11]

Entre más larga sea una columna para una misma sección transversal, mayor es su tendencia a pandearse y menor será la carga que pueda soportar. La tendencia de un miembro a pandearse se mide por lo general con la relación de esbeltez, que se ha definido como la relación entre la longitud del miembro y su radio de giro mínimo. [11]

La fórmula de Euler

El esfuerzo bajo el cual una columna se pandea, obviamente decrece conforme la columna se hace más larga. Después de que ésta alcanza una cierta longitud, ese esfuerzo se habrá reducido al límite proporcional del acero. Para esa longitud y longitudes mayores, el esfuerzo de pandeo será elástico. [11]

Para que una columna se pandee elásticamente, deberá ser larga y esbelta. Su carga de pandeo P se puede calcular con la fórmula de Euler siguiente:

$$P = \frac{\pi^2 * E * I}{L^2} \text{ Ecuación 2-3}$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad

I: Momento de inercia

L: Longitud

Esta fórmula se escribe usualmente de un modo un poco diferente que implica la relación de esbeltez de la columna. Como $r = \sqrt{I/A}$, podemos decir que $I = Ar^2$. Sustituyendo este valor en la fórmula de Euler, y dividiendo ambos lados por el área de la sección transversal, se obtiene el esfuerzo de pandeo de Euler:

$$\frac{P}{A} = \frac{\pi^2 * E}{\frac{L^2}{r^2}} = F_e \text{ Ecuación 2-4}$$

F_e : Pandeo de Euler

Columnas largas

La fórmula de Euler predice muy bien la resistencia de columnas largas en las que el esfuerzo axial de pandeo permanece por abajo del límite proporcional. Dichas columnas se pandean elásticamente. [11]

Columnas cortas

En columnas muy cortas el esfuerzo de falla será igual al esfuerzo de fluencia y no ocurrirá el pandeo. (Para que una columna quede en esta clasificación, debe ser tan corta que no tendrá ninguna aplicación práctica. Siendo así, no se hará aquí más referencia a ellas.) [11]

Columnas intermedias

En columnas intermedias, algunas fibras alcanzarán el esfuerzo de fluencia y otras no. Los miembros fallarán tanto por fluencia como por pandeo y su comportamiento se denomina inelástico. La mayoría de las columnas caen en este rango. (Para que la fórmula de Euler sea aplicable a estas columnas, ésta deberá modificarse de acuerdo con el concepto de módulo reducido o al de módulo tangente para tomar en cuenta la presencia de esfuerzos residuales.) [11]

Fórmulas para columnas

La Especificación AISC proporciona una ecuación (la de Euler) para columnas largas con pandeo elástico y una ecuación parabólica empírica para las columnas cortas e intermedias. [11]

Con estas ecuaciones se determina un esfuerzo de pandeo a flexión, F_{cr} , para un miembro a compresión. Una vez calculado este esfuerzo para un miembro particular, se multiplica por el área de la sección transversal para obtener su resistencia nominal P_n . La resistencia de diseño LRFD y la resistencia permisible ASD de una columna pueden determinarse como sigue:

$$P_n = F_{cr}A_g \quad (\text{Ecuación E3-1 del AISC}) [11]$$

$$\phi_c P_n = \phi_c F_{cr}A_g = \text{resistencia a la compresión LRFD } (\phi_c=0.90) [11]$$

$$\frac{P_n}{\Omega_c} = \frac{F_{cr}A_g}{\Omega_c} = \text{resistencia de la compresión ASD } (\Omega_c = 1.67) [11]$$

Las siguientes expresiones muestran cómo puede determinarse F_{cr} , el esfuerzo de pandeo por flexión de una columna, para miembros sin elementos esbeltos:

- Si $\frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ (o $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$)

$$F_{cr} = \left[0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y \quad (\text{Ecuación E3-2 del AISC}) [11]$$

- Si $\frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ (o $\frac{F_y}{F_e} > 2.25$)

$$F_{cr} = 0.877 F_e \quad (\text{Ecuación E3-3 del AISC}) [11]$$

En estas expresiones, F_e es el esfuerzo de pandeo crítico elástico —es decir, el esfuerzo de Euler— calculado con la longitud efectiva de la columna KL . [11]

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} \quad (\text{Ecuación E3 - 4 del AISC}) [11]$$

Diseño de vigas

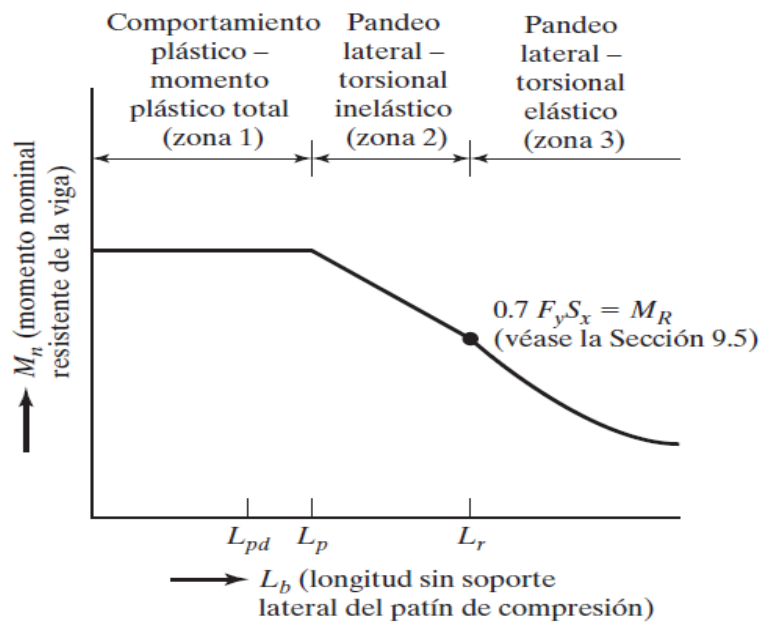


Ilustración 2-3 Momento nominal en función de la longitud, no soportada lateralmente, del patín de compresión. Fuente: [11]

Comportamiento plástico (zona 1)

Si experimentáramos con una viga compacta con soporte lateral continuo en su patín de compresión, descubriríamos que es posible cargarla hasta que alcance su momento plástico M_p en algún punto o puntos; una carga mayor produciría una redistribución de momentos. En otras palabras, los momentos en esas vigas pueden alcanzar M_p y luego desarrollar una capacidad de rotación suficiente para que se redistribuyan los momentos. [11]

Si ensayamos ahora una de esas vigas compactas y suministramos soporte lateral estrechamente espaciado en su patín de compresión, encontraremos que aún podemos cargarla hasta que se alcance el momento plástico y se redistribuyan los momentos, siempre que la separación entre los soportes laterales no exceda un cierto valor llamado L_p . (El valor de L_p depende de las dimensiones de la sección transversal de la viga y de su esfuerzo de fluencia.) [11]

La mayoría de las vigas fallan en la zona 1. [11]

Si la longitud sin soporte lateral L_b del patín de compresión de un perfil compacto I o C, incluyendo los miembros híbridos, no excede a L_p (si se usa análisis elástico) o a L_{pd} (si se usa análisis plástico), entonces la resistencia a la flexión del miembro con respecto a su eje mayor se puede determinar como sigue:

$$M_n = M_p = F_y Z \quad (\text{Ecuacion F2 - 1 del LRFD}) [11]$$

$$\phi_b M_n = \phi_b F_y Z \quad (\phi_b = 0.90) [11]$$

$$\frac{M_n}{\Omega_b} = \frac{F_y Z}{\Omega_b} \quad (\Omega_b = 1.67) [11]$$

Si se usa un enfoque de análisis elástico convencional para establecer las fuerzas en los miembros, L_b no deberá exceder el valor de L_p que sigue si M_n va a ser igual a $F_y Z$. [11]

$$L_p = 1.76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (\text{Ecuacion F2 - 5 del LRFD}) [11]$$

Pandeo inelástico (zona 2)

Si incrementamos la distancia entre los puntos de soporte lateral o torsional aún más, la sección puede cargarse hasta que algunas, pero no todas, de las fibras comprimidas estén bajo el esfuerzo F_y . La sección tendrá una capacidad de rotación insuficiente para permitir la redistribución total de momentos y no se podrá efectuar un análisis plástico. En otras palabras, en esta zona podemos flexionar el miembro hasta que se alcance la deformación de fluencia en algunos, pero no en todos, sus elementos a compresión, antes de que ocurra el pandeo. Éste se denomina pandeo inelástico. [11]

Conforme incrementemos la longitud no soportada lateralmente, encontraremos que el momento que la sección resiste disminuirá, hasta que finalmente la viga falle antes de que se alcance en cualquier punto el esfuerzo de fluencia en la sección transversal. La longitud máxima sin soporte lateral con la que aún se puede alcanzar F_y en un punto es el extremo del intervalo inelástico. Se denota con L_r ; su valor depende de las propiedades de la sección transversal de la viga, del esfuerzo de fluencia del material y de los esfuerzos residuales presentes en la viga. En este punto, tan pronto como se presente un momento que teóricamente produzca un esfuerzo de fluencia en cualquier parte de la viga (en realidad, es un valor menor que F_y , debido a la presencia de esfuerzos residuales), la sección se pandeará. [11]

Capacidad por momentos

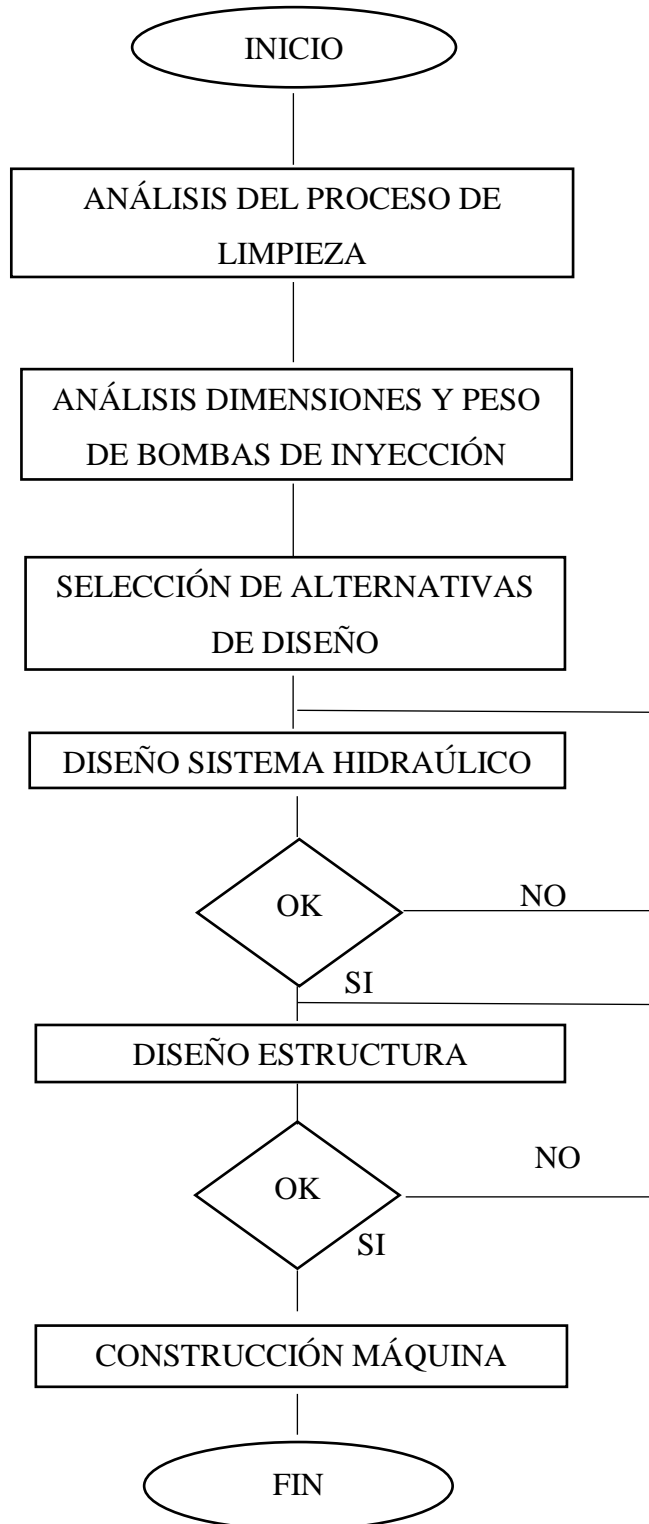
$$\text{para LRFD} \quad \phi_b M_n = C_b [\phi_b M_{px} - BF (L_b - L_p)] \leq \phi_b M_{px} \quad [11]$$

Pandeo elástico (zona 3)

Si la longitud no soportada lateralmente es mayor que L_r , la sección se pandeará elásticamente antes de que se alcance el esfuerzo de fluencia en cualquier punto. Al aumentar esta longitud, el momento de pandeo se vuelve cada vez más pequeño. Al incrementar el momento en una viga tal, ésta se deflexionará transversalmente más y más hasta que se alcance un valor crítico para el momento (M_{cr}). En este punto la sección transversal de la viga girará y el patín de compresión se moverá lateralmente. El momento M_{cr} lo proporciona la resistencia torsional y la resistencia al alabeo de la viga. [11]

3. CAPÍTULO 3. DISEÑO DEL PROYECTO

3.1 Estudios



3.1.1 Proceso de limpieza

La empresa “Ambadiesel” realiza el mantenimiento y reparación de lo que es el sistema de inyección diésel ya sea de vehículos livianos como pesados.

El proceso de limpieza empieza con la recepción de la bomba de inyección desarmarla. A continuación se revisa las piezas que se encuentran en buena condición, las que no están en buena condición son desechadas.



Ilustración 3-1 Bomba de inyección IZUZU FTR. Fuente: Jonathan Abril, Investigador

El sobrante de piezas que conforman la bomba de inyección son colocadas en una bandeja las cuales son lavadas para su posterior ensamblaje.



Ilustración 3-2 Bomba de inyección desarmada. Fuente: Jonathan Abril, Investigador

Para comenzar con la limpieza preparamos la mezcla diésel-gasolina que se la mezcla con aire comprimido que proviene de un compresor, lo cual entrega una mezcla que ayuda en cierta forma a la remoción de suciedad de las bombas de inyección, como no remueve por completo la suciedad se completa la limpieza manualmente con una brocha.



Ilustración 3-3 Preparación mezcla diésel-gasolina. Fuente: Jonathan Abril, Investigador



Ilustración 3-4 Lavado de bomba de inyección. Fuente: Jonathan Abril, Investigador

Una vez concluida la remoción de suciedad se procede con el enjuague de las piezas para poder armar nuevamente la bomba de inyección. Esta parte del proceso se la hace vertiendo la mezcla diésel-gasolina por toda la bomba de inyección.


Este proceso de limpieza genera muchos gases debido a la atomización de la mezcla que se utiliza para el lavado, lo cual es muy perjudicial para la salud.





Ilustración 3-5 Pulverización de la bomba de inyección. Fuente: Jonathan Abril, Investigador.

Dimensiones y peso de bombas de inyección

Tabla 3-1 dimensiones y peso de bombas de inyección. Fuente: Jonathan Abril, Investigador

Bomba de inyección (Modelo de vehículo)	Peso (Kg)	Dimensiones (largo, ancho, altura) cm
Hino (GD, GH, FG, FF) 	28.40 Kg	56*18*26

<p>Caterpillar (serie 915)</p> 	<p>24 Kg</p>	<p>43*30*20</p>
<p>Mitsubishi</p> 	<p>15 Kg</p>	<p>49*20*28</p>
<p>Bomba motor perkins</p> 	<p>5.80 Kg</p>	<p>25*13*20</p>

1= Valor bajo

2=Valor intermedio

3=Valor alto

Tabla 3-2 Matriz de selección de bomba de inyección para diseño. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Bomba de inyección	Dimensión en volumen	Peso	Total
HINO	3	3	6
CATERPILLAR	2	3	5
MITSUBISHI	1	1	2
PERKINS	1	1	2

La estructura se diseña en base a las dimensiones y peso de la bomba de inyección de un motor HINO, que tiene un peso de 28 Kg con el cual se diseñara la estructura de la máquina y las cuales son las bombas de inyección más grandes con las que se trabaja en el laboratorio de bombas de inyección Ambadiesel.

Dichos 28 Kg son el valor de carga para el diseño de la estructura.

Las dimensiones de las bombas de inyección nos sirven de referencia para el diseño de la canastilla, la cual albergara a las bombas de inyección en la cabina de limpieza.

Cantidad de diésel-gasolina utilizado en el lavado

En el laboratorio de bombas de inyección Ambadiesel se utiliza un recipiente de 20 L para la compra de la mezcla diésel-gasolina.

El costo para llenar el recipiente es de 6 dólares.



Ilustración 3-6 Recipiente mezcla diésel-gasolina. Fuente: Jonathan Abril, Investigador

Para la limpieza de las bombas de inyección se utiliza 5 litros de la mezcla, esto en base a la bomba de inyección considerada como la más grande que se maneja en este laboratorio (Hino GD), lo cual quiere decir que con un recipiente de 20 L se puede limpiar 4 bombas de inyección.



Ilustración 3-7 Recipiente para limpieza de una bomba de inyección. Fuente: Jonathan Abril, Investigador

Selección de alternativas y presión de trabajo

Tabla 3-3 Selección de alternativas. Fuente: [12]

TIPO DE MÁQUINA	PRESIÓN DE TRABAJO/ CAPACIDAD DE RESERVORIO
 A red mobile machine with a cylindrical tank and a flat top surface. It has four casters for mobility. A blue hose is connected to the side. The brand name 'FLEXIMEX' is visible on the front. There are small white labels with a right-pointing arrow and the word 'Next' on the machine.	0.5 Bar / 65 Lt
 A red stationary machine with a rectangular tank and four legs. It has a blue hose connected to the side. The brand name 'FLEXIMEX' is visible on the front.	1 – 4 Bar / 200Lt

 <p>A red industrial sprayer machine on a red metal frame with four casters. It features a white plastic tank mounted on the frame. A red nozzle assembly is attached to the side, and a red hose is connected to the top of the tank. The machine has a red lid that is currently open, revealing the internal components. A blue label with white text is visible on the front of the red frame.</p>	<p>1 – 4 Bar / 60 Lt</p>
 <p>A stainless steel industrial ultrasonic cleaner. It has a large, rectangular stainless steel body with a lid that is open, revealing a circular mesh basket inside. A control panel is attached to the side of the unit, featuring a red emergency stop button and a power switch. The machine is designed for heavy-duty industrial cleaning.</p>	<p>2.4 bar</p>



Ponderación de soluciones

FACTIBLE = 3

POSIBLE = 2

NO FACTIBLE = 1

Tabla 3-4 Ponderación de resultados. Fuente: Jonathan Abril, Investigador

Diseño	Económico	Tecnológico	Innovación	Importancia	Total
Diseño 1	3	1	1	1	6
Diseño 2	3	2	2	2	9
Diseño 3	2	2	2	2	8
Diseño 4	2	3	3	3	11
Diseño 5	1	2	3	2	8

Solución

Tabla 3-5 Selección de alternativa. Fuente: Jonathan Abril, Investigador




Solución	Ponderación final	Total
Diseño 1	6*0.3	1.8
Diseño 2	9*0.2	1.8
Diseño 3	8*0.3	2.4
Diseño 4	11*0.4	4.4
Diseño 5	8*.03	2.4










De acuerdo con la ponderación total final lo solución factible es el diseño número 4 y en base a dicho diseño se procederá con el nuestro.







En los estudios de alta presión se considera, toda presión superior a la atmosférica como alta presión. [12]

Presión óptima de limpieza

Tabla 3-6 Pruebas de limpieza. Fuente: Jonathan Abril, Investigador

Probeta Sucia	Probeta limpia	Rango de presión	Tiempo de limpieza	Fluido
		 8-6 bar	31 segundos	Diésel - gasolina

		 <p>6-4 bar</p>	<p>47 segundos</p>	<p>Diésel gasolina</p> <p>-</p>
		 <p>4-2 bar</p>	<p>70 segundos</p>	<p>Diésel gasolina</p> <p>-</p>
		 <p>8-6 bar</p>	<p>12 segundos</p>	<p>Detergente bio- degradable</p>

		 <p>6-4 bar</p>	<p>20 segundos</p>	<p>Detergente bio-degradable</p>
		 <p>4-2 bar</p>	<p>32 segundos</p>	<p>Detergente bio-degradable</p>

La limpieza óptima de piezas de bombas de inyección se da a partir de los 2 bares, tomando en cuenta la variable del tiempo, a menor presión mayor empleo de tiempo en la limpieza. También se debe tomar en cuenta el fluido de limpieza, ya que en las pruebas realizadas se empleó menor tiempo con el detergente biodegradable que con la mezcla de componentes de hidrocarburos (diésel-gasolina).

El detergente biodegradable ofrece una limpieza profunda, sin dejar rastros aceitosos caso contrario a la mezcla utilizada comúnmente en el laboratorio.

La presión de trabajo para nuestra máquina será de 20 bar.

Plan de mantenimiento de la máquina

El principal elemento al cual se debe dar mantenimiento es la bomba y el tanque reservorio, por lo cual se debe colocar elementos como válvulas de cierre, sistemas de purga para limpiar los sedimentos que se van a generar.

El plan de mantenimiento se justifica más adelante a continuación de los cálculos.

3.2 Cálculos

3.2.1 Cálculos del recipiente de almacenamiento

Relación de lados

$$B = \sqrt[3]{V} \quad [14]$$

V= Volumen en pies cúbicos

V= 30 litros = 1.05944 pies cúbicos

La transformación de unidades se la realiza para poder obtener unidades coherentes para su construcción.

$$B = \sqrt[3]{1.05944 \text{ pies}^3}$$

$$B = 1.0194 \text{ pies}$$

Relación preferible largo, ancho

$$\text{largo} = 1.5 B$$

$$\text{largo} = 1.5 * 1.0194 \text{ pies}$$

$$\text{largo} = 1.5291 \text{ pies} = 46.6069 \text{ cm}$$

$$\text{ancho} = 0.667 B$$

$$\text{ancho} = 0.667 * 1.0194 \text{ pies}$$

$$\text{ancho} = 0.6799 \text{ pies} = 20.7234 \text{ cm}$$

El largo y ancho del recipiente de almacenamiento son:

Largo = 47 cm = 18,5039 pulg.

Ancho = 21 cm = 8.26772 pulg.

Altura = 31 cm = 12,2047 pulg.

Datos para el diseño del recipiente de almacenamiento

Capacidad del tanque = 30 litros = 1.05944 pies cúbicos

Contenido: Desengrasante biodegradable; Gravedad específica (G) = 0.7

S = valor del esfuerzo de la placa = 23.026 [lb/pulg²]

Valor de α

Para H/L = 0.66

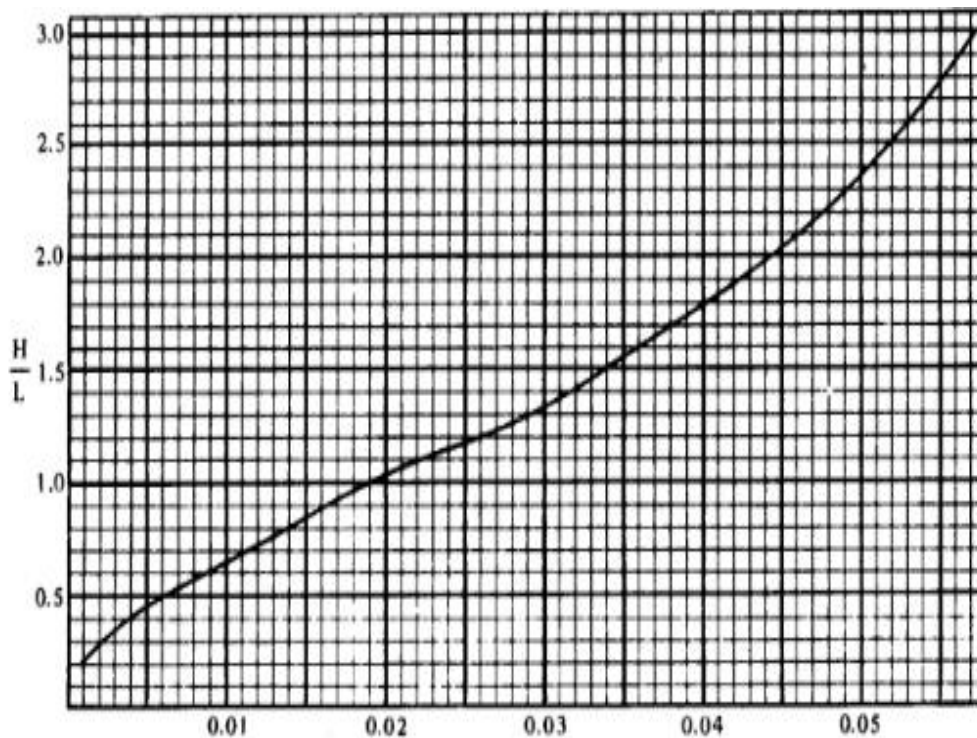


Ilustración 3-8 Valores de α en las fórmulas para tanques rectangulares.

Fuente: [14]

$$\alpha = 0.012$$

Espesor de la placa

Fórmula para el cálculo del espesor de la placa, conformado del tanque.

$$t = 2.45 * L * \sqrt{\frac{\alpha * H * 0.036 * G}{S}} \text{ Ecuación 2-1}$$

$$t = 2.45 * 18.5039 * \sqrt{\frac{0.012 * 12.2047 * 0.036 * 0.7}{23026}}$$

$$t = 0.019 \text{ pulg} + 0.0625 \text{ margen corrosión} = 0.0815 \text{ pulg}$$

$$t = 0.0815 \text{ pulg} = 2.07 \text{ mm} \cong 3 \text{ mm}$$

El espesor de la placa es de 3 mm para su construcción.

Placa de fondo soportado en vigas

Fórmula para el cálculo del espesor de placa para el fondo del recipiente.

$$t = \frac{l}{1.254 * \sqrt{\frac{S}{0.036 * G * H}}} \text{ Ecuación 2-2}$$

l = separación entre vigas se soporte = 15.748 pulg

$$t = \frac{15.748}{1.254 * \sqrt{\frac{23026}{0.036 * 0.7 * 12.2047}}}$$

$$t = 0.046 \text{ pulg} + 0.065 \text{ margen corrosion} = 0.111 \text{ pulg}$$

$$t = 0.111 \text{ pulg} = 2.8194 \text{ mm} \cong 4 \text{ mm}$$

La placa para el fondo del tanque es de 4 mm de espesor

Tipo de soldadura del borde de las placas

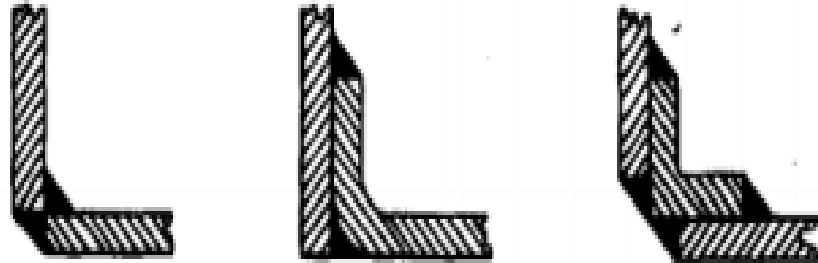


Ilustración 3-9 Soldadura de placas para tanques rectangulares. Fuente: [15]

3.2.2 Cálculo de Rodamiento

Para la selección del rodamiento se utilizara una velocidad de 20 rev/min y una carga axial de 274.4 N y se selecciona un rodamiento rígido de bolas.

20000 horas de funcionamiento

20 rev/min

Formula de vida del rodamiento:

$$L_{10} = L = \left(\frac{C}{P}\right)^3 [16]$$

$P= 3$ para rodamiento rígidos de bolas y despejamos C (capacidad de carga dinámica)

$$C = \sqrt[3]{L_{10} * P^3} [16]$$

$$C = \sqrt[3]{20 * 10^6 * 274.4 N} = 74.37 KN$$

Se selecciona un rodamiento 6409 cuyas características son: diámetro interno 45mm, diámetro externo 120 mm, capacidad de carga 76.5 KN.

3.2.3 Selección de tubería

La tubería que utilizamos en la construcción de la máquina es de 1 pulgada de acero negro o galvanizado que es distribuido en la ciudad de Ambato por la empresa DIPAC, que se utiliza para cañerías por su módico precio.

Tabla 3-7 Propiedades acero galvanizado ISO-65 SERIE LIVIANA II. Fuente: [17]

Características	Tipo de material: acero galvanizado
Resistencia a la tracción (Kgf/cm ²)	5000
Alargamiento %	22
Dureza HB	140
Presión máxima admisible (bar)	258
Coefficiente de dilatación x 10 ⁻⁶ (°C ⁻¹)	11.6
Punto de fusión (°C)	1540
Temperatura máxima de trabajo en continuo	95 °C
Presión máxima de trabajo en continuo	20 bar

Aparte del precio módico de la tubería ofrece muy buenas propiedades como soportar presiones y temperaturas de 20 bar y 95°C en funcionamiento continuo, lo cual le hace la mejor opción para la construcción.

3.2.4 Selección de aspersores

Los aspersores que utilizamos para la construcción de la máquina son diseñados en base a aspersores que utilizan máquinas de limpieza que se venden en el medio.

En el campo de los aspersores se pueden elegir entre muchas opciones y así lograr el efecto que se necesite en las diferentes aplicaciones de las mismas, ya sea enfriamiento, recubrimiento, limpieza, lubricación, etc.

En el mercado existen una amplia gama de patrones y gamas de aspersion como son: aspersion plana, chorro sólido, cono lleno, cono hueco, aspersion fina, aspersion oval

y cuadrada con diferentes ángulos de aspersión que van desde 0° hasta 170°, que ayudaran a conseguir la cobertura necesaria para la aplicación.

Así como existen diferentes ángulos de aspersión y patrones de aspersión, también hay diferentes materiales que ofrecen mayor resistencia al desgaste, corrosión y temperatura. Hay diseños que resisten taponamientos, de fácil mantenimiento, así como una gran variedad de tamaños y conexiones.

Entre los cuales tenemos algunos ejemplos:

Aspersores Cónicos



Ilustración1-10 Aspersores cónicos. Fuente: [18]

Los aspersores cónicos tienen un ángulo de spray que varía desde 15° hasta 120° según el diseño del patrón y trabajan a presiones superiores a 20 bar o 300 psi.

Los aspersores cónicos tienen en su interior un sistema de espirales que hacen que se forme el chorro de líquido al final del aspersor en forma cónica.

Aspersores planos

Los aspersores de pulverización plana garantizan una cobertura uniforme lo que facilita la limpieza cuando se los utiliza en serie.



Ilustración 1-11 Aspersores planos. Fuente: [18]

Tienen ángulos de spray que van desde 0° hasta 170° y trabajan a presiones superiores de 275 bar o 4000 psi.

Estos tipos de aspersores son ideales para lavado a presión, limpieza, enjuague, enfriamiento, recubrimiento lavado, lavado de piezas, desengrasamiento · humedad, preparación de la superficie.

Selección de diseño de aspersores

El diseño de nuestros aspersores es un diseño artesanal en base a los aspersores existentes en el mercado. Se realizó en base a los aspersores de pulverización plana que son los que brindan un ángulo de aspersión de 0 a 170 grados ya que tienen un diseño de aspersión sencillo.

Se adquirió tapones hembras M10 con un diámetro interior de 4 mm y se realizó con un corte transversal rectangular de 3 mm de profundidad para los aspersores, y para los impulsores un taladrado de 2mm, medida que se tomó en referencia a aspersores

cónicos que tienen una salida de la misma dimensión, lo cual ayuda a girar a la canastilla perfectamente.



Ilustración 1-12 Diseño de aspersores. Fuente: Jonathan Abril investigador

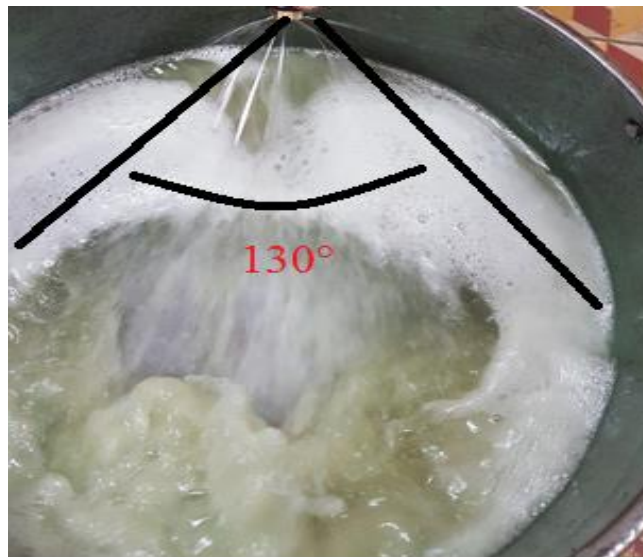


Ilustración 1-16 Ángulo de aspersor. Fuente: Jonathan Abril Investigador



Ilustración 14 Impulsor. Fuente: Jonathan Abril Investigador

El ángulo de los aspersores es óptimo para la limpieza de las bombas de inyección así como el diámetro del chorro para hacer girar la canastilla que abarca las bombas de inyección.

3.2.5 Selección de bomba

La bomba hidráulica debe ser capaz de proporcionar una presión de 20 bares que es la presión que soporta la tubería en funcionamiento continuo y capaz de abastecer un caudal de 10 litros/minuto que es la cantidad promedio que se utiliza en la limpieza manual de las bombas de inyección.

Fluido: Desengrasante biodegradable

Temperatura: 20 °C

Diámetro de succión: 1 pulgada

Diámetro de descarga: 1 pulgada

Caudal total: 16 L/min

Altura: 1956 msnm Patm

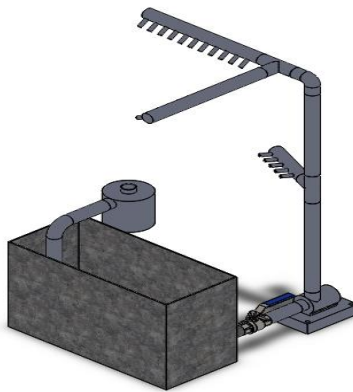


Ilustración 3-15 sistema hidráulico Fuente: Jonathan Abril investigador

Área de salida del fluido del tanque

$$A_{1/2} = 0.000122 \text{ m}^2$$

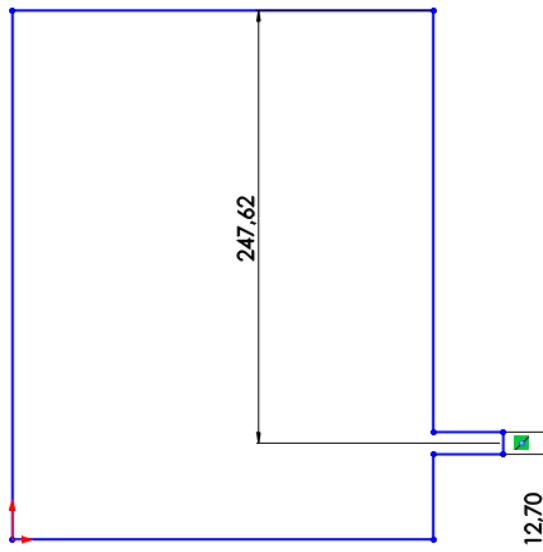


Ilustración 3-16 Esquema dimensiones tanque reservorio, Fuente: Jonathan Abril Investigador

Velocidad de salida del fluido por el área antes mencionada.

$$V = \sqrt{2 * g * h} = \sqrt{2 * 9.8 \frac{m}{s^2} * 0.247m} [7]$$

$$v = 2.2 \frac{m}{s}$$

Formula de caudal de salida por el área mencionada.

$$Q = A * v = 2.2 \frac{m}{s} * 0.000122m^2 [7]$$

$$Q = 0.0002684 \frac{m^3}{s} = 16 \frac{l}{min}$$

El resultado es el máximo valor que alcanza de caudal de salida va disminuyendo según va disminuyendo el nivel del líquido.

Tiempo requerido para vaciar el tanque

$A_1 = 0.000245 \text{ m}^2$ área por donde sale el liquido

$A_2 = 0.0987 \text{ m}^2$ área de la superficie del liquido

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{0.0987}{0.000122} = 809.01$$

Fórmula para el cálculo de tiempo de vaciado del tanque

$$t_2 - t_1 = \frac{2 * A_2}{\sqrt{2g}} * (h_1^{1/2} - h_2^{1/2}) [7]$$

$$t_2 - t_1 = \frac{2 * 809.01}{\sqrt{2 * 9.8}} * (0.31^{0.5} - 0.063^{0.5})$$

$$t_2 - t_1 = 109.5 \text{ segundos} \cong 2 \text{ minutos}$$

Análisis hidráulico

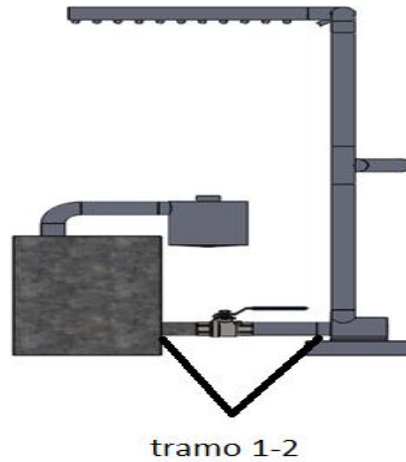


Ilustración 3-17 Tramo de análisis sistema hidráulico 1-2
Fuente: Jonathan Abril Investigador

$$Q = 0.0002684 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Gravedad específica} = 1.03$$

$$\text{Peso específico} = 10.10 \text{ KN}/\text{m}^3$$

Formula de la ecuación de la energía

$$\frac{P_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + h_A - h_R - h_L = \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad [7]$$

$$z_1 - h_L = \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$\gamma * [(z_1 - z_2) - h_L - \frac{v_2^2}{2g}] = P_2$$

$$(z_1 - z_2) = 0.247 \text{ m}$$

$$v_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0.0002684 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.000245 \text{ m}^2} = 1.09 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad [7]$$

$$h_{L_1} = K \left(\frac{v_1^2}{2g} \right) [7]$$

$$K = \left[1 - \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 \right]^2 = \left[1 - \left(\frac{0.01935}{0.312} \right)^2 \right]^2 = 0.38 [7]$$

$$h_{L_1} = 0.38 \left(\frac{2.2^2}{2 * 9.8} \right) = 0.09m [7]$$

$$h_{L_1} = K \left(\frac{v_1^2}{2g} \right) [7]$$

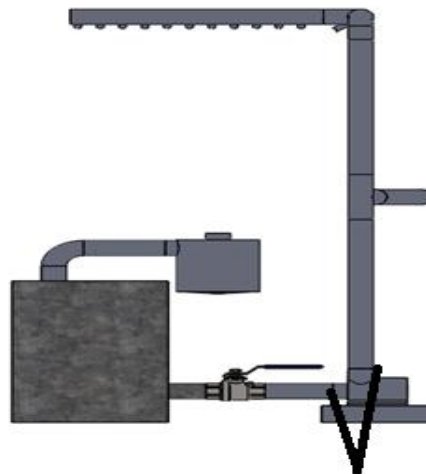
$$h_{L_2} = 340 Ft \left(\frac{2.2^2}{2 * 9.8} \right) = 340 * 0.023 * \left(\frac{2.2^2}{2 * 9.8} \right) = 0.47 [7]$$

$$h_L = 0.09 + 1.93 = 2.02m$$

Despejamos la presión en el punto dos en donde nos interesa saber a la entrada de la bomba

$$P_2 = 10.10 \frac{KN}{m^3} * \left[0.247m - 0.47 - \frac{1.09^2}{2 * 9.8} \right] = -55 \frac{KN}{m^2}$$

Tramo 2-3



tramo 2-3

Ilustración 3-18 Tramo de análisis sistema hidráulico 2-3 Fuente: Jonathan Abril Investigador

Cálculo de potencia de la bomba.

$$h_A = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + (z_2 - z_1) + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + h_L \quad [7]$$

$$h_A = \frac{2000KN - (-55KN)m}{10.10 KN} + (0.33m) + 2.02m$$

$$h_A = 205.81 m$$

Fórmula para calcular la potencia que necesita la bomba

$$P_a = h_A \cdot \gamma \cdot Q \quad [7]$$

$$P_a = 205.81m \cdot 10.10 \frac{KN}{m^3} \cdot 0.0002684 \frac{m^3}{s}$$

$$P_a = 0.75 hp$$

Punto 4

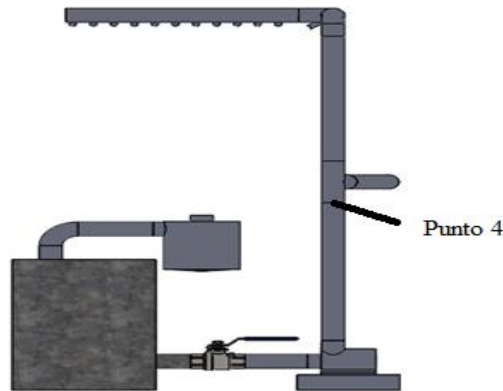


Ilustración 3-19 Tramo de análisis punto 4 Fuente: Jonathan Abril Investigador

Parámetros en el punto 4

$$P = 2000KN/m^2$$

$$Q_4 = 0.0002684m^3/s$$

3.2.5.1 Simulación de fluido

Creación de lids. Los lids o tapas permiten la aplicación del dominio del fluido y son colocados por donde ingresa el fluido y por donde va a salir. Se lo coloca en la pestaña simulación fluido en la opción creación de lids.

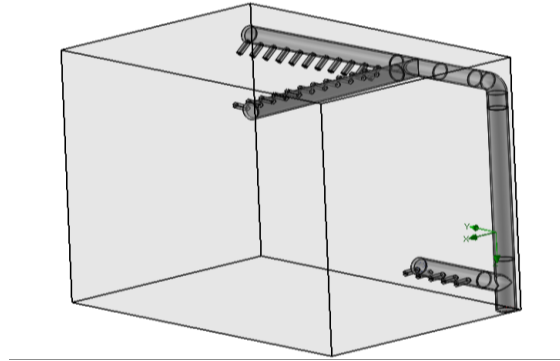


Ilustración 3-20 Creación de lids. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Revisamos la geometría. Se revisa la geometría para comprobar que se hayan creado de una forma correcta los lids o tapas. Esto se lo hace en la pestaña simulación fluido en el icono revisar geometría

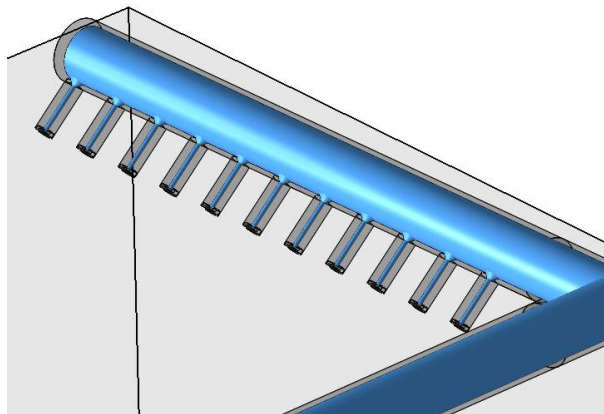


Ilustración 3-21 Revisión de geometría en aspersores. Fuente: Jonathan Abril Investigador

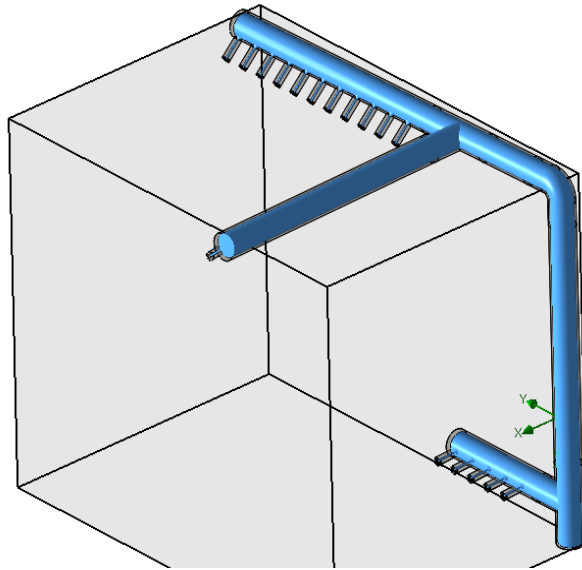


Ilustración 3-22 Revisión de geometría conjunto de aspersores e impulsores.
Fuente: Jonathan Abril Investigador

Ingresamos condiciones de funcionamiento. Las condiciones de inicio son la presión de entrada que son 20 Bar, y la presión de salida en la presión atmosférica.

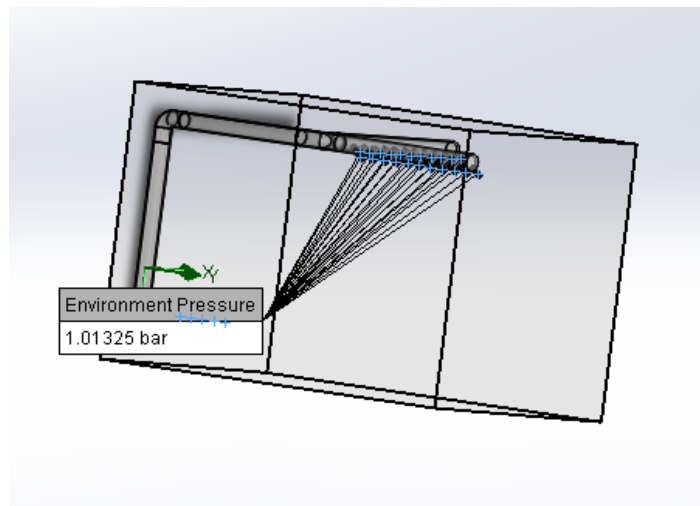


Ilustración 3-23 Ingreso de condiciones de funcionamiento. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Aplicamos los objetivos a lo que queremos llegar en este caso la velocidad de la salida por los aspersores y trayectorias del fluido.

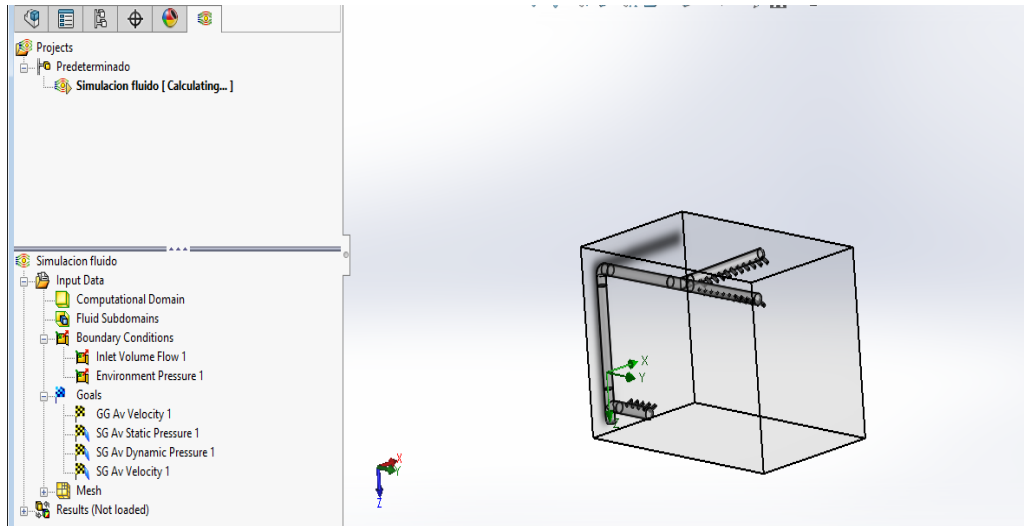


Ilustración 3-24 Aplicación de resultados a obtener. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Resultados

Al momento de ejecutar el análisis se despliega una ventana con los resultados del análisis en el cual visualizamos la presión y las velocidades. Se podrá visualizar trayectorias y velocidades del fluido en cada punto de los lids.

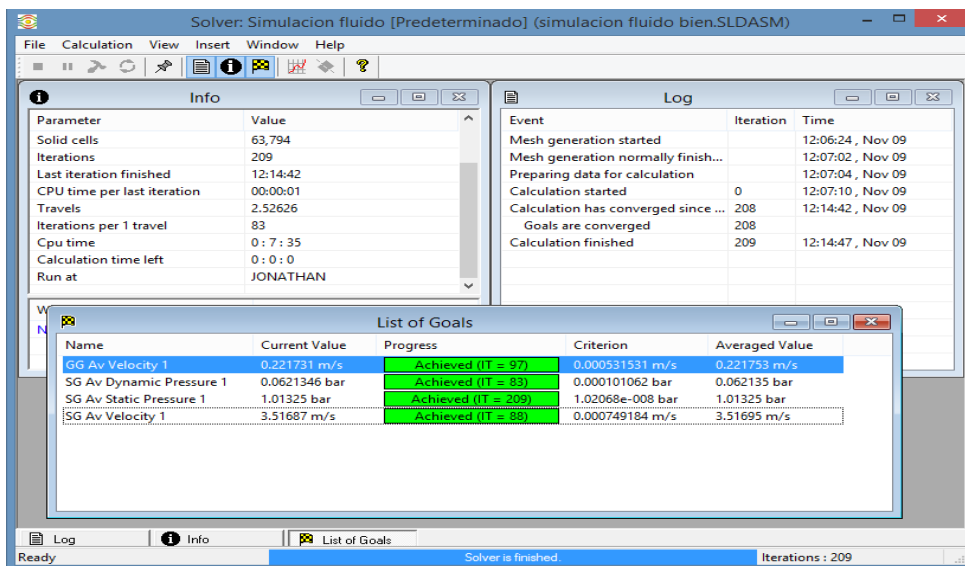


Ilustración 3-25 Resultados. Fuente: Jonathan Abril Investigador Velocidad en impulsores

Promedio de 3.5 m/s

Velocidad en aspersores

Promedio 3.5 m/s

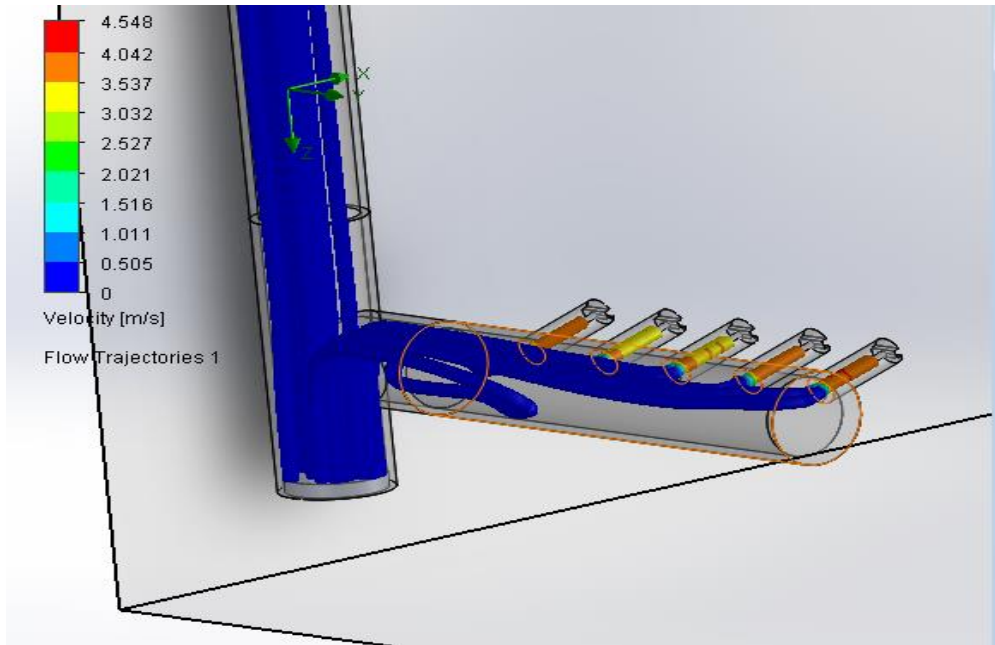


Ilustración 3-26 Velocidad de Impulsores. Fuente: Jonathan Abril Investigador

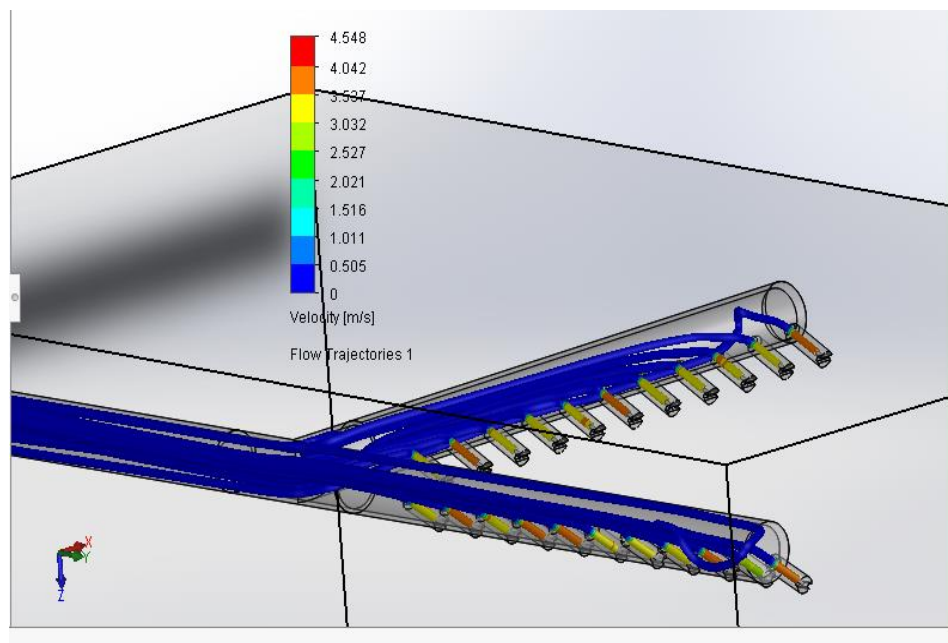


Ilustración 3-27 Velocidad de aspersores Fuente: Jonathan Abril Investigador

Trayectoria de Fluido

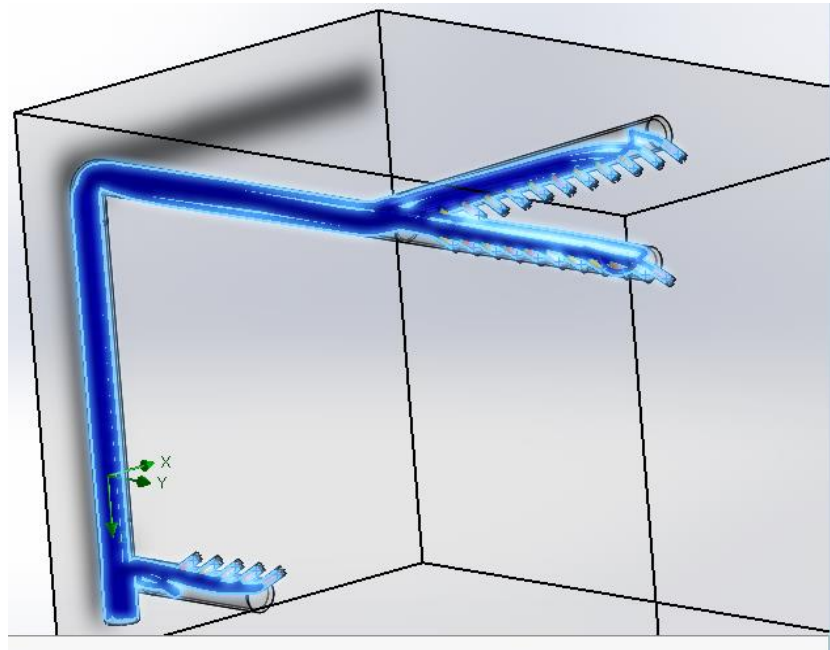


Ilustración 3-28 Trayectoria de fluido. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Tabla 3-8 Resultados de análisis. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Nombre	Unidad	Valor
Velocidad 1	m/s	0.222
Presión estática	bar	1.01
Presión dinámica	bar	0.06
Velocidad 2	m/s	3.517

Tabla 3-9 Resultados máximos y mínimos. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Nombre	Mínimo	Máximo
Densidad (Fluido) [kg/m ³]	997.56	997.56
Presión [bar]	0.98	1.17
Temperatura [K]	293.20	293.20
Temperatura (Fluido) [K]	293.20	293.20
Velocidad [m/s]	0	4.548
Presión relativa [bar]	-0.04	0.16

El líquido llega al punto número 4 especificado en el esquema con una presión de 20 Bar. Con dicha presión se empieza el análisis en el circuito de aspersores e impulsores, condiciones de inicio para el análisis en el software, la presión a la que sale el líquido por los aspersores e impulsores es la presión atmosférica, lo cual es una condición de salida.

La velocidad a la que sale el líquido es de 3.5 m/s en promedio.

3.2.6 Diseño de estructura

A continuación se realiza los cálculos para la selección de perfiles que soportaran todo el peso de las bombas de inyección y el resto de complementos de la máquina en sí.

Diseño de perfiles angulares 1 y 2

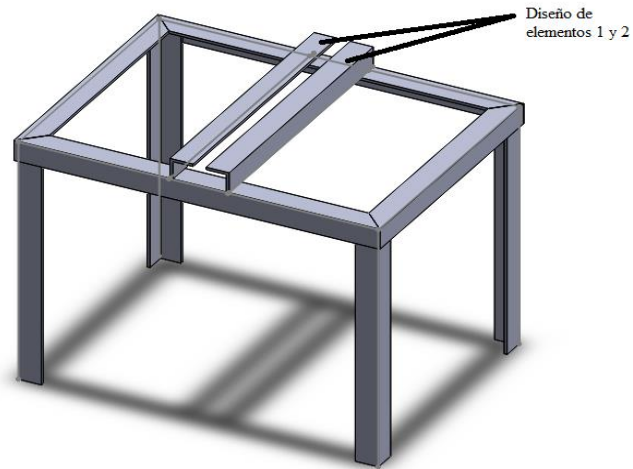


Ilustración 3-29 Diseño de elementos 1 y 2. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Los perfiles angulares 1 y 2 soportan una carga de 294 N cada uno, esta debido al peso de la bomba de inyección, la canasta y la chumacera que van a sostener. Este es el valor con el cual se diseñó. Realizamos el esquema de la viga y los diagramas de cortante y momento flector que son utilizados en las fórmulas para selección de perfil.

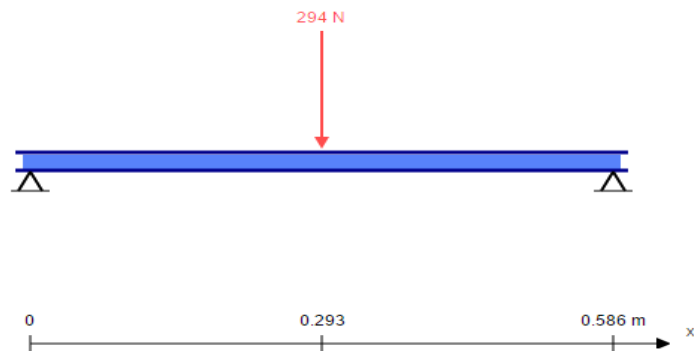


Ilustración 3-30 Representación viga. Fuente: Jonathan Abril Investigador

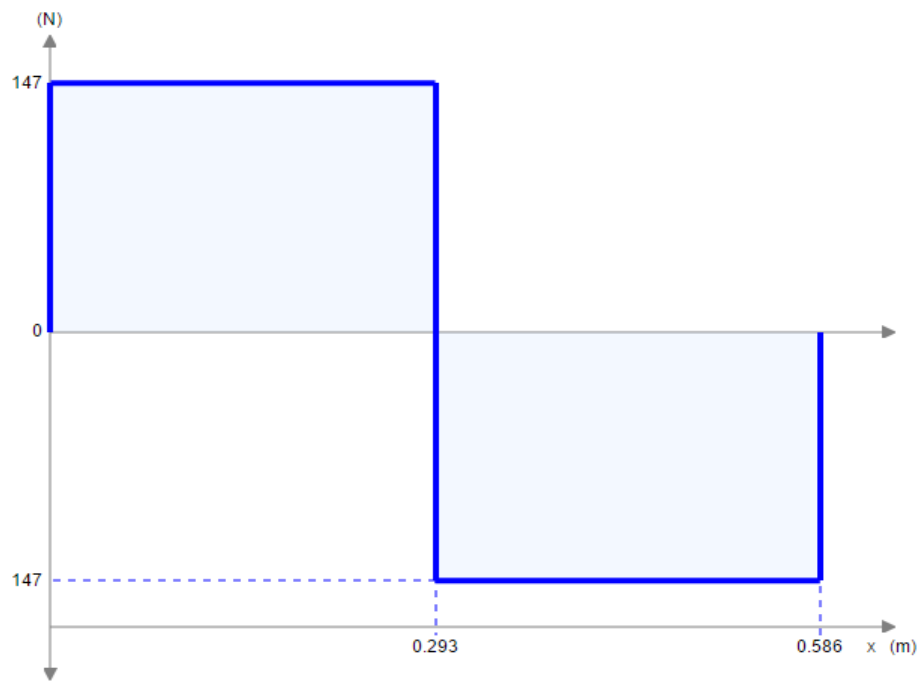


Ilustración 3-31 Diagrama de cortante. Fuente: Jonathan Abril Investigador

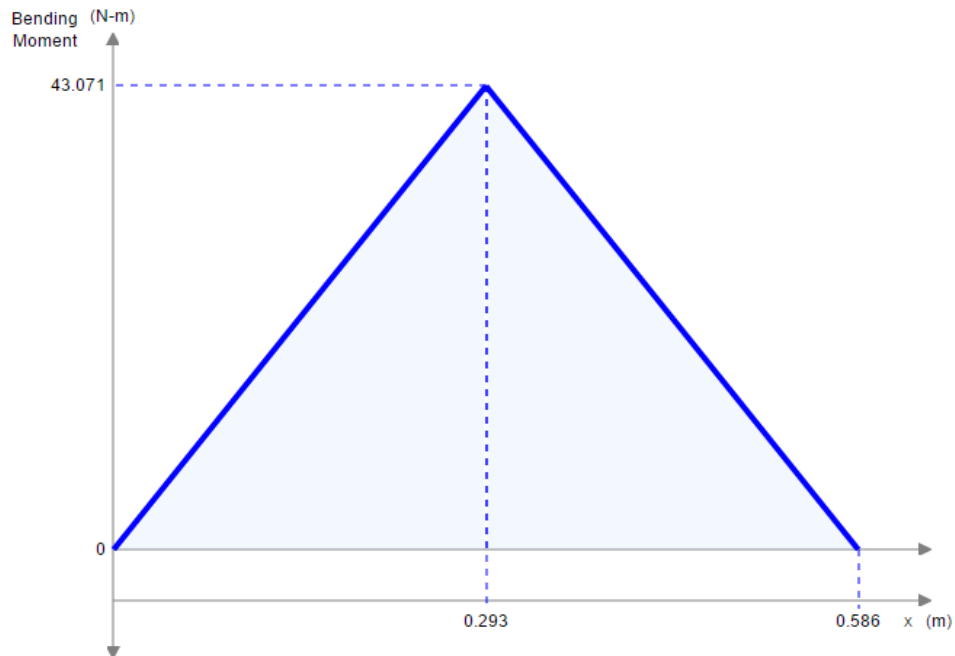


Ilustración 3-32 Diagrama de momento flector. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Detalles del perfil seleccionado (para saber si cumple con los requerimientos)

$$L = 2*2*1/4$$

$$Z = 0.440 \text{ pulg}^3$$

$$R = 0.605 \text{ pulg}$$

Datos para el diseño

$$\text{Carga} = 294 \text{ N} = 66.0938 \text{ lb}$$

$$F_y = 36 \text{ klb/pulg}^2$$

$$L_b = 0.586 \text{ m} = 23.07 \text{ pulg}$$

$$W_t = 3.19 \text{ lb} * \text{pie}$$

Cálculo del momento nominal

$$M_n = \frac{36 \frac{\text{Klb}}{\text{pulg}^2} * 0.440 \text{ pulg}^3}{12 \text{ pulg/pie}} = 1.32 \text{ klb} * \text{pie} = M_{px} \text{ [11]}$$

Cálculo de L_p para compararlo con L_b (longitud sin soporte lateral)

$$L_p = 1.76 * r_y * \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1.76 * 0.605 \text{ pulg} \sqrt{\frac{30457924 \text{ lb/pulg}^2}{36 \text{ klb/pulg}^2}} = 30.97 \text{ pulg} \text{ [11]}$$

$$L_b < L_p$$

$$23.07 < 30.97$$

$$\phi_b = 0.9$$

Calculo momento de la viga

$$M_u = \phi_b * M_{px} = 0.9 * 1.32 \text{ klb} * \text{pie} = 1.18 \text{ klb} * \text{pie} \text{ [11]}$$

$$W_u = 1.2 * 0.00319 \frac{\text{klb}}{\text{pie}} = 0.0038 \text{ klb/pie}$$

$$Pu = 1.6 * 66.0938 \text{ lb} = 0.105 \text{ klb}$$

$$Mu = \frac{0.0038 * 1.9225^2}{8} + \frac{0.105 * 1.9225}{4} = 0.05 \text{ klb} * \text{pie}$$

$$1.32 \text{ klb} * \text{pie} > 1.23 \text{ klb} * \text{pie} \quad \text{OK.}$$

El perfil seleccionado si soporta la carga de diseño establecida al comienzo de los cálculos para los perfiles angulares 1 y 2.

Diseño perfiles angulares 3 y 4

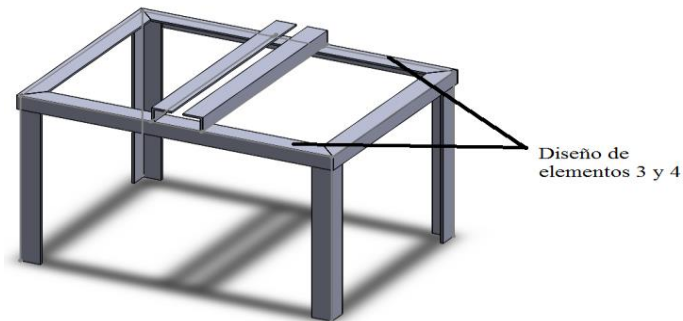


Ilustración 3-33 Diseño de elementos 3 y 4. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Realizamos el esquema de la viga y los diagramas de cortante que son utilizados en las fórmulas para selección de perfil.

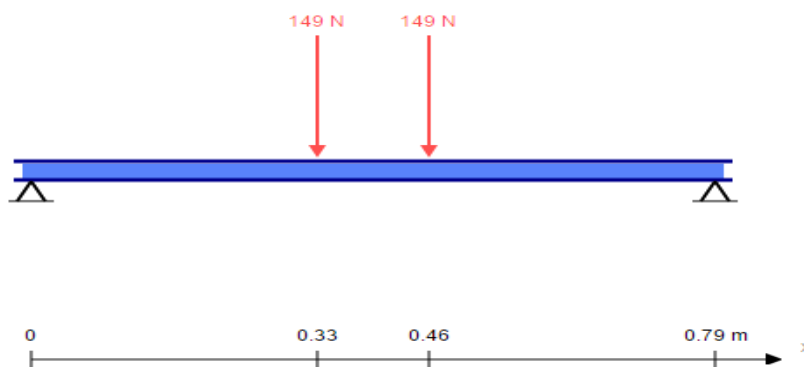


Ilustración 3-34 Diagrama de cortante. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Detalles del perfil seleccionado (para saber si cumple con los requerimientos)

$$L = 2 * 2 * 1/4$$

$$Z = 0.440 \text{ pulg}^3$$

$$R = 0.605 \text{ pulg}$$

Datos para el diseño

$$2 * \text{Carga} = 149 \text{ N} = 33.49 \text{ lb}$$

$$F_y = 36 \text{ klb/pulg}^2$$

$$L_b = 0.79 \text{ m} = 31.10 \text{ pulg}$$

$$W_t = 3.19 \text{ lb} * \text{pie}$$

Cálculo de L_p para compararlo con L_b (longitud sin soporte lateral).

$$L_p = 1.76 * r_y * \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1.76 * 0.605 \text{ pulg} \sqrt{\frac{30457924 \text{ lb/pulg}^2}{36 \text{ klb/pulg}^2}} = 30.97 \text{ pulg} \quad [11]$$

$$L_p < L_b < L_r \quad [11]$$

$$30.97 < 31.10$$

Se encuentra en la zona 2 de diseño

$$BF \text{ para LRFD} = 24.1 \text{ Klb}$$

$$C_b = 1$$

Cálculo del momento de la viga.

$$\phi b * M_n = C_b [\phi b * M_{px} - BF(L_b - L_p)] < \phi b M_{px} \quad [11]$$

$$M_u = \phi b * M_{px} = 0.9 * 1.32 \text{ kklb} * \text{pie} = 1.18 \text{ klb} * \text{pie}$$

$$\phi b * M_n = 1 * [1.18 - 24.1(31.10 - 30.97)] = 0.939 \quad [11]$$

$$0.939 \text{ klb} * \text{pie} < 1.18 \text{ klb} * \text{pie} \quad \text{OK.}$$

El perfil seleccionado si soporta la carga de diseño establecida al comienzo de los cálculos para los perfiles angulares 3 Y 4.

Diseño columnas 5, 6, 7 y 8

A continuación se diseñó las columnas que soportan toda la parte superior de la máquina.

Las cuatro columnas son las mismas por lo cual se diseña una sola.

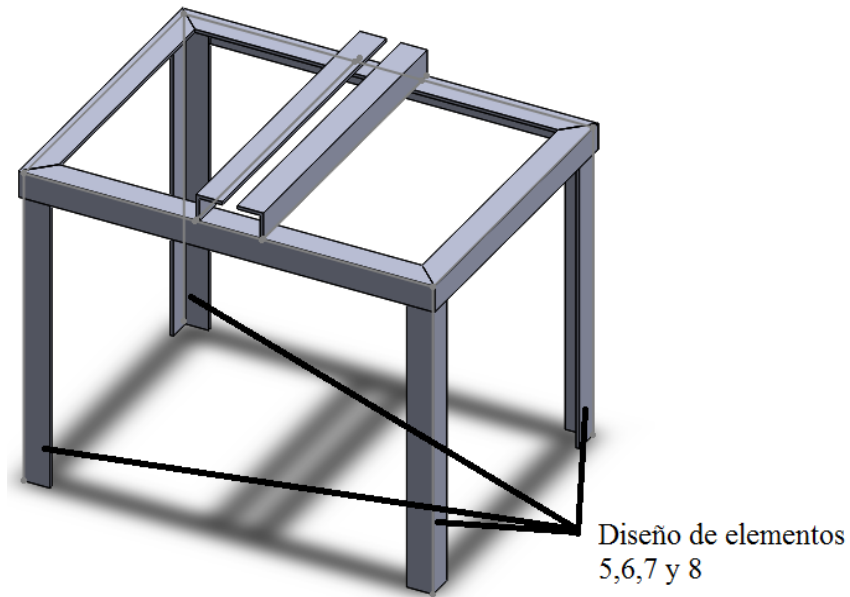


Ilustración 3-35 Diseño de elementos 5, 6, 7 y 8. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Realizamos el esquema de la viga y los diagramas de cortante de las vigas anteriores para poder obtener la carga que soportan las columnas y saber la carga de diseño.

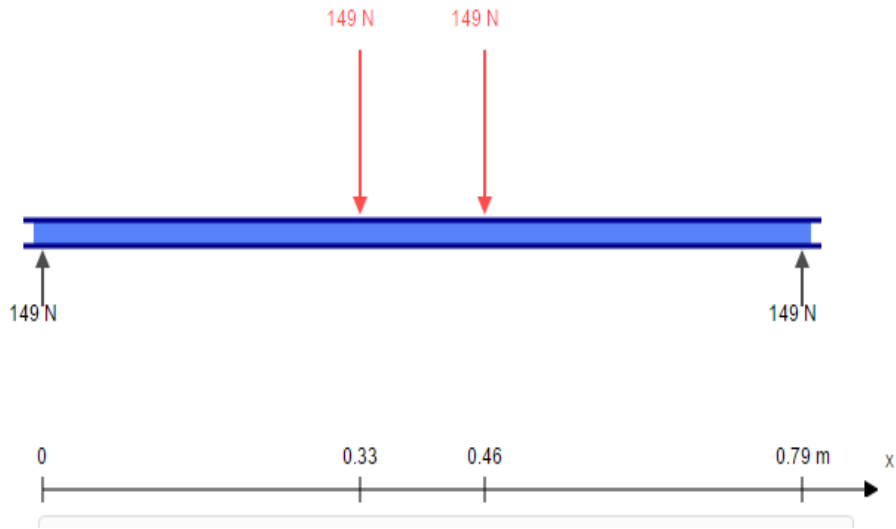


Ilustración 3-36 Diagrama de cortante. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Las columnas soportaran una carga de 149 N cada una.

Datos

R=0.387 pulgadas

L=23.622 pulgadas

Fy= 36 klb/pulg²

K= 1

A= 0.9375 pulg²

Cálculo de longitud de la columna sobre radio mínimo de la misma.

$$\frac{L}{r} = \frac{23.622}{0.387} = 61.03 \text{ [11]}$$

Cálculo de esfuerzo de pandeo crítico

$$F_e' = \frac{\pi^2 * 29 * 10^3 \text{ klb/pulg}^2}{61.03^2} = 24.46 \text{ klb/pulg}^2 \text{ [11]}$$

Carga elástica o de pandeo = 22.9312 Klb

$$24.46 \frac{klb}{pulg^2} < 36klb/pulg^2 \quad \text{OK.}$$

Flexible

$$\sigma P_n = 30.4 \text{ klb/pulg}^2$$

Ruptura

$$\sigma P_n = 30.6 \text{ klb/pulg}^2$$

$$\frac{KL}{r} = \frac{1 \cdot 23.622}{0.387} = 61.04 \text{ [11]}$$

Tabla 4-22

$$\phi_c F_{cr} = 26.6 \text{ Ksi [11]}$$

3.2.6.1 Simulación de estructura en programa CAD

Se realiza el esquema de la estructura en el programa CAD y se le asigna el material en este caso el acero A36 que es el material de los perfiles angulares.

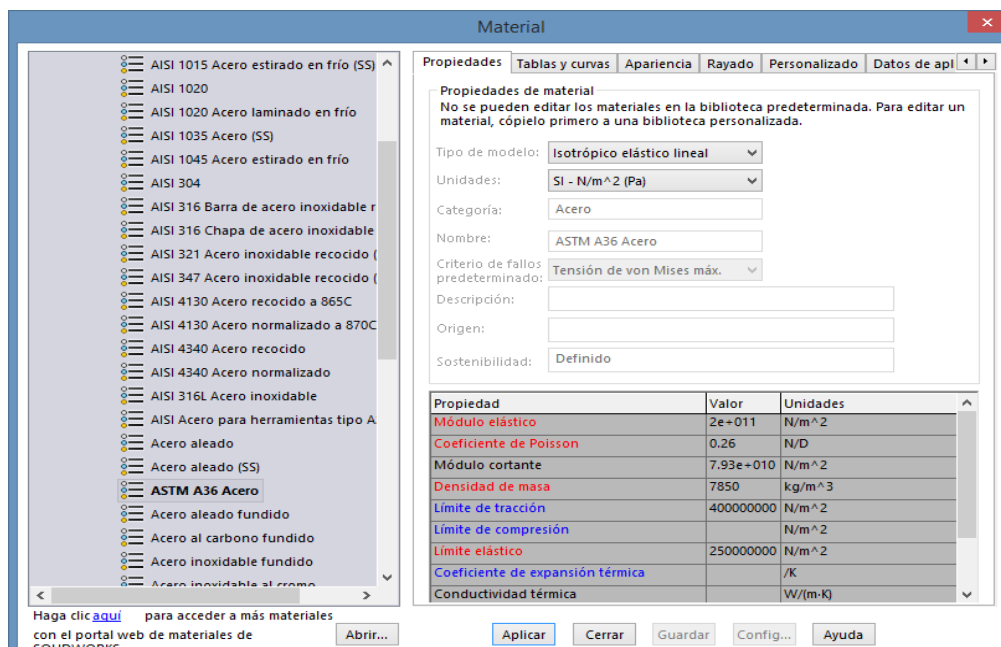


Ilustración 3-37 Asignación de material programa CAD. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Se le coloca las sujeciones de la estructura. En la parte inferior de las columnas en los 4 nodos verdes.

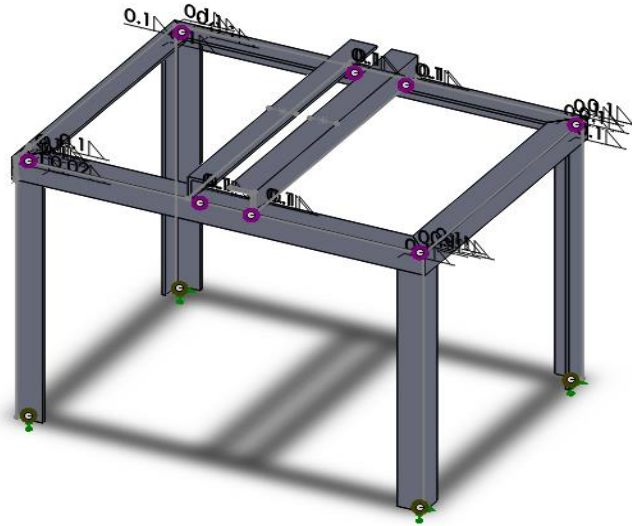


Ilustración 3-38 Sujeciones en las columnas de la estructura. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Se aplica las cargas para poder simular la interacción de las mismas. Se aplica las cargas en los nodos intermedios que son los puntos críticos de la estructura.

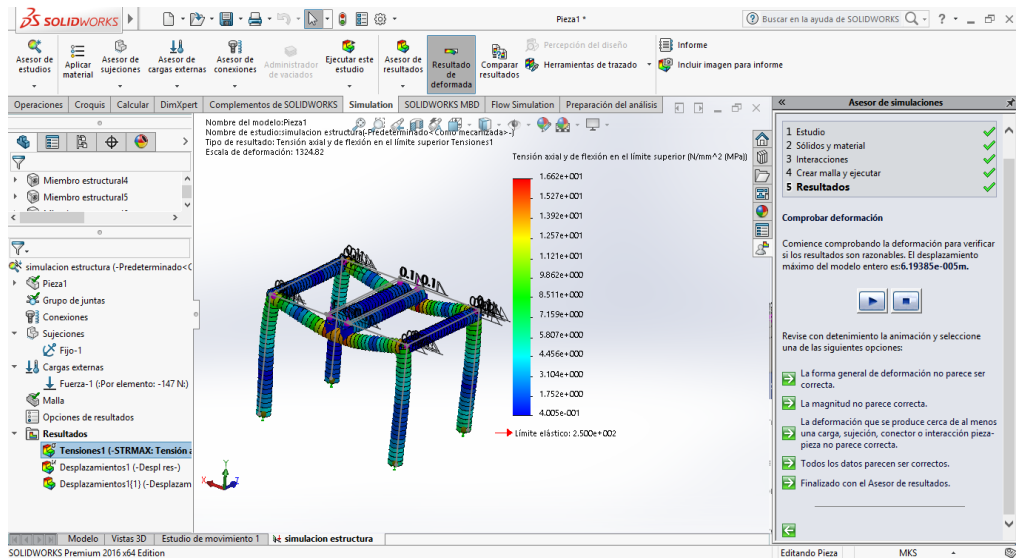


Ilustración 3-39 Aplicación de las cargas en la estructura. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Resultados estudios

En la ilustración 3-34 obtenemos la tensión axial a lo largo de las vigas y las columnas con una escala de colores para saber los puntos críticos.

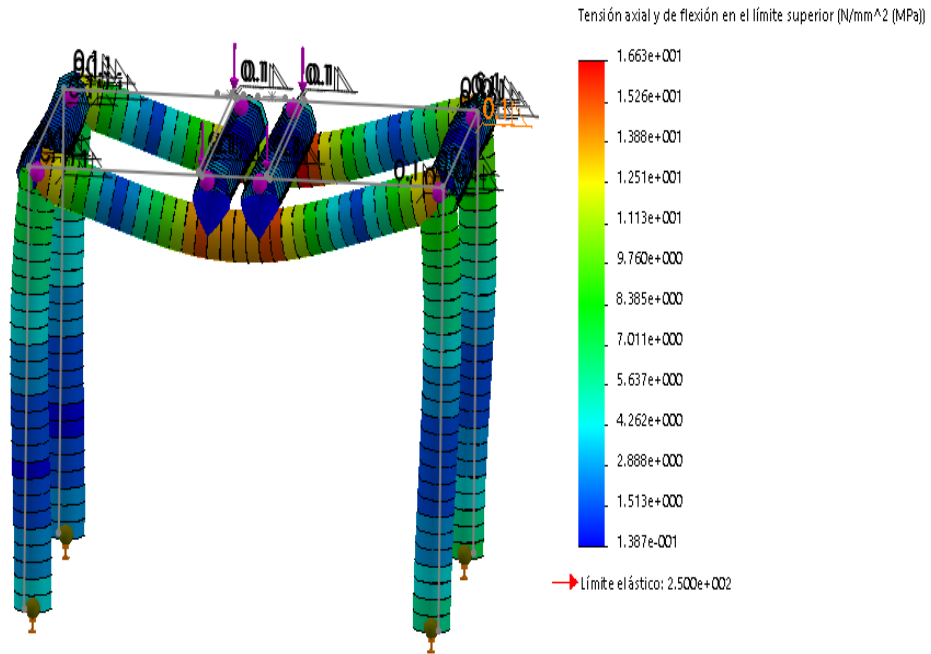


Ilustración 3-40 Tensiones máximas. Fuente: Jonathan Abril Investigador

En la ilustración 3-35 tenemos los valores máximos de deflexión en la estructura.

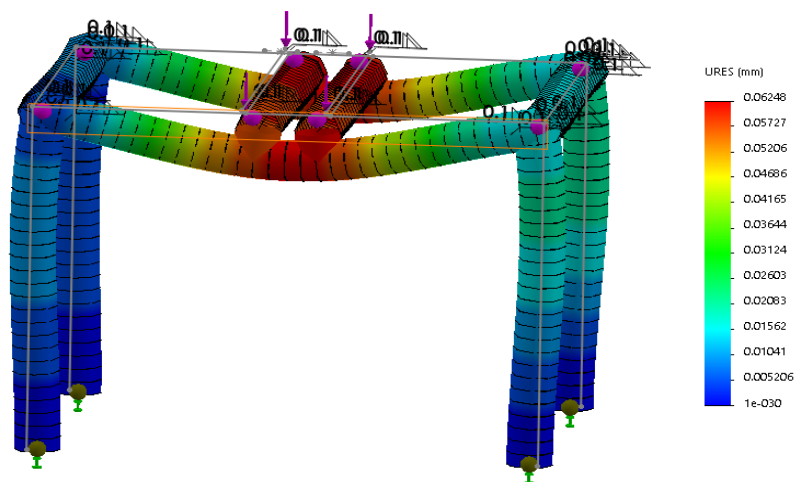


Ilustración 3-41 Desplazamientos máximos. Fuente: Jonathan Abril Investigador

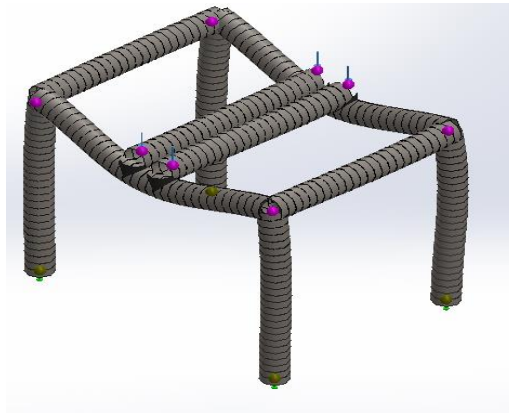


Ilustración 3-42 Deformada estructura. Fuente: Jonathan Abril Investigador

La estructura metálica conformada por los ángulos soporta una carga de 294 Newton, tienen una deformación máxima de 0.062 mm en la parte central de la estructura que es donde se distribuye la carga de la bomba de inyección hacia las columnas.

Los perfiles estructurales de material A36 soportan un límite elástico de 250 MPa, y el límite elástico de la simulación es de 166 MPa, lo que demuestra que la estructura soporta la carga de funcionamiento.

3.2.7 Diseño de juntas soldadas para la máquina

Juntas soldadas del reservorio

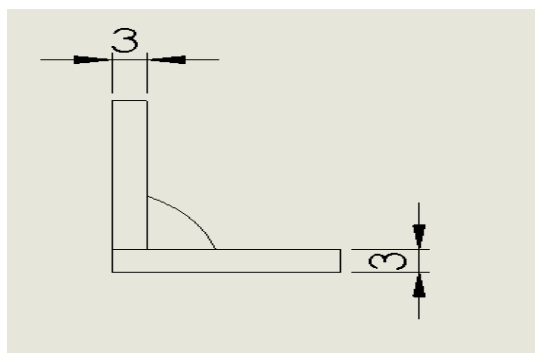


Ilustración 3-43 Diseño de junta soldada para placas de 3mm. Fuente: Jonathan Abril Investigador.

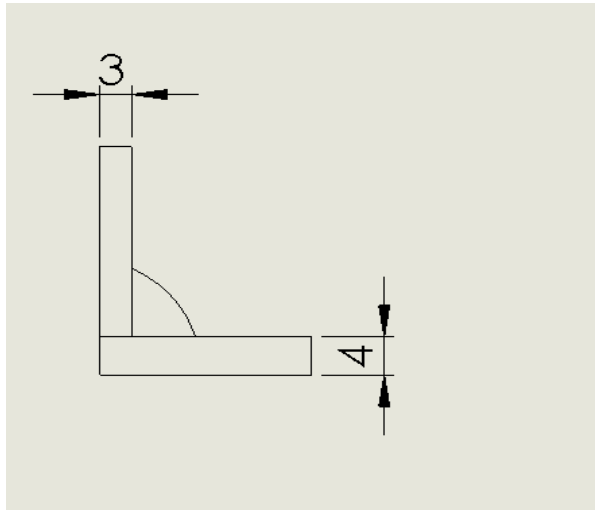


Ilustración 3-44 Diseño de junta soldada para placas de 3mm y 4mm. Fuente:
Jonathan Abril Investigador.

Junta soldada Cabina de limpieza

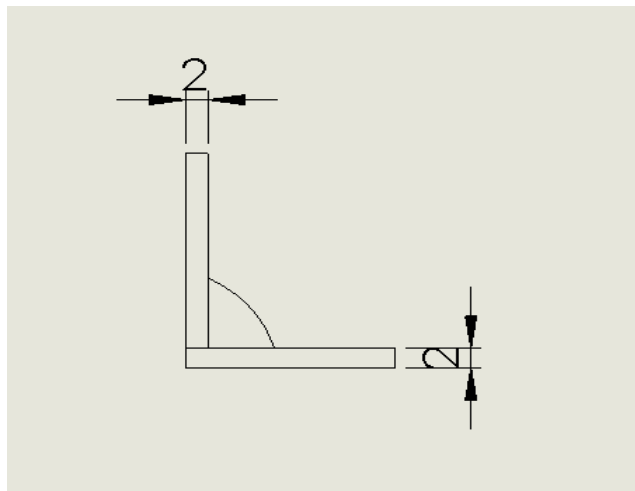


Ilustración 3-45 Diseño de junta soldada para placas de 2 mm. Fuente:
Jonathan Abril Investigador.

Junta soldada de tapa

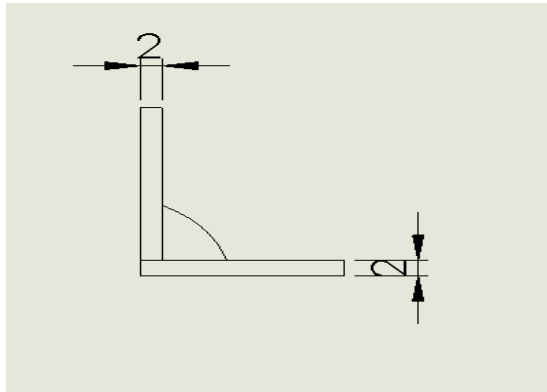


Ilustración 3-46 Diseño de junta soldada para placas de 2 mm. Fuente:
Jonathan Abril Investigador.

Junta soldada de estructura

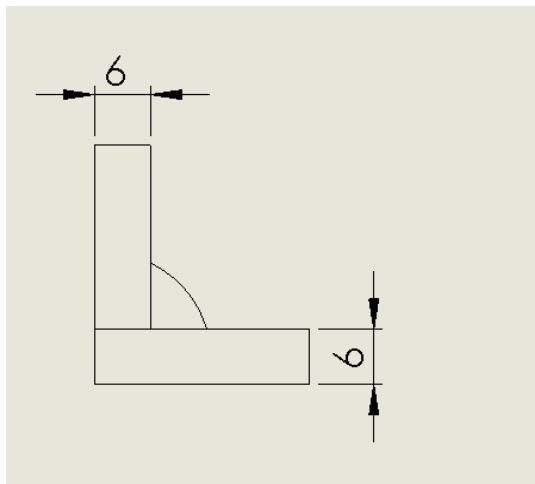


Ilustración 3-47 Diseño de junta soldada para placas de 6 mm. Fuente:
Jonathan Abril Investigador.

Para el proceso de soldadura de placas de hasta 6 mm de espesor y proceso SMAW tenemos:

Designación de junta: TC-11b

Espesor de base de metal:

$$T_1 = 6 \text{ mm}$$

$$T_2 = U$$

Abertura de raíz: $R = T_1/2$

Posición para soldar: Todas

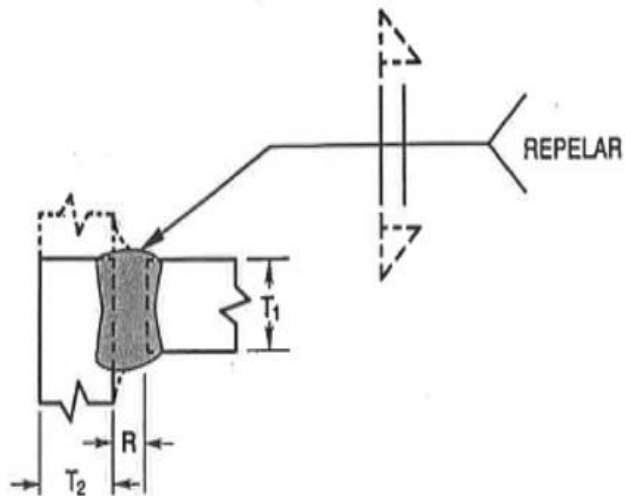


Ilustración 3-48 Diseño de juntas soldadas hasta 6 mm de espesor. Fuente: [15]

3.2.8 Presupuesto

El presupuesto se divide en costos de mano de obra, materiales y costo de utilización de maquinaria y herramientas.

Costos de materiales

Tabla 3-10 Costo de Sistema Hidráulico. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Sistema Hidráulico				
Elemento	Unidad	Cantidad	Valor unitario \$	Costo final \$
Bomba Centrífuga triton tri-40	U	1	50	50
Neplo 1" * 2"	U	9	0.75	6.75
Universal HG 1"	U	2	3.02	6.04

Codo 1"	U	1	0.90	0.90
Te Hg 1"	U	2	1.28	2.56
Tubo ISO-65 SERIE LIVIANA II	U	0.5	16.59	8.30
Teflon amarillo	U	1	1	1
Tapon 1/8	U	15	0.75	11.25
SUBTOTAL				86.80

Tabla 3-11 Costo de tanque reservorio y cabina de limpieza. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Tanque reservorio y cabina de limpieza				
Elemento	Unidad	Cantidad	Valor unitario \$	Costo final \$
Planchas 4*8 2mm ASTM A 653	U	2	32.58	65.16
SUBTOTAL				75.55

Tabla 3-12 Costo de estructura y soporte canastilla. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Estructura y soporte de canastilla				
Elemento	Unidad	Cantidad	Valor unitario \$	Costo final \$
Perfil angular imp 50mm * 6mm INEN 1 623-2000	U	1	31.24	31.24
Perfil angular 50*3 INEN 1 623-2000	m	6	0.98	5.88
SUBTOTAL				37.12

Tabla 3-13 Costo de canastilla. Fuente Jonathan Abril Investigador

Canastilla				
Elemento	Unidad	Cantidad	Valor unitario \$	Costo final \$
Rodamiento NTN 6409	U	1	13.16	13.16
Chumacera Rodamiento ZB	U	1	20	20
Placa 10 cm * 10 cm A36	U	1	0.56	0.56
Malla electro soldada 1.80 m * 70 cm	U	1	5	5
SUBTOTAL				38.72

Tabla 3-14 Costo de otros materiales. Fuente: Jonathan Abril Investigador.

otros				
Elemento	Unidad	Cantidad	Valor unitario \$	Costo final \$
Galón de tinhhher	Gl.	1	5.80	5.80
Pintura anticorrosiva	Lt	1	4.50	4.50
Pintura azul	Lt	1	4.83	4.83
Pintura crema	Lt	1	4.83	4.83
SUBTOTAL				19.96

Tabla 3-15 Costo total de materiales. Fuente: Jonathan Abril Investigador

COSTO TOTAL MATERIALES	
Sistema Hidráulico	86.80
Tanque reservorio y cabina de limpieza	75.55
Estructura y soporte de canastilla	37.12
Canastilla	38.72
Otros	19.96
Subtotal 1	\$ 258.06

Mano de obra

Tabla 3-16 Costo total de mano de obra. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Costo de mano de obra			
Operarios	Horas de trabajo	Costo por hora \$	Subtotal \$
Metal mecánico	83	3	250
Ayudante	40	2.5	100
Subtotal 2			350

Maquinaria y herramientas

Tabla 3-17 Costo de maquinaria y herramientas. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Maquinaria y herramientas			
Máquinas	Horas de trabajo	Costo por hora \$	Subtotal \$
Soldadora	10	8	80
Taladro pedestal	1	10	10
Amoladora	3	3	9
Subtotal 3			99

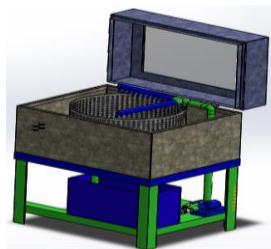
Costo total

Tabla 3-18 Costo total. Fuente: Jonathan Abril Investigador

Costo Total		
Costo de materiales	Subtotal 1	258.06
Costo de mano de obra	Subtotal 2	350
Costo de herramientas	Subtotal 3	99
Total		\$ 707.60

Costo total de la elaboración de la lavadora de bombas de inyección es de 707.60

3.2.9 Especificaciones técnicas



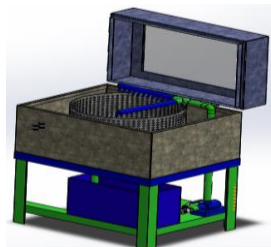
Características generales

Capacidad	30 litros
Bomba Periférica	1 Hp
Presión	20 Bar
Fluido	Desengrasante Biodegradable

3.2.10 Plan de Mantenimiento

El objetivo del plan de mantenimiento es prevenir los daños prematuros permanentes de los componentes de la máquina y así poder alargar la vida útil de la misma.

Ficha técnica con dimensiones



Características generales

Capacidad	30 litros
Bomba Centrífuga	1 Hp
Presión	20 Bar
Fluido	Desengrasante Biodegradable
Dimensiones	75 cm ancho x 115 cm alto x 60 cm largo

Clasificación de componentes

Sistema eléctrico Proporciona la energía para que el sistema entre en funcionamiento.	<ul style="list-style-type: none">• Cables• pulsador
Sistema estructural Soporta todas las cargas del sistema y ayuda a mantener todo el sistema estable.	<ul style="list-style-type: none">• Estructura• Cabina de limpieza• Soporte canastilla• Canastilla
Sistema hidráulico Conduce todo el fluido hidráulico, desde su almacenamiento hasta su recirculación.	<ul style="list-style-type: none">• Tanque reservorio• Tubería• Accesorios• Bomba hidráulica• Sedimentador• Filtro• Aspersores• Impulsores

Matriz AMFE

ANÁLISIS ANFE DE UNA LAVADORA DE BOMBAS DE INYECCIÓN											
Sección: Área de trabajo					Realizado por: Jonathan Abril						
Equipo: Lavadora de piezas					Fecha: 28/03/2017						
# falla	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	MPR	
1	tanque reservorio	Almacenar fluido hidráulico	fisuración de tanque	rotura	oxidacion	pérdida líquido	1	1	2		
2	bomba hidraulica	Impulsar fluido hidráulico	atascamiento de eje principal	impurezas	falla filtro	paro del equipo	4	3	3		
3	aspersores	limpiar bomba de inyección	abstruccion en salida	suciedad	demasiada suciedad	limpieza deficiente	5	2	3		
4	impulsores	Impulsar canastilla	abstruccion en salida	suciedad	demasiada suciedad	no gira canastilla	5	3	3		
5	sedimentador	recolectar partículas pesadas	saturado de impuerezas	saturado	no se dreño	no recirculación	1	2	2		
6	vidrio protector	proteger salida de fluido	deficiente visualización	rayado del vidrio	uso excesivo	impide el uso del equipo	2	1	2		
7	tubería	conducir fluido hidráulico	rotura de tubería	fisura	oxidacion	pérdida de presión	1	5	2		
8	accesorios	Unir componentes hidráulicos	rotura de accesorios	fisura	oxidacion	pérdida de presión	1	5	2		
9	canastilla	albergar bombas de inyeccion	rotura de canastilla	excesivo peso	uso excesivo	para del equipo	3	5	2		

Bitácora de la máquina

BITÁCORA																																			
Máquina	Lavadora de bombas de inyección	Código de color por actividad																																	
Marca	Varios																																		
Componentes	Actividades																																		
Bomba hidráulica	Limpieza trimestral																																		
Sedimentador	Purga cada fin de semana																																		
Reservorio	Limpieza cada inicio de semana																																		
Aspersores e impulsores	Limpieza mes																																		
Cabina de limpieza	Limpieza cada fin de semana																																		
Uniones de tuberías	cambio de teflón semestral																																		
CALENDARIO																																			
	MES	DIAS																																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
	Mazro																																		
	Abril																																		
	Mayo																																		
	Junio																																		
	Julio																																		
	Agosto																																		
	Septiembre																																		
	Octubre																																		
	Noviembre																																		
	Diciembre																																		
	Enero																																		
	Febrero																																		

Ficha de mantenimiento

FECHA	ACTIVIDAD	TIEMPO DE OPERACIÓN (TO)	TIEMPO DE FALLO (TF)	TIEMPO DE RECUPERACIÓN (TR)	OBSERVACIÓN	RESPONSABLE

Limpieza

Es necesario remover todos los sedimentos que se formen debido a la limpieza de las bombas de inyección de la cabina de limpieza, del sedimentador y del tanque reservorio.

Se recomienda realizar la purga del sedimentador cada que se culmine la limpieza de una bomba de inyección.

Con la reutilización del líquido se sugiere cambiarlo tras la limpieza de 4 o 5 bombas de inyección y con su cambio limpiar totalmente el tanque reservorio.

Los aspersores e impulsores se pueden obstruir por la recirculación del fluido por lo cual se sugiere desmontarlos y de igual manera retirar los sedimentos de los mismos.

La bomba que impulsa el fluido es la parte sensible del sistema hidráulico por lo cual hay que tener mucho cuidado en la parte de la succión del fluido y tener la menor cantidad posible de sedimentos en esa zona.

Diagnóstico de averías

La disminución de presión en la salida de la bomba se puede ocasionar por la obstrucción parcial o total en la toma de succión de la misma.

4. CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La bomba hidráulica de desplazamiento positivo de 1 Hp ofrece velocidades altas en la salida de los aspersores superiores a 3.5 m/s, lo cual ayuda de manera satisfactoria en la limpieza de bombas de inyección.
- La selección del peso de mayor valor de las bombas de inyección garantiza que la estructura soporta todo tipo de bomba de inyección, el peso seleccionado es 30 kg.
- Con el proceso manual de limpieza se toma un tiempo de 80 minutos hasta lograr el objetivo, con la implementación de la máquina se redujo el tiempo a 30 minutos.
- El desengrasante biodegradable es mejor que la mezcla diésel-gasolina para la limpieza de piezas mecánicas, tanto por la facilidad con que remueve la suciedad y por la reutilización que brinda el mismo de 5 a 2.
- Mediante las especificaciones técnicas de la tubería, se conoce la presión que soporta son 258 bar, cédula 40, cumple con los requerimientos de construcción de la máquina.
- En las pruebas realizadas a comparación con las pruebas manuales se logra una remoción del 90 al 95% de suciedad, las pruebas manuales logran sacar hasta un 80 % de suciedad.
- La mezcla diésel-gasolina generaba vapores tóxicos, dañinos para la salud de los trabajadores.
- El detergente biodegradable es reutilizable aunque su apariencia luzca diferente a la del estado inicial.
- El proceso habitual de limpieza se empleaba demasiada mezcla para la limpieza de las bombas de inyección lo cual significa pérdidas económicas.
- El giro de la canastilla de limpieza permite que el detergente biodegradable pueda llegar a toda la bomba de inyección.

- La recirculación del fluido permite reutilizarlo y así poder lavar otras bombas de inyección.
- No se generan residuos que contaminen el medio ambiente, ya que el detergente biodegradable no se mezcla con el aceite o restos de diésel de las bombas de inyección.

4.2 Recomendaciones

- Al preparar la mezcla del desengrasante biodegradable con agua, asegurarse que la mezcla sea 50-50 para una mejor limpieza.
- Al realizar la construcción del tanque reservorio y la cabina de limpieza verificar que no se encuentren fugas.
- Al unir las tuberías, aspersores, impulsores colocar teflón en las uniones para que no exista fugas de líquido.
- Al colocar la bomba antes del funcionamiento se recomienda girar el rotor del motor manualmente, para verificar que no se encuentre atascado con alguna impureza.
- En la salida del tanque colocar un filtro para que retenga la mayor cantidad de impurezas.
- Purgar el sistema después de cada limpieza de bomba de inyección para evitar acumulación de impurezas.
- Colocar un temporizador para un funcionamiento por tiempos de la máquina.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Ministerio del Ambiente,» [En línea]. Available: <http://www.ambiente.gob.ec/calidad-ambiental/>.
- [2] «Ministerio del Ambiente,» [En línea]. Available: <http://www.ambiente.gob.ec/sistema-de-gestion-de-desechos-peligrosos-y-especiales/>.
- [3] A. Pedraza Calispa y P. E. Pedraza Calispa , Implementacion del proceso para lavado de las partes de motores de combustion interna de gasolina y diesel, Quito, 2014.
- [4] S. A. Pullaguari Armas, Diseño y construcción de un tanque rectangular de 400 [m³/dia] para un sistema de tratamiento de aguas residuales modalidad electrocuagulación para la empresa yakupuro cia. ltda., Quito , 2015.
- [5] I. e. g. georgerin, Elaboración de desengrasante biodegradable para el uso cotidiano como limpiador de estufas.
- [6] Dipac, «Catalogo Dipac,» [En línea].
- [7] R. L. Mott, Mecánica de Fluidos, Pearson.
- [8] S. M. Santos, Selección de bombas.
- [9] A. J. Benavides Jaya y P. L. Robalino Muñoz, Diseño y construccion de una máquina lavadora e implementacion de un centro de lavado de piezas y partes mecánicas de maquinaria pesada para la unidad de mantenimiento y transportes (UMAT) del cuerpo de ingenieros de ejercito (C.E.E), Sangolqui, 2012.
- [10] «cdigital,» [En línea]. Available: http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1080111896/1080111896_03.pdf.
- [11] J. C. McCormac y S. F. Csernak, Diseño de estructuras de acero, Quinta ed., Mexico: Alfaomega, 2012.
- [12] h. s.l., «<http://www.baufor.com/lavadoras-industriales/lavadoras-de-piezas-estandar.html>,» [En línea].

- [13] J. W. Stewart, El mundo de la alta presión, Mexico: Editorial Reverté Mexicana S. A., 1968.
- [14] E. F. Megyesy, Manual de recipientes a presión, Mexico: Limusa, 1992.
- [15] ASME, Código API 650 y 653 Diseño, Montaje y construcción de tanques soldados de acero.
- [16] SKF, catálogo selección de rodamientos SKF.
- [17] C. LEON, «<http://www.imacifp.com/wp-content/uploads/2013/09/C.F.G.M.-tuber%C3%ADas.pdf>,» [En línea].
- [18] S. Systems, «Spraying Systems Co,» [En línea]. Available: <http://www.spray.com.ec/index.aspx>. [Último acceso: 30 06 2016].
- [19] J. G. B. Ochoa, Estudio del impacto ambiental generado por un taller de mantenimiento automotriz de vehículos livianos, Cuenca, 2012.
- [20] J. E. E. Tello, Diseño de un túnel para lavado exterior de cilindros GLP 15 Kg, Guayaquil, 2007.
- [21] Tubrica, Sistema alta presión ASTM, Barquisimeto.
- [22] A. Roque, Valores de K para coeficientes de resistencias de entradas.

ANEXOS

ANEXO A:

Características del desengrasante biodegradable

FICHA TECNICA.

DESENGRASANTE INDUSTRIAL

I.DESCRIPCION. Limpiador desengrasante hidrosoluble biodegradable, compuesto por una mezcla de agentes penetrantes, solventes e inhibidores de corrosión. Formulado para remover rápidamente grasa, cera, hollín, tintas, etcétera

II. CARACTERISTICAS:

- No es corrosivo.
- No es inflamable.
- No es abrasivo.
- No produce vapores tóxicos.
- Seguro en la mayor parte de superficies.
- Fácil de usar.
- Altamente biodegradable.

III.APLICACIONES. Desengrasante general para toda la industria de alimentos, plásticos, metalmecánica, imprenta, institucional y Aeronaval.

V.MODO DE EMPLEO. Diluya 1 parte de desengrasante industrial con 1 a 2 partes de agua, dependiendo del grado de suciedad, aplique rociando, permita que la solución actúe por 3 a 4 minutos, restriegue y luego enjuague.

IV.USOS. Limpieza de máquinas y herramientas para estampar, troqueles, imprenta linotipos, maquina procesadora en panaderías, pastelerías, conservas alimenticias, asadero de pollos, embotelladoras, maquinaria textil y similar.

Limpieza de depósitos de aceites en tornos, fresadoras, rectificadoras, maquinarias de corte, etcétera .Desengrase de pisos de hormigón, concreto y baldosa. Limpieza de Filtros y campanas extractoras en cocinas. Desengrase de motores, fuselajes, partes en aeronaves y vehículos.

V.ESPECIFICACIONES FISICOQUIMICAS.

Apariencia: Líquido no viscoso, verde.

Olor: Característico, no desagradable

Gravedad Específica. 1,03 +/- 0,05

PH 12,5 +/- 1,0

Peso específico: 10,10

Punto de ebullición: 100 °C

Punto de inflamación: No inflamable.

Biodegradabilidad: Completamente.

Solubilidad: Soluble en agua en todas las proporciones.

Propiedad anticorrosiva: Retarda la acción corrosiva del agua.

Estabilidad: Hasta un año bajo condiciones normales de almacenamiento.

VI. ADVERTENCIAS Use guantes de caucho para manipular el producto.

Evite el contacto con la piel y los ojos.

En caso de contacto con los ojos o piel enjuague con abundante agua por al menos 15 minutos.

Mantener fuera del alcance de los niños.

No ingerir.

FICHA TECNICA

NOMBRE: DETERGENTE INDUSTRIAL

MARCA: ECOFLOSA

FABRICADO POR: ECOFLOSA

PROPIEDADES FISICOS – QUIMICOS

ASPECTO: Polvo granulado

COLOR: Blanco, puntos azules. O color Azul

COMPOSICION QUIMICA

1. Alquil aril sulfonato de sodio
2. Dióxido de silicio
3. Oxido de sodio
4. Tripolifosfato de sodio
5. Ftalocianina de zinc
6. Sulfato de sodio
7. Carbonato de sodio
8. Perfume
9. Agua

RECOMENDACIONES DE USO

Separar la ropa blanca y de color.

Para la limpieza se recomienda usar en una solución de 1 a 3 %.

Para mayor rendimiento, determinar experimentalmente la dosificación a usar.

PRECAUCIONES

1. Mantener las bolsas de detergente en lugares frescos
2. Evítese el contacto directo con la piel, mucosa y ojos.
3. Para manipulación del detergente usar guantes.
4. No dejar al alcance de los niños.

PRESENTACION

Sacos x 15 kilos

ANEXO B:

Datos de perfiles estructurales

**Table 4-22 (continued)
Available Critical Stress for
Compression Members**

$F_y = 35\text{ksi}$			$F_y = 36\text{ksi}$			$F_y = 42\text{ksi}$			$F_y = 46\text{ksi}$			$F_y = 50\text{ksi}$		
$\frac{Kl}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{Kl}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{Kl}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{Kl}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{Kl}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$
	ksi	ksi		ksi	ksi		ksi	ksi		ksi	ksi		ksi	ksi
	ASD	LRFD		ASD	LRFD		ASD	LRFD		ASD	LRFD		ASD	LRFD
41	19.2	28.9	41	19.7	29.7	41	22.7	34.1	41	24.6	37.0	41	26.5	39.8
42	19.2	28.8	42	19.6	29.5	42	22.6	33.9	42	24.5	36.8	42	26.3	39.5
43	19.1	28.7	43	19.6	29.4	43	22.5	33.7	43	24.3	36.6	43	26.2	39.3
44	19.0	28.5	44	19.5	29.3	44	22.3	33.6	44	24.2	36.3	44	26.0	39.1
45	18.9	28.4	45	19.4	29.1	45	22.2	33.4	45	24.0	36.1	45	25.8	38.8
46	18.8	28.3	46	19.3	29.0	46	22.1	33.2	46	23.9	35.9	46	25.6	38.5
47	18.7	28.1	47	19.2	28.9	47	22.0	33.0	47	23.8	35.7	47	25.5	38.3
48	18.6	28.0	48	19.1	28.7	48	21.8	32.8	48	23.6	35.4	48	25.3	38.0
49	18.5	27.9	49	19.0	28.5	49	21.7	32.6	49	23.4	35.2	49	25.1	37.7
50	18.4	27.7	50	18.9	28.4	50	21.6	32.4	50	23.3	35.0	50	24.9	37.5
51	18.3	27.6	51	18.8	28.3	51	21.4	32.2	51	23.1	34.8	51	24.8	37.2
52	18.3	27.4	52	18.7	28.1	52	21.3	32.0	52	23.0	34.5	52	24.6	36.9
53	18.2	27.3	53	18.6	28.0	53	21.2	31.8	53	22.8	34.3	53	24.4	36.7
54	18.1	27.1	54	18.5	27.8	54	21.0	31.6	54	22.6	34.0	54	24.2	36.4
55	18.0	27.0	55	18.4	27.6	55	20.9	31.4	55	22.5	33.8	55	24.0	36.1
56	17.9	26.8	56	18.3	27.5	56	20.7	31.2	56	22.3	33.5	56	23.8	35.8
57	17.7	26.7	57	18.2	27.3	57	20.6	31.0	57	22.1	33.3	57	23.6	35.5
58	17.6	26.5	58	18.1	27.1	58	20.5	30.7	58	22.0	33.0	58	23.4	35.2
59	17.5	26.4	59	17.9	27.0	59	20.3	30.5	59	21.8	32.8	59	23.2	34.9
60	17.4	26.2	60	17.8	26.8	60	20.2	30.3	60	21.6	32.5	60	23.0	34.6
61	17.3	26.0	61	17.7	26.6	61	20.0	30.1	61	21.4	32.2	61	22.8	34.3
62	17.2	25.9	62	17.6	26.5	62	19.9	29.9	62	21.3	32.0	62	22.6	34.0
63	17.1	25.7	63	17.5	26.3	63	19.7	29.6	63	21.1	31.7	63	22.4	33.7
64	17.0	25.5	64	17.4	26.1	64	19.6	29.4	64	20.9	31.4	64	22.2	33.4
65	16.9	25.4	65	17.3	25.9	65	19.4	29.2	65	20.7	31.2	65	22.0	33.0
66	16.8	25.2	66	17.1	25.8	66	19.2	28.9	66	20.5	30.9	66	21.8	32.7
67	16.7	25.0	67	17.0	25.6	67	19.1	28.7	67	20.4	30.6	67	21.6	32.4
68	16.5	24.9	68	16.9	25.4	68	18.9	28.5	68	20.2	30.3	68	21.4	32.1
69	16.4	24.7	69	16.8	25.2	69	18.8	28.2	69	20.0	30.1	69	21.1	31.8
70	16.3	24.5	70	16.7	25.0	70	18.6	28.0	70	19.8	29.8	70	20.9	31.4
71	16.2	24.3	71	16.5	24.8	71	18.5	27.7	71	19.6	29.5	71	20.7	31.1
72	16.1	24.2	72	16.4	24.7	72	18.3	27.5	72	19.4	29.2	72	20.5	30.8
73	16.0	24.0	73	16.3	24.5	73	18.1	27.2	73	19.2	28.9	73	20.3	30.5
74	15.8	23.8	74	16.2	24.3	74	18.0	27.0	74	19.1	28.6	74	20.1	30.2
75	15.7	23.6	75	16.0	24.1	75	17.8	26.8	75	18.9	28.4	75	19.8	29.8
76	15.6	23.4	76	15.9	23.9	76	17.6	26.5	76	18.7	28.1	76	19.6	29.5
77	15.5	23.3	77	15.8	23.7	77	17.5	26.3	77	18.5	27.8	77	19.4	29.2
78	15.4	23.1	78	15.6	23.5	78	17.3	26.0	78	18.3	27.5	78	19.2	28.8
79	15.2	22.9	79	15.5	23.3	79	17.1	25.8	79	18.1	27.2	79	19.0	28.5
80	15.1	22.7	80	15.4	23.1	80	17.0	25.5	80	17.9	26.9	80	18.8	28.2
ASD		LRFD												
$\Omega_c = 1.67$		$\phi_c = 0.90$												

$F_y = 36$ ksi
 $F_u = 58$ ksi

Table 5-2 (continued)
Available Strength in
Axial Tension
Angles



Shape	Gross Area, A_g	$A_e =$ $0.75A_g$	Yielding		Rupture	
			kips		kips	
			P_n/Ω_t	$\phi_t P_n$	P_u/Ω_t	$\phi_t P_u$
			ASD	LRFD	ASD	LRFD
L3x3x1/2	2.75	2.06	58.3	89.1	59.7	89.6
x7/16	2.43	1.82	52.4	78.7	52.8	79.2
x3/8	2.11	1.58	45.5	68.4	45.8	68.7
x5/16	1.78	1.34	38.4	57.7	38.9	58.3
x1/4	1.44	1.08	31.0	46.7	31.3	47.0
x3/16	1.09	0.818	23.5	35.3	23.7	35.6
L3x2 1/2x1/2	2.50	1.88	53.9	81.0	54.5	81.8
x7/16	2.21	1.66	47.6	71.8	48.1	72.2
x3/8	1.82	1.44	41.4	62.2	41.8	62.6
x5/16	1.67	1.25	36.0	54.1	36.3	54.4
x1/4	1.31	0.983	28.2	42.4	28.5	42.8
x3/16	1.00	0.747	21.5	32.3	21.7	32.5
L3x2x1/2	2.25	1.69	48.5	72.9	49.0	73.5
x3/8	1.73	1.30	37.3	56.1	37.7	56.6
x5/16	1.46	1.10	31.5	47.3	31.9	47.9
x1/4	1.19	0.892	25.7	38.6	25.9	38.8
x3/16	0.902	0.676	19.4	29.2	19.6	29.4
L2 1/2x2 1/2x1/2	2.25	1.69	48.5	72.9	49.0	73.5
x3/8	1.73	1.30	37.3	56.1	37.7	56.6
x5/16	1.46	1.10	31.5	47.3	31.9	47.9
x1/4	1.19	0.892	25.7	38.6	25.9	38.8
x3/16	0.900	0.675	19.4	29.2	19.6	29.4
L2 1/2x2x3/8	1.55	1.16	33.4	50.2	33.6	50.5
x5/16	1.31	0.983	28.2	42.4	28.5	42.8
x1/4	1.06	0.795	22.9	34.3	23.1	34.6
x3/16	0.809	0.607	17.4	26.2	17.6	26.4
L2 1/2x1 1/2x1/4	0.938	0.704	20.2	30.4	20.4	30.6
x3/16	0.715	0.536	15.4	23.2	15.5	23.3
L2x2x3/8	1.36	1.02	29.3	44.1	29.6	44.4
x5/16	1.15	0.863	24.8	37.3	25.0	37.5
x1/4	0.938	0.704	20.2	30.4	20.4	30.6
x5/16	0.715	0.536	15.4	23.2	15.5	23.3
x1/8	0.484	0.363	10.4	15.7	10.5	15.8
Limit State	ASD	LRFD	Note: Tensile rupture on the effective net area will control over tensile yielding on the gross area unless the tension member is selected so that an end connection can be configured with $A_e \geq 0.745A_g$.			
Yielding	$\Omega_t = 1.67$	$\phi_t = 0.90$				
Rupture	$\Omega_t = 2.00$	$\phi_t = 0.75$				

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION, INC.

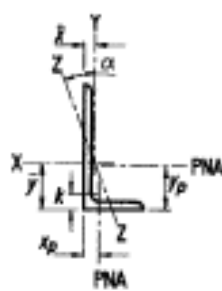


Table 1-7 (continued)
Angles
Properties

Shape	k	Wt.	Area, A	Axis X-X						Flexural-Torsional Properties		
				I	S	r	\bar{y}	Z	y_p	J	C_w	\bar{r}_o
				in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ³	in.	in. ⁴	in. ⁶	in.
L3x2x1/2	13/16	7.70	2.25	1.92	1.00	0.922	1.08	1.78	0.736	0.192	0.0908	1.39
x3/8	11/16	5.90	1.73	1.54	0.779	0.937	1.03	1.39	0.668	0.0855	0.0413	1.42
x5/16	9/16	5.00	1.46	1.32	0.662	0.945	1.01	1.19	0.633	0.0510	0.0248	1.43
x1/4	8/16	4.10	1.19	1.09	0.541	0.953	0.980	0.969	0.596	0.0270	0.0132	1.45
x3/16	1/2	3.07	0.902	0.847	0.414	0.961	0.952	0.743	0.556	0.0119	0.00576	1.46
L2 1/2x2 1/2x3/2	3/4	7.70	2.25	1.22	0.716	0.735	0.803	1.29	0.450	0.188	0.0791	1.30
x3/8	5/8	5.90	1.73	0.972	0.558	0.749	0.758	1.01	0.347	0.0833	0.0362	1.33
x5/16	9/16	5.00	1.46	0.837	0.474	0.756	0.735	0.853	0.293	0.0495	0.0218	1.35
x1/4	1/2	4.10	1.19	0.692	0.387	0.764	0.711	0.695	0.237	0.0261	0.0116	1.36
x3/16	7/16	3.07	0.900	0.535	0.295	0.771	0.687	0.529	0.180	0.0114	0.00510	1.38
L2 1/2x2x3/8	5/8	5.30	1.55	0.914	0.546	0.766	0.826	0.982	0.425	0.0746	0.0268	1.22
x5/16	9/16	4.50	1.31	0.790	0.465	0.774	0.803	0.839	0.391	0.0444	0.0162	1.23
x1/4	1/2	3.62	1.06	0.656	0.381	0.782	0.779	0.688	0.356	0.0235	0.00868	1.25
x3/16	7/16	2.75	0.809	0.511	0.293	0.790	0.754	0.529	0.318	0.0103	0.00382	1.26
L2 1/2x1 1/2x1/4	1/2	3.22	0.938	0.594	0.364	0.792	0.866	0.644	0.606	0.0209	0.00694	1.19
x3/16	7/16	2.47	0.715	0.464	0.280	0.801	0.839	0.497	0.568	0.00921	0.00306	1.20
L2x2x3/8	5/8	4.70	1.36	0.476	0.348	0.591	0.632	0.629	0.342	0.0658	0.0174	1.05
x5/16	9/16	3.92	1.15	0.414	0.298	0.598	0.609	0.537	0.290	0.0393	0.0106	1.06
x1/4	1/2	3.19	0.938	0.346	0.244	0.605	0.586	0.440	0.236	0.0209	0.00572	1.08
x3/16	7/16	2.44	0.715	0.271	0.188	0.612	0.561	0.338	0.180	0.00921	0.00254	1.09
x1/8	3/8	1.65	0.484	0.189	0.129	0.620	0.534	0.230	0.123	0.00293	0.000789	1.10

g	Workable Gages in Angle Legs, in.														
	Leg	8	7	6	5	4	3 1/2	3	2 1/2	2	1 3/4	1 1/2	1 3/8	1 1/4	1
g	4 1/2	4	3 1/2	3	2 1/2	2	1 3/4	1 3/8	1 1/8	1	7/8	7/8	3/4	5/8	
g ₁	3	2 1/2	2 1/4	2											
g ₂	3	3	2 1/2	1 3/4											

Note: Other gages are permitted to suit specific requirements subject to clearances and edge distance limitations

ANEXO C:

Características de la tubería

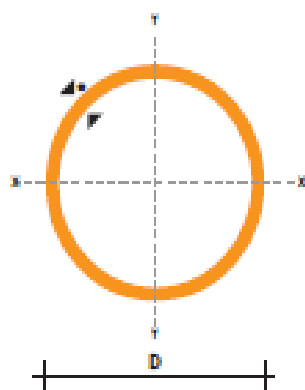
CAÑERIAS NEGRA / GALVANIZADA

Especificaciones Generales

Norma	ISO-65 SERIE LMIANA II
Recubrimiento	Negras o Galvanizadas
Largo normal	6 mts
Otros largos	Previa consulta
Dimensiones	Desde 1/2" a 4"
Espesor	Desde 2.0 mm a 3.6 mm
Extremos	Roscados solo en galvanizadas



DIAMETRO NOMINAL	DIMENSIONES				PROPIEDADES		
	DIAMETRO EXTERIOR	ESPESOR	PESO	AREA			
	D	e	P	A	I	W	r
Pulg	mm	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm
1/2	21.35	2.00	0.99	1.22	0.57	0.59	0.68
3/4	26.90	2.30	1.45	1.78	1.34	1.09	0.87
1	33.70	2.50	1.96	2.45	2.98	1.91	1.10
1 1/4	42.40	2.50	2.55	3.13	6.24	3.13	1.41
1 1/2	48.30	2.65	3.02	3.87	10.05	4.41	1.61
2	60.30	2.65	3.79	4.89	20.26	7.04	2.04
2 1/2	73.00	3.20	5.65	7.02	42.73	12.24	2.47
3	88.90	3.20	6.81	8.62	79.09	18.46	3.03
4	114.30	3.60	9.92	12.52	191.78	34.65	3.91



NOMENCLATURA	
A	Area de la selección transversal del tubo, cm ²
I	Momento de inercia de la sección, cm ⁴
W	Módulo resistente de la sección, cm ³
r	Radio de giro de la sección, cm

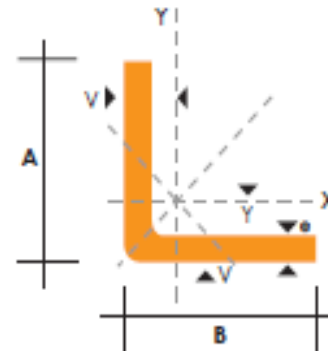
ANEXO D:

Características del perfil estructural

PERFILES ESTRUCTURALES ANGULOS "L" DOBLADO

Especificaciones Generales

Norma	INEN 1 623: 2000
Otras calidades	Previa consulta
Largo normal	6,00 m
Otros largos	Previa consulta
Espesores	Desde 1,5 hasta 12 mm
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa consulta



DIMENSIONES			PESOS		SECCION	EJE X-X		EJE Y-Y		EJE U-U	EJE V-V
A	B	e	6 metros	1 metro		I	W	i	X=Y	i	i
mm	mm	mm	Kg	Kg		cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm
25	25	2	4.38	0.73	0.93	0.57	0.32	0.78	0.72	0.99	0.47
25	25	3	6.36	1.06	1.35	0.79	0.44	0.76	0.77	0.98	0.44
30	30	2	5.34	0.89	1.13	1.00	0.46	0.94	0.84	1.20	0.58
30	30	3	7.80	1.30	1.65	1.41	0.67	0.92	0.89	1.18	0.55
30	30	4	10.08	1.68	2.14	1.80	0.88	0.92	0.94	1.17	0.52
40	40	2	7.20	1.20	1.53	2.44	0.84	1.26	1.09	1.61	0.78
40	40	3	10.62	1.77	2.25	3.50	1.22	1.25	1.14	1.59	0.76
40	40	4	13.86	2.31	2.94	4.46	1.58	1.23	1.19	1.58	0.78
40	40	5	19.62	2.82	3.59	5.31	1.91	1.22	1.23	0.73	0.73
50	50	2	9.12	1.52	1.93	4.86	1.33	1.58	1.34	2.01	0.98
50	50	3	13.44	2.24	2.85	7.03	1.95	1.57	1.39	2.00	0.96
50	50	4	17.64	2.94	3.74	9.04	2.53	1.56	1.43	1.98	0.94
50	50	5	21.60	3.60	4.59	10.88	3.09	1.54	1.48	1.97	0.93
50	50	6	25.92	4.32	5.40	12.57	3.62	1.53	1.53	1.96	0.90
60	60	3	16.26	2.71	3.45	12.37	2.84	1.89	1.64	2.41	1.16
60	60	4	21.36	3.56	4.54	16.00	3.71	1.88	1.68	2.39	1.15
60	60	5	26.34	4.39	5.59	19.40	4.54	1.86	1.73	2.38	1.13
60	60	6	31.68	5.28	6.60	22.56	5.35	1.85	1.78	2.37	1.11
60	60	8	41.04	6.84	8.55	28.21	6.85	1.82	1.88	2.34	1.05
75	75	3	19.56	3.26	4.35	24.60	4.48	2.38	2.01	3.02	1.48
75	75	4	27.06	4.51	5.74	32.02	5.88	2.36	2.06	3.00	1.45
75	75	5	33.42	5.57	7.09	39.08	7.25	2.35	2.11	2.99	1.43
75	75	6	40.32	6.72	8.40	45.76	8.57	2.33	2.16	2.97	1.40
75	75	8	52.56	8.76	10.95	58.03	11.05	2.30	2.25	2.95	1.37
75	75	10	64.92	10.82	13.36	68.89	13.38	2.27	2.35	2.92	1.32
80	80	4	28.92	4.82	6.14	39.10	6.72	2.52	2.18	3.21	1.56
80	80	5	35.76	5.96	7.59	47.79	8.28	2.51	2.23	3.20	1.54
80	80	6	43.20	7.20	9.00	56.05	9.80	2.49	2.28	3.18	1.51
80	80	8	56.40	9.40	11.75	71.32	12.67	2.46	2.37	3.16	1.46
80	80	10	68.94	11.49	14.36	84.94	15.36	2.43	2.47	3.13	1.43
80	80	12	81.78	13.63	16.83	97.05	17.87	2.40	2.57	3.10	1.38

También en galvanizado e inoxidable - Medidas Especiales Bajo Pedido.

ANEXO E:

Características Plancha Galvanizada

PLANCHAS GALVANIZADAS

Especificaciones Generales

Acero base	Calidad Comercial o según tabla de Laminado al Frío
Norma	ASTM A 653 (Norma de recubrimiento)
Espesores	0.30 a 2.90
Rolls	X 1219 y flejes
Planchas	4 X 8 y medidas especiales
Flor	Regular Mínima Zero



RECUBRIMIENTO (TOTAL AMBAS CARAS)		
TIPO	oz / pla ²	gr / m ²
G-40	40	120
G-60	60	180
G-90	90	270

PRODUCTO/ MERCADO	COMERCIAL CONSTRUCCION Y EDIFICIOS	INDUSTRIAL	LINEA BLANCA	AUTOMOTRIZ
Lámina Galvanizada	Techos y paredes, perfilera y tubería en general, polines, soportes de cielo falso, ductos de aire, silos para almacenar granos, accesorios para construcción, cortinas metálicas, señalizaciones de carretera, estructuras, techos y soportes de establecimientos.	Aire acondicionado, ventiladores de techo y ventana, tapas, extractores de humo, casas móviles, ductos, bisagras, recipientes, cajas eléctricas, pizarrones electrónicos, motores, lánas, etc.	Respaldo de refrigeradores, estufas y lavadoras, soportes, bases, uniones, esquineros y accesorios de fijación y otras partes no expuestas.	Moflers, uniones, soportes, pisos, carter, guantera, portaestéreos, cinchos y otras partes no expuestas, etc.

ANEXO F:

Diseño de juntas soldadas

Soldadura de canal cuadrada (1)
Junta-T (T)
Junta de esquina (C)

DIMENSIONES EN mm

Proceso de Soldadura	Designación de Junta	Espesor de Base de Metal (U = ilimitado)		Preparación de Canal			Posiciones de Soldar Permisibles	Gas de Protección para FCAW	Notas
		T ₁	T ₂	Abertura de Raíz	Tolerancias				
					Como Detallado (ver 3.13.1)	Como Ajustado (ver 3.13.1)			
SMAW	TC-L1b	6 max.	U	$R = \frac{T_1}{2}$	+2, -0	+2, -3	Todas	—	d, e, g
GMAW FCAW	TC-L1-GF	10 max.	U	R = 0 a 3	+2, -0	+2, -3	Todas	No requerido	a, d, g
SAW	TC-L1-S	10 max.	U	R = 0	±0	+2, -0	F	—	d, g

Soldadura de canal bisel individual (4)
Junta-T (T)
Junta de esquina (C)

DIMENSIONES EN mm

Proceso de Soldadura	Designación de Junta	Espesor de Base de Metal (U = ilimitado) -		Preparación de Canal			Posiciones de Soldar Permisibles	Gas de Protección para FCAW	Notas
		T ₁	T ₂	Abertura de Raíz	Tolerancias				
					Cara de Raíz	Como Detallado (ver 3.13.1)			
SMAW	TC-U4b	U	U	R = 0 a 3	+2, -0	+2, -3	Todas	—	d, e, g, j, k
GMAW FCAW	TC-U4b-GF	U	U	f = 0 a 3 α = 45°	+2, -0 +10°, -0°	No limitado 10°, -5°	Todas	No requerido	a, d, g, j, k
SAW	TC-U4b-S	U	U	R = 0 f = 6 max. α = 60°	±0 +0, -3 +10°, -0°	+6, -0 ±2 10°, -5°	F	—	d, g, j, k

ANEXO G

Tabla salarios mínimos sectoriales 2016, comisión sectorial N°
8 “Metalmecánica”

**ANEXO 1: ESTRUCTURAS OCUPACIONALES Y PORCENTAJES DE INCREMENTO PARA LA REMUNERACIÓN MÍNIMA SECTORIAL
COMISIÓN SECTORIAL No. 8 "METALMECÁNICA"**

RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA:

- 1.- INDUSTRIAS BÁSICAS DEL HIERRO, ACERO Y METALES NO FERROSOS
- 2.- FABRICACIÓN DE MUEBLES Y ACCESORIOS METÁLICOS
- 3.- FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS METÁLICOS (ENVASES, RECIPIENTES, UTENSILLOS DE USO DOMÉSTICO, PRODUCTOS DE TORNILLERÍA, CLAVOS,
- 4.- TUERCAS ARTÍCULOS DE ALAMBRE), EXCEPTO MAQUINARIA Y EQUIPOS
- 5.- FABRICACIÓN DE PRODUCTOS METÁLICOS ESTRUCTURALES

CARGO / ACTIVIDAD	ESTRUCTURA OCUPACIONAL	COMENTARIOS / DETALLES DEL CARGO O ACTIVIDAD	CÓDIGO IESS	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL 2016
JEFE DE PRIMER NIVEL DEL SECTOR DE METALMECÁNICA	B1	INCLUYE: JEFE DE MANTENIMIENTO, JEFE DE DISTRIBUCIÓN Y LOGÍSTICA, JEFE DE CONTROL DE CALIDAD, JEFE DE RECURSOS HUMANOS, JEFE DE PRODUCCIÓN, JEFE DE BODEGA, JEFE DE PLANTA, JEFE DE PROYECTO, JEFE DE VENTAS, JEFE DE COMPRAS	0810000000001	380,71
JEFE/COORDINADOR DEL SECTOR DE METALMECÁNICA	B2	INCLUYE: JEFE DE SECCIÓN, JEFE DE INSTALACIÓN, JEFE DE TALLER, JEFE DE ENDEZADORA, JEFE DE MAESTRANZA, JEFE DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS; JEFE DE MATRICEROS INCLUYE RODILLOS Y CAJAS DE LAMINACIÓN, JEFE DE TALLERES DE REPETIDORES, JEFE DE MANTENIMIENTO MECÁNICO Y ELÉCTRICO	0804289300002	380,60
ANALISTA/ESPECIALISTA/ INSPECTOR/SUPERVISOR DEL SECTOR DE METALMECÁNICA	B3	INCLUYE: SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN, SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO MECÁNICO, SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO, SUPERVISOR DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS, SUPERVISOR DE PATIOS Y MOVIMIENTO, SUPERVISOR DE ENDEZADORA, SUPERVISOR DE BODEGA, SUPERVISOR DE ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA, INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD, INSPECTOR DE PALANQUILLA, INSPECTOR MANTENIMIENTO ELÉCTRICO PREVENTIVO, INSPECTOR MANTENIMIENTO MECÁNICO PREVENTIVO	0830000000003	380,45
TÉCNICOS DEL SECTOR DE METALMECÁNICA	C1	INCLUYE: OPERADOR OXICORTE DIGITAL, OPERADOR BARLADORA DIGITAL, ELECTROMECAÁNICO, ELECTRÓNICO, OPERADOR DE CORTE DE HILO, OPERADOR DE MÁQUINAS DE ELECTROEROSIÓN, PREPARADOR DE COLORES, OPERADOR DE SECCIÓN, TORNERO, SOLDADOR ESPECIALIZADO, ELECTRICISTA ESPECIALIZADO, MECANICO ESPECIALIZADO, OPERADOR SENIOR	0820000000006	380,35
OPERADOR GENERAL DE MAQUINARIA/EQUIPO DEL SECTOR DE METALMECÁNICA	C2	INCLUYE: OPERADOR JUNIOR, CERRAJERO	0820000000005	380,09
ESMALTADOR Y ENLOZADOR DE UTENSILLOS DE USO DOMÉSTICO	C3		0804289900106	380,09
AUXILIAR / AYUDANTE DEL SECTOR DE METALMECÁNICA	D2	INCLUYE: AYUDANTES EN GENERAL	0820000000009	377,75
AUXILIAR / AYUDANTE DEL SECTOR DE METALMECÁNICA SIN EXPERIENCIA	E2	INCLUYE: AYUDANTES SIN EXPERIENCIA PREVIA	0820000000010	375,37

ANEXO G:

Proceso de construcción

Compra y cortar perfil para la estructura



Armar cuadro superior de la estructura



Colocar perfiles que serán la base de la estructura



Comprar plancha galvanizada para construcción de la cabina de limpieza



Cortar y doblar la plancha



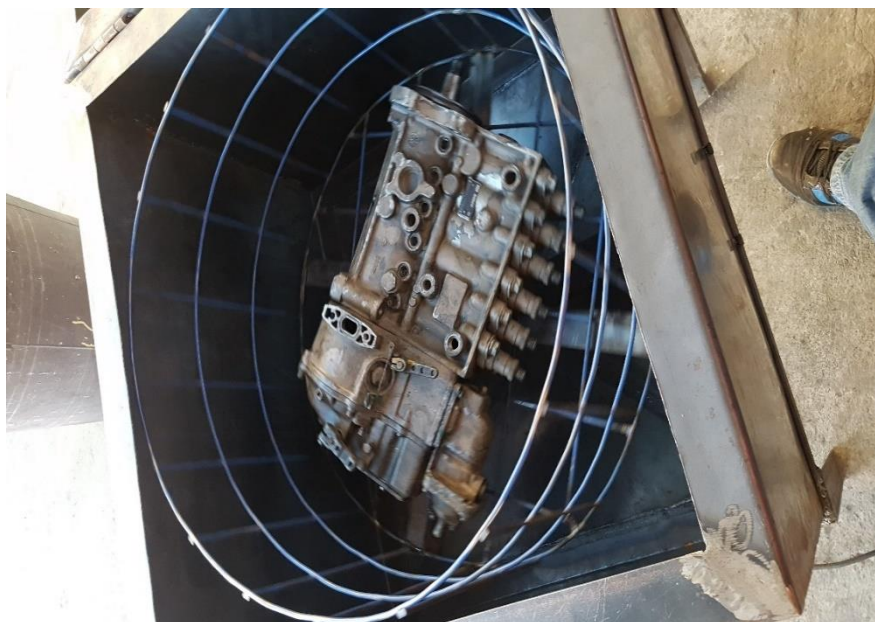
Soldar las planchas dobladas



Cortar la plancha y doblar para hacer el recipiente



Comprobación dimensiones de canastilla con una bomba de inyección



Ensamblaje de la estructura con la bomba hidráulica y el recipiente



Union de la cabina con la bomba hidráulica

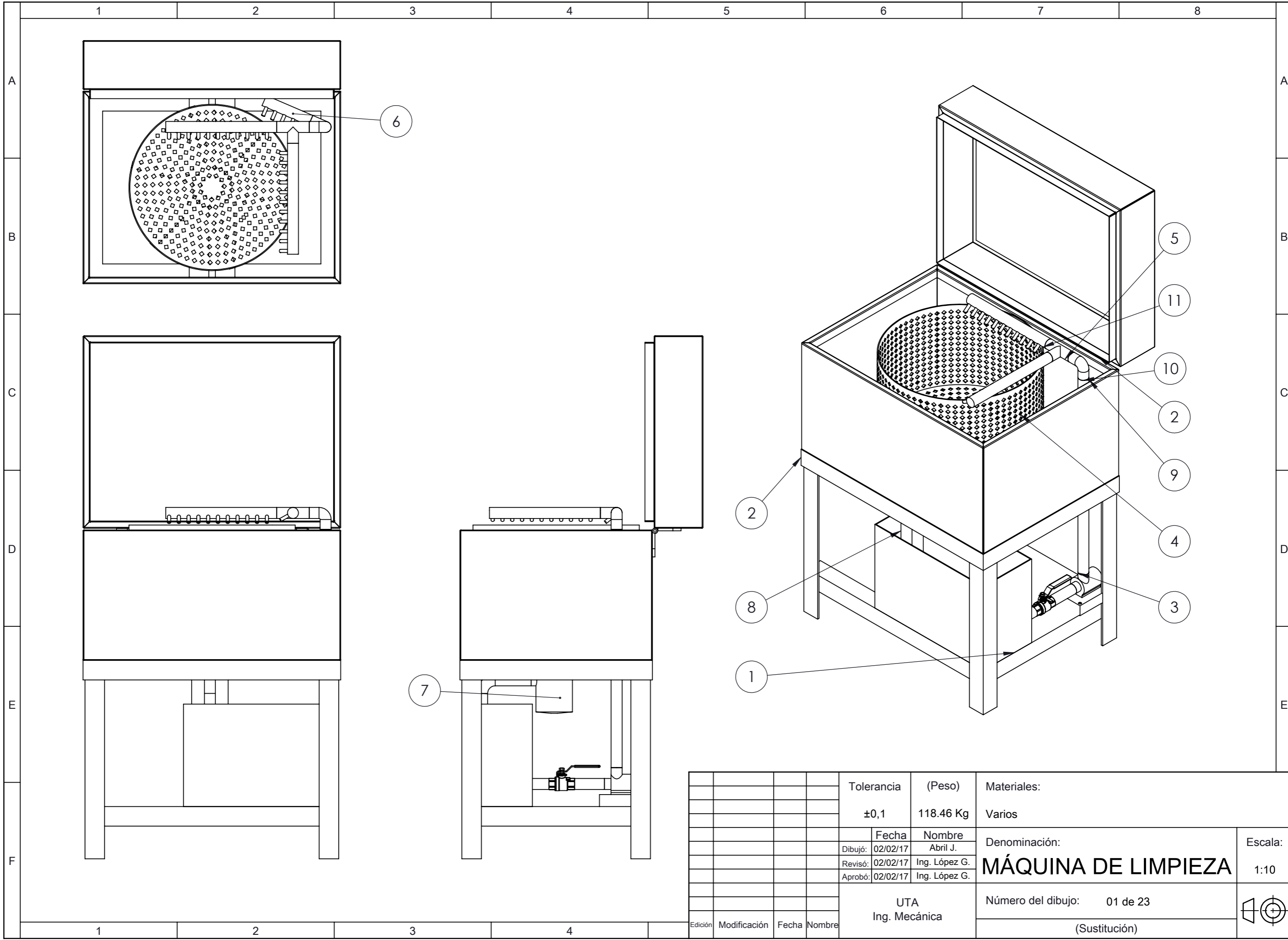


Máquina ensamblada



FIN

6. PLANOS

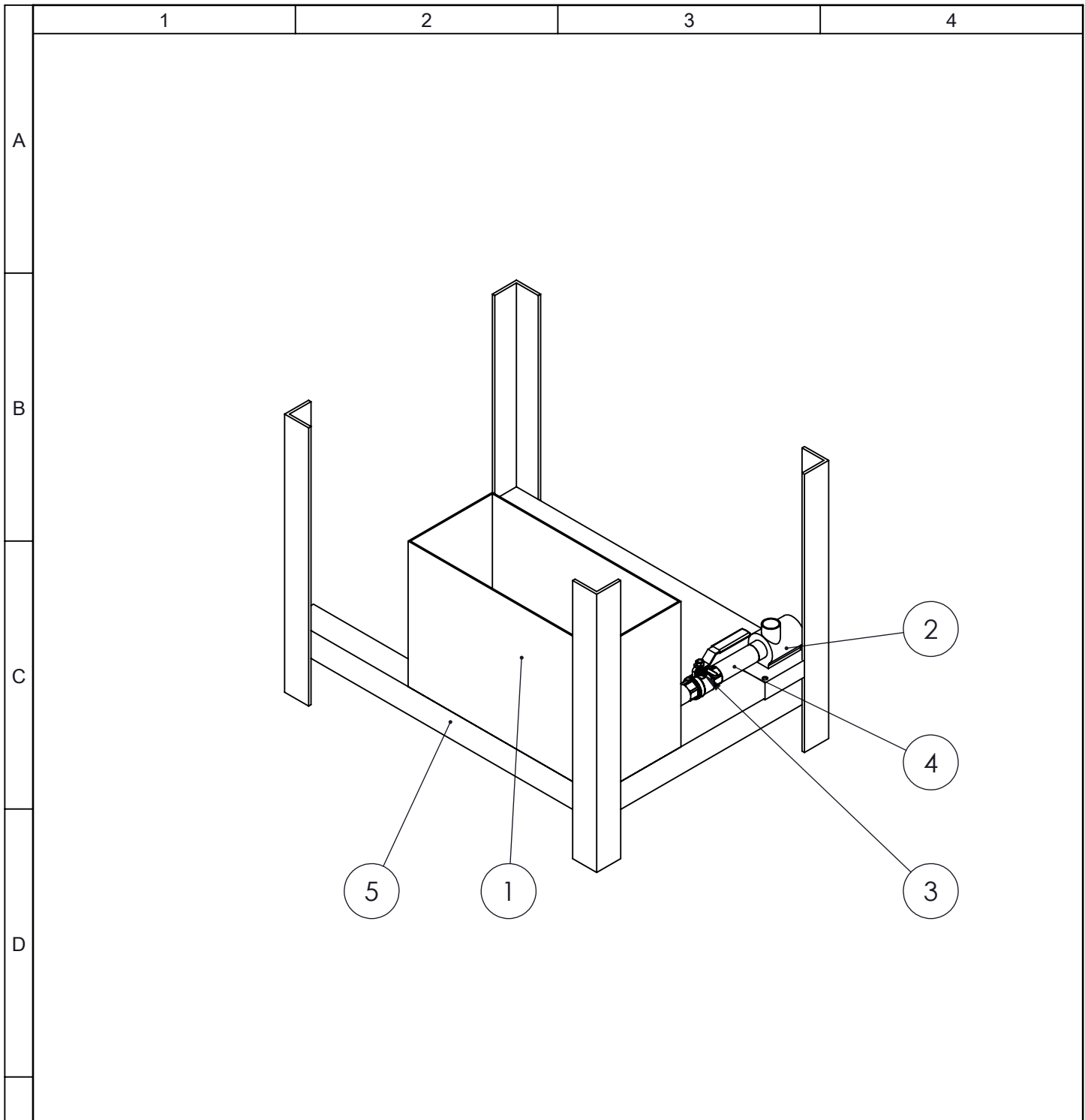


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	118.46 Kg	Varios	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dibujó:	02/02/17	Abril J.	
				Revisó:	02/02/17	Ing. López G.	
				Aprobó:	02/02/17	Ing. López G.	MÁQUINA DE LIMPIEZA Escala: 1:10
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 01 de 23	
						(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

A	1	2	3	4
B				

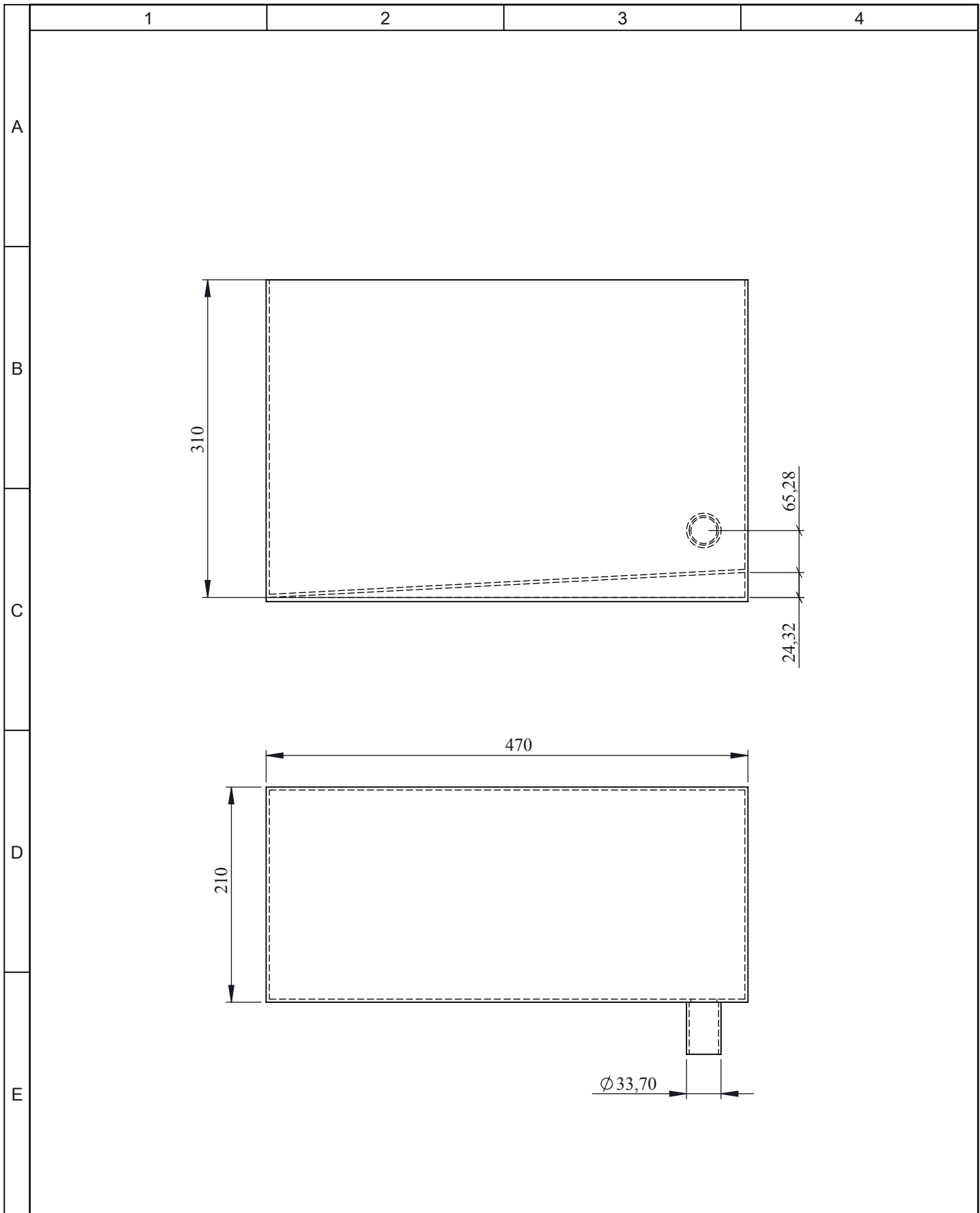
No. DE ORDEN	No. DE PIEZAS	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
C	1	ENSAMBLAJE ESTRUCTURA RECIPIENTE	Unión del recipiente con la estructura	1
	2	ENSAMBLAJE CABINA DE LIMPIEZA	Unión cabina de limpieza con canastilla y soporte	1
D	3	TUBERIA 330 MM	ISO-65 Serie liviana II	1
	4	ENSAMBLAJE SOPORTE CANASTILLA	Unión soporte y canastilla	1
	5	ACCESORIO TE 1" GALVANIZADO	ASTM A53-07	2
	6	IMPULSORES	Tubería con impulsores	1
	7	RECOLECTOR DE SEDIMENTOS	Recipiente colector de residuos	1
E	8	TUBERIA DE DESCARGA	ISO-65 Serie liviana II	1
	9	TUBERIA DE ACOUPLE 300 MM	ISO-65 Serie liviana II	1
	10	ACCESORIO CODO 1" GALVANIZADO	ASTM A53-07	1
	11	ASPERSORES	Tubería con aspersores	2

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1			
				Fecha	Nombre	Denominación: LISTA COMPONENTES	Escala: 1:1
				Dibujó: 02/02/17	Abril J.		
				Revisó: 02/02/17	Ing. López G.		
				Aprobó: 02/02/17	Ing. López G.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 02 de 23	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

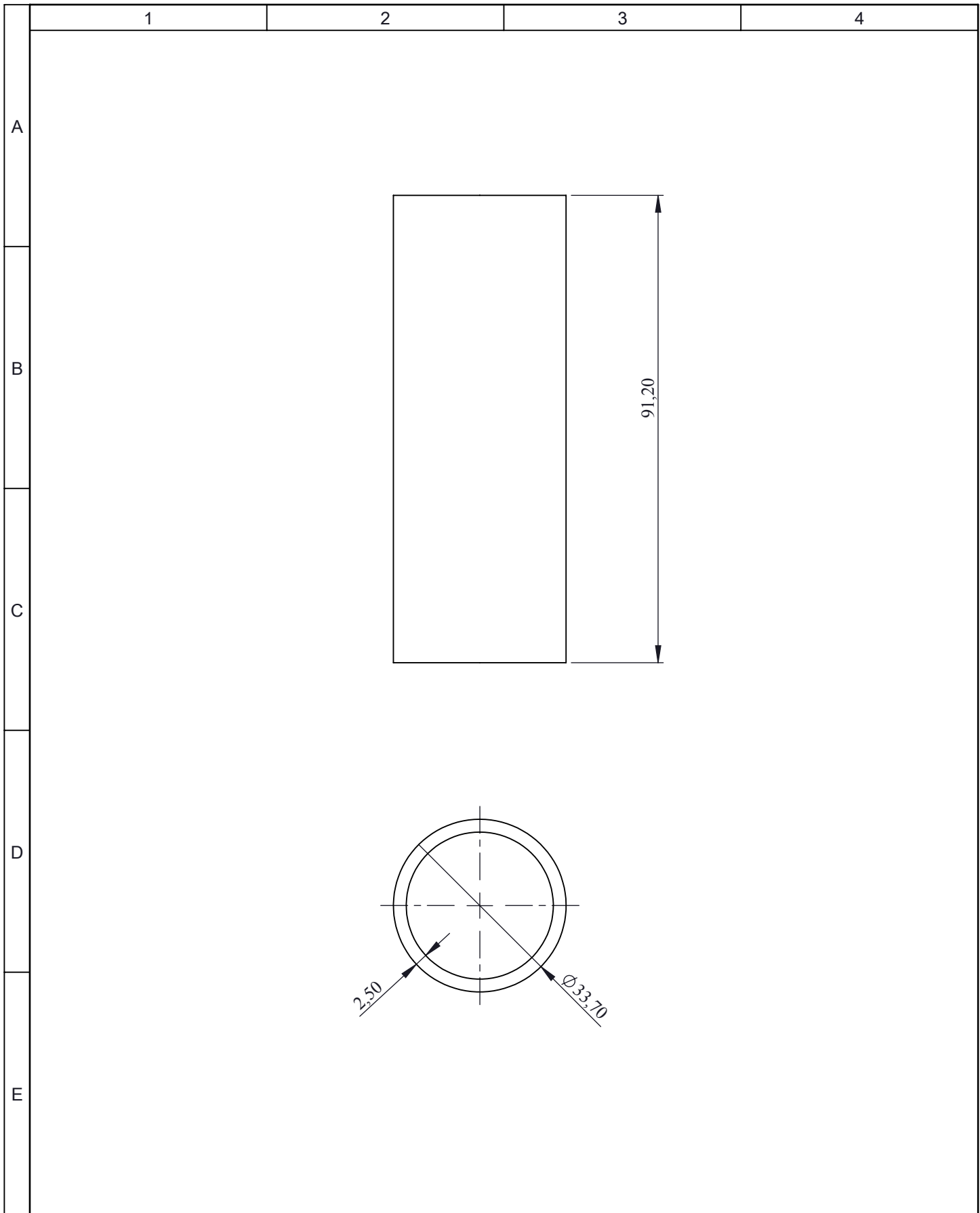


No. DE ORDEN	No. DE PIEZAS	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1		RECIPIENTE	Norma ASME 650	1
2		BOMBA	Adquirido	1
3		VALVULA DE GLOBO	Adquirido	1
4		ACOPLE BOMBA VALVULA	ISO-65 Serie liviana II	1
5		ESTRUCTURA	ASTM A36	1

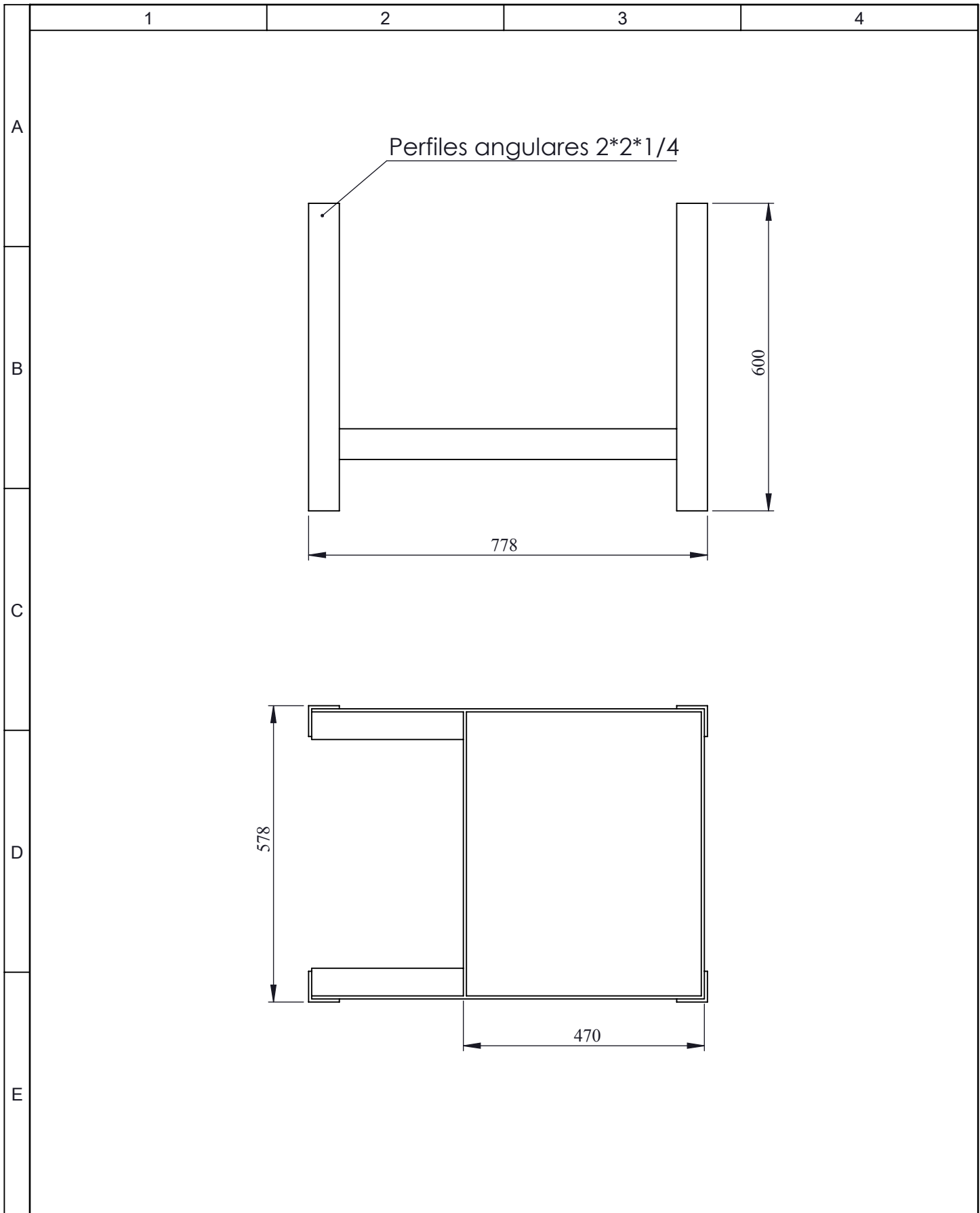
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	50.53 Kg	Varios	
				Fecha	Nombre	Denominación: ENSAMBLAJE ESTRUCTURA RECIPIENTE	Escala: 1:10
			Dibujó:	02/02/17	Abril J.		
			Revisó:	02/02/17	Ing. López G.		
				Aprobó:	02/02/17	Ing. López G.	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 03 de 23	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



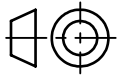
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	15.29 Kg	Acero Galvanizado ASTM A653	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó:	02/02/17	Abril J.		
			Revisó:	02/02/17	Ing. López G.		
				Aprobó:	02/02/17	Ing. López G.	1:5
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 04 de 23	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

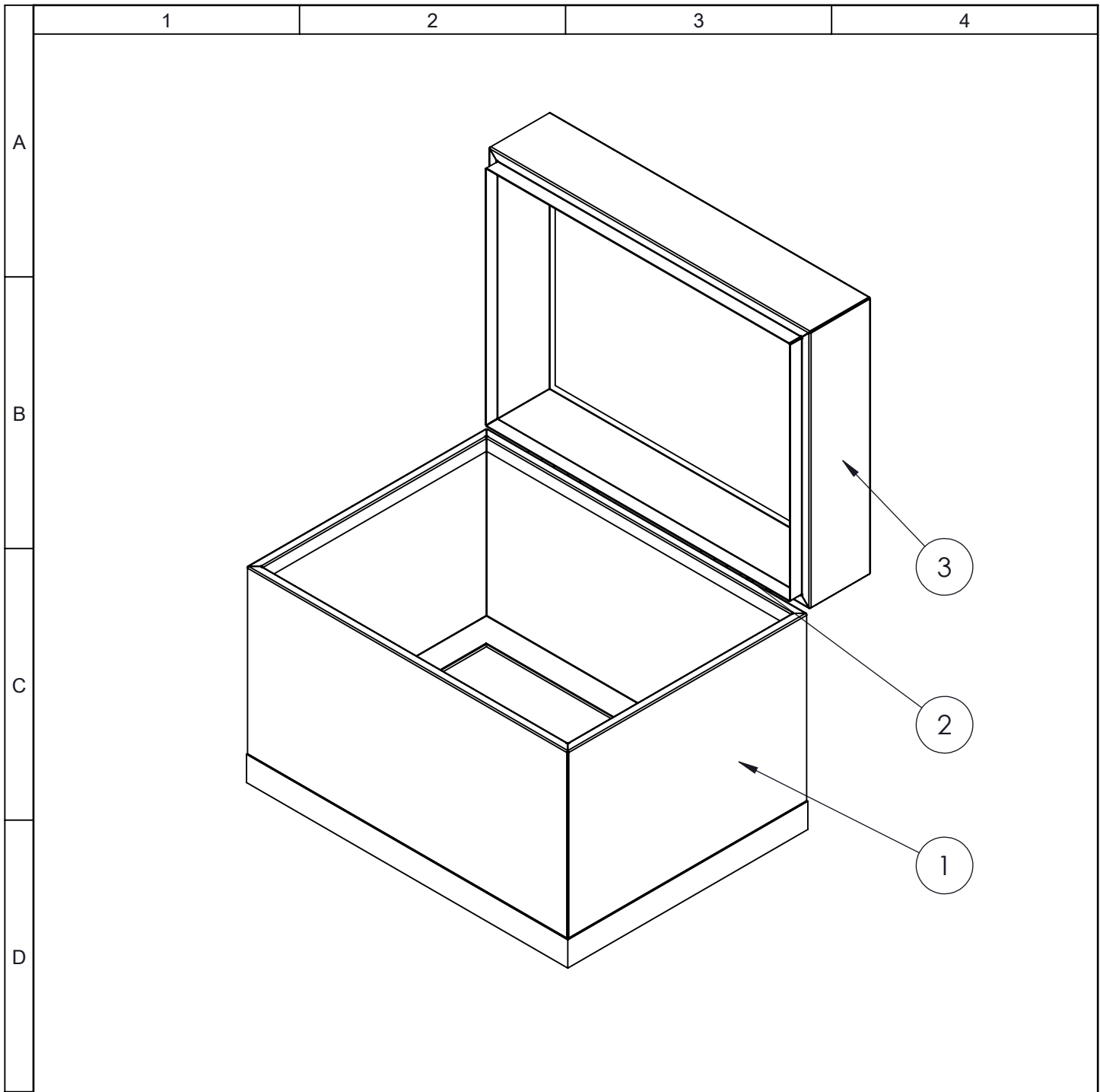


					Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
					±0,1	0.02 Kg	Acero negro ISO-65 Serie liviana II		
					Fecha	Nombre	Denominación: ACOPLE		Escala: 1:1
				Dibujó:	02/02/17	Abril J.			
				Revisó:	02/02/17	Ing. López G.			
					Aprobó:	02/02/17	Ing. López G.		
					UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 05 de 23		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)			



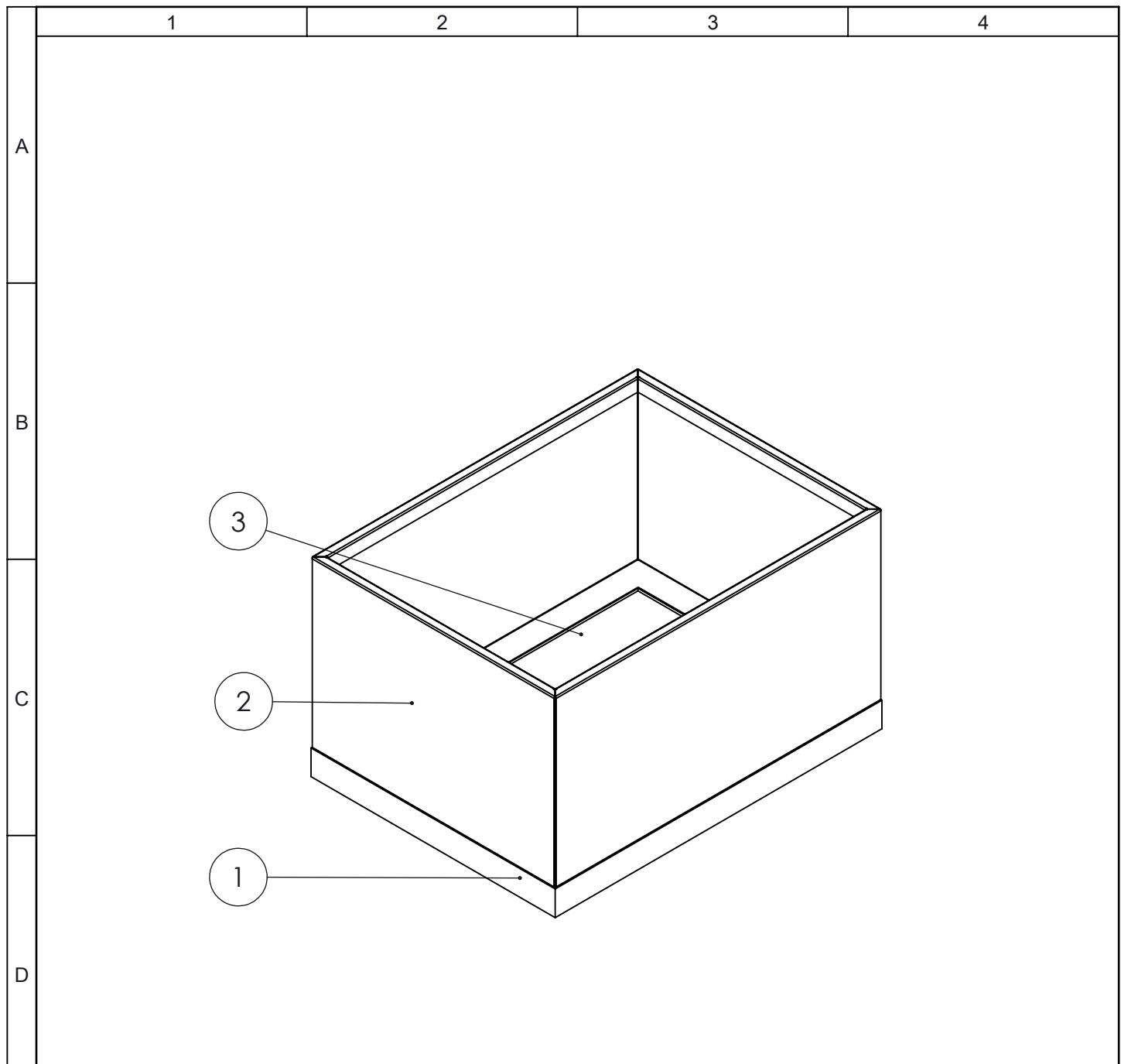
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	33.80 Kg	Acero ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó:	02/02/17	Abril J.		
			Revisó:	02/02/17	Ing. López G.		
				Aprobó:	02/02/17	Ing. López G.	<h1 style="text-align: center;">ESTRUCTURA</h1> <p style="text-align: center;">1:10</p>
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 06 de 23	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	





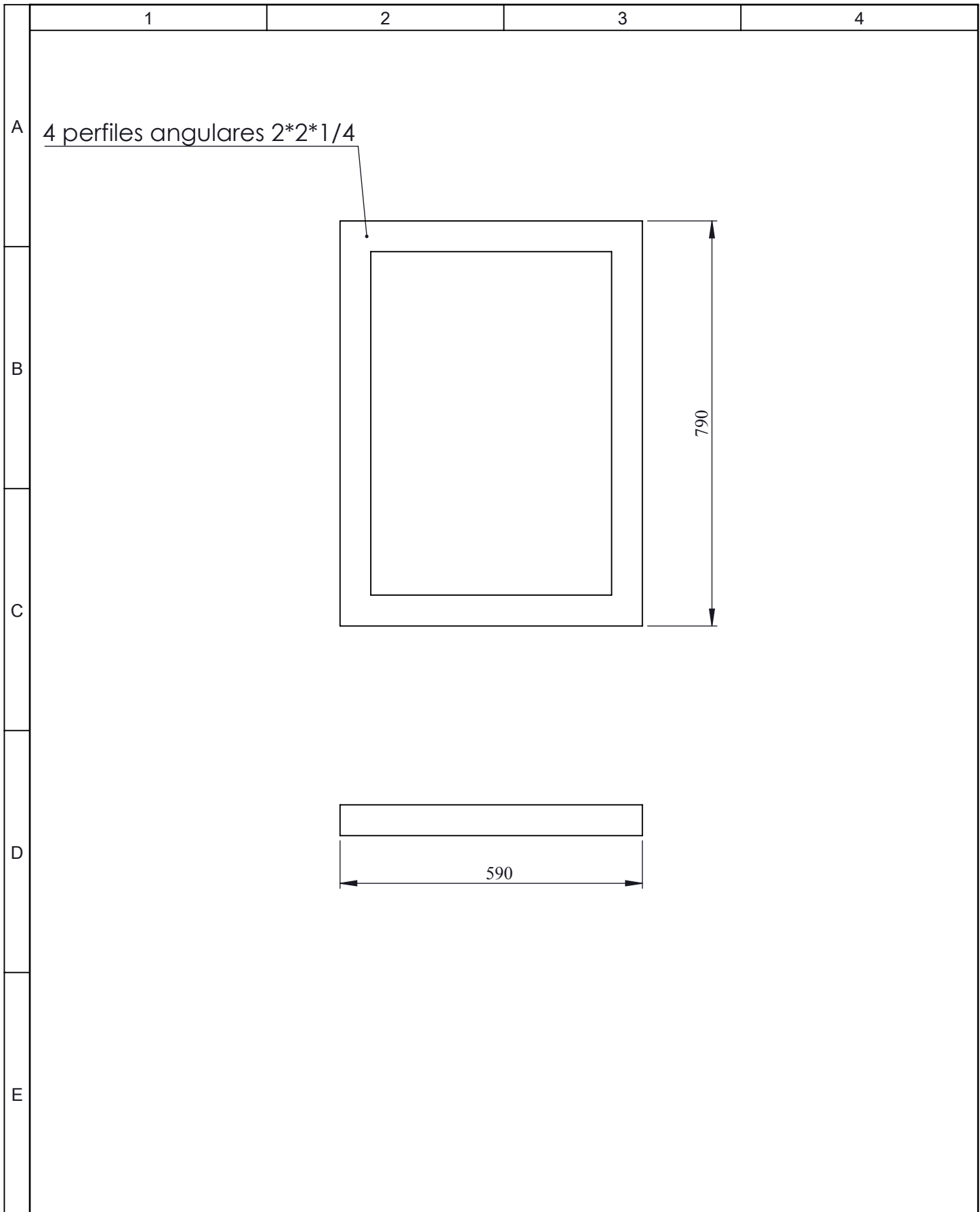
No. DE ORDEN	No. DE PIEZAS	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1		ENSAMBLAJE CABINA SOPORTE	Unión cabina con soporte canastilla	1
2		BISAGRA	Adquirido	2
3		ENSAMBLAJE TAPA VIDRIO	Unión tapa con vidrio	1

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	57.48 Kg	Varios	
				Fecha	Nombre	Denominación: ENSAMBLAJE CABINA	Escala: 1:10
			Dibujó:	02/02/17	Abril J.		
			Revisó:	02/02/17	Ing. López G.		
			Aprobó:	02/02/17	Ing. López G.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 07 de 23	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



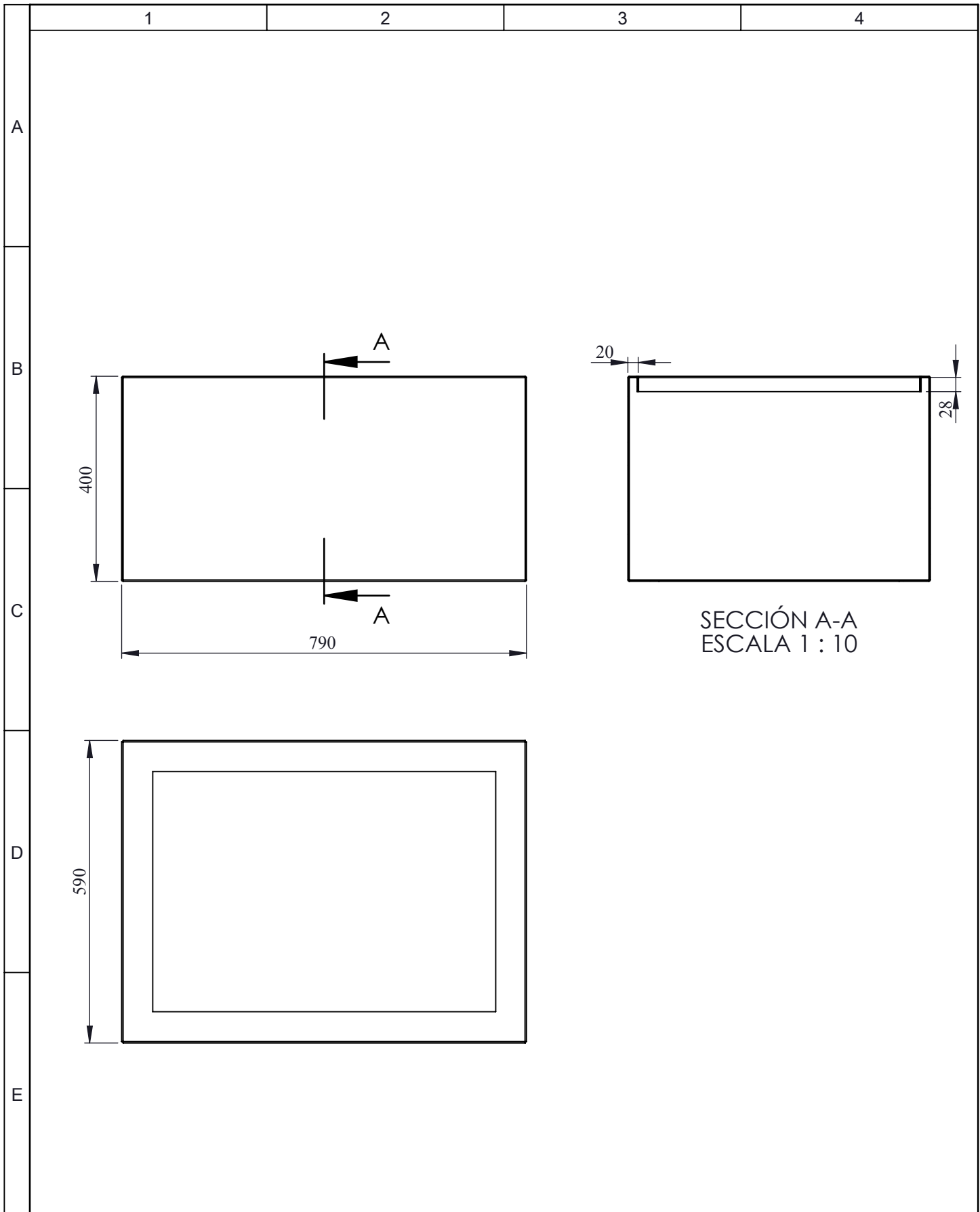
No. DE ORDEN	No. DE PIEZAS	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1		BASE CABINA	Perfiles angulares acero ASTM A36	1
2		CABINA DE LIMPIEZA	Placa acero galvanizado ASTM A 653	1
3		PLACA DESAGUE	Placa acero galvanizado ASTM A 653	1

				Tolerancia		(Peso)		Materiales:	
				$\pm 0,1$		42.03 Kg		Varios	
				Fecha		Nombre		Denominación:	
				Dibujó: 02/02/17		Abril J.		<h1 style="margin: 0;">CABINA SOPORTE</h1>	
				Revisó: 02/02/17		Ing. López G.			
				Aprobó: 02/02/17		Ing. López G.			
				UTA		Número del dibujo:		08 de 23	
				Ing. Mecánica		(Sustitución)		Escala: 1:10	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						



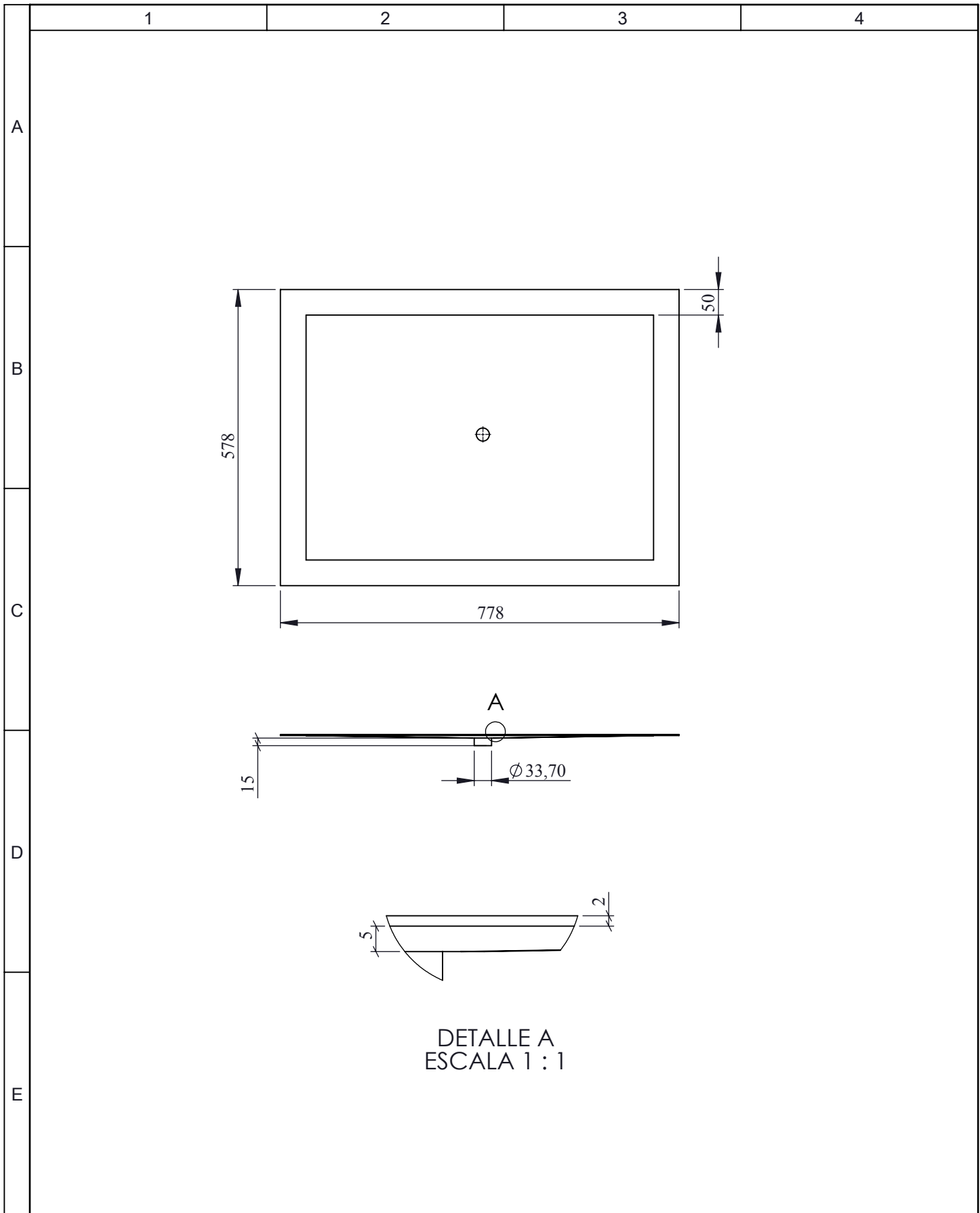
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	14.08 Kg	Acero ASTM A36	
					Fecha	Nombre	Denominación: BASE CABINA
				Dibujó:	02/02/17	Abril J.	
				Revisó:	02/02/17	Ing. López G.	
					Aprobó:	02/02/17	Ing. López G.
				UTA		Número del dibujo: 09 de 23	
				Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

Escala:
1:10



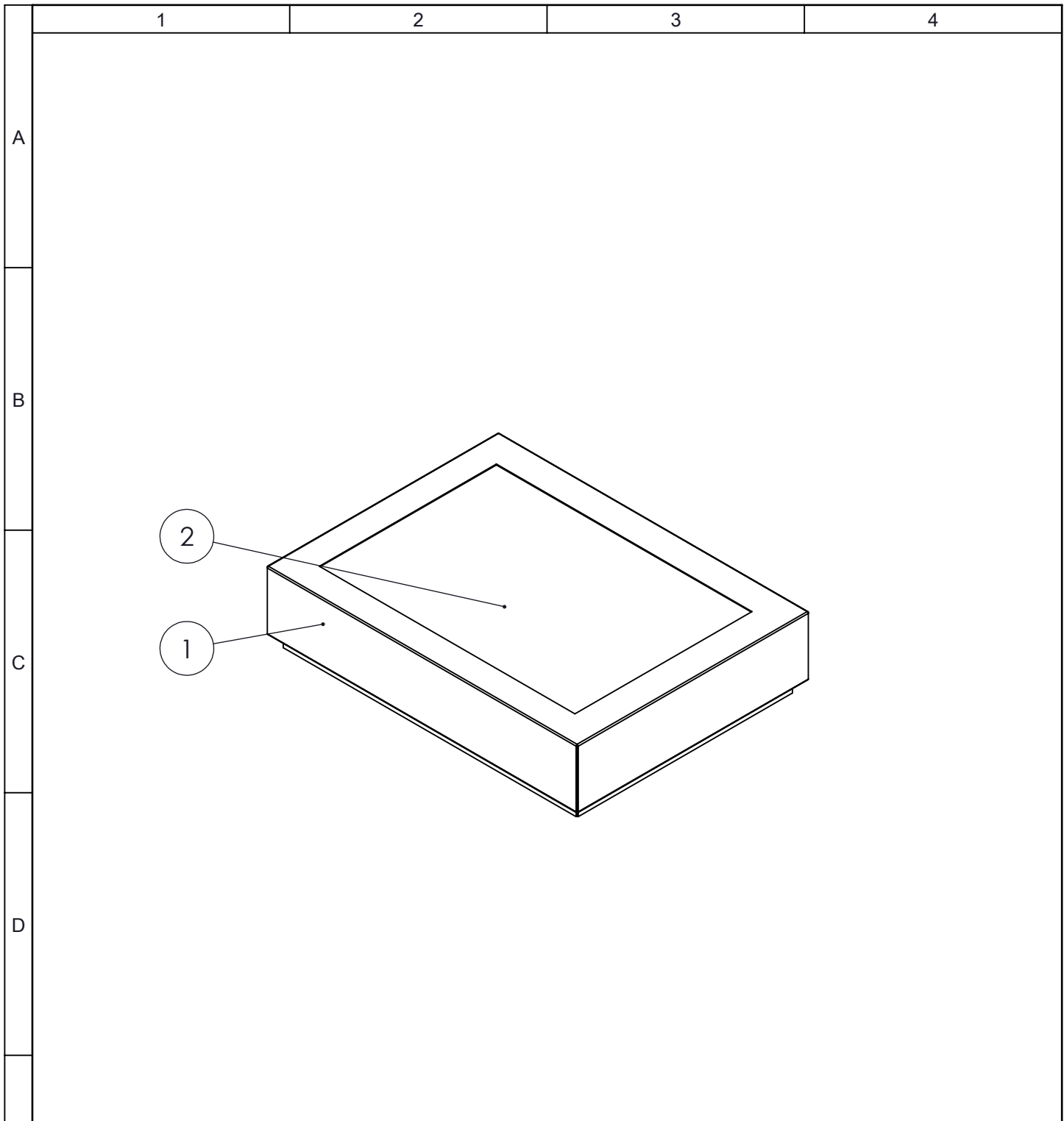
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 10

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	21.36 Kg	Acero galvanizado ASTM A 653	
					Fecha	Nombre	Denominación: CABINA LIMPIEZA
				Dibujó:	02/02/17	Abril J.	
				Revisó:	02/02/17	Ing. López G.	
				Aprobó:	02/02/17	Ing. López G.	Escala: 1:10
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 10 de 23	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



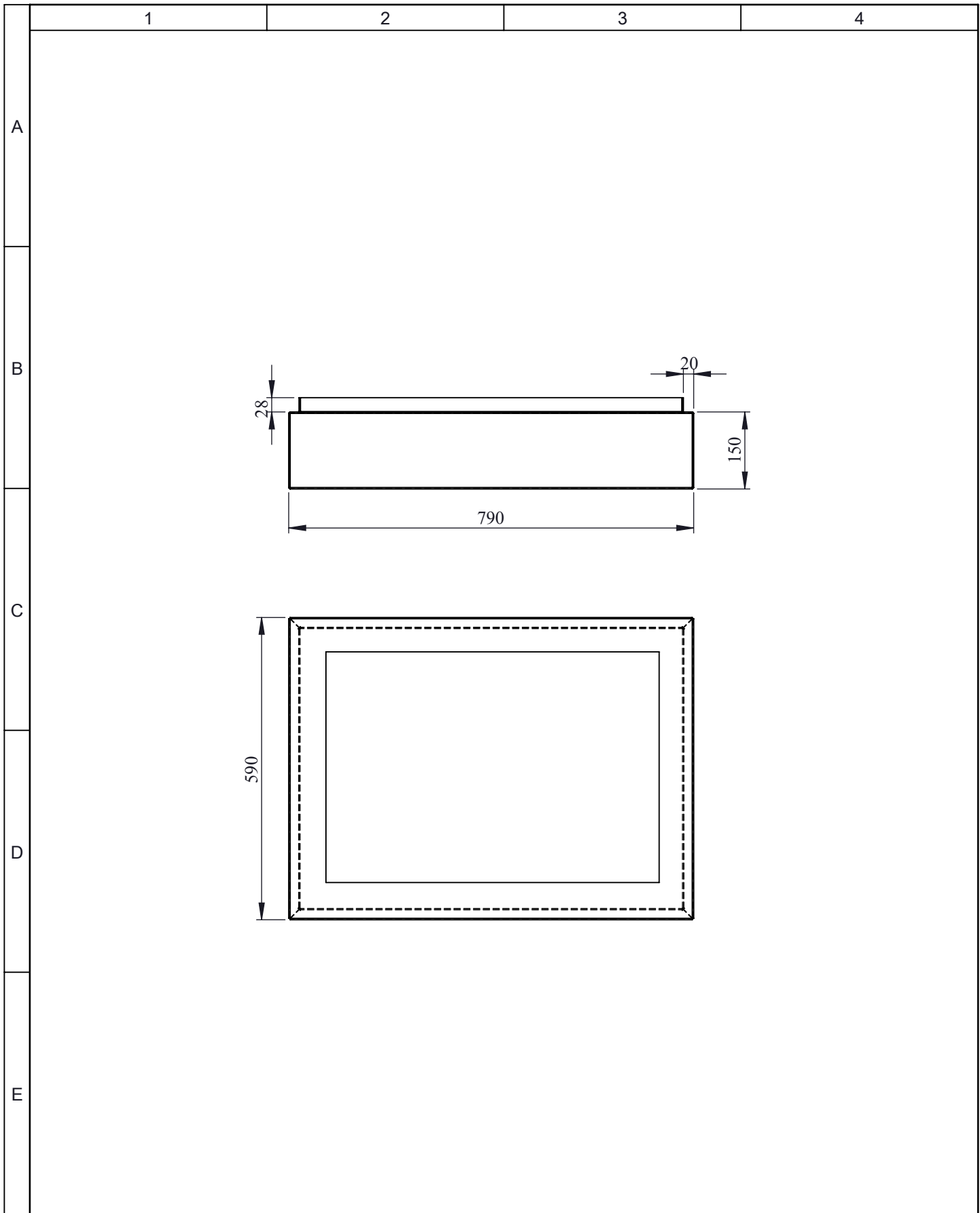
DETALLE A
ESCALA 1 : 1

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	6.60 Kg	Acero galvanizado ASTM A 653	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó:	02/02/17	Abril J.		
			Revisó:	02/02/17	Ing. López G.		
				Aprobó:	02/02/17	Ing. López G.	1:10
				UTA		Número del dibujo:	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Ing. Mecánica		11 de 23	
							(Sustitución)

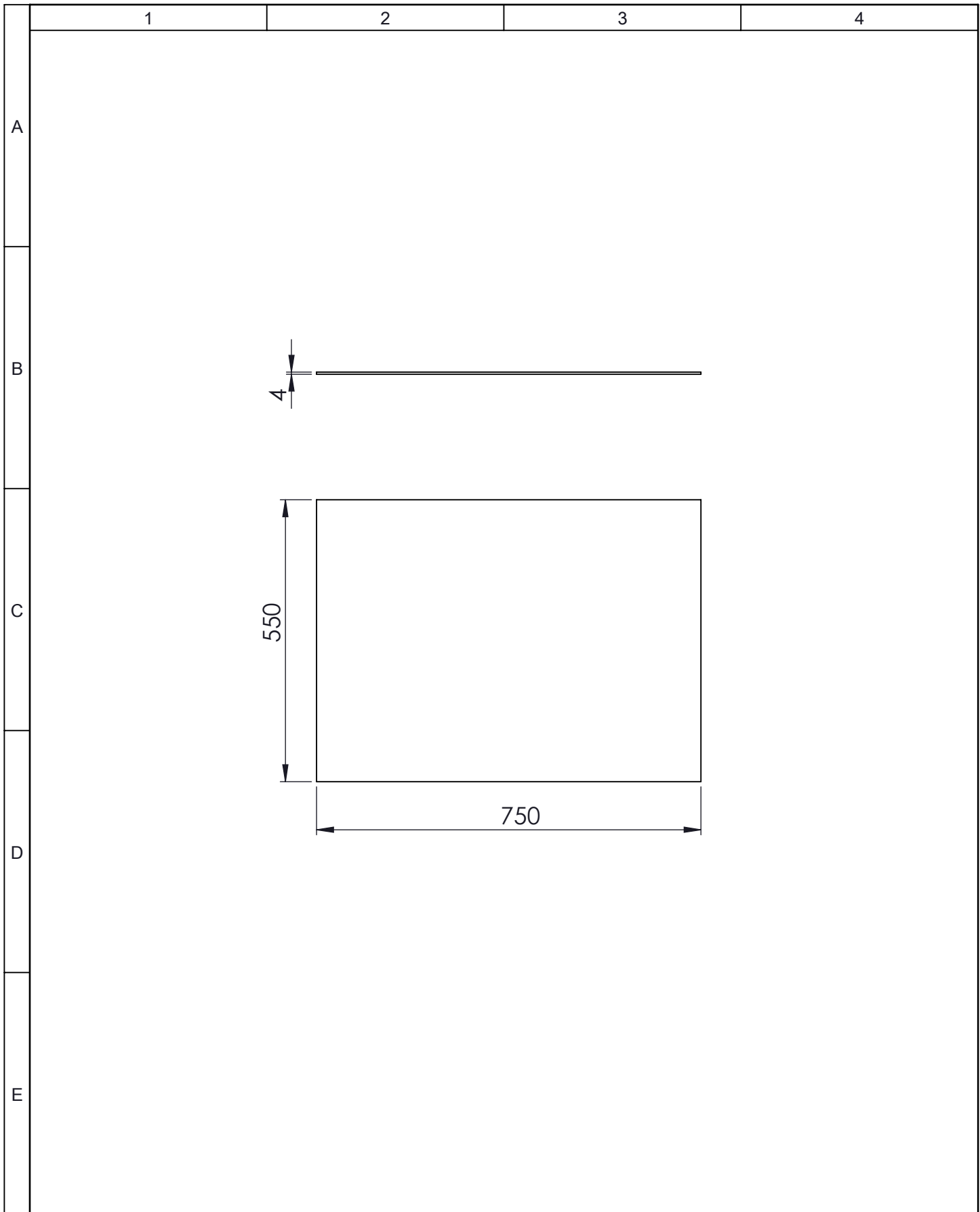


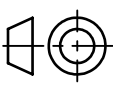
No. DE ORDEN	No. DE PIEZAS	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1		TAPA DE CABINA	Plancha acero galvanizado ASTM A 653	1
2		VIDRIO TAPA	Adquirido	1

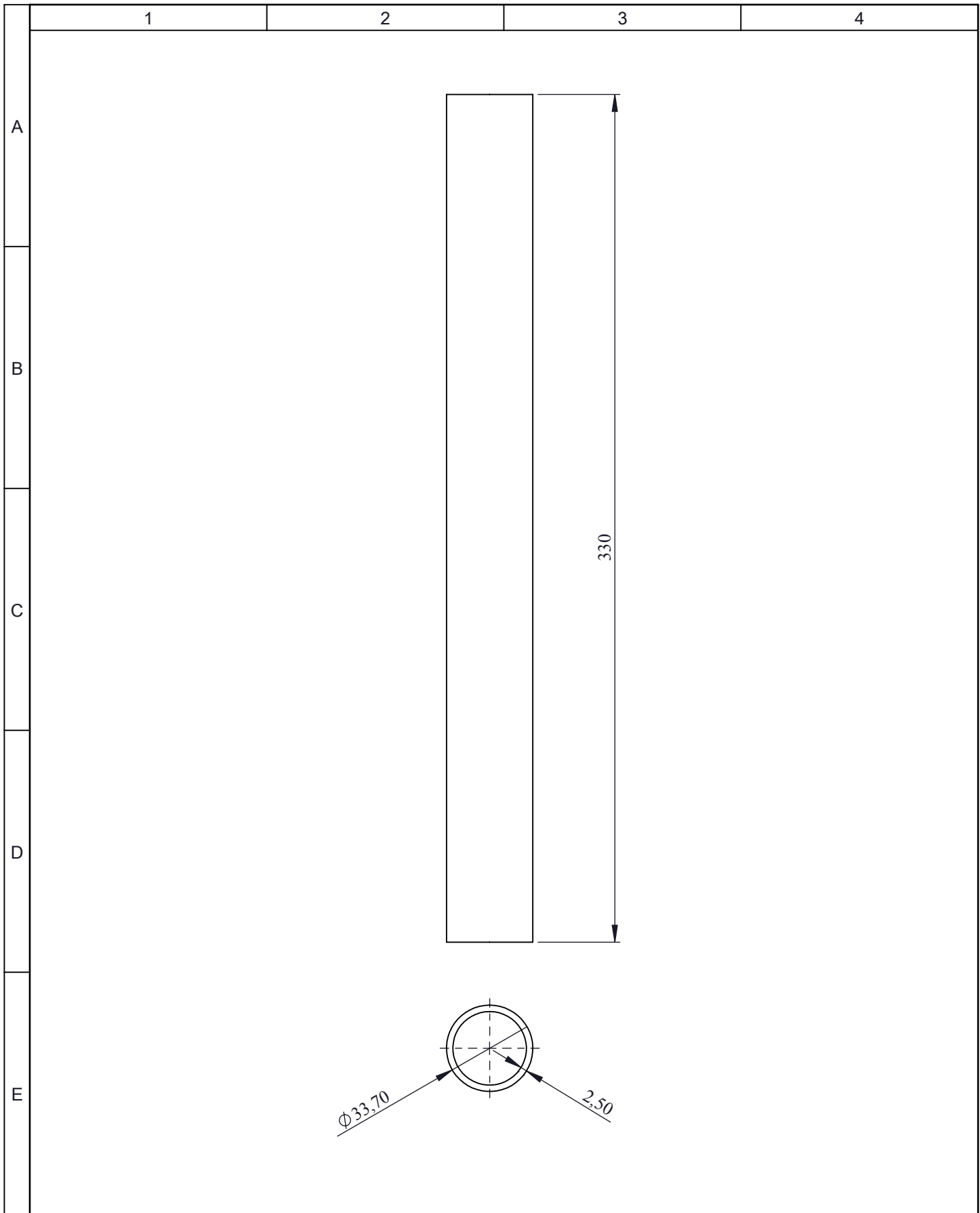
					Tolerancia	(Peso)	Materiales:				
					±0,1	15.04 Kg	Varios				
					Fecha	Nombre	Denominación: TAPA			Escala:	
				Dibujó:	02/02/17	Abril J.				1:10	
				Revisó:	02/02/17	Ing. López G.					
					Aprobó:	02/02/17	Ing. López G.	Número del dibujo: 12 de 23			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica				(Sustitución)			



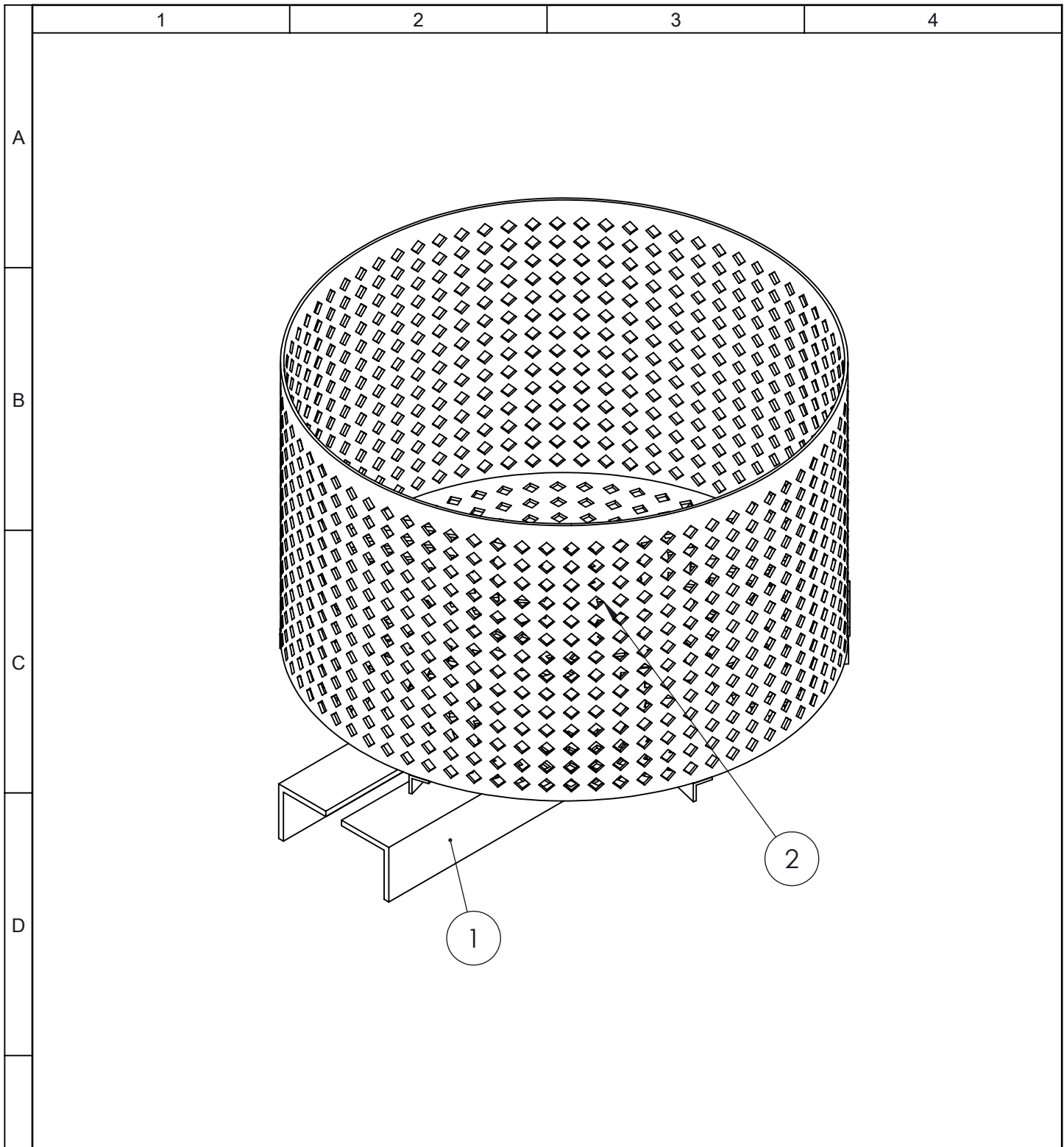
					Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
					±0,1	10.99 Kg	Acero galvanizado ASTM A 653			
					Fecha	Nombre	TAPA DE CABINA		Escala:	
				Dibujó:	02/02/17	Abril J.			1:10	
				Revisó:	02/02/17	Ing. López G.				
					Aprobó:	02/02/17	Ing. López G.	Número del dibujo: 13 de 23		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica			(Sustitución)			



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:				
				±0,1	4.06 Kg	Vidrio INEN 242				
					Fecha	Nombre	VIDRIO DE TAPA		Escala:	
				Dibujó:	02/02/17	Abril J.			VIDRIO DE TAPA	1:10
				Revisó:	02/02/17	Ing. López G.				
				Aprobó:	02/02/17	Ing. López G.				
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 14 de 23				
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)				

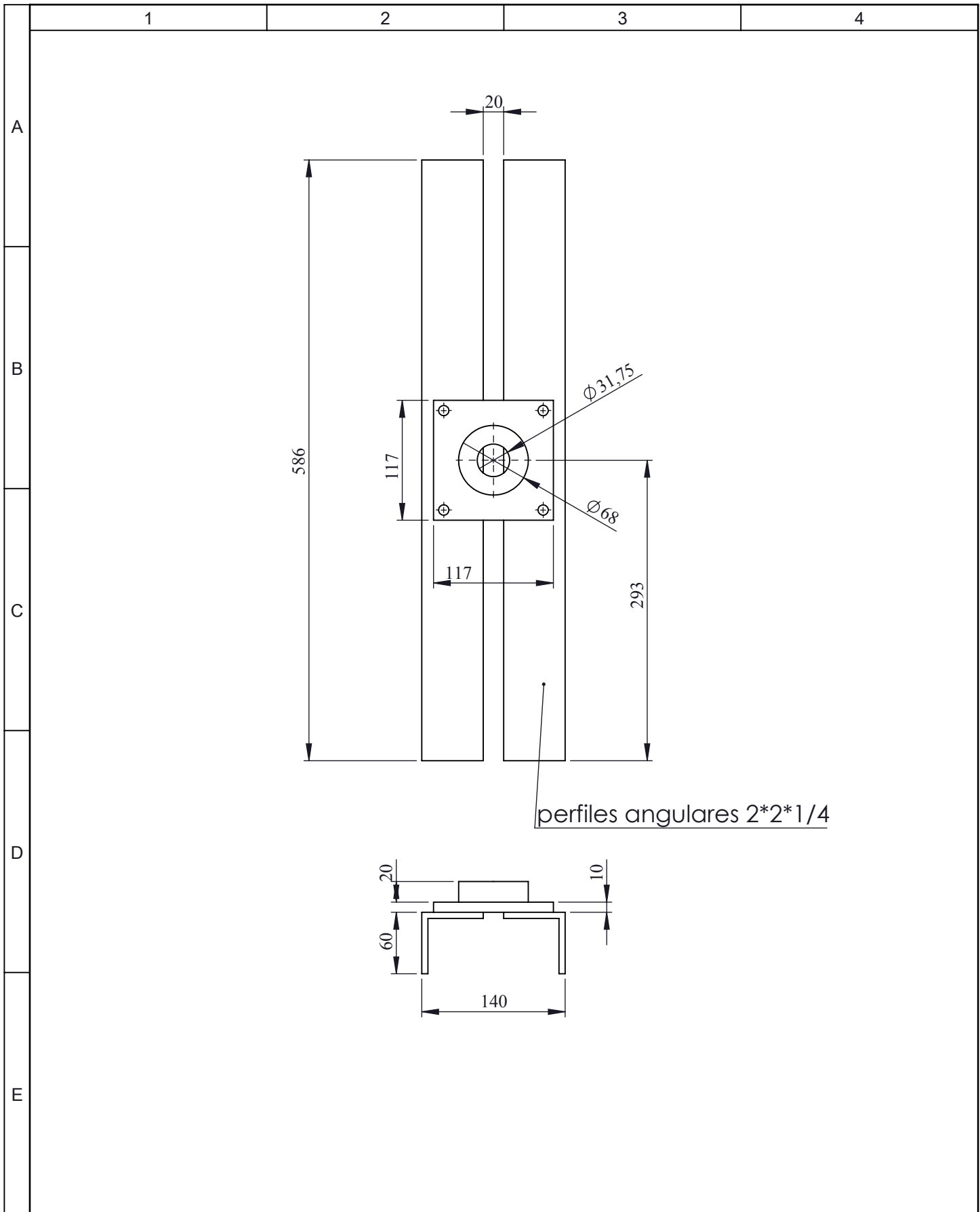


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				±0,1	0.07 Kg	Acero negro ISO-65 Serie liviana II		
					Fecha	Nombre	TUBERÍA	Escala: 1:2
				Dibujó:	02/02/17	Abril J.		
				Revisó:	02/02/17	Ing. López G.		
				Aprobó:	02/02/17	Ing. López G.		
				UTA		Número del dibujo: 15 de 23		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Ing. Mecánica		(Sustitución)		

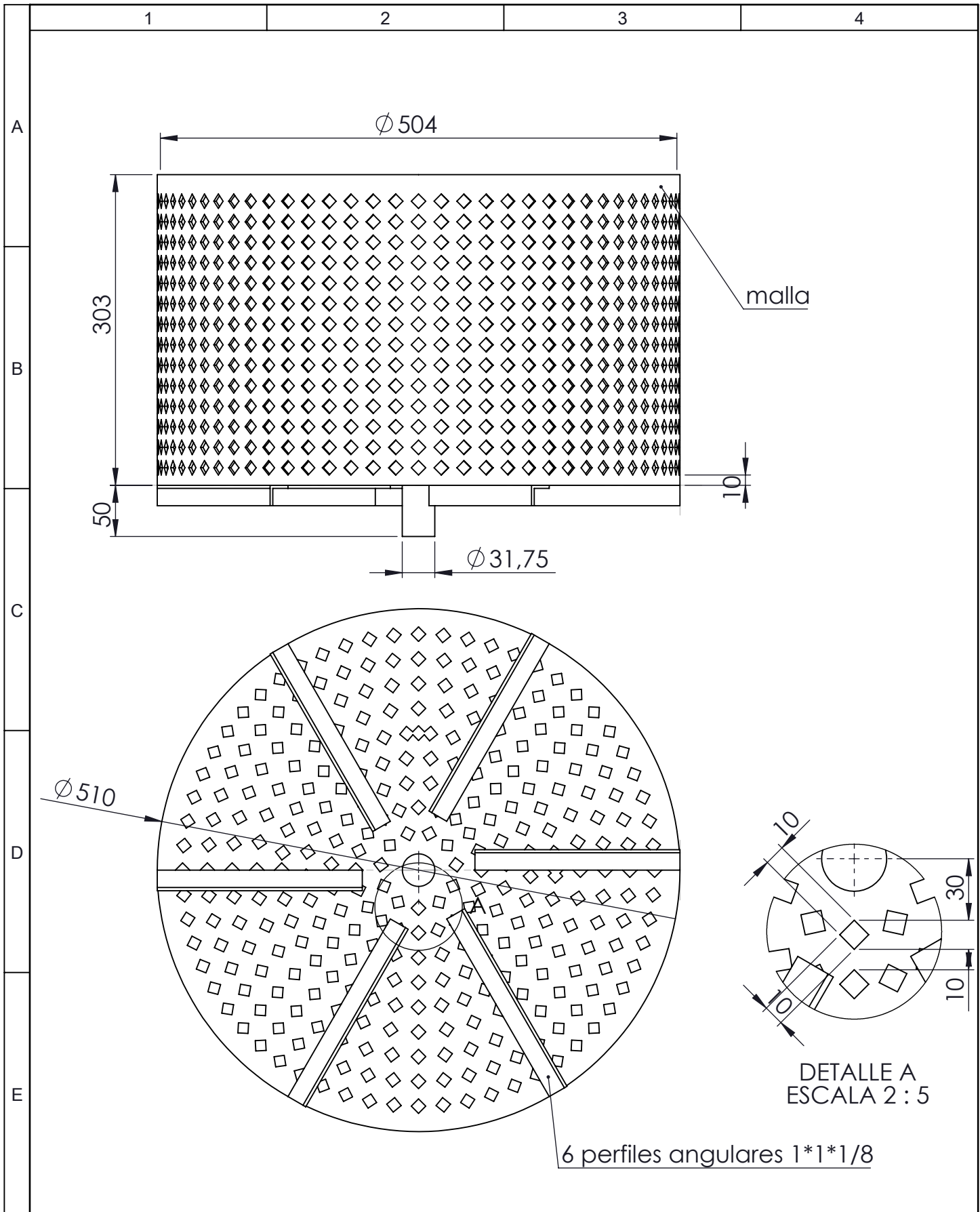


No. DE ORDEN	No. DE PIEZAS	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1		SOPORTE CANASTILLA	Perfil angular ASTM A 36	1
2		CANASTILLA	Malla	1

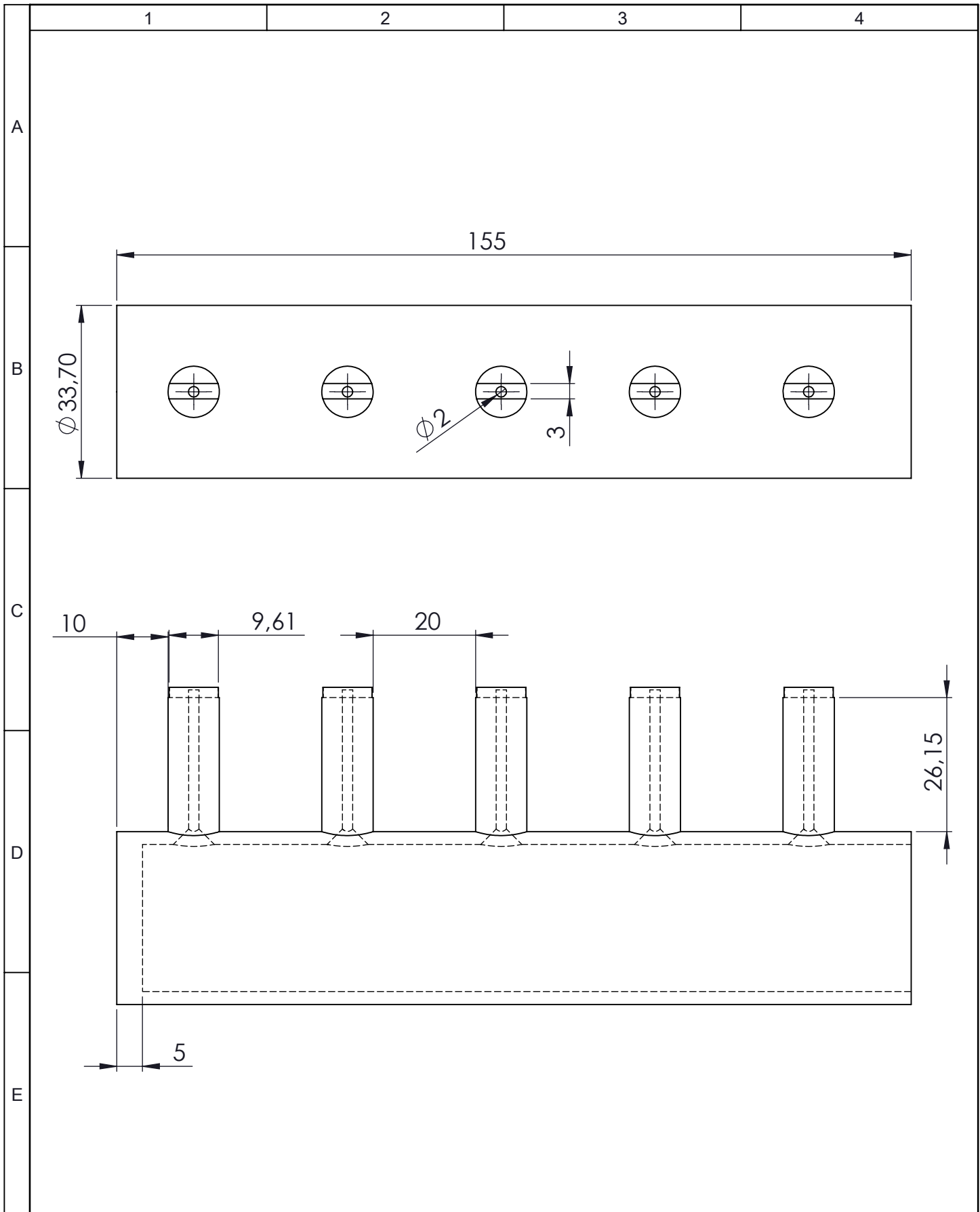
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	9.58 Kg	Varios	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó: 02/02/17	Abril J.	SOPORTE CANASTA	
				Revisó: 02/02/17	Ing. López G.		
				Aprobó: 02/02/17	Ing. López G.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 16 de 23	Escala: 1:5
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



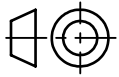
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				$\pm 0,1$	7.71 Kg	Acero ASTM A 36		
				Fecha	Nombre	Denominación:		
				Dibujó: 02/02/17	Abril J.	SOPORTE CANASTILLA		
				Revisó: 02/02/17	Ing. López G.			Escala:
				Aprobó: 02/02/17	Ing. López G.			1:10
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo:	17 de 23	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		

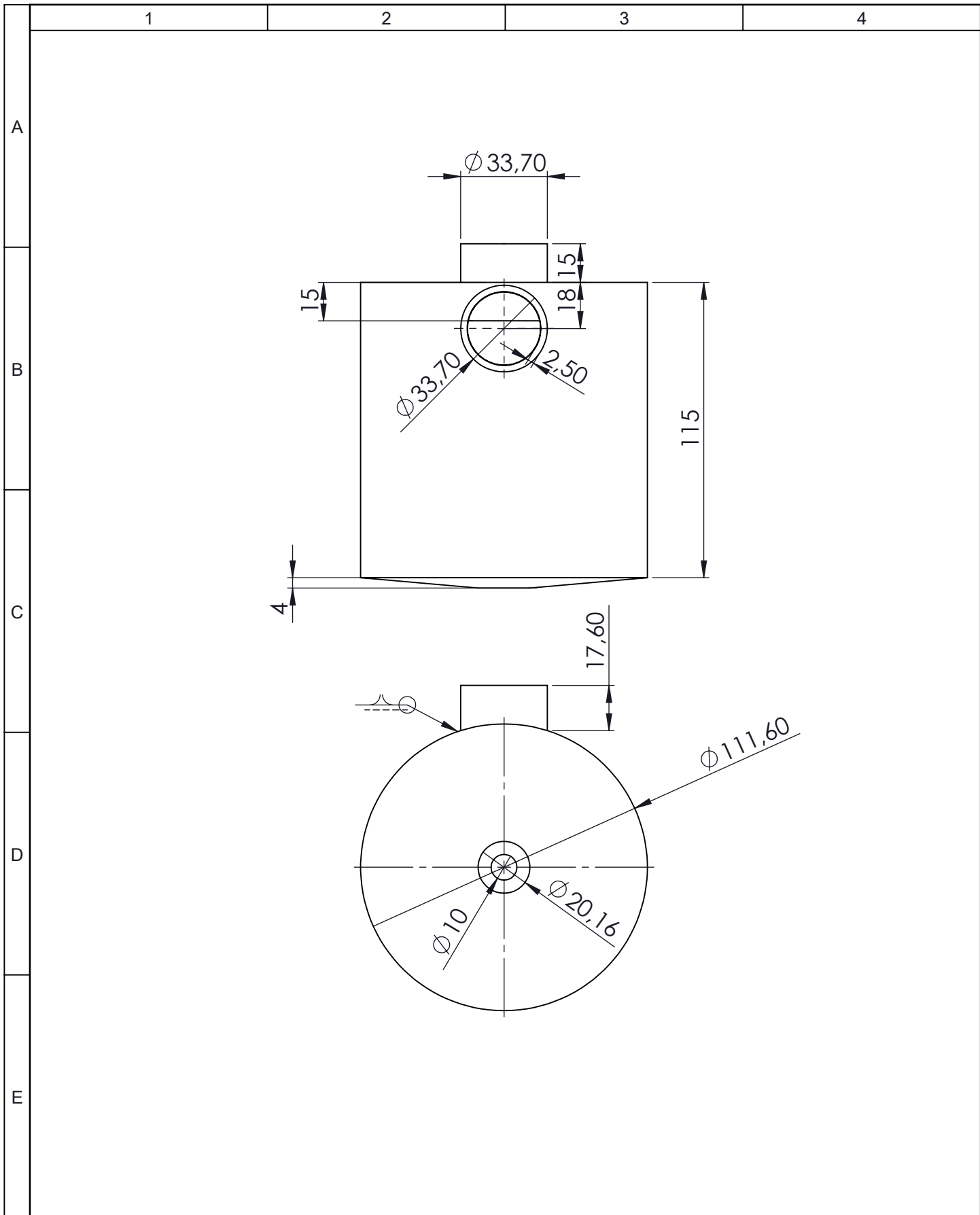


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	1.82 Kg	Varios	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 02/02/17	Abril J.	CANASTILLA	1:10
				Revisó: 02/02/17	Ing. López G.		
				Aprobó: 02/02/17	Ing. López G.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 18 de 23	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



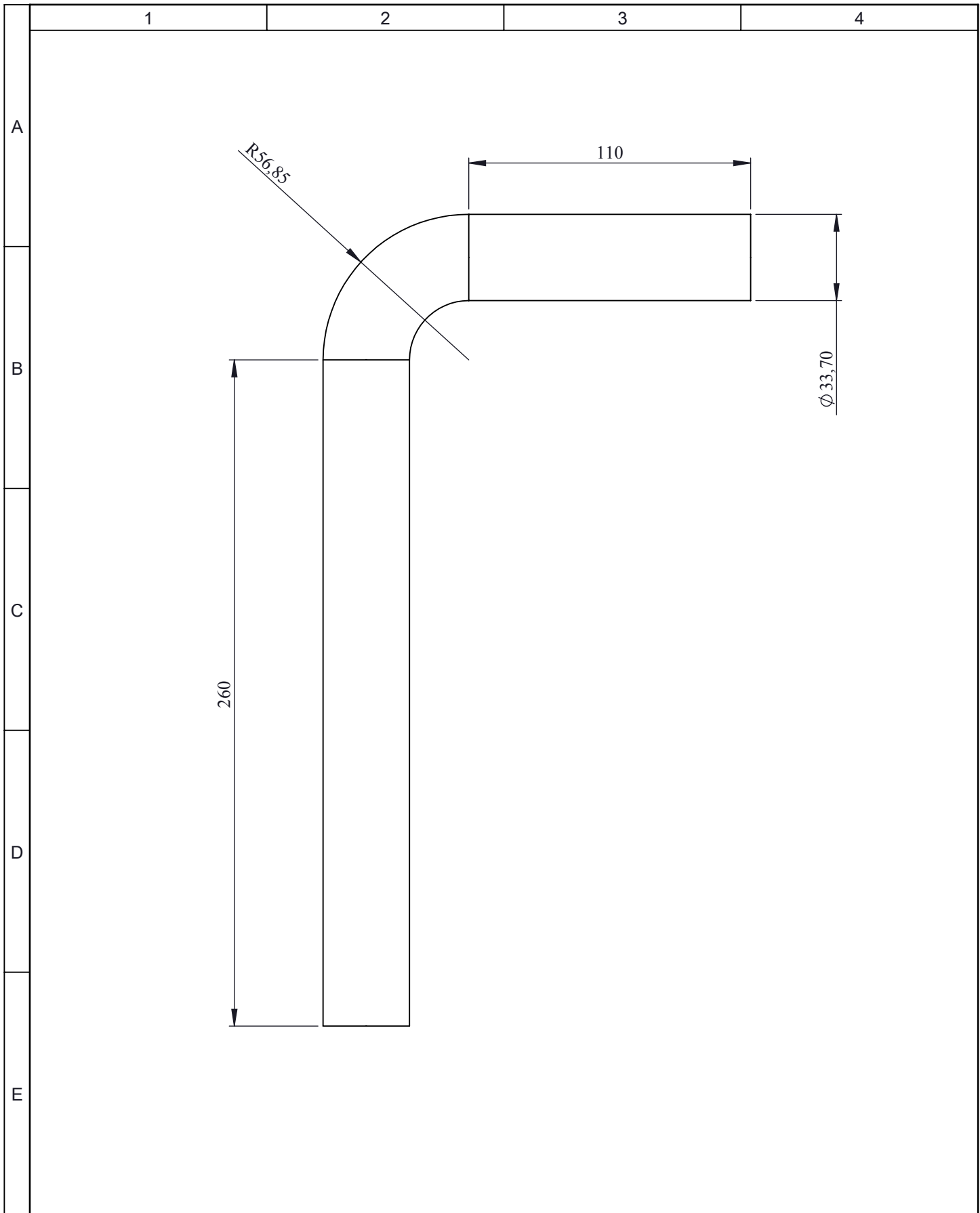
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				±0,1	0.05 Kg	Varios		
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:	
			Dibujó:	02/02/17	Abril J.			
			Revisó:	02/02/17	Ing. López G.			
				Aprobó:	02/02/17	Ing. López G.	<h1 style="text-align: center;">IMPULSORES</h1>	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 19 de 23		1:1
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		



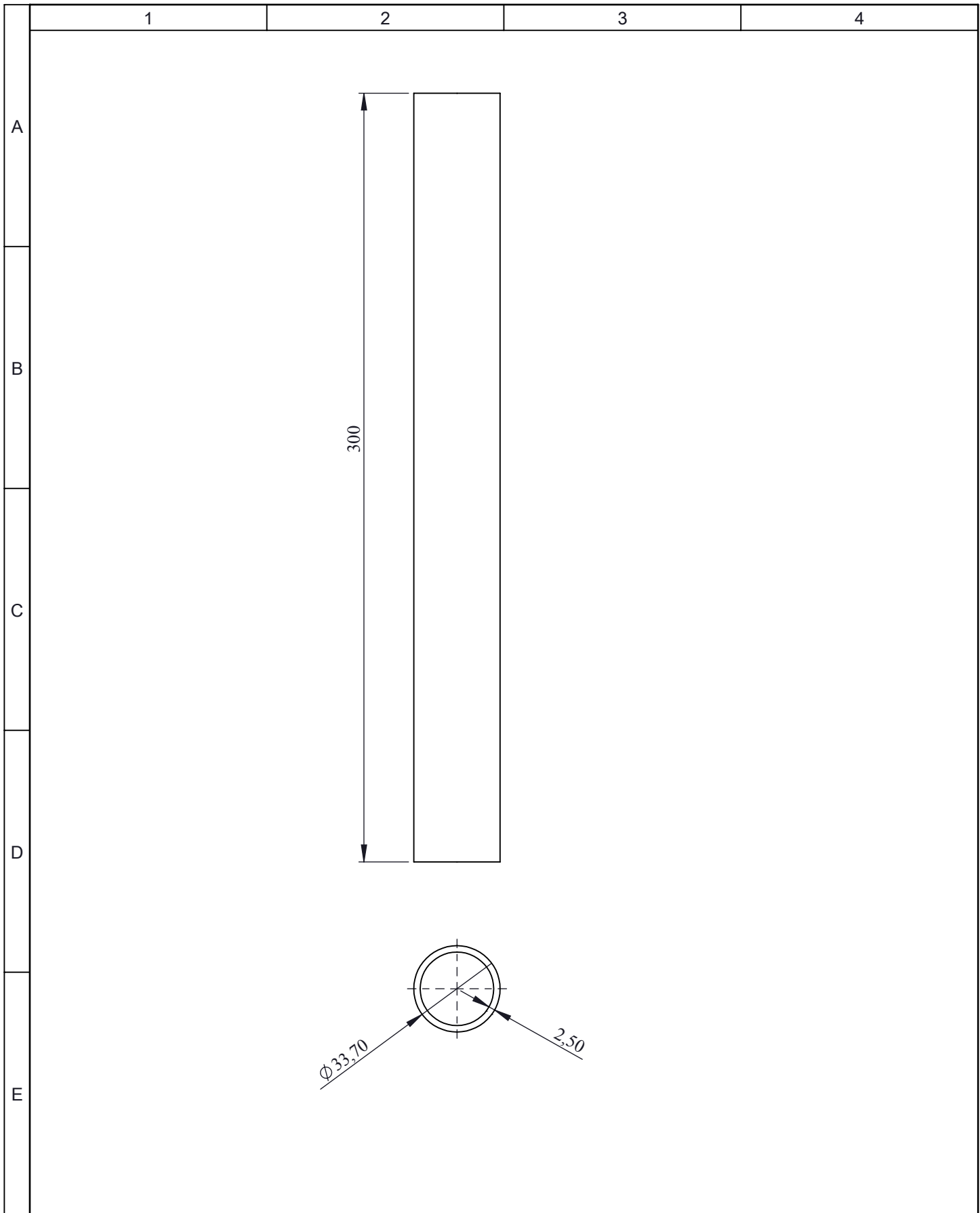


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	0.32 Kg	Acero ASTM A 653	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó:	02/02/17	Abril J.		
			Revisó:	02/02/17	Ing. López G.		
				Aprobó:	02/02/17	Ing. López G.	1:2
				UTA		Número del dibujo: 20 de 23	
				Ing. Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

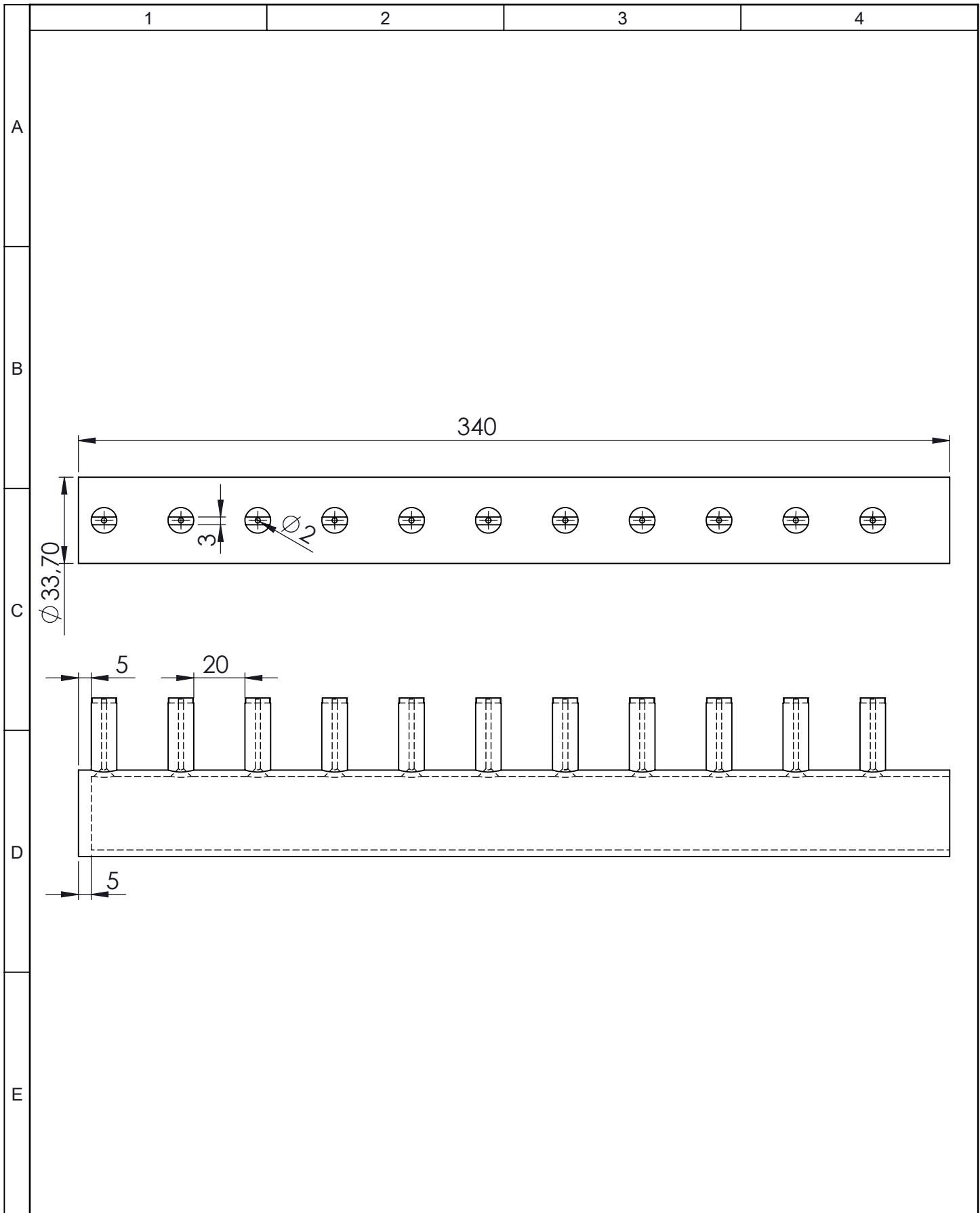
RECOLECTOR



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,1$	0.11 Kg	Acero negro ISO-65 Serie liviana II	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 02/02/17	Abril J.		
				Revisó: 02/02/17	Ing. López G.		
				Aprobó: 02/02/17	Ing. López G.	DESCARGA	1:2
				UTA Ing. Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				$\pm 0,1$	0.07 Kg	Acero negro ISO-65 Serie liviana II			
					Fecha	Nombre	ACOPLE 300 MM		Escala: 1:2
				Dibujó:	02/02/17	Abril J.			
				Revisó:	02/02/17	Ing. López G.			
					Aprobó:	02/02/17	Ing. López G.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 22 de 23			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)			



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,1$	0.11 Kg	Varios	
					Fecha	Nombre	Denominación: ASPERSORES
				Dibujó:	02/02/17	Abril J.	
				Revisó:	02/02/17	Ing. López G.	
					Aprobó:	02/02/17	Ing. López G.
				UTA		Número del dibujo: 23 de 23	
				Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Escala: 1:2	