



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA MECANICA**

Proyecto de Investigación  
Previo a la Obtención del Título  
de Ingeniero Mecánico.

**Título del Proyecto de Investigación:**

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA SANDBLASTING CON EL  
RESPECTIVO SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE POLVO - CABINA HERMÉTICA,  
PARA LIMPIEZA DE PARTÍCULAS.

**Autor:**

Toctaguano Arequipa Jose Luis

**Director de Proyecto de Investigación:**

Ing. Rodolfo Najarro Quintero, M.Sc.

**Quevedo – Los Ríos – Ecuador**

**2016**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **Toctaguano Arequipa Jose Luis**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Toctaguano Arequipa Jose Luis**  
**C.I. 1206819839**

## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El suscrito, Rodolfo Najarro Quintero , Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante Toctaguano Arequipa Jose Luis, realizó el Proyecto de Investigación titulado **“DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA SANDBLASTING CON EL RESPECTIVO SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE POLVO - CABINA HERMÉTICA, PARA LIMPIEZA DE PARTÍCULAS”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico , bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

**Ing. Mec. Rodolfo Najarro Quintero, M.Sc.**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

## CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO

Sr

Ing. Jorge Murillo Oviedo, M.Sc.

**DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA DE LA UTEQ**

En su despacho.

De mi consideración.-

Por medio de la presente me permito certificar, que el Sr Jose Luis Toctaguano Arequipa, egresado de la carrera de Ingeniería Mecánica presencial del paralelo A, que fue revisado bajo mi dirección según resolución de consejo directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de sesión extraordinaria toda vez que se ha desarrollado de acuerdo al reglamento general de graduación de pregrado de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles originalidad en un 98% y similitud 2 % de trabajo de investigativo.

| Categoría            | Enlace/nombre de archivo                          |
|----------------------|---------------------------------------------------|
|                      | tesis toctaguano Urk.docx                         |
| Fuentes alternativas |                                                   |
|                      | correccion christian Agurto.docx                  |
|                      | Tesis Javier Moncayo.docx                         |
|                      | http://www.blasting.com.ar/granalla-abrasivos.php |
|                      | TESIS ABLANDADOR 2 (Autoguardado).docx            |

Valido este documento para que el comité académico de la carrera siga con los trámites pertinentes de acuerdo a lo que establece el reglamento de grados y títulos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Por la atención deseo significar mis agradecimientos

Cordialmente

---

**Ing. Rodolfo Najarro Quintero, M.Sc.**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

## **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**

### **ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

#### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

##### **TITULO:**

**“DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA SANDBLASTING CON EL RESPECTIVO SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE POLVO - CABINA HERMÉTICA, PARA LIMPIEZA DE PARTÍCULAS”**

Presentado al Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería como requisito previo a la obtención del título de:

**Ingeniero Mecánico**

**APROBADO POR:**

---

Ing. Jorge Luis Guadalupe Almeida, Msc.

Presidente del Tribunal de Tesis

---

Ing. Víctor Nasimba Medina, Msc.

Miembro del Tribunal de Tesis

---

Ing. Robert Moreira Macías, Msc.

Miembro del Tribunal de Tesis

**QUEVEDO - ECUADOR**

**2017**

## AGRADECIMIENTO

El siguiente trabajo refleja el esfuerzo y aprendizaje que se dedica día a día por alcanzar nuestras metas propuestas, para así poder lograr la superación personal la cual se hace posible gracias a las bases sólidas de apoyo incondicional de varias personas que nombrare a continuación.

A mis padres y hermanas por su respaldo absoluto y apoyarme a cumplir mis metas.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería Mecánica y en ella a las ilustres Autoridades y docentes quienes estuvieron dispuestos a compartir sus conocimientos y brindarme la orientación necesaria para formarme como profesional y como ser humano.

Al Ing. Rodolfo Najarro Quinteros, M.Sc; quien cuenta con amplia experiencia profesional ha sido un excelente tutor y guía del proyecto de investigación.

Aquellas personas que me ayudaron en el proceso de construcción y a las autoridades de la unidad de negocios Termopichincha Quevedo II que me abrieron las puertas para dar pasó a este proyecto de investigación.

Al Ing. Edwin Taco el cual socializó varios temas y dio apertura al proyecto de investigación.

Al Sr Darling Cruz colaborador de la Empresa, jefe del departamento de turbos de la Termopichincha Quevedo II. El cual vio la necesidad de crear un prototipo de la cabina para mejorar la eficiencia de limpieza.

Al Sr Luca colaborador de la Empresa, soldador de la Termopichincha Quevedo II. El cual ayudó con la construcción del proyecto.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación dedico a mi familia por haberme apoyado a lo largo de esta etapa de mi vida, brindándome su apoyo incondicional, inspiración y demás aptitudes que me han hecho valorar cada una de mis acciones tomadas.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

En el presente proyecto de investigación se ha diseñado una máquina neumática con su respectiva cabina hermética, para lograr resolver el problema de retrasos en el mantenimiento de los turbos de la Central Termopichincha ya que la limpieza de dichas piezas internas del turbocompresor, se han venido realizando a mano, lo que hace que se tarde más el mantenimiento. El objetivo primordial del diseño de esta máquina es mejorar el proceso de limpieza de elementos que vayan a ser balanceados ya que al tener un mejor acabado en la superficie el balanceo será de mayor precisión, porque la balanceadora Schenck cuenta con sensores de temperatura, peso, medidores de rpm, sumadas todas sus características hace que sea un equipo de gran precisión, la cual tiene una exactitud que va desde 1 miligramo por centímetro cuadrado. Esta investigación tiene como objetivo diseñar y simular una máquina sandblasting con el respectivo sistema de extracción de polvo - cabina hermética, para la limpieza de partículas. Los cálculos están basados para un tipo de granalla plástica. Esta investigación es de tipo descriptiva y documental. La simulación del equipo se la realiza mediante un software de diseño, Solidworks para determinar los puntos críticos.

Para esta investigación se han estudiado las necesidades de la empresa y se ha decidido seleccionar el método de granallado por presión de aire, los cálculos están basados de acuerdo a las características de los equipos que posee la empresa, El sandblasting fue con la presión del compresor el cual es de 7 bares y para la cabina se tomaron en cuenta las características de la balanceadora las cuales eran una bancada de 2 metros de largo y los brazos o apoyos que soportan hasta un peso de 330 kilos. Para el diseñar el sandblasting se utiliza las normas ASME sección VIII división 1, el cual regula el diseño de recipientes a presión.

La implementación del proyecto permite disminuir el tiempo de limpieza y tener un buen acabado superficial. Según el análisis de costo que se ha realizado en la investigación demuestra que el proyecto es factible, el TIR es de 136.73% y en cuanto a relación beneficio costo es de 2.36.

### **Palabras claves**

Sandblasting (granallado), Turbo, Granalla, Ciclón, Asme.

## **ABSTRACT**

In the present research project have designed a pneumatic machine with thier respective hermetic cab, to logar solve the problem of delays in the maintenance of the Turbos of the termopichincha because cleaning of these parts have been made by hand, which causes it to take more maintenance. The primary objective of the design of this machine is to improve the process of cleaning items to be balanced as to have a better finish on the surface of these elements the sway is greater precision. Because the Semiautomatic Balancing Machine schenck account with temperature sensors, weight, meters of rpm, together all its features makes it a team of great precision, which has an accuracy that goes from 1 milli grams per square centimeter. This research aims to design and simulate a sandblasting machine with the respective dust extraction system - cab sealed for the cleaning of particles. The calculations were made for a type of plastic shot. This research is of a descriptive type and documentary. The simulation of this equipment was conducted with the solidwords software to determine the critical points of the design.

For this research has studied the needs of the company and it has been decided to select the method of blast cleaning by air pressure, the calculations were performed with the computers that had the company, sandblasting was based with the pressure the compressor which is 7 bar and the cabin took into account the characteristics of the Semiautomatic Balancing Machine which were a bed of 2 meters long and the arms or support that support up to a weight of 330 kilos. For the design of the standards was used sandblasting ASME Section VIII Division 1, which regulates the design of pressure vessels.

The implementation of the project will reduce the time spent cleaning and have a good surface finish. According to the cost analysis that has been performed on the investigation shows that the project is feasible, the PLIP is 136.73% and in regard to cost benefit ratio is 2.36.

## **Key Works**

Sandblasting, Turbo, Granum, Cyclone, Asme.

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                                              |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| PORTADA .....                                                                                | i         |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....                                            | ii        |
| CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....                              | iii       |
| CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE<br>COINCIDENCIA Y/O PLAGIO..... | iv        |
| CERTIFICACIÓN DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL.....                                               | v         |
| AGRADECIMIENTO .....                                                                         | vi        |
| DEDICATORIA.....                                                                             | vii       |
| RESUMEN EJECUTIVO .....                                                                      | viii      |
| ABSTRACT .....                                                                               | ix        |
| TABLA DE CONTENIDO .....                                                                     | x         |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                                                                        | xiii      |
| INTRODUCCIÓN.....                                                                            | xvii      |
| <b>CAPÍTULO I .....</b>                                                                      | <b>18</b> |
| <b>MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>                                            | <b>18</b> |
| 1.1. Problema de investigación .....                                                         | 2         |
| 1.1.1. Planteamiento del Problema.....                                                       | 2         |
| 1.1.1.1. Diagnostico .....                                                                   | 2         |
| 1.1.1.2. Pronostico .....                                                                    | 2         |
| 1.1.2. Formulación del Problema.....                                                         | 2         |
| 1.1.3. Sistematización del Problema .....                                                    | 2         |
| 1.2. Objetivos .....                                                                         | 3         |
| 1.2.1. Objetivo General.....                                                                 | 3         |
| 1.2.2. Objetivos Específicos.....                                                            | 3         |
| 1.3. Justificación .....                                                                     | 3         |
| <b>CAPÍTULO II.....</b>                                                                      | <b>5</b>  |
| <b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>                                      | <b>5</b>  |
| 2.1. Marco Conceptual.....                                                                   | 6         |
| 2.1.1. Balanceadora schenck.....                                                             | 6         |
| 2.1.2. Granallado.....                                                                       | 6         |
| 2.1.3. Abrasivos .....                                                                       | 6         |
| 2.1.4. Colector de polvo .....                                                               | 6         |
| 2.1.5. Extractor de polvo.....                                                               | 7         |
| 2.1.6. Soplador de aire. ....                                                                | 7         |

|            |                                                                                                                       |    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.7.     | Norma SSPC (Steel Structures Painting Council) .....                                                                  | 7  |
| 2.1.8.     | Norma Nace. (National Association of Corrosion Engineers).....                                                        | 7  |
| 2.1.9.     | Norma Iso .(International Standards Organization).....                                                                | 7  |
| 2.1.10.    | Solidworks .....                                                                                                      | 8  |
| 2.1.11.    | Neumática .....                                                                                                       | 8  |
| 2.1.12.    | Vibraciones .....                                                                                                     | 8  |
| 2.2.       | Marco referencial .....                                                                                               | 9  |
| 2.2.1.     | Tipos de granallado .....                                                                                             | 9  |
| 2.2.2.     | Tipos de abrasivos.....                                                                                               | 9  |
| 2.2.3.     | Tipos de colectores de polvo.....                                                                                     | 11 |
| 2.2.3.1.   | Separador ciclónico.....                                                                                              | 11 |
| 2.2.3.1.1. | Factores que afectan al rendimiento de los ciclones .....                                                             | 13 |
| 2.2.3.2.   | Separador de Filtro de mangas.....                                                                                    | 13 |
| 2.2.3.3.   | Separadores húmedos.....                                                                                              | 13 |
| 2.2.3.4.   | Separador por Inercia .....                                                                                           | 13 |
| 2.2.4.     | Cabina de Sandblasting.....                                                                                           | 14 |
| 2.2.5.     | Tipos de tapas para recipientes a presión.....                                                                        | 14 |
| 2.2.6.     | Normas utilizadas para la construcción de recipientes a presión según el código<br>ASME Sección VIII División 1. .... | 15 |
| 2.2.7.     | Cargas nominales. ....                                                                                                | 15 |
| 2.2.8.     | Normas del proceso de limpieza de superficies .....                                                                   | 16 |
| 2.2.9.     | Importancia de ingeniería económica .....                                                                             | 17 |
| 2.2.10.    | Movimiento de partículas a través de fluidos. ....                                                                    | 17 |
| 2.2.11.    | Movimiento en un campo centrifugo. ....                                                                               | 17 |
| 2.2.12.    | Velocidad limite.....                                                                                                 | 17 |
| 2.2.13.    | Sedimentación impedida.....                                                                                           | 17 |
| 2.2.14.    | Caída de presión en sistemas neumáticos .....                                                                         | 18 |
| 2.2.15.    | La ecuación de continuidad.....                                                                                       | 18 |
| 2.2.16.    | Presión de diseño. ....                                                                                               | 18 |
| 2.2.17.    | Presión de operación (Po) .....                                                                                       | 18 |
| 2.2.18.    | Presión de trabajo máxima permisible .....                                                                            | 19 |
| 2.2.19.    | Recipientes a presión. ....                                                                                           | 19 |
| 2.2.20.    | Esfuerzo de diseño a la tensión(s).....                                                                               | 19 |
| 2.2.21.    | Ley de Stokes .....                                                                                                   | 19 |

|                                             |                                                                     |           |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.22.                                     | Soldadura .....                                                     | 20        |
| 2.2.22.1.                                   | Eficiencia de soldadura .....                                       | 20        |
| 2.2.23.                                     | Compresor .....                                                     | 20        |
| 2.2.24.                                     | Boquilla Carburo de Venturi de tungsteno medio. ....                | 20        |
| 2.2.25.                                     | Pérdida de presión.....                                             | 20        |
| 2.2.26.                                     | Velocidad de circulación.....                                       | 20        |
| 2.2.27.                                     | Sedimentación centrifuga.....                                       | 21        |
| <b>CAPÍTULO III .....</b>                   |                                                                     | <b>22</b> |
| <b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b> |                                                                     | <b>22</b> |
| 3.2.                                        | Tipos de investigación .....                                        | 23        |
| 3.2.1.                                      | Descriptiva .....                                                   | 23        |
| 3.2.2.                                      | De campo .....                                                      | 24        |
| 3.3.                                        | Métodos de investigación .....                                      | 24        |
| 3.3.1.                                      | Deductivo .....                                                     | 24        |
| 3.3.2.                                      | Analítico.....                                                      | 24        |
| 3.4.                                        | Fuentes de recopilación de información .....                        | 24        |
| 3.4.1.                                      | Primarias .....                                                     | 24        |
| 3.4.2.                                      | Secundarias .....                                                   | 24        |
| 3.5.                                        | Diseño de la investigación .....                                    | 25        |
| 3.5.1.                                      | No experimental.....                                                | 25        |
| 3.6.                                        | Instrumentos de investigación.....                                  | 25        |
| 3.6.1.                                      | Entrevista .....                                                    | 25        |
| 3.6.2.                                      | Observación directa.....                                            | 25        |
| 3.7.                                        | Tratamientos de los datos.....                                      | 25        |
| 3.8.                                        | Recursos humanos y materiales .....                                 | 25        |
| 3.8.1.                                      | Materiales y equipos utilizados en la investigación.....            | 25        |
| <b>CAPÍTULO IV.....</b>                     |                                                                     | <b>27</b> |
| <b>RESULATADOS Y DISCUSIÓN .....</b>        |                                                                     | <b>27</b> |
| 4.1.                                        | Dimensionamiento de la cabina para el proceso de sandblasteado..... | 28        |
| 4.2                                         | Dimensionamiento del extractor de aire para la cabina.....          | 30        |
| 4.3                                         | Dimensionamiento del ciclón.....                                    | 31        |
| 4.4                                         | Dimensionamiento de un equipo de sandblasting.....                  | 42        |
| 4.5                                         | Análisis de costo para la implementación del proyecto .....         | 49        |
| <b>CAPÍTULO V .....</b>                     |                                                                     | <b>59</b> |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b> |                                                                     | <b>59</b> |

5.1. Conclusiones ..... 60

5.2. Recomendaciones ..... 61

**CAPÍTULO VI..... 62**

**BIBLIOGRAFÍA ..... 62**

**CAPÍTULO VII..... 67**

**ANEXOS ..... 67**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**Tabla 1** Parámetros de diseño para los ciclones de entrada tangencial..... 11

**Tabla 2** Características de los ciclones de alta eficiencia ..... 12

**Tabla 3** Características del material ciclón ..... 41

**Tabla 4** Características de la cabina..... 41

**Tabla 5** Materiales utilizados para la construcción del ciclón ..... 49

**Tabla 6** Materiales utilizados para el soporte del ciclón ..... 50

**Tabla 7** Materiales necesarios para la construcción de la cabina..... 50

**Tabla 8** Varios materiales que contribuyen a la construcción..... 50

**Tabla 9** Inversión ..... 51

**Tabla 10** Inversión Fija ..... 51

**Tabla 11** Capital de operación ..... 52

**Tabla 12** Materiales directos ..... 52

**Tabla 13** Información del estudio ..... 54

**Tabla 14** Propiedades del estudio de simulación de la estructura de la cabina..... 54

**Tabla 15** Escala de deformación ..... 56

**Tabla 16** Detalle del estudio..... 56

**Tabla 17** Resultados de Estudios ..... 56

**ÍNDICE DE GRÁFICOS**

**Gráficos 1.** Dimensiones del ciclón..... 11

**Gráficos 2.** Tamaño de partículas de algunos materiales, y métodos adecuados para la  
eliminación de ellos de una corriente de gas..... 12

**Gráfico3.-** Ubicación de la Empresa .....23

**Gráfico4.-** Balanceadora Shenck.....28

## ÍNDICE DE ANEXOS

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Anexo 1</b> Propiedades del aire.....                                                                            | 68 |
| <b>Anexo 2</b> Balanceado de la turbina.....                                                                        | 69 |
| <b>Anexo 3</b> Limpieza de la turbina realizada con el sandblasting .....                                           | 70 |
| <b>Anexo 4</b> Limpieza de la turbina realizada a mano .....                                                        | 70 |
| <b>Anexo 5</b> Limpieza del aro de tobera realizada con el sandblasting.....                                        | 71 |
| <b>Anexo 6</b> Blower.....                                                                                          | 71 |
| <b>Anexo 7</b> Prototipo de cabina .....                                                                            | 72 |
| <b>Anexo 8</b> Parte interna del prototipo de la cabina.....                                                        | 72 |
| <b>Anexo 9</b> Compresor que alimenta a varios equipos de la termopichincha.....                                    | 73 |
| <b>Anexo 10</b> Línea de alimentación del sandblasting.....                                                         | 73 |
| <b>Anexo 11</b> Extracción de polvo .....                                                                           | 74 |
| <b>Anexo 12</b> Parámetros de balanceo de la turbina KBB de la Termopichincha .....                                 | 75 |
| <b>Anexo 13</b> Parámetros de balanceo de la turbina KBB de la Unidad de Negocios<br>Guangopolo .....               | 75 |
| <b>Anexo 14</b> Parámetros de balanceo del rotor de la bomba de enfriamiento de la central<br>Hidroagoyan.....      | 76 |
| <b>Anexo 15</b> Parámetros de balanceo de rotor eléctrico de la propicia .....                                      | 76 |
| <b>Anexo 16</b> Catálogo de electrodos revestidos .....                                                             | 77 |
| <b>Anexo 17</b> Catálogo de equipos clemco de sandblasting.....                                                     | 78 |
| <b>Anexo 18</b> Empresas que conforman la unidad de negocios y a las que se presta servicio .....                   | 79 |
| <b>Anexo 19</b> Cronograma de construcción del proyecto .....                                                       | 80 |
| <b>Anexo 20</b> Propiedades de materiales de recipientes a presión .....                                            | 84 |
| <b>Anexo 21</b> Tipos de tapas .....                                                                                | 85 |
| <b>Anexo 22</b> Eficiencia de la junta soldada .....                                                                | 86 |
| <b>Anexo 23</b> Catlogo de electrodo 7018 .....                                                                     | 87 |
| <b>Anexo 24</b> Tuberías de Acero .....                                                                             | 88 |
| <b>Anexo 25</b> Ficha técnica del orificio de la boquilla.....                                                      | 89 |
| <b>Anexo 26</b> Índice de resistencia beta para G kilogramo de peso de aire comprimido que<br>circula por hora..... | 90 |
| <b>Anexo 27</b> Entrevista.....                                                                                     | 91 |
| <b>Anexo 28</b> Especificaciones de los tubos cuadrados DIPAC .....                                                 | 92 |

DUBLIN CORE (ESQUEMAS DE CODIFICACIÓN)

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |       |          |  |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|----------|--|
| Título:                          | Diseño y simulación de una máquina sandblasting con el respectivo sistema de extracción de polvo - cabina hermética, para la limpieza de partículas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |       |          |  |
| Autor:                           | <u>Toctaguano Arequipa, Jose Luis</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |       |          |  |
| Palabras clave:                  | sandblasting                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | granalla | turbo | limpieza |  |
| Fecha de publicación:            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |       |          |  |
| Editorial:                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |       |          |  |
| Resumen:<br>(hasta 300 palabras) | <p>En el presente proyecto de investigación se ha diseñado una máquina neumática con su respectiva cabina hermética, para lograr resolver el problema de retrasos en el mantenimiento de los turbos de la Central Termopichincha ya que la limpieza de dichas piezas internas del turbocompresor, se han venido realizando a mano, lo que hace que se tarde más el mantenimiento. El objetivo primordial del diseño de esta máquina es mejorar el proceso de limpieza de elementos que vayan a ser balanceados ya que al tener un mejor acabado en la superficie el balanceo será de mayor precisión, porque la balanceadora Schenck cuenta con sensores de temperatura, peso, medidores de rpm, sumadas todas sus características hace que sea un equipo de gran precisión, la cual tiene una exactitud que va desde 1 miligramo por centímetro cuadrado. Esta investigación tiene como objetivo diseñar y simular una máquina sandblasting con el respectivo sistema de extracción de polvo - cabina hermética, para la limpieza de partículas. Los cálculos están basados para un tipo de granalla plástica. Esta investigación es de tipo descriptiva y documental. La simulación del equipo se la realiza mediante un software de diseño, Solidwords para determinar los puntos críticos.</p> <p>Para esta investigación se han estudiado las necesidades de la empresa y se ha decidido seleccionar el método de granallado por</p> |          |       |          |  |

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | presión de aire, los cálculos están basados de acuerdo a las características de los equipos que posee la empresa, El sandblasting fue con la presión del compresor el cual es de 7 bares y para la cabina se tomaron en cuenta las características de la balanceadora las cuales eran una bancada de 2 metros de largo y los brazos o apoyos que soportan hasta un peso de 330 kilos. Para el diseñar el sandblasting se utiliza las normas ASME sección VIII división 1, el cual regula el diseño de recipientes a presión. |
| Descripción: |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| URI:         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## INTRODUCCIÓN

El Ecuador está tomando fuerza la parte industrial gracias al apoyo del gobierno seccional dando apertura a la generación termoeléctrica, al aumentar la producción se ha tenido que perfeccionar varios métodos de trabajo como son todos aquellos que tienen que ver con el mantenimiento. En la actualidad interviene la tecnología para mejorar la calidad y disminuir tiempos de trabajos en las industrias.

La Unidad de Negocios Termo pichincha adquiere un equipo de balanceo de: turbinas, rotores eléctricos, tambores de las purificadoras. Al enviar a talleres externos se tardaba demasiado en la entrega, se enviaban los turbos completos el cual tenían un costo de mantenimiento de 5000 dólares cada uno de ellos.

Debido a la compra de este equipo se implementa un área de mantenimiento de turbos el cual realizaba el mismo tipo de mantenimiento que los talleres externos lo cual le resulta económico para la empresa.

La empresa realizó un prototipo de un cuarto de sandblasting para ver la efectividad de limpieza de los elementos que conforman el turbo tales como son: turbinas, aros de toberas, cuerpos centrales, difusores. Al ver la efectividad de la limpieza se procede a llevar a cabo el proyecto de investigación el cual es mejorar las condiciones de la cabina e implementar la recirculación de la granalla.

Por lo tanto este proyecto de investigación se enfoca en el diseño de una máquina sandblasting con el respectivo sistema de extracción de polvo - cabina hermética, para la limpieza de partículas. Lo que se desea realizar es un sistema de limpieza por medio de recirculación de la granalla. Mediante la utilización de un software se simulara el funcionamiento de algunos elementos.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de investigación**

### **1.1.1. Planteamiento del Problema**

El problema consiste en realizar la limpieza de los elementos que vayan a ser balanceados, ya que el equipo de balanceo tiene una precisión de 1mg. El problema no solo consistiría en diseñar una cabina de sandblasteado, lo que se trata es de disminuir el tiempo que antes le llevaba al operario realizar este trabajo manualmente.

#### **1.1.1.1. Diagnóstico**

El problema de la investigación radica en la central Termoeléctrica Quevedo II, en el área de turbos. La suciedad generada a causa del combustible es un problema que se presenta en los motores de generación eléctrica, el cual afecta a varios elementos que están en contacto en directo con dicho fluido .por lo cual obliga a realizar mantenimiento periódico de ciertos elementos.

#### **1.1.1.2. Pronóstico**

El mantenimiento que se lleva a cabo en la Central Termoeléctrica Termopichincha se ve afectado por retrasos en su ejecución, porque al efectuar la limpieza de los elementos se realiza de forma manual.

### **1.1.2. Formulación del Problema**

¿Puede un sandblasting con el respectivo sistema de extracción de polvo - cabina hermética disminuir el tiempo de mantenimiento y tener un mejor acabado?

### **1.1.3. Sistematización del Problema**

El diseño del sandblasting se enfoca en demostrar si es posible disminuir el tiempo de mantenimiento y limpieza de los equipos a limpiar, mediante la implementación de la

máquina de sandblasting teniendo en cuenta que ésta es una de las funciones primordiales para la que se realiza el estudio.

El proyecto de investigación permite conocer si la implementación del mismo será factible o no, así mismo se determina los beneficios económicos que representaran para la empresa (Termopichincha).

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Diseñar una máquina sandblasting con el respectivo sistema de extracción de polvo - cabina hermética, para la limpieza de partículas.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Investigar los diferentes tipos de sandblasting y los distintos sistemas que lo componen.
- Diseñar un equipo de sandblasting que se adapte a las necesidades.
- Realizar la simulación del proceso de sandblasting, mediante un software el cual permite comprobar puntos críticos de diseño.
- Comprobar si el proyecto de investigación es factible para su construcción.

## **1.3. Justificación**

Para la Unidad de Negocios Termopichincha Quevedo II .La implementación del sandblasting permite disminuir el tiempo de limpieza, tener un acabado de calidad comparando con el método que se ha usado tienen grandes diferencias ya sea tiempo, como en remoción de partículas.

Con la construcción del sandblasting y la implementación del método de sandblasteado, permite optimizar los resultados y mayor uniformidad, reducir costos de

mano de obra, minimizar tiempos de trabajo, optimizando mano de obra, mejorar el funcionamiento, conseguir mejor acabado del material con un mínimo esfuerzo. Lo que sería de gran beneficio al momento de ser balanceado ya que la balanceadora tiene una lata precisión.

El equipo puede realizar la limpieza de varios elementos al mismo tiempo, mientras que con un operario realizando este trabajo manualmente le llevaría mucho más tiempo. Esta máquina tiene como propósito disminuir costos de mantenimiento, causado a consecuencia del combustible que se utiliza en los motores de generación eléctrica.

Una de las principales características del proceso de sanblanteado es incrementar la resistencia a la fatiga a los elementos que hayan sido expuestos a este trabajo.

## **CAPÍTULO II**

# **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco Conceptual**

### **2.1.1. Balanceadora schenck**

Una máquina balanceadora schenck es una combinación de inteligencia mecánica perfecta tecnología de medición de alta precisión y software funcional, para hacer un mantenimiento rápido, eficaz y económico. [1]

### **2.1.2. Granallado**

“El granallado es un proceso mediante el cual se logra modificar el estado natural del material , principalmente es una técnica de tratamiento por impacto consiguiendo un excelente grado de limpieza, así como una correcta terminación superficial.” [2]

### **2.1.3. Abrasivos**

En el mercado existen gran variedad de abrasivos para distintos tipos de acabados, según la dureza del elemento al ser expuesto. para evitar daños del material se utiliza la microesfera de vidrio.

### **2.1.4. Colector de polvo**

En principio este dispositivo consiste en hacer pasar los gases a través de un aparato formados por dos juegos de electrodos aislados eléctricamente entre sí, entre los cuales se mantiene un campo electrostático a un elevado potencial eléctrico. [3, p. 263]

### **2.1.5. Extractor de polvo.**

Un extractor de aire es un aparato mecánico utilizado principalmente para la sustitución de una porción de aire, que se considera indeseable, por otra que aporta una mejora tanto en pureza, como de temperatura, humedad, etc. [4]

### **2.1.6. Soplador de aire.**

El Blower es de avanzado diseño y estricto control de calidad, puede servir en varios campos, lo más común es para tratamiento de aguas, termo-formado, jacuzzis y la piscicultura gracias a su alta presión presenta una efectiva oxigenación para peces. [5]

### **2.1.7. Norma SSPC (Steel Structures Painting Council)**

[6] La SSPC (Steel structures pinten council) es una organización que se encarga en el la normalización de preparación de superficies, selección y aplicación de recubrimientos según la regulación ambiental, salud y seguridad que afecta a la industria.

### **2.1.8. Norma Nace. (National Association of Corrosion Engineers)**

Nace (National association of corrosión Engineers) es una organización que se encarga del control de la corrosión, para prevención de la corrosión a nivel industrial de USA. La más reciente publicación se dio en septiembre del año 2000 con la colaboración de las organizaciones (SSPC y NACE) esta es la versión más reciente la cual publicaron varias normas para la preparación de superficies SP-5, SP-6, SP-7 y SP-10. En el 2004 y 2007 se publicaron algunas versiones de esta norma. [6]

### **2.1.9. Norma ISO .(International Standards Organization)**

[6] Según la Norma ISO afirma que (International Standards Organization) esta organización adopto las normas Suecas de preparación de superficies. Está norma es la que controla la técnica de preparación de superficies. Esta norma se aplica a la técnica de

preparación de superficies mayormente aplicada en Europa y también es acogida por varios países del mundo que usen el mismo sistema internacional. En Latinoamérica es de gran acogida el uso de normas americanas pero algunas empresas se basan en las normas ISO.

### **2.1.10. Solidworks**

El software de automatización de diseño mecánico es una herramienta de diseño y modelado de sólidos que está basada en la fácil aprendizaje del interfaz gráfica de usuario de Windows. Está en la capacidad de crear modelos en 3D y realizar simulaciones estáticas o dinámicas, los cuales permiten verificar fallos en materiales. [7]

### **2.1.11. Neumática**

Los sistemas de aire comprimido proporcionan un movimiento controlado con el empleo de cilindros y motores neumáticos y se aplican en herramientas, válvulas de control, martillos neumáticos, pistolas para pintar, motor neumáticos, sistemas de empaquetado, elevadores, herramientas de impacto, prensas neumáticas, robots industriales, vibradores, frenos neumáticos. [8]

### **2.1.12. Vibraciones**

La vibración de un sistema implica la transformación de la energía potencial en energía cinética y de ésta en energía potencial, de manera alterna. Si el sistema se amortigua, una parte de su energía se disipa en cada ciclo de vibración y se le debe reemplazar por una fuente externa para que se mantenga un estado de vibración estable. [9]

## **2.2. Marco Referencial**

### **2.2.1. Tipos de granallado**

#### **Granallado por turbina**

El granallado centrífugo, como se suele también llamarse a esta operación, el perdigón de forma esférica o angular, de acero o de hierro fundido, o en su defecto alambre tronceado, es tomada por vanos de una turbina que gira a alta velocidad (2.000-3.000 rpm) y dirigido a la superficie a tratar. La velocidad periférica adquirida por cada partícula es 60-70 m/s. [10]

#### **Granallado por presión de aire**

Este método consiste en utilizar aire, que imparte a las partículas o granallas abrasivas la energía necesaria para que lleguen a la superficie con la fuerza y la velocidad suficiente como para eliminar los contaminantes que se encuentran sobre ella. Dichas partículas abrasivas pueden estar constituidas por arena de distinto tipo y tamaño de grano. [11, p. 408]

### **2.2.2. Tipos de Abrasivos**

#### **Micro esfera de vidrio**

[12] La micro esfera de vidrio son utilizadas en tareas de granallado, constituyen un abrasivo que permiten realizar operaciones de limpieza, terminación decorativa, grabado y shot-peening de tal forma que a diferencia de otros abrasivos no producen remoción del metal base ni lo contaminan por no dejar incrustaciones .Además tolerando las dimensionales más estrictas logran la mejor terminación superficial en elementos de precisión.

## **Oxido de aluminio**

Es un abrasivo de granos muy duros y aristas extremadamente agudas, produciendo una acción cortante de gran intensidad. Su utilización habitual suele ser la preparación de superficies, previa metalización o granallado de partes de aluminio para revestimientos posteriores (teflón, poliamida, etc.) en los cuales no se admiten inclusiones no compatibles con el metal base. También se utiliza en la limpieza de piezas mecánicas, texturados de matrices, etc. [12]

## **Carburo de silicio**

Es un material de elevada dureza utilizado como abrasivo para cortar, molturar o pulir. Refractario con alta resistencia a la oxidación a temperaturas elevadas debido a la formación de una capa de  $\text{SiO}_2$  que protege el material. [13]

## **Escoria de cobre**

Es el caso de utilizar un abrasivo económico fundamentalmente donde las exigencias de terminaciones y uniformidad son mínimas. [12]

## **Abrasivos plásticos**

Se emplean para el tratamiento de superficies plásticas, de aluminio, composite, etc. sobre todo en el rebabado de piezas inyectadas como son las de bakelita, donde por golpe y arrastre produce el rebabado de las partes o en materiales donde no es posible el desgaste ni generar tensiones superficiales. No altera dimensionalmente a la pieza a tratar. [12]

## **Granalla de acero**

Recomendado para limpieza de piezas de fundición dejando una rugosidad notoria como acabado final o anclaje para recubrimiento de alguna pintura. Sufre muy poco desgaste y se puede llegar a utilizar hasta 30 veces. Tiene 2 presentaciones, angular y redonda [14]

2.2.3. Tipos de colectores de polvo

2.2.3.1. Separador Ciclónico

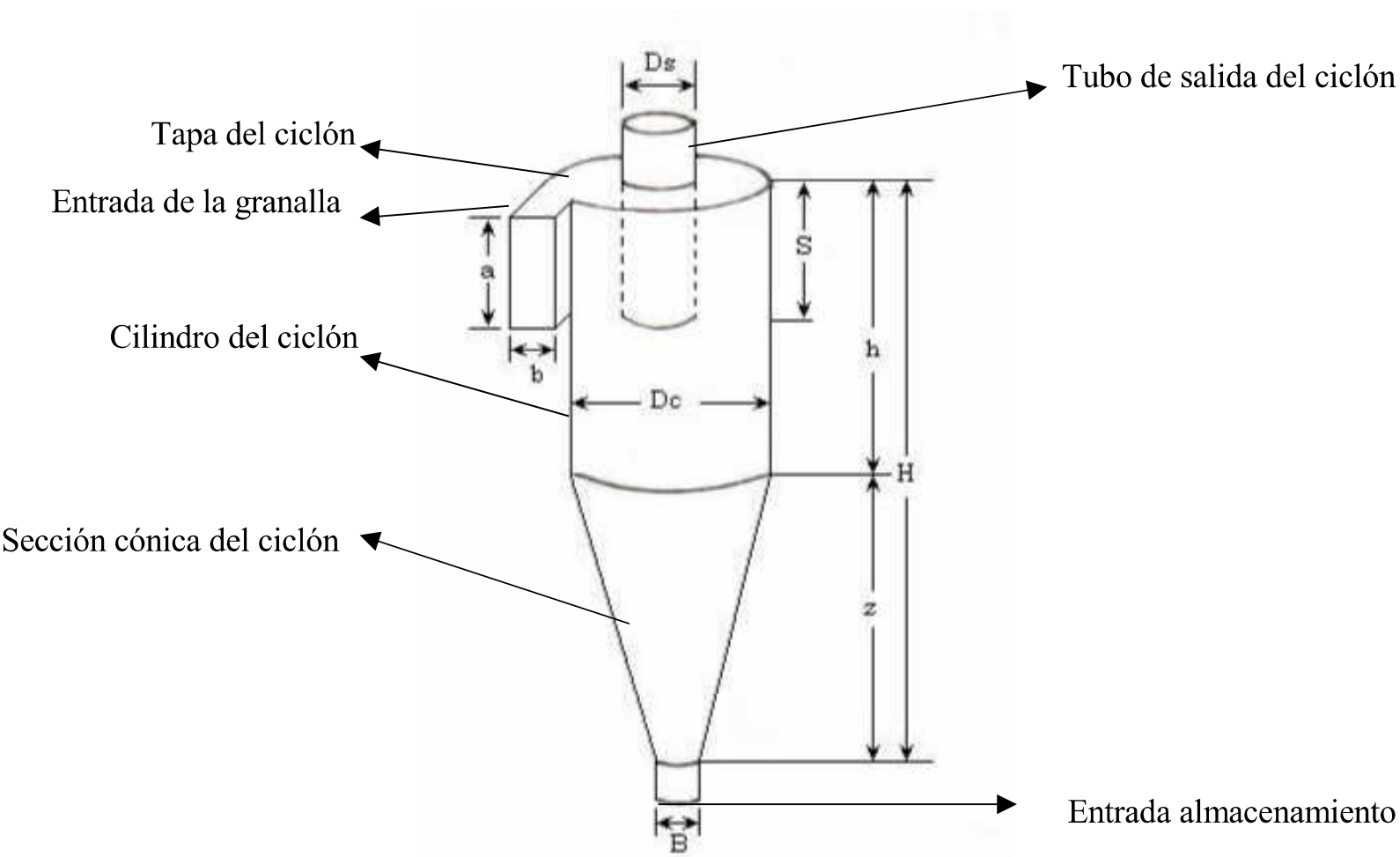
El ciclón posee la mayor eficiencia posible de los aparatos de separadores por inercia. El ciclón consta de un cilindro vertical donde se introduce el gas a través de una entrada tangencial y horizontal. El polvo se concentra por la acción de giro circular a lo largo del recipiente y por último cambia de dirección y sale por el conducto situado en el eje del recipiente. [15, p. 238]

Tabla 1. Parámetros de diseño para los ciclones de entrada tangencial

| Parámetro                             | Valor                    |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Diámetro del ciclón ( $DC$ )          | $< 1.0\text{ m}$         |
| Caída de presión ( $\Delta P$ )       | $< 2,488.16\text{ Pa}$   |
| Relación de velocidades ( $V_i/V_s$ ) | $< 1.35$                 |
| Velocidad de entrada ( $V_i$ )        | $15.2 - 27.4\text{ m/s}$ |

Fuente: Echeverry L. C. A., CYCLONES OPTIMAL DESIGN, Medellín, 2006.

Gráficos 1. Dimensiones del ciclón



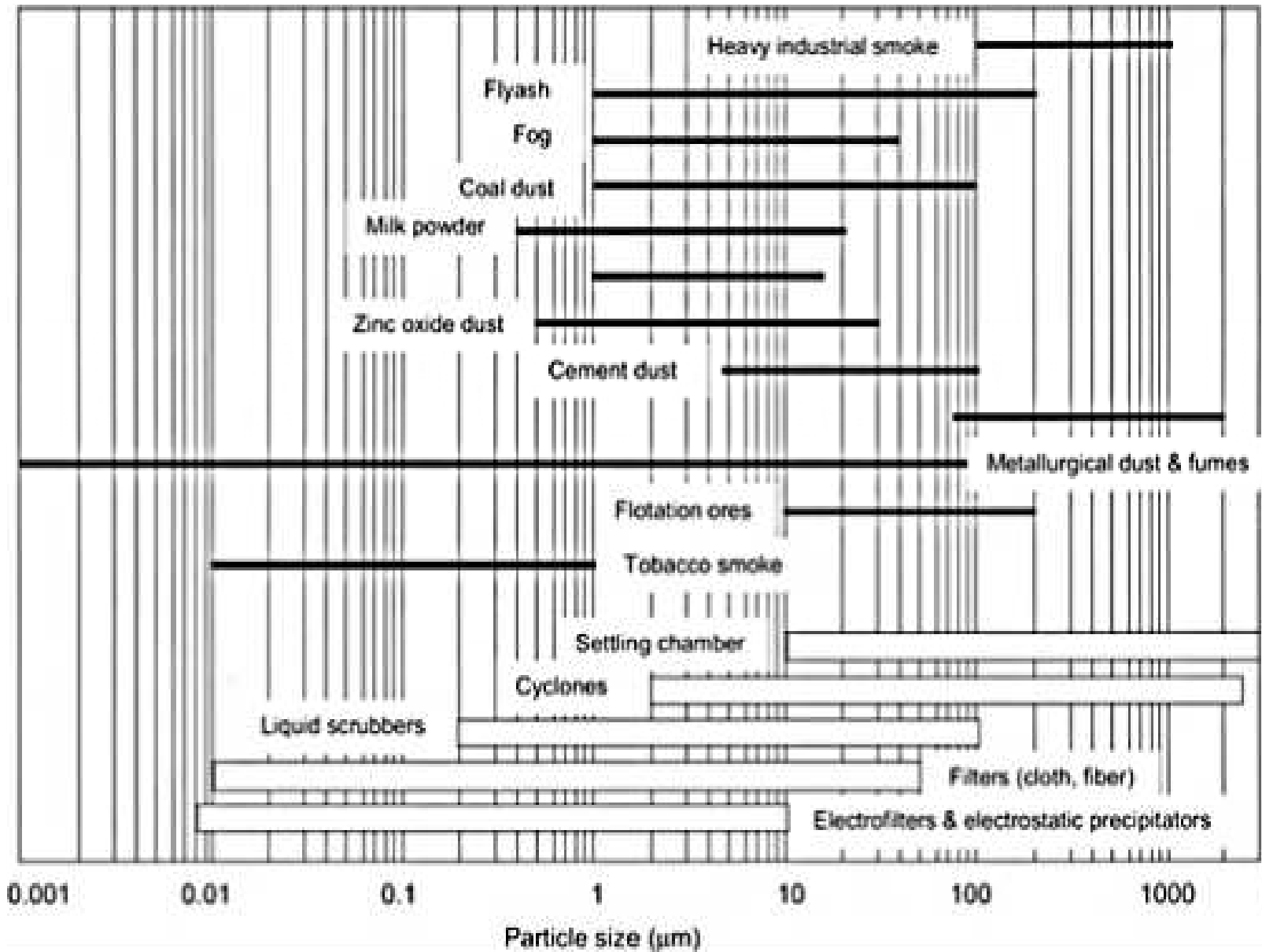
Fuente: Echeverry L. C. A., CYCLONES OPTIMAL DESIGN, Medellín, 2006.

**Tabla 2.**Características de los ciclones convencionales

| Dimensión               | Nomenclatura | Tipo de ciclón |      |         |        |
|-------------------------|--------------|----------------|------|---------|--------|
|                         |              | lepple         | Swi  | Peterso | zenz   |
| Diámetro del ciclón     | Dc/D         | 1.0            | 1.0  | 1.0     | 1.0    |
| Altura de entrada       | a/Dc         | 0.5            | 0.5  | 0.583   | 0.5    |
| Ancho de entrada        | b/Dc         | 0.25           | 0.25 | 0.208   | 0.25   |
| Altura de salida        | S/Dc         | 0.625          | 0.6  | 0.583   | 0.75   |
| Diámetro de salida      | Ds/D         | 0.5            | 0.5  | 0.5     | 0.5    |
| Altura parte cilíndrica | h/Dc         | 2.0            | 1.75 | 1.333   | 2.0    |
| Altura parte cónica     | z/Dc         | 2.0            | 2.0  | 1.837   | 2.0    |
| Altura total del ciclón | H/Dc         | 4.0            | 3.75 | 3.17    | 4.0    |
| Diámetro salida         | B/Dc         | 0.25           | 0.4  | 0.5     | 0.25   |
| Factor de configuración | G            | 402.88.        | 381. | 342.29  | 425.41 |
|                         |              | 79             |      |         |        |
| Número cabezas de       | NH           | 8.0            | 8.0  | 7.76    | 8.0    |
| Número de vortices'     | N            | 8.0            | 8.0  | 7.76    | 8.0    |

**Fuente :** Echeverry L. C. A., CYCLONES OPTIMAL DESIGN, Medellín, 2006.

**Gráficos 2.** Tamaño de partículas de algunos materiales, y métodos adecuados para la eliminación de ellos de una corriente de gas



**Fuente:** [16, p. 4]

#### **2.2.3.1.1. Factores que afectan al rendimiento de los ciclones**

Los efectos de cambiar los parámetros de diseño y operación en los ciclones son muy complicados, debido a que estos están interrelacionados. Es casi imposible seleccionar un ciclón para dar la separación precisa requerida y casi siempre es necesario ajustar la entrada de alimentación, el buscador de remolino o vórtice, la abertura del ápice, dilución y presión de la pulpa. [17, p. 257]

#### **2.2.3.2. Separador de Filtro de mangas**

[18] Los filtros de mangas o también conocido como casa de bolsas es uno de los equipos más eficientes y representativos de la separación sólido-gas, para la eliminación de partículas sólidas de una corriente gaseosa haciéndola pasar a través de un tejido. Estos filtros son capaces de recoger altas cargas de partículas resultantes de procesos industriales de muy diversos sectores, tales como industria; minera, energética, siderúrgica, amianto, aluminio, hierro, cemento, vidrio, la industria de madera y papel, industria farmacéutica, química, petroquímica y muchas otras. Este tipo de colector de polvo se utiliza cuando se requiere una alta eficiencia de filtración, para eliminar las partículas cuyo tamaño oscila entre submicrónico, a varios cientos de micras de diámetro con eficiencia del 99,99%. El intervalo de temperatura habitual en el que se utiliza el filtro de manga va desde 230°C a 260°C y para los valores comunes de la caída de presión de  $1200 \pm 5000$  Pa

#### **2.2.3.3. Separadores húmedos**

Los colectores húmedos, o lavadores tienen por objeto aumentar el tamaño de partícula por medio de agua o de gotitas de suspensión, porque es más fácil recolectar las partículas más grandes. [19, p. 527]

#### **2.2.3.4. Separador por Inercia**

El aparato práctico más sencillo en que se utiliza este principio es el colector por inercia. Se consigue cambiar la fuerza sobre la partícula cambiando repentinamente la dirección del flujo del gas, y pasa a un espacio muerto donde se le permite sedimentar con

lo que se consigue mayor eficacia de separación que con la cámara de sedimentación. [15, p. 233]

#### **2.2.4. Cabina de Sandblasting**

El sistema para las cabinas de sandblast consisten en un proceso de lanzamiento de materiales abrasivos con aire a presión sobre cualquier superficie rígida, para remover óxidos, escamas de laminación, pintura vieja; preparándolas para la aplicación de recubrimientos. Las cabinas para sandblast se usan cuando se utilizan abrasivos costosos, pues se tiene la posibilidad de recuperar el agente abrasivo y evitar su pérdida; así como para tener control de la dispersión de polvos. También se usan cuando las piezas a tratar requieren estar sujetas a un chorro de abrasivo un largo tiempo. [20]

#### **2.2.5. Tipos de tapas para recipientes a presión**

##### **Tapas toriesféricas**

Son las de mayor aceptación tienen en la industria, debido a su bajo costo y soporta altas presiones manométricas, su característica principal es que el radio de abombado es aproximadamente igual al diámetro. Se pueden fabricar en diámetros desde 0.3 hasta 6 metros. [21, p. 6]

##### **Tapas semielípticas**

Son empleadas cuando el diámetro de la tapa toriesferica es relativamente alto, ya que las tapas semielípticas soportan mayores presiones que las toriesfericas. [21, p. 6]

##### **Tapas semiesféricas**

Utilizadas exclusivamente para presiones críticas. Como su nombre lo indica, su silueta describe una media circunferencia perfecta, su costo es alto y no hay límite dimensional para su fabricación. [21, p. 9]

## **Tapas cónicas**

Se utilizan generalmente donde pudiera haber acumulación de sólidos y en transiciones de cambios de diámetro de recipientes cilíndricos. [21, p. 9]

## **Tapas toricónicas**

A diferencia de las tapas cónicas este tipo de tapas tienen en su diámetro mayor un radio de transición que no deberá ser menor al 6% de diámetro mayor o tres veces el espesor tienen las mismas restricciones que las tapas cónicas. [21, p. 9]

### **2.2.6. Normas utilizadas para la construcción de recipientes a presión según el código ASME Sección VIII División 1**

#### **Norma Ug-27, espesor de los depósitos bajo presión interna, Sección C carcasas cilíndricas**

El espesor mínimo o la presión de trabajo máxima admisible de los depósitos cilíndricos será el mayor espesor o menor presión dada por tensión circunferencial y esfuerzo longitudinal. [22, p. 19]

#### **Ug-21 Presión de Diseño**

Cada elemento de un recipiente a presión está diseñado para al menos la más severa condición de presión coincidente (incluyendo la cabeza coincidente estática en la posición de funcionamiento) y la temperatura previstas en funcionamiento normal. [22, p. 16]

### **2.2.7. Cargas nominales**

#### **Esfuerzo normal**

Si la fuerza longitudinal resulta positiva según el cálculo se trata de una fuerza de tracción; si es negativa, se trata de una fuerza de compresión en todos los puntos de la sección transversal resulta el esfuerzo normal. [23]

## **Esfuerzo cortante**

Los esfuerzos cortantes se producen por las fuerzas transversales y por momentos de torsión. En el contorno de la sección transversal los esfuerzos tienen siempre dirección tangencial. En los vértices de la sección se anulan. [23]

### **2.2.8. Normas del proceso de limpieza de superficies**

#### **SP-5 Limpieza a Metal Blanco (White Metal)**

El material debe estar en un 100% libre de grasa, aceites, polvos, óxido, cascarilla de laminación, recubrimiento viejo o cualquier otro contaminante. El acabado presenta un color gris uniforme y su apariencia cambiara según el abrasivo usado. [6]

#### **SP-6 Limpieza Comercial**

Limpieza mediante la aplicación de aire a presión con chorro de abrasivos. La cual debe estar la superficie libre de grasa aceites, polvos y óxidos de laminación recubrimiento viejo o cualquier otro contaminante. El acabado presenta ligeras manchas vetas y decoloración en un porcentaje máximo a un 33%. Si la superficie esta picada puede presentar residuos de óxido y recubrimiento viejo. [6]

#### **SP-7 Limpieza Rápida (Brush Off)**

Limpieza mediante la aplicación de aire a presión mediante con chorro de granalla dejando libre de cualquier residuo que se encuentre en la superficie, debe estar libre de grasa, aceite, polvo, óxido flojo, escama de laminación floja, recubrimiento flojo excepto que el óxido y escama de laminación puedan permanecer en la superficie. [6]

#### **SP-10 Limpieza cerca de Metal Blanco (Near White Metal)**

Esta es la limpieza la que debe de quedar cerca a la del metal blanco. La superficie debe estar libre de grasa, aceite, polvo, óxido, escama de laminación recubrimiento viejo o cualquier otro contaminante. El acabado presenta ligeras manchas, vetas y decoloraciones en un porcentaje menor o igual a un 5%. [6]

### **2.2.9. Importancia de ingeniería económica**

Fundamentalmente la ingeniería económica implica formular, estimar y evaluar los resultados económicos cuando existan alternativas disponibles para llevar a cabo un propósito definido. [25]

### **2.2.10. Movimiento de partículas a través de fluidos.**

En muchas etapas de los procesos ingenieriles, especialmente en separaciones mecánicas, intervienen el movimiento de partículas sólidas o gotas líquidas a través de un fluido. El fluido puede ser un gas o un líquido y pueden estar en movimiento o en reposo. Son ejemplos de esto, la eliminación de polvos y humos de gases de combustión, la eliminación de sólidos contenidos en líquidos residuales para poder verterlos en los desagües públicos y la recuperación de nieblas ácidas a partir de los gases residuales. [26, p. 167]

### **2.2.11. Movimiento en un campo centrífugo.**

Siempre que se varía la dirección de una partícula se origina una fuerza centrífuga. Según la física elemental. [26, p. 169]

### **2.2.12. Velocidad límite**

En la sedimentación por gravedad,  $g$  es constante. Por otra parte el frotamiento aumenta con la velocidad, la aceleración disminuye con el tiempo y tiende a cero. La partícula alcanza rápidamente, por lo tanto una velocidad constante, que es la máxima alcanzable en estas condiciones y que se denomina velocidad límite. Para la sedimentación por gravedad se halla la ecuación de la velocidad límite. [26, p. 170]

### **2.2.13. Sedimentación impedida**

En la sedimentación impedida, las partículas están lo suficientemente próximas para que los gradientes de velocidad que rodean a cada partícula sean afectados por la presencia de partículas vecinas.

Por otra parte las partículas al sedimentar desplazan el líquido, siendo apreciable la velocidad hacia arriba del mismo. La velocidad del líquido es entonces mayor con respecto a la partícula que con respecto al aparato. La densidad real del fluido puede tomarse igual a la de la suspensión y puede calcularse a través de la composición de la suspensión y de las densidades de las partículas y el fluido. [26, p. 175]

#### **2.2.14. Caída de presión en sistemas neumáticos**

Para hacer circular solamente aire a través de un sistema neumático, a las velocidades que normalmente se emplean, se requiere una cantidad de energía relativamente pequeña. Para elevar y mover el sólido es necesario una energía adicional considerable. [26, p. 187]

#### **2.2.15. La ecuación de continuidad**

Si el flujo entra por un extremo con un gasto o caudal (volumen por unidad de tiempo)  $Q_1$ , ha de salir por el otro extremo con un gasto  $Q_2$ , que vale lo mismo que  $Q_1$ . [27, p. 294]

#### **2.2.16. Presión de diseño**

La presión que se emplea para diseñar el recipiente. Se recomienda diseñar un recipiente y sus componentes para una presión mayor que la de operación este requisito se satisface utilizando una presión de diseño de  $30 \text{ lb/pulg}^2$  o 10 % más que la presión de trabajo, la que sea mayor.

También debe tomarse a consideración la presión del fluido y de cualquier otra sustancia contenida en el recipiente [28, p. 15]

#### **2.2.17. Presión de operación (Po)**

Es identificada como la presión de trabajo y es la presión manométrica a la cual estará sometida su equipo en condiciones de operación normal. [21, p. 1]

### **2.2.18. Presión de trabajo máxima permisible**

Es la presión máxima a la que se puede someter un recipiente, en condiciones de operación. [21, p. 2]

### **2.2.19. Recipientes a presión.**

El código ASME Sección VIII Div. 1, define como recipiente a presión, cualquier contenedor cerrado capaz de almacenar un fluido a presión manométrica sea esta interna o externa. Esta presión puede ser obtenida desde una fuente interna o externa, o cualquier combinación de ellas. [29, p. 15]

Se considera como recipiente a presión, vasija cerrada que sea capaz de almacenar un fluido a presión manométrica, ya sea presión interna, independientemente de su forma y dimensiones. Los recipientes cilíndricos a que nos referimos en este tomo, son calculados de como cilindros de pared delgada. [21, p. 1]

### **2.2.20. Esfuerzo de diseño a la tensión(s).**

Es el valor máximo al que podemos someter un material, que forma parte de un recipiente a presión, en condiciones normales de operación. Su valor es aproximadamente el 25% del esfuerzo último a la tensión del material en cuestión. [21, p. 3]

### **2.2.21. Ley de Stokes**

La ley de Stokes se deduce para partículas esféricas; las no esféricas alcanzarán una velocidad terminal, pero esta velocidad está influenciada por la velocidad de la partícula. Sin embargo, esta velocidad se sustituye en la ecuación de Stokes para dar un valor de  $d$ , que se puede usar para caracterizar la partícula. Este valor se conoce como diámetro esférico equivalente de Stokes. La ley de Stokes solamente es válida en la región de flujo viscoso. [17, p. 104]

## **2.2.22. Soldadura**

Podemos definir como la unión mecánicamente de dos o más piezas metálicas. [30, p. 5]

### **2.2.22.1. Eficiencia de soldadura**

Se puede definir la eficiencia de soldadura, como el grado de confiabilidad que se puede tener de ellas. [21, p. 3]

## **2.2.23. Compresor**

Los compresores son máquinas especialmente diseñadas y construidas para aumentar la presión en los gases. Lo más común es que se comprime aire, pero en la industria es frecuentemente la necesidad de comprimir otros gases. [31]

## **2.2.24. Boquilla Carburo de Venturi de tungsteno medio.**

Las boquillas con Venturi de longitud media son más efectivas en trabajos donde las boquillas se mantienen cerca de las superficies a ser limpiadas, excelentes para cabinas presurizadas. [32, p. 19]

## **2.2.25. Pérdida de presión.**

La pérdida de presión, pérdida de carga o caída de presión, diferentes expresiones que vienen a asignar lo mismo, se refieren a la pérdida de energía que se va originando en el aire comprimido ante los diferentes obstáculos que encuentra en su desplazamiento hacia los puntos de utilización. [33, p. 221]

## **2.2.26. Velocidad de circulación**

También existe límite para la velocidad del aire, ya que cuanto mayor es la velocidad de circulación, tanto mayor es la pérdida de presión en el recorrido hasta el punto de aplicación. [33, p. 221]

### **2.2.27. Sedimentación centrífuga**

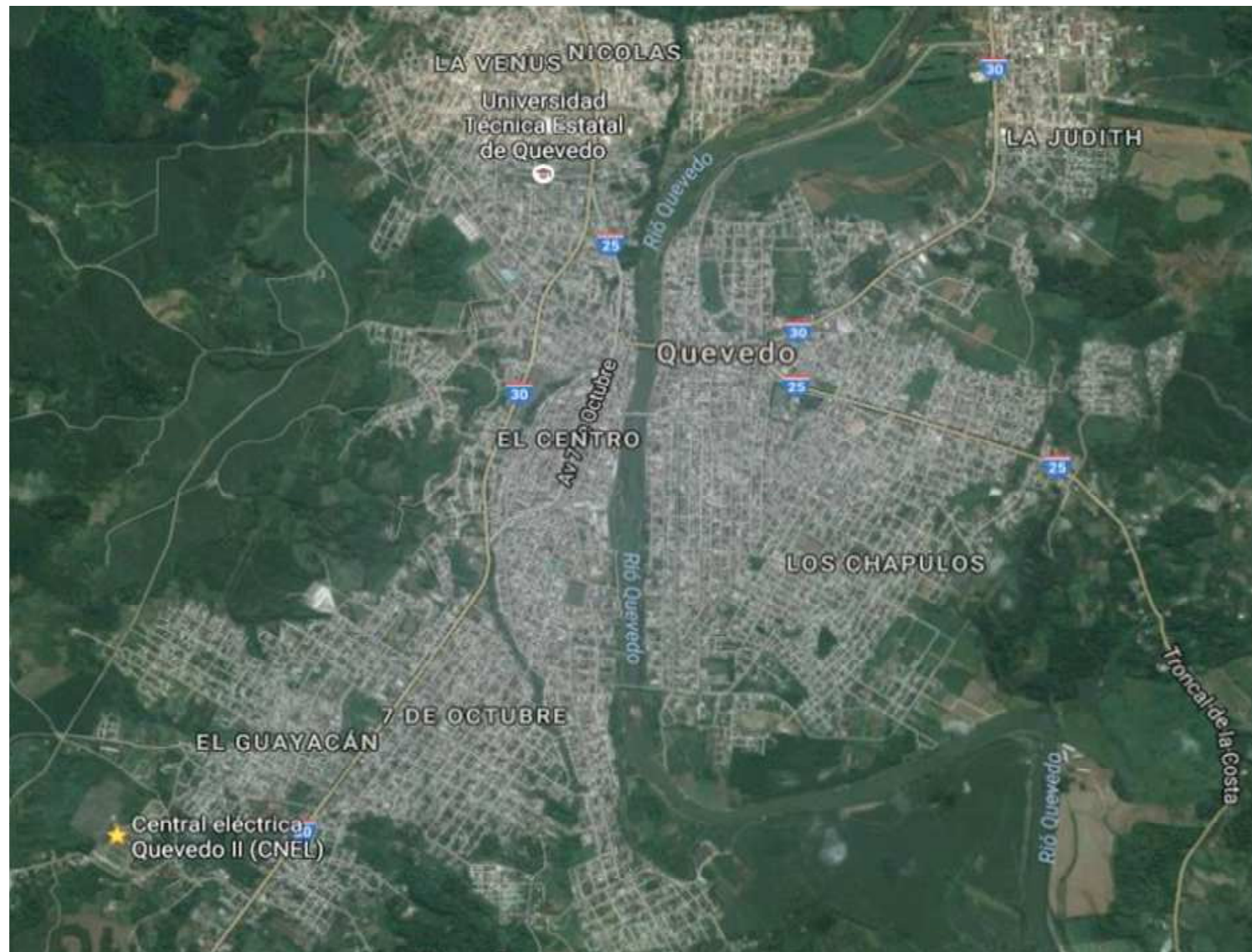
La separación centrífuga se considera una extensión de la separación por gravedad, ya que las velocidades de la partícula aumentan bajo la influencia de la fuerza centrífuga. Sin embargo, esta se puede usar para separar emulsiones que normalmente son estables en un campo gravitacional. [17]

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.2. Localización

La investigación se realiza en la central termoeléctrica Quevedo II, la cual se encuentra ubicada en el cantón Quevedo- vía al Empalme km 1 ½ entrada a la Virginia.

**Gráficos 3** Ubicación de la Empresa



**Fuente:** Google Maps

### 3.3. Tipos de investigación

#### 3.3.1. Descriptiva

La investigación es de carácter descriptiva ya que se toma los datos de la entrevista realizada al jefe de mantenimiento del Área de turbos de la Termopichincha Quevedo II acerca del tiempo que se demora el mantenimiento, que se realiza manualmente.

### **3.3.2. De campo**

Este tipo de investigación se aplica mediante la técnica de la entrevista, se realiza una pregunta al jefe de mantenimiento del área de turbos de la Unidad de Negocios Termopichincha Quevedo II sobre qué tiempo se tarda la limpieza de los elementos al ser realizada de forma manual.

## **3.4. Métodos de investigación**

### **3.4.1. Deductivo**

Este método se utiliza para la recopilación de datos a través de textos, páginas web, monografías, tesis, con el objetivo de obtener una base científica y analítica sobre el proceso de sandblasting.

### **3.4.2. Analítico**

Este método se aplica con la finalidad de estudiar cada uno de los sistemas que componen el equipo de sandblasting, para examinar y dimensionar los datos obtenidos se utiliza un programa de diseño solidworks para el bosquejo del proyecto de investigación.

## **3.5. Fuentes de recopilación de información**

### **3.5.1. Primarias**

Entrevista

Observación directa

### **3.5.2. Secundarias**

Textos

Tesis

Sitios web

### **3.6. Diseño de la investigación**

#### **3.6.1. No experimental**

En el desarrollo de esta investigación, se indagaran las variables que permitan realizar un diseño adecuado a las condiciones del modelo planteado, de manera que sea comprobable su aplicación

### **3.7. Instrumentos de investigación**

#### **3.7.1. Entrevista**

La entrevista es la técnica que se utiliza con el propósito de conocer el tiempo que tarda cada limpieza, ya que se pretende disminuir ese período. Para ello se formuló una pregunta de forma cerrada ¿Qué tiempo tarda la limpieza de forma manual?

#### **3.7.2. Observación directa**

Mediante la técnica de la observación directa se analiza la forma que se realizaba la limpieza.

### **3.8. Tratamientos de los datos**

Para el tratamiento de datos de cálculos se utiliza el programa (Excel)

### **3.9. Recursos humanos y materiales**

#### **3.9.1. Materiales y equipos utilizados en la investigación**

|                                        |   |
|----------------------------------------|---|
| Remas de papel A4                      | 3 |
| CD-RW                                  | 4 |
| Agenda                                 | 1 |
| Bolígrafos                             | 2 |
| Lápices                                | 3 |
| Anillados                              | 5 |
| Carpetas                               | 4 |
| Empastados                             | 4 |
| Dispositivo de almacenamiento portátil | 1 |
| Calculadora                            | 1 |
| <b>Equipos</b>                         |   |
| Computadora                            | 1 |
| Impresora                              | 1 |
| Cámara fotográfica                     | 1 |
| Celular                                | 1 |

# **CAPÍTULO IV**

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El diseño para la cabina de sandblasteado y el sistema de recirculación de la granalla, se realiza tomando en cuenta las características de la balanceadora schenck que se encuentra en la unidad de negocios termopichincha Quevedo II. La balanceadora al contar con sensores de peso y medidor de rpm la hace de gran precisión, esta cuenta con una bancada de 2 m de largo y sus apoyos o brazos soportan hasta 330 kilogramos los cuales fueron basados para la construcción de la cabina.

#### **Gráficos4.-Balanceadora schenck**



#### **4.1. Dimensionamiento de la cabina para el proceso de sandblasteado.**

La construcción se la realiza con planchas de acero SAE A36 para la fabricación de la cabina y el ciclón se seleccionó este material por ser con el que cuenta la empresa además de tener características mecánicas está diseñado para ser resistente y fuerte, tiene una resistencia máxima a la tracción, este es un acero estructural, soportan temperaturas que van desde los  $-29^{\circ}\text{C}$  hasta  $340^{\circ}\text{C}$ . Se realiza el diseño basándose en las especificaciones de la balanceadora como son peso de rotores y tamaño máximo de estos.

Se selecciona electrodo 6011 para soldar los elementos de la cabina y el ciclón.

A= 1500 mm largo

H= 2000 mm alto

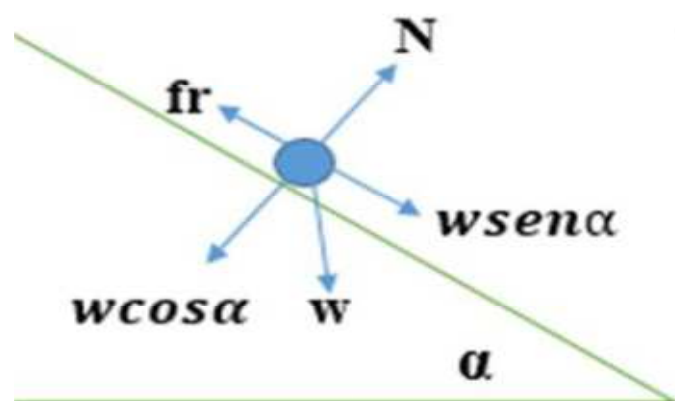
P= 1250 mm ancho

Dimensionamiento de la tolva

La inclinación de la tolva es de  $20^\circ$ , esta diseñada porque se comprobó que la micro esfera de vidrio se desliza con una velocidad constante.

Demostración de la inclinación

Diagrama de fuerzas para demostrar el coeficiente de rozamiento estático



$$\Sigma F_x = 0$$

$$w \operatorname{sen} \alpha = fr$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N = w \cos \alpha$$

$$fr = \mu_s N$$

$$w \operatorname{sen} \alpha = \mu_s w \cos \alpha$$

$$\mu_s = \frac{w \operatorname{sen} \alpha}{w \cos \alpha}$$

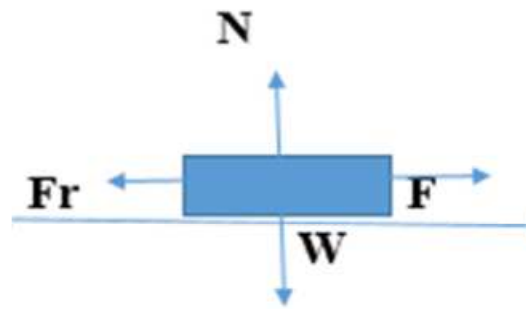
$$\mu_s = 0.37$$

$$fr = \mu_s N$$

$$fr = 0.000083N$$

Para que la partícula pueda moverse tiene que tener una fuerza mayor de 0.000083 N

Fuerza necesaria para mover la meza móvil



$$W=100\text{kg}$$

$$\mu_s = 0.19$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$F = fr$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N = w$$

$$fr = \mu_s N$$

$$Fr = 186.2 \text{ N}$$

El elemento para ser movido es necesario aplicar una fuerza mayor a 186.2 N

#### 4.2 Dimensionamiento del extractor de aire para la cabina

Para calcular el dimensionamiento es necesario tomar en cuenta el volumen del área a extraer el polvo.

$$A = 1400 \text{ mm}$$

$$P = 1150 \text{ mm}$$

$$H = 1220 \text{ mm}$$

$$V = A \times P \times H \quad (1)$$

$$V = 69.27 * 20 = 1385.4 \text{ ft}^3 = 39,229 \text{ m}^3$$

$$V = 1385.4 \text{ ft}^3 / 60 \text{ min} = 23.09 \text{ CFM} = 39.077 \text{ m}^3 / \text{h}.$$

Se seleccionara un extractor de 254mm

### 4.3 Dimensionamiento del ciclón

Caudal

Los cálculos se realiza para un caudal de  $0.131m^3/s$  , estos cálculos están basados en estudios anteriores, la cual son 118kg/h para un abrasivo de densidad de  $1.7 gr/cm^3$ .

(Anexo26)

$$Q=0.131m^3/s$$

$$Vi = \frac{Q}{a \times b} \quad (2)$$

$Vi$  = Velocidad del gas a la entrada del ciclón

$Q$  = caudal del ciclón

$a = 0,5 \times Dc$  Altura de entrada del ciclón

$b = 0,2 \times Dc$  Ancho de entrada del ciclón

Despejando la fórmula tendremos la ecuación para el cálculo del diámetro del ciclón.

$a = 0,5 \times Dc$  Altura de entrada del ciclón

$b = 0,2 \times Dc$  Ancho de entrada del ciclón

$Dc$  = Diametro del ciclón

$Vi$  = Velocidad del gas a la entrada del ciclón

$$Dc = \sqrt{\frac{Q}{Vi \times 0,5 \times 0,2}} \quad (3)$$

$$Dc = 0,221 = 221mm$$

Altura de entrada del ciclón

$$a = 0.5 \times Dc = 0.129m = 129mm \quad (4)$$

[34, p. 730]

Ancho de entrada del ciclón

$$b = 0.2 \times D_c = 0.046m = 46mm \quad (5)$$

[34, p. 730]

Altura de salida del ciclón

$$S = 0.583 \times D_c = 0.129m = 129mm \quad (6)$$

[34, p. 730]

Diámetro de salida del ciclón

$$D_s = 0.5 \times D_c = 0.111m = 111mm \quad (7)$$

[34, p. 730]

Altura parte cilíndrica del ciclón

$$h = 1.5 \times D_c = 0.295m = 295mm \quad (8)$$

[34, p. 730]

Altura total del ciclón

$$H = 3.17 \times D_c = 0.702m = 702mm \quad (9)$$

[34, p. 730]

Altura parte cónica del ciclón

$$z = 1.837 \times D_c = 0.407m = 407mm \quad (10)$$

[35, p. 13]

Diámetro de salida del polvo

$$B = 0.5 \times Dc = 0.111m = 111mm \quad (11)$$

[34, p. 730]

Relación entre la base de entrada y el ciclón

$$Kb = \frac{b}{Dc} = \frac{0.115 m}{0.552 m} = 0,208 \quad (12)$$

[35, p. 15]

Velocidad equivalente

$$w = \sqrt[3]{\frac{4 \times g \times \mu \times (\rho p - \rho)}{3x\rho^2}} \quad (13)$$

[35, p. 14]

$$W=0.8131m/s$$

$\rho p$  = densidad de la partícula

$\rho$  = densidad del gas transportador

$\mu$  = viscosidad del gas transportador

Velocidad de saltación

$$Vs = \frac{4.913 \times W \times Kb^{0.4} \times Dc^{0.067} \times \sqrt[3]{Vi^2}}{\sqrt[3]{1 - Kb}} \quad (14)$$

[35, p. 14]

$$Vs = 16.35 m/s$$

$W$  = velocidad equivalente

$Kb$  = Relación entre la base de entrada y el ciclón

$Dc$  = Diametro del ciclón

$Vi$  = Velocidad del gas a la entrada del ciclón

Relación entre velocidades

$$\frac{V_i}{V_s} = \frac{22}{16.35} = 1.345 \quad (15)$$

[35, p. 14]

La relación entre las velocidades no debe exceder de 1.35 ya que si lo hace habrá re suspensión en el sistema.

Volumen del ciclón evaluado sobre la salida

a = altura de entrada del ciclón

S = altura de salida del ciclón

Dc = diámetro del ciclón

Ds = diámetro de salida del ciclón

$$V_{sc} = \frac{\pi}{4} \times \left( S - \frac{a}{2} \right) \times (D_c^2 - D_s^2) \quad (16)$$

[35, p. 14]

$$V_{sc} = 1,8e10mm^3$$

Longitud natural del ciclón

Ds = diámetro de salida del ciclón

Dc = diámetro del ciclón

a = altura de entrada al ciclón

b = ancho de entrada al ciclón

$$L = 2.3 \times D_s \times \sqrt[3]{\frac{D_c^2}{a \times b}} \quad (17)$$

[35, p. 14]

$$L = 0.515 \text{ m} = 515\text{mm}$$

Debe cumplir la condición  $L < H-S$

L= Longitud natural del ciclón

H= Altura total del ciclón

S= Altura de salida del ciclón

$$0.515 \text{ m} < 0.702\text{m}-0.129\text{m}$$

$$0.515 \text{ m} < 0.573\text{m}$$

Tomando en cuenta que se cumple la condición. Se calcula el volumen evaluado sobre la longitud natural del ciclón.

Factor de dimensiones lineales

Dc= diámetro del ciclón

B= diámetro salida de partículas

S = altura de salida

L =longitud natural del ciclón

h = altura parte cilíndrica del ciclón

z = altura parte cónica del ciclón

$$Kl = Dc - (Dc - B) \times \left[ \frac{S + l - h}{z} \right] \quad (18)$$

[35, p. 15]

$$Kl = 0.231\text{m} = 231\text{mm}$$

Volumen del ciclón evaluado sobre la magnitud natural.

Dc = diámetro del ciclón

L = longitud normal del ciclón

S = altura de salida del ciclón

h = altura parte cilíndrica del ciclón

Kl = factor de dimensiones lineales

Ds = diámetro de salida del ciclón

$$VR = \frac{\pi}{4} \times Dc^2 \times (h - s) \frac{\pi}{12} \times Dc^2 \times (L + S - h) \times \left[ 1 + \frac{K_L}{Dc} + \left( \frac{K_L}{Dc} \right)^2 \right] - \frac{\pi}{4} \times Ds^2 \times L \quad (19)$$

[35, p. 15]

$$VR = 1,8e10mm^3$$

Factor dimensional de las proporciones volumétricas del ciclón.

Vsc = volumen del ciclón evaluado sobre la salida

VR = volumen del ciclón evaluado sobre la magnitud natural

Dc= diámetro del ciclón

$$Kc = \frac{\left( VSC + \frac{VR}{2} \right)}{Dc^3} \quad (20)$$

[35, p. 6]

$$Kc = 8,8e8mm^3$$

Relación entre la altura de entrada y el diámetro del ciclón.

a = altura de entrada del ciclón

Dc= diámetro del ciclón

$$Ka = \frac{a}{Dc} = \frac{0.129m}{0,222 m} = 0.583 \quad (21)$$

[35, p. 15]

Relación de la base de entrada y el diámetro del ciclón

b = ancho de la entrada del ciclón

Dc= diámetro del ciclón

$$Kb = \frac{b}{Dc} = \frac{0.046 m}{0,222 m} = 0.208 \quad (22)$$

[35, p. 15]

Factor de configuración.

$K_c$  = Factor dimensional de las proporciones volumétricas del ciclón

$K_a$  = Relación entre la altura de entrada y el diámetro del ciclón.

$K_b$  = relación entre la base de la entrada y el ciclón

$$G = \frac{8K_c}{(K_a \times K_b)^2} \quad (23)$$

[35, p. 6]

$$G = 479,59$$

Exponente de vórtice.

$T$  = temperatura

$D_c$  = diámetro del ciclón

$$n = 1 - (1 - 0.67 \times D_c^{0.14}) \left[ \frac{T}{283} \right]^{0.3} \quad (24)$$

[35, p. 16]

$$n = 0.533$$

Tiempo de relajación.

$\rho_p$  = Densidad de la partícula, kg/m<sup>3</sup>

$D_{pi}$  = Tamaño de la partícula

$\mu$  = Viscosidad del gas portador,  $\frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot \text{s}$  valor tomado del anexo 1

$$Ti = \frac{\rho_p \times D_{pi}^2}{18\mu} \quad (25)$$

[35, p. 15]

$$Ti = 4.26 \times 10^{-6} \text{ s}$$

Eficiencia fraccional por intervalos de tamaño:

G= Factor de configuración

Ti= Tiempo de relajación

Q= Caudal

Dc= diámetro del ciclón

n= Exponente del vórtice

$$ni = 1 - e \left[ -2 \times \left( \frac{G \times Ti \times Q (n + 1)}{Dc^3} \right)^{\frac{0.5}{(n+1)}} \right] \quad (26)$$

[35, p. 6]

$$ni = 0.12$$

Calcular la caída de presión del ciclón

Hay que tener en cuenta que los números de cabezas de velocidades son teniendo en cuenta que K para la entrada de ciclones tangenciales es de 16.

K = constante , par entrada tangencial

Nh = número de cabezas a la entrada del ciclon

Ds = diametro de salida del ciclón

a = altura de entrada del ciclón

b = ancho de la entrada del ciclón

$$Nh = K \times \frac{a \times b}{Ds^2} \quad (27)$$

[35, p. 16]

$$Nh = 7.76$$

$\Delta p$  = caída de presión en el ciclón

$\rho$  = densidad del gas transportador

$V_i$  = Velocidad del gas a la entrada del ciclón

$Nh$  = número de cabezas a la entrada del ciclón

$$\Delta p = \frac{1}{2} \times \rho \times V_i^2 \times Nh \quad (28)$$

[35, p. 16]

$$\Delta p = 1279.9 \text{ Pa}$$

Teniendo en cuenta que la caída de presión es la menor a la recomendada es decir  $1279.9 \text{ Pa} < 2488.16 \text{ Pa}$  de la tabla 1 en la pág. 10, como se encuentra en los parámetros de diseño no es necesario seleccionar otro tipo de ciclón.

Cálculos para espesor la pared del cilindro.

$t$  = espesor de la pared , pulgadas

$P$  = presión de diseño o presión máxima de trabajo permitida ,  $\text{lb}/\text{pulg}^2$

$R$  = radio interior pulgadas

$s$  = valor del esfuerzo del material,  $\text{lb}/\text{pulg}^2$

$E$  = eficiencia de la junta soldada

$$t = \frac{P_d R}{SE - 0.6P} \quad (29)$$

[28, p. 18]

$$t = 0.0366 \text{ pulg} \quad t = 0.93 \text{ mm}$$

Se selecciona planchas de 2 mm, ya que la empresa contaba con este material.

Cálculos de esfuerzos a los que puede estar sometido el cilindro

La presión uniforme, interna o externa, es la que se induce en la costura de una forma longitudinal un esfuerzo unitario igual al doble del que obra en la costura circunferencial, por la geometría misma del cilindro. [28, p. 14]

Calculo del esfuerzo de la junta circunferencial del cilindro del ciclón

$s_1$  = esfuerzo longitudinal,  $Pa$

$s_2$  = esfuerzo circunferencial,  $Pa$

$D$  = diametro medio del recipiente , mm

$P$  = Presion interna o externa,  $Pa$

$t$  = espesor del casco , sin margen por corrosion , mm

$$s_1 = \frac{P_d \times D}{4 \times t} \quad (30)$$

[28, p. 14]

$$s_1 = 1003.17 \text{ lb/pulg}^2 = 6915442 \text{ Pa}$$

Calculo del esfuerzo de la junta longitudinal del cilindro del ciclón

$$s_1 = \frac{P \times D}{2 \times t} \quad (31)$$

[28, p. 14]

$$s_1 = 2000 \text{ lb/pulg}^2 = 1,379 \times 10^7 \text{ Pa}$$

**Tabla 3.**características del material ciclón

| <b>Partes del ciclón y zona de almacenamiento</b> | <b>Largo (mm)</b> | <b>Ancho (mm)</b> | <b>Área (<math>m^2</math>)</b> | <b>Espesor (mm)</b> | <b>Volumen (<math>m^3</math>)</b> | <b>Peso especifico (<math>Kg/m^3</math>)</b> | <b>Peso Kg</b> |
|---------------------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|----------------|
| <b>Cono del ciclón</b>                            | 410               | 222               | 0,42                           | 2                   | 0.42                              | 7200                                         | 17.17          |
| <b>Cilindro del ciclón</b>                        | 295               | 0.53              | 0,132                          | 2                   | 0.22                              | 7200                                         | 5.97           |
| <b>Cono de almacenamiento</b>                     | 300               | 300               | 0,087                          | 2                   | 0.091                             | 7200                                         | 1.96           |
| <b>Cilindro almacenamiento</b>                    | 200               | 110               | 0.087                          | 2                   | 0.08                              | 7200                                         | 1.96           |
| <b>Tapa del ciclón</b>                            | 2                 | 222               | 0.00106                        | 2                   | 0.0000212                         | 7200                                         | 2.35           |

Elaborado por el autor

**Tabla 4.**Características de la cabina

| <b>Cabina partes</b>                  | <b>Largo (mm)</b> | <b>Ancho (mm)</b> | <b>Área (<math>m^2</math>)</b> | <b>Espesor (mm)</b> | <b>Volumen (<math>m^3</math>)</b> | <b>Peso especifico (<math>Kg/m^3</math>)</b> | <b>Peso Kg</b> |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|----------------|
| <b>Parte rectangular de la cabina</b> | 1894              | 1146              | 1,6                            | 2                   | 2.025                             | 7200                                         |                |
| <b>Parte inclinada de la cabina</b>   | 1000              | 530               |                                | 2                   |                                   | 7200                                         |                |

Elaborado por el autor

#### 4.4 Dimensionamiento de un equipo de sandblasting

Este cálculo está basado en la presión que es suministrada por un compresor, el cual su capacidad es de 7 bares de presión de operación.

La presión de diseño en recipientes de presión es un 30% más que la presión de operación.

Se consideró para el diseño, un material que resista presiones según las normas ASME sección VIII división 1, se ha seleccionado el acero SA-283 Grado C.

Para la junta soldada del equipo de sandblasting se utilizara electrodos 7018, ya que estos soportan grandes presiones y son adecuados para estructuras.

Calculo de cilindro del sandblasting.

- Presión de diseño 132 Psi
- Presión de operación 101.5 Psi
- Material a utilizar en el diseño según el código ASME Sección VIII División 1, se determina el material Acero SA-283 Grado C. [22]
- Temperatura a 25°C

t = espesor de la pared , pulgadas

P = presión de diseño o presión máxima de trabajo permitida , Pa

R = radio interior mm

S = valor del esfuerzo del material, Pa

E = eficiencia de la junta soldada

$$t = \frac{P_d R}{SE - 0.6P} \quad (32)$$

$$t = 0.0523 \text{ pulg} \quad t = 1.32 \text{ mm}$$

$$T_{\text{total}} = t + t_{\text{corrosión}}$$

$$t = 2.9 \text{ mm lo que es } 3 \text{ mm}$$

Por corrosión según las normas ASME se le añade 1.58mm

Según las reglas de las normas con relación a los espesores de la pared del recipiente, consta en estas que el mínimo de placa para construcción soldada no deberá ser menor a 1/16 de pulg. Lo que sería a 1.59 mm. [28, p. 152]

Por ese motivo se ha seleccionado placas de 3mm de espesor.

Calculo de la cabeza y fondo del sandblasting, se ha seleccionado el Acero SA 283 grado C, según el código ASME Sección VIII, Recipiente a Presión.

L= radio interior del casquete

D=diámetro interior

r= radio interior de curvatura de la pieza abomdada

M<sub>1</sub> = factor para determinar el espesor de la pared y del fondo y cabeza del cilindro

$$L = 0.904D \quad (33)$$

$$L = 271.2mm$$

$$r = 0.1725(D)$$

$$r = 57.21mm$$

$$M_1 = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{L}{r}} \right) \quad (34)$$

[22, p. 375]

$$M_1 = 33,528 \text{ mm}$$

Calculo del espesor de la placa del fondo

t = espesor dela pared , pulgadas

P = presion de diseño o presion maxima de trabajo permitida , Pa

R = radio interior mm

s = valor del esfuerzo del material,  $Pa$

E = eficiencia de la junta soldada

$$t = \frac{P_d M_1 L}{2 SE - 0.2 P_d} \quad (35)$$

[21, p. 29]

$$t = 0.1252 \text{ pulg} \quad t = 3.18 \text{ mm}$$

Se selecciona una placa de 3.5 mm

Calculo de la presión de diseño con un espesor de la placa de 3.5 mm

$$P_d = \frac{2 SEt}{LM_1 + 0.2t} \quad (36)$$

[28, p. 20]

$$P_d = 0.233 \text{ kg/mm}^2 \quad P_d = 331 \text{ lb/pulg}^2$$

Cálculos de la construcción del cono de fondo de sandblasting en la plancha encontrar el desarrollo del cono.

R= radio interno

$\alpha$ =ángulo

D1= diámetro de la base menor y a la altura donde termina la parte cónica.

$$R_\ell = \frac{R}{\cos \alpha} \quad (37)$$

$$R_\ell = 173,2 \text{ mm}$$

Cálculo del diámetro de la preforma toriconical

$$D_1 = 2 R_\ell \quad (38)$$

$$D_1 = 391.6mm$$

Calcular el ángulo de la preforma toriconical para hacer los cortes

$\beta$  = Ángulo complementario de la preforma toriconical

$r_1$  = radio de la curvatura interior de la preforma toriconical

$$\beta = \frac{r_1}{R} \times 360^\circ \quad (39)$$

[28, p. 268]

$$\beta = 275.79^\circ$$

Se Aplica la fórmula y se busca el ángulo  $\Upsilon$

$$\Upsilon = 360^\circ - \beta \quad (40)$$

$$\Upsilon = 84.21^\circ$$

Se procede a calcular el radio de la curvatura de la preforma troconical

$$r = 0.035D$$

$$r = 18mm$$

Se calcula la altura  $p$  en función del espesor de la plancha

$P$ =altura del reborde en la tapa toriconical.

$$p = f(t)$$

$$p = 35 mm$$

Como el espesor de la plancha calculado es mayor a 3,17se toma el valor de 15.

P=altura del reborde en la tapa toriconical.

D1= diámetro interior medido perpendicularmente al eje de la tapa y a la altura donde termina la parte cónica.

$$D_f = D_1 + P \quad (41)$$

$$D_f = 444.1mm$$

Cálculo de potencia del soplador

$$POT = \frac{\rho * g * Q * H}{n} \quad (42)$$

$$POT = \frac{2500 * 9.8 * 0.5 * 10}{0.55}$$

$$POT = 222.7 \text{ watts} = 0.3 \text{ hp}$$

Se selecciona un soplador de 1 hp por perdidas en las tuberías.

Se Calcula la velocidad del aire en las tuberías

Para este cálculo se toma como base un estudio que realiza la empresa Blasting Experts para la granalla plástica, se selecciona la boquilla de carburo de tungsteno de Venturi medio Serie T120-3 de diámetro 4.8 mm, la cual tiene un consumo de aire de 1,27  $m^3/min$  y un empleo de abrasivo de 118 kg/h.

Tramo AB el cual va desde la salida del compresor a la entrada del sandblasting

Q= caudal

P=presión del aire

V= velocidad del aire

$$v = \frac{Q}{60 \times p} \times \frac{10000}{\text{seccion del tubo } cm^2} \quad (43)$$

[36, p. 218]

$$v = \frac{1.27 \text{ m}^3/\text{min}}{60 \times (7 + 1)} \times \frac{10000}{1.13} = 23.41 \text{ m/s}$$

Cantidad de aire suministrada por hora

$$G = 1,3 \times \left( N \text{ m}^3/\text{min} \right) \times 60 \quad (44)$$

[36, p. 218]

$$G = 1,3 \times 1.27 \left( N \text{ m}^3/\text{min} \right) \times 60 = 99,06 \text{ kg/h}$$

Para G igual a 99.06 se selecciona del anexo 27,  $\beta=1,45$

Teniendo completo procedemos a calcular la caída de presión

$\beta$ = índice de resistencia grado medio de rugosidad variable con la cantidad suministrada G (véase en el anexo 27).

G=cantidad de aire suministrada en kg/hora.

V=velocidad del aire.

L=Longitud dela tubería.

D=Diámetro interior de la tubería en mm.

T=Temperatura absoluta (t+273).

R=Constante del gas, equivalente a 29,27 para el aire.

P=Presión en atm.

$\Delta p$ =Caída de presión en atm.

$$\Delta p = \frac{\beta}{RT} \times \frac{V^2}{D} \times LP \quad (45)$$

[36, p. 218]

$$\Delta p = \frac{1,45}{29.27(298)} \times \frac{(23.41)^2}{12,7} \times (20)(8) = 0.03 \text{ atm}$$

Tramo corto BC es el que recorre el sandblasting

Ese se tomará en cuenta el valor de los complementos

Codo 2 con un valor de 0.15m

Válvula de bola 1 de ½ 0,76

3 t de acero 0,12

$$L_{eq} = lt + accesorios \quad (46)$$

$$L_{eq} = 1.5m + 1.42m = 2.92m$$

$$\Delta p = \frac{1,45}{29.27(298)} \times \frac{(23.41)^2}{12,7} \times (2.92)(8) = 0.001 atm \quad (47)$$

Tramo CD este va desde la salida del sandblasting hasta la entrada a la boquilla.

Para esta sección se seleccionó un diámetro de 10mm de manguera de granallado de alta resistencia.

$$v = \frac{Q}{60 \times p} \times \frac{10000}{seccion\ del\ tubo\ cm^2}$$

[36, p. 218]

$$v = \frac{1.27\ m^3/min}{60 \times (7 + 1)} \times \frac{10000}{0.78} = 33.92\ m/s$$

Como es la misma cantidad de aire suministrada se toma la misma  $\beta=1,45$

$$\Delta p = \frac{\beta}{RT} \times \frac{V^2}{D} \times LP$$

[36, p. 218]

$$\Delta p = \frac{1,45}{29.27(298)} \times \frac{(33.92)^2}{10} \times (5)(8) = 0.007 atm$$

La salida de la boquilla

De allí se aplica la ecuación de la continuidad para calcular la velocidad con la que sale la granalla a la pieza a limpiar.

$$A1V1 = A2V2$$

$$V2 = \frac{A1V1}{A2} = 146,98 \text{ m/s}$$

Pérdida total de presión en el sistema

$$\Delta p_t = \Delta p1 + \Delta p2 + \Delta p3$$
$$\Delta p_t = 0.038 \text{ amt}$$

4.5 Análisis de costo para la implementación del proyecto

Según los valores de la tabla de salarios, un técnico 4 el salario mensual que percibe es de \$1379.00. [37]

Tabla 5. Materiales utilizados para la construcción del ciclón

| Ciclón                      |          |                     |               |             |
|-----------------------------|----------|---------------------|---------------|-------------|
| descripción                 | cantidad | precio<br>unit [kg] | peso total kg | costo total |
| plancha de<br>1220x2440x2mm | 1 1/2    | 33,1                | 42,16         | 49,65       |
| mano de obra                | 2        | 45,96               |               | 91,92       |
| discos de corte             | 3        | 1,7                 |               | 5,1         |
| disco de pulir              | 1        |                     |               | 2,7         |
| rolado                      |          |                     | 42,16         | 60          |
|                             | total    |                     |               | 209,37      |

Fuente: elaborado por el autor

**Tabla 6.** Materiales utilizados para el soporte del ciclón

| soporte metálico del ciclón |          |                     |               |             |
|-----------------------------|----------|---------------------|---------------|-------------|
| descripción                 | cantidad | precio<br>unit [kg] | peso total kg | costo total |
| tubo cuadrado de 50x50x2    | 2        | 16,86               | 16,58         | 33,72       |
| mano de obra                | 2        | 45,96               |               | 91,92       |
| discos de corte             | 2        | 1,7                 |               | 3,4         |
| total                       |          |                     |               | 129,04      |

Fuente: elaborado por el autor

**Tabla 7.** Materiales necesarios para la construcción de la cabina

| cabina sandblasting      |          |                  |                  |             |
|--------------------------|----------|------------------|------------------|-------------|
| descripción              | cantidad | precio unit [kg] | peso total<br>kg | costo total |
| plancha de 1220x2440x2mm | 4 1/2    | 33,1             | 42,16            | 149         |
| tubo cuadrado de 50x50x2 | 4        | 16,86            | 16,58            | 67,44       |
| vidrio                   | 1        |                  |                  | 15          |
| mano de obra             | 2        | 45,96            |                  | 91,92       |
| discos de corte          | 5        | 1,7              |                  | 8,5         |
| total                    |          |                  |                  | 331,81      |

Fuente: elaborado por el autor

**Tabla 8.** Varios materiales que contribuyen a la construcción.

| varios valores         |          |                  |               |             |
|------------------------|----------|------------------|---------------|-------------|
| descripción            | cantidad | precio unit [kg] | peso total kg | costo total |
| blower                 | 1        | 295              | 18            | 295         |
| tubo redondo de 90x2mm | 1        | 16,86            | 16,58         | 16,86       |
| codos de 90°           | 2        | 5,5              |               | 11          |
| mano de obra           | 2        | 45,96            |               | 91,92       |
| Electrodos 6011        | 2 funda  | 19               |               | 38          |
| discos de corte        | 1        | 1,7              |               | 1,7         |
| total                  |          |                  |               | 454,50      |

Fuente: elaborado por el autor

|                                                   |            |
|---------------------------------------------------|------------|
| costo total del proyecto de investigación suma de |            |
| tablas a+b+c+d                                    | \$ 1105,70 |

Cálculo de la inversión del proyecto

El costo de realizar el mismo trabajo pero a mano tiene un costo anual de \$1.200000.el beneficio del proyecto será la resta de los gastos por construcción e implementos de operación será el cual tendrá un beneficio de

Tabla 9 Inversión

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| CUADRO # 1                     |            |
| INVERSION                      |            |
| INVERSIÓN FIJA (CUADRO #2)     | \$ 316,161 |
| CAPITAL DE OPERACIÓN (ANEXO B) | \$ 41,376  |
| INVERSIÓN TOTAL                | \$357,537  |
| CAPITAL SOCIAL (-)             |            |
| FINANCIAMIENTO                 |            |

Elaborado por el autor

Tabla 10 Inversión Fija

|                                       |              |
|---------------------------------------|--------------|
| CUADRO # 2                            |              |
| INVERSIÓN FIJA                        |              |
| CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES             | \$ 1.105,70  |
| MAQUINARIA Y EQUIPOS                  | \$ 300000    |
| SUB-TOTAL                             | \$ 301,105.7 |
| IMPREVISTOS DE LA INVERSIÓN FIJA (5%) | \$ 15,055.3  |
| TOTAL                                 | \$ 316,161   |

Elaborado por el autor

**Tabla 11** Capital de operación

| ANEXO B                         |           |
|---------------------------------|-----------|
| CAPITAL DE OPERACIÓN            |           |
| MATERIALES DIRECTOS (ANEXO D1)  | \$ 1,080  |
| MANO DE OBRA DIRECTA (ANEXO D2) | \$ 40,296 |
| TOTAL                           | \$ 41,376 |

Elaborado por el autor

**Tabla 12** Materiales directos

| ANEXO D1                    |          |                 |              |
|-----------------------------|----------|-----------------|--------------|
| MATERIALES DIRECOTS ANUALES |          |                 |              |
| DENOMINACIÓN                | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
| Granalla                    | 250      | \$ 3,60         | \$ 1,080     |
|                             |          | TOTAL           | \$ 1,080     |

| ANEXO D2                 |                |                                 |           |
|--------------------------|----------------|---------------------------------|-----------|
| MANO DE OBRA DIRECTA     |                |                                 |           |
| DENOMINACIÓN             | SUELDO MENSUAL | SUELDO ANUAL                    | TOTAL     |
| CALIFICADA (PROFESIONAL) |                |                                 |           |
| 2operador del equipo     | \$ 1.379,00    | \$ 16.548,00                    | \$ 33,096 |
| 1 ayudante de mecánico   | \$ 600,00      | \$ 7200                         | \$ 7200   |
|                          |                | SUB-TOTAL                       | \$ 40,296 |
|                          |                | total del sueldo del trabajador |           |
|                          |                | Total de lo que el operario     | \$ 40,296 |

Elaborado por el autor

| depreciación         |          |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |        |
|----------------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|
| concepto             | costo    | %(vida | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8     | 9     | 10     |
| maquinaria y equipos | 300000   | 10     | 30000  | 30000  | 30000  | 30000  | 30000  | 30000  | 30000  | 30000 | 30000 | 30000  |
| construcción         | 1.105,70 | 10     | 110,57 | 110,57 | 110,57 | 110,57 | 110,57 | 110,57 | 110,57 | 110,6 | 110,6 | 110,57 |

El costo del equipo será el cual está comprendido la construcción y operación por el lapso de 1 año.

### Valor Actual Neto (VAN)

$$BN = 842,463$$

$$i = 1,36\% (1,36)$$

$$I = 357,537$$

$$t = 1\text{año}$$

$$VAN_1 = \left[ \frac{BN}{(1+i)^t} \right] - I$$

$$VAN_1 = -0,56$$

$$BN = 842,463$$

$$i = 1,35\% (1,35)$$

$$I = 357,537$$

$$t = 1\text{años}$$

$$VAN_2 = 0,96$$

### Tasa Interna de Retorno (TIR)

$$i_1 = 1,36\% (1,36)$$

$$i_2 = 1,35\% (1,35)$$

$$VAN_1 = -0,56$$

$$VAN_2 = 0,96$$

$$TIR = i_2 - VAN_2 \left[ \frac{(i_2 - i_1)}{(VAN_2 - VAN_1)} \right] * 100$$

$$TIR = 198,15\%$$

### Relación Beneficio – Costo

$$R_{BC} = \frac{B}{C}$$

$$R_{BC} = \frac{842,463}{357,537}$$

$$R_{BC} = 2,35$$

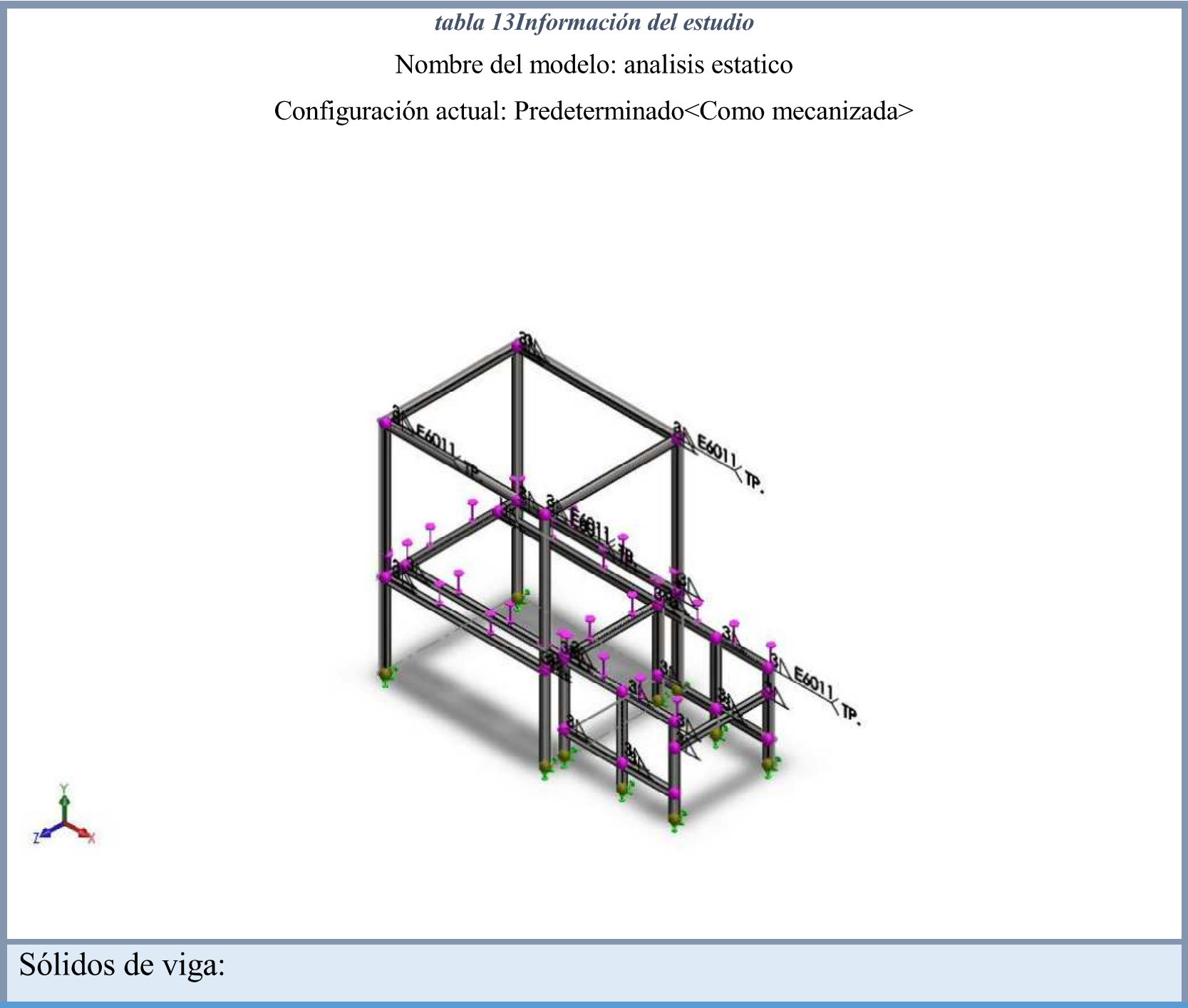
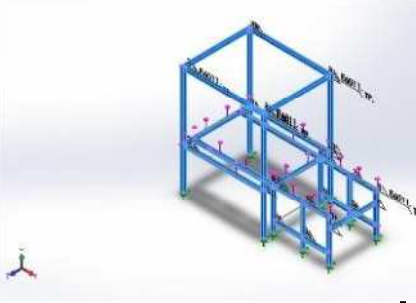


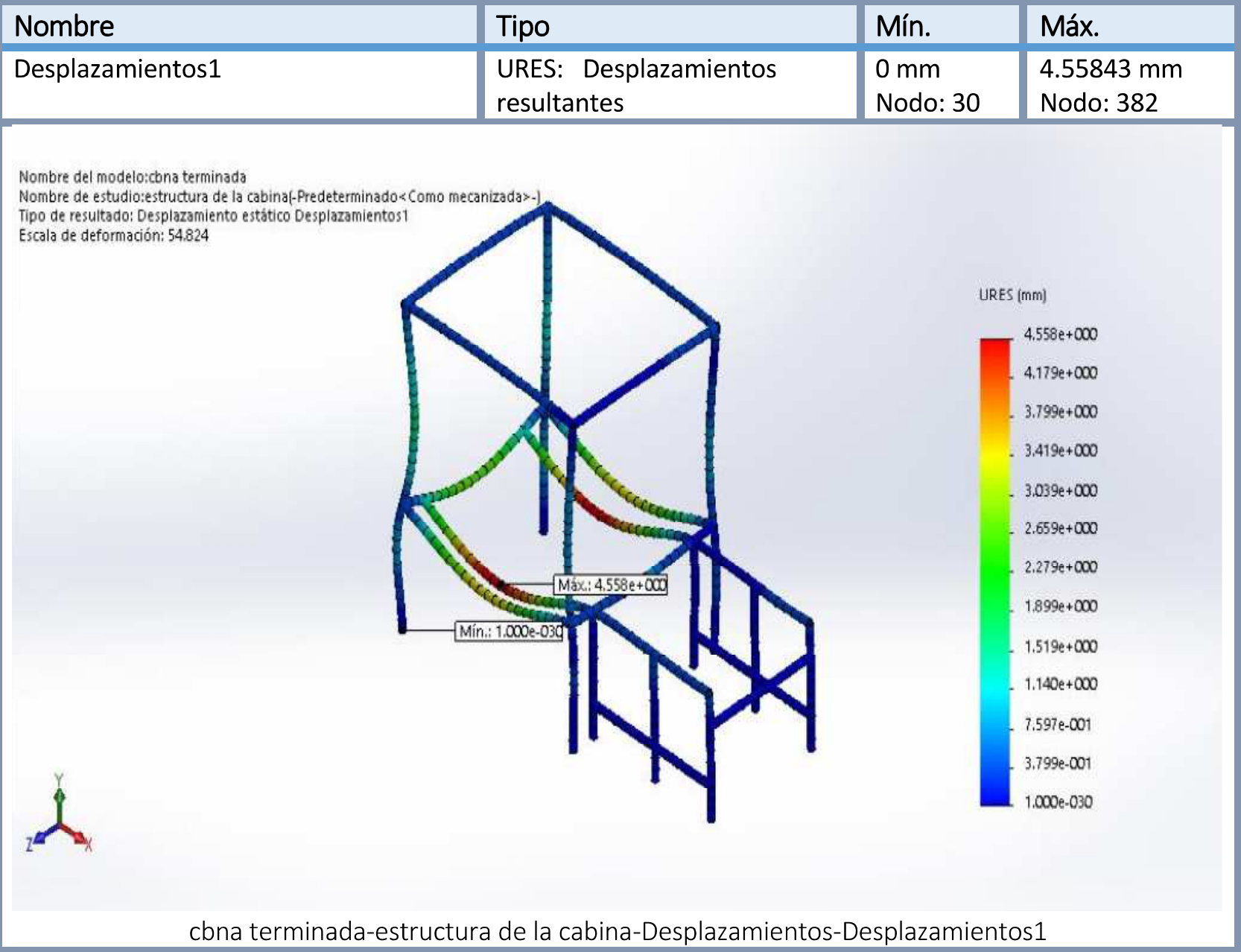
Tabla 14 Propiedades del estudio estático de la estructura de la cabina.

| Referencia de modelo                                                                | Propiedades                                                 | Componentes                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|  | Nombre: ASTM A36 Acero                                      | Sólido 1(Tubo cuadrado 50 X 50 X 2(4))(cbna terminada), |
|                                                                                     | Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal                  | Sólido                                                  |
|                                                                                     | Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx. | 2(Recortar/Extender7)(cbna terminada),                  |
|                                                                                     | Límite elástico: 250 N/mm^2                                 | Sólido                                                  |
|                                                                                     | Límite de tracción: 400 N/mm^2                              | 3(Recortar/Extender27)(cbna terminada),                 |
|                                                                                     | Módulo elástico: 200000 N/mm^2                              | Sólido                                                  |
|                                                                                     | Coficiente de Poisson: 0.26                                 | 4(Recortar/Extender36)(cbna terminada),                 |
|                                                                                     | Densidad: 7850 g/cm^3                                       | Sólido 5(Tubo cuadrado 50 X 50 X 2(3))(cbna terminada), |
|                                                                                     | Módulo cortante: 79300 N/mm^2                               | Sólido 6(Recortar/Extender6)(cbna terminada),           |
|                                                                                     |                                                             | Sólido 7(Recortar/Extender26)(cbna terminada),          |
|                                                                                     |                                                             | Sólido 8(Tubo cuadrado 50 X 50 X                        |

|                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |  | 2(2))(cbna terminada),<br>Sólido<br>9(Recortar/Extender5)(cbna terminada),<br>Sólido<br>10(Recortar/Extender35)(cbna terminada),<br>Sólido 11(Tubo cuadrado 50 X 50 X 2(38))(cbna terminada),<br>Sólido 12(Tubo cuadrado 50 X 50 X 2(1))(cbna terminada),<br>Sólido<br>13(Recortar/Extender4)(cbna terminada),<br>Sólido<br>14(Recortar/Extender32)(cbna terminada),<br>Sólido 15(Tubo cuadrado 50 X 50 X 2(37))(cbna terminada),<br>Sólido<br>16(Recortar/Extender3)(cbna terminada),<br>Sólido<br>17(Recortar/Extender31)(cbna terminada),<br>Sólido<br>18(Recortar/Extender25)(cbna terminada),<br>Sólido<br>19(Recortar/Extender30)(cbna terminada),<br>Sólido<br>20(Recortar/Extender2)(cbna terminada),<br>Sólido<br>21(Recortar/Extender38)(cbna terminada),<br>Sólido<br>22(Recortar/Extender24)(cbna terminada),<br>Sólido<br>23(Recortar/Extender29)(cbna terminada),<br>Sólido<br>24(Recortar/Extender1)(cbna terminada),<br>Sólido |
| Datos de curva:N/A |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

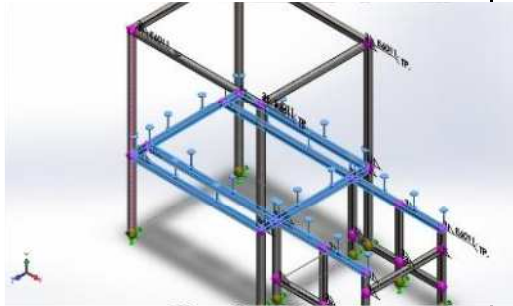
Fuente: Solidworks  
Elaborado por el autor

Tabla 15 Escala de deformación



Fuente: solidworks  
Elaborado por el autor

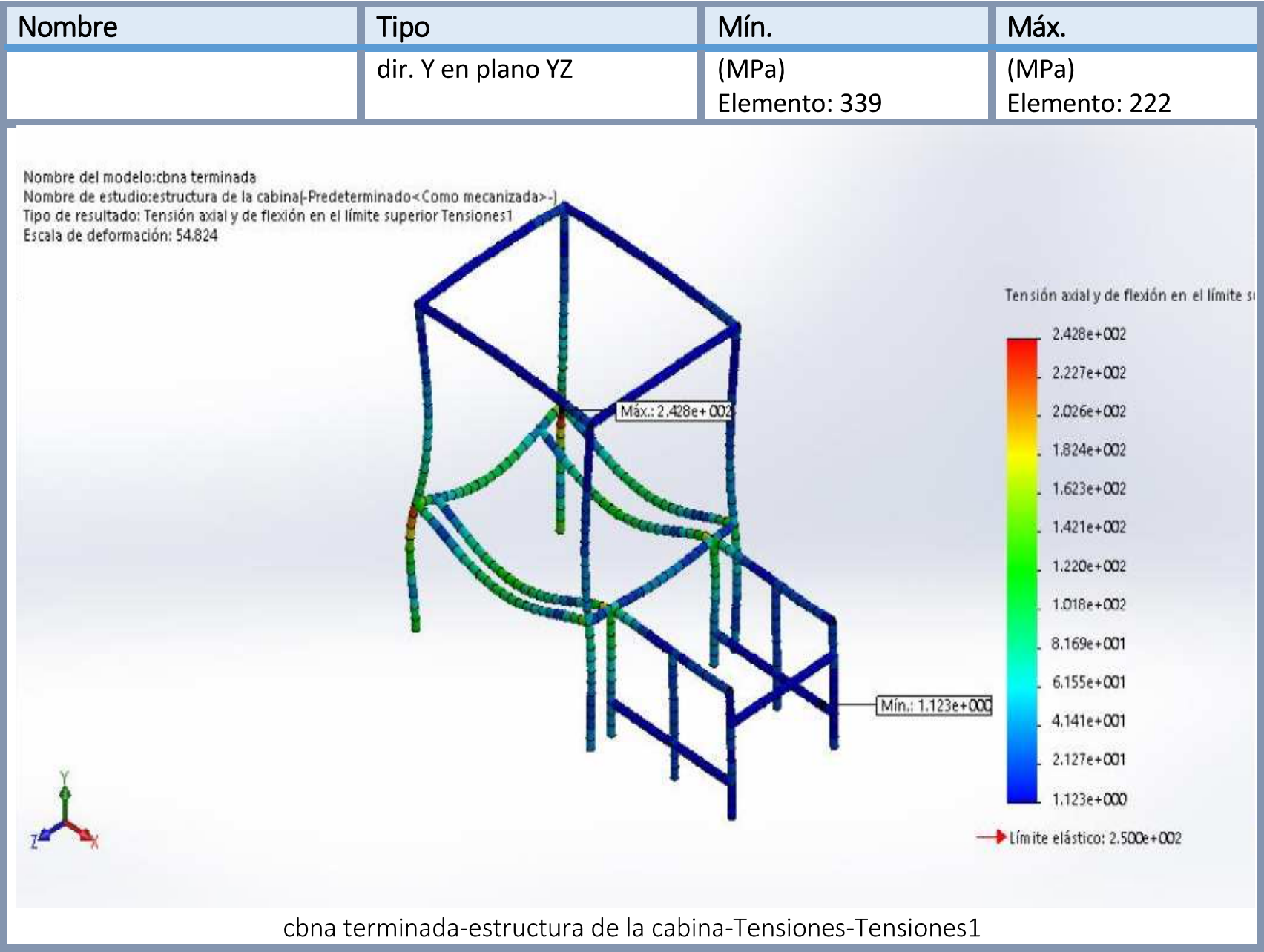
Tabla 16 Detalle del estudio

| Nombre de carga | Cargar imagen                                                                        | Detalles de carga                                                                                                                                                |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fuerza-3        |  | <div>Entidades: 8 Viga(s)</div> <div>Referencia: Arista&lt; 1 &gt;</div> <div>Tipo: Aplicar fuerza</div> <div>Valores: 6890 N</div> <div>Momentos: 100 N.m</div> |

Fuente: solidworks  
Elaborado por el autor

Tabla 17 Resultados de Estudios

| Nombre     | Tipo                     | Mín.           | Máx.           |
|------------|--------------------------|----------------|----------------|
| Tensiones1 | TXY: Tensión cortante en | 1.12252 N/mm^2 | 242.838 N/mm^2 |



Conclusión del diseño

La estructura fue sometida a una carga de 6890 newton de una carga distribuida.

Según la tabla 15 presenta un desplazamiento máximo de 4.55 mm al aplicar la carga de 6890 newton, esta es considerable en el nodo 382 al no superar los límites del módulo cortante el cual es de 79300 N/mm^2 por lo tanto el material esta regresa a su posición original sin causar daños o cambios en el mismo, al ser expuesto constantemente a esta carga o a una superior el material se deformara.

Informe de SOLIDWORKS FloXpress

SOLIDWORKS FloXpress es una herramienta de análisis de flujo cualitativo que proporciona información sobre el flujo de agua o aire que existe dentro de un modelo de SOLIDWORKS.

Modelo

simulacion del ciclon.SLDASM

Paso de flujo más pequeño

Paso de flujo más pequeño: 0.002 m

Fluido

Air

Flujo de volumen de entrada 1

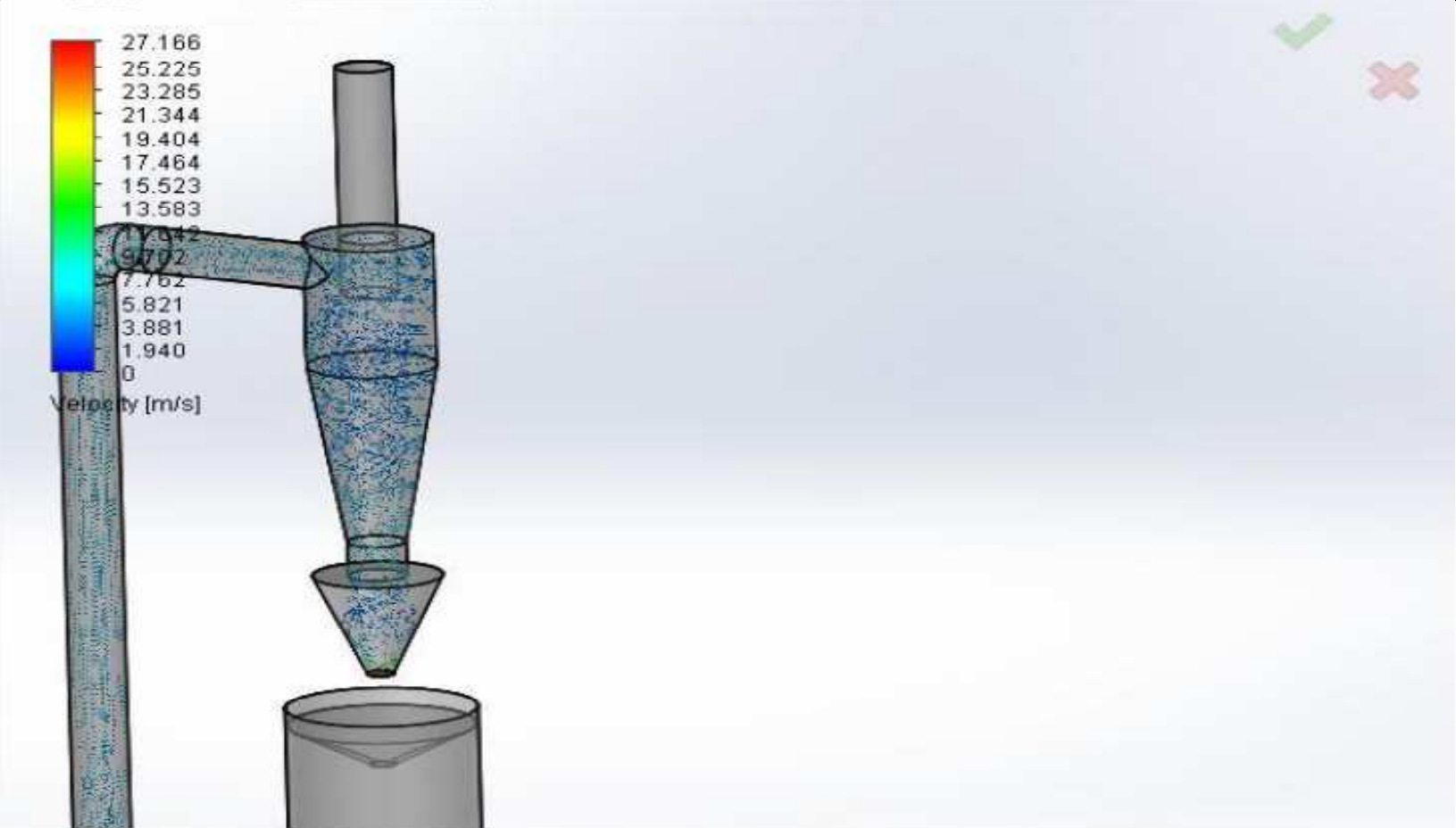
|       |                                                                   |
|-------|-------------------------------------------------------------------|
| Tipo  | Índice de flujo de volumen                                        |
| Faces | Cara<1>@reduccion de tuberia del blower-1                         |
| Valor | Índice de flujo de volumen: 0.0300 m^3/s<br>Temperatura: 293.20 K |

Presión del ambiente 1

|       |                                                             |
|-------|-------------------------------------------------------------|
| Tipo  | Presión del ambiente                                        |
| Faces | Cara<2>@plano para hacer la simulacion-1                    |
| Valor | Presión del ambiente: 101325.00 Pa<br>Temperatura: 293.20 K |

Resultados

| Nombre           | Unit | Valor  |
|------------------|------|--------|
| Velocidad máxima | m/s  | 28.908 |



# **CAPÍTULO V**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

Se determinó que para realizar la limpieza de los elementos que están en contacto con el combustible y no deteriorar el material se ha seleccionado el sistema sandblasting neumático de aire comprimido utilizando un equipo de granallado por presión de aire con el respectivo sistema, cabina hermética para poder recuperar gran parte de la granalla y recirculación de la granalla, el cual se aplica para evitar el contacto en un mínimo con el operario.

Se diseñó un equipo de sandblasteado –cabina hermética, basándose en la balanceadora la cual está equipada con una bancada de 2 metros de largo y los brazos o apoyos los cuales soportan hasta 330 kilos, con la que cuenta la central termoeléctrica para balancear sus diferentes equipos.

Mediante la simulación en el programa Solidworks se comprueba que los perfiles seleccionados en el diseño de la cabina son los adecuados al no sufrir deformaciones excesivas. Se concluyó que no sobrepasa la resistencia del material, el cual cuenta con un límite a la tracción de  $861.695 \text{ N/mm}^2$ .

Se comprobó que el proyecto de investigación es factible porque el TIR es de 198,15%, en cuanto a relación de costo beneficio es de 2.35.

## **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda para la ejecución del proyecto, que la instalación del equipo debe estar conectada a una distancia prudente, para el proyecto se calcula a 15 metros de distancia entre el compresor y el equipo, ya que si está lejos la presión del compresor no será la adecuada para realizar el trabajo de sandblasteado, por haber pérdidas en accesorios y distancia.

Para diseñar un equipo de sandblasteado es necesario cumplir con las normas que rigen la construcción de los equipos a presión como es la norma ASME sección VIII división 1.

Se recomienda no exceder los parámetros calculados ya que si lo realizan puede llegar a fallar el material y tener una ruptura.

Se recomienda realizar la construcción del equipo por parte de la central termoeléctrica ya que según el análisis de costo que se ha realizado en la investigación es factible.

## **CAPÍTULO VI**

### **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] schenck, s,f 2016. [En línea]. Available: <http://www.schenck-rotec-ar.com/services/index.php>.
- [2] Maquinaria, Abrasivos y, «Granallado, Procesos y Aplicaciones [ mensaje de un blog],» 17 JULIO 2011. [En línea]. Available: Recuperado <http://blog-abrasivosymaquinaria.blogspot.com/2011/06/granallado-proceso-y-aplicaciones.html>.
- [3] G. A. Gaffert, Centrales de Vapor, Barcelona: Reverte.S.A, 1981.
- [4] q. e. u. extractor, s,f. [En línea]. Available: <http://www.extractoresdeairelam.com/extractor-aire>.
- [5] «Electricidad Industrial Pulido,» [En línea]. Available: <http://www.electricidadindustrialpulido.com/blowers-sopladores-de-aire.html>.
- [6] Blasting experts, «cuales son los estandares internacionales que rigen la tecnica de preparacion de superficies a traves del proceso de granallado,» 04 04 2012. [En línea]. Available: [http://blastingexperts.com/Web\\_final/images/noticias/Archivos/Normas%20internaciones%20pdf.pdf](http://blastingexperts.com/Web_final/images/noticias/Archivos/Normas%20internaciones%20pdf.pdf). [Último acceso: 08 07 2016].
- [7] solidworks corporation, Conceptos basicos de Solidworks : piezas y ensamblajes, Estados Unidos ,Massachusetts: solidworks ,2006, s,f.
- [8] A. Creus , Neumatica e Hidraulica, España: MARCOMBO, S.A, 2007.
- [9] S. R. singiresu, Vibraciones mecanicas, Mexico DF: Pearson Educacion, 2012.
- [10] G. j. Fernández, Granallado ( granallas metalicas), 1.ed.(04/1984) ed., Madrid: Consejo superior de investigaciones cientificas, 1984, p. 410.
- [11] J. A. Gonzáles Fernández, Teoria y práctica de la lucha contra la corrosión, CSIC-CSIC.
- [12] «Blasting Abrasivos,» 27 abril 2010. [En línea]. Available: <http://www.blasting.com.ar/granalla-abrasivos.php>.
- [13] universitat de barcelona, [En línea]. Available: <http://www.ub.edu/cmematerials/es>. [Último acceso: 20 04 2016].
- [14] Abrasivos, (s,f). [En línea]. Available: recuperado <http://www.grupohorus.mx/abrasivos.html>.
- [15] A. Parker, Contaminacion del aire por la industria, Barcelona : Reverte,S.A, 2001.

- [16] A. C. Hoffmann y L. E. Stein, Gas Cyclones and Swirl Tubes, Houston: Springer, 2002.
- [17] B. A. Wills, Tecnologia de procesamiento de minerales, Mexico: Limusa, 2000.
- [18] IRMA projekt sistem SRL, «Filtro de mangas,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.irma-ps.com/spa/vrecastifilteri.html>.
- [19] H. J. Glynn y G. W. Heinke, Ingenieria Ambiental segunda edicion, Mexico: Prentice Hall, 1999.
- [20] COSMOS, «Información Técnica y Comercial de las Cabinas para sandblast,» s.f. [En línea]. Available: <http://www.cosmos.com.mx/wiki/cgpb/cabinas-para-sandblast>. [Último acceso: 17 Junio 2016].
- [21] J. M. Estrada Leon, Diseño y Calculos de Recipientes a Presión, Mexico, 2001.
- [22] American Society of Mechanical Engineering, Boiler and Pressure Vessel Code An International Code VIII Division 1 rules for construction Pressure Vessels, Edición 2010.
- [23] Elementos de maquinas, Barcelona: Labor, 1973.
- [24] EXSA S.A, Manual de soldadura, España : Oerlikon, 2003.
- [25] L. Blank y A. Tarquin, Ingenieria Economica sexta edicion, Mexico DF: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S. A. DE C. V., 2006.
- [26] M. /. Smith, operaciones basicas de ingenieria quimica, Barcelona : Reverté , S.A., 2003 volumen I.
- [27] J. W. Kane y M. M. Sternheim, fisica segunda edicion, Barcelona: Reverté,S.A, 2007.
- [28] E. F. Megyesy, Manual de recipientes a presión, mexico: Limusa S.A, 1992.
- [29] R. F. Lezama, «Guia delCodigo ASME Seccion VIII Tomo 1,» 27 04 2013. [En línea]. Available: <http://myslide.es/education/guia-del-codigo-asme-seccion-viii-division-1-tomo-1.html>.
- [30] P. C. Rodriguez, Manual de soldadura 1º Edición, Buenos Aires: Libreria y Editorial Alsina , 2001.
- [31] Starline Air Compressor, «Starline,» s.f. [En línea]. Available: [http://www.starline.com.mx/?page\\_id=161](http://www.starline.com.mx/?page_id=161).
- [32] kennametal, «ficha tecnica kennametal,» s.f.

- [33] R. E. Carnicer, Aire Comprimido, barcelona: Gustavo Gili, 1977.
- [34] M. E. Fayed y L. Otten, Handbook of Powder Science & Technology second Edition, New York: Chapman & Hall, 1997.
- [35] A. Echeverri, «Diseño óptimo de ciclones,» *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. vol.5, nº 9, 22 agosto 2006.
- [36] R. E. Carnicer, Aire Comprimido, España: Paraninfo, 1994.
- [37] instituto ecuatoriano de seguridad social, «sistema de remuneracion mensual,» 8 noviembre 2013. [En línea]. Available:  
<https://www.iess.gob.ec/documents/10162/83901/Remuneracion+Mensual>.
- [38] INDURA, «Indura,» 25 04 2012. [En línea]. Available:  
<http://www.indura.com.ec/content/storage/cl/biblioteca/4d9192088738479b8cf5a6d52874b527.pdf>.
- [39] Lincoln Electric, Catalogo de Electrodo Revestidos GRI-TEC 2016, Venezuela.
- [40] D. Moss, Pressure vessel Design Manual third Edition, Amsterdam: Elsevier, 2004.
- [41] Grupo industrial Chipaxa, (s.f). [En línea]. Available:  
<http://www.chipaxa.com/paginas/Abrasivos1.htm>.
- [42] «Separadores de gravedad,» s.f. [En línea]. Available:  
<http://www.olivermanufacturing.com/esp/products/gravity-separators.php>.
- [43] H. Avila Baray, Introducción a la metodología de la investigación, Cuauhtemoc, chihuahua, Mexico: electronica, 2006.
- [44] C. Rivas, «metodo deductivo,» 15 abril 2008. [En línea]. Available:  
<http://colbertgarcia.blogspot.com/2008/04/metodo-deductivo-y-metodo-inductivo.html>. [Último acceso: 20 04 2016].
- [45] C. .. María Ángeles Sagastizabal, La Investigación acción, 3ra Edición ed., Buenos Aires: Stella y ediciones La Crujía, 2002.
- [46] F. Ibarra Martin, mrtodologia de la investigacion social, La Habana : Feliz Varela, 2001.
- [47] D. A. Sámano Tirado y M. Sen, Mecanica de Fluidos, Cuernavaca ,Mexico ; Notre Dame, Indiana,EEUU, 2009.
- [48] C. J. Geankoplis, Proceso de transporte y operaciones unitarias, Mexico Tercera Edicion: Compañía Editorial Continental,S.A.DE C.V., 1998.

- [49] Instituto Mexicano De La Construcción, Manual de Construcción en Acero-Dep  
diseño por esfuerzos permisibles, Mexico,España ,Venezuela,Colombia Cuarta  
Edición: Limusa Noriega Editores, 2002.
- [50] L. Oria, Diseño de Recipientes a Presión, 2008.

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

## Anexo 1. Propiedades del aire

Nota: Para los gases ideales, las propiedades  $cp$ ,  $k$ ,  $\mu$  y  $Pr$  son independientes de la presión. Las propiedades  $\rho$ ,  $n$  y  $\alpha$  a una presión  $P$  (en atm) diferente de 1 atm se determinan al multiplicar los valores de  $\rho$ ,  $\alpha$  a la temperatura dada, por  $P$  y al dividir  $n$  y  $\alpha$  entre  $P$ .

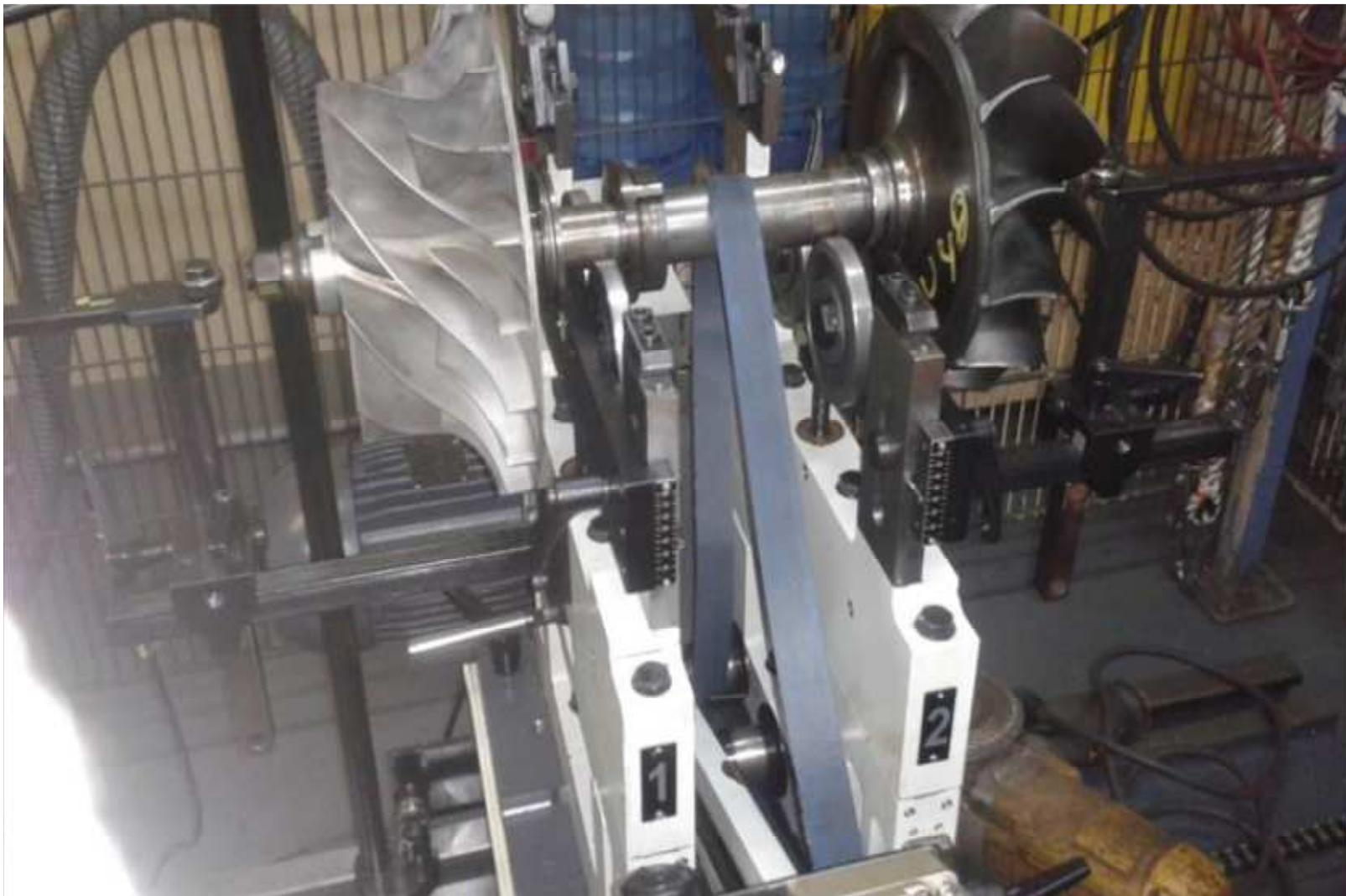
*Fuente:* Datos generados basándose en el software EES desarrollado por S. A. Klein y F. L. Alvarado. Fuentes originales: Keenan, Chao, Keyes, Gas Tables, Wiley, 1984, y Thermophysical Properties of Matter, Vol. 3: Thermal Conductivity, Y. S. Touloukian, P. E. Liley, S. C. Zahner, Vol. 11: Viscosity, Y. S. Touloukian, S. C. Sesena y P. Hestermans, IFI/Plenum, NY, 1970, ISBN 0-306067020-8.

Propiedades del aire a la presión de 1 atm

| Temp.,<br>$T, ^\circ\text{C}$ | Densidad,<br>$\rho, \text{kg/m}^3$ | Calor<br>específico,<br>$c_p, \text{J/kg} \cdot \text{K}$ | Conductividad<br>térmica,<br>$k, \text{W/m} \cdot \text{K}$ | Difusividad<br>térmica,<br>$\alpha, \text{m}^2/\text{s}$ | Viscosidad<br>dinámica,<br>$\mu, \text{kg/m} \cdot \text{s}$ | Viscosidad<br>cinemática,<br>$\nu, \text{m}^2/\text{s}$ | Número<br>de Prandtl,<br>$Pr$ |
|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------|
| -150                          | 2.866                              | 983                                                       | 0.01171                                                     | $4.158 \times 10^{-6}$                                   | $8.636 \times 10^{-6}$                                       | $3.013 \times 10^{-6}$                                  | 0.7246                        |
| -100                          | 2.038                              | 966                                                       | 0.01582                                                     | $8.036 \times 10^{-6}$                                   | $1.189 \times 10^{-5}$                                       | $5.837 \times 10^{-6}$                                  | 0.7263                        |
| -50                           | 1.582                              | 999                                                       | 0.01979                                                     | $1.252 \times 10^{-5}$                                   | $1.474 \times 10^{-5}$                                       | $9.319 \times 10^{-6}$                                  | 0.7440                        |
| -40                           | 1.514                              | 1002                                                      | 0.02057                                                     | $1.356 \times 10^{-5}$                                   | $1.527 \times 10^{-5}$                                       | $1.008 \times 10^{-5}$                                  | 0.7436                        |
| -30                           | 1.451                              | 1004                                                      | 0.02134                                                     | $1.465 \times 10^{-5}$                                   | $1.579 \times 10^{-5}$                                       | $1.087 \times 10^{-5}$                                  | 0.7425                        |
| -20                           | 1.394                              | 1005                                                      | 0.02211                                                     | $1.578 \times 10^{-5}$                                   | $1.630 \times 10^{-5}$                                       | $1.169 \times 10^{-5}$                                  | 0.7408                        |
| -10                           | 1.341                              | 1006                                                      | 0.02288                                                     | $1.696 \times 10^{-5}$                                   | $1.680 \times 10^{-5}$                                       | $1.252 \times 10^{-5}$                                  | 0.7387                        |
| 0                             | 1.292                              | 1006                                                      | 0.02364                                                     | $1.818 \times 10^{-5}$                                   | $1.729 \times 10^{-5}$                                       | $1.338 \times 10^{-5}$                                  | 0.7362                        |
| 5                             | 1.269                              | 1006                                                      | 0.02401                                                     | $1.880 \times 10^{-5}$                                   | $1.754 \times 10^{-5}$                                       | $1.382 \times 10^{-5}$                                  | 0.7350                        |
| 10                            | 1.246                              | 1006                                                      | 0.02439                                                     | $1.944 \times 10^{-5}$                                   | $1.778 \times 10^{-5}$                                       | $1.426 \times 10^{-5}$                                  | 0.7336                        |
| 15                            | 1.225                              | 1007                                                      | 0.02476                                                     | $2.009 \times 10^{-5}$                                   | $1.802 \times 10^{-5}$                                       | $1.470 \times 10^{-5}$                                  | 0.7323                        |
| 20                            | 1.204                              | 1007                                                      | 0.02514                                                     | $2.074 \times 10^{-5}$                                   | $1.825 \times 10^{-5}$                                       | $1.516 \times 10^{-5}$                                  | 0.7309                        |
| 25                            | 1.184                              | 1007                                                      | 0.02551                                                     | $2.141 \times 10^{-5}$                                   | $1.849 \times 10^{-5}$                                       | $1.562 \times 10^{-5}$                                  | 0.7296                        |
| 30                            | 1.164                              | 1007                                                      | 0.02588                                                     | $2.208 \times 10^{-5}$                                   | $1.872 \times 10^{-5}$                                       | $1.608 \times 10^{-5}$                                  | 0.7282                        |
| 35                            | 1.145                              | 1007                                                      | 0.02625                                                     | $2.277 \times 10^{-5}$                                   | $1.895 \times 10^{-5}$                                       | $1.655 \times 10^{-5}$                                  | 0.7268                        |
| 40                            | 1.127                              | 1007                                                      | 0.02662                                                     | $2.346 \times 10^{-5}$                                   | $1.918 \times 10^{-5}$                                       | $1.702 \times 10^{-5}$                                  | 0.7255                        |
| 45                            | 1.109                              | 1007                                                      | 0.02699                                                     | $2.416 \times 10^{-5}$                                   | $1.941 \times 10^{-5}$                                       | $1.750 \times 10^{-5}$                                  | 0.7241                        |
| 50                            | 1.092                              | 1007                                                      | 0.02735                                                     | $2.487 \times 10^{-5}$                                   | $1.963 \times 10^{-5}$                                       | $1.798 \times 10^{-5}$                                  | 0.7228                        |
| 60                            | 1.059                              | 1007                                                      | 0.02808                                                     | $2.632 \times 10^{-5}$                                   | $2.008 \times 10^{-5}$                                       | $1.896 \times 10^{-5}$                                  | 0.7202                        |
| 70                            | 1.028                              | 1007                                                      | 0.02881                                                     | $2.780 \times 10^{-5}$                                   | $2.052 \times 10^{-5}$                                       | $1.995 \times 10^{-5}$                                  | 0.7177                        |
| 80                            | 0.9994                             | 1008                                                      | 0.02953                                                     | $2.931 \times 10^{-5}$                                   | $2.096 \times 10^{-5}$                                       | $2.097 \times 10^{-5}$                                  | 0.7154                        |
| 90                            | 0.9718                             | 1008                                                      | 0.03024                                                     | $3.086 \times 10^{-5}$                                   | $2.139 \times 10^{-5}$                                       | $2.201 \times 10^{-5}$                                  | 0.7132                        |
| 100                           | 0.9458                             | 1009                                                      | 0.03095                                                     | $3.243 \times 10^{-5}$                                   | $2.181 \times 10^{-5}$                                       | $2.306 \times 10^{-5}$                                  | 0.7111                        |
| 120                           | 0.8977                             | 1011                                                      | 0.03235                                                     | $3.565 \times 10^{-5}$                                   | $2.264 \times 10^{-5}$                                       | $2.522 \times 10^{-5}$                                  | 0.7073                        |
| 140                           | 0.8542                             | 1013                                                      | 0.03374                                                     | $3.898 \times 10^{-5}$                                   | $2.345 \times 10^{-5}$                                       | $2.745 \times 10^{-5}$                                  | 0.7041                        |
| 160                           | 0.8148                             | 1016                                                      | 0.03511                                                     | $4.241 \times 10^{-5}$                                   | $2.420 \times 10^{-5}$                                       | $2.975 \times 10^{-5}$                                  | 0.7014                        |
| 180                           | 0.7788                             | 1019                                                      | 0.03646                                                     | $4.593 \times 10^{-5}$                                   | $2.504 \times 10^{-5}$                                       | $3.212 \times 10^{-5}$                                  | 0.6992                        |
| 200                           | 0.7459                             | 1023                                                      | 0.03779                                                     | $4.954 \times 10^{-5}$                                   | $2.577 \times 10^{-5}$                                       | $3.455 \times 10^{-5}$                                  | 0.6974                        |
| 250                           | 0.6746                             | 1033                                                      | 0.04104                                                     | $5.890 \times 10^{-5}$                                   | $2.760 \times 10^{-5}$                                       | $4.091 \times 10^{-5}$                                  | 0.6946                        |
| 300                           | 0.6158                             | 1044                                                      | 0.04418                                                     | $6.871 \times 10^{-5}$                                   | $2.934 \times 10^{-5}$                                       | $4.765 \times 10^{-5}$                                  | 0.6935                        |
| 350                           | 0.5664                             | 1056                                                      | 0.04721                                                     | $7.892 \times 10^{-5}$                                   | $3.101 \times 10^{-5}$                                       | $5.475 \times 10^{-5}$                                  | 0.6937                        |
| 400                           | 0.5243                             | 1069                                                      | 0.05015                                                     | $8.951 \times 10^{-5}$                                   | $3.261 \times 10^{-5}$                                       | $6.219 \times 10^{-5}$                                  | 0.6948                        |
| 450                           | 0.4880                             | 1081                                                      | 0.05298                                                     | $1.004 \times 10^{-4}$                                   | $3.415 \times 10^{-5}$                                       | $6.997 \times 10^{-5}$                                  | 0.6965                        |
| 500                           | 0.4565                             | 1093                                                      | 0.05572                                                     | $1.117 \times 10^{-4}$                                   | $3.563 \times 10^{-5}$                                       | $7.806 \times 10^{-5}$                                  | 0.6986                        |
| 600                           | 0.4042                             | 1115                                                      | 0.06093                                                     | $1.352 \times 10^{-4}$                                   | $3.846 \times 10^{-5}$                                       | $9.515 \times 10^{-5}$                                  | 0.7037                        |
| 700                           | 0.3627                             | 1135                                                      | 0.06581                                                     | $1.598 \times 10^{-4}$                                   | $4.111 \times 10^{-5}$                                       | $1.133 \times 10^{-4}$                                  | 0.7092                        |
| 800                           | 0.3289                             | 1153                                                      | 0.07037                                                     | $1.855 \times 10^{-4}$                                   | $4.362 \times 10^{-5}$                                       | $1.326 \times 10^{-4}$                                  | 0.7149                        |
| 900                           | 0.3008                             | 1169                                                      | 0.07465                                                     | $2.122 \times 10^{-4}$                                   | $4.600 \times 10^{-5}$                                       | $1.529 \times 10^{-4}$                                  | 0.7206                        |
| 1000                          | 0.2772                             | 1184                                                      | 0.07868                                                     | $2.398 \times 10^{-4}$                                   | $4.826 \times 10^{-5}$                                       | $1.741 \times 10^{-4}$                                  | 0.7260                        |
| 1500                          | 0.1990                             | 1234                                                      | 0.09599                                                     | $3.908 \times 10^{-4}$                                   | $5.817 \times 10^{-5}$                                       | $2.922 \times 10^{-4}$                                  | 0.7478                        |
| 2000                          | 0.1553                             | 1264                                                      | 0.11113                                                     | $5.664 \times 10^{-4}$                                   | $6.630 \times 10^{-5}$                                       | $4.270 \times 10^{-4}$                                  | 0.7539                        |

**Fuente:** ÇENGEL, Yunus A. y GHAJAR Afshin J, “Trasferencia de calor y masa fundamentos y aplicaciones”, 4ª edición, McGraw-Hill, 2006. Tabla A-15

## Anexo 2. Balanceado de la turbina



**Fuente:** central Termopichincha

**Anexo 3.** Limpieza de la turbina realizada con el sandblasting



**Anexo 4.** Limpieza de la turbina realizada a mano



**Fuente:** central Termopichincha

**Anexo 5.** Limpieza del aro de tobera realizada con el sandblasting



**uente:** central Termopichincha

**Anexo 6.** Blower



**Fuente:** Central Termopichincha

### Anexo 7. Prototipo de cabina



**Fuente:** Central Termopichincha

### Anexo 8. Parte interna del prototipo de la cabina



**Fuente:** Central Termopichincha

**Anexo 9.**Compresor que alimenta a varios equipos de la termopichincha



**Fuente:** Central Termopichincha

**Anexo 10.** Línea de alimentación del sandblasting



**Fuente:** Central Termopichincha

### Anexo 11. Extracción de polvo

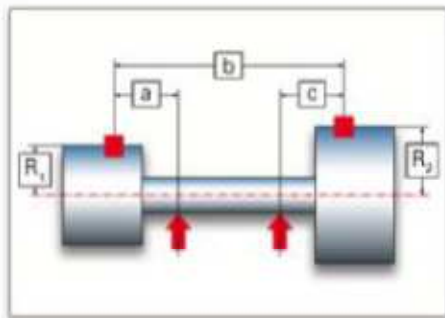


**Fuente:** Central Termopichincha

Anexo 12. Parámetros de balanceo de la turbibla KBB de la Termopichincha

Protocolo de equilibrado

Datos tipo

|                                             |                                                                                     |                                                                                     |  |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Tipo de rotor                               | TURBINA L1933 G1909 LLEGO del MDU30                                                 |                                                                                     |  |
| Última actualización                        | 06\11\2015                                                                          |                                                                                     |  |
| Número de revoluciones nominales            | 06/11/2015 14:35                                                                    |                                                                                     |  |
|                                             | 1200 1/min                                                                          |                                                                                     |  |
| <u>Geometría ABC</u>                        |                                                                                     |                                                                                     |  |
| Posicion de planos de correccion            |  |  |  |
| Distancia a                                 | 45 mm                                                                               |                                                                                     |  |
| Distancia b                                 | 245 mm                                                                              |                                                                                     |  |
| Distancia c                                 | 45 mm                                                                               |                                                                                     |  |
| Radio 1                                     | 115 mm                                                                              |                                                                                     |  |
| Radio 2                                     | 95 mm                                                                               |                                                                                     |  |
| <u>Tolerancia</u>                           |                                                                                     |                                                                                     |  |
| Modo tolerancia                             | Definido por usuario                                                                |                                                                                     |  |
| Plano elegido                               | Planos de corrección                                                                |                                                                                     |  |
| <u>Tolerancia de desequilibrio dinámico</u> |                                                                                     |                                                                                     |  |
| Plano de corrección 1                       | 13.5 g·mm                                                                           |                                                                                     |  |
| Plano de corrección 2                       | 13.0 g·mm                                                                           |                                                                                     |  |

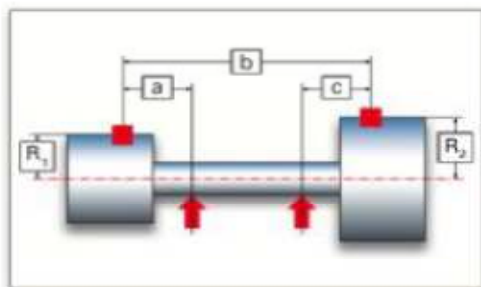
Fuente: central Termopichincha

Anexo 13. Parámetros de balanceo de la turbina KBB de la Unidad de Negocios Guangopolo

Protocolo de equilibrado

Usuario: TERMOPICHINCHA QUEVEDO II

Datos tipo

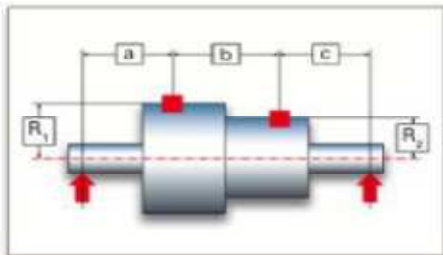
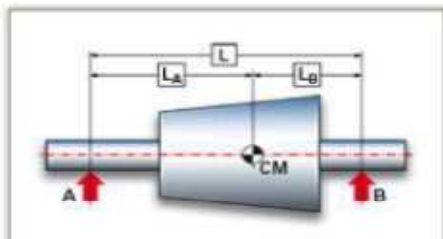
|                                                                                       |                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de rotor: GUANGPOLO MITSUBISHI LADO TURBINA A5665 COMPRESOR NO 9-3672 NO 230     |                                                                                      |
| Última actualización                                                                  | 18/05/2016 16:42                                                                     |
| Número de revoluciones nominales                                                      | 600 1/min                                                                            |
| <u>Geometría ABC</u>                                                                  |                                                                                      |
| Posicion de planos de correccion                                                      |  |
| Distancia a                                                                           | 65 mm                                                                                |
| Distancia b                                                                           | 385 mm                                                                               |
| Distancia c                                                                           | 95 mm                                                                                |
| Radio 1                                                                               | 295 mm                                                                               |
| Radio 2                                                                               | 295 mm                                                                               |
|  |                                                                                      |
| <u>Tolerancia</u>                                                                     |                                                                                      |
| Modo tolerancia                                                                       | Definido por usuario                                                                 |
| Plano elegido                                                                         | Planos de corrección                                                                 |
| <u>Tolerancia de desequilibrio dinámico</u>                                           |                                                                                      |
| Plano de corrección 1                                                                 | 100.0 g·mm                                                                           |
| Plano de corrección 2                                                                 | 100.0 g·mm                                                                           |

Fuente: central Termopichincha

Anexo 14. Parámetros de balanceo del rotor de la bomba de enfriamiento de la central Hidroagoyan

Protocolo de equilibrado

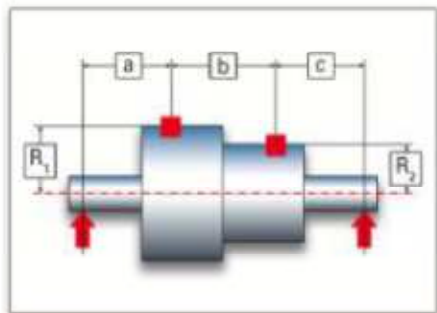
Datos tipo

|                                    |       |                                                                                     |                                                                                      |
|------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de rotor                      |       | EMPELE DE HIDROAGOYAN*                                                              |                                                                                      |
| Última actualización               |       | 09/05/2015 10:41                                                                    |                                                                                      |
| Número de revoluciones nominales   |       | 1000 1/min                                                                          |                                                                                      |
| <u>Geometría ABC</u>               |       |                                                                                     |                                                                                      |
| Posicion de planos de correccion   |       |   |                                                                                      |
| Distancia a                        | 39 mm |  |                                                                                      |
| Distancia b                        | 55 mm |                                                                                     |                                                                                      |
| Distancia c                        | 25 mm |                                                                                     |                                                                                      |
| Radio 1                            | 50 mm |                                                                                     |                                                                                      |
| Radio 2                            | 50 mm |                                                                                     |                                                                                      |
| <u>ISO 1940-1:2003 Tolerancias</u> |       |                                                                                     |                                                                                      |
| Tipo de cálculo según              |       | Grado de calidad G                                                                  |                                                                                      |
| Tolerancia (+/-)%                  |       | 0                                                                                   |                                                                                      |
| Grado de calidad                   |       | G 2,5                                                                               |                                                                                      |
| Masa del rotor                     |       | 52.0 kg                                                                             |                                                                                      |
| Velocidad de servicio              |       | 1000 1/min                                                                          |                                                                                      |
| Dinámico en plano 1                | 620.7 | g-mm                                                                                |  |
| Dinámico en plano 2                | 620.7 | g-mm                                                                                |                                                                                      |

Fuente: central Termopichincha

Anexo 15. Parámetros de balanceo de rotor eléctrico de la propicia

Protocolo de equilibrado

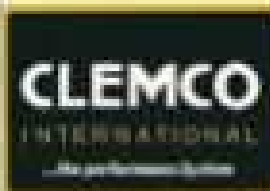
|                                  |                                                                                      |                                                                                       |  |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Usuario                          | jueves 12 de febrero 2015                                                            |                                                                                       |  |
| Número de orden                  | 11\01\2015                                                                           |                                                                                       |  |
| <u>Datos tipo</u>                |                                                                                      |                                                                                       |  |
| Tipo de rotor                    | rotor 2 grande*                                                                      |                                                                                       |  |
| Última actualización             | 13/02/2015 10:13                                                                     |                                                                                       |  |
| Número de revoluciones nominales | 900 1/min                                                                            |                                                                                       |  |
| <u>Geometría ABC</u>             |                                                                                      |                                                                                       |  |
| Posicion de planos de correccion |  |  |  |
| Distancia a                      | 90 mm                                                                                |                                                                                       |  |
| Distancia b                      | 250 mm                                                                               |                                                                                       |  |
| Distancia c                      | 90 mm                                                                                |                                                                                       |  |
| Radio 1                          | 130 mm                                                                               |                                                                                       |  |
| Radio 2                          | 130 mm                                                                               |                                                                                       |  |

Fuente: Central Termopichincha

**Anexo 16.** Catálogo de electrodos revestidos

| Nombre de Producto                                                                  | AWS          | Polaridad          | Descripción General                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Diámetro pulg (mm)                       | Peso Kg Empaque                     | Código                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <b>FLEETWELD® SP</b>                                                                | <b>E6010</b> | <b>CD (+)</b>      | Es un electrodo diseñado para alta penetración para soldar en todas posiciones; ampliamente recomendado en aplicaciones verticales y sobre-cabeza, en la soldadura para paso de raíz en tubería y ovoiductos. Normas aplicables API y ASME grado X-42 a X52. Su transferencia "spray" lo hace ser el electrodo que más han tratado de imitar en todo el mundo.                                         | 3/32" (2.4)                              | 5C (20CM)                           | 3060141                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1/8" (3.2)                               | 5C (20CM)                           | 3060142                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5/32" (4.0)                              | 5C (20CM)                           | 3060143                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3/16" (4.8)                              | 5C (20CM)                           | 3060144                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3/32" (2.4)                              | 23L                                 | 3060171                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1/8" (3.2)                               | 23L                                 | 3060172                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5/32" (4.0)                              | 23L                                 | 3060173                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3/16" (4.8)                              | 24.5L                               | 3060174                  |
| <b>FLEETWELD® SP+</b>                                                               | <b>E6010</b> | <b>CD (+)</b>      | Es un electrodo diseñado para alta penetración para soldar en todas posiciones; especialmente en aplicaciones verticales y sobre-cabeza. Ampliamente recomendado para soldar tuberías y placas en posiciones vertical ascendente y sobre-cabeza. Es el electrodo preferido de los operadores para soldar tubería, tanto en campo como en planta.                                                       | 3/32" (2.4)                              | 22L                                 | 3060271                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1/8" (3.2)                               | 22L                                 | 3060272                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5/32" (4.0)                              | 23L                                 | 3060273                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3/16" (4.8)                              | 24L                                 | 3060274                  |
| <b>CHAMPION® 6010</b>                                                               | <b>E6010</b> | <b>CD (+)</b>      | Es un electrodo diseñado para alta penetración y solidificación rápida para soldar en todas posiciones. Muy utilizado en la soldadura de tuberías.                                                                                                                                                                                                                                                     | 1/8" (3.2)                               | 5C (20CM)                           | 3060342                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5/32" (4.0)                              | 5C (20CM)                           | 3060343                  |
| <b>FLEETWELD® X</b>                                                                 | <b>E6011</b> | <b>CD (+) / CA</b> | Es un electrodo con revestimiento celuloso, de mediana penetración. Diseñado para usarse tanto con corriente directa o con corriente alterna. Presenta un arco muy estable, facilitando el encendido y reencendido. Las características de este electrodo lo hacen especialmente apropiado en aplicaciones por punteo y sujeción de estructura ligera.                                                 | 3/32" (2.4)                              | 5C (20CM)                           | 3061141                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1/8" (3.2)                               | 5C (20CM)                           | 3061142                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5/32" (4.0)                              | 5C (20CM)                           | 3061143                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1/8" (3.2)                               | 22L                                 | 3061172                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5/32" (4.0)                              | 22.5L                               | 3061173                  |
| <b>LINCOLN® 6011AS</b>                                                              | <b>E6011</b> | <b>CD (+) / CA</b> | Este electrodo posee un recubrimiento ligeramente más grueso, cualidad que hace que su arco sea más suave y con menor chisporroteo que otros electrodos de este tipo, obteniéndose excelentes resultados al soldar, tanto con corriente alterna como con corriente directa.                                                                                                                            | 3/32" (2.4)                              | 4C (16CM)                           | 3061841                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1/8" (3.2)                               | 5C (20CM)                           | 3061842                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5/32" (4.0)                              | 5C (20CM)                           | 3061843                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3/16" (4.8)                              | 5C (20CM)                           | 3061844                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3/32" (2.4)                              | 19.5L                               | 3061871                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1/8" (3.2)                               | 22L                                 | 3061872                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5/32" (4.0)                              | 22L                                 | 3061873                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3/16" (4.8)                              | 23L                                 | 3061874                  |
| <b>CHAMPION® 6011</b>                                                               | <b>E6011</b> | <b>CD (+) / CA</b> | Es un electrodo con revestimiento celuloso, diseñado para usarse tanto con corriente directa o con corriente alterna. Presenta un arco muy estable lo que facilita el encendido y reencendido; incluso con máquinas que presenten baja salida de voltaje en circuito abierto. El depósito solidifica con más rapidez, haciéndolo apropiado para sujeciones momentáneas en estructura y lámina delgada. | 3/32" (2.4)                              | 5C (20CM)                           | 3061341                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1/8" (3.2)                               | 5C (20CM)                           | 3061342                  |
|                                                                                     |              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5/32" (4.0)                              | 5C (20CM)                           | 3061343                  |
|  | <b>E6010</b> | <b>CD (+)</b>      | Electrodo celulósico de buena penetración y escoria suave con mínima interferencia de arco, idóneo para fabricación y montaje de estructuras así como soldadura de uniones a rope y pasos de raíz.                                                                                                                                                                                                     | 3/32" (2.4)<br>1/8" (3.2)<br>5/32" (4.0) | 5C (20CM)<br>5C (20CM)<br>5C (20CM) | 58374<br>58375<br>500679 |

**Fuente:** Lincoln Electric, Catálogo de electrodos revestidos GRI-TEC, Venezuela



Equipos de Chorro Portátiles

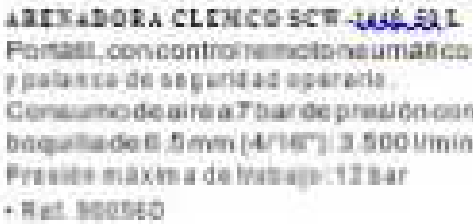


**ARENADORA DE PRECISION CLEMCO 10 L**

Portátil, equipada con ruedas y asa regulable. Despresurización automática al soltar el gatillo de la pistola. Consumo de aire a una presión entre 4 y 5,5 bar con boquilla de 3 mm: 350 y 380 l/min. Presión máxima de trabajo: 8 bar.



**TOLVA DE LLENADO**



**ARENADORA CLEMCO SCW-144 50 L**

Portátil, con control remoto neumático y palanca de seguridad operaria. Consumo de aire a 7 bar de presión con boquilla de 6,5 mm (4/16"): 3.500 l/min. Presión máxima de trabajo: 12 bar.

• Ref. 900560



**ARENADORA CLEMCO SCW-1628 40 L**

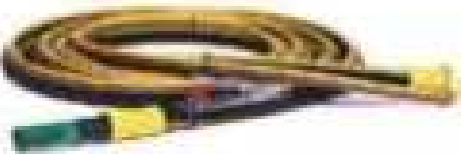
Portátil, con control remoto neumático y palanca de seguridad operaria. Consumo de aire a 7 bar de presión con boquilla de 4,5 mm (3/16"): 2.300 l/min. Presión máxima de trabajo: 12 bar.

• Ref. 900560



**ARENADORA CLEMCO SCW-1028 20 L**

• Ref. 900570 (sopresado)



**ARENADORA CLEMCO SCW-2040 100 L**

Portátil, con control remoto neumático y palanca de seguridad operaria. Consumo de aire a 7 bar de presión con boquilla de 8 mm (5/16"): 4.500 l/min. Presión máxima de trabajo: 12 bar.

• Ref. 900570







**Anexo 18.** Empresas que conforman la unidad de negocios y a las que se presta servicio.

| <b>Nombre de las<br/>Empresas</b> | <b>Descripción de Trabajo</b>                                                                                                                 | <b>Cant</b> | <b># de<br/>veces</b> | <b>Precio de<br/>balanceo<br/>de cada<br/>elemento</b> | <b>Valor<br/>total</b> |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------|--------------------------------------------------------|------------------------|
| <b>Termopichincha</b>             | Balanceo de turbos Procedimiento                                                                                                              | 60          | 3                     | 700                                                    | 126000                 |
| <b>Quevedo II</b>                 | completo desarmado, armado,<br>limpieza de los elementos internos.                                                                            |             |                       |                                                        |                        |
| <b>Termopichincha</b>             | Balanceo de tambores purificadora                                                                                                             | 12          | 1                     | 700                                                    | 8400                   |
| <b>Quevedo II</b>                 | de aceite                                                                                                                                     |             |                       |                                                        |                        |
| <b>Guangopolo I</b>               | Balanceo de turbos                                                                                                                            | 4           | 1                     | 700                                                    | 2800                   |
| <b>Guangopolo II</b>              | Balanceo de turbos                                                                                                                            | 12          | 1                     | 700                                                    | 8400                   |
| <b>Hidroagoyan</b>                | Balanceo de bomba de<br>enfriamiento.                                                                                                         | 4           | 2                     | 700                                                    | 5600                   |
| <b>La propicia</b>                | Balanceo de rotores eléctricos                                                                                                                | 13          | 1                     | 700                                                    | 9100                   |
| <b>LA PROPICIA</b>                | Balanceo de turbos ABB y VTR.<br>Procedimiento completo<br>desarmado , armado, limpieza de<br>los elementos internos y balanceo<br>de turbina | 2           | 8                     | 700                                                    | 11200                  |
| <b>Sacha</b>                      | Balanceo de turbos ABB                                                                                                                        | 2           | 1                     | 700                                                    | 1400                   |
| <b>Santa Elena</b>                | Balanceo de turbos KBB                                                                                                                        | 8           | 1                     | 700                                                    | 5600                   |
| <b>Galápagos</b>                  | Balanceo de turbos KBB                                                                                                                        | 4           | 1                     | 700                                                    | 2800                   |

*Nota:* cada balanceo de las turbinas está planificado cada 2000 horas en la Unidad de Negocios Termopichincha Quevedo II.

**Fuente:** elaborado por el autor

## Anexo 19. Cronograma de construcción del proyecto

| granallado |               |                                               |          |              |
|------------|---------------|-----------------------------------------------|----------|--------------|
| Id         | Modo de tarea | Nombre de tarea                               | Duración | Comienzo     |
| 0          |               | granallado                                    | 25 días? | lun 15/08/16 |
| 1          |               | proyecto de redireccion de la fibra           | 25 días? | lun 15/08/16 |
| 2          |               | fase de construccion de la cabina             | 3 días   | lun 15/08/16 |
| 3          |               | cutar perfiles y soldar                       | 3 días   | lun 15/08/16 |
| 4          |               | fin de fase                                   | 0 días   | lun 15/08/16 |
| 5          |               | Fase de construccion base                     | 3 días   | jue 18/08/16 |
| 6          |               | base para el blower y descarga                | 3 días   | jue 18/08/16 |
| 7          |               | fin de fase                                   | 0 días   | mar 23/08/16 |
| 8          |               | Fase de construccion del ciclon               | 7 días?  | mar 23/08/16 |
| 9          |               | cutar y llevar al taller elementos para el ci | 1 día?   | mar 23/08/16 |
| 10         |               | rolado de elementos como son cilindros y t    | 2 días   | mié 24/08/16 |
| 11         |               | llevar los elementos rolados para soldar      | 2 días   | vie 26/08/16 |
| 12         |               | base para el ciclon y colocar el extractor de | 1 día    | mar 30/08/16 |
| 13         |               | fin de fase                                   | 0 días   | mié 31/08/16 |
| 14         |               | fase construccion meza                        | 3 días   | jue 1/09/16  |
| 15         |               | construccion de meza interna y puerta         | 3 días   | jue 1/09/16  |
| 16         |               | fin de fase                                   | 0 días   | mar 6/09/16  |
| 17         |               | fase de acabado de la cabina                  | 3 días   | mar 6/09/16  |
| 18         |               | construccion de las ventana y bolsillos de l  | 1 día    | mar 6/09/16  |
| 19         |               | construccion de la bodega para los ppp        | 1 día    | mié 7/09/16  |
| 20         |               | fin de fase                                   | 0 días   | jue 8/09/16  |

Tareas criticas

Division critica

Progreso de tarea critica

Tarea

Division

Progreso de tarea

Tarea manual

solo el comienzo

solo fin

solo duracion

Linea base

Division de la linea base

Hito de linea base

Hito

Progreso del resumen

Resumen

Resumen manual

Resumen del proyecto

Tareas externas

Hito externo

Tarea Inactiva

Hito Inactivo

Resumen Inactivo

Fecha limite

7

14

21

100%

100%

15/08

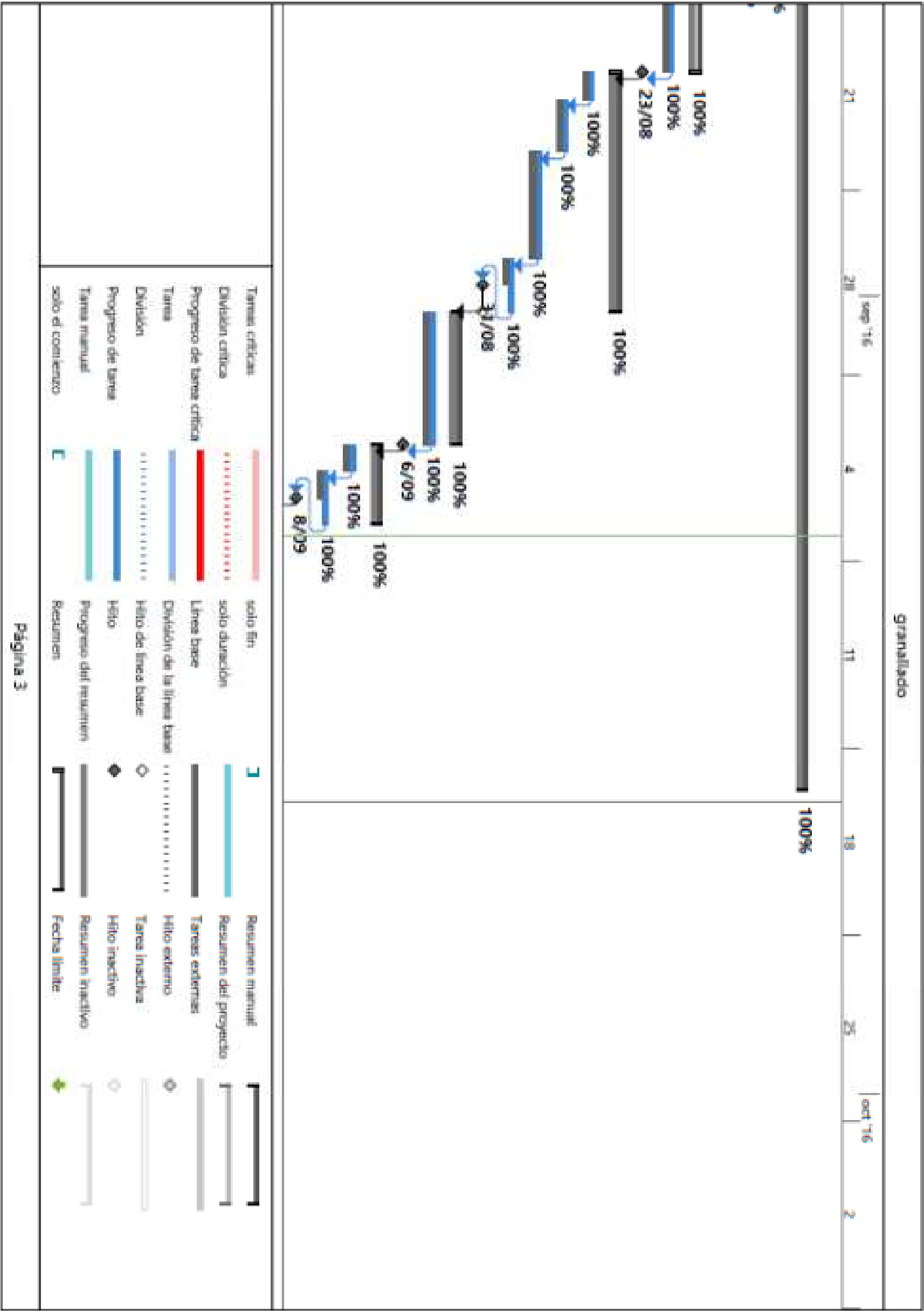
10

2

Página 1

| granallado |                                                                                       |                                             |          |              |   |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------|--------------|---|
| Id         | Modo de tarea                                                                         | Nombre de tarea                             | Duración | Comienzo     |   |
| 21         |    | fase de contruccion extraccion de polvo     | 4 dias   | jue 8/09/16  | 7 |
| 22         |    | construccion del sistema de extraccion de l | 4 dias   | jue 8/09/16  |   |
| 23         |    | fin de fase                                 | 0 dias   | mié 14/09/16 |   |
| 24         |    | fase acabado                                | 2 dias   | mié 14/09/16 |   |
| 25         |    | prueba                                      | 1 día    | mié 14/09/16 |   |
| 26         |    | fin de fase                                 | 0 dias   | jue 15/09/16 |   |
| 27         |    | fase de perfeccion                          | 2 días?  | jue 15/09/16 |   |
| 28         |  | modificacion                                | 1 día?   | jue 15/09/16 |   |
| 29         |  | fin de fase                                 | 0 dias   | vié 16/09/16 |   |
| 30         |  | fase de pintura                             | 1 día?   | vié 16/09/16 |   |
| 31         |  | pintura de los equipos                      | 1 día?   | vié 16/09/16 |   |
| 32         |  | fin de fase                                 | 0 dias   | lun 19/09/16 |   |

|                           |                                                                                     |                           |                                                                                     |                      |                                                                                     |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Tareas críticas           |  | solo fin                  |  | Resumen manual       |  |
| División crítica          |  | solo duracion             |  | Resumen del proyecto |  |
| Progreso de tarea crítica |  | Linea base                |  | Tareas externas      |  |
| Tarea                     |  | División de la línea base |  | Hito externo         |  |
| División                  |  | Hito de línea base        |  | Tarea inactiva       |  |
| Progreso de tarea         |  | Hito                      |  | Hito inactivo        |  |
| Tarea manual              |  | Progreso del resumen      |  | Resumen inactivo     |  |
| solo el comienzo          |  | Resumen                   |  | Fecha límite         |  |



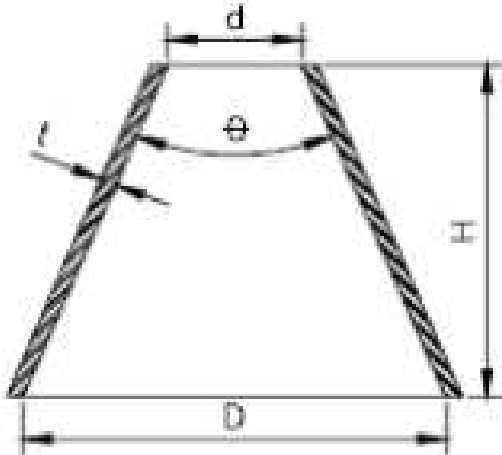
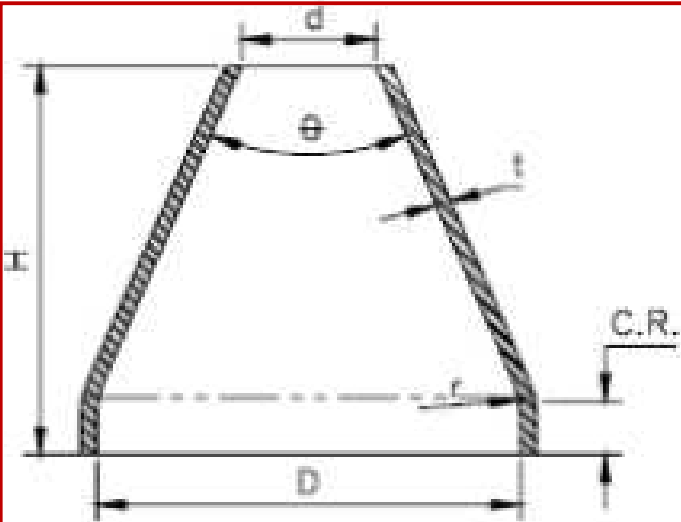
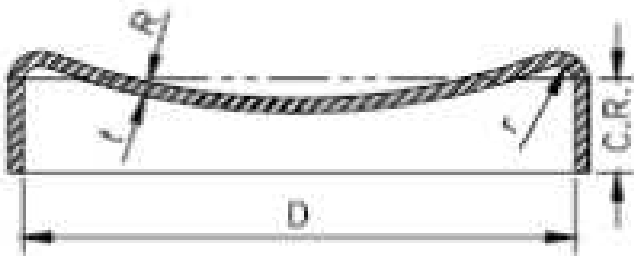
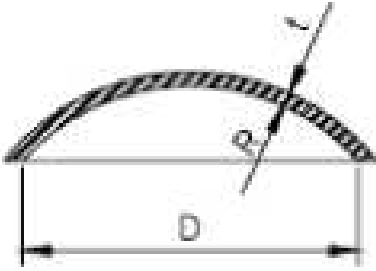


Anexo 20. propiedades de materiales de recipientes a presión

|                                                                                   |           |                                                                                   |      |      |      |      |      |              |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|--------------|------|
|  |           | PROPIEDADES DE ALGUNOS MATERIALES DE ACERO<br>AL CARBON Y ACEROS DE BAJA ALEACION |      |      |      |      |      | NORMAS       |      |
|                                                                                   |           |                                                                                   |      |      |      |      |      | FIGURA No. 7 |      |
| ESFUERZO MAXIMO PERMISIBLE DE DISEÑO A LA TENSION EN 1,000 PSI                    |           |                                                                                   |      |      |      |      |      |              |      |
| ESPECIFICACION<br>DEL MATERIAL                                                    |           | CUANDO LA TEMPERATURA DE DISEÑO NO EXCEDE DE: °F                                  |      |      |      |      |      |              |      |
| NUMERO                                                                            | GRADO     | -20 A 650                                                                         | 700  | 750  | 800  | 850  | 900  | 950          | 1050 |
| SA-283                                                                            | C         | 12.7                                                                              | ---  | ---  | ---  | ---  | ---  | ---          | ---  |
| SA-285                                                                            | C         | 13.8                                                                              | 13.3 | 12.1 | 10.2 | 8.4  | 6.5  |              |      |
| SA-515                                                                            | 55        | 13.8                                                                              | 13.3 | 12.1 | 10.2 | 8.4  | 6.5  | 4.5          | 2.5  |
| SA-515                                                                            | 60        | 15.0                                                                              | 14.4 | 13.0 | 10.8 | 8.7  | 6.5  | 4.5          | 2.5  |
| SA-515                                                                            | 65        | 16.3                                                                              | 15.5 | 13.9 | 11.4 | 9.0  | 6.5  | 4.5          | 2.5  |
| SA-515                                                                            | 70        | 17.5                                                                              | 16.6 | 14.8 | 12.0 | 9.3  | 6.5  | 4.5          | 2.5  |
| SA-516                                                                            | 55        | 13.8                                                                              | 13.3 | 12.1 | 10.2 | 8.4  | 6.5  | 4.5          | 2.5  |
| SA-516                                                                            | 60        | 15.0                                                                              | 14.4 | 13.0 | 10.8 | 8.7  | 6.5  | 4.5          | 2.5  |
| SA-516                                                                            | 65        | 16.3                                                                              | 15.5 | 13.9 | 11.4 | 9.0  | 6.5  | 4.5          | 2.5  |
| SA-516                                                                            | 70        | 17.5                                                                              | 16.6 | 14.8 | 12.0 | 9.3  | 6.5  | 4.5          | 2.5  |
| SA-105                                                                            |           | 17.5                                                                              | 16.6 | 14.8 | 12.0 | 9.3  | 6.5  | 4.5          | 2.5  |
| SA-181                                                                            | I         | 15.00                                                                             | 14.3 | 12.9 | 10.8 | 8.6  | 6.5  | 4.5          | 2.5  |
| SA-350                                                                            | LF1       | 15.0                                                                              | ---  | ---  | ---  | ---  | ---  | ---          | ---  |
|                                                                                   | LF2       | 17.5                                                                              | ---  | ---  | ---  | ---  | ---  | ---          | ---  |
| SA-53                                                                             | B         | 15.0                                                                              | 14.4 | 13.0 | 10.8 | 8.7  | 6.5  | ---          | ---  |
| SA-106                                                                            | B         | 15.0                                                                              | 14.4 | 13.0 | 10.8 | 8.7  | 6.5  | 4.5          | 2.5  |
| SA-193                                                                            | B7<2-1/2" | 25.0                                                                              | 25.0 | 23.6 | 21.0 | 17.0 | 12.5 | 8.5          | 4.5  |

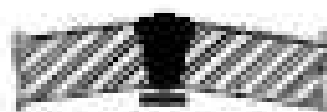
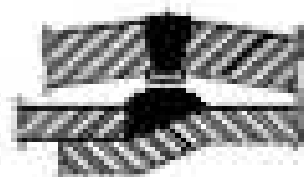
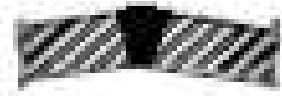
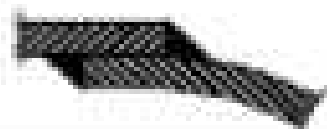
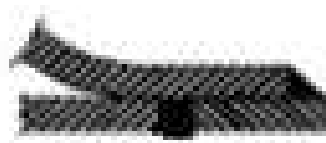
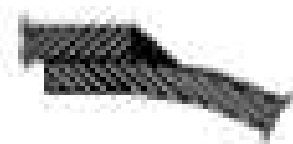
Fuente: elaborado por el autor

Anexo 21.tipos de tapas

|                                                                                      |                |                                                                                       |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|     | TIPOS DE TAPAS |                                                                                       | NORMAS       |
|                                                                                      |                |                                                                                       | FIGURA No. 3 |
|    |                |   |              |
| <p>CONICA</p>                                                                        |                | <p>TORICONICA</p>                                                                     |              |
|  |                |  |              |
| <p>ABOMBADA CON CEJA INVERTIDA</p>                                                   |                | <p>UNICAMENTE ABOMBADA</p>                                                            |              |

Fuente: elaborado por el autor

Anexo 22. Eficiencia de la junta soldada

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                 |               |      |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------|------|--|
|    | EFICIENCIA DE SOLDADURAS<br>VALORES DE "E"                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                 | NORMAS        |      |  |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                 | FIGURA No. 1  |      |  |
| TIPOS DE UNIONES<br>NORMA UW-12                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                             | EFICIENCIA DE LA UNION<br>CUANDO LA JUNTA ESTA<br>RADIOGRAFIADA |               |      |  |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                             | AL<br>100 %                                                     | POR<br>PUNTOS | SIN  |  |
|    | SOLDADURA A TOPE UNIDA CON SOLDADURA POR AMBOS LADOS, O BIEN POR OTRO METODO CON LO CUAL SE OBTENGA LA MISMA CALIDAD DEL METAL DE APORTE EN AMBOS LADOS DE LA SUPERFICIE SOLDADA. SI SE USA LA SOLERA DE RESPALDO, DEBERA QUITARSE DESPUES DE APLICAR LA SOLDADURA Y ANTES DE RADIOGRAFIAR. | 1.00                                                            | 0.85          | 0.70 |  |
|  | SOLDADURA SIMPLE A TOPE CON SOLERA DE RESPALDO LA CUAL PERMANECERA EN EL INTERIOR DEL RECIPIENTE.                                                                                                                                                                                           | 0.90                                                            | 0.80          | 0.65 |  |
|  | UNION SIMPLE POR UN SOLO LADO SIN SOLERA DE RESPALDO                                                                                                                                                                                                                                        | ---                                                             | ---           | 0.60 |  |
|  | UNION TRASLAPADA CON DOBLE FILETE                                                                                                                                                                                                                                                           | ---                                                             | ---           | 0.55 |  |
|  | UNION TRASLAPADA CON FILETE SENCILLO Y TAPON DE SOLDADURA                                                                                                                                                                                                                                   | ---                                                             | ---           | 0.50 |  |
|  | UNION TRASLAPADA CON FILETE SENCILLO SIN TAPON DE SOLDADURA                                                                                                                                                                                                                                 | ---                                                             | ---           | 0.45 |  |

Fuente: elaborado por el autor



Tecnología a su Servicio

INDURA 7018-SR

Rev.01-010412



- Electrodo manual para aceros al carbono.
- Diseñado para soldaduras en estructuras anti-sísmicas.
- Revestimiento potásico bajo hidrógeno con hierro en polvo.
- Corriente continua-electrodo positivo.
- Revestimiento gris.

Clasificación

DIN 1913  
E 51 54 B(R)10

A5ME IIC SFA 5.1/AWS A5.1  
E 7018 / E4018

Características y Campos de uso

- Electrodo de bajo contenido de hidrógeno.
- Diseñado para soldaduras críticas bajo la normativa anti-sísmica AWS D1.8
- Elevada resistencia al impacto
- Aplicaciones típicas: Estructuras de Acero, Uniones Viga – Columna, Uniones Críticas en sistema de cargas sísmicas.

Análisis Típico del metal depositado (% en peso)

|      |       |       |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| C, % | Mn, % | Si, % | P, %  | S, %  | Cr, % | Ni, % | Mo, % |
| 0.08 | 1.49  | 0.738 | 0.009 | 0.010 | 0.044 | 0.042 | 0.013 |

Propiedades Mecánicas Típicas del Metal Depositado

|                     |                            |                            |                      |                   |
|---------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------|
| Tratamiento Térmico | Est. Fluencia en 0.2%, MPa | Est. Máx. de Tracción, MPa | Elongación (L=4d), % | E. Absorbida Ch-v |
| S/T.T               | 448                        | 534                        | 32                   | 180J a 20°C       |

Parámetros de Soldadura y Datos

|                  |          |           |           |           |
|------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Diámetro, mm     | 2.4      | 3.2       | 4.0       | 4.8       |
| Longitud, mm     | 350      | 350       | 350       | 350       |
| Int. de Corr., A | 70 - 120 | 120 - 150 | 140 - 200 | 200 - 275 |
| Nº elect/Kg      | 55       | 28        | 20        | 14        |

Secado

Reacondicionar a 250°C por 2 horas, mantener electrodos en estufas (100°C)

Posición de Soldadura



CCEP

Fuente: [38]

Elaborado por el autor

## Anexo 24. Tuberías de Acero

| TUBERIA DE ACERO          |              |                      |               |                   |                   |              |               |                   |                   |              |
|---------------------------|--------------|----------------------|---------------|-------------------|-------------------|--------------|---------------|-------------------|-------------------|--------------|
| Series Normal y Reforzada |              |                      | UNE 19.040/93 |                   |                   |              | UNE 19.041/93 |                   |                   |              |
| DIAMETRO<br>mm            | NOMINAL<br>" | DIAMETRO<br>EXTERIOR | ESPESOR<br>mm | D. INTERIOR<br>mm | CONT. AGUA<br>l/m | PESO<br>kg/m | ESPESOR<br>mm | D. INTERIOR<br>mm | CONT. AGUA<br>l/m | PESO<br>kg/m |
| DN 6                      | 1/8          | 10,2                 | 2,0           | 6,20              | 0,03              | 0,40         | 2,6           | 5,00              | 0,02              | 0,49         |
| DN 8                      | 1/4          | 13,5                 | 2,3           | 8,90              | 0,06              | 0,64         | 2,9           | 7,70              | 0,05              | 0,76         |
| DN 10                     | 3/8          | 17,2                 | 2,3           | 12,60             | 0,12              | 0,85         | 2,9           | 11,40             | 0,10              | 1,02         |
| DN 15                     | 1/2          | 21,3                 | 2,6           | 16,10             | 0,20              | 1,20         | 3,2           | 14,90             | 0,17              | 1,43         |
| DN 20                     | 3/4          | 26,9                 | 2,6           | 21,70             | 0,37              | 1,56         | 3,2           | 20,50             | 0,33              | 1,87         |
| DN 25                     | 1            | 33,7                 | 3,2           | 27,30             | 0,59              | 2,41         | 4,0           | 25,70             | 0,52              | 2,93         |
| DN 32                     | 1-1/4        | 42,4                 | 3,2           | 36,00             | 1,02              | 3,09         | 4,0           | 34,40             | 0,93              | 3,79         |
| DN 40                     | 1-1/2        | 48,3                 | 3,2           | 41,90             | 1,38              | 3,56         | 4,0           | 40,30             | 1,28              | 4,37         |
| DN 50                     | 2            | 60,3                 | 3,6           | 53,10             | 2,21              | 5,03         | 4,5           | 51,30             | 2,07              | 6,19         |
| DN 65                     | 2-1/2        | 76,1                 | 3,6           | 68,90             | 3,73              | 6,44         | 4,5           | 67,10             | 3,54              | 7,95         |
| DN 80                     | 3            | 88,9                 | 4,0           | 80,90             | 5,14              | 8,38         | 5,0           | 78,90             | 4,89              | 10,35        |
| DN 100                    | 4            | 114,3                | 4,5           | 105,30            | 8,71              | 12,19        | 5,4           | 103,50            | 8,41              | 14,50        |
| DN 125                    | 5            | 139,7                | 5,0           | 129,70            | 13,21             | 16,61        | 5,4           | 128,90            | 13,05             | 17,89        |
| DN 150                    | 6            | 165,1                | 5,0           | 155,10            | 18,89             | 19,74        | 5,4           | 154,30            | 18,70             | 21,27        |

**Presión de Trabajo: 25 bar para líquidos; 10 bar para gases no combustibles.**

**Temperatura de Trabajo: -10 a 110 °C**

**Fuente elaborado por el autor**

## Anexo 25.ficha técnica del orificio de la boquilla

| Orificio de Boquilla<br>mm (in) | Aire, potencia y<br>requerimientos<br>de abrasivo    | 50 psi<br>(3,45 bar) | 60 psi<br>(4,14 bar) | 70 psi<br>(4,83 bar) | 80 psi<br>(5,52 bar) | 90 psi<br>(6,21 bar) | 100 psi<br>(6,89 bar) | 125 psi<br>(8,62 bar) |
|---------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 3,2<br>(1/8)                    | aire: m <sup>3</sup> / min<br>(ft <sup>3</sup> /min) | 0,34<br>(12)         | 0,37<br>(13)         | 0,42<br>(15)         | 0,51<br>(18)         | 0,54<br>(19)         | 0,59<br>(21)          | 0,74<br>(26)          |
|                                 | potencia: kw<br>(HP)                                 | 1,30<br>(1,75)       | 1,49<br>(2)          | 1,86<br>(2,5)        | 2,24<br>(3)          | 2,61<br>(3,5)        | 2,98<br>(4)           | 4,47<br>(6)           |
|                                 | abrasivo: Kg/h<br>(lb/h)                             | 32<br>(70)           | 36<br>(80)           | 41<br>(90)           | 45<br>(100)          | 50<br>(110)          | 54<br>(120)           | 61<br>(135)           |
| 4,8<br>(3/16)                   | aire: m <sup>3</sup> / min<br>(ft <sup>3</sup> /min) | 0,71<br>(25)         | 0,85<br>(30)         | 0,99<br>(35)         | 1,13<br>(40)         | 1,22<br>(43)         | 1,27<br>(45)          | 1,70<br>(60)          |
|                                 | potencia: kw<br>(HP)                                 | 3,73<br>(5)          | 5,97<br>(8)          | 6,71<br>(9)          | 7,08<br>(9,5)        | 7,46<br>(10)         | 7,83<br>(10,5)        | 11,93<br>(16)         |
|                                 | abrasivo: Kg/h<br>(lb/h)                             | 68<br>(150)          | 77<br>(170)          | 91<br>(200)          | 98<br>(215)          | 109<br>(240)         | 118<br>(260)          | 145<br>(320)          |
| 6,35<br>(1/4)                   | aire: m <sup>3</sup> / min<br>(ft <sup>3</sup> /min) | 1,42<br>(50)         | 1,56<br>(55)         | 1,70<br>(60)         | 1,98<br>(70)         | 2,12<br>(75)         | 2,27<br>(80)          | 2,69<br>(95)          |
|                                 | potencia: kw<br>(HP)                                 | 7,46<br>(10)         | 8,95<br>(12)         | 9,69<br>(13)         | 11,93<br>(16)        | 12,68<br>(17)        | 13,42<br>(18)         | 18,64<br>(25)         |
|                                 | abrasivo: Kg/h<br>(lb/h)                             | 122<br>(270)         | 136<br>(300)         | 159<br>(350)         | 181<br>(400)         | 204<br>(450)         | 227<br>(500)          | 306<br>(675)          |
| 8<br>(5/16)                     | aire: m <sup>3</sup> / min<br>(ft <sup>3</sup> /min) | 2,27<br>(80)         | 2,55<br>(90)         | 2,83<br>(100)        | 3,26<br>(115)        | 3,54<br>(125)        | 3,96<br>(140)         | 5,38<br>(190)         |
|                                 | potencia: kw<br>(HP)                                 | 12,68<br>(17)        | 14,91<br>(20)        | 18,64<br>(25)        | 20,13<br>(27)        | 20,88<br>(28)        | 22,37<br>(30)         | 26,85<br>(36)         |
|                                 | abrasivo: Kg/h<br>(lb/h)                             | 213<br>(470)         | 240<br>(530)         | 272<br>(600)         | 306<br>(675)         | 340<br>(750)         | 374<br>(825)          | 454<br>(1000)         |
| 9,5<br>(3/8)                    | aire: m <sup>3</sup> / min<br>(ft <sup>3</sup> /min) | 3,12<br>(110)        | 3,54<br>(125)        | 4,11<br>(145)        | 4,53<br>(160)        | 4,96<br>(175)        | 5,66<br>(200)         | 7,79<br>(275)         |
|                                 | potencia: kw<br>(HP)                                 | 18,64<br>(25)        | 21,63<br>(29)        | 23,86<br>(32)        | 26,10<br>(35)        | 29,83<br>(40)        | 33,56<br>(45)         | 42,50<br>(57)         |
|                                 | abrasivo: Kg/h<br>(lb/h)                             | 306<br>(675)         | 352<br>(775)         | 397<br>(875)         | 442<br>(975)         | 481<br>(1060)        | 499<br>(1100)         | 612<br>(1350)         |
| 11<br>(7/16)                    | aire: m <sup>3</sup> / min<br>(ft <sup>3</sup> /min) | 4,25<br>(150)        | 4,81<br>(170)        | 5,66<br>(200)        | 6,09<br>(215)        | 6,80<br>(240)        | 7,22<br>(255)         | 8,92<br>(315)         |
|                                 | potencia: kw<br>(HP)                                 | 26,1<br>(35)         | 29,83<br>(40)        | 33,56<br>(45)        | 37,28<br>(50)        | 41,01<br>(55)        | 44,74<br>(60)         | 52,20<br>(70)         |
|                                 | abrasivo: Kg/h<br>(lb/h)                             | 408<br>(900)         | 454<br>(1000)        | 544<br>(1200)        | 590<br>(1300)        | 635<br>(1400)        | 703<br>(1550)         | 816<br>(1800)         |
| 12,7<br>(1/2)                   | aire: m <sup>3</sup> / min<br>(ft <sup>3</sup> /min) | 5,66<br>(200)        | 6,37<br>(225)        | 7,08<br>(250)        | 7,79<br>(275)        | 8,50<br>(300)        | 9,63<br>(340)         | 12,18<br>(430)        |
|                                 | potencia: kw<br>(HP)                                 | 33,56<br>(45)        | 37,28<br>(50)        | 41,01<br>(55)        | 46,98<br>(63)        | 52,20<br>(70)        | 55,93<br>(75)         | 70,84<br>(95)         |
|                                 | abrasivo: Kg/h<br>(lb/h)                             | 544<br>(1200)        | 612<br>(1350)        | 680<br>(1500)        | 771<br>(1700)        | 839<br>(1850)        | 919<br>(2025)         | 1145<br>(2525)        |
| 16<br>(5/8)                     | aire: m <sup>3</sup> / min<br>(ft <sup>3</sup> /min) | 8,5<br>(300)         | 9,91<br>(350)        | 11,33<br>(400)       | 12,74<br>(450)       | 14,16<br>(500)       | 15,58<br>(550)        | 19,82<br>(700)        |
|                                 | potencia: kw<br>(HP)                                 | 52,2<br>(70)         | 59,66<br>(80)        | 67,11<br>(90)        | 74,57<br>(100)       | 82,03<br>(110)       | 89,48<br>(120)        | 111,85<br>(150)       |
|                                 | abrasivo: Kg/h<br>(lb/h)                             | 862<br>(1900)        | 998<br>(2200)        | 1089<br>(2400)       | 1225<br>(2700)       | 1361<br>(3000)       | 1497<br>(3300)        | 1814<br>(4000)        |
| 19<br>(3/4)                     | aire: m <sup>3</sup> / min<br>(ft <sup>3</sup> /min) | 12,18<br>(430)       | 14,16<br>(500)       | 16,28<br>(575)       | 18,41<br>(650)       | 19,82<br>(700)       | 22,66<br>(800)        | 31,15<br>(1100)       |
|                                 | potencia: kw<br>(HP)                                 | 74,57<br>(100)       | 85,76<br>(115)       | 96,94<br>(130)       | 108,13<br>(145)      | 119,31<br>(160)      | 130,50<br>(175)       | 160,33<br>(215)       |
|                                 | abrasivo: Kg/h<br>(lb/h)                             | 1225<br>(2700)       | 1406<br>(3100)       | 1588<br>(3500)       | 1769<br>(3900)       | 1950<br>(4300)       | 2132<br>(4700)        | 2586<br>(5700)        |

Fuente [32]

**Anexo 26** Índice de resistencia beta para G kilogramo de peso de aire comprimido  
que circula por hora

| <i>G</i> | $\beta$ | <i>G</i> | $\beta$ | <i>G</i> | $\beta$ | <i>G</i> | $\beta$ |
|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| 10       | 2,03    | 100      | 1,45    | 1 000    | 1,03    | 10 000   | 0,73    |
| 15       | 1,92    | 150      | 1,36    | 1 500    | 0,97    | 15 000   | 0,69    |
| 25       | 1,78    | 250      | 1,26    | 2 500    | 0,90    | 25 000   | 0,64    |
| 40       | 1,66    | 400      | 1,18    | 4 000    | 0,84    | 40 000   | 0,595   |
| 65       | 1,54    | 650      | 1,10    | 6 500    | 0,78    | 65 000   | 0,555   |
| 100      | 1,45    | 1000     | 1,03    | 10 000   | 0,73    | 100 000  | 0,520   |

Elaborado por el autor

Fuente [36]

## **Anexo 27 Entrevista.**

### **Entrevista realizada al jefe de área de mantenimiento de turbos**

**Realizada por Toctaguano Arequipa Jose Luis**

**1.-Tengo entendido que ha habido retrasos en el mantenimiento de los turbos. ¿Que nos puede decir?**

Los retrasos se han debido a que la limpieza de los elementos a balancear se lo realiza de forma manual.

**2.-Qué acciones ha decidido tomar para combatir los retrasos en el mantenimiento.**

Se ha decidido estudiar un método de limpieza de mayor eficiencia y que no dañe el material, de los métodos de limpieza examinados se ha decidido el sandblasteado el cual ofrece un buen acabado en un menor tiempo.

**3.-Que efectos tuvo el sandblasteado aplicado a las piezas a balancear.**

Para demostrar la efectividad del proceso de sandblasteado se construyó un prototipo el cual permitió comprobar que el método funciona y no es dañino para el material.

**4.- ¿Qué tiempo tarda el mantenimiento de forma manual a diferencia con el método de sandblasteado?**

El mantenimiento de forma manual tiene un periodo de trabajo de 1 ½ horas a 2 horas a diferencia del sandblasteado tarda 15 minutos o menos.

**5.-Estaría de acuerdo en mejorar el diseño del prototipo.**

Claro ya que el prototipo posee varias fallas las cuales fueron demostradas cuando se efectuó el trabajo. Sería bueno rediseñar por completo el prototipo.

Elaborado por el autor

Anexo 28 Especificaciones de los tubos cuadrados DIPAC

**CUADRADO**

**TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO**

**Especificaciones Generales**

**Norma** ASTM A-500

**Recubrimiento** Negro o galvanizado

**Largo normal** 6.00m

**Otros largos** Previa Consulta

**Dimensiones** Desde 20.00mm a 100.00mm

**Espesor** Desde 2.00mm a 3.00mm

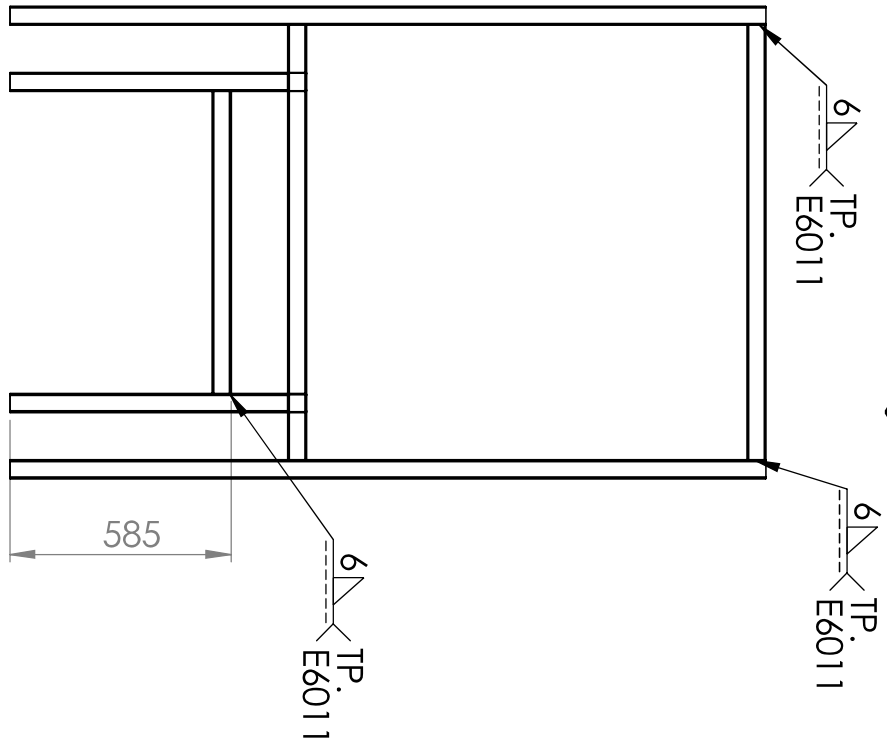
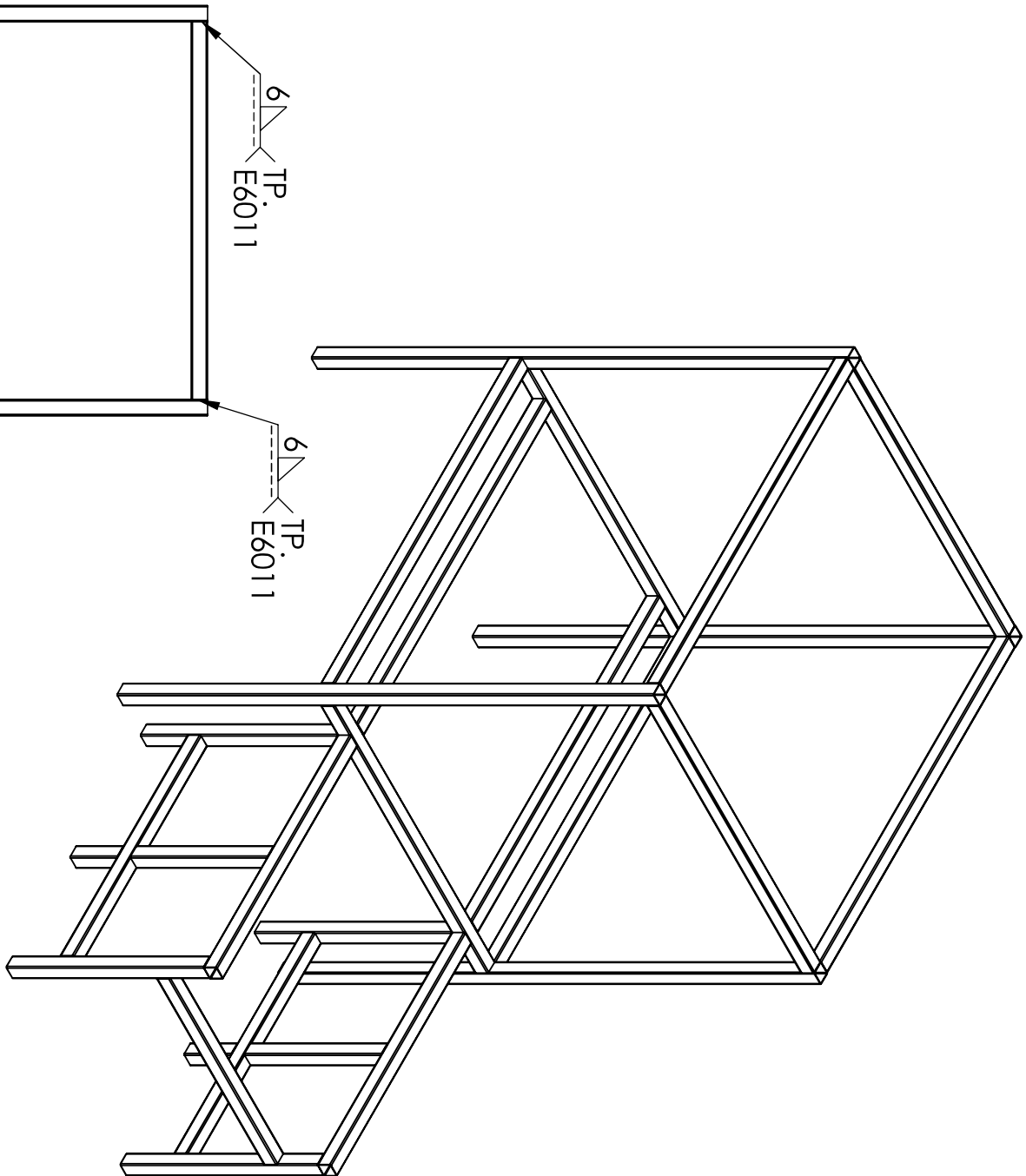
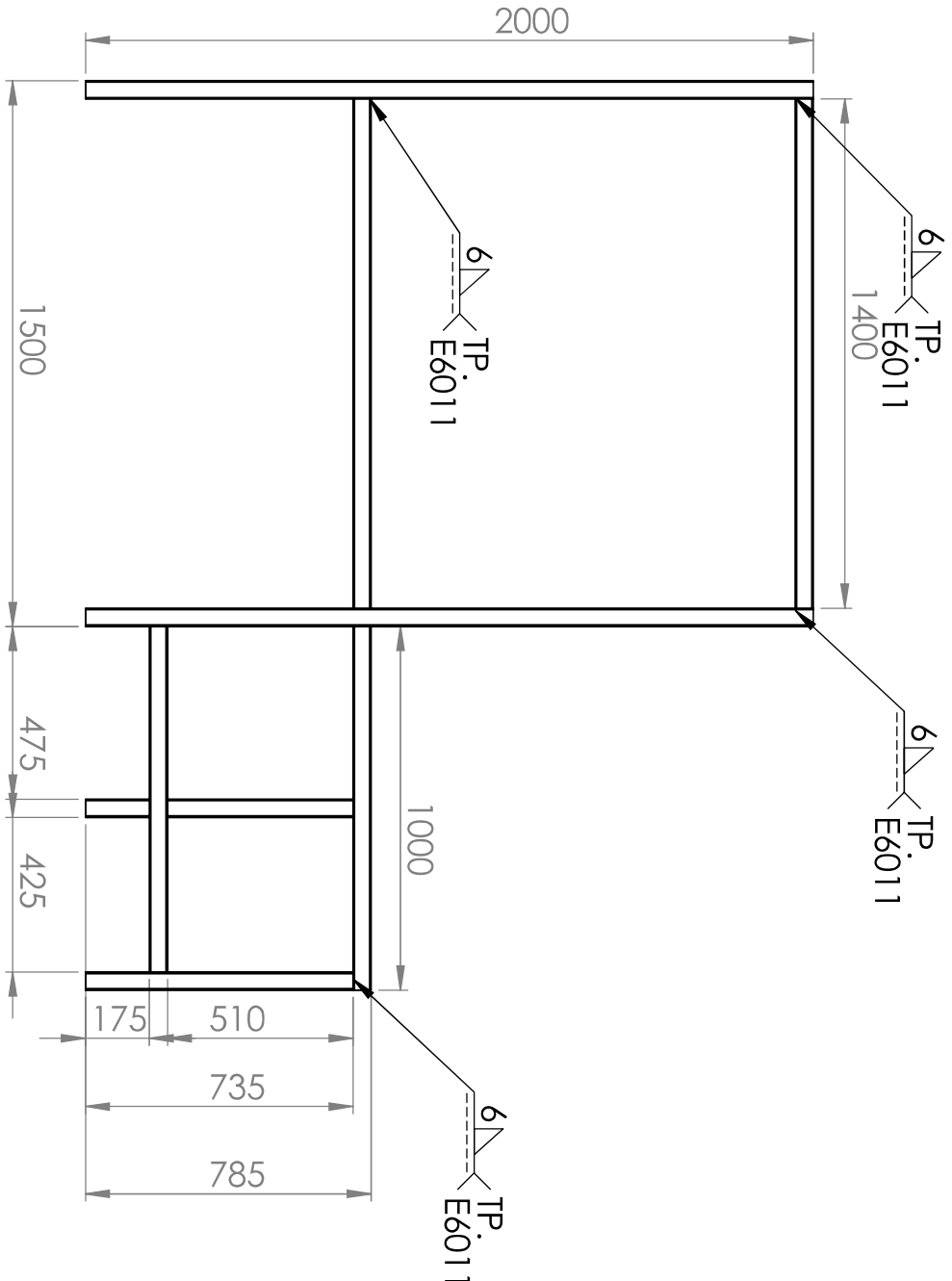
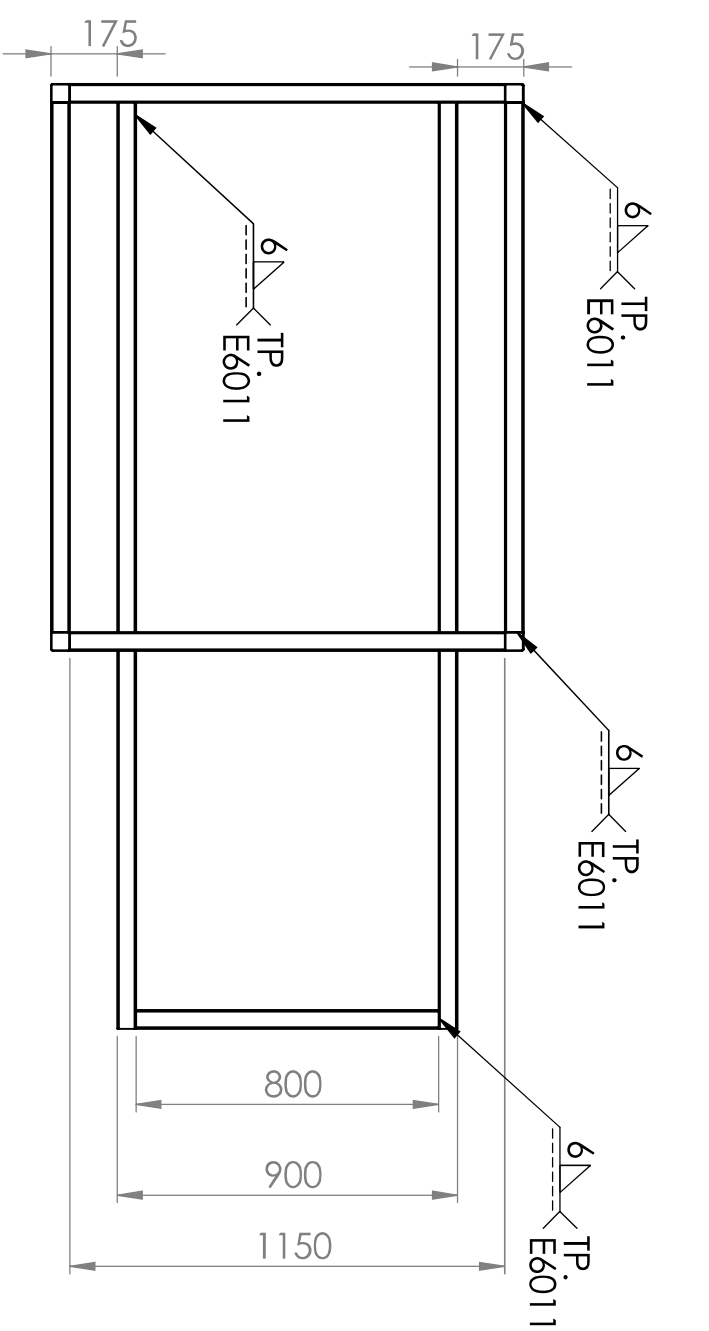
| DIMENSIONES |               |              | AREA        | EJES X-Xe Y-Y |          |         |
|-------------|---------------|--------------|-------------|---------------|----------|---------|
| A<br>mm     | ESPESOR<br>mm | PESO<br>Kg/m | AREA<br>cm2 | I<br>cm4      | W<br>cm3 | i<br>cm |
| 20          | 1,2           | 0,72         | 0,90        | 0,53          | 0,53     | 0,77    |
| 20          | 1,5           | 0,88         | 1,05        | 0,58          | 0,58     | 0,74    |
| 20          | 2,0           | 1,15         | 1,34        | 0,69          | 0,69     | 0,72    |
| 25          | 1,2           | 0,90         | 1,14        | 1,08          | 0,87     | 0,97    |
| 25          | 1,5           | 1,12         | 1,35        | 1,21          | 0,97     | 0,95    |
| 25          | 2,0           | 1,47         | 1,74        | 1,48          | 1,18     | 0,92    |
| 30          | 1,2           | 1,09         | 1,38        | 1,91          | 1,28     | 1,18    |
| 30          | 1,5           | 1,35         | 1,65        | 2,19          | 1,46     | 1,15    |
| 30          | 2,0           | 1,78         | 2,14        | 2,71          | 1,81     | 1,13    |
| 40          | 1,2           | 1,47         | 1,80        | 4,38          | 2,19     | 1,25    |
| 40          | 1,5           | 1,82         | 2,25        | 5,48          | 2,74     | 1,56    |
| 40          | 2,0           | 2,41         | 2,94        | 6,93          | 3,46     | 1,54    |
| 40          | 3,0           | 3,54         | 4,44        | 10,20         | 5,10     | 1,52    |
| 50          | 1,5           | 2,29         | 2,85        | 11,06         | 4,42     | 1,97    |
| 50          | 2,0           | 3,03         | 3,74        | 14,13         | 5,65     | 1,94    |
| 50          | 3,0           | 4,48         | 5,61        | 21,20         | 8,48     | 1,91    |
| 60          | 2,0           | 3,66         | 3,74        | 21,26         | 7,09     | 2,39    |
| 60          | 3,0           | 5,42         | 6,61        | 35,06         | 11,69    | 2,34    |
| 75          | 2,0           | 4,52         | 5,74        | 50,47         | 13,46    | 2,97    |
| 75          | 3,0           | 6,71         | 8,41        | 71,54         | 19,08    | 2,92    |
| 75          | 4,0           | 8,59         | 10,95       | 89,98         | 24,00    | 2,87    |
| 100         | 2,0           | 6,17         | 7,74        | 122,99        | 24,60    | 3,99    |
| 100         | 3,0           | 9,17         | 11,41       | 176,95        | 35,39    | 3,94    |
| 100         | 4,0           | 12,13        | 14,95       | 226,09        | 45,22    | 3,89    |
| 100         | 5,0           | 14,40        | 18,36       | 270,57        | 54,11    | 3,84    |

38

www.dipacmanta.com

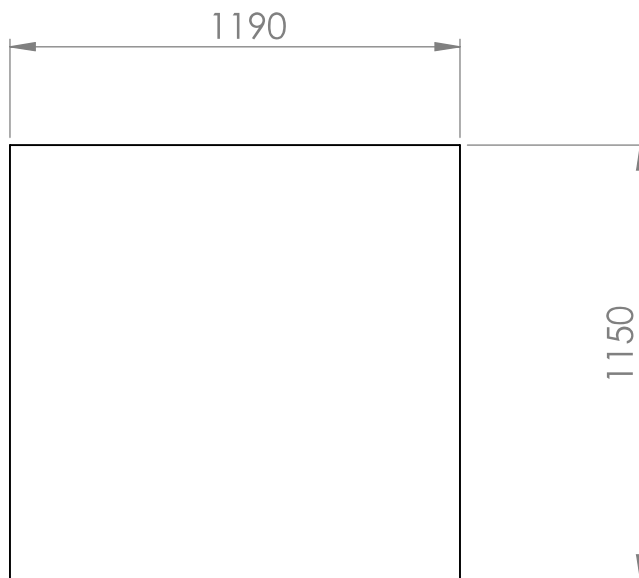
## **PLANOS DEL EQUIPO**





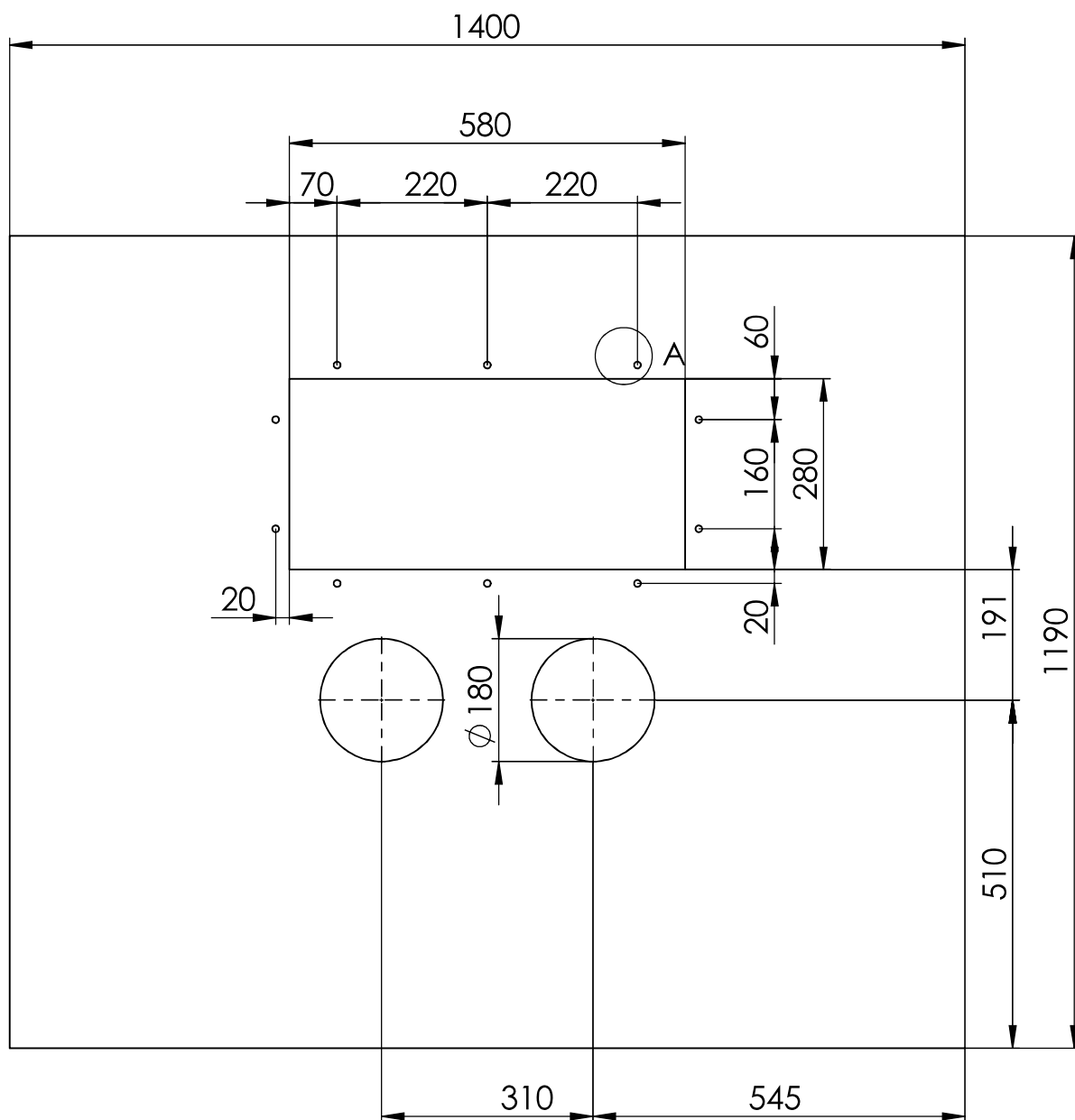
NOTA:  
El perfil es de 50x50x2mm

|                                  |  |               |  |                           |  |
|----------------------------------|--|---------------|--|---------------------------|--|
| TRAT. TERMICÓ :                  |  | U.T.E.Q       |  | CARRERA DE INGENIERÍA     |  |
| RECUBRIMIENTO:                   |  |               |  | MECÁNICA                  |  |
| NUMER. PIEZAS :                  |  | 1             |  |                           |  |
| MATERIAL:                        |  | ACERO SAE A36 |  | TOL. GRAL:ESCALA :        |  |
|                                  |  |               |  | 1:20                      |  |
|                                  |  |               |  | DIB : TOCTAGUANO JOSÉ     |  |
|                                  |  |               |  | DIS : TOCTAGUANO JOSÉ     |  |
|                                  |  |               |  | REV: Ing. RODOLFO NAJARRO |  |
| ESTRUCTURA METALICA DE LA CABINA |  | CODIGO:       |  | FECHA:                    |  |
|                                  |  | 201701JT1.01  |  | 26/12/16                  |  |



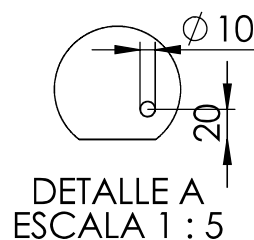
NOTA:  
-Espesor de la lamina es de 2mm

|                          |               |           |                                |       |                        |
|--------------------------|---------------|-----------|--------------------------------|-------|------------------------|
| TRAT. TERMICÓ :          |               | U.T.E.Q   | CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA |       |                        |
| RECUBRIMIENTO:           |               |           |                                |       |                        |
| NUMER. PIEZAS :          | 1             |           |                                |       |                        |
| MATERIAL:                | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL | ESCALA :<br>1:20               | DIB : | TOCTAGUANO JOSÉ        |
|                          |               |           |                                | DIS : | TOCTAGUANO JOSÉ        |
|                          |               |           |                                | REV:  | Ing. RODOLFO NAJARRO   |
| PARED ANCHO DE LA CABINA |               |           | CODIGO :<br><br>201701JT1.03   |       | FECHA:<br><br>26/12/16 |

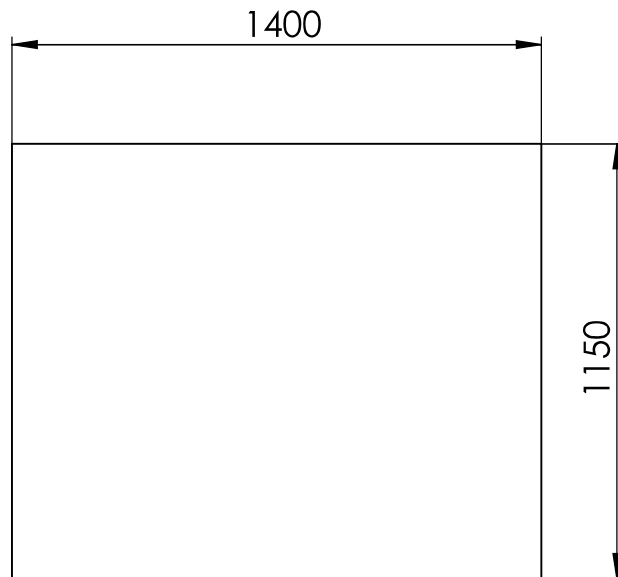


NOTA:

- Espesor de lamina es de 2mm
- 10 agujeros de 10 mm de diametro



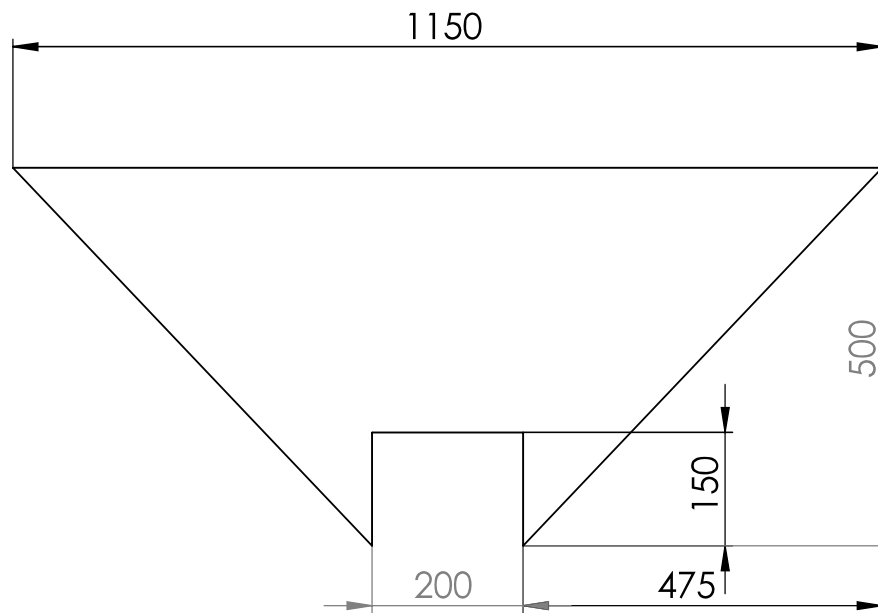
|                             |               |           |                                |                        |                                                            |
|-----------------------------|---------------|-----------|--------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------|
| TRAT. TERMICÓ :             |               | U.T.E.Q   | CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA |                        |                                                            |
| RECUBRIMIENTO:              |               |           |                                |                        |                                                            |
| NUMER. PIEZAS :             | 1             |           |                                |                        |                                                            |
| MATERIAL:                   | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL | ESCALA :<br>1:10               | DIB :<br>DIS :<br>REV: | TOCTAGUANO JOSÉ<br>TOCTAGUANO JOSÉ<br>Ing. RODOLFO NAJARRO |
| LAMINA FRONTAL DE LA CABINA |               |           | CODIGO :<br>201701JT1.04       |                        | FECHA:<br>26/12/16                                         |



NOTA:

Espesor del material es de 2 mm

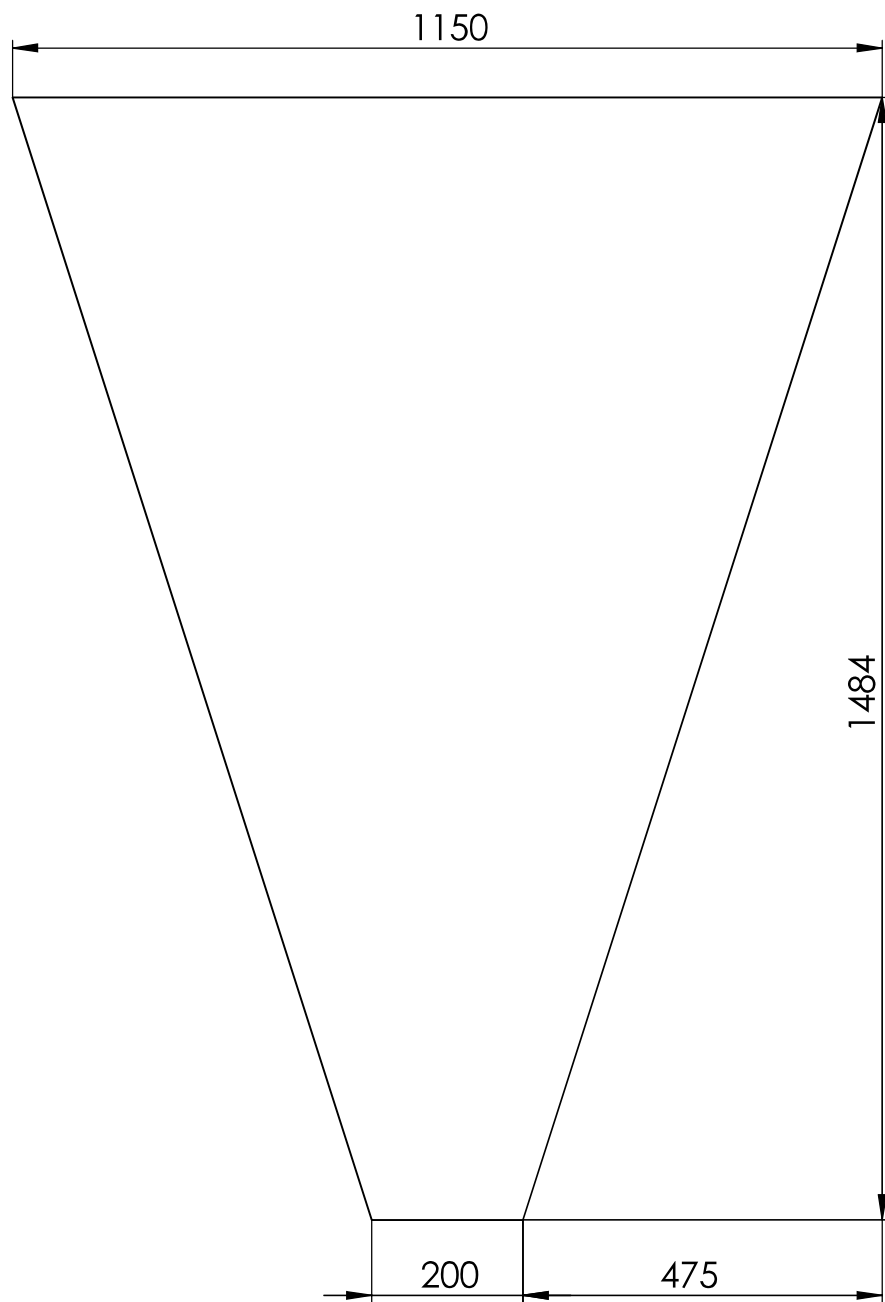
|                    |               |           |                                |       |                      |
|--------------------|---------------|-----------|--------------------------------|-------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :    |               | U.T.E.Q   | CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA |       |                      |
| RECUBRIMIENTO:     |               |           |                                |       |                      |
| NUMER. PIEZAS :    | 1             |           |                                |       |                      |
| MATERIAL:          | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL | ESCALA :<br>1:20               | DIB : | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                    |               |           |                                | DIS : | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                    |               |           |                                | REV:  | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| TECHO DE LA CABINA |               |           | CODIGO :<br>201701JT1.05       |       | FECHA:<br>26/12/16   |



NOTA:

-Espesor de material es de 2mm

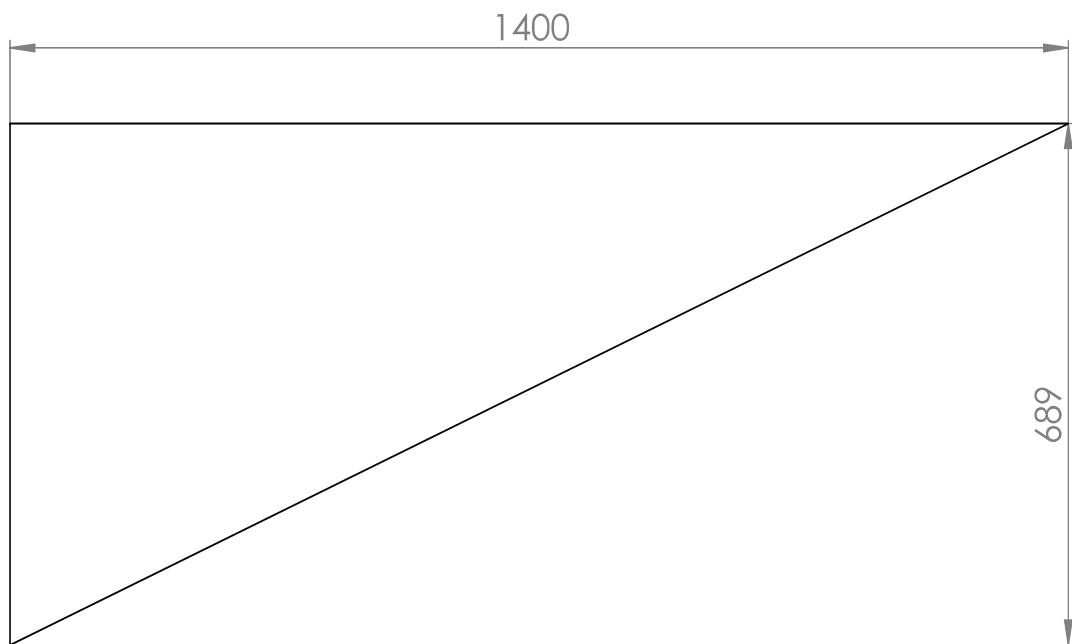
|                           |               |           |                                   |       |                      |
|---------------------------|---------------|-----------|-----------------------------------|-------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :           |               | U.T.E.Q   | CARRERA DE INGENIERÍA<br>MECÁNICA |       |                      |
| RECUBRIMIENTO:            |               |           |                                   |       |                      |
| NUMER. PIEZAS :           | 1             |           |                                   |       |                      |
| MATERIAL:                 | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL | ESCALA :                          | DIB : | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                           |               |           | 1:10                              | DIS : | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                           |               |           |                                   | REV:  | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| PARTE FRONTAL DE LA TOLVA |               |           | CODIGO :<br>201701JT1.06          |       |                      |
|                           |               |           | FECHA:<br>26/12/16                |       |                      |



NOTA:

-Espesor de materia es de 2mm

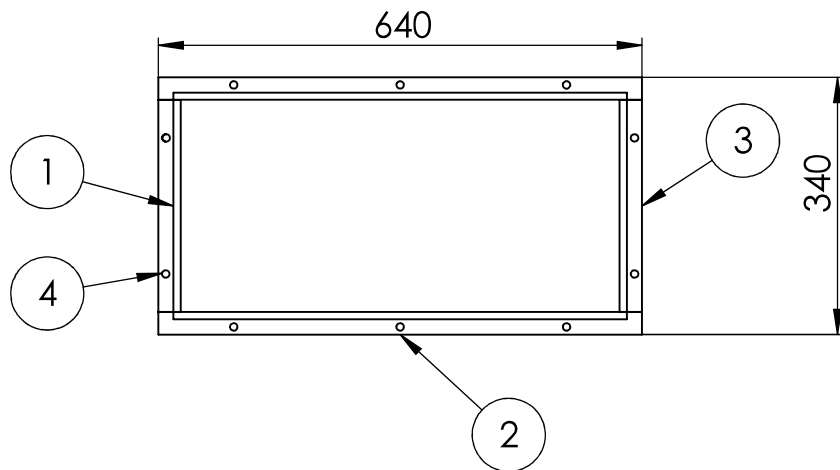
|                           |   |           |                                |       |                        |
|---------------------------|---|-----------|--------------------------------|-------|------------------------|
| TRAT. TERMICÓ :           |   | U.T.E.Q   | CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA |       |                        |
| RECUBRIMIENTO:            |   |           |                                |       |                        |
| NUMER. PIEZAS :           | 1 |           |                                |       |                        |
| MATERIAL:                 |   | TOL. GRAL | ESCALA :<br><br>1:10           | DIB : | TOCTAGUANO JOSÉ        |
| ACERO SAE A36             |   |           |                                | DIS : | TOCTAGUANO JOSÉ        |
|                           |   |           |                                | REV:  | Ing. RODOLFO NAJARRO   |
| PARTE TRASERA DE LA TOLVA |   |           | CODIGO :<br><br>201701JT1.07   |       | FECHA:<br><br>26/12/16 |



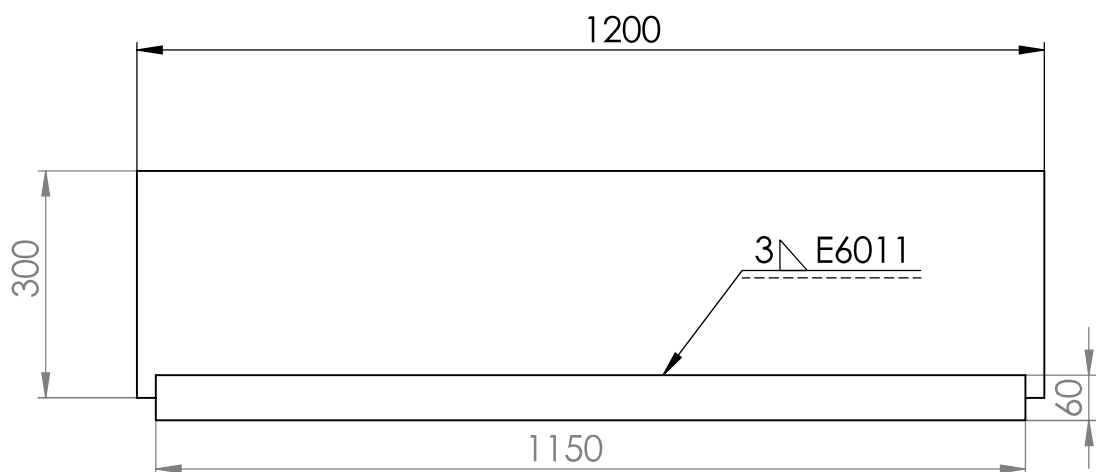
NOTA:

-Espesor de material es de 2mm

|                           |               |              |                                   |                      |
|---------------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :           |               | U.T.E.Q      | CARRERA DE INGENIERÍA<br>MECÁNICA |                      |
| RECUBRIMIENTO:            |               |              |                                   |                      |
| NUMER. PIEZAS :           | 2             |              |                                   |                      |
| MATERIAL:                 | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL    | ESCALA :                          | DIB :                |
|                           |               |              | 1:10                              | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                           |               |              |                                   | DIS :                |
|                           |               |              |                                   | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                           |               |              |                                   | REV:                 |
|                           |               |              |                                   | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| PARTE LATERAL DE LA TOLVA |               | CODIGO :     |                                   |                      |
|                           |               | 201701JT1.08 |                                   |                      |
|                           |               |              |                                   | FECHA:               |
|                           |               |              |                                   | 26/12/16             |

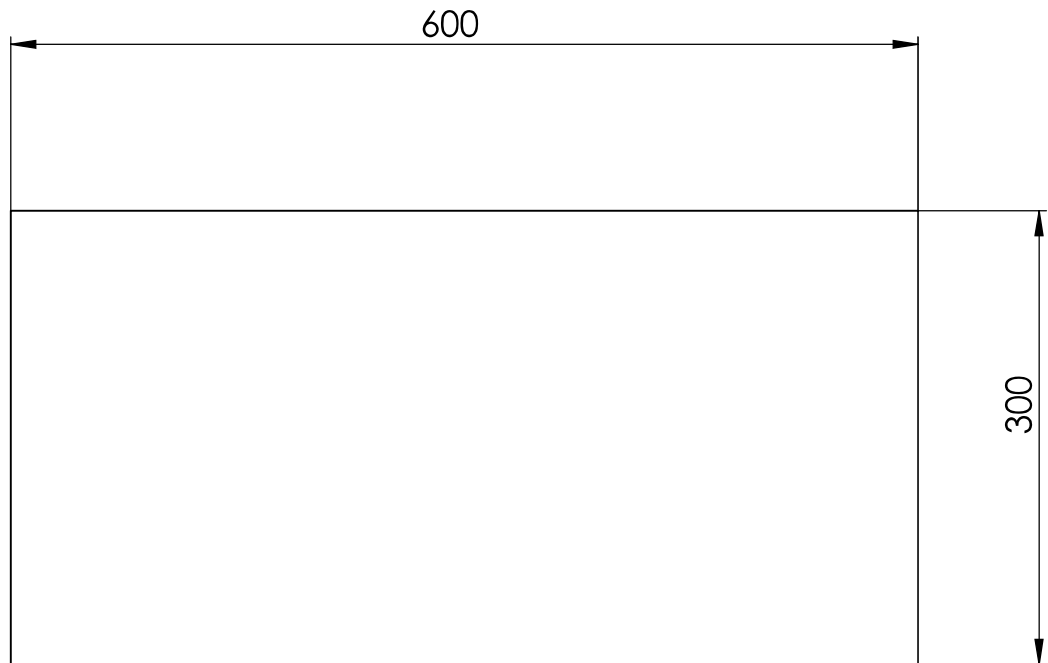


|                     |              |                         |                                |                           |
|---------------------|--------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|
|                     |              |                         |                                |                           |
|                     |              |                         |                                |                           |
|                     |              |                         |                                |                           |
| 4                   | 10           | PERNO M10x16x1.5        |                                | ACERO                     |
| 3                   | 2            | PARTE 2 MARCO DE VIDRIO | 201701JT1.13                   |                           |
| 2                   | 2            | PARTE 1 MARCO DE VIDRIO | 201701JT1.12                   |                           |
| 1                   | 1            | VIDRIO                  | 201701JT1.11                   |                           |
| N° de orden         | N° de piezas | DENOMINACIÓN            | N° PLANO/NORMA                 | OBSERVACIONES             |
| TRAT. TERMICÓ :     |              | U.T.E.Q                 | CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA |                           |
| RECUBRIMIENTO:      |              |                         |                                |                           |
| NUMER. PIEZAS :     |              |                         |                                |                           |
| MATERIAL:           |              | TOL. GRAL               | ESCALA :<br><br>1:10           | DIB : TOCTAGUANO JOSÉ     |
|                     |              |                         |                                | DIS : TOCTAGUANO JOSÉ     |
|                     |              |                         |                                | REV: Ing. RODOLFO NAJARRO |
| ENSAMBLE DEL VIDRIO |              |                         | CODIGO :<br><br>201701JT1.09   |                           |
|                     |              |                         | FECHA:<br><br>26/12/16         |                           |



NOTA:  
Espesor de material es de 2mm

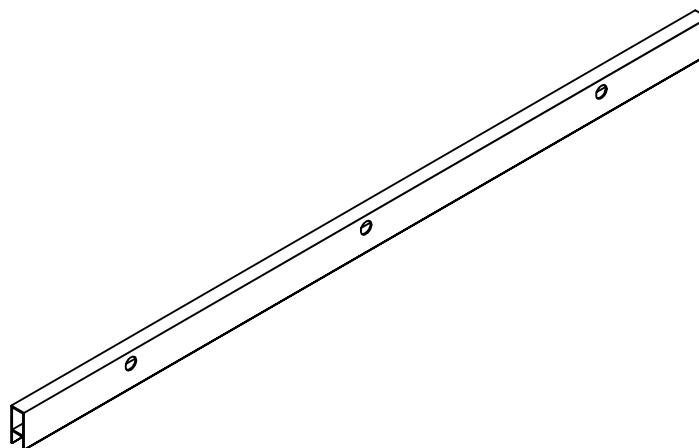
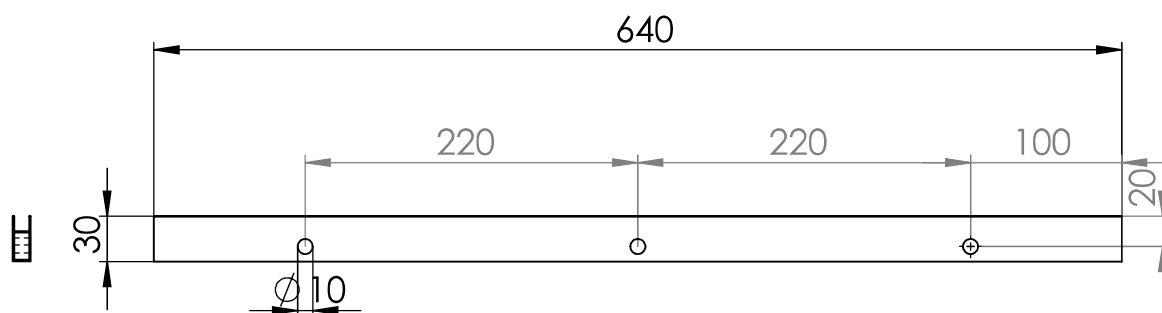
|                             |               |              |                                   |                      |
|-----------------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :             |               | U.T.E.Q      | CARRERA DE INGENIERÍA<br>MECÁNICA |                      |
| RECUBRIMIENTO:              |               |              |                                   |                      |
| NUMER. PIEZAS :             | 1             |              |                                   |                      |
| MATERIAL:                   | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL    | ESCALA :                          | DIB :                |
|                             |               |              | 1:10                              | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                             |               |              |                                   | DIS :                |
|                             |               |              |                                   | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                             |               |              |                                   | REV:                 |
|                             |               |              |                                   | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| PARTE SUPERIOR DE LA PUERTA |               | CODIGO :     |                                   |                      |
|                             |               | 201701JT1.10 |                                   |                      |
|                             |               |              |                                   | FECHA:               |
|                             |               |              |                                   | 26/12/16             |



NOTA:

-Espesor de vidrio es de 10 mm

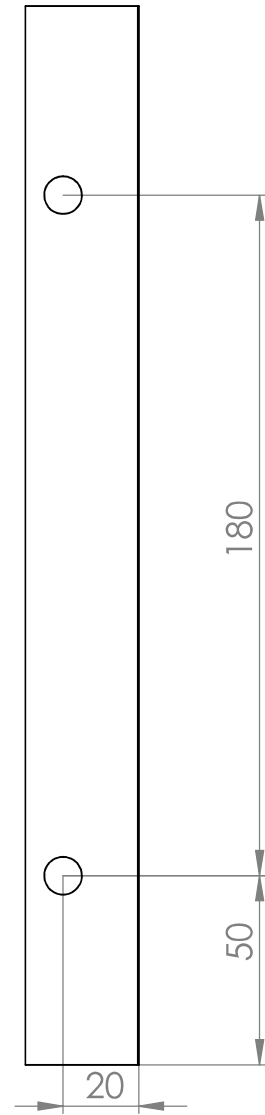
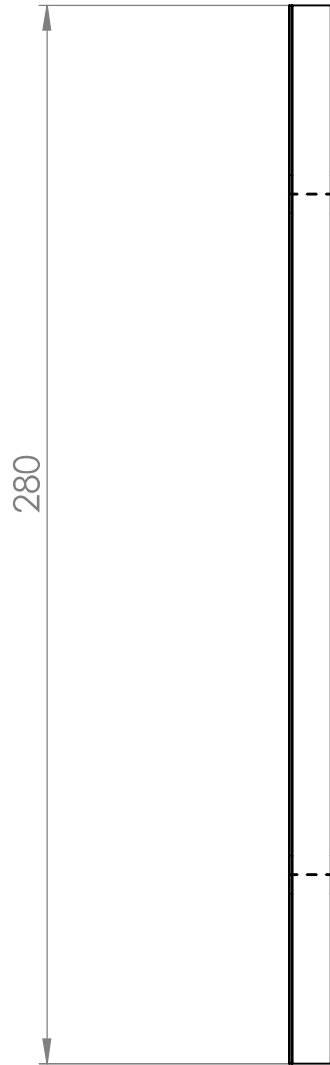
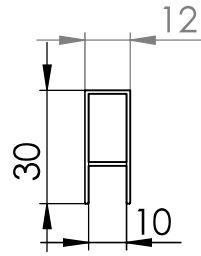
|                              |   |                          |                                |       |                      |
|------------------------------|---|--------------------------|--------------------------------|-------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :              |   | U.T.E.Q                  | CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA |       |                      |
| RECUBRIMIENTO:               |   |                          |                                |       |                      |
| NUMER. PIEZAS :              | 1 |                          |                                |       |                      |
| MATERIAL:<br>VIDRIO TEMPLADO |   | TOL. GRAL                | ESCALA :<br>1:5                | DIB : | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                              |   |                          |                                | DIS : | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                              |   |                          |                                | REV:  | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| VIDRIO                       |   | CODIGO :<br>201701JT1.11 |                                |       | FECHA:<br>26/12/16   |



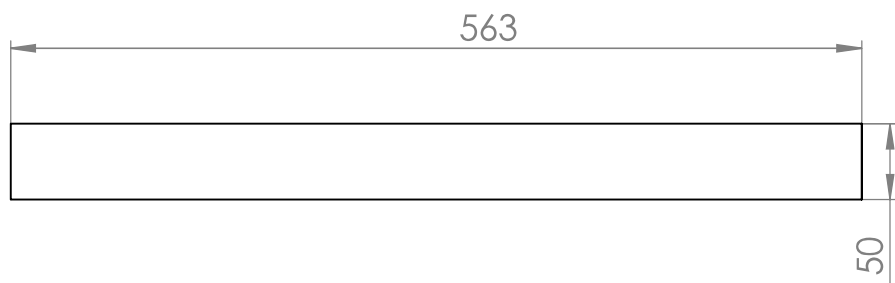
NOTA:

3 Agujeros de 10mm

|                         |               |              |                                   |                      |
|-------------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :         |               | U.T.E.Q      | CARRERA DE INGENIERÍA<br>MECÁNICA |                      |
| RECUBRIMIENTO:          |               |              |                                   |                      |
| NUMER. PIEZAS :         | 2             |              |                                   |                      |
| MATERIAL:               | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL    | ESCALA :                          | DIB :                |
|                         |               |              | 1:5                               | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                         |               |              |                                   | DIS :                |
|                         |               |              |                                   | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                         |               |              |                                   | REV:                 |
|                         |               |              |                                   | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| PARTE 1 MARCO DE VIDRIO |               | CODIGO :     |                                   |                      |
|                         |               | 201701JT1.12 |                                   |                      |
|                         |               |              |                                   | FECHA:               |
|                         |               |              |                                   | 26/12/16             |



|                            |               |              |                                   |                      |
|----------------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :            |               | U.T.E.Q      | CARRERA DE INGENIERÍA<br>MECÁNICA |                      |
| RECUBRIMIENTO:             |               |              |                                   |                      |
| NUMER. PIEZAS :            | 2             |              |                                   |                      |
| MATERIAL:                  | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL    | ESCALA :                          | DIB :                |
|                            |               |              | 1:2                               | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                            |               |              |                                   | DIS :                |
|                            |               |              |                                   | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                            |               |              |                                   | REV:                 |
|                            |               |              |                                   | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| PARTE 2 DE MARCO DE VIDRIO |               | CODIGO :     |                                   |                      |
|                            |               | 201701JT1.13 |                                   |                      |
|                            |               |              |                                   | FECHA:               |
|                            |               |              |                                   | 26/12/16             |

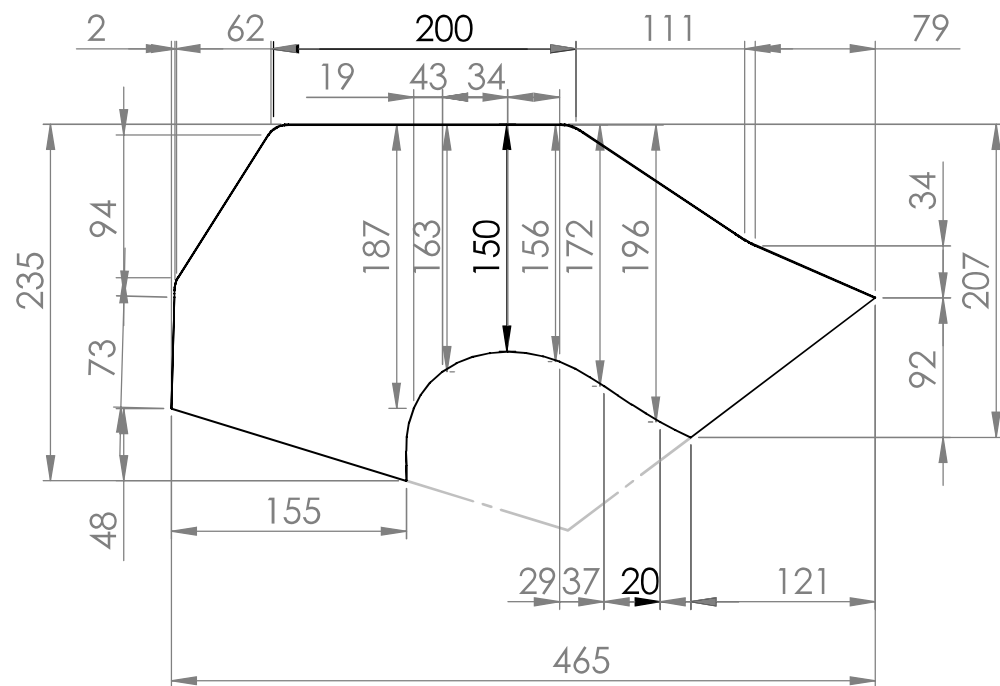


NOTA:

Espesor del material es de 2 mm

Esta plancha se sometera al rolado

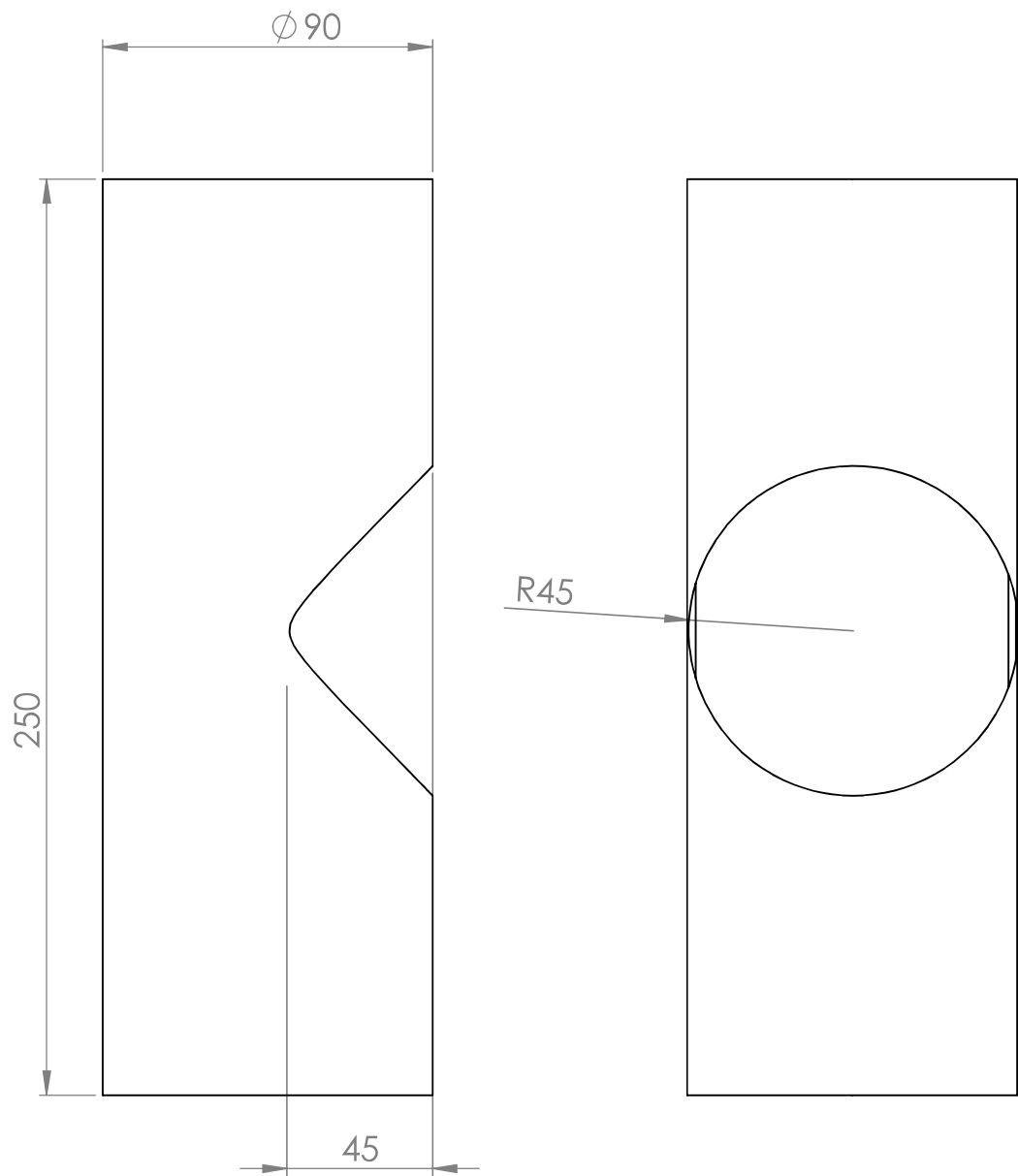
|                           |               |           |                                |       |                      |
|---------------------------|---------------|-----------|--------------------------------|-------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :           |               | U.T.E.Q   | CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA |       |                      |
| RECUBRIMIENTO:            |               |           |                                |       |                      |
| NUMER. PIEZAS :           | 2             |           |                                |       |                      |
| MATERIAL:                 | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL | ESCALA :<br>1:5                | DIB : | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                           |               |           |                                | DIS : | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                           |               |           |                                | REV:  | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| CILINDRO ENTRADA DE MANOS |               |           | CODIGO :<br>201701JT1.14       |       | FECHA:<br>26/12/16   |



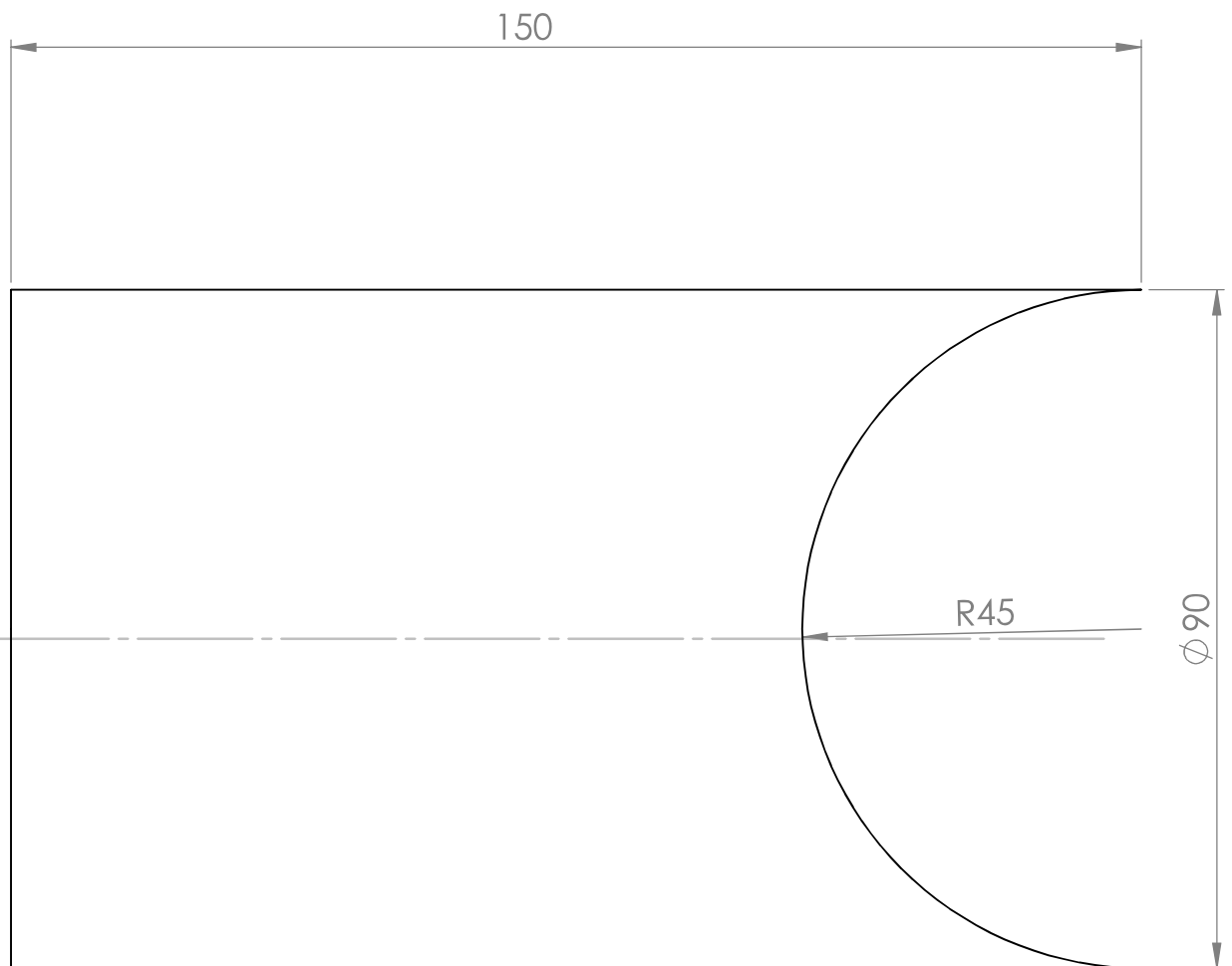
NOTA:

Espesor de la placa es de 2mm

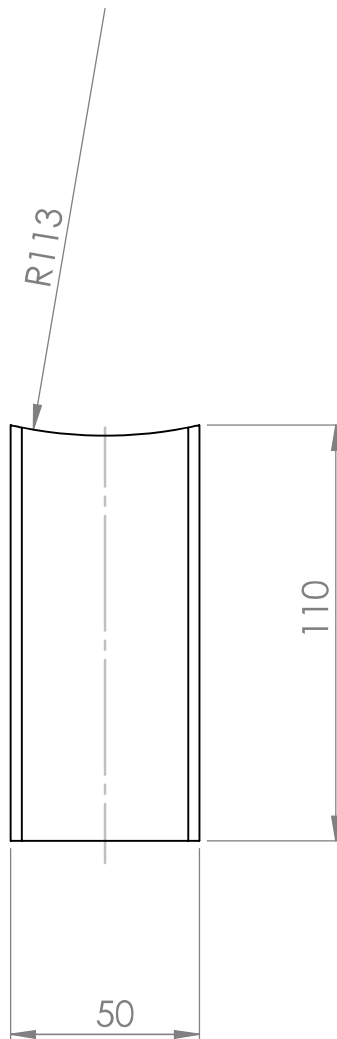
|                                   |               |              |                                   |                      |
|-----------------------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :                   |               | U.T.E.Q      | CARRERA DE INGENIERÍA<br>MECÁNICA |                      |
| RECUBRIMIENTO:                    |               |              |                                   |                      |
| NUMER. PIEZAS :                   | 1             |              |                                   |                      |
| MATERIAL:                         | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL    | ESCALA :                          | DIB :                |
|                                   |               |              | 1:10                              | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                                   |               |              |                                   | DIS :                |
|                                   |               |              |                                   | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                                   |               |              |                                   | REV:                 |
|                                   |               |              |                                   | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| TOLVA DE DESCARGA HACIA EL BLOWER |               | CODIGO :     |                                   |                      |
|                                   |               | 201701JT1.15 |                                   |                      |
|                                   |               |              |                                   | FECHA:               |
|                                   |               |              |                                   | 26/12/16             |



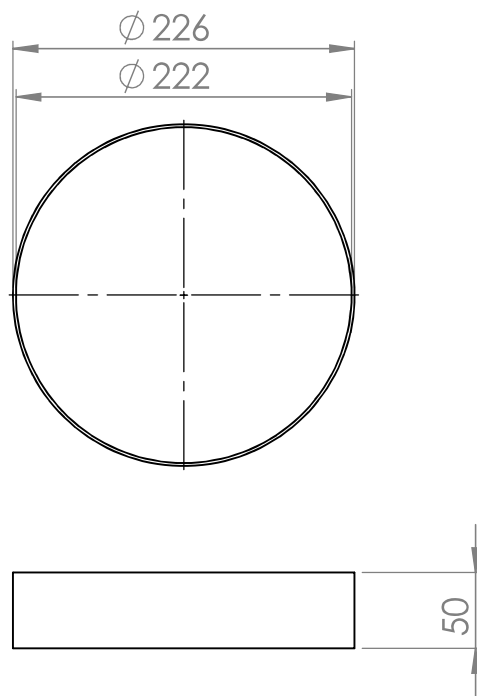
|                                  |               |           |                                   |       |                      |
|----------------------------------|---------------|-----------|-----------------------------------|-------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :                  |               | U.T.E.Q   | CARRERA DE INGENIERÍA<br>MECÁNICA |       |                      |
| RECUBRIMIENTO:                   |               |           |                                   |       |                      |
| NUMER. PIEZAS :                  | 1             |           |                                   |       |                      |
| MATERIAL:                        | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL | ESCALA :                          | DIB : | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                                  |               |           | 1:2                               | DIS : | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                                  |               |           |                                   | REV:  | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| TUBO, CORTE DE BOCA DE PESCADO 2 |               |           | CODIGO :                          |       |                      |
|                                  |               |           | 201701JT1.16                      |       |                      |
|                                  |               |           | FECHA:                            |       |                      |
|                                  |               |           | 26/12/16                          |       |                      |



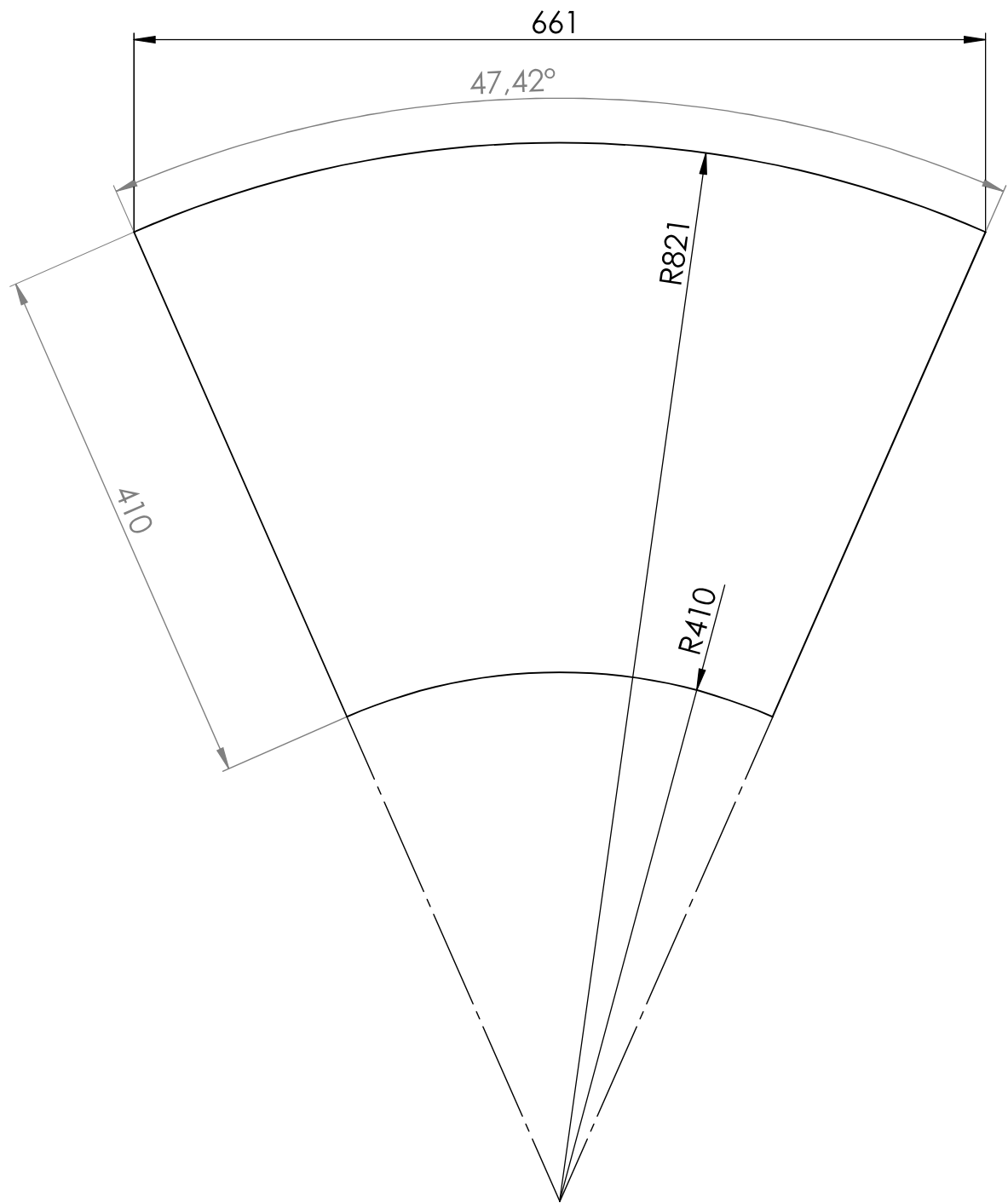
|                            |               |                          |                                   |       |                      |
|----------------------------|---------------|--------------------------|-----------------------------------|-------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :            |               | U.T.E.Q                  | CARRERA DE INGENIERÍA<br>MECÁNICA |       |                      |
| RECUBRIMIENTO:             |               |                          |                                   |       |                      |
| NUMER. PIEZAS :            | 1             |                          |                                   |       |                      |
| MATERIAL:                  | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL                | ESCALA :                          | DIB : | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                            |               |                          | 1:1                               | DIS : | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                            |               |                          |                                   | REV:  | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| TUBO CORTE BOCA DE PESCADO |               | CODIGO :<br>201701JT1.17 |                                   |       | FECHA:<br>26/12/16   |



|                            |               |              |                                   |                      |
|----------------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :            |               | U.T.E.Q      | CARRERA DE INGENIERÍA<br>MECÁNICA |                      |
| RECUBRIMIENTO:             |               |              |                                   |                      |
| NUMER. PIEZAS :            | 1             |              |                                   |                      |
| MATERIAL:                  | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL    | ESCALA :                          | DIB :                |
|                            |               |              | 1:1                               | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                            |               |              |                                   | DIS :                |
|                            |               |              |                                   | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                            |               |              |                                   | REV:                 |
|                            |               |              |                                   | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| SOPORTE DEL CICLON PARTE 1 |               | CODIGO :     |                                   |                      |
|                            |               | 201701JT1.18 |                                   |                      |
|                            |               |              |                                   | FECHA:               |
|                            |               |              |                                   | 26/12/16             |



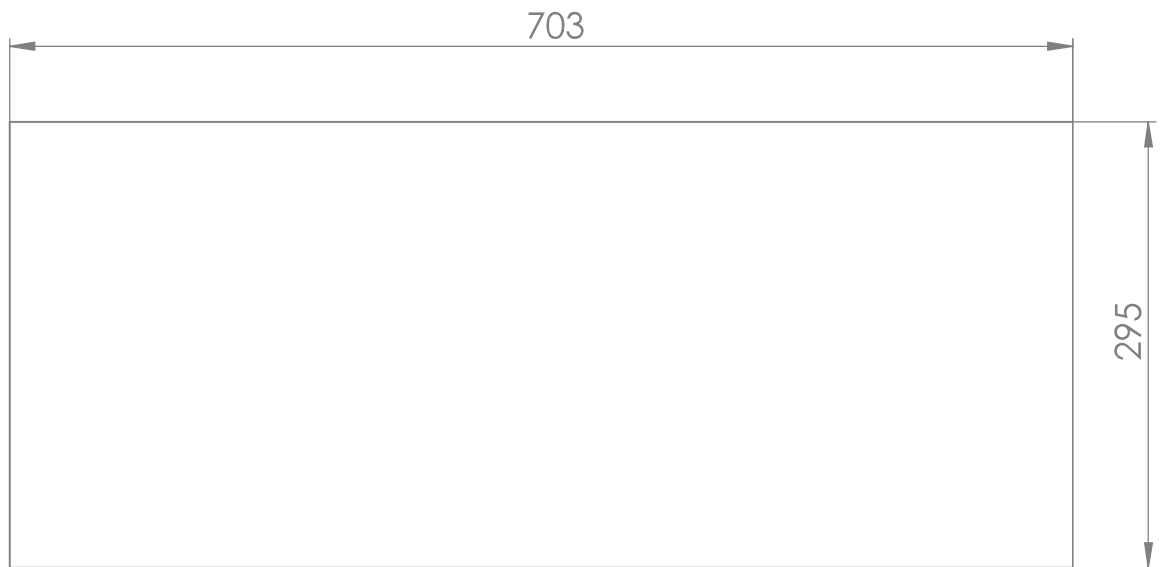
|                            |   |           |                                |       |                      |
|----------------------------|---|-----------|--------------------------------|-------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :            |   | U.T.E.Q   | CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA |       |                      |
| RECUBRIMIENTO:             |   |           |                                |       |                      |
| NUMER. PIEZAS :            | 1 |           |                                |       |                      |
| MATERIAL:                  |   | TOL. GRAL | ESCALA :                       | DIB : | TOCTAGUANO JOSÉ      |
| ACERO SAE A36              |   |           |                                | DIS : | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                            |   |           |                                | REV:  | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| SOPORTE DEL CICLON PARTE 2 |   |           | CODIGO :                       |       | FECHA:               |
|                            |   |           | 201701JT1.19                   |       | 26/12/16             |



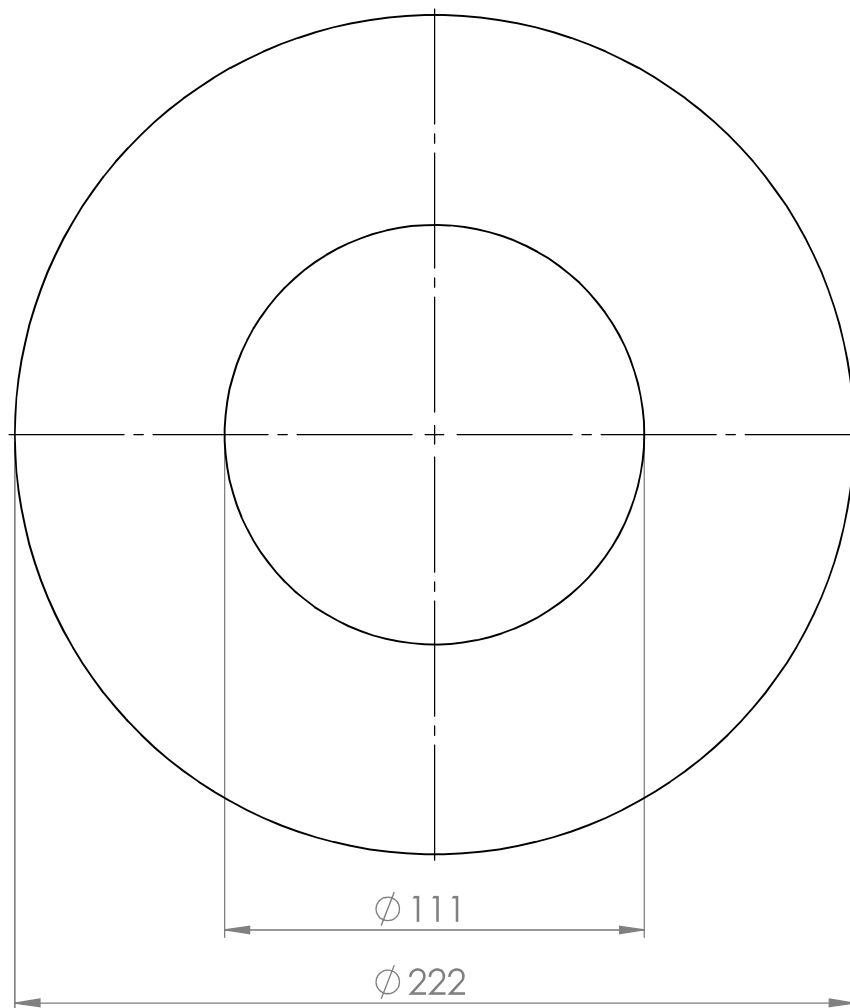
NOTAS:

- Espesor de la placa de 2 mm
- Realizar rolado de la lamina

|                           |               |              |                                   |                      |
|---------------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :           |               | U.T.E.Q      | CARRERA DE INGENIERÍA<br>MECÁNICA |                      |
| RECUBRIMIENTO:            |               |              |                                   |                      |
| NUMER. PIEZAS :           | 1             |              |                                   |                      |
| MATERIAL:                 | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL    | ESCALA :                          | DIB :                |
|                           |               |              | 1:5                               | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                           |               |              |                                   | DIS :                |
|                           |               |              |                                   | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                           |               |              |                                   | REV:                 |
|                           |               |              |                                   | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| SECCION CONICA DEL CICLÓN |               | CODIGO :     |                                   |                      |
|                           |               | 201701JT1.20 |                                   |                      |
|                           |               |              |                                   | FECHA:               |
|                           |               |              |                                   | 26/12/16             |



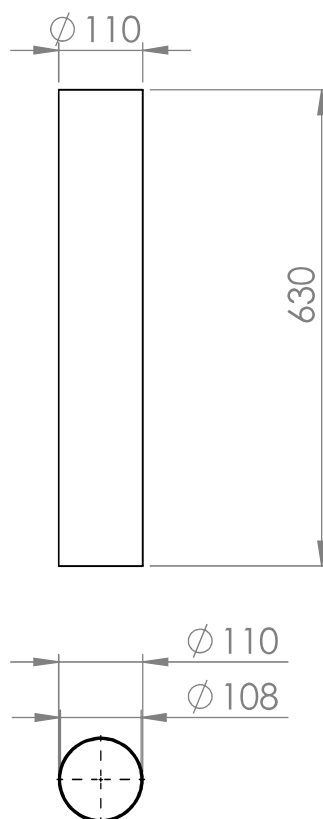
|                     |   |           |                                |       |                      |
|---------------------|---|-----------|--------------------------------|-------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :     |   | U.T.E.Q   | CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA |       |                      |
| RECUBRIMIENTO:      |   |           |                                |       |                      |
| NUMER. PIEZAS :     | 1 |           |                                |       |                      |
| MATERIAL:           |   | TOL. GRAL | ESCALA :                       | DIB : | TOCTAGUANO JOSÉ      |
| ACERO SAE A36       |   |           |                                | DIS : | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                     |   |           |                                | REV:  | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| CILINDRO DEL CICLON |   |           | CODIGO :                       |       | FECHA:               |
|                     |   |           | 201701JT1.21                   |       | 26/12/16             |



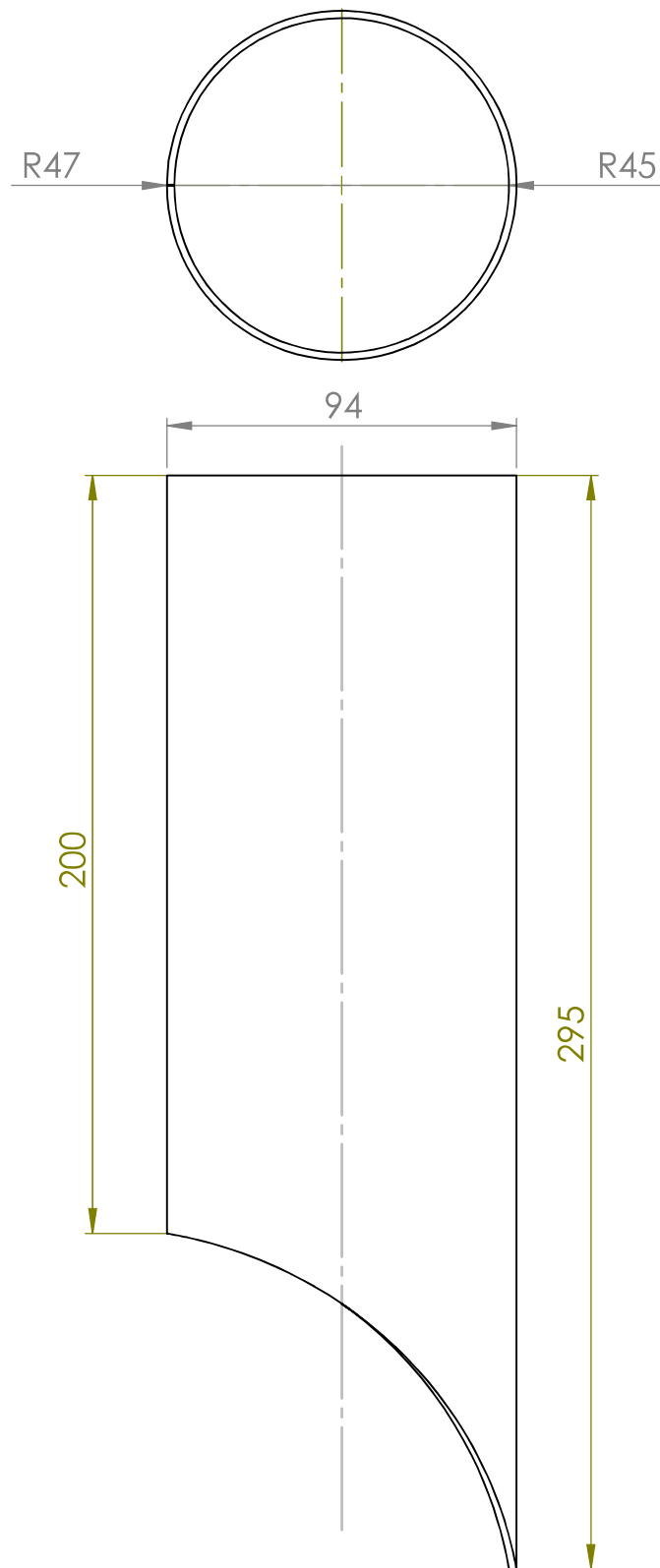
NOTAS:

-Espesor de la plancha es de 2 mm

|                 |               |              |                                   |                      |
|-----------------|---------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ : |               | U.T.E.Q      | CARRERA DE INGENIERÍA<br>MECÁNICA |                      |
| RECUBRIMIENTO:  |               |              |                                   |                      |
| NUMER. PIEZAS : | 1             |              |                                   |                      |
| MATERIAL:       | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL    | ESCALA :                          | DIB :                |
|                 |               |              | 1:2                               | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                 |               |              |                                   | DIS :                |
|                 |               |              |                                   | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                 |               |              |                                   | REV:                 |
|                 |               |              |                                   | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| TAPA DEL CICLÓN |               | CODIGO :     |                                   |                      |
|                 |               | 201701JT1.22 |                                   |                      |
|                 |               |              |                                   | FECHA:               |
|                 |               |              |                                   | 26/12/16             |



|                        |               |              |                                   |                      |
|------------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :        |               | U.T.E.Q      | CARRERA DE INGENIERÍA<br>MECÁNICA |                      |
| RECUBRIMIENTO:         |               |              |                                   |                      |
| NUMER. PIEZAS :        | 1             |              |                                   |                      |
| MATERIAL:              | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL    | ESCALA :                          | DIB :                |
|                        |               |              | 1:10                              | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                        |               |              |                                   | DIS :                |
|                        |               |              |                                   | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                        |               |              |                                   | REV:                 |
|                        |               |              |                                   | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| TUBO SALIDA DEL CICLÓN |               | CODIGO :     |                                   |                      |
|                        |               | 201701JT1.23 |                                   |                      |
|                        |               | FECHA:       |                                   |                      |
|                        |               | 26/12/16     |                                   |                      |

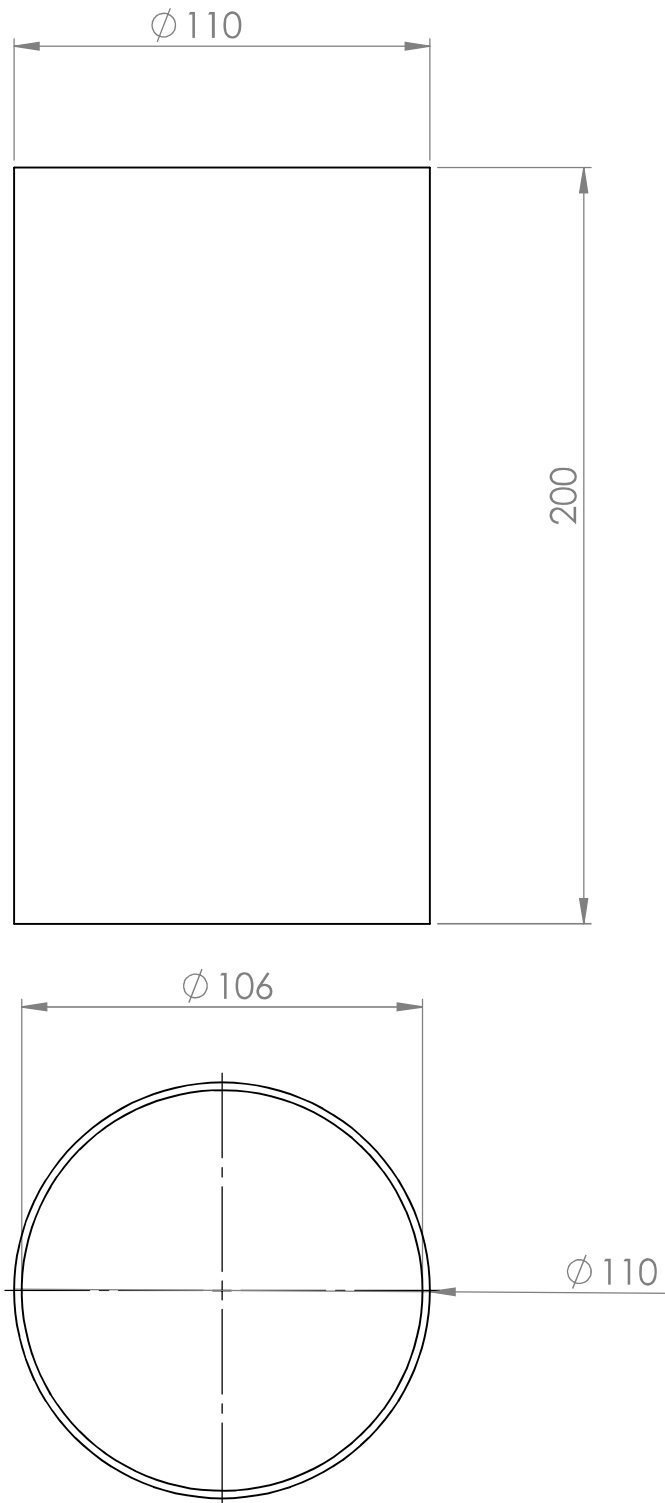


NOTA:

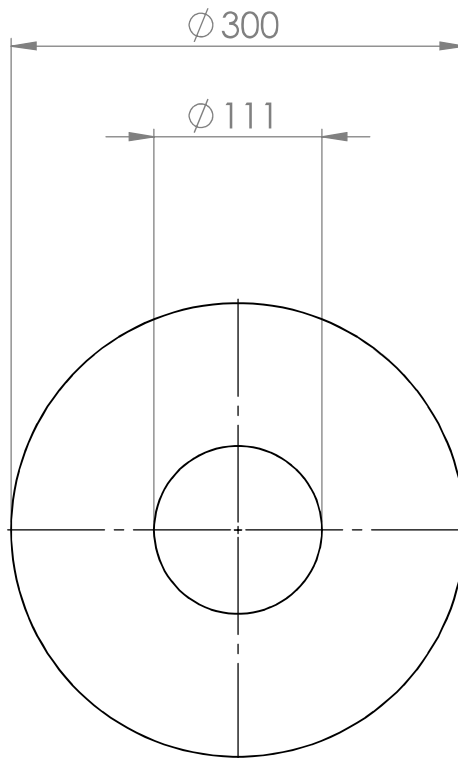
-Espesor es de 2mm

Para realizar este corte se utiliza la plantilla de codigo 201701JT1.31

|                        |               |              |                                   |                      |
|------------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :        |               | U.T.E.Q      | CARRERA DE INGENIERÍA<br>MECÁNICA |                      |
| RECUBRIMIENTO:         |               |              |                                   |                      |
| NUMER. PIEZAS :        | 1             |              |                                   |                      |
| MATERIAL:              | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL    | ESCALA :                          | DIB :                |
|                        |               |              | 1:2                               | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                        |               |              |                                   | DIS :                |
|                        |               |              |                                   | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                        |               |              |                                   | REV:                 |
|                        |               |              |                                   | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| ENTRADA DE LA GRANALLA |               | CODIGO :     |                                   |                      |
|                        |               | 201701JT1.24 |                                   |                      |
|                        |               |              |                                   | FECHA:               |
|                        |               |              |                                   | 26/12/16             |

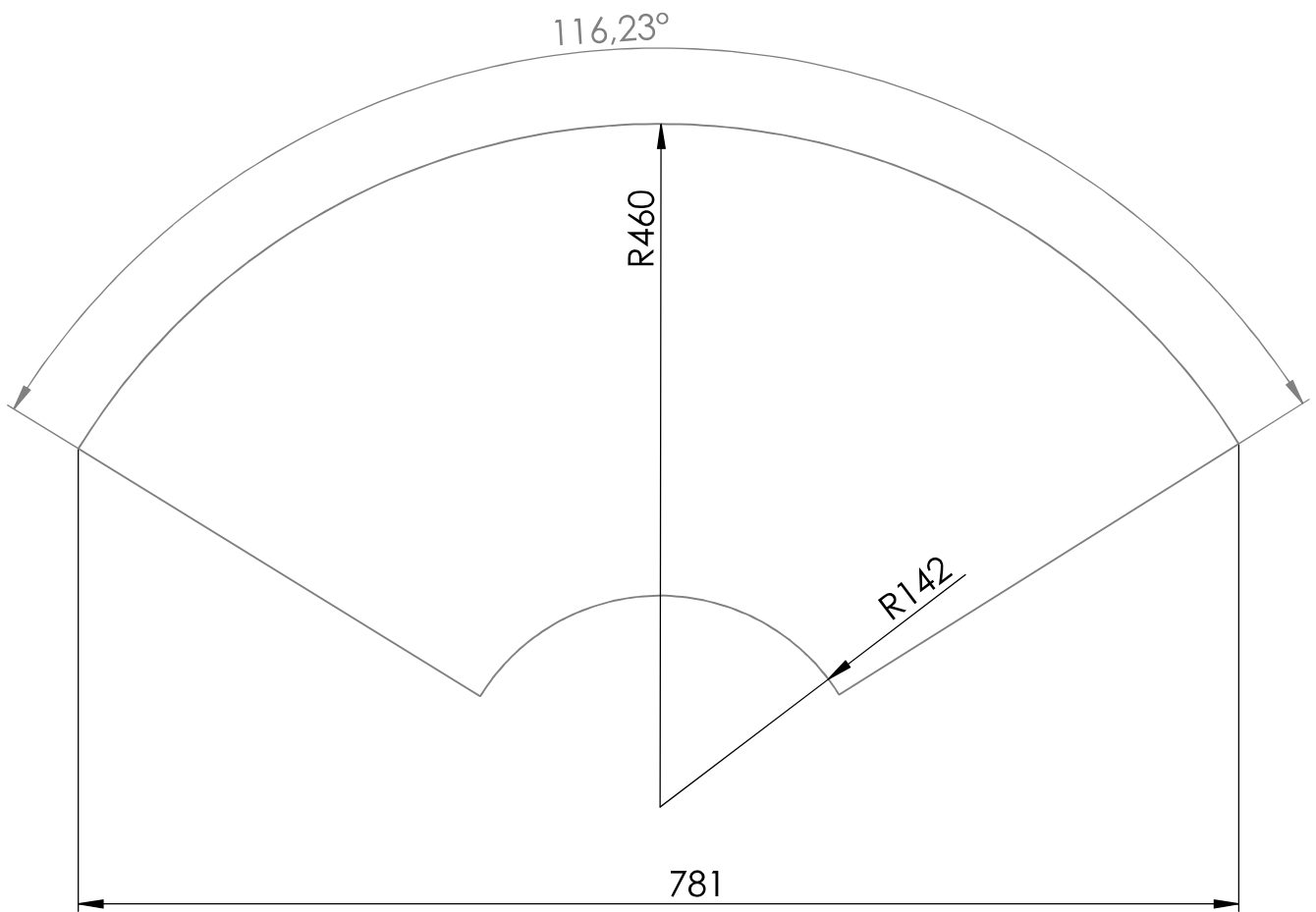


|                                |   |           |                                |       |                        |
|--------------------------------|---|-----------|--------------------------------|-------|------------------------|
| TRAT. TERMICÓ :                |   | U.T.E.Q   | CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA |       |                        |
| RECUBRIMIENTO:                 |   |           |                                |       |                        |
| NUMER. PIEZAS :                | 1 |           |                                |       |                        |
| MATERIAL:<br><br>ACERO SAE A36 |   | TOL. GRAL | ESCALA :<br><br>1:2            | DIB : | TOCTAGUANO JOSÉ        |
|                                |   |           |                                | DIS : | TOCTAGUANO JOSÉ        |
|                                |   |           |                                | REV:  | Ing. RODOLFO NAJARRO   |
| ENTRADA AL ALMACENAMIENTO      |   |           | CODIGO :<br><br>201701JT1.25   |       | FECHA:<br><br>26/12/16 |



NOTA:  
-Espesor del material 2 mm

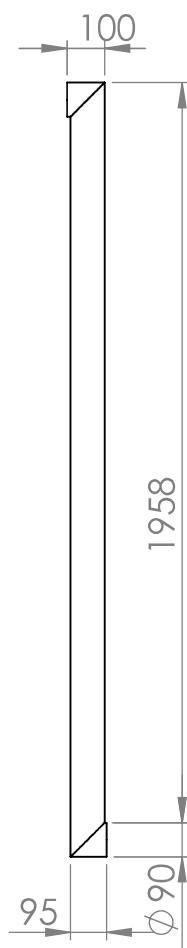
|                         |               |              |                                   |                      |
|-------------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :         |               | U.T.E.Q      | CARRERA DE INGENIERÍA<br>MECÁNICA |                      |
| RECUBRIMIENTO:          |               |              |                                   |                      |
| NUMER. PIEZAS :         | 1             |              |                                   |                      |
| MATERIAL:               | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL    | ESCALA :                          | DIB :                |
|                         |               |              | 1:5                               | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                         |               |              |                                   | DIS :                |
|                         |               |              |                                   | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                         |               |              |                                   | REV:                 |
|                         |               |              |                                   | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| TAPA DEL ALMACENAMIENTO |               | CODIGO :     |                                   | FECHA:               |
|                         |               | 201701JT1.26 |                                   | 26/12/16             |



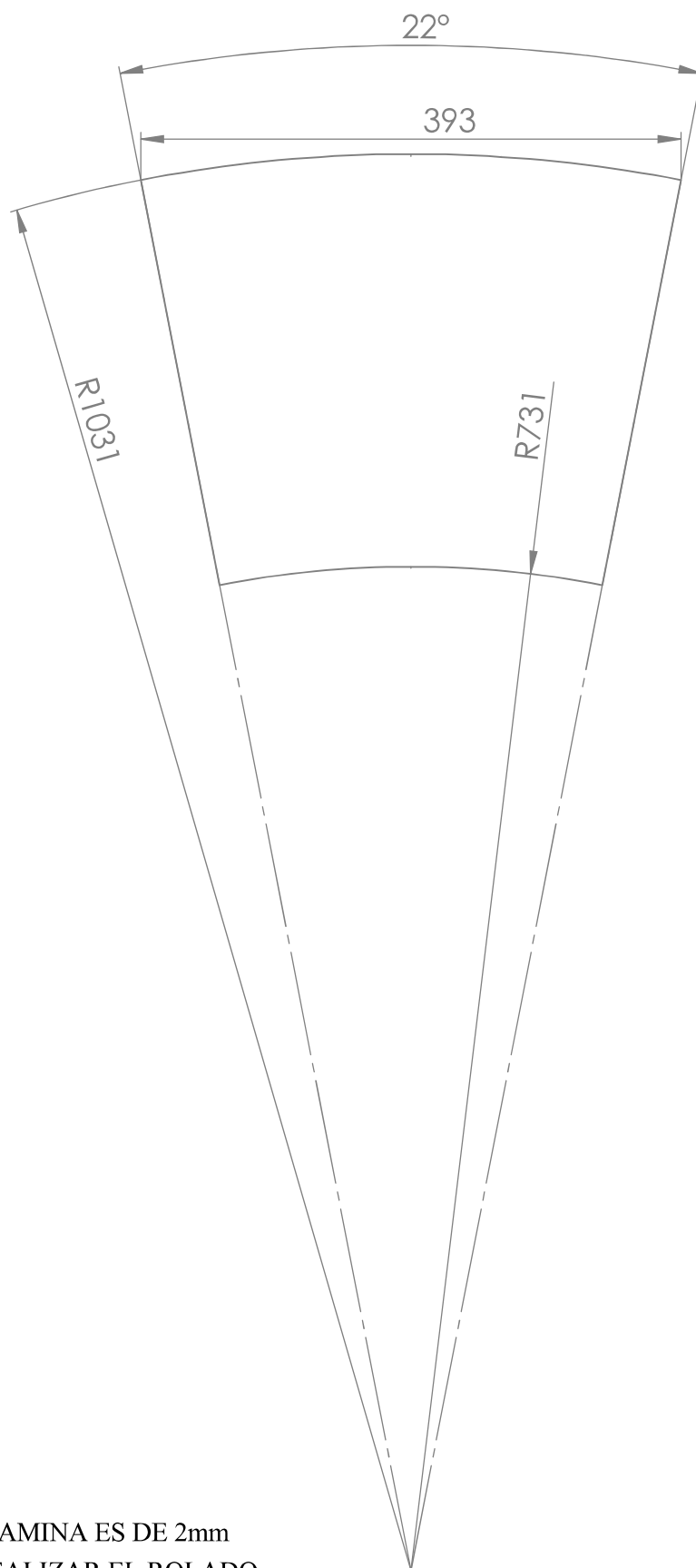
NOTA:

- Espesor de la plancha es de 2 mm
- Elemento rolado

|                                   |               |              |                                   |                      |
|-----------------------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :                   |               | U.T.E.Q      | CARRERA DE INGENIERÍA<br>MECÁNICA |                      |
| RECUBRIMIENTO:                    |               |              |                                   |                      |
| NUMER. PIEZAS :                   | 1             |              |                                   |                      |
| MATERIAL:                         | ACERO SAE S36 | TOL. GRAL    | ESCALA :                          | DIB :                |
|                                   |               |              | 1:5                               | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                                   |               |              |                                   | DIS :                |
|                                   |               |              |                                   | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                                   |               |              |                                   | REV:                 |
|                                   |               |              |                                   | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| SECCIÓN CÓNICA DEL ALMACENAMIENTO |               | CODIGO :     |                                   |                      |
|                                   |               | 201701JT1.27 |                                   |                      |
|                                   |               |              |                                   | FECHA:               |
|                                   |               |              |                                   | 26/12/16             |



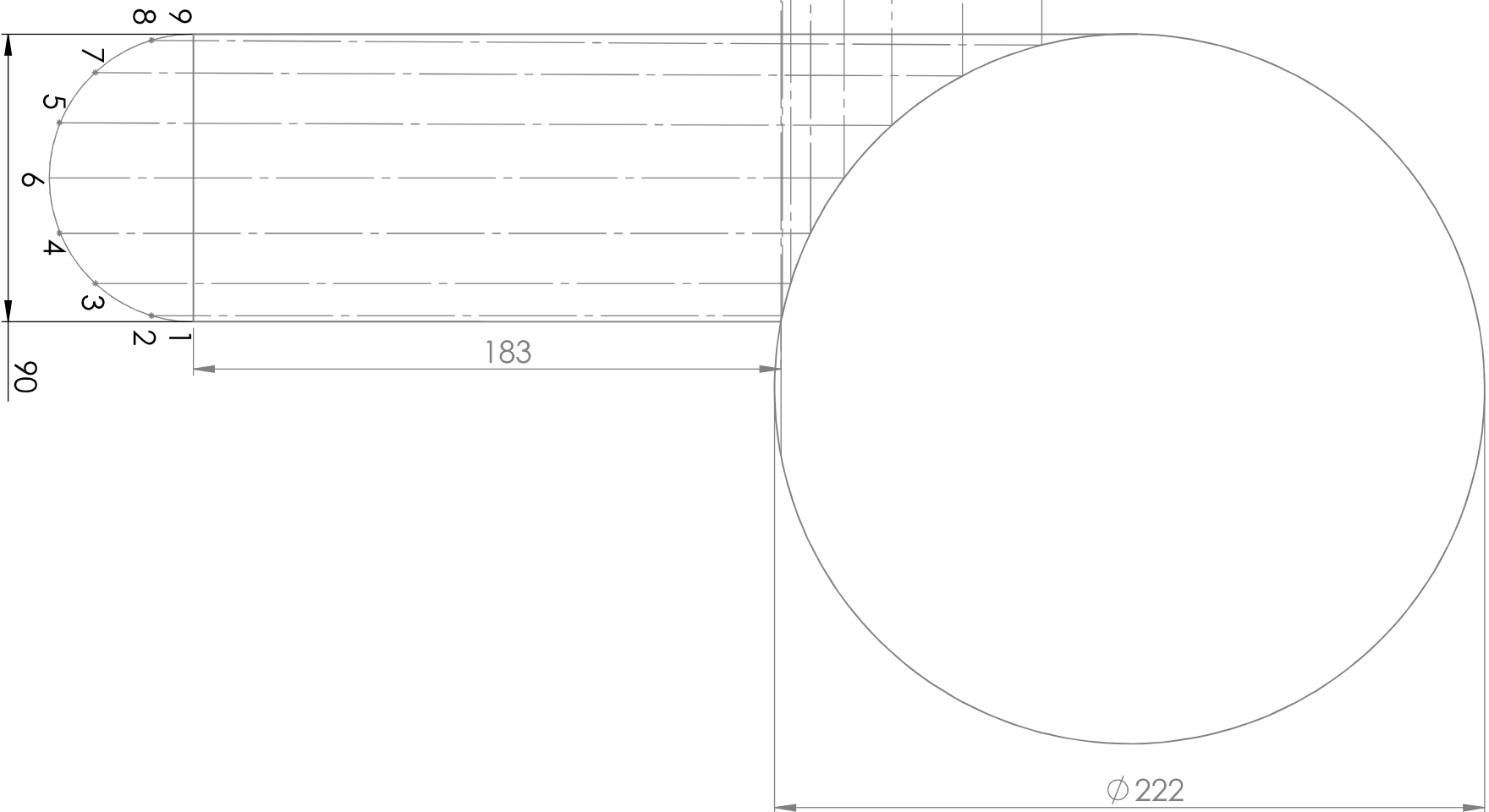
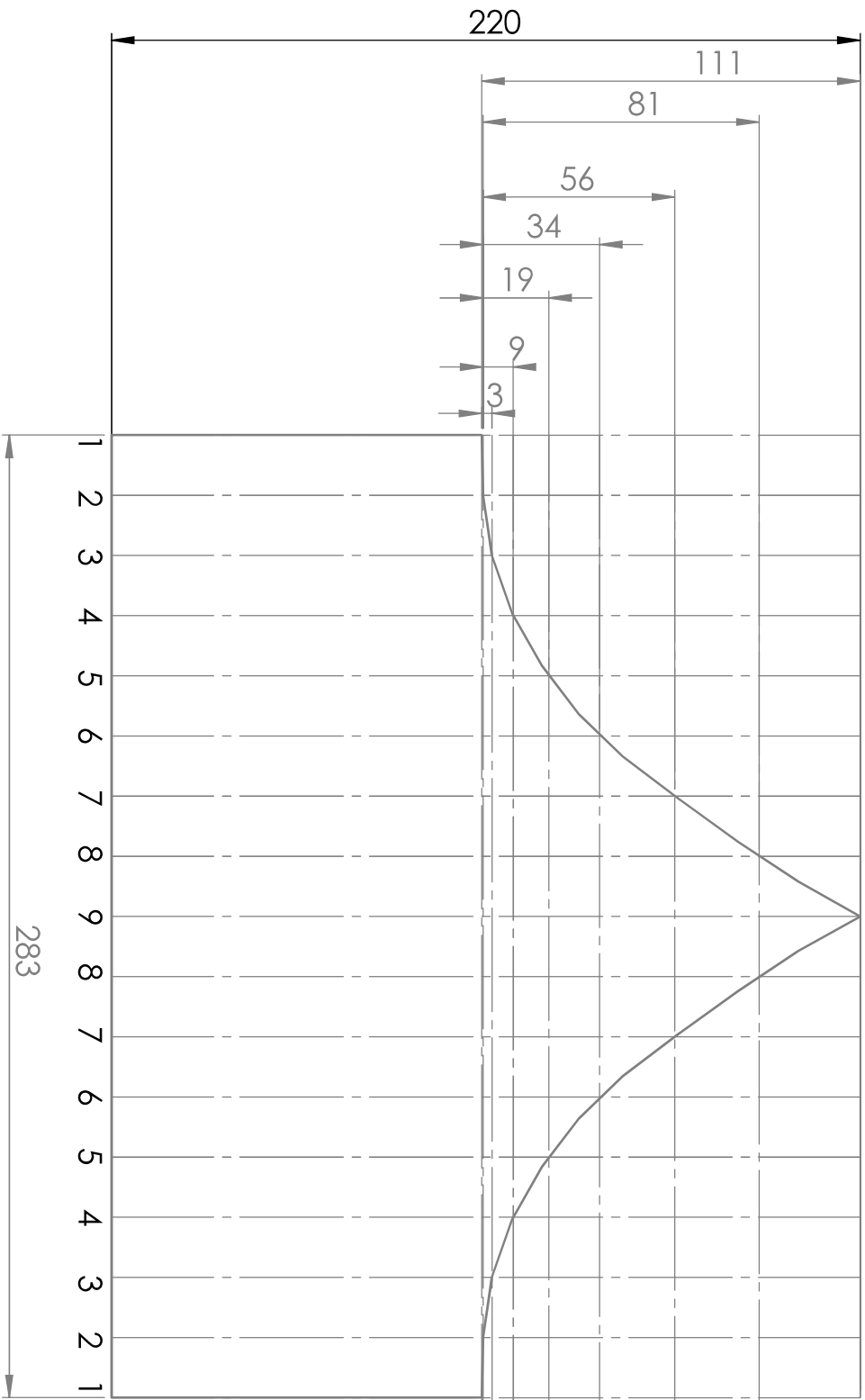
|                     |               |              |                                   |                      |
|---------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :     |               | U.T.E.Q      | CARRERA DE INGENIERÍA<br>MECÁNICA |                      |
| RECUBRIMIENTO:      |               |              |                                   |                      |
| NUMER. PIEZAS :     | 1             |              |                                   |                      |
| MATERIAL:           | ACERO SAE A36 | TOL. GRAL    | ESCALA :                          | DIB :                |
|                     |               |              | 1:10                              | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                     |               |              |                                   | DIS :                |
|                     |               |              |                                   | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                     |               |              |                                   | REV:                 |
|                     |               |              |                                   | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| UNION CON EL CICLÓN |               | CODIGO :     |                                   |                      |
|                     |               | 201701JT1.28 |                                   |                      |
|                     |               | FECHA:       |                                   |                      |
|                     |               | 26/12/16     |                                   |                      |



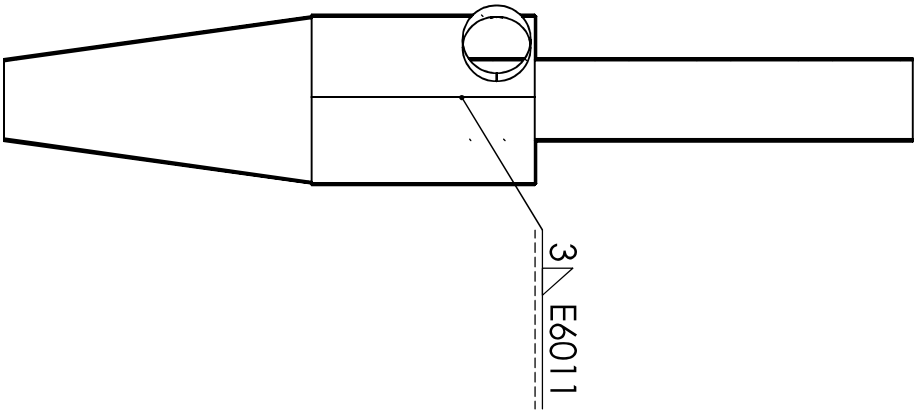
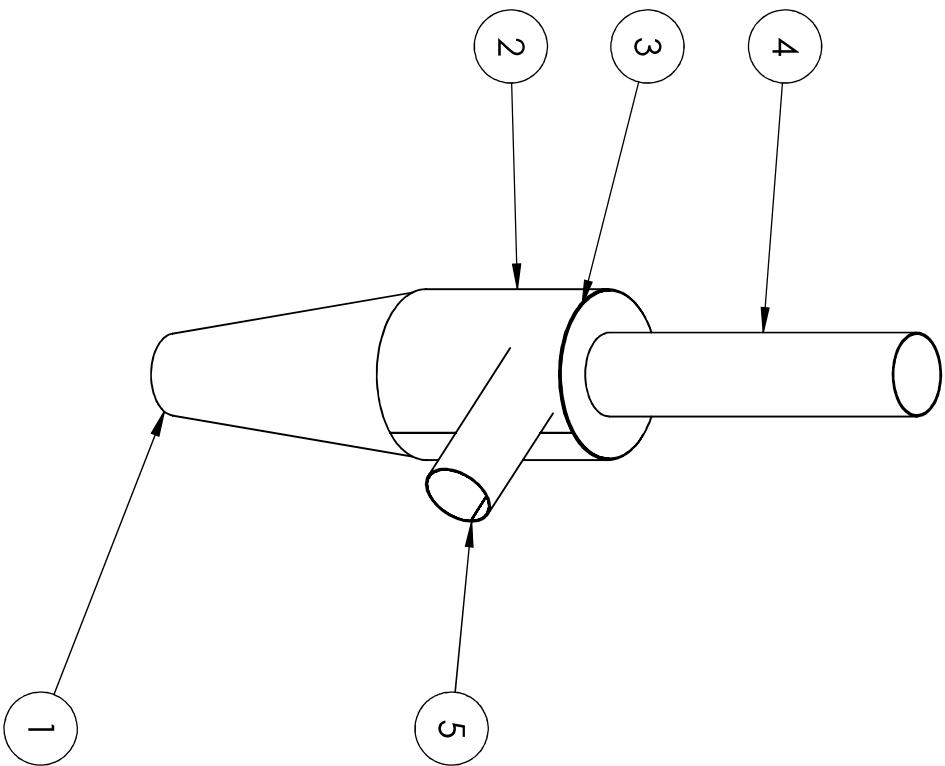
NOTA:  
ESPESOR DE LA LAMINA ES DE 2mm  
ESTA LAMINA REALIZAR EL ROLADO

|                             |   |              |                                   |                           |
|-----------------------------|---|--------------|-----------------------------------|---------------------------|
| TRAT. TERMICÓ :             |   | U.T.E.Q      | CARRERA DE INGENIERÍA<br>MECÁNICA |                           |
| RECUBRIMIENTO:              |   |              |                                   |                           |
| NUMER. PIEZAS :             | 1 |              |                                   |                           |
| MATERIAL:                   |   | TOL. GRAL    | ESCALA :                          | DIB : TOCTAGUANO JOSÉ     |
|                             |   |              | 1:5                               | DIS : TOCTAGUANO JOSÉ     |
|                             |   |              |                                   | REV: Ing. RODOLFO NAJARRO |
| REDUCCION DE 127 mm a 90 mm |   | CODIGO :     |                                   |                           |
|                             |   | 201701JT1.29 |                                   |                           |
|                             |   |              |                                   | FECHA:                    |
|                             |   |              |                                   | 26/12/16                  |

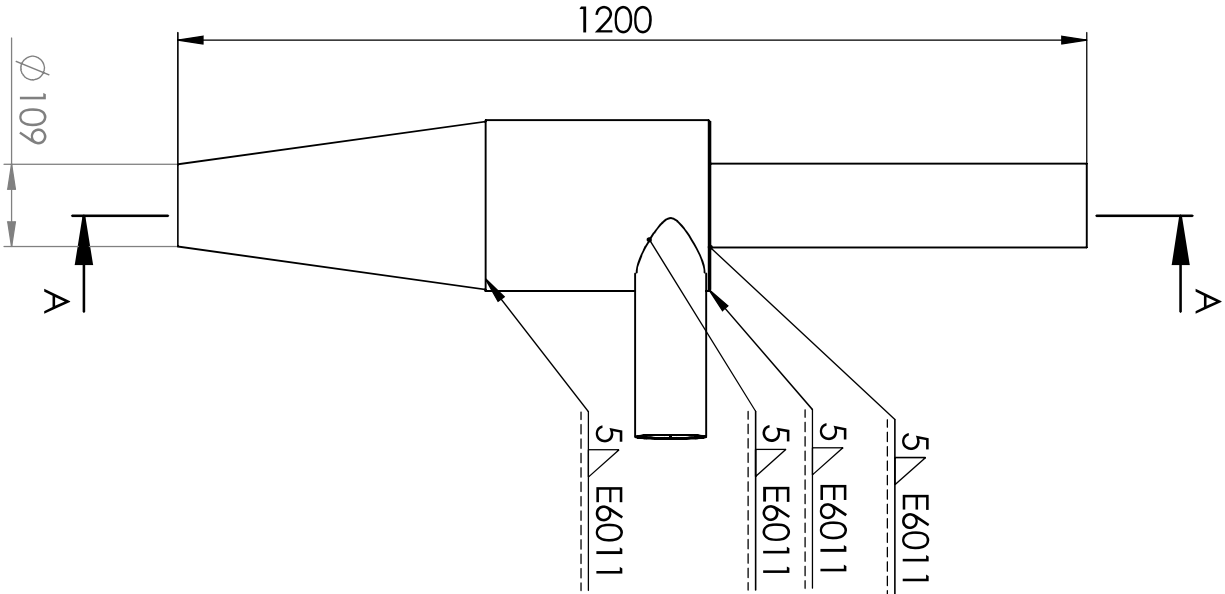




|                                        |  |                 |  |                       |                      |
|----------------------------------------|--|-----------------|--|-----------------------|----------------------|
| TRAT. TERMICÓ :                        |  | U.T.E.Q         |  | CARRERA DE INGENIERÍA |                      |
| RECUBRIMIENTO:                         |  |                 |  | MECÁNICA              |                      |
| NUMER. PIEZAS :                        |  | 1               |  |                       |                      |
| MATERIAL:                              |  | PAPEL CARTULINA |  | TOL. GRAL:ESCALA :    |                      |
|                                        |  |                 |  | 1:2                   |                      |
|                                        |  |                 |  | DIB :                 | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                                        |  |                 |  | DIS :                 | TOCTAGUANO JOSÉ      |
|                                        |  |                 |  | REV:                  | Ing. RODOLFO NAJARRO |
| PLANTILLA DE LA ENTRADA DE LA GRANALLA |  | CODIGO:         |  | FECHA:                |                      |
|                                        |  | 201701JT1.31    |  | 26/12/16              |                      |



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 10



|                          |   |                           |                |                     |
|--------------------------|---|---------------------------|----------------|---------------------|
|                          |   |                           |                |                     |
|                          |   |                           |                |                     |
| 5                        | 1 | ENTRADA DE LA GRANALLA    | 201701JT1.24   | ROLADO MATERIAL     |
| 4                        | 1 | TUBO SALIDA DEL CICLÓN    | 201701JT1.23   | ROLADO MATERIAL     |
| 3                        | 1 | TAPA DEL CICLÓN           | 201701JT1.22   |                     |
| 2                        | 1 | CILINDRO DEL CICLÓN       | 201701JT1.21   |                     |
| 1                        | 1 | SECCIÓN CONICA DEL CICLÓN | 201701JT1.20   | CORTE CON PLANTILLA |
| Nº de N° de orden piezas |   | DENOMINACIÓN              | Nº PLANO/NORMA | OBSERVACIONES       |

|                     |  |                     |  |              |  |                                   |  |
|---------------------|--|---------------------|--|--------------|--|-----------------------------------|--|
| TRAT. TERMICÓ :     |  | U.T.E.Q             |  |              |  | CARRERA DE INGENIERÍA<br>MECÁNICA |  |
| RECUBRIMIENTO:      |  |                     |  |              |  |                                   |  |
| NUMER. PIEZAS :     |  |                     |  |              |  |                                   |  |
| MATERIAL:           |  | TOL. GRAI.:ESCALA : |  | DIB :        |  | TOCTAGUANO JOSÉ                   |  |
| ACERO SAE A36       |  | 1:10                |  | DIS :        |  | TOCTAGUANO JOSÉ                   |  |
|                     |  |                     |  | REV:         |  | Ing. RODOLFO NAJARRO              |  |
| ENSAMBLE DEL CICLÓN |  | CODIGO:             |  | 201701JT1.32 |  | FECHA: 26/12/16                   |  |