



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS EN LA EXTRUSIÓN DE ROLLOS DE MANGUERA A TRAVÉS DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN TANQUE DE CALIBRACIÓN, PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA ICOPLAST EN RIOBAMBA.

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

DANILO JAVIER ASQUI QUINATOA

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS EN LA
EXTRUSIÓN DE ROLLOS DE MANGUERA A TRAVÉS DE LA
CONSTRUCCIÓN DE UN TANQUE DE CALIBRACIÓN, PARA LA
PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA ICOPLAST EN
RIOBAMBA.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR: DANILO JAVIER ASQUI QUINATO A

DIRECTORA: ING. EUGENIA MERCEDES NARANJO VARGAS

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Danilo Javier Asqui Quinatoa

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, DANILO JAVIER ASQUI QUINATO, declaro el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes estas debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular, el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 15 de febrero 2023



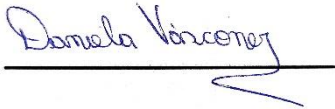
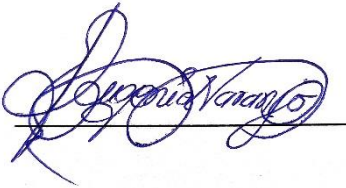

Danilo Javier Asqui Quinato
C.I. 060499522-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular, Tipo: Proyecto Técnico, **OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS EN LA EXTRUSIÓN DE ROLLOS DE MANGUERA A TRAVÉS DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN TANQUE DE CALIBRACIÓN, PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA ICOPLAST EN RIOBAMBA.**, realizado por el señor: **DANILO JAVIER ASQUI QUINATO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Daniela Carina Vasconez Núñez PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-02-15
Ing. Eugenia Mercedes Naranjo Vargas DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR		2023-02-15
Ing. Angel Rigoberto Guamán Mendoza MIEMBRO DE TRIBUNAL		2023-02-15

DEDICATORIA

Quiero agradecer a todas las personas que encontrado en este camino que de una u otra forma me supieron guiar hasta este punto en mi vida, imposible mencionar todos los nombres de aquellas personas, pero también imposible dejar de mencionar a algunos como el apoyo de mis padres Mercedes y Angel, familiares.

A mis buenos amigos con los cual emos compartido en todo momento, no escatimaron al darme buenos deseos y sus grandes consejos Jp.Ju.Br.Ap.Ac.Mc..Rc.Wa.

Danilo

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento profundo a mis profesores de la carrera de ingeniería industrial de la ESPOCH por brindarme su conocimiento su motivación en cada una de las clases brindadas especialmente al Ing. Eugenia Naranjo director del trabajo de titulación y a nuestro asesor Ing. Angel Guamán, por su ayuda y más que todo tiempo brindado para impartir su experiencia para culminar el proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
SUMMARY	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
1. MARCO REFERENCIAL	2
1.1. Antecedentes	2
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos	5
<i>1.4.1. Objetivo general.....</i>	<i>5</i>
<i>1.4.2. Objetivos específicos</i>	<i>5</i>
CAPÍTULO II	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Proceso de extrusión	7
<i>2.1.1. Extrusora</i>	<i>9</i>
<i>2.1.2. Troquel.....</i>	<i>9</i>
<i>2.1.3. Sistema de calibración.....</i>	<i>11</i>
<i>2.1.4. Sistema de enfriamiento</i>	<i>11</i>
<i>2.1.5. Sistema de tensado</i>	<i>13</i>
<i>2.1.6. Unidad de enrollado</i>	<i>14</i>
2.2. Sistemas de calibración	15
<i>2.2.1. Calibración con aire</i>	<i>15</i>
<i>2.2.2. Calibración por vacío</i>	<i>15</i>
2.3. Bomba de vacío.....	16
<i>2.3.1. Función que cumple la bomba de vacío en el tanque de calibración</i>	<i>16</i>

2.3.2.	<i>Tipos de bombas de vacío</i>	17
2.3.3.	<i>Bombas de vacío de anillo líquido</i>	17
2.4.	Materia prima	18
2.4.1.	<i>Polietileno de baja densidad (LDPE)</i>	18
2.4.2.	<i>Polietileno de alta densidad (HDPE)</i>	19
2.4.3.	<i>Cristalinidad</i>	19
2.4.4.	<i>Vida útil típica</i>	19
2.5.	Tipos de manguera	20
2.6.	Características de las mangueras	21
2.6.1.	<i>Presión</i>	22
2.6.2.	<i>Dimensión</i>	22
2.6.3.	<i>Peso</i>	22
2.7.	Normativa	22
2.7.1.	<i>Norma NTE-ENEN-ISO 9080</i>	22
2.7.2.	<i>Norma ENEN 1744</i>	23
 CAPÍTULO III		24
3.	Marco Metodológico	24
3.1.	Tipo de estudio	24
3.1.1.	<i>Estudio correlacional</i>	24
3.1.2.	<i>Estudio documental</i>	24
3.1.3.	<i>Estudio de campo</i>	24
3.2.	Enfoque de investigación: Cuantitativo	25
3.3.	Diseño de la investigación	25
3.4.	Recolección de datos	26
3.4.1.	<i>Prueba de presión</i>	26
3.4.2.	<i>Dimensiones</i>	26
3.4.3.	<i>Peso</i>	27
3.5.	Muestras	27
 CAPÍTULO IV		29
4.	RESULTADOS	29
4.1.	Diseño del tanque de calibración de vacío	29
4.1.1.	<i>Volumen de agua dentro de la tina principal</i>	31

4.1.2.	<i>Carga que aplica el volumen de agua en la estructura</i>	31
4.2.	Selección de la bomba de vacío	32
4.2.1.	<i>Volumen del fluido a evacuar por la bomba</i>	32
4.2.2.	<i>Determinación de la capacidad de la Bomba de Vacío</i>	36
4.2.3.	<i>Selección de la bomba</i>	36
4.3.	Tinas del tanque de calibración	37
4.3.1.	<i>Esfuerzos en las cámaras de vacío</i>	37
4.3.2.	<i>Factor de seguridad para las cámaras de vacío</i>	38
4.3.3.	<i>Desplazamiento estático</i>	39
4.4.	Estructura	40
4.4.1.	<i>Fuerzas aplicadas en la estructura</i>	40
4.4.2.	<i>Factor de seguridad en la estructura</i>	41
4.4.3.	<i>Desplazamiento estático en la estructura</i>	41
4.5.	Análisis estadístico	42
4.5.1.	<i>Parámetro para seleccionar la hipótesis</i>	42
4.5.2.	<i>Análisis Método de calibración- Diámetro exterior</i>	43
4.5.3.	<i>Análisis Método- Espesor</i>	46
4.5.4.	<i>Análisis Método- Peso</i>	49
4.5.5.	<i>Presión de los rollos</i>	53
4.6.	Análisis de producción para cada método	57
4.6.1.	<i>Medidas adicionales</i>	58
4.7.	Análisis de costo y presupuesto	58
4.7.1.	<i>Costos</i>	58
4.7.2.	<i>Depreciación</i>	59
4.7.3.	<i>VAN (Valor actual neto)</i>	59
4.7.4.	<i>TIR (Tasa interna de retorno indicador)</i>	60
4.7.5.	<i>PRI (Periodo de recuperación de la inversión)</i>	60
4.7.6.	<i>Beneficio costo</i>	61
	CONCLUSIONES	62
	RECOMENDACIONES	63
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Polietilenos estándar	18
Tabla 2-2:	Diferencias entre los polietilenos	19
Tabla 3-2:	Mangueras producidas en ICOPLAST	21
Tabla 1-3:	Tabla de muestras	28
Tabla 1-4:	Tabla de las características del rollo de manguera	42
Tabla 2-4:	Tabla de muestras diámetro	43
Tabla 3-4:	Tabla de ANOVA para el análisis del diámetro	45
Tabla 4-4:	Tabla de muestras diámetro	47
Tabla 5-4:	Tabla de ANOVA para el análisis para el espesor	48
Tabla 6-4:	Densidad de la formula manguera Fortiflex	50
Tabla 7-4:	Tabla de muestras para el peso.....	50
Tabla 8-4:	Tabla de ANOVA del análisis del peso.....	52
Tabla 9-4:	Tabla de muestras presión.....	54
Tabla 10-4:	Tabla de ANOVA para el análisis de la presión.....	56
Tabla 11-4:	Análisis de peso-cantidad de materia prima	58

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2:	Diagrama de flujo de la extrusora de mangueras	8
Ilustración 2-2:	Línea de extrusión de tuberías y perfiles	9
Ilustración 3-2:	Esquema de una extrusora	9
Ilustración 4-2:	Diagrama de troquel.	10
Ilustración 5-2:	Plano calibrador hembra para el troquel	10
Ilustración 6-2:	Plano calibrador hembra para el troquel	11
Ilustración 7-2:	Tina de enfriamiento y de elementos.	12
Ilustración 8-2:	Torre de enfriamiento.	12
Ilustración 9-2:	Ciclo de enfriamiento	13
Ilustración 10-2:	Jalador tipo doble oruga.	14
Ilustración 11-2:	Envolvedora de manguera.	14
Ilustración 12-2:	Calibrador de bronce.	16
Ilustración 13-2:	Elementos de una bomba de vacío de anillo líquido	17
Ilustración 14-2:	Polietileno de baja densidad.	18
Ilustración 15-2:	Rollos producidos año 2021	20
Ilustración 1-3:	Prueba de presión	26
Ilustración 2-3:	Toma de medidas	27
Ilustración 3-3:	Muestras (aire-vacío).....	28
Ilustración 1-4:	Ensamble del tanque de calibración.	29
Ilustración 2-4:	Dimensiones del tanque de calibración.....	30
Ilustración 3-4:	Medidas tina principal	30
Ilustración 4-4:	Conexión de las mangueras de 1 pulgada.....	33
Ilustración 5-4:	Conexión de mangueras 1 ½ pulgadas.....	34
Ilustración 6-4:	Conexión de mangueras y el perfil	35
Ilustración 7-4:	Bomba de vacío	37
Ilustración 8-4:	Placa de la bomba de vacío	37
Ilustración 9-4:	Tinas del tanque calibración.	38
Ilustración 10-4:	Simulación factor de seguridad de las cámaras de vacío	39
Ilustración 11-4:	Simulación desplazamiento estático de las tinas.....	39
Ilustración 12-4:	Estructura del tanque de calibración	40
Ilustración 13-4:	Análisis del factor de seguridad -Estructura	41
Ilustración 14-4:	Análisis de desplazamiento estático-Estructura	42

Ilustración 15-4:	Normalidad en el análisis Método - Diámetro	44
Ilustración 16-4:	Homogeneidad en el análisis del diámetro	44
Ilustración 17-4:	LSD en el análisis del diámetro	46
Ilustración 18-4:	Normalidad en el análisis Método - espesor	47
Ilustración 19-4:	Homogeneidad en el análisis del espesor.....	48
Ilustración 20-4:	LSD en el análisis del espesor	49
Ilustración 21-4:	Normalidad en el análisis del peso	51
Ilustración 22-4:	Homogeneidad en el análisis del peso	52
Ilustración 23-4:	LSD en el análisis del peso.....	53
Ilustración 24-4:	Normalidad en el análisis Método - Presión	54
Ilustración 25-4:	Homogeneidad en el análisis de la presión	55
Ilustración 26-4:	LSD en el análisis de la presión.....	56
Ilustración 27-4:	Comparación de métodos	57

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-4: Volumen de un cuerpo	31
Ecuación 2-4: Densidad de un fluido	31
Ecuación 3-4: Capacidad de bombeo	36
Ecuación 4-4: Fuerza aplicada	40
Ecuación 5-4: Costo beneficio	61

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A:	MANGUERAS REALIZADAS EN LA EXTRUSORA
ANEXO B:	FORMULARIO PARA EL CONTROL DE CALIDAD
ANEXO C:	DISEÑO DEL TANQUE DE CALIBRACIÓN
ANEXO D:	ENSAMBLE DEL TANQUE DE CALIBRACIÓN
ANEXO E:	ENSAMBLE DE LA TINA DE CALIBRACION
ANEXO F:	ENSAMBLE DE LA ESTRUCTURA
ANEXO G:	ENSAMBLE PARA LAS TAPAS DE LAS CÁMARAS
ANEXO H:	ENSAMBLE DEL SEGURO PARA LAS TAPAS
ANEXO I:	ENSAMBLE DE LAS VISAGRAS
ANEXO J:	LISTA DE MATERIALES
ANEXO K:	PRUEBA DE SEGUROS
ANEXO L:	PRUEBA DE PRESIÓN
ANEXO M:	TOMA DE DATOS DIAMETROS Y ESPESOR
ANEXO N:	PROBETAS DE LOS METODOS DE CALIBRACIÓN
ANEXO O:	PROCESO DE MANUFACTURA
ANEXO P:	PROCESO DE MANUFACTURA
ANEXO Q:	CORRECCIÓN DE TAPAS
ANEXO R:	PROBETAS DE LOS METODOS DE CALIBRACIÓN
ANEXO S:	VERIFICACIÓN DE LA PRESIÓN
ANEXO T:	TANQUE DE CALIBRACIÓN

RESUMEN

El objetivo del trabajo de integración curricular fue optimizar las características de extrusión en los rollos de manguera a través de la construcción de un tanque de calibración para la planta de producción de la empresa Icoplast en Riobamba. El diseño utilizado para la construcción del tanque de calibración por vacío, se realizó mediante el software SolidWorks en conjunto con sus herramientas de simulación, con el fin de optimizar el material empleado para su construcción; la verificación de las características en los rollos extruidos se empleó un análisis estadístico a 5 muestras donde se comparó el diámetro exterior, espesor y la presión que se obtuvo de cada método; en base a estos datos tabulados se hizo uso de la herramienta DCA (diseño completamente al azar) comparando por separado las características de extrusión en los dos métodos de calibración; conservando la fórmula, modelo de la manguera, temperaturas como variables constantes en el proceso; integrando al proyecto un análisis de costo donde se detalla la inversión realizada, tanto como el tiempo de recuperación del mismo. A través de los resultados estadísticos se obtuvo que se tiene un ahorro de 0,65 kilogramos por cada rollo extruido, lo que representa 6,22 % en el material empleado con el antiguo método de calibración; teniendo un ahorro que ronda 0,50 centavos de dólar. Concluyendo en base a los datos obtenidos que hubo un ahorro significativo con el nuevo método de calibración. Cabe resaltar que es recomendable dejar pasar un tiempo desde la implementación hasta la toma de muestras, con el fin de que el personal pueda adaptarse al nuevo método.

Palabras clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERIA> <EXTRUSIÓN> <TANQUE DE CALIBRACIÓN> <POLIETILENO> <MANGUERAS> <SOLIDWORKS (SOFTWARE)>.

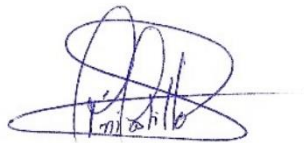
0554-DBRA-UPT-2023



SUMMARY

The objective of the curricular integration research work was to optimize the extrusion characteristics of the brine rolls through the construction of a calibration tank for the production plant of Icoplast company in Riobamba. The design and construction of the vacuum calibration tank was performed through the use of SolidWorks software in connection with its simulation tools, in order to optimize the material required for its construction; the verification of the characteristics of the extruded coils was performed through a statistical analysis of 5 samples where the external diameter, thickness and pressure obtained from each method were analyzed; based on these tabulated data, the CRA (completely randomized design) toll was applied, comparing separately the extrusion characteristics in the two calibration methods; keeping the formula, hose model, temperatures as constant variables in the process; integrating to the research a cost analysis where the investment was detailed, as well as the recovery time of the investment. Through the statistical results it was obtained that there is a saving of 0.65 kilograms for each extruded roll, which represents 6.22% in the material that was used with the old calibration method; having a saving of around 0.50 cents of a dollar. Based on the data obtained from the statistical analysis applied to the characteristics described above. It should be emphasized that it is advisable to allow some time from implementation to sampling so that personnel can adapt to the new method.

Keywords: <TECHNOLOGY AND ENGINEERING>, <EXTRUSION>, <CALIBRATION TANK>, <POLYETHYLENE>, <SLEEVES>, <SOLIDWORKS(SOFTWARE)>.



Mgs. Mónica Paulina Castillo Niama.

C.I. 060311780-5

INTRODUCCIÓN

En la última década la globalización ha impactado de gran manera a las industrias, las encargadas de elaborar los productos para que nuestra vida diaria no se frene, con una demanda de productos cada vez en crecimiento; se convierte en un reto la elaboración de productos manteniendo estándares de calidad altos con bajos costos esto con el fin de prevalecer en el mercado; lo que se orilla a las empresas a utilizar herramientas, métodos o técnicas con el fin de identificar las etapas débiles de una la línea de producción, las que pueden evolucionar a nuevos métodos que garanticen procesos eficientes y eficaces escatimando gastos durante el proceso de producción.

El presente trabajo técnico se empleó un método distinto de calibración en la línea de extrusión de mangueras para le empresa Icoplast en la ciudad de Riobamba; con el fin de un mejor dimensionamiento y solidificación de las medidas (diámetro externo, espesor de las paredes) a través del diseño y construcción de un tanque de calibración por vacío reemplazando el método antes utilizado por aire; con el nuevo método se pronosticó el perfeccionamiento en las características antes descritas las cuales interfieren directamente en el peso y resistencia a la presión final en los rollos de mangueras extruidos; con el fin mantener los estándares de calidad de la empresa.

Para los resultados obtenidos a través de las diferentes pruebas de presión y dimensiones, mediciones realizadas a un grupo de probetas del mismo tipo y medida conseguido de cada método; esta información se contrasto mediante la utilización de herramientas estadísticas como modelos DCA (Diseño completamente aleatorio) en los cuales se compraran la variabilidad que cada método ofrece para las características a estudiar determinando de esta manera cual es el más eficaz complementando con un análisis de costos mostrando de esta manera cuál de los métodos es más eficiente en la etapa de calibración y solidificación de las dimensiones.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

La calidad se constituye como un factor imprescindible para el correcto desempeño de las empresas, cuyos objetivos se inclinan hacia la satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente por lo que las acciones recaen tanto en el producto como en la empresa o institución, a través de la optimización de procesos que incluyen la implementación de programas, mecanismos, herramientas y/o técnicas a lo largo de las transformaciones industriales para obtener productos que cumplan con los requisitos de las normativas vigentes y la calidad que exige el consumidor final (Cabezón S., 2014).

(Quispe, L. 2017) en su trabajo de investigación denominado, APLICACIÓN DEL ESTUDIO DEL TRABAJO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE EXTRUSIÓN DE LA PLANTA 1 EN LA EMPRESA CARDSILPLAST S.A.C. HUACHIPA, LIMA, 2017 cuyo principal objetivo fue establecer métodos de trabajo y procedimientos adecuados para la mejora de la productividad dentro del área de extrusión, a través de la implementación de técnicas y métodos en su estudio; mismos que se efectuaron dentro de los parámetros del marco normativo, obteniendo una mejora en la productividad equivalente al 13.32% en la línea de producción de mangueras de polietileno dentro del área de extrusión de la planta 1 en la empresa Cardsilplast Huachipa, Lima.

Según (Cruz, D. 2021), su investigación a cerca de “REPOTENCIACIÓN DE UN PROCESO DE FABRICACIÓN DE MANGUERA DE POLIETILENO EN LA EMPRESA IP ELECTRIC DE LA CIUDAD DE LATACUNGA, para conseguir un producto de calidad se ha identificado que los principales problemas fueron un sistema de control inestable e inseguro de gas GLP (Gas licuado de petróleo) y no se disponía con un tablero eléctrico en la extrusora; mientras la máquina tensora no contaba con ningún control de velocidad y su tablero eléctrico estaba mal posicionado para lo cual se realizó planos eléctricos de control, adicional en la tolva de alimentación se mantuvo el sensor capacitivo que indica el nivel bajo de materia prima, para el tablero de la máquina tensora se incluyó un variador de frecuencia Sinamics y se constató que a una velocidad de 40 RPM (Revoluciones por minuto) se obtiene los 2 mm de espesor que necesita la manguera, el sensor encoder rotativo se mantuvo en esta máquina determinando los 100 metros de manguera que comercialmente se utilizan, como resultados se observa una disminución diaria del 66,67 % de desperdicio de material, adicional es necesario precalentar la zona de calefacción para la

extrusora por 20 minutos hasta que se alcance y mantenga la temperatura de 200 °C; con rendimiento de 50 kilogramos por hora en la extrusora se puede fabricar alrededor de 20 rollos por día de manguera de 1 pulgada.

En una investigación realizada por (Hernández, Y. 2016) acerca de SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD) EN HOLPLAST se aplicó el análisis de los problemas correspondientes a la línea 3 de producción en la fábrica de tubos de Holguín, HOLPLAST, para proponer un Sistema de Mantenimiento apropiado, usando herramientas de la Ingeniería de Mantenimiento. El método utilizado para el desarrollo del trabajo es el Análisis de Modos de Fallos y Efectos (AMFE), lo que facilitó la identificación de los fallos más significativos, las causas que los provocan y las consecuencias que recaerían sobre la seguridad, al medioambiente, o a la operación de la línea. Luego del análisis se llega a la conclusión, que el sistema de mantenimiento que se aplica en la línea 3 de producción está compuesto por una combinación de varios tipos de mantenimiento, el 39 % de MPP (Mantenimiento preventivo planificado), 36% de mantenimiento correctivo y 25 % de predictivo; se identificó un total de 83 causas de fallos y sus consecuencias (16 en la extrusora, 14 en el tanque de calibración, 6 del tanque de enfriamiento, 12 en la máquina de marcado, 16 del carro de arrastre, 13 de la cortadora y 6 en el volcador), lo que sirvió de base para la selección del sistema de mantenimiento; finalmente el sistema de mantenimiento seleccionado presenta ventajas como: la garantía de un trabajo con un mínimo de fallos hasta cuando se haya agendado realizar una reparación y disminuir las probabilidades que conducen a desajustes y errores al eludir el arme y desarme con una regularidad ocasional.

1.2. Planteamiento del problema

La globalización obliga a las empresas de hoy en día a la búsqueda permanente de cambios en sus líneas de producción con el fin de mejorar los procesos además de procedimientos así se obtienen productos de calidad, es por eso que diseñan, rediseñan, planifican y se plantean alternativas de solución para posicionarse en los primeros lugares dentro de su sector. En una noticia publicada en el diario El Comercio, 2018 se afirma que el PIB (Producto interno bruto) tuvo un incremento del 0,5% para el año 2017, registrándose la tasa más baja en el año 2009, debido a que decrecieron 4 de las 7 actividades económicas que la constituyen lo cual podría ser consecuencia de la deficiente transformación en los procesos productivos dentro de las empresas que conforman cada sector estratégico en el país (Cruz, R. 2020).

Frecuentemente las empresas se enfrentan a adversidades que obstruyen y dificultan la consecución de sus objetivos y por ende el paso para posicionarse dentro de los primeros lugares con relación a otras industrias dedicadas a la misma actividad. En gran parte dichas adversidades se relacionan directamente con la calidad de los productos y la optimización de los recursos con los que cuenta la empresa.

Datos publicados en la “Encuesta a la industria mediana y pequeña” de NAFIN (Nacional Financiera), 1985 realizada a 20 923 empresas mexicanas evidencian que existen 9 factores que constituyen un verdadero problema para las empresas y retrasan su prosperidad, las cuales son: carencia de organización, retraso tecnológico, obsolescencia industrial, falta de integración y asociación, falta de capacitación al personal, problemas en la colocación de productos, escasez de recursos financieros, carencia de registros contables y falta de acceso al financiamiento (Palomo, M. 2005).

Dentro de este contexto, en ICOPLAST una empresa riobambeña con más de 27 años se ha dedicado a la producción aproximadamente de 750 toneladas de manguera multipropósito anualmente, se identificó el retraso tecnológico como problema, por lo que es necesario mejorar los mecanismos en los procesos vigentes, mismos que eran factibles en años pasados, sin embargo en la actualidad se rozan en procesos ineficientes debido a que no permiten alcanzar los estándares de calidad correspondientes a la norma técnica NTE INEN 1744; con el fin de satisfacer las exigencias del mercado y las perspectivas de crecimiento para poder mantenerse en el mercado siendo una empresa competitiva.

1.3. Justificación

Actualmente, para satisfacer las exigencias de los mercados se identifica la necesidad de diseñar nuevas estrategias para competir, entender las necesidades de los clientes y satisfacer adecuadamente la demanda del consumidor final, así como también cumplir con los estándares de calidad que exigen para la comercialización de los productos, lo que conduce a la estandarización de todos los procesos como elemento esencial que respalda a una organización a ser competitiva y continuar desarrollándose en el mercado, puesto que se constituirá en una guía para mantener un eficiente orden y funcionalidad estructural dentro de la empresa (Cabezón, S. 2014).

La implementación de la tecnología acorde a las necesidades de una empresa, en lo concerniente al área de producción se considera de vital importancia debido a que aporta una serie de beneficios como lo son: el mejoramiento de la calidad del diseño y por consiguiente del producto, reducción de los costos de operación, pérdidas económicas y materiales, mejoramiento de los métodos de

inspección, optimización del tiempo de duración de los procesos y el mejoramiento de la organización del trabajo (Acuña, J. 2012).

Por lo anteriormente indicado, en la empresa ICOPLAST se ha establecido la necesidad del diseño, desarrollo e implementación de un tanque de calibración por vacío compatible con el nuevo sistema de extrusión con el fin de mejorar el proceso de dimensionamiento y solidificación en la línea de extrusión aprovechando de una manera más eficiente el sistema anteriormente indicado, lo que da como resultado la mejora de las características de los rollos extruidos como es el diámetro exterior y espesor características que interfieren directamente al peso y presión de rotura en la manguera, además de reducir la variabilidad de la tolerancia en el espesor y peso lo que se traduce en la optimización de la materia prima además de los márgenes de utilidad, lo cual es interpretado en términos económicos como ahorro de dinero y recursos.

La ejecución del presente trabajo técnico conto con el aval y financiamiento de la empresa productora de mangueras ICOPLAST. El desarrollo de la investigación es viable, debido a que la empresa proporcionará los materiales necesarios para la implementación del tanque de calibración por vacío, también se contó con la disposición del programa CAD-CAM para el diseño y simulación en el software SolidWorks académico con licencia educativa, complementando con los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación profesional relacionados directamente a la selección de elementos mecánicos, electricidad y mecánica de fluidos. Adicionalmente se cuenta con el acceso a la biblioteca virtual la cual provee bases de datos confiables, actualizados y gratuitos lo que facilita la sustentación de la parte científica y hace aún más factible el proceso investigativo.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Optimizar las características en la extrusión de rollos de manguera a través de la construcción de un tanque de calibración para la planta de producción de la empresa ICOPLAST en Riobamba.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar las características finales (presión de rotura, dimensiones, peso) en las mangueras extruidas a través del actual proceso de extrusión.
- Investigar los parámetros de diseño que mejor se adapten al proceso de extrusión de mangueras para la construcción e implementación del tanque de calibración en la planta de producción de la empresa ICOPLAST en la ciudad de Riobamba.

- Comparar el funcionamiento del tanque de calibración a través de pruebas a las características de los rollos de manguera posterior a su implementación.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Proceso de extrusión

El proceso de extrusión consiste en la transformación de materiales termoplásticos normalmente granulados en elementos multifuncionales, para diversos trabajos según los requisitos del elemento dependerá el proceso además de la calibración de este para la conformación de la pieza, el proceso de extrusión es mayormente utilizado para la elaboración de tubos, mangueras, filamentos eh hilos.

En la extrusión de tuberías esta se lleva a cabo de una forma continua, tiene su punto de inicio con el material plástico almacenado en una tolva la cual alimenta un husillo en la extrusora, a medida que el material atraviesa la camisa esta se funde y mezcla debido a las altas temperaturas combinadas por la presión que produce el movimiento continuo del husillo.

La masa fundida resultante del proceso de mezclado dentro de la extrusora, la cual se encuentra aún a alta temperatura atraviesa un troquel donde se otorga un pre perfil, el cual continua a través del sistema de calibración en donde se fijan y solidifica las dimensiones del diámetro requerido al mismo tiempo que el espesor de las mangueras; características primordiales para el peso resultante de los rollos de manguera.

El proceso se mantiene a una velocidad constante por la acción conjunta de la extrusora encargada de empujar el material fundido a través del troquel hasta el tanque de calibración donde el material es solidificado; donde el sistema de tensado arrastra la manguera solida garantizando una velocidad constante en de todo el proceso.

El proceso continuo una vez la manguera se encuentra solidificada y con una temperatura adecuada para su manipulación luego de haber atravesado los tanques de enfriamiento, se imprime la información necesaria para la identificación de la manguera para ser enrolla en una maquina envolvente, el proceso se muestra en la ilustración 1-2.

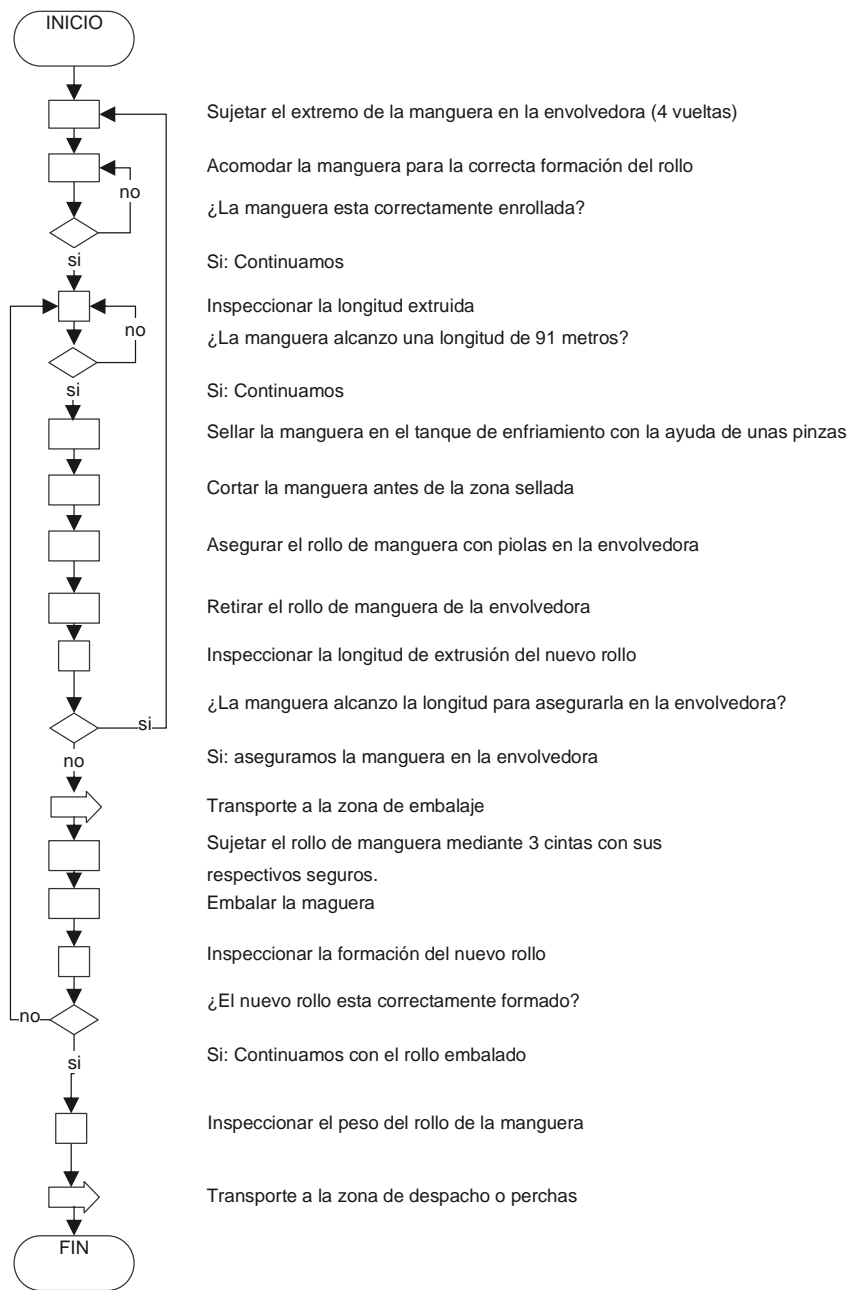


Ilustración 1-2: Diagrama de flujo de la extrusora de mangueras

Elaborado por: Asqui Danilo, 202

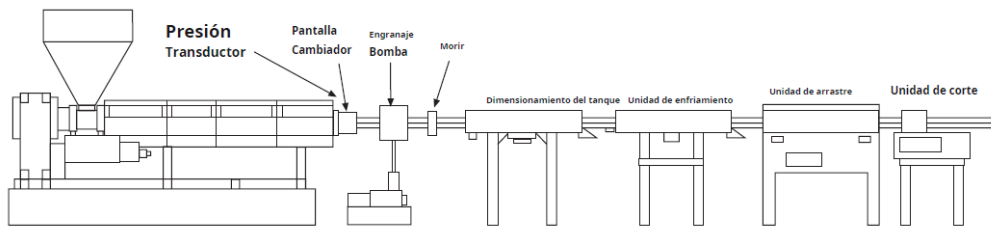


Ilustración 2-2: Línea de extrusión de tuberías y perfiles

Fuente:(Goff, Whelan y Delaney, 2015)

2.1.1. Extrusora

Es la encargada de fundir, mezclar y fluir el material termoplástico de una manera continua, mediante el giro contante del husillo que traslada el material almacenado en la tolva a través de la camisa obteniendo al final del recorrido una masa de material termoplástico fundido.

La camisa se conforma de diferentes zonas con temperaturas establecidas (estas varían según el tipo de manguera a realizar) rondando valores cercanos a 200 ° C; para el control de temperatura se hace uso de unas niquelinas controladas por un tablero el cual varia las temperaturas en niquelina. La temperatura a alcanzada en las diferentes zonas afecta directamente en la mezcla del material.

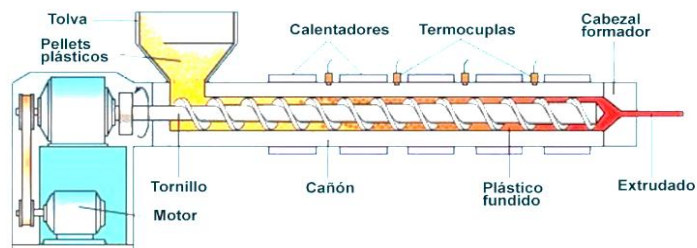


Ilustración 3-2: Esquema de una extrusora

Fuente: (Mariano, 2011)

2.1.2. Troquel

También conocido como dado o matriz de extrusión, es el que recibe la masa de material fundido obtenido en la extrusora lo adapta a un pre-perfil establecido mediante boquillas intercambiables (según la dimensión de la manguera a extruir) comúnmente llamadas calibradores macho y

hembra; el troquel además suministra la mezcla de manera homogénea, para continuar la extrusión hacia el tanque de calibración.

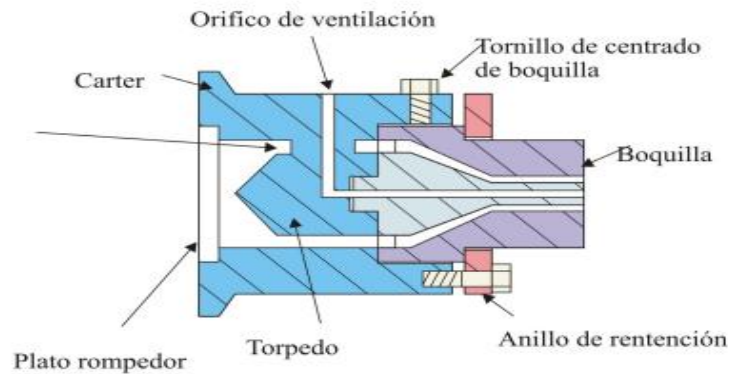


Ilustración 4-2: Diagrama de troquel.

Fuente: (Marcilla, 2011)

Dentro del troquel se tienen los elementos antes mencionados como son los calibradores macho y hembra para realizar el pre perfil; estas piezas son mecanizadas mediante un torno en acero AISI 4130 por su tolerancia a trabajar en altas temperaturas sin sufrir grandes desgastes o dilataciones térmicas; dichos calibradores suelen ser únicos para cada medida, siendo entre 3% a 5% según se recomienda en la guía de extrusión (Qenos, 2016a, p. 6) más grandes que el diámetro de la manguera realizar como se muestra en la ilustración 5-2, 6-2. Estos suelen tener que ser limpiados regularmente y aun a altas temperaturas por el comportamiento del polietileno ya que una vez solidificado es de difícil su extracción además de que aceleraría el deterioro de las piezas.

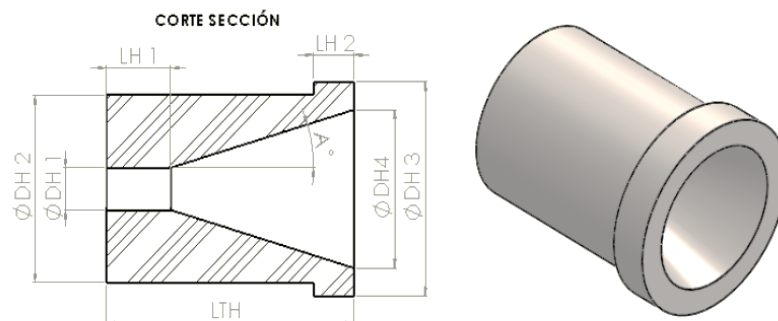


Ilustración 5-2: Plano calibrador hembra para el troquel

Elaborado por: Asqui Danilo, 2022

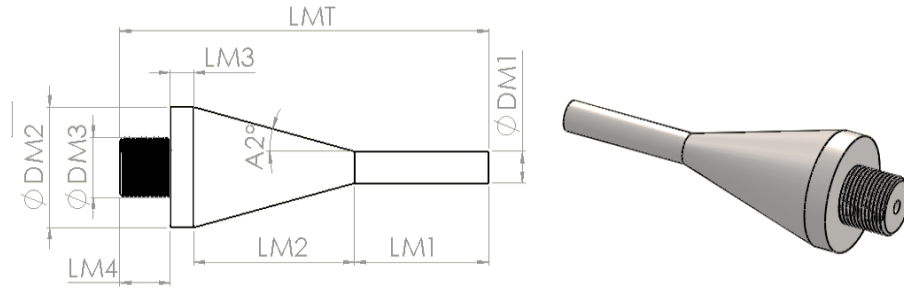


Ilustración 6-2: Plano calibrador hembra para el troquel

Elaborado por: Asqui Danilo, 202

2.1.3. Sistema de calibración

El sistema de calibración es el encargado de fijar el pre-perfil establecido por el troquel, asegurando que tanto el diámetro como los espesores en las paredes de la manguera se encuentren dentro de las tolerancias establecidas por la fábrica las cuales fueron adaptadas bajo la norma INEN 1744, los diferentes factores además de los elementos serán detallados de manera más amplia en la sección 2.2.

2.1.4. Sistema de enfriamiento

Al considerar que el proceso de extrusión ronda las temperaturas de alrededor de $200\text{ }^\circ\text{C}$; este proceso requiere de un sistema de gran capacidad de refrigeración. Para lograr la disipación de calor del perfil formado y por consiguiente la solidificación de las mangueras.

Para el cual se hace uso de largos tanques de enfriamiento los que rondan los 5 metros; tornándose esta etapa en uno de los principales factores; ya que cuanto más rápida es la disipación de calor, más eficiente se torna la línea de extrusión. Al mantener una temperatura baja del fluido de refrigeración comúnmente agua la disipación del calor en las mangueras es más rápida lo que permite incrementar la velocidad en la maquina tensadora en conjunto con la extrusora.

El método de refrigeración más empleado en un proceso de extrusión de mangueras es un sistema central de agua helada ya que su construcción, mantenimiento es menos complicado y menos costoso. (Andrés y Rosero, 2017, p. 12)

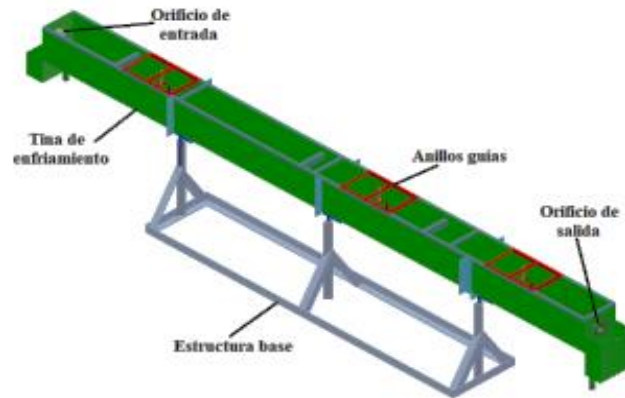


Ilustración 7-2: Tina de enfriamiento y de elementos.

Fuente: (Andrés y Rosero, 2017)

El agua suministrada por medio de una bomba periférica hasta las líneas de extrusión ronda los 16°C ; esto se logra almacenando agua en una cisterna en conjunto con el uso de una torre de enfriamiento por recirculación natural, como describe (Andrés y Rosero, 2017, p. 14) estas torres se caracterizan por su gran altura ya que deben estar instalados en lugares elevados y despejados con el fin de evitar la obstrucción del aire que atraviesan la torre para lograr un mejor desempeño; las torres hacen uso de los flujos de aire de la atmósfera los cuales atraviesan de forma horizontal mientras el agua descende por las superficies verticales logrando de esta manera reducir la temperatura del agua que recircula en las líneas de extrusión.



Ilustración 8-2: Torre de enfriamiento.

Fuente: ICOPLAST, 2022

De esta forma se forma un circuito cerrado como muestra a en la siguiente grafica.

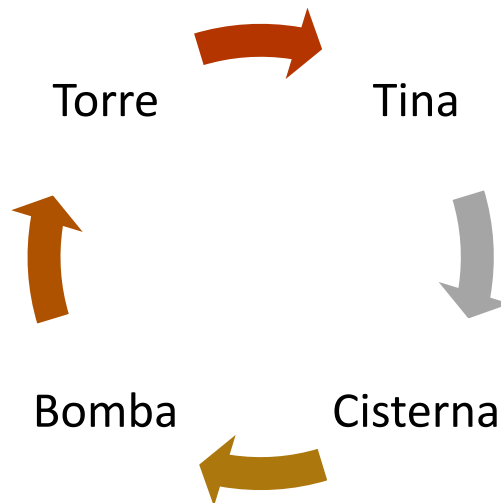


Ilustración 9-2: Ciclo de enfriamiento

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

2.1.5. Sistema de tensado

Al funcionar el proceso de extrusión como un proceso continuo, esto implica que no basta con la fuerza dada por la extrusora, se debe asegurar que el material termoplástico no se detenga en las diferentes etapas lo cual se consigue mediante el uso de una máquina tensadora con un sistema doble de oruga, ubicada a continuación de los tanques de refrigeración donde la manguera se encuentra totalmente solidificada.

El objetivo es mantener un movimiento constante en todo el proceso de extrusión de la manguera ya que si la manguera se llegara a detener provocaría un atascamiento de material y pérdidas de producto, de ahí la importancia del tensado de la manguera. La velocidad de extrusión normalmente establecida en 0,8 metros por segundo, esta tiene relación entre el sistema de refrigeración y la velocidad de arrastre dada por la maquina tensadora, la cual se regula a través de variadores de frecuencia para los motores de la máquina y esta depende de la medida manguera que se esté extruyendo a un mayor diámetro más lento tiene que ser el arrastre de la manguera.(Andrés y Rosero, 2017, p. 17)



Ilustración 10-2: Jalador tipo doble oruga.

Elaborado por: Asqui Danilo, 2022

2.1.6. Unidad de enrollado

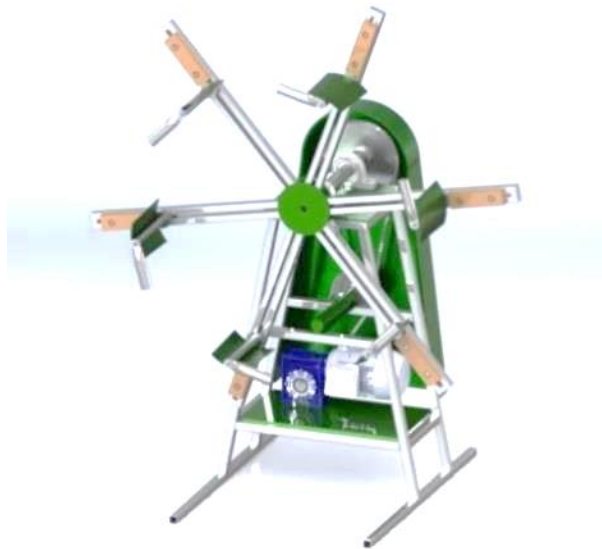


Ilustración 11-2: Envolvedora de manguera.

Elaborado por: Asqui Danilo, 2022

En esta etapa es donde se nota la diferencia entre un proceso de extrusión para tuberías con una de mangueras ya que las tuberías necesitan un corte final, al contrario de las mangueras que necesitan un mecanismo de carrete el cual facilita el enrollamiento además del posterior empaquetado de la manguera favoreciendo significativamente las condiciones del área de trabajo.

2.2. Sistemas de calibración

2.2.1. Calibración con aire

El sistema de calibradores por aire comprimido comúnmente son recomendados para su uso en tuberías PVC (Policloruro de vinilo) cuyos diámetros son mayores a 0,355 metros ; basando su principio de funcionamiento en el uso de un compresor el cual suministra aire en el interior de la tubería a una presión determinada (de 0,2 a 1 MPa (Mega Pascales)), el caudal de aire es introducido a través de un conducto establecido dentro del troquel lo que provoca que la presión realizada por el caudal de aire presionen las paredes contra la superficie del calibrador para establecer la medida, al mismo tiempo que se solidifica el material por el contacto que mantiene con el agua fría. (Males Castañeda, 2011, p. 25)

2.2.2. Calibración por vacío

En las líneas de extrusión de mangueras este método es el más implementado; ya que la tecnología de dimensionado al vacío permite una rápida puesta en marcha. El proceso parte del pre-perfil establecido por el troquel, que avanza por el calibrador como se muestra en la siguiente ilustración, el mismo está fijado al inicio de la primera cámara de vacío en cuyo compartimiento se solidifica el espesor de las paredes y el diámetro por medio del vacío que se crea dentro de las cámaras en conjunto con el contacto con el agua fría

El vacío dentro del tanque es controlado mediante un vacuómetro cuyo valor es recomendado establecerse por (Qenos, 2016a, p. 6) aproximadamente a 0,04 MPa (presión absoluta) para mangueras de un diámetro menor a 1 pulgada, dicho vacío tiende a variar dependiendo de la medida a extruir; una vez ingresa el material dentro de la cámara por medio del calibrador, el vacío provoca que el material choque con las paredes interiores de bronce lo que compacta el material reduciendo de esta manera la formación de burbujas dentro de las paredes de la manguera. El calibrador suele tener un diámetro de entre 3% a 5% más grande que el diámetro final requerido, este sobredimensionamiento se debe a compensar la contracción térmica que tienen los materiales termoplásticos.

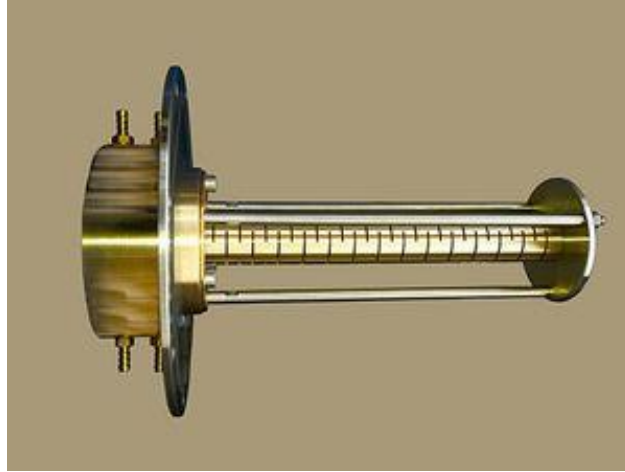


Ilustración 12-2: Calibrador de bronce.

Fuente: (Masfen Makina, 2022)

Se debe considerar que el termoplástico fundido se someta a un enfriamiento abrupto dentro del rango longitudinal del calibrador, asegurando así que el material extruido logre conseguir una resistencia a tensiones externas (gravedad, fuerza de tensión) y tensiones internas. (Males Castañeda, 2011, p. 24)

2.3. Bomba de vacío

Según (Casagrande Campoverde, 2018) El vacío: “Es la ausencia total de materia en un determinado espacio o lugar, o la falta de contenido en el interior de un recipiente.”

Las bombas de vacío son dispositivos los cuales generan valga la redundancia un vacío dentro ambiente sellado con la utilización de un motor eléctrico. Estas se emplean al requerir altos caudales de aspiración para los cuales existen una variedad de modelos según sea su aplicación siendo las más comunes imprentas, máquinas de embazado e inyección de plásticos. (Oswaldo, 2017, p. 2)

2.3.1. Función que cumple la bomba de vacío en el tanque de calibración

La bomba de vacío esta encargada de realizar una succión del aire y agua dentro de las cámaras realizando de esta forma un vacío además de forzar de esta manera la recirculación del líquido más caliente en las dos cámaras ubicadas al principio del tanque de calibración; el vacío provoca el choque del pre-perfil establecido por el troquel contra las paredes internas del calibrador,

durante este proceso se solidifica el material por el contacto que tiene con el agua fría constantemente renovada.

2.3.2 Tipos de bombas de vacío

Existen diferentes tipos de bombas de vacío, teniendo entre los más utilizadas las siguientes:

- Bomba de Pistón
- Bombas de membranas o diafragmas
- Bombas rotativas de paletas
- Bombas de vacío de anillo líquido

2.3.3 Bombas de vacío de anillo líquido

Este tipo de bombas son recomendados para rangos de alta y media presión de vacío, el principio de funcionamiento se basa en la utilización de un líquido comúnmente agua con el fin de crear un sello, al tener un diseño simple este transmite movimiento a través de un eje hasta al rotor exentico lo que atrapa el líquido en pequeñas cámaras que se llenan y vacía en un giro, lo que ocasiona que el gas se comprima en la parte del centro mientras el agua se concentra en el perímetro para su expulsión a través de la lumbrera de descarga atmosférica mientras que el aire se va comprimiendo para la acción de bombeo esto es lo que crea rutas de recirculación. (NASH, 2022)

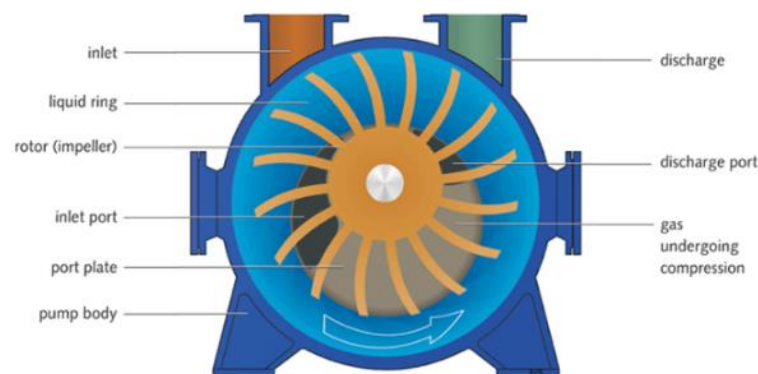


Ilustración 13-2: Elementos de una bomba de vacío de anillo líquido

Fuente: (NASH, 2022)

2.4. Materia prima

La extrusión de mangueras comúnmente utilizadas para la circulación de agua, hace empleo de materiales cuya composición y estructura interna está formada de combinaciones de carbono con oxígeno, nitrógeno, hidrógeno además de algunos elementos orgánicos o inorgánicos nos establece (Qenos, 2016a, p. 6) como son los polietilenos, policloruro de vinilo, polietileno de tereftalato siendo el más utilizado el polietileno con variaciones en su densidad promedio final.

Como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1-2 Polietilenos estándar

DENOMINACIÓN QUÍMICA	ABREVIATURA	DENSIDAD (g/cm^3)	TEMPERATURA DE PROCESAMIENTO ($^{\circ}C$)
Polietileno (Densidad Baja)	LDPE	0,915 - 0,930	130 - 200
Polietileno (Densidad Media)	MDPE O LLDPE	0,926 - 0,940	130 - 200
Polietileno (Densidad Alta)	HDPE	0,940 - 0,970	140 - 220

Fuente:(Males Castañeda, 2011)

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

2.4.1. Polietileno de baja densidad (LDPE)

Este producto se caracteriza por un elevado número de ramificaciones a lo largo de su cadena polimérica, lo que dota de características como una menor resistencia a la tracción, un aumento en la ductilidad. Cabe recalcar que presenta buena procesabilidad además de una buena resistencia térmica y química lo mejora la flexibilidad a comparación del polietileno de alta densidad. Con estas características el producto es idóneo para la elaboración de sacos, bolsas plásticas, películas de invernaderos tubos, tuberías films entre otros.(Iván, 2015, p. 18)



Ilustración 14-2: Polietileno de baja densidad.

Fuente: Nutec,2022

2.4.2. Polietileno de alta densidad (HDPE)

Este producto se caracteriza por su estructura básicamente lineal, con un bajo número o ninguna ramificación a lo largo de su cadena polimérica, lo que va a depender del tiempo en el proceso de polimerización. (Iván, 2015, p. 19) El material suele emplearse para la producción de bolsas plásticas, envases de alimentos, elementos de protección, charolas entre otras.

Tabla 2-2: Diferencias entre los polietilenos

POLIETILENOS	
Baja Densidad (LDPE)	Alta densidad (HDPE)
Buena resistencia térmica	Baja resistencia térmica
Buena resistencia química	Buena resistencia química
Posee un color brillante	Posee un color opaco
Presenta dificultades para imprimir, pintar o pegar sobre él.	Presenta facilidad para imprimir, pintar o pegar sobre él.
Material con buena flexibilidad, más moldeable	Material menos dúctil pero más tenaz

Fuente: (Iván, 2015, p. 19)

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

2.4.3. Cristalinidad

La cristalinidad es un aspecto importante ya que esta determina las propiedades del polietileno solidificado; como las mecánicas y térmicas siendo estas favorecidas entre más cristalino es el Polietileno.

El grado de cristalinidad el cual puede conseguir el polietileno depende de su estructura, también se debe considerar el método aplicado para la cristalización. Dependiendo de factores como la temperatura del proceso, la velocidad con que se genera los cristales esto se vinculan con tratamiento térmico del polímero, así es como la cristalinidad resulta mayor o menor. (Iván, 2015, p. 12)

2.4.4. Vida útil típica

Al igual que cualquier material el polietileno sin una protección adecuada contra el medio ambiente acortara su vida útil, para una exposición prolongada a la intemperie se recomienda el uso de estabilizadores UV (Radiación Ultravioleta) durante el proceso de fabricación, este puede prolongar la vida útil del material; consiguiendo en las películas de plástico una vida útil a la intemperie que ronde de dos a tres años. En cambio para las secciones robustas de polietileno protegidas con estabilizadores en una proporción de alrededor de un 2,5% de negro de humo

mezclado homogéneamente, logran extender la vida útil en condiciones de intemperie al menos 15 años en ambientes tropicales y alrededor de 20 años en climas templados. (Qenos, 2016b, p. 31)

2.5. Tipos de manguera

La empresa Icoplast fabrica diferentes tipos de medida tanto en milímetros como en pulgadas con variaciones en sus presiones nominales dependiendo del uso al que estén destinados dichas mangueras; como se puede observar en la ilustración 15-2 la cantidad de rollos extruidos al año, en donde resalta la medida de 1/2" de 98 psi (Presión por pulgada cuadrada), la cual se utilizara para los cálculos y análisis pertinentes.

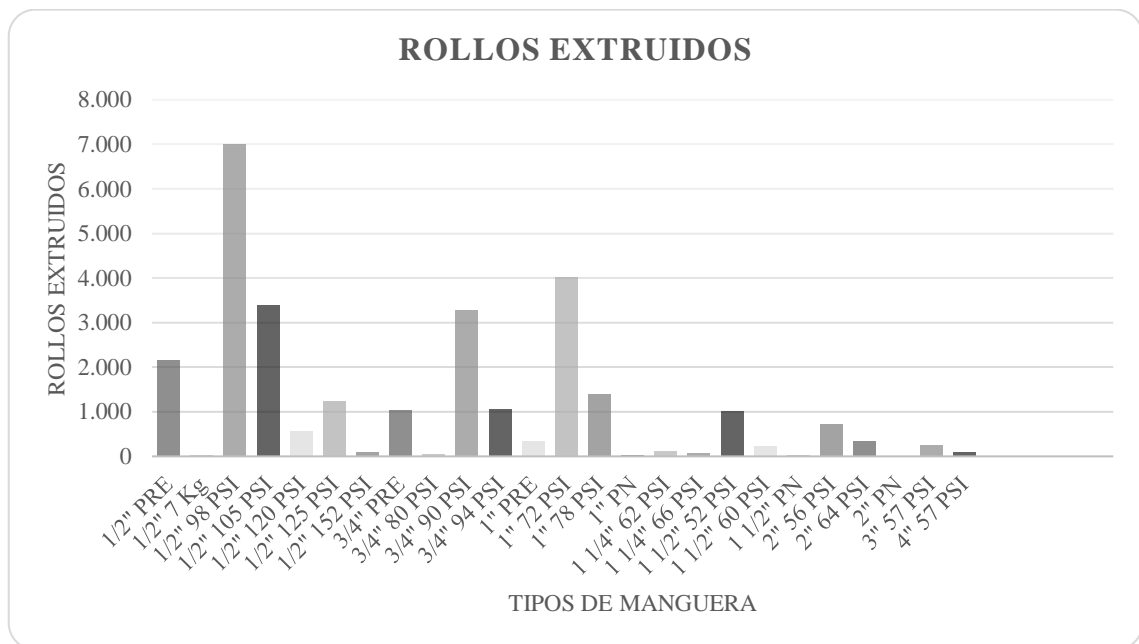


Ilustración 15-2: Rollos extruidos por año

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

Como se puede observar en la ilustración 15-2; la medida de 1/2 "de tipo Fortiflex para 98 psi (Presión nominal) es la más comercial entre todas las medidas con una venta aproximada de 6996 rollos por año dato obtenido por una interpolación de años pasados y el cual se utilizó para los posteriores cálculos se utilizarán la cantidad de 7000 rollos; aplicando a esta medida las pruebas de presión, control de dimensiones con el fin de detallar un posterior análisis estadístico y análisis de costos.

Tabla 3-2: Mangueras producidas en ICOPLAST

Tipo de manguera	Aplicación	Medidas disponibles
Flexiriego	Conducción de agua para el riego	½”-¾”-1”-1½”-2”-3”
Milagro	Conducción de agua para el riego	12-16-20-25-32-40-50-63 (mm)
Fortiflex	Conducción de agua para el riego	½”-¾”-1”-1¼”-1 ½”-2”-3”-4”
Construflex	Sector de la construcción	½ “- ¾”-1”
Banariego	Conducción de agua para el riego	½”-¾”-1½”-2”
Agroplus	Conducción de agua para el riego	½”-¾”-1”-1½”-2”

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

La línea de extrusión 1 en la cual se realizó la implementación del tanque de calibración por el método de vacío; normalmente esta encarga de producir medidas (½ pulgada, 12 milímetros y 16 milímetros) con las variaciones en la presión; cabe mencionar que el diámetro exterior de las mangueras puede ser la misma para los distintos tipos, pero la diferencia en el espesor de las paredes además de la composición en la fórmula utilizada se interpreta en la presión que tolerara cada tipo de manguera.

En la Anexo A, se muestra las tolerancias establecidas para la manguera de ½” Fortiflex para 98 psi en sus diferentes características como diámetro exterior, espesor además de la presión; estos rangos han sido adaptadas a la empresa mediante la norma (INEN, 2015, p. 9-18).

2.6. Características de las mangueras

Para el control de calidad en las mangueras existen diversas características a controlar siendo necesarias para obtener un certificado de calidad; como son las visuales (brillo, acabado, rugosidad) además de las variables a estudiar en este proyecto que son: diámetros, espesores, peso.

Los controles de calidad en las siguientes características; son realizadas a muestras al azar para cada proceso de extrusión con el fin de tener registro del comportamiento de los parámetros establecidos en el proceso; estos se controlan mediante tablas desarrolladas especialmente para las mangueras como se muestran en los anexos.

2.6.1. Presión

Es la característica más importante al momento de certificar los rollos de manguera ya que esta determina la calidad; la cual va directamente vinculada al correcto dimensionamiento del diámetro exterior en conjunto con el espesor de las paredes, resaltando además la utilización de la fórmula que se emplee como otros factores.

La prueba de presión se realizó bajo los parámetros establecidos por la empresa la cual se guía en la norma NTE-INEN_ISO 9080; para la prueba se utiliza un banco de pruebas que nos indica a través de un manómetro la presión durante en el proceso, en el cual se va aumentando la presión interna provocando una rotura lo que nos indica información sobre los parámetros de resistencia que los rollos de manguera deben cumplir los cuales son valorados como buenos o malos.

2.6.2. Dimensión

Para tener una mejor interpretación de la prueba de presión realizada se debe considerar las dimensiones de las muestras teniendo en cuenta los diámetros, espesores de pared a través de calibradores pie de rey para obtener una medida la cual debe estar dentro de los límites establecidos por la empresa.

2.6.3. Peso

Esta característica se establece por la relación entre la longitud de las mangueras (para manguera de ½" es de 100 metros) con el diámetro y su espesor en las paredes; en las mangueras este peso se controla mediante balanzas digitales de precisión 0,01 Kg (kilogramos) una vez la manguera ha sido empaquetada y envuelta.

2.7. Normativa

2.7.1. Norma NTE-INEN-ISO 9080

Cuya norma nos establece de forma textual su objetivo:

“Esta norma internacional especifica un método para la estimación de la resistencia hidrostática a largo plazo de materiales termoplásticos mediante extrapolación estadística. El método es aplicable a todos los tipos de tuberías termoplásticas a temperaturas apropiadas.” (INEN, 2014, p. 7)

2.7.2. Norma INEN 1744

Cuya norma nos establece de forma textual su objetivo:

“Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los tubos de polietileno producidos por extrusión para conducir agua a presión, tanto para redes de agua potable como para usos generales.”(INEN, 2015, p. 3)

CAPÍTULO III

3. Marco Metodológico

En este apartado se describirá la metodología usada para la parte investigativa del proyecto teniendo en cuenta la descripción y análisis del método de calibración que resulta más eficiente, mediante la utilización de herramientas más adecuadas en la recolección de los datos, así como técnicas de observación.

3.1. Tipo de estudio

3.1.1. Estudio correlacional

En el proyecto, se empleó el estudio correlacional mediante el cual se estudia la relación entre variables (diámetro externo, espesor, peso) de cada método de calibración (aire, vacío) a través de un conjunto de 5 muestras, las que fueron sometidas a las pruebas necesarias para la recolección de datos.

3.1.2. Estudio documental

En la idea del tanque de calibración fue necesario la guía en información de temas relacionados al diseño, selección de elementos, procesos de extrusión por lo que se requirió un estudio bibliográfico en fuentes: catálogos, libros, trabajos de titulación, revistas, páginas web etc. Posterior a la revisión se planteó los parámetros necesarios en cada etapa del proyecto de la línea de extrusión 1 con el fin de adaptar de una forma más eficaz el tanque de calibración.

3.1.3. Estudio de campo

Para el estudio de campo se realizó varias visitas a la empresa ICOPLAST, en las cuales se obtuvo información del personal de mantenimiento con los cuales se realizó correcciones al diseño, además que para la etapa de análisis de resultados se obtuvo las muestras del método anterior y el nuevo método; necesarias para recolección de información para el análisis estadístico.

3.2. Enfoque de investigación: Cuantitativo

En el presente trabajo el cual está orientado a la optimización de las características de extrusión en los rollos de manguera de ½” tipo Fortiflex para 98 psi, a través del diseño, construcción e implementación de un tanque de calibración por vacío; para realizar el dimensionamiento, solidificación tanto del diámetro como el espesor en las paredes de las mangueras, lo cual afecta directamente en el peso de los rollos extruidos como en la presión rotura.

Los resultados de las pruebas realizadas fueron tabulados en una forma numérica por lo que un enfoque cuantitativo fue el más apropiado; ya que con él se puedan comparar las características mencionadas en las anteriores secciones, a través de un conjunto de 5 muestras de cada método de calibración (aire, vacío) dando una cantidad de 10 muestras en total, en las mangueras de tipo Fortiflex en la medida de ½” para una presión de 90 psi siendo esta la más comercial.

3.3. Diseño de la investigación

Para el análisis de los resultados obtenidos se empleará un análisis estadístico DCA (Diseño completamente aleatorio) con el fin de ir analizando la variación entre las medias para cada característica (espesor, diámetro exterior, peso, presión de rotura) con su respectivo método (aire, vacío),

Para hacer uso de los datos para un análisis, estos deben ser evaluados con el fin de determinar su comportamiento normal a través de métodos gráficos y prueba Anderson Darling.

Además de un análisis homogeneidad de varianzas; al ser validados los datos se realizó el análisis estadístico ANOVA (Análisis de varianza), en el software Excel donde se encuentra el valor de p conservando alrededor de 5 números decimales con el fin de mantener una precisión en las medidas obtenidas; para posterior aplicar la prueba estadística ANOVA en conjunto con gráficas LSD (diferencia menos significativa) con lo que se identifica la eficacia de cada método de calibración.

3.4. Recolección de datos

3.4.1. Prueba de presión

Según la Norma NTE- INEN-ISO 9080 (INEN, 2014). Para controlar la resistencia hidrostática bajo presión interna o “Creep Strength” en la empresa se lleva a cabo ensayos a una muestra de 10 metros de largo a la cual se somete a una presión interna con fluido estándar (agua común), mediante un banco de pruebas certificado, controlando la presión por medio de un manómetro; la presión de rotura debe ser el doble de la PN (Presión Nominal) para que la manguera pueda ser considerada como válida.

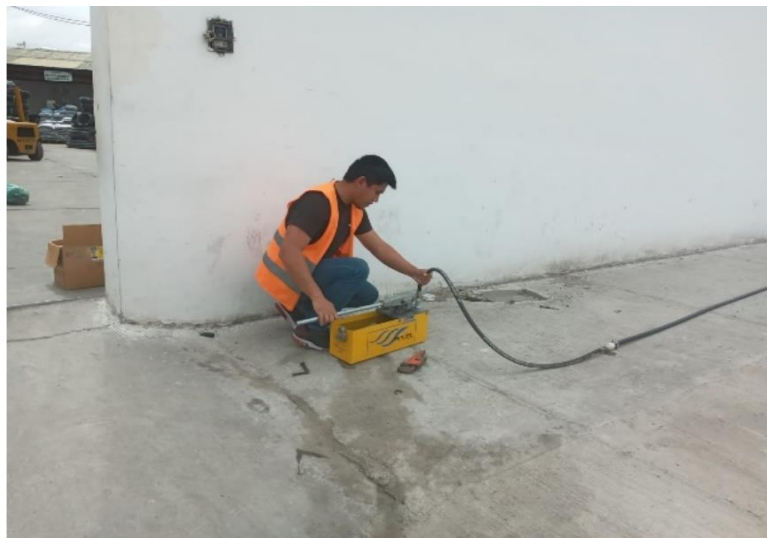


Ilustración 1-3: Prueba de presión

Fuente: ICOPLAST, 2022

3.4.2. Dimensiones

Para el control de las mangueras, se utiliza calibradores pie de rey con el fin de determinar el diámetro externo además de los espesores; también se emplean ejes torneados a la medida promedio de la manguera (mismos que fueron adecuados bajo la norma INEN 1744) con el fin de evitar medidas erróneas y puedan entrar en conflictos con los demás accesorios ya estandarizados.(INEN, 2015, p. 8)



Ilustración 2-3: Toma de medidas

Fuente: ICOPLAST, 2022

3.4.3. *Peso*

Esta característica se establece por la relación entre la longitud de las mangueras (para manguera de ½” es de 100 metros) con el diámetro y con el espesor de las paredes en las mangueras esta se controla mediante balanzas digitales de precisión 0,01 Kg (kilogramos) una vez la manguera ha sido empaquetada y envuelta.

3.5. Muestras

Las muestras se delimito por el tiempo que toma la extrusión de los rollos de manguera además de considerar el cronograma que tiene para la elaboración de cada medida y tiempo en la empresa. Por lo que se utilizó se delimito un total de 5 réplicas del tipo de manguera Fortiflex en la medida de ½” para 98 psi en cada método con el fin de obtener información de: presión de rotura, diámetros, espesores, peso obteniendo la ilustración 3-3.



Ilustración 3-3: Muestras (aire-vacío)

Fuente: ICOPLAST, 2022

En la ilustración se puede observar un conjunto de 5 muestras para cada método de calibración en la parte superior e inferior respectivamente una vez tabulados estos datos se ordenó para obtener la tabla 1-3.

Tabla 1-3: Tabla de muestras

Muestras (Manguera de ½ “Fortiflex para 98 psi)					
	Presión de Rotura (PSI)	Diámetro externo (m)	Espesor de las paredes (m)	Longitud (m)	Peso (kg)
Método antiguo	360	0,01965	0,00195	100	9,31
	300	0,02030	0,00245	100	11,80
	380	0,02030	0,00225	100	10,96
	380	0,02045	0,00255	100	12,32
	270	0,01910	0,00200	100	9,23
Método nuevo	280	0,01940	0,00220	100	10,21
	290	0,01955	0,00200	100	9,47
	290	0,01970	0,00210	100	9,97
	270	0,01950	0,00190	100	9,02
	280	0,01965	0,00220	100	10,36

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Diseño del tanque de calibración de vacío

El tanque de calibración, ubicado entre el troquel y las tinas de enfriamiento; en el proceso de extrusión estas máquinas son las encargadas de formar, calibrar y solidificar al perfil de la manguera; a través de un sistema de calibración para el nuevo caso vacío en el cual se acentúa las medidas del diámetro exterior; con lo que se busca la mejora en la extrusión de los rollos de manguera a través de la disminución en el peso final y respectivamente en el costo de producción.

El diseño fue realizado respetando las medidas de los tanques existentes los mismos que utilizan como método de calibración el aire; esto con el fin de no alterar las dimensiones totales de la línea de extrusión, el diseño fue realizado mediante la utilización del software (SolidWorks), con el cual se creó una lista de materiales con el fin de evitar desperdicios además de interpretar mediante el factor de seguridad la resistencia de la estructura y sus elementos.

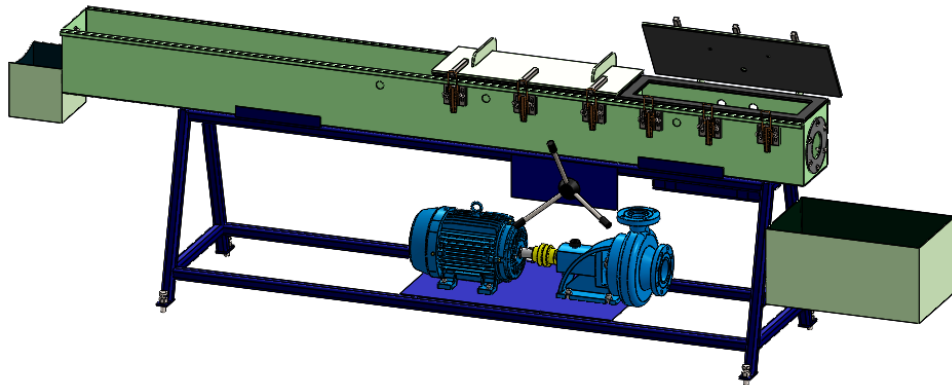


Ilustración 1-4: Ensamble del tanque de calibración.

Elaborado por: Asqui Danilo, 2022

En el ensamble final para el tanque de calibración le corresponden las medidas en la ilustración 2-4 con una profundidad de 0,75 metros, rondando un peso aproximado en conjunto de 750 kg el cual se obtuvo mediante la configuración de los materiales utilizados dentro del software

SolidWorks con el catálogo obtenido de (DIPAC, 2022) empresa de distribución en la ciudad de Riobamba.

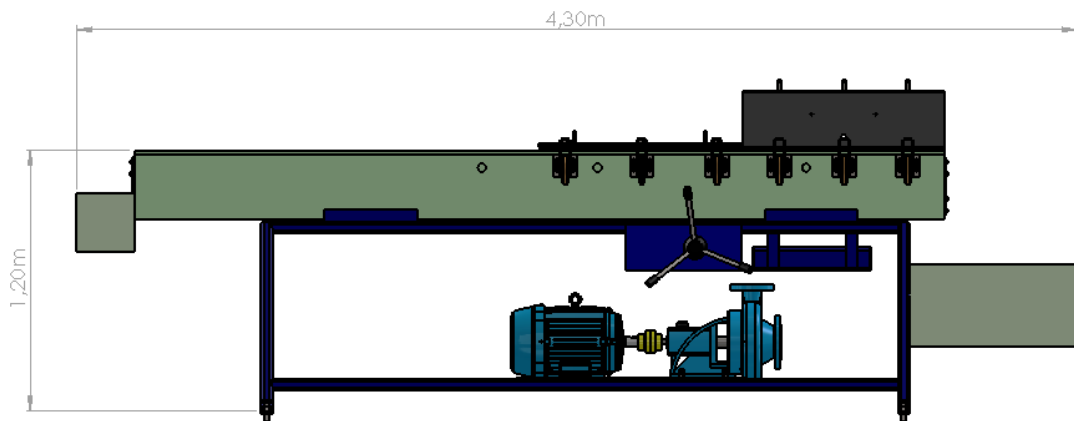


Ilustración 2-4: Dimensiones del tanque de calibración

Elaborado por: Asqui Danilo, 2022

En el análisis echo por medio de simulaciones dentro del software SolidWorks se necesita alimentar de datos como el volumen, masa, peso del líquido a utilizarse en este caso agua los cuales se describen a continuación:

Tina principal

Comprende la unión de las dos cámaras consecutivas de calibración por el vacío a continuación de una tina de enfriamiento, con dimensiones:

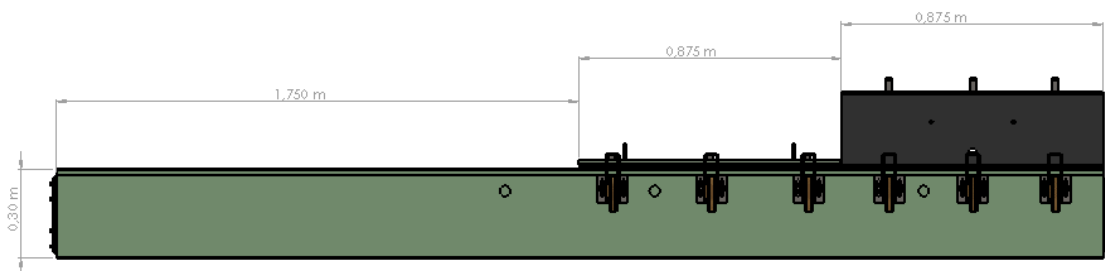


Ilustración 3-4: Medidas tina principal

Elaborado por: Asqui Danilo, 2022

$$Longitud_{total} = 3,500 \text{ m}$$

$$Altura = 0,300 \text{ m}$$

$$Ancho = 0,300 \text{ m}$$

Cámaras de vacío

Comprendida por dos cámaras donde se crea el vacío necesario para la calibración y solidificación del perfil de los rollos de manguera.

$$Longitud_{cámara \text{ de vacío}} = 0,875 \text{ m}$$

$$Longitud_{cámaras \text{ de vacío}} = 1,750 \text{ m}$$

4.1.1. Volumen de agua dentro de la tina principal

$$V_{agua} = Longitud_{total \text{ tanque}} * Altura * Ancho \quad (1-4)$$

$$V_{agua} = 3,50 \text{ m} * 0,26 \text{ m} * 0,30 \text{ m}$$

$$V_{agua} = 0,273 \text{ m}^3$$

Ya que las secciones de la tina no se llenan por completo hasta los 0,3 m y solo llega hasta los 0,26 m; se considera un volumen de $0,273 \text{ m}^3$ de agua la cual ronda los $16 \text{ }^\circ\text{C}$ con lo que se obtendrá la carga que ejerce el fluido en la estructura del tanque.

4.1.2. Carga que aplica el volumen de agua en la estructura

La temperatura a la que se encuentra un fluido influye en la densidad del mismo; por lo que con un valor de $16 \text{ }^\circ\text{C}$ el cual se obtuvo en la medición durante el proceso de calibración, y mediante la tabla de densidad desarrollada por (Dadon, 2000) se empleó en los cálculos una densidad de $999,03 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$.

$$\rho_{agua} = \frac{m}{V_{agua}} \quad (2-4)$$

Donde:

ρ_{agua} : densidad del agua a 16 °C

m : masa

V_{agua} : volumen del agua a 16 °C

$$\rho_{agua} = \frac{m}{V_{agua}}$$

$$999,03 \frac{Kg}{m^3} = \frac{m}{0,273 m^3}$$

$$m = 272,18 kg$$

La carga de 272,18 kg es la que ejerce la masa de agua en la estructura de forma distribuida en los rieles, este valor se empleó para la simulación y análisis de SolidWorks de la estructura en la sección 4.3 Análisis de la estructura.

4.2. Selección de la bomba de vacío

Al revisar las diferentes tecnologías en bombas de vacío se optó por una de tipo anillo líquido ya sea por su fácil asequibilidad en el mercado además de su bajo nivel de mantenimiento y costo; con el fin de validar una correcta selección del modelo se realizaron los cálculos siguientes cálculos:

4.2.1. Volumen del fluido a evacuar por la bomba

Volumen de aire a recircular dentro de las tinas vacío

$$V_{aire} = Longitud \text{ de tinas de vacío} * Altura * Ancho$$

$$V_{aire} = 1,75 m * 0,40 m * 0,30 m$$

$$V_{aire} = 0,021 m^3$$

El volumen de 0,021 m³ es el aire que se encuentra sobre el nivel de agua dentro de las tinas de vacío, el cual se tiene que evacuar por la bomba para producir el vacío.

Volumen de agua a recircular dentro de tinas de vacío

$$V_{agua} = Longitud_{tinas\ de\ vacío} * Altura * Ancho$$

$$V_{agua} = 1,75\ m * 0,03\ m * 0,30\ m$$

$$V_{agua} = 0,01575\ m^3$$

El volumen de $0,01575\ m^3$ representa el agua a recircular, al considerar que el nivel de agua está ubicado a $0,03\ m$ sobre los orificios de aspiración lo que hace que solo ese volumen de agua sea el que recircule.

Elementos adicionales

Para encontrar el valor más cercano a de la capacidad de succión real, se debe tener en cuenta el volumen de agua dentro de los diferentes accesorios utilizados en la conexión del tanque hasta bomba, como son las mangueras anilladas en conjunto con un perfil de distribución.

Manguera de succión de 1 pulgada



Ilustración 4-4: Conexión de las mangueras de 1 pulgada

Fuente: ICOPLAST, 2022

La manguera anillada es la que se conecta desde el perfil de distribución hasta las tinas de vacío en el tanque, al medir la longitud de esta se tiene un total de $4,7$ metros.

$$V_{M1} = Longitud_{M1} * \text{Área}_{circf}$$

$$V_{M1} = 4,7 \text{ m} * \frac{\pi(0,0254 \text{ m}^2)}{4}$$

$$V_{M1} = 0,0937 \text{ m}^3$$

Manguera de succión de 1 ½ “pulgada



Ilustración 5-4: Conexión de mangueras 1 ½ pulgadas

Fuente: ICOPLAST, 2022

La manguera anilla es la que se conecta la bomba de vacío hasta el perfil de distribución esta tiene una longitud de 1,3 metros.

$$V_{M2} = Longitud_{M2} * \text{Área}_{circf}$$

$$V_{M2} = 1,3 \text{ m} * \frac{\pi(0,0381 \text{ m}^2)}{4}$$

$$V_{M2} = 0,0389 \text{ m}^3$$

Perfil de distribución



Ilustración 6-4: Conexión de mangueras y el perfil

Fuente: ICOPLAST, 2022

Perfil de 0,5 x 0,1 x 0,1 metros utilizado para obtener un vacío homogéneo entre las bifurcaciones para las cámaras.

$$V_{Td} = Longitud_{Td} * Alto * Ancho$$

$$V_{Td} = 0,5m * 0,1m * 0,1m$$

$$V_{Td} = 0,005 m^3$$

Volumen total para evacuar

$$V = V_{agua} + V_{aire} + V_{M1} + V_{M2} + V_{Td}$$

$$V = (0,01575 + 0,021 + 0,0937 + 0,0389 + 0,005) m^3$$

$$V = 0,13545 m^3$$

El volumen comprendido entre el aire y agua en las cámaras, así como en sus accesorios comprende un total de $0,13545 m^3$, el cual la bomba de vacío tiene que lograr recircular constantemente manteniendo el vacío de 14 inHg (Pulgadas de mercurio) dato obtenido del manual de extrusión Qenos (Qenos, 2016b, p. 12) para el proceso de calibración.

4.2.2. Determinación de la capacidad de la Bomba de Vacío

En la selección de la capacidad de la bomba de vacío se debe considerar la ecuación de capacidad de la bomba recomendada en el artículo de (Oswaldo, 2017):

$$S_p = \frac{V}{T} \ln \left(\frac{P_1}{P_2} \right) \quad (3-4)$$

Donde:

S_p : Capacidad de bombeo $\left(\frac{m^3}{h} \right)$

V : Volumen de fluidos a evacuar (m^3)

P_1 : Presión máxima de vacío (1,06 atm en Riobamba)

P_2 : Presión de vacío del sistema (14 inHg presión absoluta)

T : Tiempo (30 segundos)

La fórmula requiere unidades específicas para proceder con el cálculo por lo que las presiones deben ser transformadas a Torr (Torricelli) además del tiempo ser considerado en horas y el volumen en metros cúbicos; por lo que:

P_1 : 1,06 atm \approx 768,056 Torr

P_2 : 14 inHg \approx 355,6 Torr

30 s \approx 0,0083 h

$$S_p = \frac{0,13545 \text{ m}^3}{0,0083 \text{ h}} \ln \left(\frac{768,056 \text{ Torr}}{355,6 \text{ Torr}} \right)$$

$$S_p = 12,568 \frac{m^3}{h}$$

4.2.3. Selección de la bomba

Con el criterio de utilizar una bomba de vacío por anillo líquido, al considerar las características antes mencionadas, se plantean los siguientes parámetros de selección una capacidad de bombeo de $12,568 \frac{m^3}{h}$, conjunto con una presión de trabajo de 14 inHg; al contrastar esta información con el catálogo de la empresa Flow Serve para bombas de vacío (Dirscherl, 2017), la cual nos

recomienda el uso de una bomba de vacío de anillo líquido con un rango de 150 a 1013 mbar (milibar) equivalente a (3,34 a 29,91 inHg) con una succión de volumen de 7 a 58 $\frac{m^3}{h}$; lo que da un rango de seguridad con lo que se estima que la bomba no será forzada aun en diámetros mayores.

Considerando los parámetros obtenidos del catálogo de la empresa Flow Serve, se encontró modelos de bomba de vacío por anillo líquido con similares características.



Ilustración 7-4: Bomba de vacío

Fuente: ICOPLAST, 2022



Ilustración 8-4: Placa de la bomba de vacío

Fuente: ICOPLAST, 2022

4.3. Tinas del tanque de calibración

4.3.1. Esfuerzos en las cámaras de vacío

Para los materiales de conformación en las tinas para el tanque de calibración fueron seleccionadas mediante el catálogo de materiales obtenido en (DIPAC, 2022, p. 14); las planchas de tipo ASTM A36 (American Society for Testing and Materials) con un acabado de acero negro con 3 mm de espesor; el cual se sella mediante tapas del mismo material cuyo espesor es de 10

mm; con el fin de mantener un sello hermético entre las planchas se utiliza cortes de caucho sintético en conjunto con unos seguros con los cuales crean sellos casi hermético; estas cámaras se conecta a la bomba de vacío por medio de cuatro orificios de 1 pulgada, con el fin de crear un vacío homogéneo de 14 inHg en el interior de las dos cámaras.

Para cuidar el tanque del deterioro y corrosión producto del contacto permanente con el agua la tina fue cubierta externamente por dos capas de pintura esmalte anticorrosiva, por el lado interno cuyo contacto con el agua es permanente se utilizó una resina acrílica (Bate de piedra) lo disminuye de gran manera los efectos de corrosión teniendo un mejor efecto que una pintura esmalte.

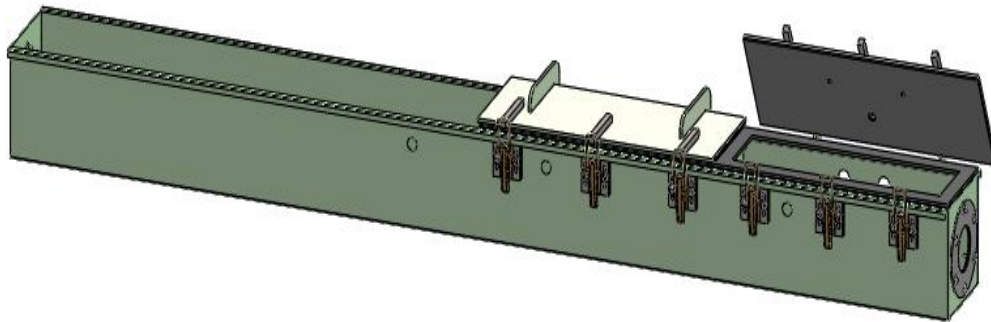


Ilustración 9-4: Tinas del tanque calibración.

Elaborado por: Asqui Danilo, 2022

4.3.2. Factor de seguridad para las cámaras de vacío

En las cámaras de vacío cuyo volumen de evacuación es de $0,1575 m^3$; para la construcción se empleó planchas de acero negro de 3 mm de espesor bajo la norma ASTM A36; en la formación del perfil se realizó mediante dobleces lo que asegura una hermeticidad y posibles fugas internas que podría dejar una unión por soldadura, se considera un límite elástico de 250 MPa obtenido del catálogo de (DIPAC, 2022, p. 14).

Con estos parámetros de construcción se le aplica una fuerza, simulando el vacío aplicado por la bomba de vacío de 14 inHg; con ayuda de una simulación realizada en el software SolidWorks se obtuvo un factor de seguridad de 2 lo que nos indica que el tanque tolerara sin gran deterioro el trabajo con la presión descrita.

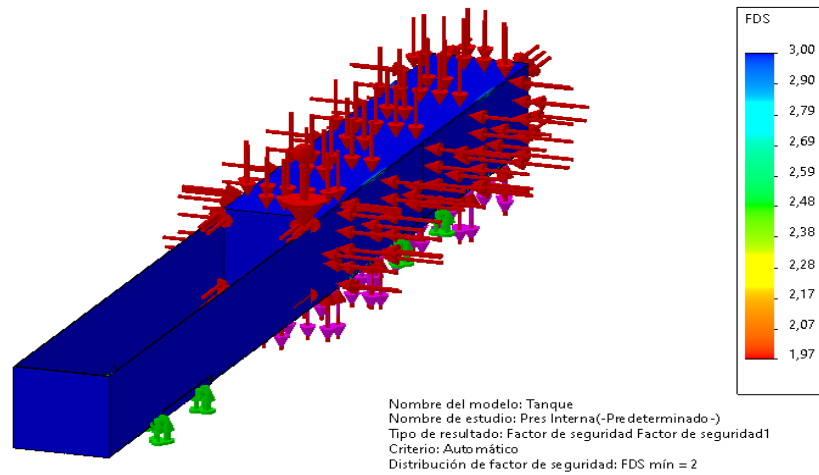


Ilustración 10-4: Simulación factor de seguridad de las cámaras de vacío

Elaborado por: Asqui Danilo, 2022

4.3.3. Desplazamiento estático

Bajo los mismos parámetros con los que se consideró el factor de seguridad, se realizó el análisis de desplazamiento el cual nos sugiere mediante la codificación de colores el rango de desplazamiento; donde la zona con el color rojo del gráfico nos indica un mayor desplazamiento ubicada en los costados de las cámaras con un valor de 1,26 mm, aunque prevaleciendo el color verde y azul lo que nos indica una deformación de 0,6 mm y 0,1 mm respectivamente lo cual al no representa un valor significativo que ponga en riesgo de un accidente; lo que nos indica que el espesor de la plancha seleccionada es aceptable para la construcción de la tina.

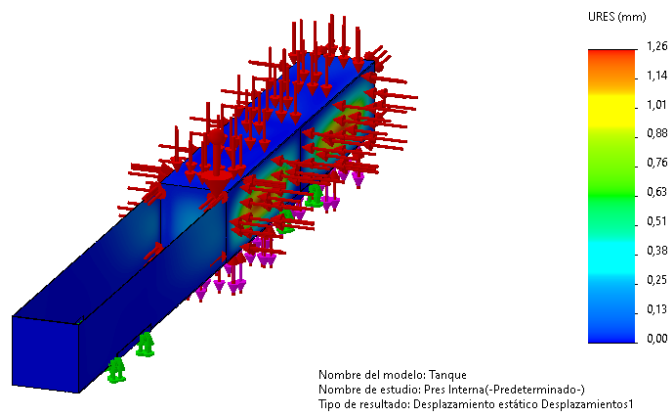


Ilustración 11-4: Simulación desplazamiento estático de las tinas

Elaborado por: (Asqui Danilo, 2022)

4.4. Estructura

4.4.1. Fuerzas aplicadas en la estructura

Para la construcción de la estructura que soporta la tina ensamblada, se seleccionó en base al catálogo (DIPAC, 2022, p. 22); el uso de tubos estructurales cuadrados de 50 mm con 2,5 mm de espesor unidos entre sí, por medio de cordones de soldadura además de añadir capas de pintura esmalte azul eléctrico para disminuir la tasa de oxidación.

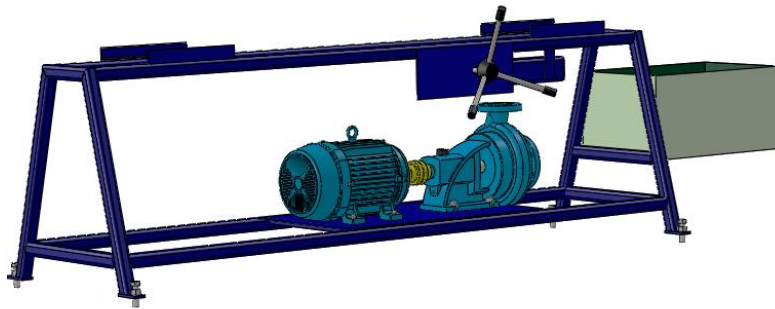


Ilustración 12-4: Estructura del tanque de calibración

Elaborado por: Asqui Danilo, 2022

Para el análisis se considera las tinas llenas de agua hasta una altura de 0,26 m, con lo que se obtiene una masa de 272,735 kg del fluido; al cual se le suma la masa de la tina ensamblada teniendo un aproximado de 730 kg; a través de este se calcula el peso que va a soportar la estructura en sus rieles superiores; para un análisis más exacto se debe considerar otras cargas puntuales como el tanque frontal y la bomba de vacío como se puede identificar en la siguiente ilustración.

$$F_{aplicada} = m_{tanque\ lleno} * g \quad (4-4)$$

Donde

$F_{aplicada}$: Fuerza aplicada en los rieles

$m_{tanque\ lleno}$: masa del tanque ensamblado y lleno

g : gravedad

$$F_{aplicada} = 730 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F_{aplicada} = 7\,161,3 \text{ N}$$

4.4.2. Factor de seguridad en la estructura

Bajo los parámetros anteriormente descritos en conjunto con la norma ASTM A36 y con límite elástico de 250MPa datos referidos del catálogo (DIPAC, 2022, p. 22); tenemos como resultado un factor de seguridad de 4,1 lo que sobrepasa al valor recomendado en estructuras de 3, esto se infiere que el perfil ocupado puede soportar las cargas siendo esta construcción segura.

Nombre del modelo: Estructura
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado «Como mecanizada»-)
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
 Criterio: Automático
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 4,1

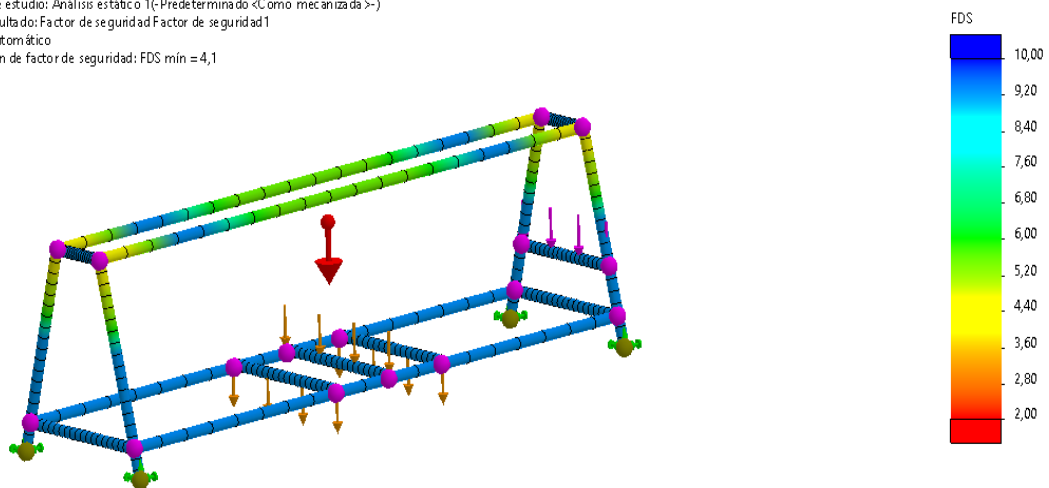


Ilustración 13-4: Análisis del factor de seguridad -Estructura

Elaborado por: Asqui Danilo, 2022

4.4.3. Desplazamiento estático en la estructura

Conservando los mismos parámetros con los que se consideró el factor de seguridad, se realizó el análisis de desplazamiento el cual nos indica mediante la codificación de colores el rango de desplazamiento; el análisis de desplazamiento al correr una simulación con el software SolidWorks un resultado que nos indica mediante la codificación de colores la zona con el color rojo del grafico indica un mayor desplazamiento ubicada en el centro de las rieles superiores con un desplazamiento de 4,76 mm lo cual parece un valor alto pero al comparar el diseño contra el factor de seguridad obtenido el análisis tiene validez y se puede confiar en la selección de tubos realizada.

Nombre del modelo: Estructura
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado<Como mecanizada>-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1

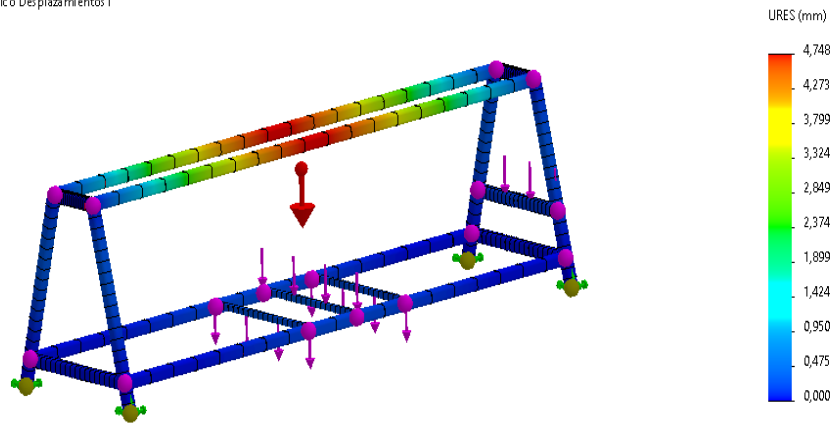


Ilustración 14-4: Análisis de desplazamiento estático-Estructura

Elaborado por: Asqui Danilo, 2022

4.5. Análisis estadístico

El análisis consiste en comparar 5 muestras para cada proceso de calibración las cuales tienen una longitud de 10 m de largo según establece la Norma NTE- INEN-ISO 9080 (INEN, 2014) en las mangueras de polietileno. Tratando a la medida más comercial que fabrica la empresa el cual es tipo de Fortiflex en la medida de ½ pulgada, cuya presión nominal es de 98 psi; características establecidas en el catálogo de ventas por la empresa Icoplast (ICOPLAST, 2022).

Tabla 1-4: Tabla de las características del rollo de manguera

Manguera tipo Fortiflex ½ pulgada, 98 PSI				
Características	Unidades	Lim. Inf	Prom.	Lim. Sup
Diámetro externo	m	0,0183	0,0190	0,0197
Espesor	m	0,0180	0,020	0,0200
Peso	kg	8,5	9,50	10,50
Presión rotura	psi	237,50	285	332,50

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

4.5.1. Parámetro para seleccionar la hipótesis

En la selección de la hipótesis, será el valor p (Fo valor calculado) obtenido en los cálculos del software Excel el cual se comparará con el valor de significancia (Fa valor de comparación).

El valor de significancia recomendado para la selección de la hipótesis será $\alpha = 0,05$

- Si el valor de p (F_o) < F_a se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula.
- Si el valor de p (F_o) > F_a se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Este parámetro se utilizará para cualquier selección ya sea para otras pruebas, métodos, gráficas, etc.

4.5.2. Análisis Método de calibración- Diámetro exterior

Planteamiento de la hipótesis para la selección basado en la prueba de ANOVA

- **Hipótesis Nula (H₀):** Existe una diferencia en los tratamientos empleados (métodos de calibración por aire y vacío), por lo que sus las medias no son iguales (diámetro externo).

$$H_0 \rightarrow \mu_1 \neq \mu_2$$

- **Hipótesis Alterna (H_a):** No existe una diferencia en los tratamientos empleados (métodos de calibración por aire y vacío), por lo que sus las medias son iguales (diámetro externo).

$$H_a \rightarrow \mu_1 = \mu_2$$

Tabla de datos

A partir de las medidas obtenidas de las muestras por medio de un calibrador pie de rey se pretende establecer cuál de los dos métodos de calibración es el que mantiene el promedio más cerca al intervalo establecido en la normativa de la empresa establecida en la tabla 1-4.

Tabla 2-4: Tabla de muestras diámetro

	Diámetro externo (m)
Calibración por Aire	0,01965
	0,02030
	0,02030
	0,02045
	0,01910
Calibración por vacío	0,01940
	0,01955
	0,01970
	0,01950
	0,01965

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

Supuesto de normalidad

Al hacer uso de los datos para un análisis, estos deben ser evaluados con el fin de determinar su comportamiento y aplicar la prueba estadística ANOVA, para el grupo de datos estos deben comportarse con tendencia hacia una distribución normal además de una homogeneidad de varianzas.

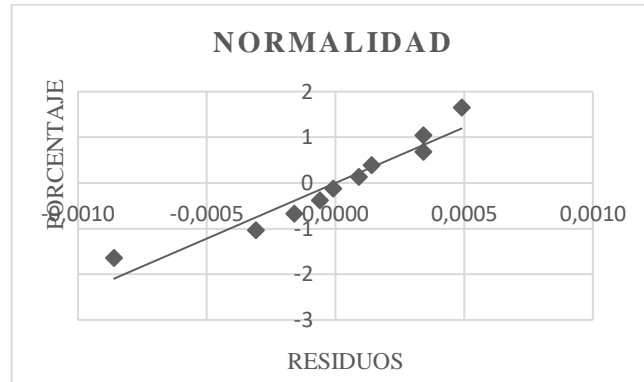


Ilustración 15-4: Normalidad en el análisis Método - Diámetro

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

En la ilustración 15-4 se observa como los datos al ser analizados mediante la prueba de normalidad Anderson Darling siguen una distribución normal cuyos valores se encuentran distribuidos dentro de sus límites de tendencia; haciendo referencia a que los datos se ajustan a una distribución normal.

Supuesto de homogeneidad de varianza

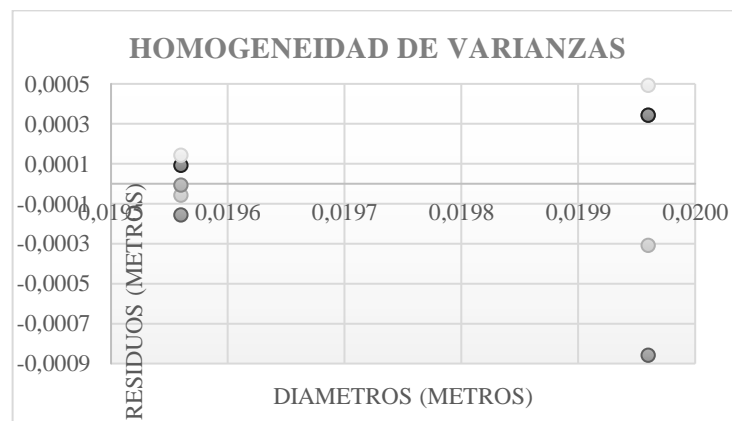


Ilustración 16-4: Homogeneidad en el análisis del diámetro

Realizado por: Asqui, Danilo 2022

En la ilustración 16-4 se observa que los intervalos para cada método, a su vez el valor p (F_o) de los métodos de comparación es menor al nivel de significancia de 0,05; es decir las variaciones son distintas, cosa que se puede ver claramente en la ilustración teniendo una mejor calidad de datos en el nuevo método de calibración.

Cálculo de la tabla ANOVA para el análisis del diámetro

Al estar validados los datos se realizó el análisis estadístico ANOVA asumiendo distribución normal con varianzas diferentes, para métodos de comprobación de los resultados en Excel donde se encuentra el valor de p con todas sus cifras decimales.

Donde:

FV: Fuente de variación

SC: Sumatoria de cuadrados

GL: Grados de libertad

CM: Cuadrados medios

F_o : F calculado (Valor p)

F_α : Posibilidad

CD: Criterio de decisión

Tabla 3-4: Tabla de ANOVA para el análisis del diámetro

FV	SC	GL	CM	F_o	F_α	CD
Método	0,000000400	1	0,000000400	2,35	0,164	S
Error	0,000001364	8	0,000000170			
Total	0,000001764	9	0,000000196			

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

Entonces como F_o (2,35) es mayor a F_α (0,05) se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna; del método de ANOVA lo que se interpreta que en los métodos de calibración su media es diferente para su diámetro.

Para una mejor análisis e interpretación de los datos se establece el uso de la ilustración 17-4, donde nos indica la relación entre el método y el diámetro.

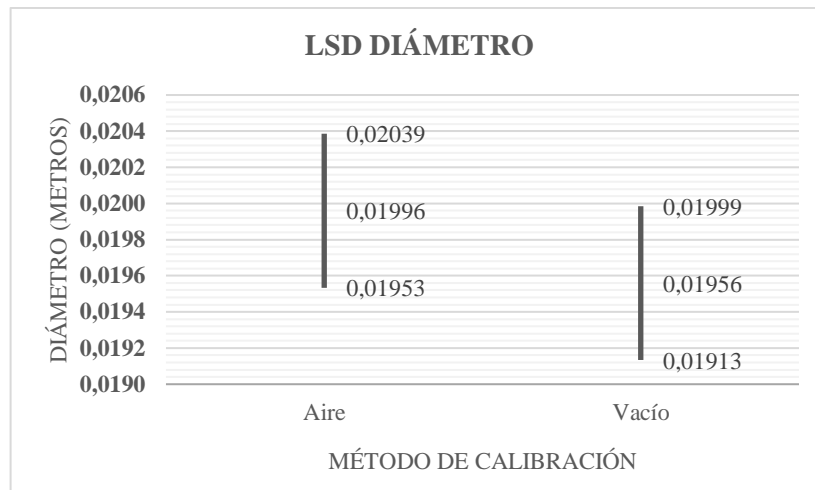


Ilustración 17-4: LSD en el análisis del diámetro

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

Para la interpretación del resultado obtenido al tener un F_o mayor que F_a , lo que nos indica que existe diferencia significativa. La ilustración 16-4 de la varianza en conjunto con la ilustración 17-4 nos indica que método de calibración por vacío es el que mantiene su rango de 0,01999 m a 0,01913 m con un promedio de 0,01956 m; cuyos valores están mejor ubicados dentro del rango establecido por la empresa ($0,019 \text{ m} \pm 0,007 \text{ m}$) además de tener una mejor variabilidad.

4.5.3. Análisis Método- Espesor

Planteamiento de la hipótesis para la selección basado en la prueba de ANOVA

- **Hipótesis Nula (H_o):** Existe una diferencia en los tratamientos empleados (métodos de calibración por aire y vacío), por lo que sus las medias no son iguales (espesor).

$$H_o \rightarrow \mu_1 \neq \mu_2$$

- **Hipótesis Alterna (H_a):** No existe una diferencia en los tratamientos empleados (métodos de calibración por aire y vacío), por lo que sus las medias son iguales (espesor).

$$H_a \rightarrow \mu_1 = \mu_2$$

Tabla de datos

A partir de las medidas obtenidas de las muestras por medio de un calibrador pie de rey se pretende establecer cuál de los dos métodos de calibración es el que mantiene el promedio más cerca al intervalo establecido en la normativa de la empresa establecida en la tabla 1-4.

Tabla 4-4: Tabla de muestras del espesor

	Espesor (m)
Calibración por Aire	0,00195
	0,00245
	0,00225
	0,00255
	0,00200
Calibración por vacío	0,00220
	0,00200
	0,00210
	0,00190
	0,00220

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

Supuesto de normalidad

Al hacer uso de los datos para un análisis, estos deben ser evaluados con el fin de determinar su comportamiento y aplicar la prueba estadística ANOVA, estos datos deben comportarse con tendencia hacia una distribución normal además de una homogeneidad de varianzas.

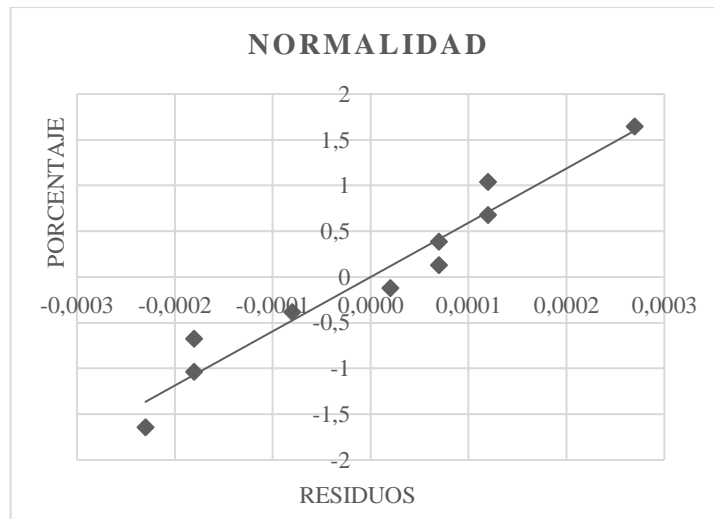


Ilustración 18-4: Normalidad en el análisis Método - espesor

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

En la ilustración 18-4 se observa como los datos al ser analizados mediante la prueba de normalidad Anderson Darling siguen una distribución normal cuyos valores se encuentran

distribuidos dentro de sus límites de tendencia; haciendo referencia a que los datos se ajustan a una distribución normal.

Supuesto de homogeneidad de varianza

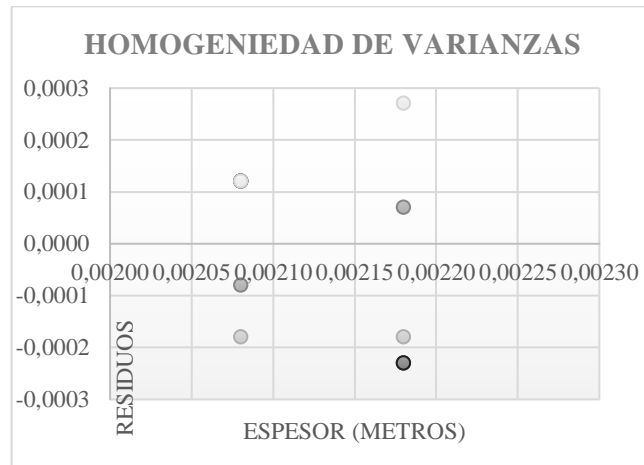


Ilustración 19-4: Homogeneidad en el análisis del espesor

Realizado por Asqui Danilo, 2022

En la ilustración 19-4 se observa que los intervalos para cada método, a su vez el vapor p (F_0) de los métodos de comparación es menor al nivel de significancia de 0,05 es decir las variaciones son distintas teniendo una mejor calidad de datos en el nuevo método de calibración.

Cálculo de la tabla ANOVA para el análisis del diámetro

Al estar validados los datos se realizó el análisis estadístico ANOVA asumiendo distribución normal con varianzas iguales, para métodos de comprobación de los resultados en Excel donde se encuentra el valor de p con todas sus cifras decimales.

Tabla 5-4: Tabla de ANOVA para el análisis para el espesor

FV	SC	GL	CM	Fo	Fa	CD
Método	0,000000025	1	0,000000025	0,85	0.12	S
Error	0,000000236	8	0,000000030			
Total	0,000000261	9	0,000000029			

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

Con un F_o (0,85) mayor a F_α (0,12) se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna del método de ANOVA lo que nos indica para los métodos de calibración su media en el espesor son diferente.

Para una mejor análisis e interpretación de los datos se establece el uso de la ilustración 20-4 donde nos indica la relación entre el método y el diámetro.

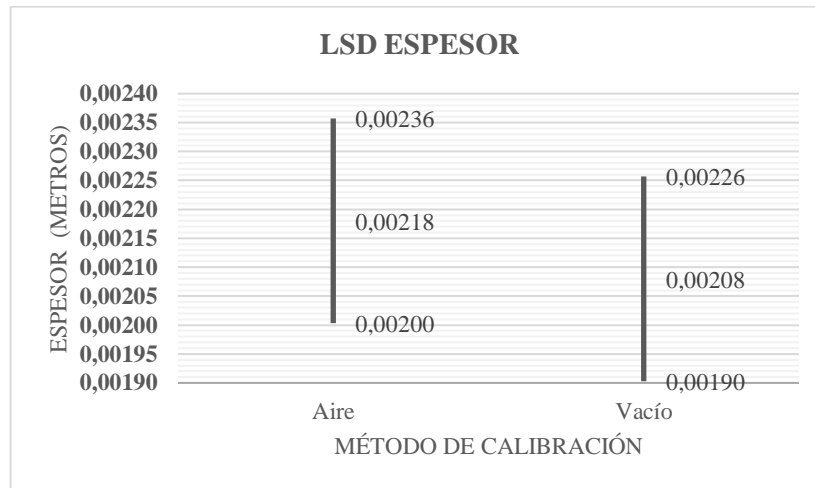


Ilustración 20-4: LSD en el análisis del espesor

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

El resultado obtenido nos indica que al tener un F_o mayor que F_α , lo que nos presenta una diferencia significativa. La ilustración 19-4 de la varianza en conjunto con la ilustración 20-4 nos señala que método de calibración por vacío es el que mantiene su rango de 0,0226 m a 0,0019 m con un promedio de 0,0208 m; cuyos valores están mejor ubicados dentro del rango establecido por la empresa ($0,002\text{m} \pm 0,0002\text{ m}$) teniendo una mejor calidad de datos en el nuevo método de calibración.

4.5.4. Análisis Método- Peso

Planteamiento de la hipótesis para la selección basado en la prueba de ANOVA

- **Hipótesis Nula (H_o):** Existe una diferencia en los tratamientos empleados (métodos de calibración por aire y vacío), por lo que sus las medias no son iguales (peso).

$$H_o \rightarrow \mu_1 \neq \mu_2$$

- **Hipótesis Alternativa (H_a):** No existe una diferencia en los tratamientos empleados (métodos de calibración por aire y vacío), por lo que sus medias son iguales (peso).

$$H_a \rightarrow \mu_1 = \mu_2$$

Análisis del peso de los rollos de manguera

Para obtener el peso de los rollos se estimó en base de cálculos de volumen conjunto con la densidad media para el tipo de manguera Fortiflex; contando con las características principales como es el diámetro, espesor de la pared manteniendo longitud de 100 metros de largo para todos los rollos como se muestra en las siguientes tablas

Tabla 6-4: Densidad de la formula manguera Fortiflex

Fórmula para manguera Fortiflex ½”	
Material	Densidad (kg/cm^3)
HDPE	0,000962
LDPE 1	0,000885
LDPE 2	0,000800
LDPE 3	0,000789
Densidad promedio	0,000859

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

Cabe resaltar que para la extrusión de las muestras se utilizó la composición en la fórmula para el tipo de manguera Fortiflex, por lo que la formula no es una variable y se asume un valor promedio de $0,000859 kg/cm^3$.

Tabla 7-4: Tabla de muestras para el peso

Muestra	Diámetro externo (m)	Espesor de las paredes (m)	Longitud (m)	Peso del rollo (kg)
Calibración por Aire	0,01965	0,00195	100	9,31
	0,02030	0,00245	100	11,80
	0,02030	0,00225	100	10,96
	0,02045	0,00255	100	12,32
	0,01910	0,00200	100	9,23
Calibración por vacío	0,01940	0,00220	100	10,21
	0,01955	0,00200	100	9,47
	0,01970	0,00210	100	9,97
	0,01950	0,00190	100	9,02
	0,01965	0,00220	100	10,36

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

A partir de las medidas obtenidas de las muestras se pretende establecer cuál de los dos métodos de calibración es el que mantiene el promedio más cerca al intervalo establecido en la normativa de la empresa establecida en la tabla 1-4.

Supuesto de normalidad

Al hacer uso de los datos para un análisis, estos deben ser evaluados con el fin de determinar su comportamiento y aplicar la prueba estadística ANOVA, estos datos deben comportarse con tendencia hacia una distribución normal además de una homogeneidad de varianzas.

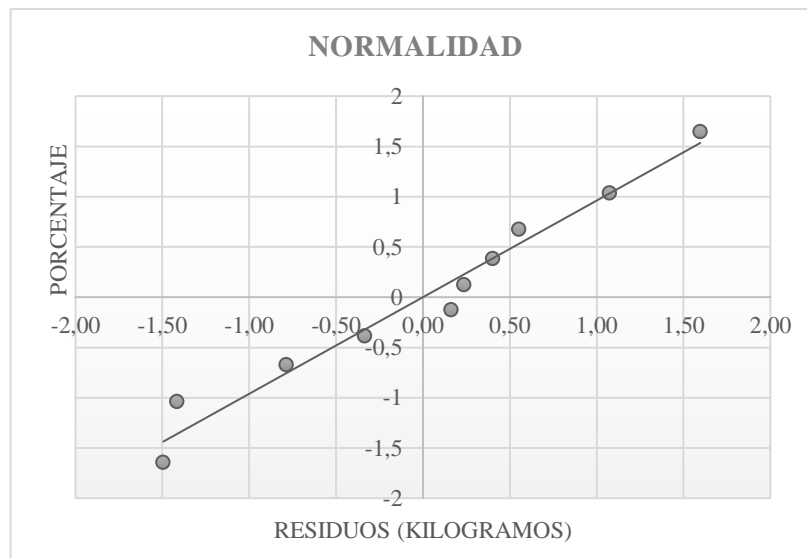


Ilustración 21-4: Normalidad en el análisis del peso

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

En la ilustración 21-4 se observa como los datos al ser analizados mediante la prueba de normalidad Anderson Darling siguen una distribución normal cuyos valores se encuentran distribuidos dentro de sus límites de tendencia; haciendo referencia a que los datos se ajustan a una distribución normal.

Supuesto de homogeneidad de varianza

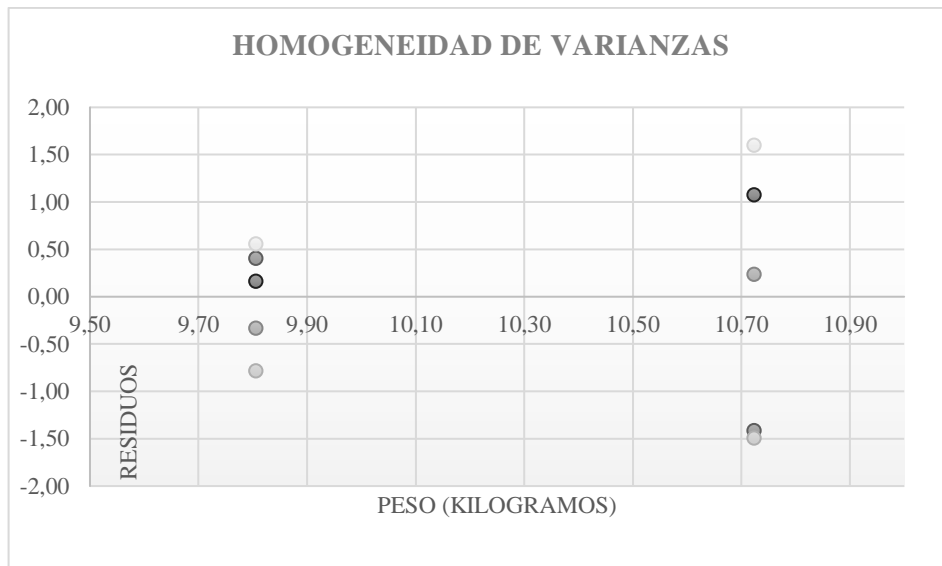


Ilustración 22-4: Homogeneidad en el análisis del peso

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

En la ilustración 22-4 se observa que los intervalos para cada método, a su vez el valor (F_o) de los métodos de comparación es menor al nivel de significancia de 0,05 es decir las variaciones son distintas teniendo una mejor calidad de datos en el nuevo método de calibración.

Cálculo de la tabla ANOVA para el análisis de la presión

Al estar validados los datos se realizó el análisis estadístico ANOVA asumiendo distribución normal con varianzas iguales, para métodos de comprobación de los resultados en Excel donde se encuentra el valor de p con todas sus cifras decimales.

Tabla 8-4: Tabla de ANOVA del análisis del peso

FV	SC	GL	CM	Fo	Fa	CD
Método	2,106	1	2,106	1,83	0,12	S
Error	9,219	8	1,152			
Total	11,326	9	1,258			

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

Entonces como $F_o (1,83)$ es mayor a $F_\alpha (0,12)$ se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna del método de ANOVA por lo que en los métodos de calibración sus medias no son iguales.

Para un mejor análisis e interpretación de los datos se establece el uso de una ilustración 23-4 donde nos indica la relación entre el método y el peso.

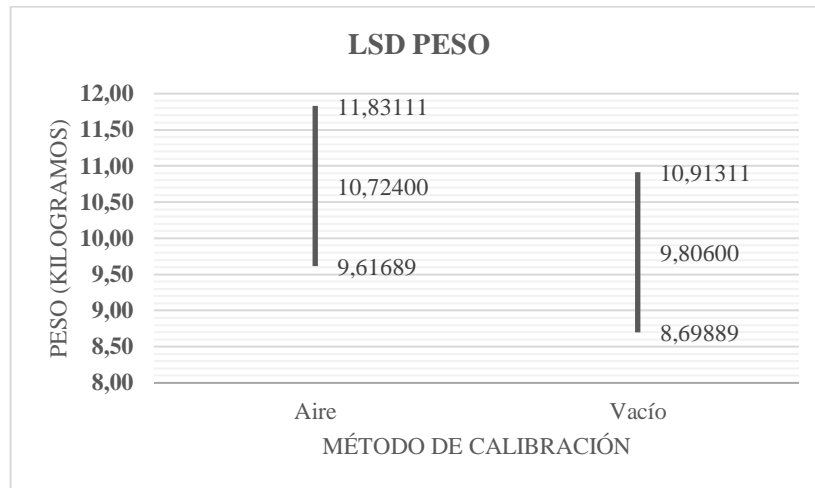


Ilustración 23-4: LSD en el análisis del peso

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

En la interpretación del resultado obtenido al tener un F_o mayor que F_α , lo que nos indica que existe diferencia significativa. La ilustración 22-4 de la varianza en conjunto con la ilustración 23-4 nos indica que método de calibración por vacío es el que mantiene su rango de 10,91 kg a 8,69 kg con un promedio de 9,86 kg; cuyos valores están mejor ubicados dentro del rango establecido por la empresa de $(9,5 \text{ kg} \pm 1 \text{ kg})$ teniendo una mejor calidad de datos en el nuevo método de calibración.

4.5.5. Presión de los rollos

Planteamiento de la hipótesis para la selección basado en la prueba de ANOVA

- **Hipótesis Nula (H_o):** Existe una diferencia en los tratamientos empleados (métodos de calibración por aire y vacío), por lo que sus las medias no son iguales (presión).

$$H_o \rightarrow \mu_1 \neq \mu_2$$

- **Hipótesis Alterna (H_a):** No existe una diferencia en los tratamientos empleados (métodos de calibración por aire y vacío), por lo que sus las medias son iguales (presión).

$$H_a \rightarrow \mu_1 = \mu_2$$

Tabla de datos

A partir de las medidas obtenidas de las muestras por medio un banco de pruebas se pretende establecer cuál de los dos métodos de calibración es el que mantiene el promedio de la presión de rotura más cerca al intervalo establecido en la normativa de la empresa establecida en la tabla 1-4.

Tabla 9-4: Tabla de muestras presión

Muestra	Presión (PSI)
Calibración por Aire	360
	300
	380
	380
	270
Calibración por vacío	280
	290
	290
	270
	280

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

Supuesto de normalidad

Al hacer uso de los datos para un análisis, estos deben ser evaluados con el fin de determinar su comportamiento y aplicar la prueba estadística ANOVA, estos datos deben comportarse con tendencia hacia una distribución normal además de una homogeneidad de varianzas.

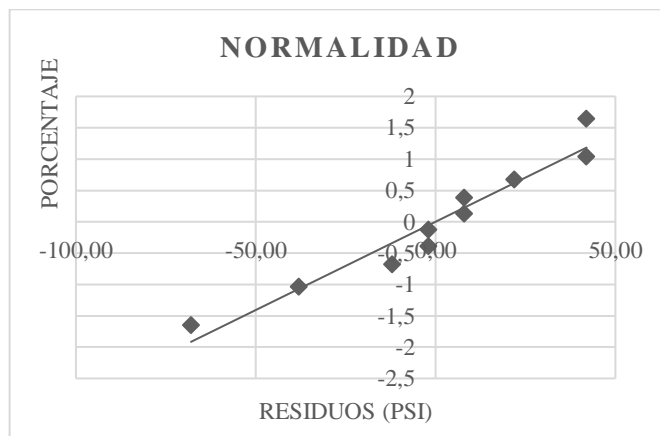


Ilustración 24-4: Normalidad en el análisis Método - Presión

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

En la ilustración 24-4 se observa como los datos al ser analizados mediante la prueba de normalidad Anderson Darling siguen una distribución normal cuyos valores se encuentran distribuidos dentro de sus límites de tendencia; haciendo referencia a que los datos se ajustan a una distribución normal.

Supuesto de homogeneidad de varianza

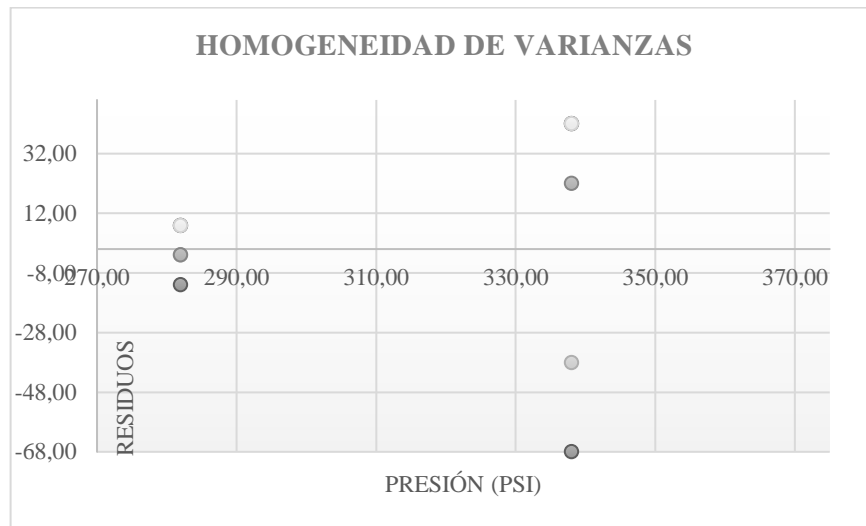


Ilustración 25-4: Homogeneidad en el análisis de la presión

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

En la ilustración 25-4 se observa que los intervalos para cada método, a su vez el valor (F_0) de los métodos de comparación es menor al nivel de significancia de 0,05 es decir las variaciones son distintas teniendo una mejor calidad de datos en el nuevo método de calibración.

Cálculo de la tabla ANOVA para el análisis del espesor

Al estar validados los datos se realizó el análisis estadístico ANOVA asumiendo distribución normal con varianzas iguales, para métodos de comprobación de los resultados en Excel donde se encuentra el valor de p con todas sus cifras decimales.

Tabla 10-4: Tabla de ANOVA para el análisis de la presión

FV	SC	GL	CM	Fo	Fa	CD
Método	7840,00	1	7840,00	6,05	0,12	S
Error	10360,00	8	1295,00			
Total	18200,00	9	2022,22			

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

Entonces como F_o (0,85) es mayor a F_a (0,12) se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna del método de ANOVA por lo que para uno de los dos métodos de calibración su media no es igual.

Para una mejor análisis e interpretación de los datos se establece el uso de una ilustración 26-4 la cual nos indica la relación entre el método y el diámetro.

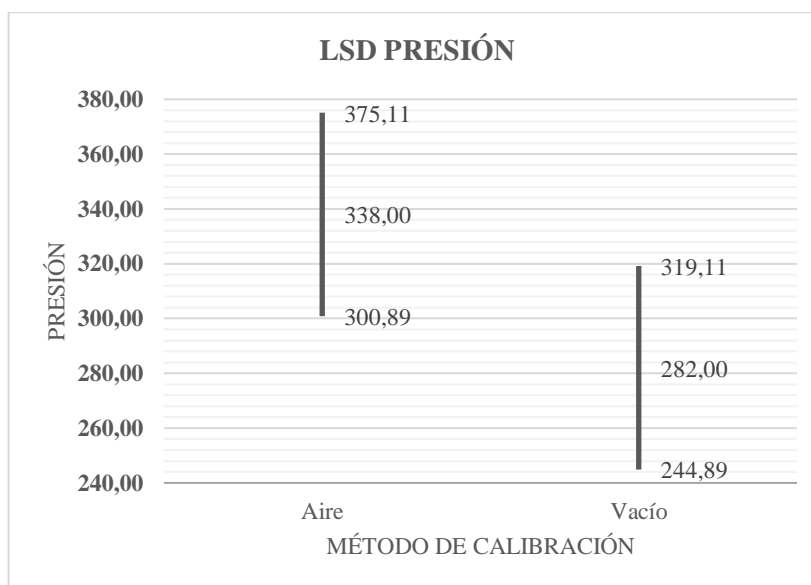


Ilustración 26-4: LSD en el análisis de la presión

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

Para la interpretación del resultado obtenido a pesar de tener un F_o mayor que F_a , lo que nos indica que existe diferencia significativa. La ilustración 25-4 de la varianza en conjunto con la ilustración 26-4 nos indica que método de calibración por vacío es el que mantiene su rango de 319,11 psi a 244,89 psi con un promedio 282,00 psi; cuyos valores están mejor ubicados dentro del rango establecido por la empresa de (285 PSI \pm 47,5 PSI)

Cave detallar que por la reducción de la variación en el diámetro y espesores del segundo método la presión tiende a bajar lo cual se traduce en un mejor dimensionamiento en los rollos de manguera.

4.6. Análisis de producción para cada método

Con los datos obtenidos además en conjunto de la observación de la extrusión actual se puede concluir que el método de calibración por aire es deficiente a la hora de fijar las dimensiones de los rollos de manguera como son el diámetro y espesores de la manguera; por lo que ocasiona que se utilice mayor cantidad de materia prima como se observa en la ilustración 27-4.

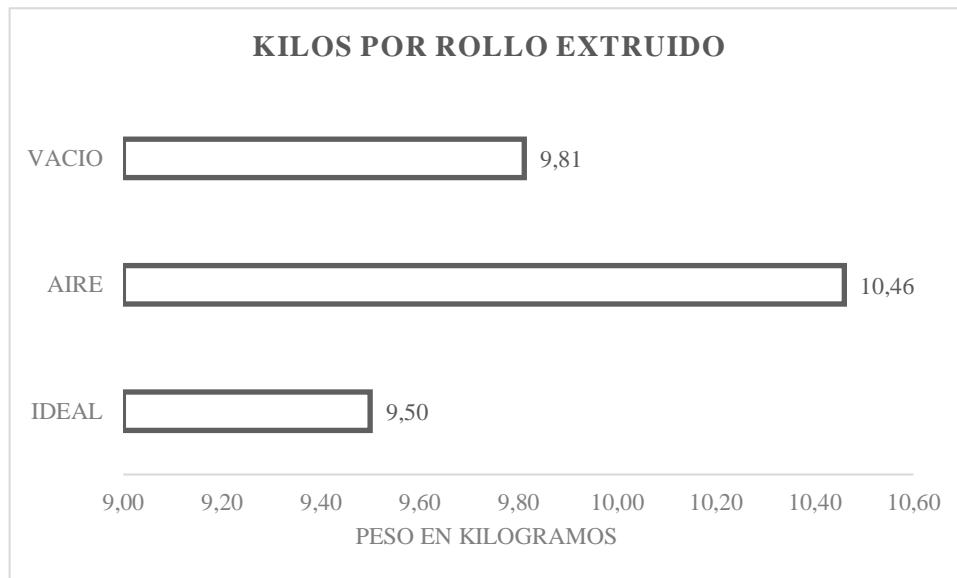


Ilustración 27-4: Comparación de métodos

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

Por lo que en la comparación final el método de calibración por vacío donde las dimensiones están más cercanas a los promedios establecidos, lo que ocasiona un ahorro en materia prima de alrededor del 6,22 % en cada rollo de manguera producido mejorando la producción, anualmente con una cantidad de 7000 rollos extruidos la empresa puede llegar a un ahorro de alrededor de 4 toneladas de polietileno cave recalcar el análisis se realizó solo para el tipo de manguera Fortiflex 1/2” de 98 psi.

Tabla 11-4: Análisis de peso-cantidad de materia prima

Método	Peso promedio (kg)			
	Por unidad	De 583 unidades (mensual)	De 6996 unidades (anual)	Exceso por unidad (anual)
Calibración por Aire	10,46	6098,18	73178,16	6752,16
Calibración por vacío	9,81	5719,23	68630,76	2204,76
Calibración Ideal	9,50	5538,5	66,26	-

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

Cabe mencionar también que en la calibración por aire la presión de rotura es mayor al método de calibración por vacío, esto se debe a que al tener espesores más altos en las paredes esta sea más resistente lo que no es recomendable ya que un mayor espesor implica que se utilizó mayor cantidad de materia prima aumentando el coste de producción.

4.6.1. Medidas adicionales

A través del porcentaje estimado del 6,22% se puede pronosticar las toneladas de materia prima que se pueden ahorrar para las mangueras más comerciales como se muestra a continuación.

Tabla 12-4: Predicción de ahorro

Medida	Presión (psi)	Estimación toneladas anuales	
		Vendidas	Ahorradas
1"	65	80 286	4 993,79
½ "	105	42 862	2 728,22
¾ "	90	47 273	2 940,30

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

4.7. Análisis de costo y presupuesto

4.7.1. Costos

Son aquellos que influyeron directamente en la construcción del tanque de calibración, teniendo en cuenta las actividades específicas realizadas en toda la fase de construcción como la mano de obra, materia prima además de los equipos, como se detalla de forma general en la tabla 13-4, para un mejor detalle revisar los anexos.

Tabla 13-4: Presupuesto para el tanque de calibración

DETALLES	TOTAL
Materiales	
Perfil y estructura	\$ 737,25
Pernos	\$ 15,60
Sellos	\$ 30,00
Accesorios	\$ 54,20
Pintura y otros	\$ 66,60
Bomba de vacío	\$ 560,0
Subtotal	\$ 1463,65
Transporte	\$ 40,00
Mano de obra	\$ 120,00
Taller	\$ 100,00
Subtotal	\$ 260,00
Total	\$ 1723,65

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

4.7.2. Depreciación

La depreciación se realiza considerando el largo de su vida útil de 10 años como se marca en (Ley de Reforma Tributaria, 2019), con una tasa de depreciación al 10% anual sobre el coste total de la máquina.

4.7.3. VAN (Valor actual neto)

El valor actual neto, el cual se utiliza como un indicador con el cual se determina que un proyecto sea viable; considerando los flujos que podrían obtenerse en un futuro para considerarlos en el presente.

Tabla 14-4: Tabla VAN

AÑOS	INVERSIÓN	UTILIDAD NETA	DEPRECIACIÓN	FLUJO CAJA NETO	VALORES PRESENTES	VAN
	1723,65					164586,98
1		40048,57	118,37	40166,93	34671,50	
2		46164,17	118,37	46282,53	34484,58	
3		52279,66	118,37	52398,02	33699,76	
4		58395,26	118,37	58513,62	32484,25	
5		64510,86	118,37	64629,22	30970,53	
					166310,63	

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

El proyecto establecido para 5 años es mayor que 0, por lo que es viable la construcción del tanque de calibración por vacío.

4.7.4. TIR (Tasa interna de retorno indicador)

La tasa interna de retorno es un indicador; el cual pronostica si el proyecto es rentable para invertir lo que representa un porcentaje de viabilidad del proyecto.

Tabla 15-4: Tabla TIR

AÑOS	INVERSIÓN	UTILIDAD NETA
	1723,65	
1		40048,57
2		46164,17
3		52279,66
4		58395,26
5		64510,86
	TIR	2345,47%

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

Con un valor de 2345,47% nos indica que el proyecto es rentable, por lo que es una inversión factible.

4.7.5. PRI (Periodo de recuperación de la inversión)

Periodo de recuperación de la inversión este indicador nos da un tiempo estimado para recuperar la inversión realizada.

Tabla 16-4: Tabla PRI

AÑOS	INVERSIÓN	FLUJO CAJA NETO	VAN	ACTUA-ACUM
	1723,65			
1		40048,57	34671,50	32947,85
2		46164,17	34484,59	67432,44
3		52279,66	33699,76	101132,20
4		58395,26	32484,25	133616,45
5		64510,86	30970,54	164586,99

Fuente: ICOPLAST, 2022

Realizado por: Asqui Danilo, 2022

Al ser una maquinaria de relativo bajo costo de inversión, el PRI nos indica que en el transcurso del primer año el precio será amortizado.

4.7.6. Beneficio costo

El beneficio costo nos indica cuánto se recupera por cada dólar que se invierte cual es el retorno

$$\text{Beneficio costo} = \text{flujo de caja neto/inversion} \quad (5-4)$$

$$\text{Beneficio costo} = \frac{40048,57}{1723,65}$$

$$\text{Beneficio costo} = 23,23$$

Por cada dólar invertido se va a recuperar 23,23 dólares.

CONCLUSIONES

- Se pudo observar mediante el análisis estadístico que el método de calibración de vacío resulta ser más eficiente en las pruebas realizadas a la manguera de tipo Fortiflex de ½” para 98 psi; obteniendo valores más cercanos a los estándares de calidad de la empresa con la calibración por aire teniendo una menor variación en el diámetro externo y el espesor de los rollos; reduciendo de esta forma el peso final resultan; en cambio al reducir el espesor en las paredes la resistencia a la presión de rotura se redujo a valores aun dentro de las tolerancias establecidas.
- Para evitar la alteración en la línea de extrusión, se precautelo conservar las dimensiones establecidas en los tanques anteriores; conservando la longitud final de línea de extrusión; mediante la revisión de información disponible sobre las características de la línea se adaptó a los requisitos necesarios en la empresa con el fin de la evitar desperdicios o excesos durante la construcción; esto a través de la utilización de softwares de diseño y simulación como fue SolidWorks.
- Comparando los dos métodos de calibración que se aplica en la empresa, en la manguera tipo Fortiflex de ½ “para 98 psi; conservando la misma fórmula para que sus únicas variables fueran las características a estudiar en este proyecto de integración se determinó mediante las muestras obtenidas de cada proceso; un ahorro de 0,65 kg de materia prima (polietileno) por cada rollo extruido lo que representa un 6,22% de materia prima empleada en cada rollo lo que resulta en una cantidad cerca de 4 toneladas anualmente solo en la manguera mencionada.
- Para terminar, se evidencia la eficacia que presenta el método de calibración por vacío en comparación del método antes utilizado; reduciendo la variabilidad en el diámetro externo, espesor y presión de rotura centrándolos más cercanos a los estándares manejados por la empresa; estos resultados se traducen en un mejor aprovechamiento del uso de la materia además de un ahorro en cada rollo extruido.
- A través de un análisis de costo, aplicado a la producción de la extrusora 1 en mangueras Fortiflex de ½” para 98 psi, siendo esta medida la más comercial por sus 7 000 rollos vendidos anualmente; se estimó un VAN positivo en conjunto con un TIR cuyo valor es 2 345,47%, estos indicadores nos proyectan la viabilidad en la construcción del tanque de calibración; con un periodo de recuperación ubicado dentro del primer año de producción.

RECOMENDACIONES

- En la recolección de datos para el análisis estadístico se recomienda que pase un periodo de climatización desde la implementación hasta la toma de datos, garantizando con esto que el extrusor pudo adaptarse al nuevo método de calibración configurando los parámetros hasta llegar a un buen desempeño en el proceso de extrusión; consiguiendo con esto datos de mejor calidad para realizar el análisis estadístico.
- Se debe considerar para los procesos de extrusión al modificarse una característica de la línea, la recalibración en los parámetros antes usados es lo más aconsejable con el fin de encontrar un equilibrio en el proceso; concentrándonos en los calibradores macho y hembra que conforman el troquel estableciendo un diámetro mayor que compense la posterior solidificación del material termoplástico.
- Para un mejor control en el proceso de extrusión, la estandarización del proceso es una herramienta que aportara a una producción más homogénea, con la cual los indicadores nos aportasen un número de unidades más cercano a la producción real los turnos de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

ANDRÉS J. y ROSERO G., Maquina tensora y tina de enfriamiento para la fabricación de mangueras con plástico reciclado [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Ibarra, Ecuador. 2017. pp. 12-17. [Consulta 2 mayo 2022] Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7161>

LEONARDO ANTONIO., Diseño de un sistema Automatizado de Elaboracion de Pasta Fina Cárnica Mediante el Uso del OLC S7-1200 y TP900 Confort, para Optimizar el proceso cumpliendo normas HACCP [En línea] (Trabajo de titulación)(Ingeniería). Universidad Católica, Guayaquil, Ecuador. 2021. pp.1-125 [Consulta 2 junio 2022] Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/17211>

DADON JOSE, *Calor y Temperatura en Cuerpos Lenticos* [blog]. [Consulta 9 Agosto 2022], Disponible en: <http://www.ecologiamarina.com.ar/down/calor.pdf>.

DIPAC., *Productos de acero* [blog]. [Consulta 3 julio 2022], Disponible en: <https://dipacmanta.com/wp-content/uploads/2022/07/Catalogo-actualizado-JULIO-2022.pdf-3.pdf>.

DIRSCHERL J., *Bombas de Vacío* [blog]. [Consulta: 3 julio 2022]. Disponible en: <https://www.sterlingsihi.com/cms/es/Spain/home/navegacion-rapida/descargas/catalogos-de-productos/bombas-de-vacio.html#top>.

GOFF J., WHELAN T. y DELANEY D., *The Dynisco Extrusion Processors Handbook* [en línea]. Segunda edición. Dolni Bečva-Chequia: Dynisco, 2015. [Consulta: 16 mayo 2022] Disponible en: https://www.dynisco.com/userfiles/files/27429_Legacy_Txt.pdf

ICOPLAST., *Mangera Flexiriego 1/2" 98 PSI 100 Metros* [blog]. [Consulta: 12 octubre 2022]. Disponible en: <http://icoplast.com.ec/index.php/producto/mangera-flexiriego-1-2-98-psi-100-metros/>.

INEN-ISO 9080. *Sistemas de canalización y conducción en materiales plásticos. Determinación de la resistencia hidrostática a largo plazo de materiales termoplásticos en forma de tuberías mediante extrapolación.*

INEN 1744. *Tubos de polietileno para conducción de agua a presión.*

IVÁN ROCA., Estudio de las propiedades y aplicaciones industriales del polietileno de alta densidad (PEAD) [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Universidad de San Carlos, Ciudad de Guatemala, Guatemala. 2005. pp. 24-31. [Consulta: 13 mayo 2022] Disponible en: <http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.Journalarchive/materia1994/44.24?from=CrossRef>.

LEY 41, *Ley de reforma tributaria.*

MALES CASTAÑEDA, I., Análisis de líneas de pos-extrusión para la fabricación de perfilera y tubería [En línea] (Trabajo de titulación) (Maestría). Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila. 2011. pp. 1- 40. [Consulta: 13 mayo 2022] . Disponible en: https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/388/1/Iris_Candy_Males_Castañeda.pdf.

ANTONIO MARCILLA y MARIBEL BELTRÁN., *Tecnología de Polímeros* [en línea]. Alicante- España: Diazotec S.A. 2012. [Consulta: 17 junio 2022]. Disponible en: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16897/1/TEMA_4_extrusion.pdf.

MARIANO, *Extrusión de materiales plásticos* [blog]. [Consulta: 16 junio 2022]. Disponible en: <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/03/extrusion-de-materiales-plasticos.html>.

MASFEN MAKINA, *Machon de Calibration* [blog]. [Consulta: 17 junio 2022]. Disponible en: <https://www.directindustry.fr/prod/masfen-makina/product-158182-1630392.html>.

NASH, *Bombas de vacío de anillo líquido* [blog]. [Consulta: 3 julio 2022]. Disponible en: <https://www.gardnerdenver.com/es-ec/nash/technologies-by-nash/technology-of-liquid-ring-vacuum-pumps>.

OSWALDO V y MARTINEZ ERNESTO., "*Selección de Sistema de Vacío Utilizando Bombas Tipo Distribuidor Giratorio para Máquina Llenadora de Cerveza*". Revista Tecnológica ESPOL [en línea], (Ecuador) 20(20), pp. 1- 8. [Consulta: 5 septiembre 2022] Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8360/1/Selecci%C3%B3n%20de%20Sistema%20de%20vac%C3%ADo%20utilizando%20bombas%20tipo%20distribuidor.pdf>.

QENOS., *Guía Técnica Extrusión* [en línea], Sidney -Australia: Qenos, 2016 [Consulta: 2 mayo 2022]. Disponible en: [https://www.qenos.com/internet/home.nsf/\(LUImages\)/TG2Extrusion/\\$File/TG2Extrusion.pdf](https://www.qenos.com/internet/home.nsf/(LUImages)/TG2Extrusion/$File/TG2Extrusion.pdf)

QENOS., *Propiedades Generales Termoplasticos* [en línea], Sidney -Australia: Qenos, 2016 [Consulta: 6 mayo 2022]. Disponible en: [https://www.qenos.com/internet/home.nsf/\(LUImages\)/TG1GenProp/\\$File/TG1GenProp.pdf](https://www.qenos.com/internet/home.nsf/(LUImages)/TG1GenProp/$File/TG1GenProp.pdf)

ANEXO C: DISEÑO DEL TANQUE DE CALIBRACIÓN



ANEXO D: ENSAMBLE DEL TANQUE DE CALIBRACIÓN

VISTA ISOMÉTRICA

N.º DE ELEMEN TO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Tina de calibración	Acero ASTM A36	1
2	Tanque frontal	Planchas de acero ASTM A36 de 3 mm	1
3	Tanque posterior	Plancha de acero ASTM A36 de 3 mm	1
4	Estructura	Perfil cuadrado de acero ASTM A36	1
5	Volante de tres brazos	Movilización de la tina	1
6	Bomba de vacío	Bomba de Vacío de anillo líquido	1

N.º Límite: 1 de 12	N.º Hojas: 1	Sustitución:	Codificación: FM-CB-TC-7C-001-02-2022 1107	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL						
Email: denis.asega@esPOCH.edu.ec Teléfono: (0526) 690000			Denominación: TANQUE DE CALIBRACIÓN				Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro
Datos			Nombre	Firma	Fecha	730	± 0,5 (mm)	1:20		
Proyectó			Asega Deniso		2022-11-07					
Dibujó			Asega Deniso		2022-11-07					
Revisó			Ing. Narvaez E.		2022-11-07					
Aprobó			Ing. Narvaez E.		2022-11-07	Materiales: SECON EL DISEÑO				
			Nombre de archivos: Ensamble_tanque_calibración.adapt							

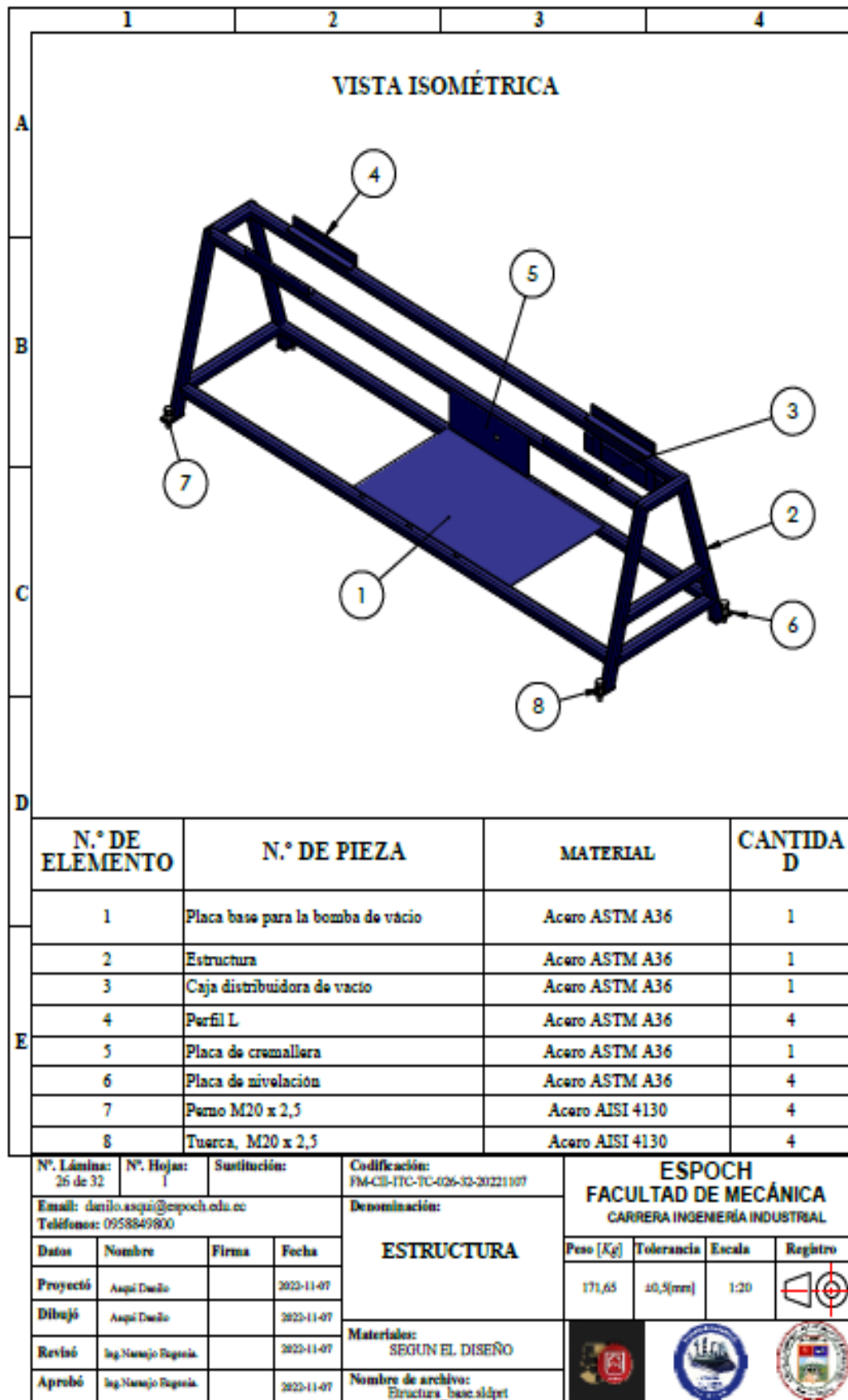
ANEXO E: ENSAMBLE DE LA TINA DE CALIBRACION

	1	2	3	4	5	6	7	8							
A	VISTA EXPLOSIONADA				VISTA ISOMÉTRICA				A						
B									B						
C									C						
D									D						
E									E						
F									F						
1									2	3	4	5	6	7	8

N.º DE ELEMEN TO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Tina	Acero ASTM A36	1
2	Tapa de división	Acero ASTM A36	4
3	Tapa cámaras de vacío	Acero ASTM A36	2
4	Sello goma	Goma EVA	2
5	Tapa cámara 1 de vacío	Acero ASTM A36	1
6	Tapa cámara 2 de vacío	Acero ASTM A36	1
7	Brida	Acero ASTM A36	6
8	Sello brida	Goma SBR	5
9	Base seguro visagras	Acero ASTM A36	4
10	Seguro de las tapas de vacío	Acero ASTM A36	6
11	Arandela plana 8 mm	Acero AISI 304	48
12	Perno M8 x 1,25 x 40 mm	Acero 4130	24
13	Tuerca M8 x 1,25	Acero 4130	24

N.º Láminas: 2 de 32	N.º Hojas: 1	Sustitución:	Codificación: FM-CI-TC-TC-002-12-20221107	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL								
Email: darilo.asqui@esPOCH.edu.ec Teléfono: 0958843800			Denominación: TINA DE CALIBRACIÓN		<table border="1"> <tr> <th>Peso [Kg]</th> <th>Tolerancia</th> <th>Escala</th> <th>Registro</th> </tr> <tr> <td>470,4</td> <td>±0,5 (mm)</td> <td>1:20</td> <td></td> </tr> </table>	Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro	470,4	±0,5 (mm)	1:20
Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro									
470,4	±0,5 (mm)	1:20										
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales: SEGUN EL DISEÑO								
Proyectó	Asqui Danilo		2022-11-07									
Dibujó	Asqui Danilo		2022-11-07									
Revisó	Ing. Navejo E.		2022-11-07									
Aprobó	Ing. Navejo E.		2022-11-07	Nombre de archivo: Ensamble_tina.sldprt								

ANEXO F: ENSAMBLE DE LA ESTRUCTURA



ANEXO G: ENSAMBLE PARA LAS TAPAS DE LAS CÁMARAS

	1	2	3	4																																																									
A	VISTA EXPOSIONADA																																																												
B																																																													
C																																																													
D																																																													
E	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">N.º DE ELEMENTO</th> <th style="width: 40%;">N.º DE PIEZA</th> <th style="width: 40%;">MATERIAL</th> <th style="width: 10%;">CANTIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Tapa</td> <td>Acero ASTM A36</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Seguro</td> <td>Acero ASTM A36</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Visagra</td> <td>Acero ASTM A36</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Sello de vacío</td> <td>Caucho sintético 5 mm</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </tbody> </table>	N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD	1	Tapa	Acero ASTM A36	1	2	Seguro	Acero ASTM A36	3	3	Visagra	Acero ASTM A36	2	4	Sello de vacío	Caucho sintético 5 mm	1																																								
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD																																																										
1	Tapa	Acero ASTM A36	1																																																										
2	Seguro	Acero ASTM A36	3																																																										
3	Visagra	Acero ASTM A36	2																																																										
4	Sello de vacío	Caucho sintético 5 mm	1																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Nº. Lámina: 10 de 32</td> <td style="width: 15%;">Nº. Hojas: 1</td> <td style="width: 15%;">Sustitución:</td> <td style="width: 15%;">Codificación: FM-CII-ITC-TC-010-32-20221107</td> <td colspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL </td> </tr> <tr> <td colspan="4">Email: danilo.esqui@esPOCH.edu.ec Teléfono: 09538849800</td> <td colspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> Denominación: TAPA DE LACAMARA DE VACIO I </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Datos</td> <td style="text-align: center;">Nombre</td> <td style="text-align: center;">Firma</td> <td style="text-align: center;">Fecha</td> <td style="text-align: center;">Peso [Kg]</td> <td style="text-align: center;">Tolerancia</td> <td style="text-align: center;">Escala</td> <td style="text-align: center;">Registro</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Proyectó</td> <td style="text-align: center;">Aspi Daeilo</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2022-11-07</td> <td style="text-align: center;">30,65</td> <td style="text-align: center;">±0,5(mm)</td> <td style="text-align: center;">1:10</td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Dibujó</td> <td style="text-align: center;">Aspi Daeilo</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2022-11-07</td> <td colspan="4" rowspan="3" style="text-align: center;"> Materiales: SEGUN DE DISEÑO </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Revisó</td> <td style="text-align: center;">Ing. Nerejo Eguela</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2022-11-07</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Aprobó</td> <td style="text-align: center;">Ing. Nerejo Eguela</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2022-11-07</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td colspan="4" style="text-align: center;"> Nombre de archivo: TTV1.sldprt </td> </tr> </table>		Nº. Lámina: 10 de 32	Nº. Hojas: 1	Sustitución:	Codificación: FM-CII-ITC-TC-010-32-20221107	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL				Email: danilo.esqui@esPOCH.edu.ec Teléfono: 09538849800				Denominación: TAPA DE LACAMARA DE VACIO I				Datos	Nombre	Firma	Fecha	Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro	Proyectó	Aspi Daeilo		2022-11-07	30,65	±0,5(mm)	1:10		Dibujó	Aspi Daeilo		2022-11-07	Materiales: SEGUN DE DISEÑO				Revisó	Ing. Nerejo Eguela		2022-11-07	Aprobó	Ing. Nerejo Eguela		2022-11-07					Nombre de archivo: TTV1.sldprt							
Nº. Lámina: 10 de 32	Nº. Hojas: 1	Sustitución:	Codificación: FM-CII-ITC-TC-010-32-20221107	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL																																																									
Email: danilo.esqui@esPOCH.edu.ec Teléfono: 09538849800				Denominación: TAPA DE LACAMARA DE VACIO I																																																									
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro																																																						
Proyectó	Aspi Daeilo		2022-11-07	30,65	±0,5(mm)	1:10																																																							
Dibujó	Aspi Daeilo		2022-11-07	Materiales: SEGUN DE DISEÑO																																																									
Revisó	Ing. Nerejo Eguela		2022-11-07																																																										
Aprobó	Ing. Nerejo Eguela		2022-11-07																																																										
				Nombre de archivo: TTV1.sldprt																																																									

ANEXO H: ENSAMBLE DEL SEGURO PARA LAS TAPAS

		1		2		3		4		
A										
B										
C										
D										
		E								
N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA		DESCRIPCIÓN		CANTIDAD				
1		Base para seguro		Acero ASTM A36		1				
2		Perno M10 x 1,5 x 25 mm		Acero 4130		2				
3		Perno M10 x 1,5 x 16 mm		Acero 4130		2				
4		Arandela plana 10 mm		Acero AISI 304		4				
5		Tuerca M10		Acero 4130		4				
6		Base del seguro		Acero ASTM A36		1				
7		Seguro de camioneta		Segun el diseño		1				
N.º Lámina: 19 de 32		N.º Hoja: 1		Sustitución:		Codificación: FM-CII-ITC-TC-019-32-20221107		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL		
Email: danilo.asqui@esPOCH.edu.ec Teléfono: 0958849800				Denominación: SEGURO PARA LAS TAPAS		Peso [Kg]: 1,7				Tolerancia: ±0,5[mm]
Datos		Nombre		Firma		Fecha		Escala: 1:2		
Proyectó		Asqui Danilo				2022-11-07		Registro: 		
Dibujó		Asqui Danilo				2022-11-07				
Revisó		Ing. Marcelo Espinosa				2022-11-07				
Aprobó		Ing. Marcelo Espinosa				2022-11-07				
				Materiales: SEGUN EL DISEÑO		Nombre de archivo: Base de seguros.sldprt				

ANEXO I: ENSAMBLE DE LAS VISAGRAS

		1	2	3	4																																								
A																																													
B																																													
C																																													
D																																													
E	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N.º DE ELEMENTO</th> <th>N.º DE PIEZA</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>CANTIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Base para seguro</td> <td>Acero ASTM A36</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Perno M10 x 1,5 x 25 mm</td> <td>Acero 4130</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Base de la visagra</td> <td>Acero ASTM A36</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Arandela plana 10 mm</td> <td>Acero AISI 304</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Arandela plana 12 mm</td> <td>Acero AISI 304</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Tuerca M10 x 1,5</td> <td>Acero 4130</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Tuerca M12 x 1,75</td> <td>Acero 4130</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Perno M12 x 1,75 x 60 mm</td> <td>Acero 4130</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	1	Base para seguro	Acero ASTM A36	1	2	Perno M10 x 1,5 x 25 mm	Acero 4130	2	3	Base de la visagra	Acero ASTM A36	1	4	Arandela plana 10 mm	Acero AISI 304	2	5	Arandela plana 12 mm	Acero AISI 304	2	6	Tuerca M10 x 1,5	Acero 4130	2	7	Tuerca M12 x 1,75	Acero 4130	1	8	Perno M12 x 1,75 x 60 mm	Acero 4130	1								
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD																																										
1	Base para seguro	Acero ASTM A36	1																																										
2	Perno M10 x 1,5 x 25 mm	Acero 4130	2																																										
3	Base de la visagra	Acero ASTM A36	1																																										
4	Arandela plana 10 mm	Acero AISI 304	2																																										
5	Arandela plana 12 mm	Acero AISI 304	2																																										
6	Tuerca M10 x 1,5	Acero 4130	2																																										
7	Tuerca M12 x 1,75	Acero 4130	1																																										
8	Perno M12 x 1,75 x 60 mm	Acero 4130	1																																										
<table border="1"> <tr> <td>N.º. Lámina: 22 de 32</td> <td>N.º. Hojas: 1</td> <td>Sustitución:</td> <td>Codificación: FM-CB-ITC-TC-022-32-20221107</td> <td colspan="4" rowspan="2" style="text-align: center;"> ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL </td> </tr> <tr> <td colspan="3">Email: darilo.asqui@esPOCH.edu.ec Teléfono: 0958849800</td> <td>Denominación: BASE PARA LA VISAGRA</td> <td>Peso [Kg]</td> <td>Tolerancia</td> <td>Escala</td> <td>Registro</td> </tr> <tr> <td>Datos</td> <td>Nombre</td> <td>Firma</td> <td>Fecha</td> <td colspan="4" rowspan="4" style="text-align: center;"> Materiales: SEGUN EL DISEÑO </td> </tr> <tr> <td>Proyectó</td> <td>Asqui Darilo</td> <td></td> <td>2022-11-07</td> </tr> <tr> <td>Dibujó</td> <td>Asqui Darilo</td> <td></td> <td>2022-11-07</td> </tr> <tr> <td>Revisó</td> <td>Ing. Naranjo Eugenia</td> <td></td> <td>2022-11-07</td> </tr> <tr> <td>Aprobó</td> <td>Ing. Naranjo Eugenia</td> <td></td> <td>2022-11-07</td> <td colspan="4" style="text-align: center;"> Nombre de archivo: Base seguro visagra.sldprt </td> </tr> </table>		N.º. Lámina: 22 de 32	N.º. Hojas: 1	Sustitución:	Codificación: FM-CB-ITC-TC-022-32-20221107	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL				Email: darilo.asqui@esPOCH.edu.ec Teléfono: 0958849800			Denominación: BASE PARA LA VISAGRA	Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro	Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales: SEGUN EL DISEÑO				Proyectó	Asqui Darilo		2022-11-07	Dibujó	Asqui Darilo		2022-11-07	Revisó	Ing. Naranjo Eugenia		2022-11-07	Aprobó	Ing. Naranjo Eugenia		2022-11-07	Nombre de archivo: Base seguro visagra.sldprt			
N.º. Lámina: 22 de 32	N.º. Hojas: 1	Sustitución:	Codificación: FM-CB-ITC-TC-022-32-20221107	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL																																									
Email: darilo.asqui@esPOCH.edu.ec Teléfono: 0958849800			Denominación: BASE PARA LA VISAGRA					Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro																																		
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales: SEGUN EL DISEÑO																																									
Proyectó	Asqui Darilo		2022-11-07																																										
Dibujó	Asqui Darilo		2022-11-07																																										
Revisó	Ing. Naranjo Eugenia		2022-11-07																																										
Aprobó	Ing. Naranjo Eugenia		2022-11-07	Nombre de archivo: Base seguro visagra.sldprt																																									

ANEXO J: LISTA DE MATERIALES

DETALLE DE PRODUCTO	CANT.	UN. MEDIDA	PVP. UNT.	TOTAL
PERFIL Y ESTRUCTURA				
PLANCHAS DE ACERO NEGRO 3 MM x 1.22 M x 2.44 M	2,5	UDS		\$ 107,98
PLANCHA 1M X 1M X 5MM	1	UDS		\$ 179,98
TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO 50 MM X 3 MM	3	TUBOS		\$ 43,12
ÁNGULO 50 MM X 3 MM	1,5	m		\$ 19,38
PLANCHA DE 10 MM 0.74 M x 0,88 M	1	UDS		\$ 374,87
TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO 20 MM X 3 MM	3	m		\$ 11,92
SUBTOTAL				\$ 737,25
		Peso (libras)	Precio por libra	Total
PERNOS		6,32620	1,6	\$ 10,12
TUERCAS		2,04412	1,7	\$ 3,48
ARANDELAS		2,00515	1	\$ 2,01
SUBTOTAL				\$ 15,60
SELLOS				
PLANCHA DE CAUCHO PARA SELLOS DE BRIDAS 5 MM	1	UDS	si hay	
PLANCHA DE CAUCHO EVA 10 MM 0.95M X 0.80 M	1	UDS	15	\$ 15,00
PLANCHA DE CAUCHO SINTETICO 5 MM 70 CM x 180 CM	1	UDS	15	\$ 15,00
SUBTOTAL				\$ 30,00
ACCESORIOS				
UNION GALVANIZADA 1/2"	3	UDS	0,4	\$ 1,20
UNION GALVANIZADA 1 1/2"	5	UDS	0,7	\$ 3,50
UNION GALVANIZADA 3/4"	8	UDS	0,5	\$ 4,00
SEGUROS PARA COMPUERTA DE CAMIONETAS	6	UDS	6,5	\$ 39,00
NEPLO GALVANIZADO DE 1/2" X 30 MM	2	UDS	0,4	\$ 0,80
REDUCCION GALVANIZADA DE 1/4" A 1/2"	1	UDS	0,7	\$ 0,70
VOLANTE 3 BRAZOS	1	UDS	5	\$ 5,00
PIÑON (PARA CREMALLERA EXISTENTE EN EL TALLER)	1	UDS		\$ -
SUBTOTAL				\$ 54,20
PINTURA Y OTROS				
PINTURA ANTICORROSIVA ESMALTE AZUL ELECTRICO	2	LITRO	5	\$ 10,00
PINTURA ANTICORROSIVA ESMALTE VERDE PASTEL	2	LITRO	5	\$ 10,00
THINNER	1	GAL	6	\$ 6,00
BROCHA 3"	2	UDS	1,5	\$ 3,00
PINTURA BATE PIEDRA	2	LITRO	6	\$ 12,00
ELECTRODOS AGA 6011 1/8 "	2	LIBRA	3,3	\$ 6,60
DISCO DE CORTE AMOLADORA GRANDE	3	UDS	3	\$ 9,00
DISCO PARA PULIR AMOLADORA PEQUEÑA	2	UDS	5	\$ 10,00
SUBTOTAL				\$ 66,60
Bomba de vacio	1	UDS	560	\$ 560,00
			TOTAL	\$ 1.463,65

ANEXO K: PRUEBA DE SEGUROS



ANEXO L: PRUEBA DE PRESIÓN



ANEXO M: TOMA DE DATOS DIAMETROS Y ESPESOR



ANEXO N: PROBETAS DE LOS METODOS DE CALIBRACIÓN



ANEXO O: PROCESO DE MANUFACTURA



ANEXO P: PROCESO DE MANUFACTURA



ANEXO Q: CORRECCIÓN DE TAPAS



ANEXO R: PROBETAS DE LOS METODOS DE CALIBRACIÓN



ANEXO S: VERIFICACIÓN DE LA PRESIÓN



ANEXO T: TANQUE DE CALIBRACIÓN

