



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“ANÁLISIS Y MEJORA DEL SISTEMA DE DESENGRASE DE  
CHAPAS METÁLICAS PARA REDUCIR EL ÍNDICE DE CRÁTERES  
AL FINAL DEL PROCESO ELPO DE LA PLANTA DE PINTURA DE  
CIAUTO”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR**

**JONATHAN ALEXANDER ARCOS BONILLA**

Riobamba - Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“ANÁLISIS Y MEJORA DEL SISTEMA DE DESENGRASE DE  
CHAPAS METÁLICAS PARA REDUCIR EL ÍNDICE DE CRÁTERES  
AL FINAL DEL PROCESO ELPO DE LA PLANTA DE PINTURA DE  
CIAUTO”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR: JONATHAN ALEXANDER ARCOS BONILLA**

**DIRECTORA: Ing. EUGENIA MERCEDES NARANJO VARGAS**

Riobamba - Ecuador

2022

© 2022, Jonathan Alexander Arcos Bonilla

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

Yo, JONATHAN ALEXANDER ARCOS BONILLA, declaro que 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 están 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, 06 de octubre del 2022.


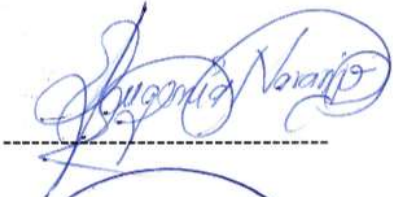
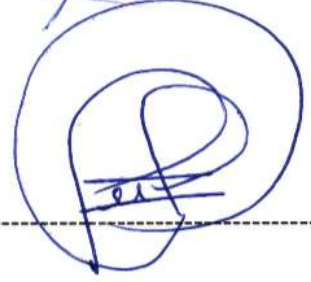


**Jonathan Alexander Arcos Bonilla**

**185047412-1**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECANICA**  
**CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **ANÁLISIS Y MEJORA DEL SISTEMA DE DESENGRASE DE CHAPAS METÁLICAS PARA REDUCIR EL ÍNDICE DE CRÁTERES AL FINAL DEL PROCESO ELPO DE LA PLANTA DE PINTURA DE CIAUTO**, realizado por el señor **JONATHAN ALEXANDER ARCOS BONILLA**, 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.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Daniela Carina Vásconez Núñez, Ph.D <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 -----	2022-10-06
Ing. Eugenia Mercedes Naranjo Vargas <b>DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	 -----	2022-10-06
Ing. Marco Homero Almendariz Puente <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	 -----	2022-10-06

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación le dedico a Dios y al Niño Manuelito por darme salud, y vida. A mi madre Aida por sus consejos de aliento siempre estuvieron para levantarme el ánimo en los momentos más difíciles, mi Padre Patricio por guiarme por el camino del bien y darme fuerzas para cumplir con mi meta propuesta.

*Jonathan*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Escuela Superior politécnica de Chimborazo, a la Carrera de Ingeniería Industrial a todos los docentes y autoridades, por compartirme sus conocimientos y experiencias para mi formación académica.

A la Ing. Eugenia Naranjo y el Ing. Marco Almendariz por aceptar ser director y miembro de mi tema de titulación, guiándome a lo largo de todo el semestre y poder culminar con el mismo.

A la empresa CIAUTO Cia. Ltda. por permitirme realizar mi trabajo de titulación, al Ing. Miguel Ángel Taípe y al Ing. Roberto Soto, que me guiaron e impartieron sus conocimientos en la industria, para sacar adelante mi tema de tesis.

También quiero agradecer de una manera especial a mis padres, hermana y mi familia que fueron una parte especial y que pusieron un granito de arena para conseguir mi título de Ingeniero Industrial.

***Jonathan***

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.3.1. <i>Justificación Teórica</i> .....	3
1.3.2. <i>Justificación metodológica</i> .....	4
1.3.3. <i>Justificación practica</i> .....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. <i>Objetivo General</i> .....	5
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	5

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Proceso de pintura.....	6
2.2. ELPO.....	7
2.3. Fosfatación.....	7
2.4. Chapa metálica.....	7
2.5. Desengrase de chapas metálicas.....	7
2.6. Cubas de desengrase.....	7
2.7. Solución desengrasante.....	8
2.7.1. <i>Agua desmineralizada</i> .....	8



2.7.2.	<i>Bonderite C-AD 1523 S</i> .....	8
2.7.3.	<b>Bonderite C-AK 1523 R</b> .....	8
2.8.	<b>Osmosis Inversa</b> .....	8
2.9.	<b>Separador de aceite</b> .....	9
2.9.1.	<i>Proceso de separación en tanques separadores</i> .....	9
2.9.2.	<i>Propiedades de la solución en el separador de aceite</i> .....	9
2.9.2.1.	<i>Tiempos de residencia</i> .....	9
2.9.2.2.	<i>Viscosidad</i> .....	10
2.9.2.3.	<i>Densidad</i> .....	10
2.9.2.4.	<i>Presión</i> .....	10

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	11
3.1.	<b>Tipo de estudio</b> .....	11
3.2.	<b>Tipo de Investigación</b> .....	11
3.2.1.	<i>Investigación Documental</i> .....	11
3.2.2.	<i>Investigación Descriptiva</i> .....	11
3.2.3.	<i>Investigación de Campo</i> .....	11
3.2.4.	<i>Investigación Exploratoria</i> .....	12
3.3.	<b>Metodología</b> .....	12
3.3.1.	<i>Método Deductivo</i> .....	12
3.3.2.	<i>Método Inductivo</i> .....	12
3.4.	<b>Población</b> .....	12
3.5.	<b>Muestra</b> .....	13
3.6.	<b>Técnica de recolección de información</b> .....	13
3.6.1.	<i>Técnica</i> .....	13
3.6.2.	<i>Instrumento</i> .....	13

### CAPITULO IV

4.	<b>DESARROLLO</b> .....	14
4.1.	<b>Análisis de la situación actual del sistema de desengrase</b> .....	14
4.1.1.	<i>Análisis Causa – Efecto</i> .....	18

4.1.1.1.	<i>Captación de la solución en la cuba</i> .....	18
4.1.1.2.	<i>Caudal de entrada</i> .....	19
4.1.1.3.	<i>Tiempo de residencia del fluido en el equipo</i> .....	19
4.1.1.4.	<i>Agitador</i> .....	20
4.1.1.5.	<i>Temperatura de la solución</i> .....	20
4.1.2.	<b><i>Funcionamiento del separador de aceite en la actualidad</i></b> .....	20
4.1.3.	<b><i>Análisis de eficiencia del separador de aceite</i></b> .....	21
4.1.4.	<b><i>Mejoras del sistema de desengrase</i></b> .....	22
4.1.4.1.	<i>Colocación de mallas en la entrada de la campana de reboce</i> .....	23
4.1.4.2.	<i>Controlar el nivel de la solución en la cuba de desengrase</i> .....	24
4.1.4.3.	<i>Reducir el caudal de entrada al equipo</i> .....	24
4.1.4.4.	<i>Implementación de un timer para controlar el funcionamiento del agitador</i> .....	24
4.1.4.5.	<i>Mantenimientos preventivos en el equipo</i> .....	25
4.1.5.	<b><i>Prueba de funcionamiento</i></b> .....	25
4.1.6.	<b><i>Análisis de la eficiencia del equipo</i></b> .....	27
4.2.	<b>Implementación del sistema de desengrase para la cuba N°1</b> .....	28
4.2.1.	<b><i>Diseño</i></b> .....	28
4.2.2.	<b><i>Construcción</i></b> .....	31
4.2.2.1.	<i>Bandeja de reboce</i> .....	31
4.2.2.2.	<i>Soporte del separador de aceite</i> .....	33
4.2.2.3.	<i>Tanque de desfogue</i> .....	35
4.2.2.4.	<i>Tubería de descarga (FLAUTA)</i> .....	37
4.2.3.	<b><i>Selección de tubería y accesorios</i></b> .....	38
4.2.3.1.	<i>Tubo acero inoxidable</i> .....	38
4.2.3.2.	<i>Manguera</i> .....	38
4.2.3.3.	<i>Flotadores</i> .....	39
4.2.3.4.	<i>Adaptadores a manguera</i> .....	40
4.2.3.5.	<i>Codos</i> .....	40
4.2.3.6.	<i>Unión en Tee</i> .....	41
4.2.3.7.	<i>Neplo</i> .....	41
4.2.3.8.	<i>Reducción bushing</i> .....	42
4.2.3.9.	<i>Universal</i> .....	42
4.2.3.10.	<i>Válvula de bola</i> .....	43
4.2.3.11.	<i>Válvula de globo</i> .....	43

4.2.3.12. <i>Válvula Check</i> .....	44
4.2.3.13. <i>Selección del tipo de bomba</i> .....	44
4.2.3.14. <i>Separador de aceite</i> .....	45
4.2.4. <b>Instalación y montaje del sistema de separación de aceite</b> .....	47
4.2.4.1. <i>Captación de la solución</i> .....	47
4.2.4.2. <i>Separación</i> .....	49
4.2.4.3. <i>Retorno de la solución</i> .....	50
4.2.5. <b>Codificación de las válvulas</b> .....	52
4.2.6. <b>Descripción de los elementos</b> .....	55
4.3. <b>Pruebas de funcionamiento del sistema de desengrase</b> .....	65
4.3.1. <b>Captación de la solución</b> .....	65
4.3.1.1. <i>Nivel de inmersión de la bandeja de reboce en la cuba de desengrase</i> .....	65
4.3.1.2. <i>Posición de las válvulas de bola VB1S1 y VB2S2</i> .....	65
4.3.2. <b>Separación</b> .....	66
4.3.2.1. <i>Posición de las válvulas de compuerta VC1S1 y VC2S2</i> .....	66
4.3.2.2. <i>Nivel de las bandejas de reboce de los separadores de aceite</i> .....	72
4.3.3. <b>Retorno de la solución</b> .....	73
4.3.3.1. <i>Presión de la bomba</i> .....	73
4.3.3.2. <i>Aspersores</i> .....	73
4.4. <b>Manual de funcionamiento</b> .....	74
4.4.1. <i>Puesta en marcha por primera vez</i> .....	74
<b>CONCLUSIONES</b> .....	80
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	81
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-4:</b> Resumen Defectos ECOAT.....	17
<b>Tabla 2-4:</b> Muestras; Drenaje en producción.....	20
<b>Tabla 3-4:</b> Muestras; Drenaje sin producción.....	21
<b>Tabla 4-4:</b> Eficiencia del separador de aceite.....	22
<b>Tabla 5-4:</b> Caudal de entrada al separador de aceite.....	24
<b>Tabla 6-4:</b> Muestra con la implementación del timer en el separador de aceite.....	25
<b>Tabla 7-4:</b> Resultados; Drenaje en una jornada de producción.....	26
<b>Tabla 8-4:</b> Resultados; Drenaje en una jornada sin producción.....	26
<b>Tabla 9-4:</b> Eficiencia; Drenaje cubas apagadas.....	27
<b>Tabla 10-4:</b> Eficiencia; Drenaje cubas encendidas.....	28
<b>Tabla 11-4:</b> Materiales; Soporte del separador de aceite.....	34
<b>Tabla 12-4:</b> Características; Manguera.....	39
<b>Tabla 13-4:</b> Características de la bomba centrífuga.....	45
<b>Tabla 14-4:</b> Codificación de las válvulas del sistema de desengrase.....	53
<b>Tabla 15-4:</b> Descripción de los elementos del sistema de desengrase.....	55
<b>Tabla 16-4:</b> Muestra caudal 3L/min.....	67
<b>Tabla 17-4:</b> Muestra caudal 3,5 L/min.....	67
<b>Tabla 18-4:</b> Muestras caudales 4.2 L/min.....	68
<b>Tabla 19-4:</b> Muestras caudal 5 L/min.....	69
<b>Tabla 20-4:</b> Muestras caudales 5.75 L/min.....	69
<b>Tabla 21-4:</b> Muestras caudal 7 L/min.....	70
<b>Tabla 22-4:</b> Muestras caudal 9 L/min.....	71
<b>Tabla 23-4:</b> Resumen de las muestras.....	72
<b>Tabla 24-4:</b> Manual de funcionamiento del sistema de desengrase; Puesta en marcha por primera vez.....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b>	Diagrama de Procesos Sistema de Fosfato ECOAT .....	6
<b>Figura 1-4:</b>	Diagrama Causa - Efecto; Rendimiento del separador de aceite .....	18
<b>Figura 2-4:</b>	Campana de reboce .....	19
<b>Figura 3-4:</b>	Llave tipo mariposa.....	19
<b>Figura 4-4:</b>	Diagrama Causa - Efecto; Mejoras del sistema de desengrase .....	23
<b>Figura 5-4:</b>	Mallas en la entrada de la campana de reboce .....	23
<b>Figura 6-4:</b>	Nivel de la solución en la cuba .....	25
<b>Figura 7-4:</b>	Posición válvula mariposa .....	26
<b>Figura 8-4:</b>	Diseño del sistema de desengrase .....	30
<b>Figura 9-4:</b>	Bandeja de reboce de la cuba.....	31
<b>Figura 10-4:</b>	Planos bandeja de reboce .....	32
<b>Figura 11-4:</b>	Corte de la lámina de aluminio .....	33
<b>Figura 12-4:</b>	Suelda de los extremos de la bandeja.....	33
<b>Figura 13-4:</b>	Planos soporte .....	34
<b>Figura 14-4:</b>	Soporte .....	35
<b>Figura 15-4:</b>	Tanque de desfogue .....	36
<b>Figura 16-4:</b>	Planos del tanque de desfogue .....	36
<b>Figura 17-4:</b>	Tubería de descarga .....	37
<b>Figura 18-4:</b>	Planos tubería de descarga .....	37
<b>Figura 19-4:</b>	Tubo acero inoxidable.....	38
<b>Figura 20-4:</b>	Manguera .....	39
<b>Figura 21-4:</b>	Flotadores de bronce .....	39
<b>Figura 22-4:</b>	Adaptador a manguera .....	40
<b>Figura 23-4:</b>	Codo.....	40
<b>Figura 24-4:</b>	Unión en Tee.....	41
<b>Figura 25-4:</b>	Neplo.....	41
<b>Figura 26-4:</b>	Bushing .....	42
<b>Figura 27-4:</b>	Universal .....	42
<b>Figura 28-4:</b>	Válvula de bola .....	43
<b>Figura 29-4:</b>	Válvula de globo.....	43
<b>Figura 30-4:</b>	Válvula check.....	44
<b>Figura 31-4:</b>	Bomba centrífuga.....	45

<b>Figura 32-4:</b> Separador de aceite .....	46
<b>Figura 33-4:</b> Características del separador de aceite.....	46
<b>Figura 34-4:</b> Planos perforación de la cuba N°1 .....	47
<b>Figura 35-4:</b> Perforación de la cuba.....	48
<b>Figura 36-4:</b> Colocación de nepllos corridos .....	48
<b>Figura 38-4:</b> Colocación de la manguera .....	49
<b>Figura 39-4:</b> Montaje de los separadores de aceite .....	50
<b>Figura 40-4:</b> Colocación de válvula de globo .....	50
<b>Figura 41-4:</b> Colocación del tanque de desfogue.....	51
<b>Figura 42-4:</b> Colocación de la bomba centrífuga.....	51
<b>Figura 43-4:</b> Colocación de la tubería de retorno .....	52
<b>Figura 44-4:</b> Colocación de la tubería (Flauta) .....	52
<b>Figura 45-4:</b> Captación de la solución .....	65
<b>Figura 46-4:</b> Posición de las válvulas de bola.....	66
<b>Figura 47-4:</b> Nivel de las bandejas de reboce .....	72

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-4:</b> Defectos ECOAT julio 2020 .....	14
<b>Gráfico 2-4:</b> Defectos ECOAT agosto 2020 .....	15
<b>Gráfico 3-4:</b> Defectos ECOAT septiembre 2020 .....	15
<b>Gráfico 4-4:</b> Defectos ECOAT octubre 2020.....	16
<b>Gráfico 5-4:</b> Defectos ECOAT noviembre 2020 .....	16
<b>Gráfico 6-4:</b> Defectos ECOAT diciembre 2020.....	17

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A: MANUAL DE FUNCIONAMIENTO**



## RESUMEN

El presente trabajo de integración curricular denominado “ANÁLISIS Y MEJORA DEL SISTEMA DE DESENGRASE DE CHAPAS METÁLICAS Y REDUCIR EL ÍNDICE DE CRÁTERES AL FINAL DEL PROCESO ELPO DE LA PLANTA DE PINTURA DE CIAUTO”, tuvo como objetivo mejorar el sistema de desengrase de las chapas metálicas, para evitar que se produzcan defectos en las unidades. Para ello se evaluó la cantidad de aceite que existe en las cubas, y el funcionamiento actual del sistema de desengrase, una vez identificados los parámetros que no permitían una correcta separación de aceite se modificaron algunos parámetros como: captación (entrada constante de caudal), separación (mayor tiempo de residencia de la solución en el equipo, temperatura de la solución), además se implementó un nuevo sistema de desengrase únicamente para la cuba N°1, dejando el anterior sistema de desengrase para la cuba N°2. Una vez realizado todos estos cambios se logró obtener dos sistemas de desengrase eficientes, tanto en jornadas de producción y sin producción, la cuba N°1 que tiene un método de captación por bandejas se mantiene funcionando las 24 horas sin la intervención de un operario, por otro lado la cuba N°2 paso de una eficiencia del 27% al 72% en una jornada de producción, y en una jornada sin producción pasó del 59% al 86% de eficiencia, además el tiempo de vida útil de las soluciones de las dos cubas aumenta ya que no se mezclan entre ellas porque mantienen sistemas independientes. Se recomienda cambiar el sistema de captación de la cuba N°2 a bandejas de reboce para evitar que un operador este pendiente del nivel de la cuba.

**Palabras clave:** <SISTEMA DE DESENGRASE> <CHAPAS METALICAS> <TIEMPO DE RESIDENCIA> <TEMPERATURA DE LA SOLUCIÓN> <CUBAS DE DESENGRASE>.

2129-DBRA-UTP-2022



## SUMMARY

The present research of curricular integration titled “ANÁLISIS Y MEJORA DEL SISTEMA DE DESENGRASE DE CHAPAS METÁLICAS Y REDUCIR EL ÍNDICE DE CRÁTERES AL FINAL DEL PROCESO ELPO DE LA PLANTA DE PINTURA DE CIAUTO”, had the objective of improving the metal plate degreasing system, to avoid defects in the units. For that purpose, the amount of oil in the tanks and the current operation of the degreasing system were evaluated. After identifying the parameters that did not allow a correct oil separation, some parameters were modified, such as: capture (constant flow input), separation (longer residence time of the solution in the equipment, solution temperature), and a new degreasing system was implemented only for tank N°1, leaving the previous degreasing system for tank N°2. After these changes were made, it was possible to obtain two efficient degreasing systems, both in production and non-production days; tank N°1, which has a tray collection method, keeps working 24 hours a day without the intervention of an operator; on the other hand, tank N°2 changed from an efficiency of 27% to 72% in a production day, and in a non-production day it moved from 59% to 86% efficiency, in addition, the useful life of the solutions in the two tanks increases since they do not mix with each other because they maintain independent systems. It is recommended to change the catchment system of tank N°2 to better trays to prevent an operator be aware of the level of the tank.

Key words: <DEGREASE SYSTEM> <METAL PLATES> <RESIDENCE TIME> <SOLUTION TEMPERATURE> <DEGREASE TANKS>



Mgs. Mónica Paulina Castillo Niama.  
C.I. 060311780-5

## **INTRODUCCIÓN**

CIAUTO Cia. Ltda. o también conocida como parque industrial autopartista es una ensambladora de vehículos de la marca Great Wall, está situada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato. En la actualidad la ensambladora cuenta con tres plantas de producción las cuales son: soldadura, pintura y ensamble.

La planta de pintura se encarga de tratamientos químicos como de la apariencia física de la carrocería, las cuales tiene un proceso de pintado que son: ELPO, lijado, sellado, cabina y finesse que se realiza con la carrocería desnuda, sin elementos plásticos, mecánicos o eléctricos, obteniendo una unidad con una tonalidad requerida, capaz de soportar a la oxidación y corrosión en su tiempo de vida útil.

Antes que una carrocería ingrese al ELPO (proceso de aplicación de fondo anticorrosivo por electrodeposición) se debe limpiar con el objetivo de obtener una superficie limpia y libre de grasas, aceites o taladrinas sobre la cual se adhiera correctamente la pintura. El proceso consiste en someter la carrocería a lavados con agua caliente y productos desengrasantes que disuelvan las grasas y aceites mediante inmersiones en las cubas de desengrase. (Esp, 2014)

Según datos del departamento de AXALTA existe un gran índice de cráteres en las carrocerías que salen del horno ELPO, que se producen por impurezas o aceite que no ha sido quitada de la chapa metálica, esto dificulta el trabajo en el área de lijado, que deben eliminar los cráteres de las unidades, ocasionado un cuello de botella.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO REFERENCIAL

### 1.1. Antecedentes

Para la realización del presente trabajo de titulación, se toma como base investigaciones relacionadas al análisis del desengrase de chapas metálicas en CIAUTO y en las diferentes industrias ensambladoras de vehículos, además los defectos que generan por un mal procedimiento. Los datos más relevantes se detallan a continuación.

ELPO o Cataforesis es un proceso de tratamiento superficial que consta de dos subprocesos, que son: Fosfato y Ecoat. Los cuales permiten aplicar pintura, utilizando corriente eléctrica para depositarla. (Iguago Perugachi & Cañizares Ormaza, 2013)

Para el ingreso de una carrocería al proceso ELPO, primero se realiza un pretratamiento de carrocerías, en esta etapa se limpian y desengrasan las carrocerías a través de un proceso de aspersion e inmersión para la aplicación de una capa de fosfato de zinc preparando la superficie para la electrodeposición catódica. (Santos, 2014)

El proceso de limpieza de las carrocerías se realiza con un lavado en agua caliente y productos desengrasantes de base alcalina para disolver las grasas y aceites mediante inmersión o aspersion. Para poder quitar los restos de estas bases alcalinas sobre la superficie ya tratada, se utilizará una pistola pulverizadora que contenga agua desionizada u osmotizada para eliminar los excesos creados y así poder limpiar por completo la carrocería. (Daniel Fernando & Santiago, 2018)

AXALTA (Departamento del área de pintura de la planta de CIAUTO encargada de realizar pruebas de laboratorio a las unidades que salen del horno ELPO) en el año 2020 indica que el defecto en las carrocerías con mayor índice son los cráteres.

Los cráteres son cavidades de forma circular con diámetros de 0,5 a 3 mm. Su aspecto varía desde cavidades muy planas en la capa más superficial de la pintura hasta problemas graves de humectación que penetran hasta el substrato. (Hecker, n.d.)

### 1.2. Planteamiento del problema

En la actualidad la planta de Pintura de CIAUTO cuenta con dos cubas de desengrase que tienen la función de remover el aceite que viene impregnado en las chapas metálicas, este actúa como un aislante entre la atmosfera y el metal previendo su oxidación en el tiempo de transporte que dura hasta llegar a la planta ensambladora.

Con el paso de las chapas metálicas por las cubas de desengrase el aceite se acumula en la parte superior de las cubas por efecto de gravedad. Las cubas de desengrase cuentan con campanas de reboce que recoge la solución contaminada y llevan hacia al separador de aceite. En el separador de aceite la solución fluye por secciones, en donde las micelas de aceite se separan y flotan por densidad, en la tercera sección una paleta recoge el aceite y lo lleva al drenaje, la otra parte de la solución pasa a un tanque de desfogue y mediante una bomba de caudal regresa a la cuba correspondiente.

El equipo actualmente separa las soluciones de las dos cubas de desengrase que se controla mediante válvulas de flujo que evitan que entren soluciones de las dos cubas al mismo tiempo.

Axalta departamento encargado del control de defectos al final del proceso del ELPO informa que en el año 2020 los cráteres son el principal defecto encontrado en las unidades que salen del horno ELPO, que en su mayoría son producidos por partículas de aceite impregnadas en las unidades.

Mediante un estudio de campo en el separador de aceite se determinó que el equipo es deficiente, porque la cantidad de aceite separado en una jornada de trabajo es mínima y por consecuencia las cubas de desengrase se saturan de partículas de aceite, estas se impregnan en las carrocerías y al contacto con la pintura se forman cráteres.

Como solución al problema se desarrolla el presente trabajo de titulación denominado “Análisis y mejora del sistema de desengrase de chapas metálicas para reducir el índice de cráteres al final del proceso ELPO de la planta de pintura de CIAUTO” en donde se modificará los parámetros técnicos de funcionamiento del separador de aceite, y posteriormente se evaluará si es factible la implementación de otro equipo, para evitar la acumulación de aceite en las cubas.

### **1.3. Justificación**

#### ***1.3.1. Justificación Teórica***

En el ensamblaje de los vehículos, el desengrasado es un punto importante del proceso para un acabado de calidad, pues esta será la responsable de que la superficie del vehículo acumule o no grasas, polvo u otras impurezas, pues para el pintado, la carrocería deberá pasar por las siguientes fases: limpieza y desengrasado, fosfatado, secado, cataforesis, aplicación de otras protecciones, aparejado y acabado, en lo cual se llegó a notar que en la separación de aceites en las cubas de desengrase dispone de un déficit en eficiencia para el proceso, debido a un mal uso del equipo.

### ***1.3.2. Justificación metodológica***

Se analiza la deficiencia del separador de aceite, mediante conocimientos generales relacionados a mecánica de fluidos, Elementos de máquinas, gestión de mantenimiento, diseño experimental. En el trabajo de titulación se emplea el método deductivo que facilita cumplir los objetivos planteados de forma ordenada.

### ***1.3.3. Justificación práctica***

El presente trabajo tiene como objetivo recopilar datos e información del funcionamiento del separador de aceite y de la solución alcalina que actúa como desengrasante de las chapas metálicas, para así llegar a determinar los parámetros técnicos adecuados en el separador de aceite, y determinar si es viable la implementación de un nuevo equipo.

Con un sistema de desengrase fusionando en óptimas condiciones se reducirá el índice de cráteres en las unidades al final del proceso ELPO, evitando la acumulación de unidades en el proceso de lijado y sellado. Con la mejora del funcionamiento del separador de aceite, y la implementación de otro equipo para la cuba 1, se obtendrá una recirculación constante de las dos cubas y a su vez se evitará una acumulación de aceite en las mismas.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. *Objetivo General***

Analizar y mejorar el sistema de desengrase de chapas metálicas para reducir el índice de cráteres al final del proceso ELPO de la planta de pintura de CIAUTO

### **1.4.2. *Objetivos Específicos***

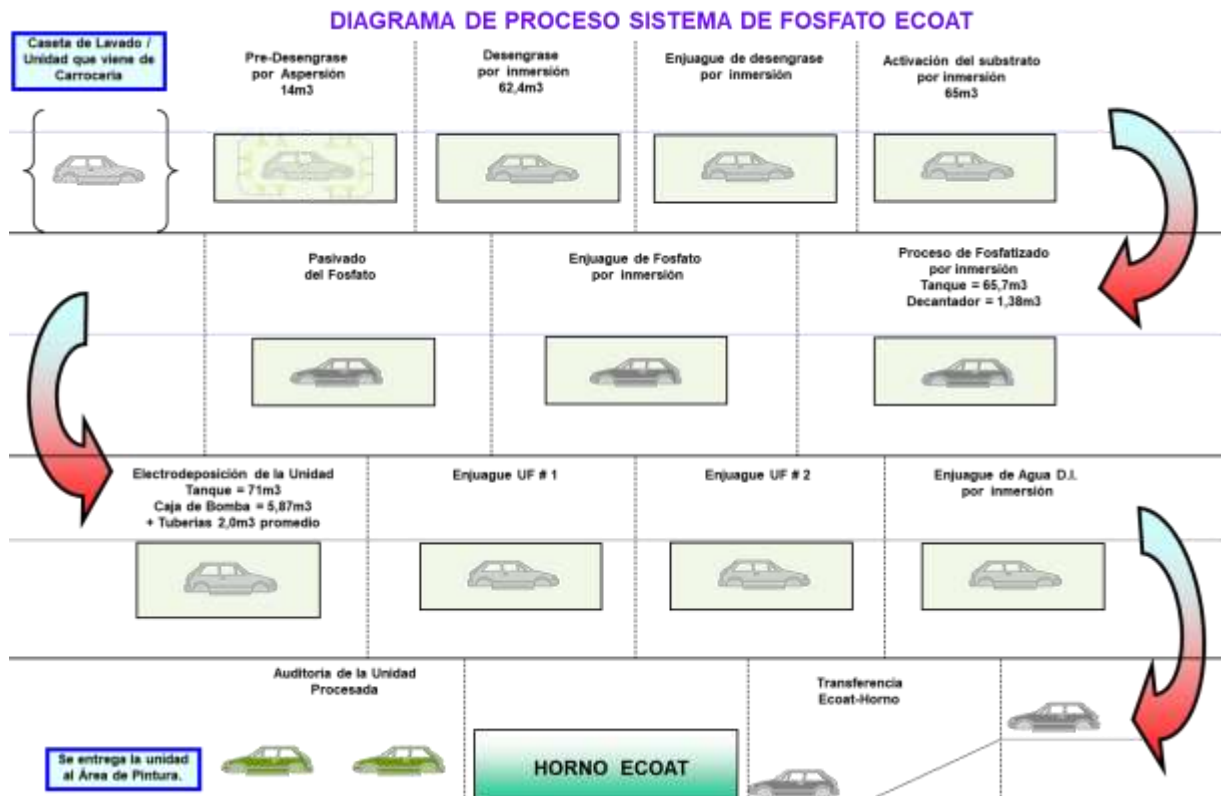
- Recopilar información necesaria para el análisis de los defectos de las unidades al final del proceso ELPO.
- Analizar los parámetros técnicos de funcionamiento del separador de aceite para aumentar la eficiencia del equipo.
- Comprobar el funcionamiento actual del separador de aceite.
- Evaluar si es viable la implementación de un nuevo equipo, para obtener un proceso de separación continuo y evitar la acumulación de aceite en las cubas de desengrase.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Proceso de pintura

El proceso de pintado se realiza sin ningún tipo de elementos o artefactos plásticos o electrónicos, la carrocería o chapa metálica que llega a la planta de pintura, proveniente armada, pasa a una serie de tratamientos químicos y electroquímicos de lámina. La unidad ingresa a pintura impregnada de aceites protectores anticorrosivos que se deben eliminar en las primeras etapas de desengrase. Posteriormente es fosfatada para promover adherencia de las capas de pintura. (ELPO – Fosfato). Una vez fosfatada pasa a la etapa de aplicación de Primer, luego color y finalmente es inspeccionada y se dispone a ingresar al área de ensamble. (Medina Gutierrez & Navarrete Camelo, 2005)



**Figura 1-2:** Diagrama de Procesos Sistema de Fosfato ECOAT

Fuente: (Sergio, 2021)



## **2.2. ELPO**

Es la primera capa de pintura que recibe la carrocería el ELPO o también conocido como pintura por electro-posición catódica este proceso ayuda a la protección interna y externa de la unidad contra la corrosión. Para la aplicación del sistema ELPO requiere varios procesos previos como: limpieza o desengrase y tratamiento químico de la carrocería, esto se lo debe realizar en su interior y exterior, el cual se lo puede realizar mediante aspersion e inmersión. (Chávez, 2015)

## **2.3. Fosfatación**

Es un proceso químico para la creación de una capa de fosfatos que da a la superficie propiedades anticorrosivas y de adherencia. Las carrocerías pasan por varios tratamientos primero por un baño que contiene un activador para que el fosfatado sea más uniforme y compacto, a continuación, por un tanque de fosfatación, en el que, por inmersión en el baño desales, se crea una capa microcristalina y homogénea que impide la infiltración de la corrosión y favorece la adherencia de la cataforesis.

## **2.4. Chapa metálica**

Una chapa es una lámina delgada de metal que se utiliza para las construcciones mecánicas tales como carrocerías de automóviles, cisternas de camiones, etc. (Guachamin, 2013).

## **2.5. Desengrase de chapas metálicas**

El desengrase de chapas metálicas tiene la finalidad de limpiar las superficies de manera interna como externa de aceites o limallas de hierro, que pueden afectar a la adherencia de la pintura. Este proceso consiste en someter a la chapa metálica a una solución desengrasante que está compuesto de productos alcalinos y agua caliente esto se lo realiza mediante la inmersión de la carrocería en una cuba (Santos, 2014)

## **2.6. Cubas de desengrase**

La cuba desengrasante pertenece a una primera etapa de eliminación de las materias grasa y aceites, esto se logra mediante la preparación adecuada de la pieza a tratar; la limpieza y desengrase correcto de la misma da un recubrimiento metálico durable y una adherencia continua.(Orvea, 2014)

## **2.7. Solución desengrasante**

### **2.7.1. Agua desmineralizada**

El agua DI o desmineralizada es aquella que mediante un tratamiento le quitan sus iones positivos como sodio, calcio, hierro y cobre y negativos como el carbonato, fluoruro, cloruro dejándole en un estado neutro. Químicamente el agua quedaría con sus iones  $H^+$ , o más rigurosamente  $H_3O^+$  y el  $OH^-$ . Esta agua pura se utiliza para algunos propósitos como: agua primaria de enfriamiento de camisas y válvulas de motores, para enfriamiento de inyectores, y algunos procesos industriales que se necesite una agua neutra.(Araujo Ulloa, 2015)

### **2.7.2. Bonderite C-AD 1523 S**

Es una sustancia surfactante líquida de un paquete múltiple de baja temperatura, que se utiliza para limpiar superficies de hierro zinc y aluminio. En la industria automotriz se utiliza para limpiar carrocerías mediante la inmersión o pulverización, siendo muy eficaz eliminando impurezas o restos de trabajos metalmecánicos.

### **2.7.3. Bonderite C-AK 1523 R**

Es una sustancia líquida, que se utiliza para limpiar superficies de hierro zinc y aluminio. En la industria automotriz se utiliza para limpiar carrocerías mediante la inmersión o pulverización, siendo muy eficaz eliminando impurezas o restos de trabajos metalmecánicos. (BONDERITE C-AD 1523 S - Henkel Adhesives, 2021)

## **2.8. Osmosis Inversa**

Para purificar el agua y obtener agua DI se realiza un proceso contrario a la osmosis convencional que se lo conoce como osmosis inversa que es un proceso mediante membranas que se le aplican una presión mayor a la osmótica le obliga al agua a pasar por una membrana semi permeable en una dirección contraria al de la osmosis. Esta membrana es muy pequeña que casi se quedan todos los contaminantes del agua como moléculas de sales, bacterias y virus.(Moreno Benavides, 2011)

## **2.9. Separador de aceite**

El separador de aceite tiene la funcionalidad de separar los sólidos y las micelas de aceite en líquidos aceitosos durante el tiempo de residencia, por medio del principio de la separación por gravedad. Donde los sólidos, aceite y el agua se van separando por su diferencia de peso específico, en este proceso puede ser más rápido con la ayuda de caídas de presión, y cambio de velocidades del fluido. (Escamilla Resendiz, n.d.)

### **2.9.1. Proceso de separación en tanques separadores:**

- Primera sección.

En la primera sección la cantidad del líquido que entra al separador debe ser removido para obtener un flujo turbulento y retener el líquido para el siguiente proceso de separación de la solución, para esto es necesario que el separador tenga obstáculos como baffles o placas de choque en la entrada y el fluido que entra tenga un cambio de dirección de flujo. En esa sección se deben separar una gran cantidad de sólidos de la solución.

- Segunda sección.

Esta sección debe tener un espacio amplio para que la turbulencia del fluido sea mínima, que mediante la diferencia de densidades la solución se separe, la eficiencia de todo este proceso depende especialmente de las propiedades físicas que se obtenga en el flujo, algunos separadores tienen rectificadores de corriente de flujo para obtener un proceso de separación más eficiente.

- Tercera sección

En tercera sección el separador se obtiene una solución libre de sólidos o aceite, que mediante un sistema de bombeo o por gravedad regresa al recipiente que lo contenía.

### **2.9.2. Propiedades de la solución en el separador de aceite**

#### **2.9.2.1. Tiempos de residencia**

Se denomina tiempo de residencia al momento que tarda una partícula o moléculas individual en el separador de aceite desde que hasta que sale del mismo. Este tiempo es fundamental en el proceso, esto determina la cantidad de sólidos que se separaron de la solución.

#### *2.9.2.2. Viscosidad*

La viscosidad se refiere a la fricción interna, o resistencia al flujo, de un fluido. Todos los fluidos reales tienen una resistencia interna al flujo la cual puede verse como fricción entre las moléculas del fluido. En el caso de los líquidos, la viscosidad se debe a fuerzas de cohesión de corto alcance y en los gases, se debe a los choques entre las moléculas (Jimenes Carballo, 2017)

#### *2.9.2.3. Densidad*

La densidad es una propiedad de los fluidos que es la cantidad de masa contenida en un volumen. La unidad de densidad en el SI es el kilogramo por metro cúbico y se denota con la letra griega Rho ( $\rho$ ). Las variaciones de la densidad y del volumen específico afecta a la presión del fluido. (Mataix, 1996)

#### *2.9.2.4. Presión*

La presión es una magnitud escalar que se usa para medir la fuerza que se ejerce sobre una superficie en dirección perpendicular. La unidad que se utiliza para medir la presión es el Pascal (Pa). Esta es una magnitud derivada, es decir que un Pa equivale a un Newton partido por metro cuadrado.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo de estudio

Para el presente trabajo de titulación, considerado como proyecto técnico, se basa en el análisis del funcionamiento del desengrase de las chapas metálicas en la planta de pintura de la ensambladora de vehículos CIAUTO, la cual se va a desarrollar mediante el método deductivo e inductivo, y la implementación de un nuevo sistema de desengrase que aumentara la eficiencia del mismo.

#### 3.2. Tipo de Investigación

##### 3.2.1. *Investigación Documental*

Mediante la recopilación de documentación que indique la cronología de procesos productivos, junto a datos establecidos de diversas fuentes evaluando los sistemas de desempeño de desengrase con el que cuenta la planta de pintura de CIAUTO se lograra ampliar el conocimiento de la situación para el análisis respectivo de este trabajo de titulación, a su vez se complementara la información mediante trabajos de titulación semejantes desarrollados anteriormente en diferentes ensambladoras de vehículos nacionales e internacionales, artículos científicos, y trabajos de campo desarrollados en la planta.

##### 3.2.2. *Investigación Descriptiva*

Se conocerá los diversos problemas que dispone el sistema de desengrase de las chapas metálicas, con la finalidad de conocer a fondo los mismo; conjuntamente se describirá dichas falencias para evaluar sus causas y consecuencias que producen en el sistema productivo de la planta de pintura.

##### 3.2.3. *Investigación de Campo*

El estudio se enfoca directamente en el separador de aceite, que es el encargado de quitar el aceite que se acumula en las soluciones desengrasantes de la cuba 1 y 2, para ello se evalúo su

funcionamiento mediante la extracción de muestras de las cubas, el desfogue y drenaje del separador de aceite.

#### **3.2.4. *Investigación Exploratoria***

Mediante la investigación exploratoria en el presente trabajo de titulación se dará solución a los problemas de calidad en las unidades que se vienen dando por la acumulación de aceite en las cubas de desengrase, para ello tomaran muestras para ser evaluadas en el laboratorio, y tomar decisiones que ayuden a mejorar el proceso.

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. *Método Deductivo***

En la ejecución del trabajo de titulación denominado “Análisis y mejora del sistema de desengrase de chapas metálicas para reducir el índice de cráteres al final del proceso ELPO de la planta de pintura de CIAUTO” en el cual se aplicó el método deductivo, este consta en un problema general producido por un alto índice de cráteres en las unidades al finalizar el ELPO, por lo cual se pudo evidenciar su causa principal que se enfoca en un mal desengrase de las chapas metálicas, recolectando de esta manera información necesaria para dar una solución.

#### **3.3.2. *Método Inductivo***

En base a las muestras recogidas en las cubas de desengrase y el separador de aceite se pudo establecer algunas posibles falencias que se dan en el sistema de desengrase, para lo cual mediante una metodología se estableció su causa principal y las medidas correctivas que se deben realizar en el proceso.

### **3.4. Población**

Los datos se obtuvieron de las muestras tomadas de las cubas de desengrase, y del separador de aceite tanto del desfogue como del drenaje, en una semana de producción, entonces la población para este estudio fueron los datos del mismo.

### **3.5. Muestra**

Las muestras para el estudio fueron tomadas una por día de las cubas y cada tres horas en la jornada de producción en el transcurso de una semana.

### **3.6. Técnica de recolección de información**

#### **3.6.1. Técnica**

- Fichas de registros

#### **3.6.2. Instrumento**

- Observación
- Toma de datos

## CAPITULO IV

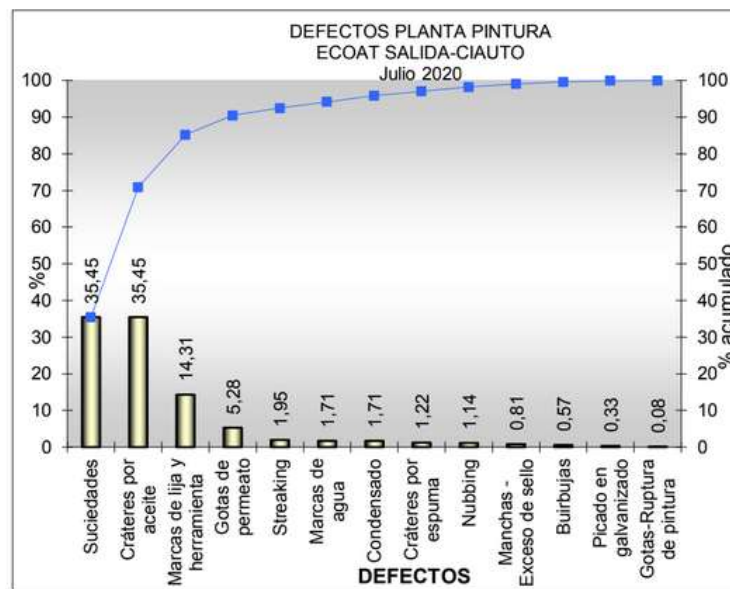
### 4. DESARROLLO

#### 4.1. Análisis de la situación actual del sistema de desengrase

En coordinación con el Ingeniero Roberto Soto y el Ingeniero Miguel Ángel Taípe, se realizó un análisis técnico de los defectos de las unidades que salen del ECOAT. Para lo cual se recolectó información de los defectos más relevantes producidos en el segundo semestre del año 2020.

En las siguientes gráficas se evidencian los principales defectos encontrados en las unidades:

- Defectos ECOAT julio 2020

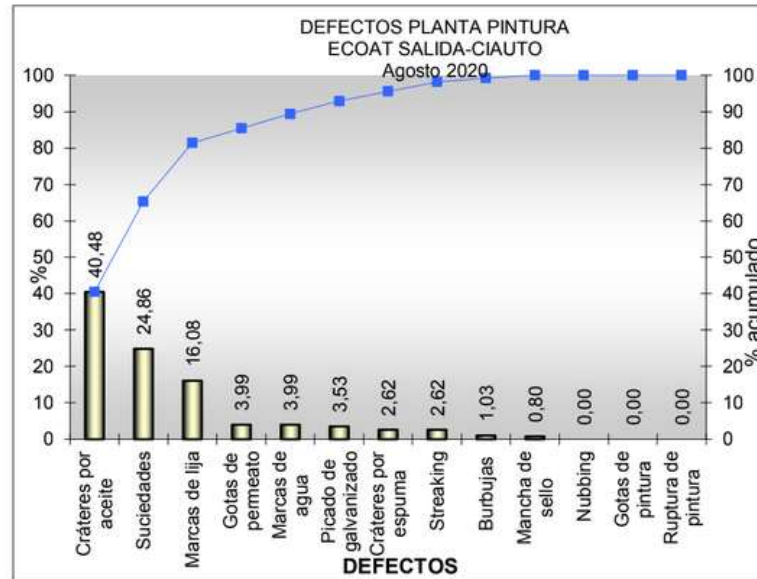


**Gráfico 1-4:** Defectos ECOAT julio 2020

Fuente: (Sergio, 2021)



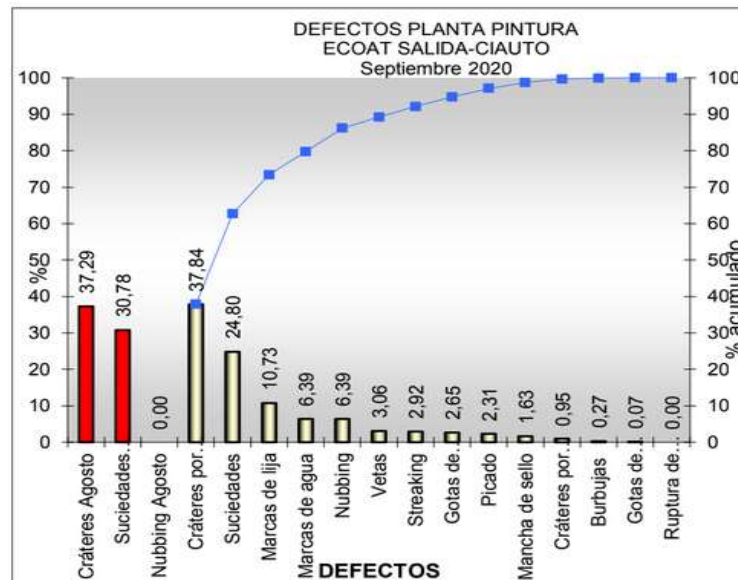
- Defectos ECOAT agosto 2020



**Gráfico 2-4:** Defectos ECOAT agosto 2020

Fuente: (Sergio, 2021)

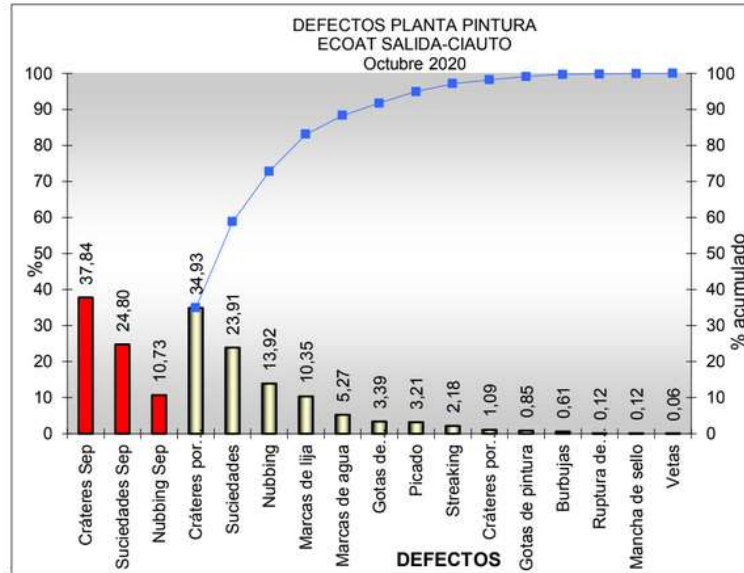
- Defectos ECOAT septiembre 2020



**Gráfico 3-4:** Defectos ECOAT septiembre 2020

Fuente: (Sergio, 2021)

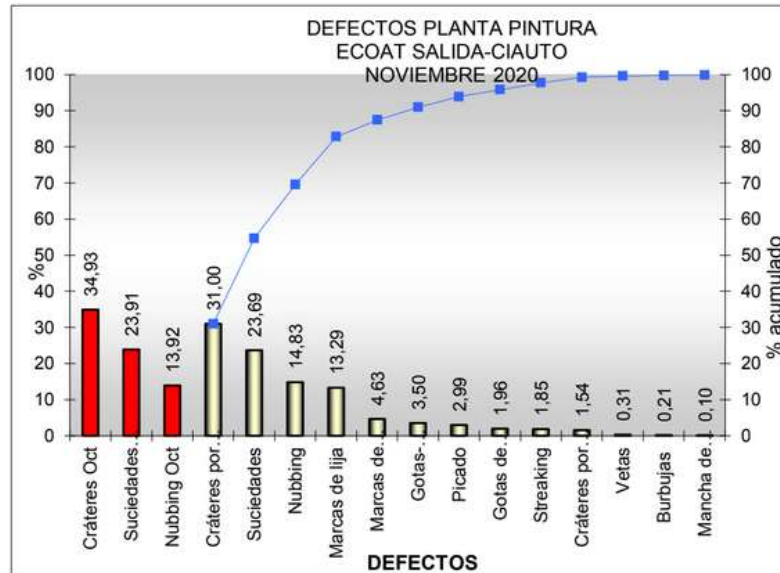
- Defectos ECOAT octubre 2020



**Gráfico 4-4:** Defectos ECOAT octubre 2020

Fuente: (Sergio, 2021)

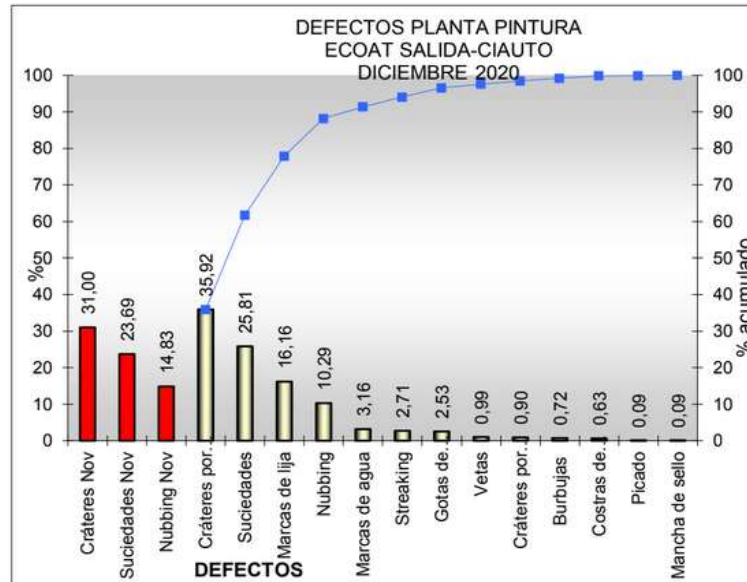
- Defectos ECOAT noviembre 2020



**Gráfico 5-4:** Defectos ECOAT noviembre 2020

Fuente: (Sergio, 2021)

- Defectos ECOAT diciembre 2020



**Gráfico 6-4:** Defectos ECOAT diciembre 2020

Fuente: (Sergio, 2021)

## Resumen

**Tabla 1-4:** Resumen Defectos ECOAT

Mes	Porcentaje de cráteres por aceite
Julio	35,45
Agosto	40,48
Septiembre	37,84
Octubre	34,93
Noviembre	31
Diciembre	35,92

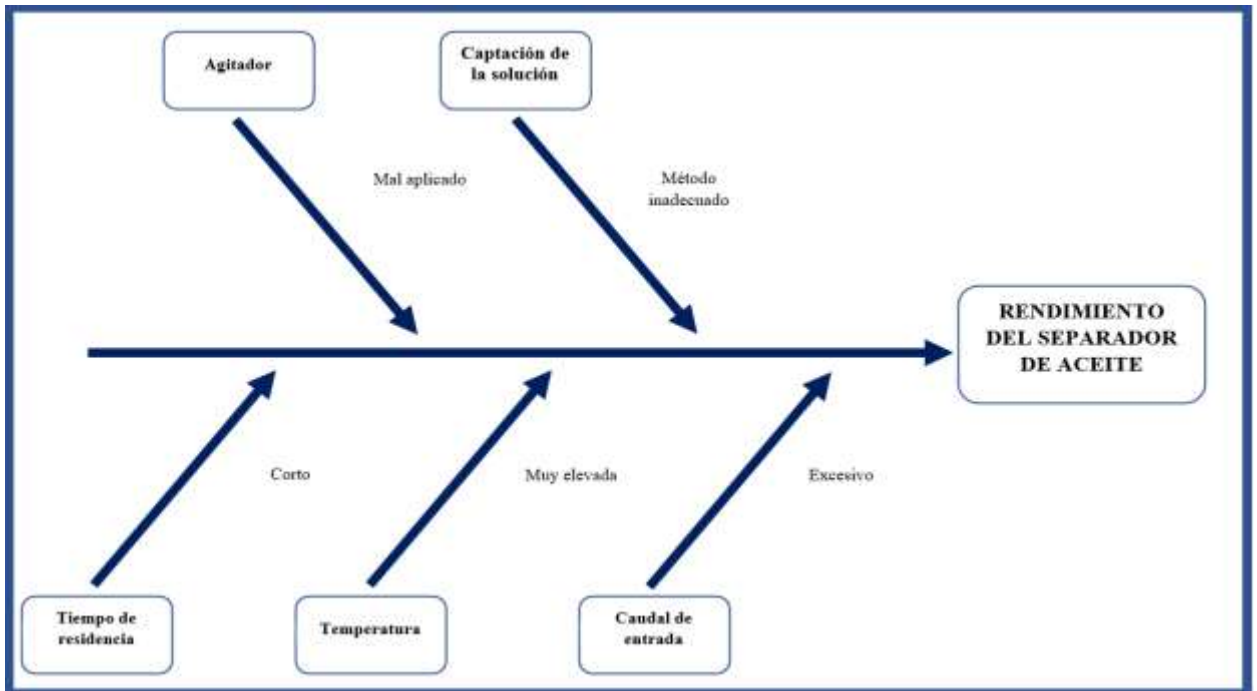
Realizado por: Arcos, J.2022

Según los datos obtenidos se determina que los cráteres producidos por aceite producen mayor número de defectos en las unidades que pasan por el ELPO. Y se concluye que existe una deficiencia

en el desengrase de las chapas metálicas del sistema de desengrase con el que cuenta la plana de Pintura de CIAUTO es deficiente.

#### 4.1.1. Análisis Causa – Efecto

Rendimiento del separador de aceite



**Figura 1-4:** Diagrama Causa - Efecto; Rendimiento del separador de aceite

**Realizado por:** Arcos, J.2022

##### 4.1.1.1. Captación de la solución en la cuba

La captación de la solución se lo realiza mediante campanas de reboce colocadas en la parte lateral de las cubas de desengrases, las cuales solo suministran fluido cuando el nivel en la cuba es el adecuado, es decir esta sobrepasa la campana. Por lo tanto, cuando no hay producción o no está el operador encargado de controlar el nivel de las cubas, se pierde el paso de solución a los separadores de aceite y el sistema de desengrase se vuelve deficiente. También se puede mencionar que las campanas de reboce tienen un alto de 5cm lo cual permite el paso de esponjas o materiales que se usan para la limpieza manual de las unidades, las cuales al entrar a la campana o posteriormente a la tubería tienden a tapan el paso de la solución.



**Figura 2-4:** Campana de reboce

Realizado por: Arcos, J.2022

#### *4.1.1.2. Caudal de entrada*

El caudal de entrada al separador de aceite se lo controla mediante una válvula de media vuelta de 4 pulgadas y está colocada a la entrada del equipo. La válvula que controla el caudal se mantenía abierta en su totalidad, lo que causaba que el flujo que entra al equipo sea excesivo y variable, lo que dificultaba que el tiempo de residencia del fluido se lo pueda controlar.



**Figura 3-4:** Llave tipo mariposa

Realizado por: Arcos, J.2021

#### *4.1.1.3. Tiempo de residencia del fluido en el equipo*

El tiempo que se mantiene la solución dentro del tanque del separador de aceite es muy poca esto pasa por el exceso de caudal de entrada que se está suministrando al equipo, y provoca que las micelas de aceite no puedan separarse de la solución y regresen nuevamente a la cuba.

#### 4.1.1.4. Agitador

El agitador o inmersión de aire frío a la solución, no se encontraba funcionando porque en pruebas anteriores realizadas al equipo, mezclaba la solución y dificultaba el proceso de separación.

#### 4.1.1.5. Temperatura de la solución

La solución se encuentra a una temperatura entre 60°C y 65°C en las cubas de desengrase cuando está en producción, lo cual al bajar al separador de aceite pierde de unos 4°C a 6°C. La solución al mantenerse a unos 63°C promedio en producción se dificulta la separación de las micelas de aceite. Por otro lado, cuando no hay producción la temperatura tiende a bajar a temperaturas muy bajas según sea el tiempo de paro de producción, en ese caso la caída de temperatura aumenta la eficiencia del sistema de desengrase.

#### 4.1.2. Funcionamiento del separador de aceite en la actualidad

Se tomaron muestras del drenaje del separador de aceite y se comprueba que el proceso es deficiente. Como resultados se obtienen los siguientes datos:

Muestra tomada en el drenaje del separador de aceite en una jornada de producción de 8 horas de 7 de la mañana a 3 de la tarde.

**Tabla 2-4:** Muestras; Drenaje en producción

En producción	DRENAJE					
	Tiempo	Muestra	Solución	Solución %	Aceite	Aceite %
	8 horas	494ml	360ml	73%	134ml	27%

Realizado por: Arcos, J.2022

Como resultado obtenemos que solo hay un 27% de aceite de todo el fluido que fue evacuado al drenaje del separador de aceite, y que es enviado al caño.

La muestra tomada en el drenaje del separador de aceite en un horario de 3 de la tarde hasta las 7 de la mañana horario que no hay producción en el ELPO.

**Tabla 3-4:** Muestras; Drenaje sin producción

Sin producción	DRENAJE					
	Tiempo	Muestra	Solución	Solución %	Aceite	Aceite %
	16 horas	1440ml	590ml	41%	850ml	59%

Realizado por: Arcos, J.2022

Por otra parte, la muestra tomada en el drenaje del separador de aceite sin producción se obtiene que el 59% de todo el fluido evacuado es aceite.

Con las muestras obtenidas del drenaje del equipo se evidencia que no está operando de manera eficiente ya sea en una jornada de producción o sin producción.

#### 4.1.3. *Análisis de eficiencia del separador de aceite*

La eficiencia del equipo es la relación entre el volumen de aceite puro y el volumen total de solución contaminada que sale por el drenaje. La eficiencia se calcula por el número de horas en producción y sin producción de la planta de pintura.

$$Eficiencia = \frac{Volumen\ de\ aceite}{Volumen\ total\ de\ solución\ del\ drenaje} * 100$$

Sin producción

$$Eficiencia\ en\ producción = \frac{850}{1440} * 100$$

$$Eficiencia\ sin\ producción = 59\%$$

En producción

$$Eficiencia\ sin\ producción = \frac{134}{494} * 100$$

$$Eficiencia\ en\ producción = 27\%$$

En promedio las cubas de desengrase se mantienen 8 horas al día en producción y 16 horas al día sin producción.

**Tabla 4-4:** Eficiencia del separador de aceite

<b>Estado de las cubas de desengrase</b>	<b>Eficiencia</b>
En producción	27%
Sin Producción	59%

Realizado por: Arcos, J.2022

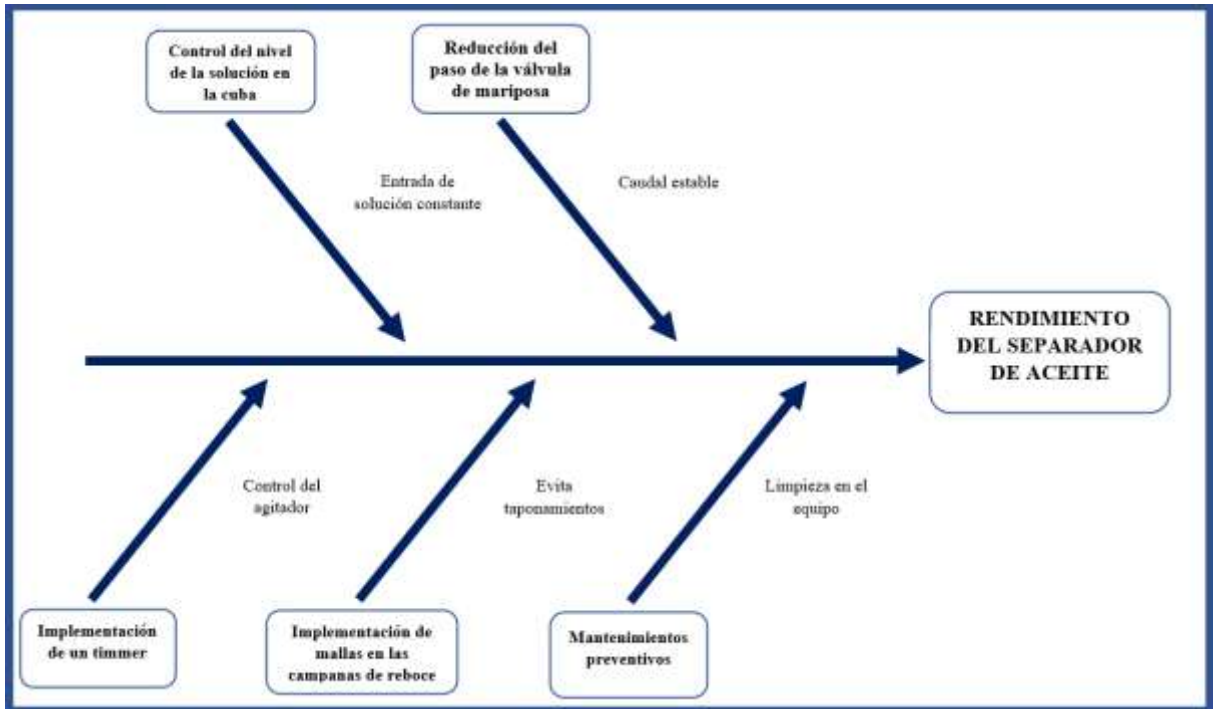
Mediante una mejora en el separador de aceite se pretende elevar la eficiencia a más del 75% en producción y sin producción a más del 80%.

#### ***4.1.4. Mejoras del sistema de desengrase***

Las mejoras en los factores que influyen en el rendimiento del separador de aceite tienen como objetivo principal aumentar la eficiencia del mismo tanto en producción como sin producción. El equipo debe estar funcionando las 24 horas del día incluidos los fines de semana, ya que son días óptimos para limpiar la solución, ya que la planta se encuentra sin producción y las cubas de desengrase pierden temperatura y permiten aumentar la eficiencia del equipo en comparación a días de proceso como son de lunes a viernes.

En resumen, el estudio de la situación actual de la eficiencia del separador de aceite es baja, debido a ciertos factores que influyen directamente en el proceso de separación. El estudio se basa en analizar a estos factores y se plantea las siguientes mejoras en el sistema.





**Figura 4-4:** Diagrama Causa - Efecto; Mejoras del sistema de desengrase

Realizado por: Arcos, J.2022

#### 4.1.4.1. Colocación de mallas en la entrada de la campana de reboce

Con la colocación de las mallas se evitará que plásticos, esponjas u otros materiales que se utilizan en la limpieza de las unidades a la entrada de la planta obstruyan las tuberías y dificulten un libre paso de la solución hacia el separador de aceite.



**Figura 5-4:** Mallas en la entrada de la campana de reboce

Realizado por: Arcos, J.2022

#### 4.1.4.2. Controlar el nivel de la solución en la cuba de desengrase

El nivel de la cuba se debe mantener unos 5mm sobre la parte inferior de la campana de rebose para garantizar el fluido sea contante, a su vez este nivel se deberá controlar unas tres veces al día ya que se pierde solución contantemente ya sea por evaporización o por el paso de las unidades en el proceso.

#### 4.1.4.3. Reducir el caudal de entrada al equipo

Mediante la válvula de media vuelta se reducirá el caudal de entrada al separador de aceite y a su vez que permanezca contante durante las 24 horas, con esto se logrará aumentar el tiempo de residencia del fluido en el equipo y permitirá una mejor separación de las micelas de aceite de la solución.

**Tabla 5-4:** Caudal de entrada al separador de aceite

	<b>Caudal L/s</b>	<b>Solución recogida</b>	<b>Solución ml</b>	<b>% Solución</b>	<b>Aceite ml</b>	<b>% Aceite</b>
<b>Prueba 1</b>	0,8	320	250	78%	70	22%
<b>Prueba 2</b>	0,6	315	210	67%	105	33%
<b>Prueba 3</b>	0,45	325	150	46%	175	54%
<b>Prueba 4</b>	0,35	350	85	24%	265	76%

Realizado por: Arcos, J.2022

Con los datos obtenidos en el drenaje del separador de aceite variando el caudal de entrada al equipo se concluye que el caudal ideal para alcanzar una eficiencia mayor al 75% es de 0.35 l/s.

#### 4.1.4.4. Implementación de un timer para controlar el funcionamiento del agitador

Mediante el timer se logrará controlar el funcionamiento del agitador que ayudará a bajar la temperatura de la solución, pero esta solo deberá funcionar en lapsos de 30s cada media hora. Cabe mencionar que en las pruebas realizadas con el agitador encendido de manera permanente perjudica al proceso de separación ya que mezcla toda la solución con los restos de limallas que se acumulan en el equipo.

**Tabla 6-4:** Muestra con la implementación del timer en el separador de aceite

<b>Parámetros</b>	<b>Resultados</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Tiempo</b>	2 horas	--
<b>Caudal</b>	0,35 l/s	Caudal estable
<b>Temperatura</b>	64 °C	En el separador
<b>Enfriador</b>	encendido	constante
<b>Calentador</b>	apagado	--
<b>Solución recogida</b>	185 ml	Agitador encendido constantemente, la solución y el aceite se mantienen mezclados.
<b>Aceite</b>	5 ml	--
<b>Solución</b>	180 ml	Sol con aceite

Realizado por: Arcos, J.2022

#### *4.1.4.5. Mantenimientos preventivos en el equipo*

Para evitar taponamientos en las tuberías tanto y en el equipo se debe realizar un mantenimiento preventivo, quitando la grasa acumulada en las paredes que con el tiempo producen taponamientos, y dificulta la salida del aceite al drenaje.

#### *4.1.5. Prueba de funcionamiento*

- Las pruebas de funcionamiento se realizaron en una jornada de producción.
- Nivel adecuado por encima de los 5mm sobre la base de la campana de reboce.



**Figura 6-4:** Nivel de la solución en la cuba

Realizado por: Arcos, J. 2021

- Control de la válvula de media vuelta para que ingrese un caudal constante de 0.35L/s



**Figura 7-4:** Posición válvula mariposa

Realizado por: Arcos, J. 2022

- Agitador encendido por 30s cada media hora
- Pruebas: En un lapso de 8 horas que dura la jornada de trabajo se obtuvo como resultado los siguientes datos:

## Resultados

**Tabla 7-4:** Resultados; Drenaje en una jornada de producción

<b>DRENAJE</b>						
<b>En producción</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Muestra</b>	<b>Solución</b>	<b>Solución %</b>	<b>Aceite</b>	<b>Aceite %</b>
		8 horas	934	266	28%	668

Realizado por: Arcos, J. 2022

**Tabla 8-4:** Resultados; Drenaje en una jornada sin producción

<b>DRENAJE</b>						
<b>Sin producción</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Muestra</b>	<b>Solución</b>	<b>Solución %</b>	<b>Grasa</b>	<b>Aceite %</b>
		8 horas	2880	400	14%	2480

Realizado por: Arcos, J. 2022

Con las mejoras en el sistema de desengrase se logró obtener una eficiencia en el separador de aceite de 72% en jornada de trabajo y un 86% en la jornada de paro de producción de la planta de pintura.

#### 4.1.6. Análisis de la eficiencia del equipo

Se tomo muestras durante una semana en horas con producción y sin producción, la eficiencia del equipo se calcula con la siguiente ecuación.

$$Eficiencia = \frac{Volumen\ de\ aceite}{Volumen\ total\ de\ solución\ del\ drenaje}$$

**Tabla 9-4:** Eficiencia; Drenaje cubas apagadas

DRENAJE							
Cubas apagadas	Dia	Tiempo	Muestra (ml)	Solución (ml)	Solución %	Aceite (ml)	Aceite %
	1(lunes)	16 horas	2880	400	14	2480	86
	2(martes)	16 horas	2750	390	14	2360	86
	3 (miércoles)	16 horas	2895	415	14	2480	86
	4 (jueves)	16 horas	2790	405	15	2385	85
	1(viernes)	16 horas	2800	385	14	2415	86
	<b>Promedio</b>		<b>14115</b>	<b>1995</b>	<b>14</b>	<b>12120</b>	<b>86</b>

Realizado por: Arcos, J. 2022

$$Eficiencia = \frac{porcentaje\ de\ aceite}{muestra} * 100$$

$$Eficiencia = \frac{12120}{14115} * 100$$

$$Eficiencia = 86\%$$

**Tabla 10-4:** Eficiencia; Drenaje cubas encendidas

DRENAJE							
Cubas encendidas	Dia	Tiempo	Muestra (ml)	Solución (ml)	Solución %	Aceite (ml)	Aceite %
	1(lunes)	8 horas	935	265	28	670	72
	2(martes)	8 horas	905	260	29	645	71
	3 (miércoles)	8 horas	940	265	28	675	72
	4 (jueves)	8 horas	930	250	27	680	73
	1(viernes)	8 horas	925	260	28	665	72
	<b>Promedio</b>		<b>4635</b>	<b>1300</b>	<b>28</b>	<b>3335</b>	<b>72</b>

Realizado por: Arcos, J. 2022

$$Eficiencia = \frac{\text{porcentaje de aceite}}{\text{muestra}} * 100$$

$$Eficiencia = \frac{3335}{4635} * 100$$

$$Eficiencia = 72\%$$

## 4.2. Implementación del sistema de desengrase para la cuba N°1

### 4.2.1. Diseño

Uno de los objetivos del presente trabajo de titulación es la implementar un nuevo sistema de desengrase para la cuba N°1, el cual repotenciara el sistema obteniendo un proceso de separación constante, evitando la mezcla de las soluciones de las dos cubas de desengrase.

El nuevo sistema de desengrase separa el aceite de la solución desengrasante por principio de gravedad.

El sistema contiene los siguientes elementos:

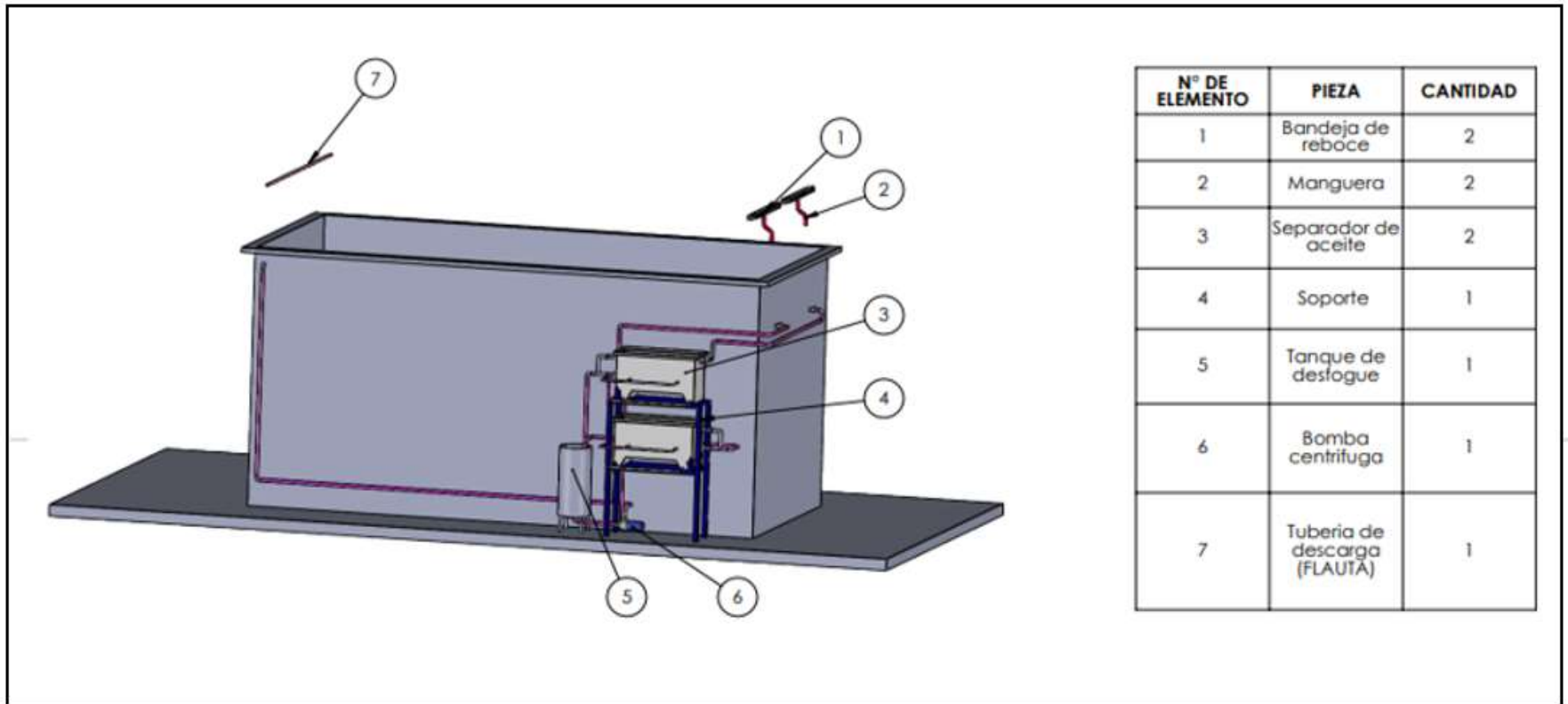
- Captación de la solución
- Campanas de reboce
- Flotadores
- Manguera
- Válvula de bola

### Separación

- Válvula de globo
- Separador de aceite Hydro Italia
- Soporte

### Retorno de la solución

- Tanque de desfogue
- Tablero de control eléctrico
- Bomba centrífuga
- Manómetro
- Válvula de bola
- Tubo tipo flauta



**Figura 8-4:** Diseño del sistema de desengrase

Realizado por: Arcos, J. 2022



## 4.2.2. Construcción

### 4.2.2.1. Bandeja de reboce

Con el análisis realizado de los problemas que presenta la captación de la solución en la cuba por medio de las campanas de reboce se ha optado por cambiar dicho sistema.

Para lo cual se va a utilizar dos bandejas de reboce que cubre todo el ancho de la cuba garantizando una mayor captación de aceite acumulado. La bandeja de reboce está conectada a dos flotadores que mantendrá a la bandeja al mismo nivel de la solución de la cuba.

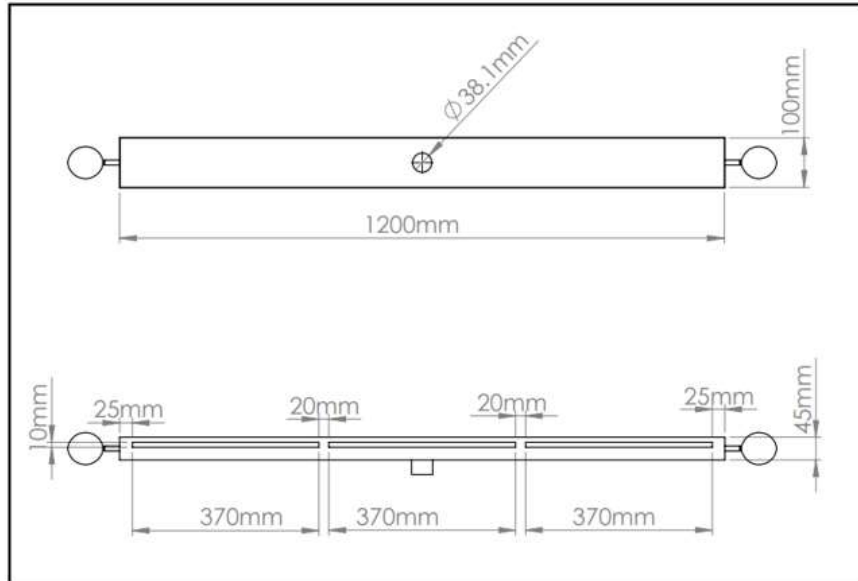


**Figura 9-4:** Bandeja de reboce de la cuba

Realizado por: Arcos, J. 2022

Construcción de la bandeja de reboce.

Para la construcción de las bandejas de reboce se realizó en el taller de mantenimiento de ensamble de CIAUTO.



**Figura 10-4:** Planos bandeja de reboce

Realizado por: Arcos, J. 2022

Máquinas y herramientas utilizadas:

- Soldadora MIC
- Taladro de mesa
- Dobladora
- Flexómetro
- Escuadra
- Amoladora

El material utilizado para la construcción de la bandeja de reboce es aluminio, que evita la corrosión del material al contacto con la solución desengrasante, y a su vez tiene un peso menor en comparación con otros materiales.

Pasos realizados:

En una lámina de aluminio de 2X2 metros se realiza los cortes correspondientes como muestra en la figura 17-5.



**Figura 11-4:** Corte de la lámina de aluminio

**Realizado por:** Arcos, J. 2022

Una vez realizado todos los cortes en la lámina de aluminio se suelda los extremos de la bandeja de reboce, y con el taladro de mesa se perfora en el centro una dimensión de 1 ½ pulgadas, finalmente se verifica que la bandeja quede completamente sellada en los extremos.

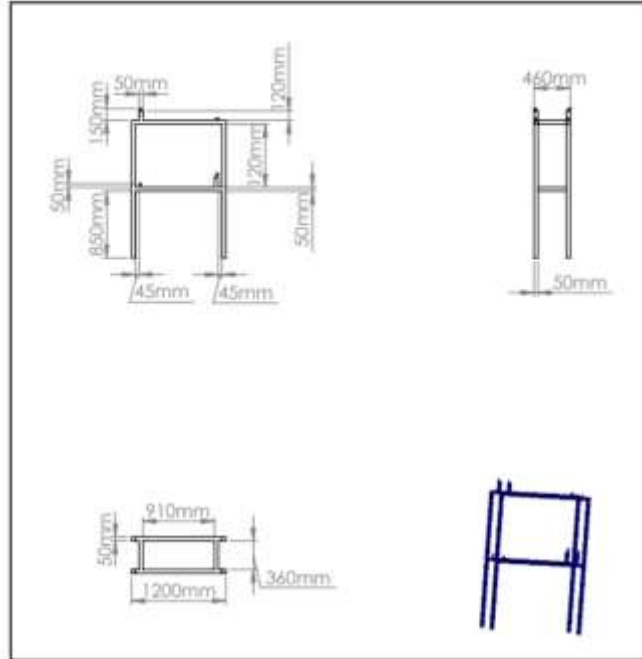


**Figura 12-4:** Suelda de los extremos de la bandeja

**Realizado por:** Arcos, J. 2022

#### *4.2.2.2. Soporte del separador de aceite*

El soporte para los separadores de aceite fue diseñado mediante el software SolidWorks, tomando en cuenta ciertas características como la facilidad de desmontaje para mantenciones de los equipos, y fáciles accesos para inspecciones por parte de los operadores encargados del funcionamiento del sistema.



**Figura 13-4:** Planos soporte

Realizado por: Arcos, J. 2022

Una vez aprobado el diseño del soporte por parte del Ing. Miguel Ángel Taipe se procedió a la construcción de este con la colaboración del personal del área de mantenimiento.

Como primer paso se buscó material reciclado en la planta de CIAUTO como tubo negro rectangular y ángulos, los tubos seleccionados deben tener una medida de 4x4cm y un espesor de 1mm para que pueda soportar las cargas a las que va a estar expuesto. Ya con los materiales necesarios se corta los tubos y ángulos con las siguientes medidas.

**Tabla 11-4:** Materiales; Soporte del separador de aceite

Cantidad	Medida	Material
4	1750mm	Tubo negro (4x4) mm
4	1200mm	Tubo negro (4x4) mm
4	360mm	Tubo negro (4x4) mm
4	120mm	Tubo negro (4x4) mm
4	50mm	Angulo de 2mm

Realizado por: Arcos, J. 2022

Pasos:

- Obtenido los tubos con las medidas especificadas se suelda sus extremos.
- Quitar limallas de los tubos y ángulos cortados anteriormente.
- Soldar los tubos y ángulos con las medidas correspondientes.
- Pulir la estructura.
- Limpiar y pintar la estructura.

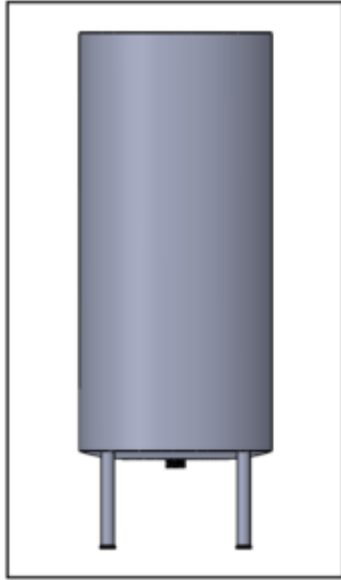


**Figura 14-4:** Soporte

**Realizado por:** Arcos, J. 2022

#### 4.2.2.3. *Tanque de desfogue*

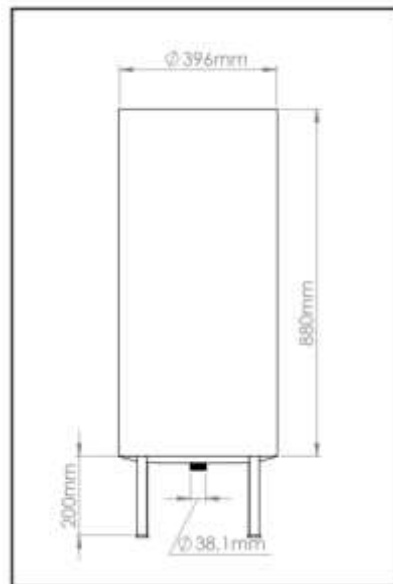
Para recoger la solución limpia que sale de los dos separadores de aceite, se utiliza un tanque de acero inoxidable con una capacidad de almacenar unos 100 litros, debido a que en la empresa cuenta con varios elementos con estas características se opta con reutilizar, para ello se modifica la salida para que se pueda acoplar a la entrada de la bomba centrífuga.



**Figura 15-4:** Tanque de desfogue

Realizado por: Arcos, J. 2022

Con el personal de mantenimiento de la planta de pintura de CIAUTO se modifica la salida como la base del tanque de acero inoxidable, para lo cual se sigue las medidas de los planos que se presenta a continuación:

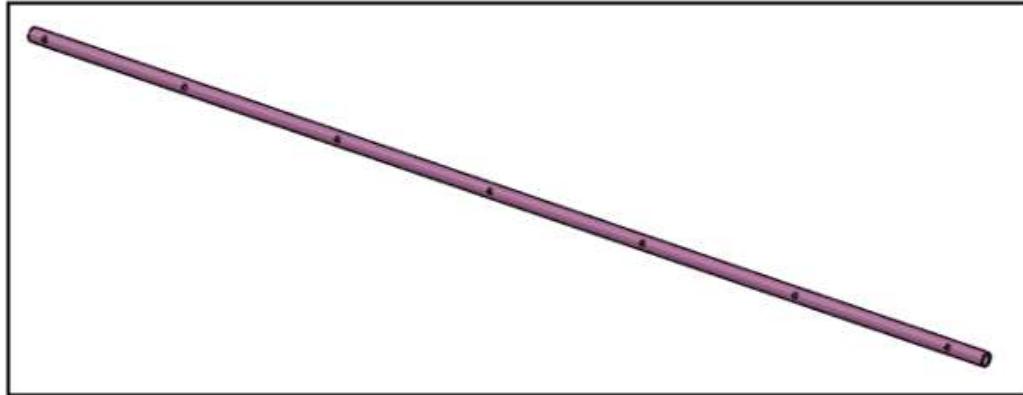


**Figura 16-4:** Planos del tanque de desfogue

Realizado por: Arcos, J. 2022

#### 4.2.2.4. Tubería de descarga (FLAUTA)

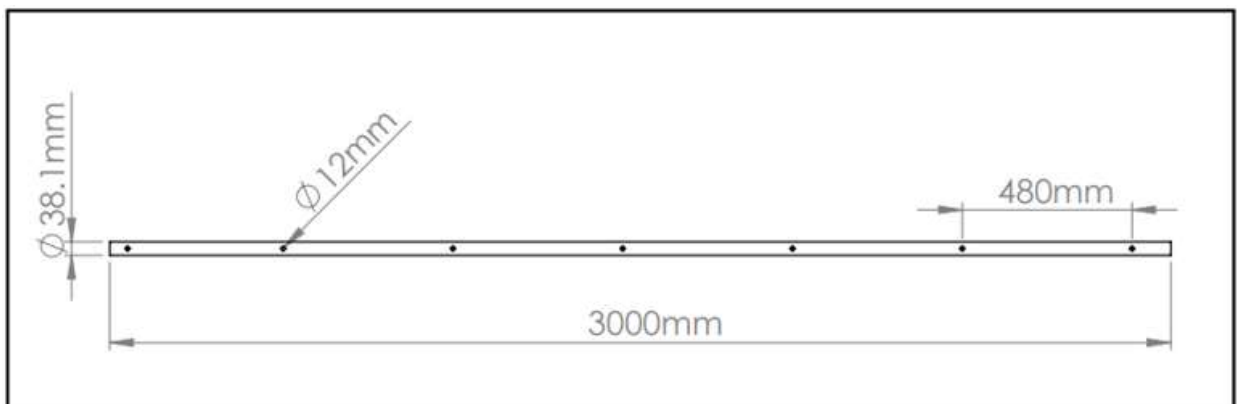
Para aumentar la eficiencia del sistema de desengrase se opta por colocar en la descarga una tubería a todo lo ancho de la cuba N°1 con agujeros en donde se acoplan aspersores, que mediante la presión que envía la bomba empuja la solución hacia las campanas de reboce que se encuentran al otro extremo de la cuba.



**Figura 17-4:** Tubería de descarga

Realizado por: Arcos, J. 2022

La tubería que se utiliza es de acero inoxidable de 1 ½ pulgadas con un tapón al final para aumentar la presión de descarga. Con un taladro de mesa se realiza agujeros de 12mm para acoplar los aspersores.



**Figura 18-4:** Planos tubería de descarga

Realizado por: Arcos, J. 2022

### **4.2.3. Selección de tubería y accesorios**

#### **4.2.3.1. Tubo acero inoxidable**

En el proyecto utilizaremos tubos de acero inoxidable de 1 ½” y 1” los cuales ayudan a la alimentación del fluido a los separadores de aceite, y en la descarga de la solución limpia a la cuba N°1.



**Figura 19-4:** Tubo acero inoxidable

**Fuente:** (Metalmachine, n.d.)

#### **4.2.3.2. Manguera**

Para seleccionar el tipo de manguera se considera algunas características a las que debe soportar como:

- Capaz de soportar una temperatura hasta 85°C que es la máxima que alcanza la solución alcalina desengrasante.
- Flexible
- Material resistente a soluciones alcalinas.

Para ello hemos seleccionado una manguera con las siguientes características como se muestra en la siguiente tabla.



**Tabla 12-4:** Características; Manguera

Marca	OEM or HIGH-QUA
Origen	Zhejiang-China
Material	Caucho EPDM
Temperatura de trabajo	-25°C-150°C
Diámetro interior	1 ½’’

Realizado por: Arcos, J. 2022



**Figura 20-4:** Manguera

Fuente: (HIGHFOQUA, n.d.)

#### 4.2.3.3. Flotadores

Para mantener la bandeja de reboce al nivel del fluido que mantiene la cuba N°1 utilizaremos flotadores de bronce.



**Figura 21-4:** Flotadores de bronce

Fuente: (Metalmachine, n.d.)

#### 4.2.3.4. Adaptadores a manguera

Se utilizo este accesorio para unir la campana de reboce a la tubería que sale de la cuba N°1. Por el tipo de fluido que se va a trasportar el material de los adaptadores de debe utilizar acero inoxidable 304.



**Figura 22-4:** Adaptador a manguera

Fuente: (Técnicoed, 2015)

#### 4.2.3.5. Codos

En la implantación se utilizará codos estándar de 90° de acero inoxidable de 1 ½” 1” y ¾” que permitirán unir las tuberías a las válvulas de globo, de bola y demás accesorios.



**Figura 23-4:** Codo

Fuente: (Técnicoed, 2015)

#### 4.2.3.6. Unión en Tee

Las uniones en Tee 1 ½’’ de acero inoxidable se utilizarán para unir la solución limpia proveniente de los desfogues de los separadores de aceite



**Figura 24-4:** Unión en Tee

**Fuente:** (Técnicoed, 2015)

#### 4.2.3.7. Neplo

Se utilizaron neplos de acero inoxidable de 1 ½’’, 1 ¼’’, y 1’’ para unir la tubería con los accesorios.



**Figura 25-4:** Neplo

**Fuente:** (Técnicoed, 2015)

#### 4.2.3.8. Reducción bushing

Los reductores bushing de 1 ½” a 1” y 1 ½” a 1 ¼” permitieron unir la tubería de diferentes diámetros que se utilizaron en el sistema.



**Figura 26-4:** Bushing

Fuente: (Técnicoed, 2015)

#### 4.2.3.9. Universal

En el presente proyecto se utilizaron universales de 1 ½”, 1 ¼”, 1”, y ¾” para el montaje de las tuberías y demás accesorios. También ayudan en el desmontaje para los mantenimientos respectivos en el sistema.



**Figura 27-4:** Universal

Fuente: (Técnicoed, 2015)

#### 4.2.3.10. *Válvula de bola*

En el sistema de desengrase se utiliza las válvulas de bola, para controlar la dirección del flujo por cada tramo, y para mantenimiento del sistema la cual permite cerrar el paso del fluido en el tramo y poder realizar los trabajos necesarios.



**Figura 28-4:** Válvula de bola

Fuente: (Armijos & Morales, 2012)

#### 4.2.3.11. *Válvula de globo*

Para la entrada de los separadores de aceite utilizaremos válvulas de globo, que permitan regular el caudal de entrada.



**Figura 29-4:** Válvula de globo

Fuente: (Armijos & Morales, 2012)

#### 4.2.3.12. *Válvula Check*

La válvula check se utilizará en la salida de la bomba para evitar que la solución limpia retorne.



**Figura 30-4:** Válvula check

**Fuente:** (Armijos & Morales, 2012)

#### 4.2.3.13. *Selección del tipo de bomba*

En el sistema de desengrase implementado, la bomba centrífuga se encarga de bombear la solución limpia del tanque de desfogue hacia la cuba de desengrase N°1. Esta va a estar controlada por un tablero de control que actúa mediante sensores de proximidad que se encuentran en el nivel inferior y superior del tanque de desfogue.

Las condiciones que se debe tener en cuenta para seleccionar la bomba deben tener las siguientes características:

- Fuente de alimentación eléctrica disponible en la planta de pintura. (110V o 220V)
- Potencia de descarga adecuada para elevar la solución a una altura de 3.5 metros
- Disponibilidad de repuestos en mercados locales
- Diámetro de salida de la bomba de 1 hasta 1.5 pulgadas



**Figura 31-4:** Bomba centrífuga

Realizado por: Arcos, J. 2022

La bomba centrífuga que se va a utilizar en el sistema tiene las siguientes características:

**Tabla 13-4:** Características de la bomba centrífuga

Voltaje	220 V
RPM	3450
Potencia	2 hp
Diámetro de entrada	1 ½ pulgadas
Diámetro de salida	1 ¼ pulgadas

Realizado por: Arcos, J. 2022

#### 4.2.3.14. *Separador de aceite*

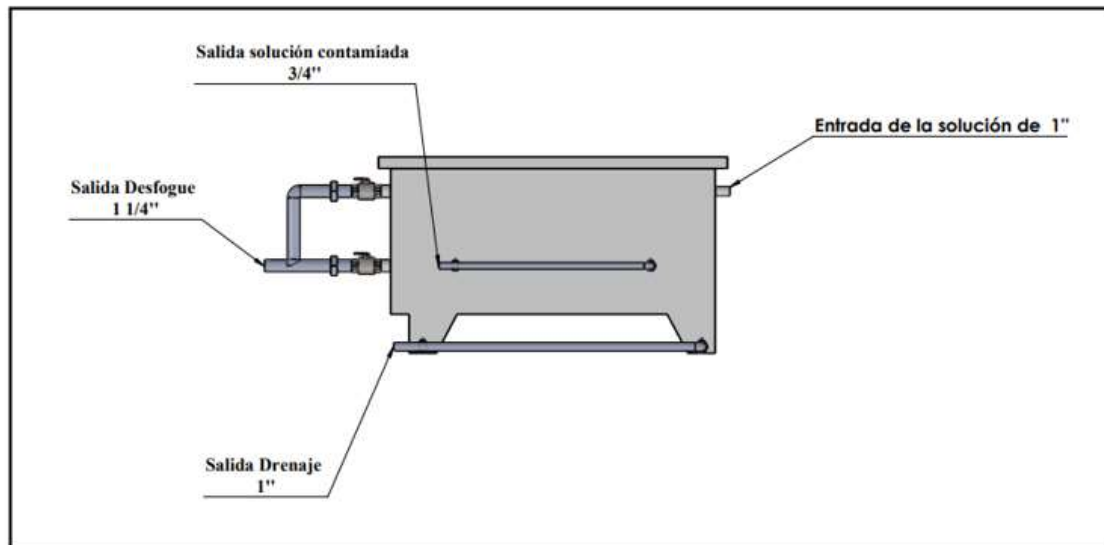
El separador de aceite Hydro Italia tiene como función principal aumentar la duración de la solución desengrasante. El funcionamiento del equipo empieza cuando la solución captada en la cuba entra por tubería a la primera cámara del separador de aceite reduciendo la velocidad de flujo, esto permite que las partículas grandes empiecen a separarse, después la solución pasa a la sección principal donde hay paletas molduradas que complementa la separación total de las partículas de grasa restantes. Una vez completado este proceso la solución limpia pasa a la tercera sección donde se evacua al tanque de desfogue para que retorne a la cuba.



**Figura 32-4:** Separador de aceite

Fuente: (Aceite, n.d.)

El separador de aceite tiene una entrada de 1 pulgada por donde pasa la solución captada por las campanas de reboce de la cuba N°1, y varias salidas una es del desfogue que sale la solución limpia al tanque de desfogue y otra de 3/4 de pulgada que circula la solución contaminada. El equipo cuenta con una salida de drenaje que se utiliza para temas de mantenimiento del equipo.



**Figura 33-4:** Características del separador de aceite

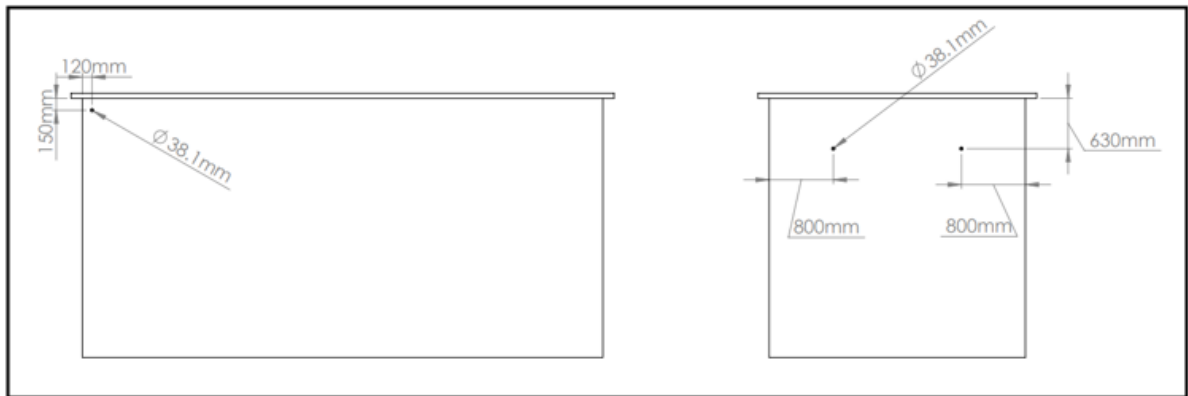
Realizado por: Arcos, J. 2022



#### 4.2.4. *Instalación y montaje del sistema de separación de aceite*

##### 4.2.4.1. *Captación de la solución*

Para la implementación del nuevo sistema de captación de la solución en la cuba N°1, se perfora la cuba en tres puntos, dos en la parte frontal para la salida de la solución y una la parte lateral para el retorno.



**Figura 34-4:** Planos perforación de la cuba N°1

**Realizado por:** Arcos, J. 2022

Para ello se solicita al departamento de producción de la planta de pintura y a AXALTA que vacíe la cuba N°1 para realizar los siguientes trabajos:

- Perforación de la cuba. - Mediante el equipo de corte por plasma, se realizan orificios en los puntos especificados anteriormente con en la cuba N°1.



**Figura 35-4:** Perforación de la cuba

Realizado por: Arcos, J. 2022

- Colocación de neplos en la cuba. - Una vez realizado los agujeros se procede a poner los neplos corridos de 1 ½’’ y posteriormente a soldarlos en la cuba.



**Figura 36-4:** Colocación de neplos corridos

Realizado por: Arcos, J. 2022

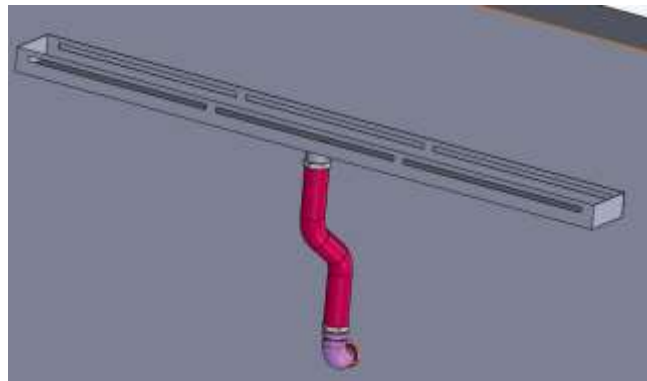
- Colocación de válvula de bola. - Una vez colocado el neplo corrido en la cuba se coloca la válvula de bola de 1 ½ pulgadas, para ello se utiliza teflón que evita que haya fugas del fluido.



**Figura 37-4:** Colocación de válvula de globo.

**Realizado por:** Arcos, J. 2022

- Colocación de la manguera. - Para la colocación de la manguera se utiliza adaptadores de manguera y codo de 90 grados que conecta la bandeja de reboce al nepló corrido colocado en la cuba.



**Figura 38-4:** Colocación de la manguera

**Realizado por:** Arcos, J. 2022

#### 4.2.4.2. Separación

- Montaje del separador de aceite. - En el montaje del equipo se coloca el soporte a 1.20 metros de la parte frontal de la cuba, una vez ya ubicado el soporte montamos los dos separadores de aceite y aseguramos mediante pernos.



**Figura 39-4:** Montaje de los separadores de aceite

**Realizado por:** Arcos, J. 2022

- Con los equipos ubicados en los separadores de aceite se conecta la válvula de bola que sale de la cuba N°1 a la válvula de globo a la entrada al separador de aceite, para ello se utilizó tubería de 1 ½ pulgadas y varios accesorios como codos, neplones y universales.



**Figura 40-4:** Colocación de válvula de globo

**Realizado por:** Arcos, J. 2022

#### *4.2.4.3. Retorno de la solución*

- En el retorno de la solución ubicamos el tanque de desfogue al lado izquierdo de los separadores de aceite y conectamos las dos salidas de desfogue de los separadores de aceite mediante tubos de acero inoxidable y los accesorios correspondientes.



**Figura 41-4:** Colocación del tanque de desfogue

Realizado por: Arcos, J. 2022

- La bomba centrífuga se debe colocar al mismo nivel de la salida del tanque de desfogue, para ello se construye una base que a su vez sujeta a la bomba, evitando vibraciones en su funcionamiento.
- Para la construcción de la base de la bomba se realizó con una plancha metálica y tubo cuadrado de acero gris que va sujeta a la malla.
- La salida del tanque de desfogue se conecta a una válvula de bola y está a la entrada de la bomba centrífuga.



**Figura 42-4:** Colocación de la bomba centrífuga

Realizado por: Arcos, J. 2022

- La tubería de retorno de la solución a la cuba es de 1 pulgada, para ello se utiliza codos, neplos, universales, válvula check, y se le coloca un manómetro, ubicado a la salida de la bomba.



**Figura 43-4:** Colocación de la tubería de retorno

Realizado por: Arcos, J. 2022

- Para la descarga de la solución en la cuba se instala una tubería de 1 ½ pulgadas con agujeros(flauta), que está a unos 10cm sobre el nivel de la solución de la cuba. En los agujeros se coloca aspersores y al final de la tubería un tapón.



**Figura 44-4:** Colocación de la tubería (Flauta)

Realizado por: Arcos, J. 2022

#### **4.2.5. Codificación de las válvulas**

Debido al gran número de válvulas con las que cuenta el sistema de desengrase se opta por codificar para identificar a cada una de ellas como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 14-4:** Codificación de las válvulas del sistema de desengrase

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SECCIÓN</b>
VC1S1	Válvula de compuerta N°1 del separador de aceite N°1	SEPARADOR DE ACEITE N°1
VB1S1	Válvula de bola N°1 salida de la cuba al separador de aceite N°1	
VB2D1	Válvula de bola N°2 del desfogue del separador de aceite N°1	
VB3D1	Válvula de bola N°3 del desfogue del separador de aceite N°1	
VB4S1	Válvula de bola N°4 de la salida de las bandejas de reboce del separador de aceite N°1	
VB5S1	Válvula de bola N°5 de la salida de las bandejas de reboce del separador de aceite N°1	
VB6S1	Válvula de bola N°6 del drenaje del separador de aceite N°1	
VB7S1	Válvula de bola N°7 del drenaje del separador de aceite N°1	
VC2S2	Válvula de compuerta N°2 del separador de aceite N°2	
VB8S2	Válvula de bola N°8 salida de la cuba al separador de aceite N°2	
VB9D2	Válvula de bola N°9 del desfogue del separador de aceite N°2	
VB10D2	Válvula de bola N°10 del desfogue del separador de aceite N°2	
VB11S2	Válvula de bola N°11 de la salida de las bandejas de reboce del separador de aceite N°2	

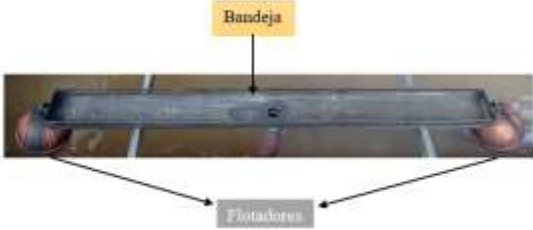

VB12S2	Válvula de bola N°12 de la salida de las bandejas de reboce del separador de aceite N°2	SEPARADOR DE ACEITE N°2
VB13S2	Válvula de bola N°13 del drenaje del separador de aceite N°2	
VB14S2	Válvula de bola N°14 del drenaje del separador de aceite N°2	
VB15R	Válvula de bola N°15 de la salida del tanque de desfogue (Retorno)	RETORNO DE LA SOLUCIÓN
VB16M	Válvula de bola N°16 control del manómetro	



Realizado por: Arcos, J. 2021






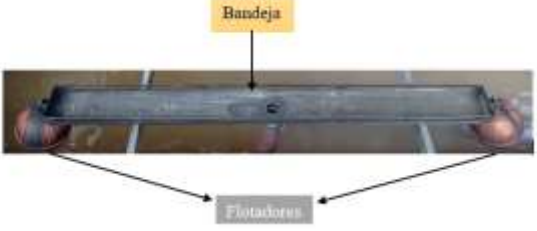
#### 4.2.6. Descripción de los elementos



**Tabla 15-4:** Descripción de los elementos del sistema de desengrase



PARA EL SEPARADOR DE ACEITE N°1			
Elemento	Descripción	Datos técnicos	Ilustración
<b>Bandeja de reboce N°1</b>	La bandeja de reboce recoge la solución de la cuba y envía al hacia el separador de aceite N°1	Largo: 1200mm Ancho: 50mm Alto: 3mm Espesor: 1mm Material: Acero inoxidable	 <p>Una fotografía que muestra una bandeja de reboce rectangular de metal, sostenida por dos soportes. Una etiqueta amarilla con la palabra 'Bandeja' apunta a la parte superior de la bandeja. Una etiqueta gris con la palabra 'Flotadores' apunta a los dos soportes que sostienen la bandeja.</p>
<b>Flotadores de la bandeja de reboce N°1</b>	Los flotadores se encargan de mantener al nivel de la solución en la cuba a la bandeja N°1	Material: Bronce	
<b>Válvula de compuerta N°1 (VC1S1)</b>	La válvula VC1S1 controla el flujo de entrada hacia el separador de aceite N°1.	Material: Acero inoxidable 304 Diámetro interno: 1 ½’’	 <p>Una fotografía que muestra una válvula de compuerta instalada en un sistema de tuberías de metal. La válvula tiene un manivela roja y está ubicada en un ángulo de 90 grados en la tubería.</p>



<p><b>Válvula de bola N°1 (VB1S1)</b></p>	<p>La válvula VB1S1 permite el paso de la solución recolectada por la bandeja de N°1, hacia el separador de aceite N°1.</p>	<p>Material: Acero inoxidable 304 Diámetro interno: 1 ½’’</p>	
<p><b>Separador de aceite N°1</b></p>	<p>El separador de aceite tiene la función de aumentar la duración de la solución. Los contaminantes con una gravedad específica +/- 5% pueden ser eliminados gracias al design único del separador de aceite.</p>	<p>Material: Acero inoxidable 304 Largo:1000 mm Ancho:450mm Altura:610mm Capacidad:1000 l/h Temperatura de trabajo: hasta 100°C Presión de trabajo: sin presión Valor pH: 1-14</p>	

<p><b>Válvula de bola N°2 (VB2D1)</b></p>			
<p><b>Válvula de bola N°3 (VB3D1)</b></p>	<p>Las válvulas VB2D1, VB3D1 controla el flujo de salida del separador de aceite N°1 hacia el tanque de desfogue.</p>	<p>Material: Acero inoxidable 304 Diámetro interno: 1 ½’’</p>	
<p><b>Válvula de bola N°4 (VB4S1)</b></p>			
<p><b>Válvula de bola N°5 (VB5S1)</b></p>	<p>Las válvulas VB4S1, VB5S1 permiten el paso de la solución recolectada por las bandejas de rebose del separador N°1, hacia el recolector de aceite.</p>	<p>Material: Acero inoxidable 304 Diámetro interno: 3/4’’</p>	



<b>Válvula de bola N°6 (VB6S1)</b>	Las válvulas VB6S1, VB7S1 son válvulas de desfogue del separador de aceite que se utilizan para procesos de mantenimiento del equipo.	Material: Acero inoxidable 304 Diámetro interno: 1''	
<b>Válvula de bola N°7 (VB7S1)</b>			
<b>PARA EL SEPARADOR DE ACEITE N°2</b>			
<b>Bandeja de reboce N°1</b>	La bandeja de reboce recoge la solución de la cuba y envía hacia el separador de aceite N°2	Largo: 1200mm Ancho: 50mm Alto: 3mm Espesor: 1mm Material: Acero inoxidable	
<b>Flotadores de la bandeja de reboce N°1</b>	Los flotadores se encargan de mantener al nivel de la solución en la cuba a la bandeja N°2	Material: Bronce	

<p><b>Válvula de compuerta N°2 (VC2S2)</b></p>	<p>La válvula VC2S2 controla el flujo de entrada hacia el separador de aceite N°2.</p>	<p>Material: Acero inoxidable 304 Diámetro interno: 1 ½’’</p>	
<p><b>Válvula de bola N°8 (VB2S2)</b></p>	<p>La válvula VB2S2 permite el paso de la solución recolectada en la cuba por la bandeja N°2, y es enviada hacia el separador de aceite N°2.</p>	<p>Material: Acero inoxidable 304 Diámetro interno: 1 ½’’</p>	



<p><b>Separador de aceite N°2</b></p>	<p>El separador de aceite tiene la función de aumentar la duración de la solución. Los contaminantes con una gravedad específica +/- 5% pueden ser eliminados gracias al design único del separador de aceite.</p>	<p>Material: Acero inoxidable 304  Largo:1000 mm  Ancho:450mm  Altura:610mm  Capacidad:1000 l/h  Temperatura de trabajo: hasta 100°C  Presión de trabajo: sin presión  Valor pH: 1-14</p>	
<p><b>Válvula de bola N°9 (VB9D2)</b></p>	<p>Las válvulas VB9D2, VB10D2 controla el flujo de salida del separador de aceite N°2 hacia el tanque de desfogue.</p>	<p>Material: Acero inoxidable 304  Diámetro interno: 1''</p>	
<p><b>Válvula de bola N°10 (VB10D2)</b></p>			



<p><b>Válvula de bola N°11 (VB11S2)</b></p>	<p>Las válvulas VB11S2, VB112S2 permiten el paso del aceite más solución recolectada por las bandejas de rebose del separador N°2, hacia el recolector de aceite.</p>	<p>Material: Acero inoxidable 304 Diámetro interno: 3/4''</p>	
<p><b>Válvula de bola N°12 (VB12S2)</b></p>			
<p><b>Válvula de bola N°13 (VB13S1)</b></p>	<p>Las válvulas VB13S1, VB14S1 permiten el paso de la solución recolectada por las bandejas de rebose del separador N°1, hacia el recolector de aceite.</p>	<p>Material: Acero inoxidable 304 Diámetro interno: 1''</p>	
<p><b>Válvula de bola N°14 (VB14S1)</b></p>			

**PARA EL RETORNO DE LA SOLUCIÓN**

<p><b>Recolector de Aceite</b></p>	<p>El recolector de aceite almacena la solución contaminada que es recogida por los dos separadores de aceite.</p>	<p>Material: Acero inoxidable Volumen: 20 L</p>	
<p><b>Tanque de desfogue</b></p>	<p>El tanque de desfogue almacena la solución limpia de los dos separadores de aceite, para después enviar a la cuba.</p>	<p>Material: Acero inoxidable 304 Diámetro: Altura:</p>	



<p><b>Tablero de control</b></p>	<p>Es el encargado de encender y apagar la bomba, según el nivel que mantenga el tanque de desfogue.</p>	<p>Elementos eléctricos</p>	
<p><b>Válvula de bola N°15 (VB11R)</b></p>	<p>La válvula VB15R permite el paso de la solución del tanque de desfogue hacia la bomba.</p>	<p>Material: Acero inoxidable 304 Diámetro interno: 1 ½’’</p>	

<p><b>Bomba centrifuga</b></p>	<p>Bombee la solución que contiene el tanque de desfogue hacia la cuba N°1.</p>	<p>motor          Voltaje: 230V o 460V          Frecuencia: 60 Hz          Hp: 2          rpm: 3450          Bomba          Diámetro entrada: 1 ½”          Diámetro salida: 1 ¼”</p>	
<p><b>Válvula de bola N°16(VB12M)</b></p>	<p>La válvula VB16M permite el paso de la solución hacia el manómetro, que mide la presión de trabajo de la bomba.</p>	<p>Material: Acero inoxidable 304          Diámetro interno: 1/4”</p>	

Realizado por: Arcos, J. 2021

### 4.3. Pruebas de funcionamiento del sistema de desengrase

Para evaluar el funcionamiento del sistema de desengrase se realizan pruebas en cada sección tomando muestras y verificando su correcto funcionamiento.

#### 4.3.1. Captación de la solución

##### 4.3.1.1. Nivel de inmersión de la bandeja de reboce en la cuba de desengrase

Las bandejas de reboce deben estar colocadas a lo ancho de la cuba N°1, manteniendo una distancia de unos 10cm de la pared metálica, y la ranura a unos 2mm bajo el nivel de la solución, para garantizar que la bandeja se mantenga con líquido.



**Figura 45-4:** Captación de la solución

Realizado por: Arcos, J. 2022

##### 4.3.1.2. Posición de las válvulas de bola VB1S1 y VB2S2

Las válvulas de bola antes mencionadas en una jornada de trabajo normal deben estar completamente abiertas, permitiendo el paso libre de la solución. En caso e un mantenimiento de uno o de los dos separadores de aceite se deben cerrar las válvulas según sea el caso.



**Figura 46-4:** Posición de las válvulas de bola

Realizado por: Arcos, J. 2022

### **4.3.2. Separación**

#### **4.3.2.1. Posición de las válvulas de compuerta VC1S1 y VC2S2**

Las válvulas de compuerta dosifican la entrada de solución al separador de aceite, para ello se realizó varias pruebas variando el caudal y determinar cuál es el ideal para alcanzar una máxima eficiencia en el equipo:

- Para realizar las pruebas se realiza 5 muestras de cada caudal de entrada al equipo, cada muestra se recoge en un lapso de 24 horas.
- Muestras caudal 3 L/min

**Tabla 16-4:** Muestra caudal 3L/min

Caudal (L/min)	N° vueltas válvula de compuerta	Solución Total(L)	Solución Limpia (L)	Solución Contaminada(L)
3	0,5	5,9	4,4	1,5
		6,1	4,5	1,6
		6	4,6	1,4
		5,8	4,4	1,4
		6	4,4	1,6
<b>Promedio</b>		5,96	4,46	1,5

Realizado por: Arcos, J. 2022

$$Eficiencia = \frac{Solución\ contaminada}{Solución\ Total} * 100$$

$$Eficiencia = \frac{1.5}{5.96} * 100$$

$$Eficiencia = 25.17\%$$

- Muestra caudal 3.5 L/min

**Tabla 17-4:** Muestra caudal 3,5 L/min

Caudal (L/min)	N° vueltas válvula de compuerta	Solución Total(L)	Solución Limpia (L)	Solución Contaminada(L)
3,5	0,75	5,8	4,4	1,4
		6	4,3	1,7
		6,3	4,4	1,9
		5,7	4,3	1,4
		5,9	4,4	1,5
<b>Promedio</b>		5,94	4,36	1,58

Realizado por: Arcos, J. 2022

$$Eficiencia = \frac{Solución\ contaminada}{Solución\ Total} * 100$$

$$Eficiencia = \frac{1.58}{5.94} * 100$$

$$Eficiencia = 26.6\%$$

- Muestras caudales 4.2 L/min

**Tabla 18-4:** Muestras caudales 4.2 L/min

Caudal (L/min)	N° vueltas válvula de compuerta	Solución Total(L)	Solución Limpia (L)	Solución Contaminada(L)
4,2	1	5,9	4,5	1,4
		6,1	4,4	1,7
		6	4,3	1,7
		6,2	4,4	1,8
		6,2	4,5	1,7
<b>Promedio</b>		6,08	4,42	1,66

Realizado por: Arcos, J. 2022

$$Eficiencia = \frac{Solución\ contaminada}{Solución\ Total} * 100$$

$$Eficiencia = \frac{1.66}{6.08} * 100$$

$$Eficiencia = 27.3\%$$

- Muestras caudal 5 L/min

**Tabla 19-4:** Muestras caudal 5 L/min

Caudal (L/min)	N° vueltas válvula de compuerta	Solución Total(L)	Solución Limpia (L)	Solución Contaminada(L)
5	1,5	6	2,6	3,4
		6,3	2,7	3,6
		6,4	2,5	3,9
		6,2	2,6	3,6
		6,3	2,5	3,8
<b>Promedio</b>		6,24	2,58	3,66

Realizado por: Arcos, J. 2022

$$Eficiencia = \frac{Solución\ contaminada}{Solución\ Total} * 100$$

$$Eficiencia = \frac{3,66}{6,24} * 100$$

$$Eficiencia = 58,65\%$$

- Muestras caudales 5.75 L/min

**Tabla 20-4:** Muestras caudales 5.75 L/min

Caudal (L/min)	N° vueltas válvula de compuerta	Solución Total(L)	Solución Limpia (L)	Solución Contaminada(L)
5,75	1,75	6,2	2,3	3,9
		6,2	2,4	3,8
		6,4	2,5	3,9
		6,5	2,3	4,2
		6,4	2,4	4
<b>Promedio</b>		6,34	2,38	3,96

Realizado por: Arcos, J. 2022

$$Eficiencia = \frac{Solución\ contaminada}{Solución\ Total} * 100$$

$$Eficiencia = \frac{3.96}{6.34} * 100$$

$$Eficiencia = 62.46\%$$

- Muestras caudal 7 L/min

**Tabla 21-4:** Muestras caudal 7 L/min

Caudal (L/min)	N° vueltas válvula de compuerta	Solución Total(L)	Solución Limpia (L)	Solución Contaminada(L)
7	2	7,5	2,3	5,2
		7,2	2,5	4,7
		7,3	2,6	4,7
		7,4	2,3	5,1
		7,4	2,4	5
<b>Promedio</b>		7,36	2,42	4,94

Realizado por: Arcos, J. 2022

$$Eficiencia = \frac{Solución\ contaminada}{Solución\ Total} * 100$$

$$Eficiencia = \frac{4.94}{7.36} * 100$$

$$Eficiencia = 67.12\%$$



- Muestras caudal 9 L/min

**Tabla 22-4:** Muestras caudal 9 L/min

Caudal (L/min)	N° vueltas válvula de compuerta	Solución Total(L)	Solución Limpia (L)	Solución Contaminada(L)
9	2,5	9	3,5	5,5
		9,3	3,6	5,7
		9	3,6	5,4
		9,1	3,7	5,4
		9,1	3,7	5,4
<b>Promedio</b>		9,1	3,62	5,48

Realizado por: Arcos, J. 2022

$$Eficiencia = \frac{Solución\ contaminada}{Solución\ Total} * 100$$

$$Eficiencia = \frac{5.48}{9.1} * 100$$

$$Eficiencia = 60.22\%$$

Con los datos recolectados anteriormente se realiza una tabla resumen tomando los promedios de cada uno de los caudales:

**Tabla 23-4:** Resumen de las muestras

Caudal (L/min)	N° vueltas válvula de compuerta	Solución Total(L)	Solución Limpia (L)	Solución Contaminada(L)	Eficiencia%
3	0,5	5,96	44,6	1,5	25,17
3,5	0,75	5,94	4,36	1,58	26,60
4,2	1	6,08	4,42	1,66	27,30
5	1,5	6,24	2,58	3,66	58,65
5,75	1,75	6,34	2,38	3,96	62,46
7	2	7,36	2,42	4,94	67,12
9	2,5	9,1	3,62	5,48	60,22

Realizado por: Arcos, J. 2022

Mediante la tabla de resumen podemos observar que el caudal ideal de entrada al separador de aceite es de 7 L/min el cual nos da un 67.12% de eficiencia.

#### 4.3.2.2. Nivel de las bandejas de reboce de los separadores de aceite

Las bandejas del separador de aceite se deben mantener a unos 3mm sobre el nivel de la solución, evitando que se pierda solución. En caso de variar el caudal de entrada también se debe modificar el nivel de las bandejas.



**Figura 47-4:** Nivel de las bandejas de reboce

Realizado por: Arcos, J. 2022

### **4.3.3. Retorno de la solución**

#### *4.3.3.1. Presión de la bomba*

La bomba centrífuga debe enviar la solución almacenada en el tanque de desfogue a la cuba N°1, para ello el caudal máximo que puede enviar debe ser mayor al de entrada a los separadores de aceite, así evitando derramamientos de solución.



#### *4.3.3.2. Aspersores*



Para empujar la solución a las bandejas de reboce colocadas en la cuba N°1 se optó por colocar aspersores en los orificios de la tubería de descarga (flauta).

#### 4.4. Manual de funcionamiento

##### 4.4.1. Puesta en marcha por primera vez

**Tabla 24-4:** Manual de funcionamiento del sistema de desengrase; Puesta en marcha por primera vez

PASOS	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN
Colocar los flotadores en la bandeja de reboce de solución	Colocar los dos flotadores en la bandeja y asegurarse que queden bien apretados	
Sumergir la bandeja de reboce	Colocar la bandeja con los flotadores en la cuba y esperar que se llene de solución	

<p>Nivelar la bandeja de reboce de solución</p>	<p>Mediante las perillas nivelar la bandeja, en donde la solución únicamente pase por las ventanas laterales de la bandeja.</p>	
<p>Abrir la válvula VB1S1</p>	<p>La válvula se debe abrir completamente, permitiendo un paso libre del fluido.</p>	

Regular el caudal

Mediante la válvula VC1S1 regular el paso del fluido hacia el separador de aceite, tomando en cuenta los parámetros aproximados de la siguiente tabla:



Separador	Vueltas	Caudal
1	2	5 L/min
2	2	4,5 L/min



Cerrar las válvulas VB3D1

Una vez que el fluido empiece a entrar al separador de aceite se debe cerrar la válvula VB3D1, para evitar que el fluido pase directamente al tanque de desfogue sin cumplir el proceso de separación.



<p>Abrir la válvula VB2D1</p>	<p>Una vez que el separador de aceite mantenga el nivel adecuado, abrir la válvula VB2D1, para que el fluido pase al tanque de desfogue y recircule la solución</p>	
<p>Nivelar las bandejas del separador de aceite</p>	<p>Con ayuda de una llave mixta 13mm nivelar las bandejas del separador de aceite a unos 4 mm sobre el nivel del fluido.</p>	
<p><b>NOTA: Este proceso se lo debe relizar de la misma manera en el separador de aceite N°2</b></p>		

## RETORNO DE LA SOLUCIÓN

Energizar el tablero de control

Comprobar que el tablero el control este energizado a una red trifásica de 220V.



Abrir la válvula VB15R

Abrir la válvula VB15R a su 100%,  
permitiendo el paso de la solución limpia del  
tanque de desfogue hacia la bomba.





Abrir la válvula VB16M

Abrir la válvula VB16M completamente, y verificar la presión de la bomba en el manómetro.



Realizado por: Arcos, J. 2022

## CONCLUSIONES

- Los datos obtenidos por el departamento de AXALTA del segundo semestre del año 2020 de defectos de las unidades al salir del horno ELPO, se evidencia que existe un mal funcionamiento del sistema de desengrase, debido que existe un índice del 30 al 40 por ciento de cráteres formados por partículas de aceite y de un 25 a 30 por ciento de suciedades, que no ha sido retirado de las chapas metálicas.
- Para aumentar la eficiencia del sistema de desengrase, se realizaron varias pruebas en el separador de aceite variando algunos parámetros como; caudal de entrada, encendiendo el agitador en lapsos de tiempo y manteniendo un reboce de solución continuo.
- La implementación de un sistema de desengrase únicamente para a cuba N°1, reducirá el índice de cráteres en las unidades al final del proceso ÉLPO, ya que se mantiene limpiando la cuba constantemente, y se evita que se mezclen las soluciones con la cuba N°2.
- El método de captación de la solución en la cuba N°1, se optó por colocar bandejas de reboce dentro de la cuba que son sujetadas por flotadores que evitan que un operario este pendiente del nivel de la solución.
- Para el sistema de desengrase de la cuba N°1 se implementaron dos equipos separadores de aceite debido a que es la cuba más afectada, así se lograra aumentar el tiempo de vida útil de la solución.
- Con un sistema de desengrase optimo se garantiza que el área de lijado y sellado no se formen cuellos de botella y aumentar el número de unidades pintadas diariamente.

## **RECOMENDACIONES**

- Verificar constantemente que el caudal de entrada a los separadores de aceite sean los especificados en el estudio y así garantizar la eficiencia del sistema.
- El departamento de AXALTA debe encargar a un operario que se mantenga pendiente del nivel de la solución en la cuba N°2, para garantizar que no haya tiempos muertos en el funcionamiento del equipo.
- En caso de una avería en las bombas centrifugas que tienes los dos sistemas de desengrase se debe cortar inmediatamente la entrada de solución a los equipos para evitar derramamientos.
- Realizar mantenimientos preventivos a los equipos y elementos del sistema de desengrase.

## BIBLIOGRAFÍA

**AGUAIS GUACHAMIN, Franklin Giovanni.** Reingeniería del proceso de fabricación, rediseño de matrices y simulación del proceso de embutición de la vajilla de campaña de lámina de aluminio templeh0 tipo bandeja de capacidad de un litro de la e.m.santa bárbara E.P. (Trabajo de titulación). Escuela Politecnica del Ejercito - Ecuador. 2013. [Consulta: 2021-06-15]. Disponible en: <https://docplayer.es/96026059-Franklin-giovanny-aguais-guachamin-escuela-politecnica-del-ejercito-resumen.html>

**ARAUJO ULLOA, Karen Daniela.** Diseño de unidades de desmineralización del agua como medio de enfriamiento. [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador - Ecuador. 2015. pp. 3. [Consulta: 2021-06-15]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4583/1/T-UCE-0017-119.pdf>

**ARMIJOS CORREA, Nelson Oswaldo & MORALES MUYULEMA Leonardo David.** Diseño y construcción de un sistema de calentamiento de agua para la curtiduría Cueros & Cueros. [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2012. pp. 63-65. [Consulta: 2021-06-28]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2342/1/15T00508.pdf>

**HENKEL ADHESIVES.** *BONDERITE*[blog]. [Consulta: 06 de mayo 2021]. Disponible en: [https://www.henkel-adhesives.com/cn/en/product/industrial-cleaners/bonderite\\_c-ad\\_1523s.html](https://www.henkel-adhesives.com/cn/en/product/industrial-cleaners/bonderite_c-ad_1523s.html)

**CHÁVEZ PINO, Christian Leonardo.** Propuesta de implementación de la herramienta de manufactura esbelta kanban en la línea de ensamblaje de baldes para la empresa ensambladora de vehículos maresa. [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. 2015. pp 93-95. [Consulta: 2021-07-12]. Disponible en: <file:///C:/Users/ACER/Downloads/T-UCE-0011-18.pdf>

**GOMEZ BAYONA, Daniel Fernando & MORENO ARIAS Santiago.** Cálculo de tiempos y costos medios para el pintadode vehíclosen acabado tricapa. [En línea] (Trabajo de titulación). Fundación Universidad de América, Bogota, Colombia. 2018. pp 36-40. [Consulta: 2021-07-12]. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6649/1/4121517-2018-1-1M.pdf>

**ESCAMILLA RESENDIZ, Claudia.** Modelacion fisica de un separador. [En línea] (Trabajo de titulación). Instituto Politecnico Nacional, Mexico 2015. pp 8-12. [Consulta: 2021-07-12]. Disponible en:

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/7094/ESCAMILLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**SPIES HECKER.** *Daños en la pintura, defectos de pintura y causas medioambientales.* [blog]. [Consulta: 20 de junio 2021]. Disponible en: [www.spieshecker.es](http://www.spieshecker.es)

**HIGHFOQUA.** *Tubería y mangueras de goma.* [blog]. [Consulta: 20 de junio 2021]. Disponible en: [https://es.made-in-china.com/co\\_highquahose/product\\_Fabric-Reinforced-Heat-Resistant-EPDM-Steam-Hose\\_engiihnr.html](https://es.made-in-china.com/co_highquahose/product_Fabric-Reinforced-Heat-Resistant-EPDM-Steam-Hose_engiihnr.html)

**GUAGO PERUGACHI, José Antonio, & CAÑIZARES ORMAZA, Diego Patricio.** Mejoramiento del proceso de pintura electrolítica (ELPO) aplicada a la industria automotriz de AYMESA. [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2013. pp 39-45. [Consulta: 2021-07-12]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6167/1/CD-4819.pdf>

**JIMENES CARBALLO, C.** *Mecánica de Fluidos Viscosidad y turbulencia.* [En línea]. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2017. [Consulta: 2021-07-12]. Disponible en: [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10194/Dinámica\\_de\\_fluidos\\_viscosos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10194/Dinámica_de_fluidos_viscosos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**MATAIX, C.** *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas.* [En línea]. Madrid, 1996. [Consulta: 2021-07-12]. Disponible en: <https://conver2.files.wordpress.com/2012/11/ingenieria-claudio-mataix-mecanica-de-fluidos-y-maquinas-hidraulicas1.pdf>

**METALMACHINE.** *Tubería acero inoxidable.* [blog]. [Consulta: 20 de junio 2021]. Disponible en: [http://www.metalmachine.com.ec/seccion/161/tuberia\\_de\\_acero\\_inoxidable](http://www.metalmachine.com.ec/seccion/161/tuberia_de_acero_inoxidable)

**MORENO BENAVIDES, Jose Alberto.** Diseño de planta de tratamiento de agua de osmosis inversa para la empresa dober osmotech de Colombia Ltda. [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Autonoma De Occidente, Cali, Colombia. 2011. pp 27-28. [Consulta: 2021-07-12]. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/3077/TBM00990.pdf;jsessionid=5591C36243404C535C68405341465AEB?sequence=1>



**PACHECO ORVEA, Roberto Carlos.** Diseño e implementación de la modernización del tablero del control en el proceso de galvanotecnia en “FV Franz Viegner área Andina Ecuador. [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2014. pp 4-7. [Consulta: 2021-07-12]. Disponible en: <file:///C:/Users/ACER/Downloads/CD-5605.pdf>







**PILAR SANTOS.** *Pintura en fabricación.* [blog]. [Consulta: 27 de junio 2021]. Disponible en: [http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala\\_prensa/revista\\_tecnica/hemeroteca/articulos/R61\\_A3.pdf](http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R61_A3.pdf)

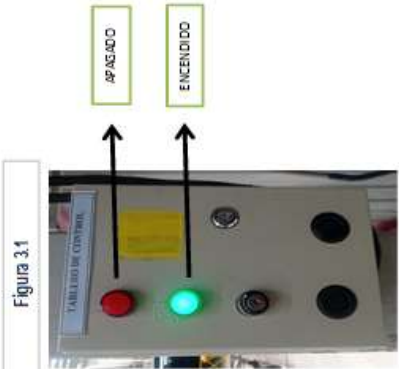

**SANTOS, Pilar.** Ensamble Automotriz. [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Politecnica del Ejercito, Quito, Ecuador. 2014. pp 35-36. [Consulta: 2021-07-15]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2438/6/T-ESPE-019560-3.pdf>

# ANEXOS

## ANEXO A: MANUAL DE FUNCIONAMIENTO

		<h3>INSTRUCCIONES DE TRABAJO</h3>		Versión: 01	
				Fecha Emisión: 2018/04/13	
				Nº: 001	
				Documento Externo:	
Línea: MANTENIMIENTO		Operación: FUNCIONAMIENTO DE LOS SEPARADORES DE ACEITE DE LA CUBA 1			
Características Especiales: Confirmación de Calidad Característica Especial		Equipo de Protección Personal: Gafas <input checked="" type="checkbox"/> Zapatos de Seguridad <input checked="" type="checkbox"/>		Residuos Generados: Plástico <input type="checkbox"/> Vidrio <input type="checkbox"/> General <input type="checkbox"/> Chatarra <input type="checkbox"/> Peligrosos <input type="checkbox"/> Papel / Cartón <input type="checkbox"/>	
Seguridad Industrial <input checked="" type="checkbox"/> Medio Ambiente <input checked="" type="checkbox"/>		Guantes <input checked="" type="checkbox"/> Mascaras Facial <input type="checkbox"/>		Ropa de Trabajo <input checked="" type="checkbox"/> Respirador <input type="checkbox"/>	
Código		Descripción		Descripción	
Item		Cant.		Especificación Técnica	
COMPONENTES		HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES		13m m	
No.		PASO PRINCIPAL		¿POR QUÉ? (EFECTOS)	
1		Verificar el nivel de las bandejas de rebos de solución		1.1 Verificar que el nivel de las bandejas no se haya averiado y mantener el nivel adecuado.	
GRÁFICO / FOTOGRAFÍA		Figura 1.1 			

<p>Figura 2.1</p> 	<p>Figura 2.2</p> 	<p>2</p>	<p>Rebozar la solución contaminada acumulada en el separador de aceite</p>	<p>2.1 Cerrar la válvula VB3D1, para que el nivel de solución en el separador suba y pueda rebozar por las bandejas. 2.2 Abrir las válvulas VB7S1, VB8S1, para que la solución costada por las bandejas del separador de aceite pase al recolector de aceite</p>	
<p>Figura 2.3</p> 	<p>Figura 2.4</p> 	<p>2</p>	<p>Rebozar la solución contaminada acumulada en el separador de aceite</p>	<p>2.3 Esperar durante 3 minutos hasta que la solución contaminada haya rebozado completamente. 2.4 Verificar que en el tanque del separador de aceite quede con solución limpia</p>	
<p>Figura 2.5</p> 	<p>Figura 2.6</p> 	<p>2</p>	<p>Rebozar la solución contaminada acumulada en el separador de aceite</p>	<p>2.5 Abrir la válvula VB3D1 2.6 Cerrar las válvulas VB7S1, VB8S1</p>	

<p>Figura 3.1</p>  <p>Figura 3.2</p> 	<p>3</p> <p>Retorno de la solución</p>	<p>3.1 Verificar el funcionamiento de la bomba mediante el tablero de control.</p>	
		<p>3.2 Verificar que el nivel de la solución en el tanque de desfogue.</p>	