



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO**

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

**PROYECTO DE TITULACIÓN**  
AUMENTO DE LA EFICIENCIA EN EL PROCESO DE  
PRODUCCIÓN E-COAT

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
INGENIERA INDUSTRIAL

**PRESENTA:**  
KARLA JANET BATISTA SALAZAR

**ASESOR:**  
ING. OSCAR NÁJERA SOLÍS

Junio



## AGRADECIMIENTOS

---

A mi familia. A mi madre y abuela, que con muchos sacrificios me han sacado adelante, gracias por su amor, consejos y apoyo incondicional. A mi padre, quien ha sido un maestro dentro y fuera de un aula, gracias por darme tu confianza, y guiarme en el camino de la vida.

Al ITC por abrirme las puertas en este camino, y al ITPA por permitirme culminarlo.

A la empresa, Maindsteel, por permitirme realizar este proyecto. Gracias a cada uno de los miembros del área por brindarme su apoyo y por ser parte de este éxito.

Amigos con los que inicié este proceso, con los que me encontré a medio camino y con los que ahora termino. Gracias Zyanya, Sayuri y Felipe, por escucharme y darme las fuerzas para seguir adelante cuando yo no las tenía. A Vania, y en especial a mi novio, Héctor, gracias a ustedes también porque fueron parte fundamental en mi última etapa de la carrera, por permitirme entrar en su círculo y no dejarme sola cuando más lo necesite.

A mis profesores, quienes han marcado para bien en mi vida tanto profesional como personalmente. Especialmente al profesor Francisco Tejeda y Benito Rodríguez, gracias por escucharme, por sus consejos y por ser un gran apoyo en este camino.

A mi asesor, el Ing. Oscar Nájera, gracias por guiarme, aconsejarme y apoyarme en esta última etapa de mi vida escolar, sin su ayuda no hubiera sido posible.

Y demás personas, que de mencionar no terminaría de expresar toda mi gratitud.

Gracias a Dios, a la vida y a las grandes oportunidades que hasta ahora se me han presentado.

Durante el periodo de estadías en la planta 2 de Maindsteel comprobé la suma importancia de eliminar tareas que no aportan valor a nuestro producto, así como estar en constante búsqueda de la mejora continua de nuestro proceso.

Para mantener un modelo como este de trabajo se despliegan distintas técnicas, así como herramientas que provienen de la metodología de Lean Manufacturing, la cual, nació como una transformación del modelo de producción Toyota. Establecer esta forma de trabajar en una empresa de producción normalmente es difícil, pues se inicia con muchos y grandes cambios en la organización, más que nada se necesitan cambios en la mentalidad de los trabajadores.

Se tomó la decisión de realizar un análisis y la presentación de algunas propuestas basadas en las herramientas seleccionadas a la par del PHVA, mejor conocido como el Ciclo de Deming, con las cuales se busca realizar cambios que permitan la reducción y/o eliminación actividades que generan el scrap, y de esta forma mejorar la productividad aumentando la calidad de sus productos y por ende la competitividad de la empresa.

Conocer más a fondo los rasgos de las herramientas que se implantan me fue de mucho interés, pues considero que son de gran utilidad para llevar a cabo cada uno de los objetivos que como empresa se pudieran plantar.

Es por eso, que este trabajo es una recopilación de todos los principios y herramientas de Lean Manufacturing, y propuestas para lograr el cambio en la empresa donde se ha realizado la estadía.

**Por motivos de confidencialidad no serán expuestos datos reales que puedan afectar a la empresa.**

**\*\* Lamentablemente y debido a la contingencia sanitaria (COVID 19) el proyecto no logró ser terminado por lo que solamente se llegó a la etapa de propuestas de solución. \*\***

Palabras clave: Lean Manufacturing, PHVA, 5s, Gemba Walk, HOE.

<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>9</b>
<b>CAPITULO 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.</b>	<b>10</b>
1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA EMPRESA.	10
1.1.1 UBICACIÓN/CONTACTO.	10
1.1.2 HISTORIA DE LA EMPRESA.	11
1.2 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA.	13
1.2.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.	13
1.2.2 LAYOUT	13
1.2.3 PROCESO.	14
1.3 PROBLEMAS A RESOLVER	26
1.4 OBJETIVOS.	26
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.	26
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	26
1.5 JUSTIFICACIÓN.	27
<b>CAPITULO 2. MARCO TEORICO.</b>	<b>28</b>
2.1 LEAN MANUFACTURING.	28
2.1.1 HERRAMIENTAS.	29
2.1.2 PHVA DENTRO DE LEAN MANUFACTURING.	43
<b>CAPITULO 3. DESARROLLO</b>	<b>45</b>
ETAPA I. PLANEAR.	46
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.	46
BÚSQUEDA DE POSIBLES CAUSAS.	47
ANÁLISIS DEL PROCESO.	48

DESARROLLO DE SOLUCIONES (PROPUESTAS).....	50
<b>CONCLUSIONES.</b> .....	<b>59</b>
<b>RECOMENDACIONES.</b> .....	<b>60</b>
<b>COMPETENCIAS DESARROLLADAS.</b> .....	<b>60</b>
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>61</b>
<b>ANEXOS.</b> .....	<b>63</b>
1. PARTES TRABAJADAS EN EL PROCESO DE E-COAT. ....	63
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN.</b> .....	<b>64</b>

## LISTA DE FIGURAS

---

FIGURA 1. LOGO MAINDSTEEL .....	10
FIGURA 2. UBICACIÓN DE LA EMPRESA .....	10
FFIGURA 3. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL .....	13
FIGURA 4. LAYOUT PLANTA E-COAT .....	13
FIGURA 5. PROCESO E-COAT. ....	14
FIGURA 6. ÁREA DE RECIBO DE MATERIALES Y MATERIAL VIRGEN .....	15
FIGURA 7. CLIENTES PRINCIPALES .....	15
FIGURA 8 RACKS UTILIZADOS PARA EL PROCESO E-COAT .....	16
FIGURA 9. ÁREA DE COLGADO DE PARTES .....	16
FIGURA 11. TINA 1 (LAVADO Y DESENGRASE).....	17
FIGURA 12. TINA 2 (ENJUEAGUE ALCALINO).....	18
FIGURA 13. TINA 3 (ACONDICIONADOR) .....	18
FIGURA 14. TINA 4 (FOSFATO DE ZINC) .....	19
FIGURA 15. TINA 5 (ENJUAGUE ALCALINO) .....	19
FIGURA 16. TINA 6 (ENJUAGUE AGUA DI) .....	20
FIGURA 17. TANQUE DE PINTURA (ELECTRODEPOSICIÓN).....	21
FIGURA 18. TINA 7 (ENJUAGUE DI) .....	22
FIGURA 19. ENTRADA Y SALIDA DEL HORNO (CURADO).....	22
FIGURA 20. ÁREA DE DESCARGA E INSPECCIÓN AL FINAL DEL PROCESO.....	23
FIGURA 21. AYUDA VISUAL (CRITERIOS DE ACPETACIÓN O RECHAZO .....	23
FIGURA 22 PRUEBAS DE INSPECCIÓN .....	24
FIGURA 23. MESAS DE INSPECCION .....	25
FIGURA 24. EMPAQUE DE PIEZAS PROCESADAS.....	25
FIGURA 25 SEIRI.....	30
FIGURA 26 SEITON.....	31
FIGURA 27 SEISO .....	32
FIGURA 28 SEIKETSU.....	33
FIGURA 29 SHITSUKE .....	34
FIGURA 30 FORMATO PRODUCCION .....	38
FIGURA 31. EJEMPLO PARETO .....	39
FIGURA 32. ESTRUCTURA CAUSA-EFECTO .....	40
FIGURA 33. CICLO PHVA.....	44

FIGURA 34. FORMATO DE LLENADO .....	46
FIGURA 35. DIAGRAMA DE PARETO.....	47
FIGURA 36. CAUSA-EFECTO PARA LA PROBLEMÁTICA DE SCRAP.....	48
FIGURA 37. DIAGRAMA DE SPAGHETTI ACTUAL.....	49
FIGURA 38. EVALUACIONES INICIALES DE CADA ÁREA. ....	53
FIGURA 39. COLORES PARA LIMITAR ÁREAS .....	54
FIGURA 40. DIAGRAMA DE SPAGHETTI ACTUALIZADO.....	54
FIGURA 41. AYUDA VISUAL SOBRE ORDEN Y LIMPIEZA .....	54
FIGURA 42. AYUDA VISUAL 5'S .....	55
FIGURA 43. PROPUESTA DE HOE.....	57
FIGURA 44. PRESENTACION DE PROCESO.RIESGO. ....	57

## INTRODUCCIÓN.

En la industria existen necesidades progresivas que obligan el requerimiento de maquinarias, ya sea en el ámbito de la agricultura, transporte, minería, entre otras. Por ello la industria de metalmecánica, que se define como la encargada de surtir a demás eslabones de la cadena productiva con maquinaria, bienes de consumo, así como herramientas metálicas hechas a una medida específica, se da paso al mundo.

Y es así como el Ing. Cuitláhuac Pérez en el año de 2006 da inicio a un sueño, Maindsteel. Basado en historias de éxito de distintos empresarios y sumado a su inquietud de cambiar algo en el país, nace la empresa hidrocálida de metalmecánica encargada de la fabricación y comercialización de componentes principalmente para la rama automotriz que suma más de 12 años en el mercado,

El presente proyecto se realiza en una de las plantas de dicha empresa, específicamente en planta 2. Donde se realiza un proceso llamado E-Coat en el que básicamente se realiza un recubrimiento metálico con electrodeposición, el cual consta de un pretratamiento previo a la electrodeposición pasando finalmente por un horno de curado.

Lo que se busca con la metodología seleccionada es analizar el proceso de producción buscando crear estrategias que permitan la reducción de desperdicios dando paso a una mejor calidad en sus productos.

Es por ello que este documento constará de un análisis y desarrollo de propuestas basadas en las herramientas que Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) nos ofrece, como lo son las 5's, la estandarización de trabajo por medio de HOE's (Hojas de Operación Estándar), y distintas técnicas de calidad.

## CAPITULO 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.

Para este primer capítulo se dará a conocer un poco de la historia de la empresa, además del área y del proceso a estudiar donde fue presentada la estadía.

### 1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA EMPRESA.



FIGURA 1. LOGO MAINDSTEEL

MAINDSTEEL, empresa hidrocálida de metalmecánica, encargada de la fabricación de componentes principalmente para la rama automotriz y comercial que suma más de 14 años en el mercado, además, es una compañía que está en constante revolución con la creación de su propio Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico.

#### 1.1.1 UBICACIÓN/CONTACTO.

**Dirección:** Municipio de Calvillo 103, Parque industrial de Valle de Aguascalientes, 20358 Aguascalientes, Ags.

**Teléfono:** 449 158 1709

**Página web:** [maindsteel.com.mx](http://maindsteel.com.mx)

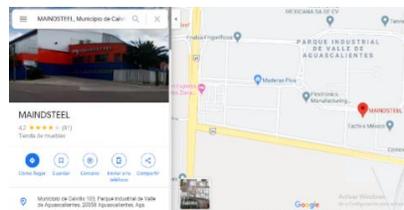


FIGURA 2. UBICACIÓN DE LA EMPRESA

**VISIÓN.** Ser la máxima expresión de un potencial ilimitado.

**MISIÓN.** Pasión por Vivir, Crear y Crecer.

**VALORES.** Respeto, confianza, compromiso, integridad y honestidad.

**POLITICA DE CALIDAD.** Trascendemos creando soluciones integrales, comprometidos con la plena satisfacción del cliente evolucionando a través de la

innovación; cumpliendo las normas y estándares de calidad establecidos y mejorando continuamente nuestros procesos, productos y servicios.

### 1.1.2 HISTORIA DE LA EMPRESA.

Maindsteel inicia con su director general el Ing. Cuitláhuac Pérez, quien siempre ha tenido la inquietud por cambiar algo en el país. Se enriqueció de las historias de éxito de empresarios como Jesús Rivero Blanco, Carlos Slim, Steve Jobs, Bill Gates, Los Alejo Peralta, entre otros, y a partir de ahí comenzó a construir su sueño.

En 2006, el cambio de plataforma que se presentó en el giro de los automóviles Tiida y Sentra, de la empresa Nissan, dio el ecosistema propicio para el desarrollo de empresas locales, en este año se crean ocho empresas en Aguascalientes, entre ellas Maindsteel.

El director general explicó la empresa comenzó con un proyecto de ensambles de soldadura con solo 16 personas y en una nave de 400 mil metros cuadrados. actualmente, la nave principal ocupa casi una hectárea, cuentan con otra de 2 mil metros cuadrados y su plantilla ha llegado a sumar hasta 380 trabajadores.

Al día de hoy la compañía se especializa en ensamble de soldadura, desarrollo de tubo estructural para asientos de vehículos Nissan, trabajo y ensambles de alambre y estampado de partes metálicas, con una tecnología única en el país que garantiza unas cien milésimas en precisión.

El crecimiento de la empresa, en sus 14 años de operaciones, ha logrado que se diversifique a otras ramas, desarrollan desde exhibidores para comercios como a Circulo K, componentes para casinos, equipamiento de parques públicos y aplicaciones para el sector agro industrial, del cual están desarrollando el primer tractor mexicano que se espera se culmine para este año.

La tendencia global apunta al desarrollo de la Industria 4.0, en donde MaindSteel también se está involucrando con el desarrollo de una interfaz que les permitirá conocer el estado de la producción y la maquinaria en tiempo real con la implementación de sensores en todas las partes de su proceso, una de las 4 empresas que se han desarrollado en Maindsteel se dedica a la creación y desarrollos de sistemas pensados en la industria.

La misión de Maindsteel es lo que impulsa a hacer todo lo posible para expandir el potencial humano mediante el crecimiento y la innovación tecnológica para crear soluciones para diferentes mercados.

La apertura de nuevas líneas de negocio, la ampliación de las redes comerciales y la dedicación de recursos a nuestro centro de investigación son las fuentes de crecimiento y desarrollo del grupo MaindSteel. Todo ello revierte, en un producto de calidad y en un servicio esmerado para sus clientes.

Actualmente se tienen las siguientes líneas comerciales:

1. MAIND STEEL AGRO, desarrollando nuevas tecnologías para el área agrícola.
2. MAIND STEEL COMERCIO, fabricando elementos como exhibidores y racks, satisfaciendo de esta forma las necesidades que presentan distintos comercios como lo son soriana, bimbo, etc.
3. MAIND STEEL AUTOMOTIVE, desarrollo de partes metálicas enfocadas en el área automotriz.
4. MAIND STEEL TECHNOLOGY, su enfoque se basa en el desarrollo de proyectos de energía renovable y procesos de manufactura.
5. MAIND STEEL INDUSTRIAL, fabricación de elementos para otras industrias.

Actualmente cuentan con más 180 clientes y el reconocimiento de ser una de las empresas mexicanas más exitosas de los últimos años.

## 1.2 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA.

### 1.2.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.



FFIGURA 3. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

### 1.2.2 LAYOUT

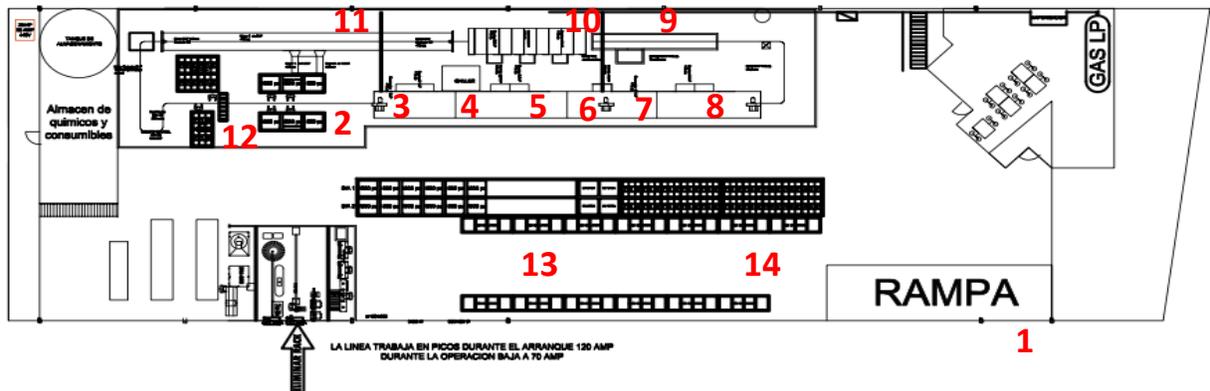


FIGURA 4. LAYOUT PLANTA E-COAT

### 1.2.3 PROCESO

E-Coat es un proceso de recubrimiento metálico con electrodeposición o electrorecubrimiento, el cual consta de un pretratamiento previo, electrodeposición y finalmente pasa por un horno (curado).

El pretratamiento metálico consta por lo regular de distintas etapas donde el sustrato metálico es limpiado y fosfatado para poder ser pintado, su objetivo principal es el de acondicionar el sustrato metálico para que la pintura tenga un buen anclaje con la pieza y así ser efectiva contra la corrosión.

La siguiente etapa, electrodeposición, consiste en la descarga de un metal sobre un electrodo llamado cátodo, en contacto con una disolución-electrolito conteniendo primordialmente iones de ese metal, por el paso de la corriente eléctrica continua, al tiempo que en otro electrodo denominado ánodo se produce la parcial disolución del metal.

Finalmente, las piezas, mostradas en el anexo 1, son pasadas por una tina de lavado con agua DI con el fin de eliminar el exceso de pintura y a continuación pasan por un horno para el curado de las mismas.

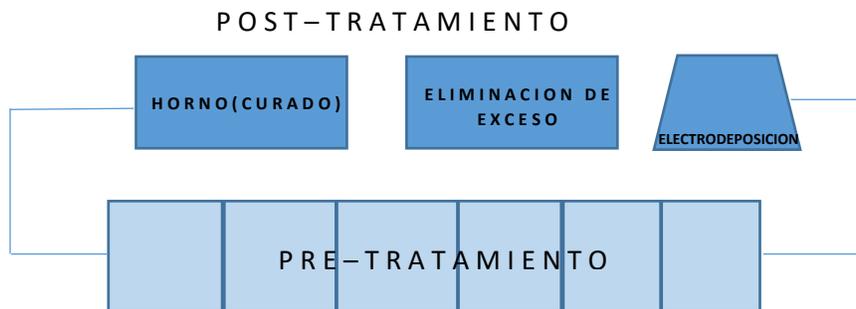


FIGURA 5. PROCESO E-COAT.

## 1. RECIBO DE MATERIA PRIMA (PARTES).

Se recibe la cantidad física requerida en los planes de producción, se procesará de acuerdo a las especificaciones o requerimientos de los clientes.

Una vez recibido se coloca en el área de material virgen a procesar, para de ahí ser pasado al área de producción.

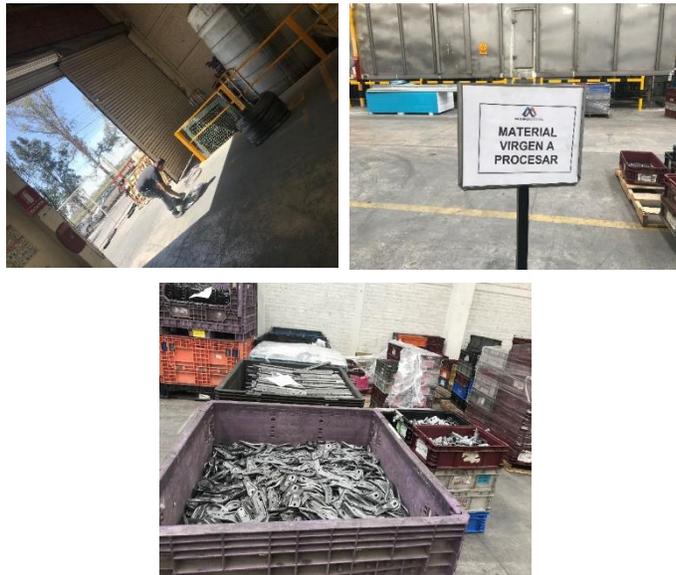


FIGURA 6. ÁREA DE RECIBO DE MATERIALES Y MATERIAL VIRGEN

### CLIENTES PRINCIPALES:

Los clientes principales de la empresa son TF-METAL Y TACHI-S (TSM), las cuales, son encargadas de diseñar, desarrollar y fabricar marcos de asientos y componentes para el apoyo de la creación de asientos seguros, cómodos y de alta calidad.



FIGURA 7. CLIENTES PRINCIPALES

## 2. COLGADO DE RACKS Y PARTES EN CADENA.

Área donde se encuentran los racks que son utilizados para pintar, en la parte superior cuenta con un gancho, el cual sirve para que la corriente pase por el rack, se muestra en la figura



FIGURA 8 RACKS UTILIZADOS PARA EL PROCESO E-COAT

Para dar comienzo a la operación de colgado de piezas se deberá pulir el rack eliminando el exceso de pintura, y evitar que al momento de colgar la pieza no entre al pico en la posición correcta, pues esto influiría en que la pintura no penetre adecuadamente la pieza.

A continuación, se cuelga el rack en la cadena, tomando en cuenta que se debe dejar dos espacios de rodamientos de nylamid entre rack y rack.

El siguiente paso es la colocación de piezas en el rack. Insertando una pieza y dejando dos puntas solas en un ángulo de  $35^{\circ}$  -  $45^{\circ}$  aproximadamente y manteniendo extremo cuidado en que las piezas no estén en contacto y una sobre otra. La pieza colocada deberá tener el slot hacia el lado de arriba y que la pinta del rack se inserte hacia arriba.



FIGURA 9. ÁREA DE COLGADO DE PARTES

## **PRETRATAMIENTO.**

Durante el proceso de pretratamiento se debe limpiar y fosfatar el metal para preparar la superficie para una adecuada aplicación del E-Coat. La limpieza y fosfatación, son esenciales para lograr los estándares de rendimiento deseados por el usuario.

### **3. TINA 1 (LAVADO Y DESENGRASE).**

La finalidad de esta etapa es la de proveer una superficie limpia y libre de residuos, grasas o aceites; asegurando una superficie ideal para la formación de la capa de fosfato.

En esta etapa el sustrato metálico es desengrasado usando soluciones a base de hidróxido de potasio y tensoactivos por aspersion. Esto es debido a que las piezas vienen previamente estampadas y trabajadas y el sustrato por lo general viene cubierto de grasas y aceites que son utilizados para prevenir la oxidación en el sustrato metálico.



*FIGURA 10. TINA 1 (LAVADO Y DESENGRASE)*

#### 4. TINA 2 (ENJUAGUE ALCALINO).

Esta etapa tiene la función de eliminar los residuos alcalinos del desengrase utilizando agua cruda por aspersion, para evitar que se contamine con el acondicionador.



FIGURA 11. TINA 2 (ENJUAGUE ALCALINO)

#### 5. TINA 3 (ACONDICIONADOR).

En esta etapa se lleva a cabo un acondicionamiento de la superficie metálica, para prepararla para el recubrimiento de sales de titanio por aspersion, dicho acondicionamiento es para obtener una cubierta uniforme y fina de cristales de fosfato.



FIGURA 12. TINA 3 (ACONDICIONADOR)

## 6. TINA 4 (FOSFATO DE ZINC).

En esta etapa las piezas son tratadas con solución fosfatizante de tal manera que la superficie metálica se deposita en una película de fosfato de zinc por aspersion que cuya ventaja es que, como base para pintura, aumenta la resistencia a la corrosión y químicamente es inerte, presentando una tonalidad gris después del proceso de fosfatizado.



FIGURA 13. TINA 4 (FOSFATO DE ZINC)

## 7. TINA 5 (ENJUAGUE ACIDO).

Esta etapa tiene como finalidad eliminar los residuos ácidos de la etapa de fosfatizado utilizando agua cruda por aspersion.



FIGURA 14. TINA 5 (ENJUAGUE ALCALINO)

## 8. TINA 6 (ENJUAGUE DI).

En esta etapa el objetivo es asegurar que no queden sales de la dureza del agua para no contaminar la pintura.

- ✓ La conductividad se mantiene baja, con un rebose constante, el cual se deberá ajustar dependiendo del grado de contaminación por arrastre de solución de piezas.
- ✓ El rebose de esta etapa es generado por el arillo de agua DI virgen al final de la etapa.
- ✓ El rebose de este enjuague se puede enviar al enjuague de la tina 6.



FIGURA 15. TINA 6 (ENJUAGUE AGUA DI)

## BAÑO DE ELCTRODEPOSICIÓN

El proceso de baño de electrodeposición, resulta ser el proceso más importante, ya que es donde se aplicará el recubrimiento; por tanto, las partes limpias y cargadas, son introducidas en un tanque de acero donde se controla la temperatura, en un sistema conectado a tierra, tanque que está revestido con material dieléctrico resistente a los químicos.

## 9. TANQUE DE PINTURA (E-COAT).

Las partes a revestir se sumergen en la solución, a continuación, se utiliza una corriente eléctrica para atraer las partículas que están suspendidas en la solución líquida, para depositarlas sobre la superficie del sustrato, ya que la pieza a recubrir funge como electrodo. El baño generalmente consiste en 80-90% de agua desionizada y 10-20% de sólidos de componentes de pintura. El principio fundamental que hace que el trabajo de electrodeposición suceda, es que las cargas opuestas se atraen entre sí.

El proceso en cuestión utiliza un rectificador de corriente continua, para crear un potencial de voltaje entre una parte conductora y electrodos opuestamente cargados.

La temperatura de revestimiento es una variable importante que afecta al proceso E-Coat. La temperatura del revestimiento tiene un efecto sobre la conductividad del baño y la conductividad de la película depositada, que aumenta a medida que aumenta la temperatura.



FIGURA 16. TANQUE DE PINTURA (ELECTRODEPOSICIÓN)

## POSTENJUAGUE

### 10. TINA 7 (LAVADO DI).

Su objetivo es retirar el exceso de pintura para alcanzar una apariencia aceptable en el recubrimiento aplicado.



FIGURA 17. TINA 7 (ENJUAGUE DI)

## HORNEADO

### 11. CURADO

El sistema de curado o también llamado horneado es el paso final para producir una capa de electrodeposición de buena calidad. El proceso implica el llevar las piezas metálicas a altas temperaturas y curar todas las superficies en un ambiente libre de suciedad y polvo.



FIGURA 18. ENTRADA Y SALIDA DEL HORNO (CURADO)

## 12. DESCARGA (INSPECCIÓN VISUAL).

El material ha terminado de pasar por las diferentes operaciones, por lo que se deberá descargar, inspeccionar y empacar.

En la operación de descarga se deberá poner un punto de color azul con un marcador especial, el cual indicara que es un punto limpio y que la pieza se ha producido en la planta MaindSteel.

A continuación, se empieza con la descarga del material, por medio de 2 operadores, cada uno encargado de un lado (lado derecho e izquierdo).

Durante este proceso los operadores deberán hacer una primera inspección meramente visual, guiándose con los criterios de rechazo y de aceptado, y deberá ser separado el material sospechoso.

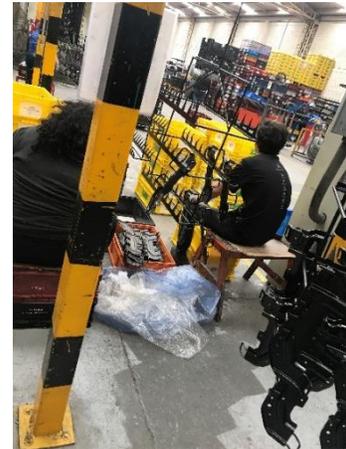


FIGURA 19. ÁREA DE DESCARGA E INSPECCIÓN AL FINAL DEL PROCESO.

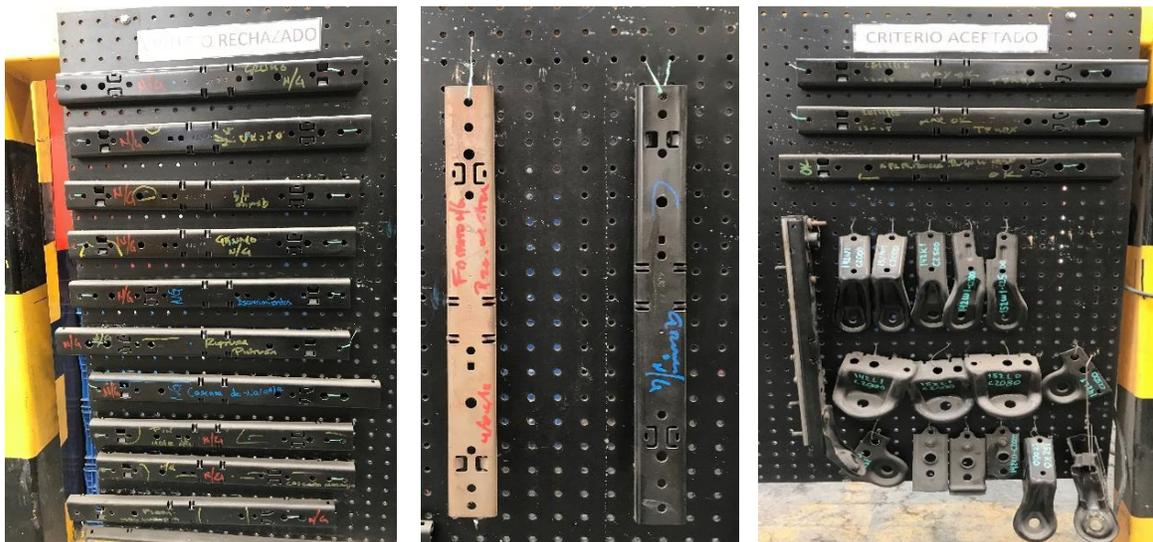


FIGURA 20. AYUDA VISUAL (CRITERIOS DE ACPETACIÓN O RECHAZO)

### 13. INSPECCIÓN.

MATERIAL NECESARIO		PROCESO
<p><b>Mecedor de espesores</b></p>		<p>Medir espesor en la pieza en 5 puntos (interna y externamente). Deberá registrarse el resultado y el número de parte en el registro de calidad.</p>
<p><b>Lápiz de rayado (2B, 2H, HB) y cinta</b></p>		<p>Prueba de rayado, la pieza no deberá mostrar ningún desprendimiento. En caso de no presentarse desprendimiento marcar con una palomita, en caso de lo contrario marcar con una equis en la hoja de registro.</p>
		<p>Prueba de adherencia, realizar rayado en forma de cuadrícula. Se deberá limpiar con un cepillo o brocha la marca, y en seguida poner un pedazo de cinta adhesiva y sobre ella frotar con el dedo pulgar para asegurar la correcta adhesión. Retirar de un solo jalón la cinta y comparar contra la tabla de norma ASTM D3359/02, especificación: menor al 10% (clasificación 4B)</p> <p>Se registra con una palomita si fue conforme, o de lo contrario marcar con una equis.</p>
<p><b>Acetona y algodón</b></p>		<p>Prueba de curado, se humedece un trozo de algodón con acetona y se realiza tallado de pieza (25 veces dobles de izquierda a derecha sin retirar el algodón de la pieza). El algodón no debe de desprender ni decolorar la pieza.</p> <p>Si no hubo desprendimiento marcar con una palomita, en caso contrario marcar con una equis en el registro.</p>

FIGURA 21 PRUEBAS DE INSPECCIÓN

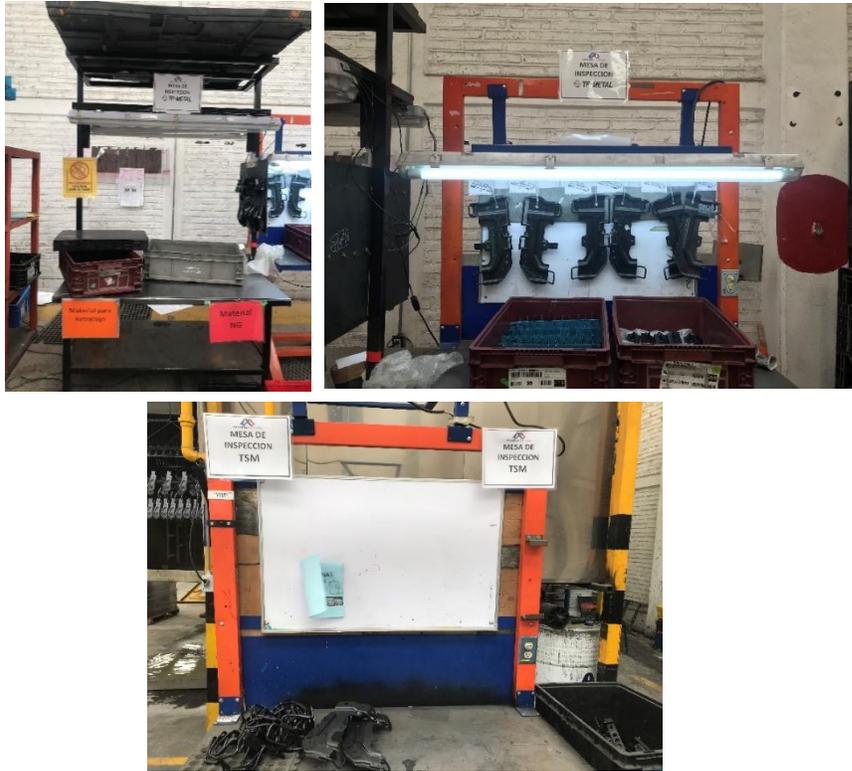


FIGURA 22. MESAS DE INSPECCION

#### 14. EMPAQUE.

Si las piezas han cumplido con la calidad señalada se procede a acomodar pieza por pieza en una caja especial la cual trae unos separadores como compartimentos, se acomodan 10 piezas en una cama, se agrega otro separador y se ponen otras 10 piezas (total: 20 piezas por caja).

Una vez hecho esto, se acomodarán las cajas en una tarima (de un lado 3 cajas y del otro 2), dándonos un total de 36 cajas, se agregará la etiqueta (información del #parte, cantidad, #serie, etc.) y se procede a emplayar.

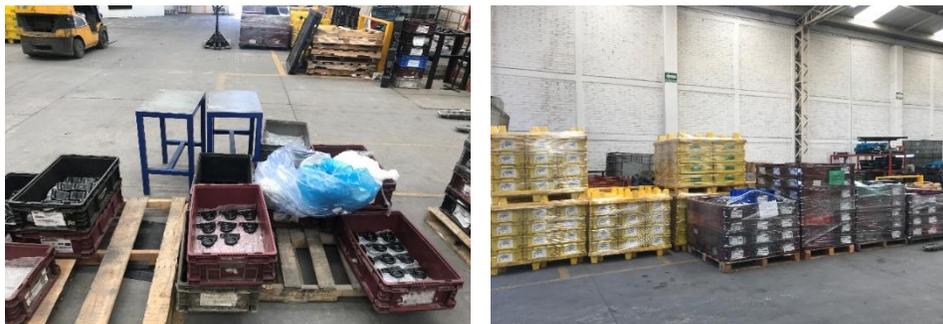


FIGURA 23. EMPAQUE DE PIEZAS PROCESADAS

## 1.3 PROBLEMAS A RESOLVER

La calidad genera productos y servicios mejorados, disminuye costes y permite aumentar la rentabilidad financiera en las empresas.

Uno de los mayores problemas generados en el área de producción es el alto índice de SCRAP, productos que no cumplen con la calidad debida provocando retrabajos, o pérdida total de los productos.

Lo que se busca con este proyecto es lo siguiente:

- a) Aumento de la calidad, rendimiento, y productividad.
- b) Reducción de costos.
- c) Disminución de SCRAP.
- d) Desarrollo de la cultura organizacional como ventaja competitiva.
- e) Utilización óptima de las máquinas.
- f) Mejora de los tiempos de ciclo.

## 1.4 OBJETIVOS.

### 1.4.1 OBJETIVO GENERAL.

Reducción del SCRAP en el proceso de producción E-COAT de un 3.57% a un 2%.

### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- ✓ Identificar y analizar los tipos de defecto más frecuentes.
- ✓ Diseñar y desarrollar estrategias para la reducción del SCRAP.
- ✓ Definir KPI's en el proceso de producción que impliquen la mejora del proceso
- ✓ Diseñar el estándar de trabajo del proceso de producción E-COAT
- ✓ Definir un programa de capacitación al personal.

## 1.5 JUSTIFICACIÓN.

En el área de producción E-COAT, se producen 15 números de partes para TF-METAL y 8 números de partes para TACHI-S, por lo que se tiene la responsabilidad de mantener una estricta supervisión de los procesos de producción, para lograr mantener calidad en los productos.

El proceso de pintura de las piezas se lleva a cabo por medio de E-COAT, el cual, es un proceso de recubrimiento que utiliza una corriente eléctrica para provocar el depósito de pintura en las distintas piezas, y es idóneo para series de gran cantidad pues brinda mayor rapidez al aplicar solamente una capa de pintura.

Este tipo de recubrimiento cuenta con ventajas como su elevada productividad, protección contra la corrosión, aumento de resistencia ante el desgaste y recubrimiento uniforme de la pieza, por lo que suele ser excelente opción para la industria automotriz.

Pero, así como cuenta con ventajas se suelen presentar defectos pues algunas piezas al salir de la última fase (horneado) presentan rupturas, grumos, pinhole, faltante de pintura, entre otros. En la actualidad estos defectos generan a MAINDSTEEL un 3.57% de SCRAP, el cual se ve reflejado en la insatisfacción de los clientes y por ende en pérdidas monetarias.

¿Cuántos tipos de defectos se presentan, que tan recurrentes son y qué % representa cada uno de ellos en el SCRAP TOTAL?

¿Cuáles son los factores que generan dichos defectos y como evitarlos?

Lo que se busca con este proyecto es precisamente conocer todos los defectos posibles presentados en el proceso y por medio de estadísticos conocer el porcentaje que representa cada uno de ellos dentro del 3.57%, a través de un análisis encontrar los factores causantes, y de esta forma crear e implementar estrategias para evitarlos, corregir si fuera el caso y así lograr aumentar la eficiencia del proceso, es decir, lograr la mayor calidad en los productos, la reducción del SCRAP, y la satisfacción de los clientes.

## CAPITULO 2. MARCO TEORICO.

Con el propósito de fundamentar las estrategias, y para el desarrollo de este capítulo se presenta a continuación un marco de referencia el cual permitirá dar conocer la metodología de Lean Manufacturing y sus herramientas de mejora para el desarrollo del proyecto.

### 2.1 LEAN MANUFACTURING.

Búsqueda intensiva de la mejora continua en un proceso de fabricación mediante la eliminación de desperdicios, entendiendo como desperdicio todo lo que no aporta valor al producto desde puntos de vista del cliente y por lo cual no quiere pagar.

Una vez que se elimina el desperdicio la calidad mejora y se reducen tiempos de producción y coste. Esto es traducido en una mayor competitividad de mercado, lo que conlleva a la obtención de una mayor rentabilidad.

- Efectividad y calidad.
- Eficiencia.
- Mejora e innovación.
- Distancias más cortas entre los movimientos
- Reducción de costos de calidad y desperdicios

Lean Manufacturing surge a partir de la cultura que adoptaron empresas japonesas, con el objetivo de aplicar mejoras en la planta de fabricación. Consiguieron mejorar resultados tanto en los puestos de trabajo como en las líneas.

Hoy en día, una gran parte de las compañías aplican técnicas con el fin de convertirse en una empresa Lean. Técnicas que engloban la reducción de todo tipo de desperdicios en cualquier negocio y operaciones de fabricación, aumentando su productividad, reduciendo costos y entregando productos a tiempo, aumentando así su competitividad en un mercado mundial.

## 2.1.1 HERRAMIENTAS.

### 5'S

Uno de los pilares fundamentales de Lean Manufacturing. Se trata de un sistema para optimizar los puestos de trabajo. Usa un método de 5 pasos para la organización y mantener los puestos de trabajo, sistemas y procesos.

- **Seiri (Clasificar).**
- **Seiton (Ordenar).**
- **Seiso (Limpieza).**
- **Seiketsu (Estandarización).**
- **Shitsuke (Disciplina).**

Cada una de las palabras corresponde a una etapa con la que se pretende satisfacer un objetivo en específico.

Su objetivo primordial es aplicar cada uno de estos pasos en la empresa, su resultado es la eliminación de todo lo que no es necesario, pues se clasifica y se ordenan los elementos restantes y hace todo más ergonómico y de fácil acceso. Los artículos y localizaciones deberán ser etiquetados con claridad y el puesto de trabajo se deberá mantener limpio.

Los paseos Gemba pueden ayudar a la identificación potencial para eliminar los desperdicios y realizar las mejoras. Una vez optimizada, la situación se mantiene mediante la implementación de una auditoria periódica de las 5's.

Un programa como este ofrece mejoras de rentabilidad, eficiencia, servicio y seguridad. Al ser bien gestionado no solo eliminara desperdicios, sino que también ayudara a mejorar el trabajo diario de cada empleado.

Una vez implementadas las 5's, se deberá llevar a cabo auditorias todos los meses, una vez bien establecidas bastará con realizarlas cada 6 meses.

### **Seiri: Clasificar.**

Comienza con el paso de la organización, el cual, consiste en clasificar los elementos en las áreas de trabajo para identificar lo que es necesario y lo que no. Esto permite eliminar el desorden y los elementos no deseados, y dejar solo las herramientas, equipos, instrumentos y máquinas que se requieren a diario.

Si solo se colocan los elementos necesarios en los alrededores del puesto de trabajo, con menos espacio si es necesario, todo estará al alcance de la mano y la limpieza resultará más fácil.

Un sistema de etiquetas de colores puede resultar útil para clasificar cada artículo durante el proceso de clasificación:

En otras palabras, Seiri consiste en:

- Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario
- Eliminar los excesos, y los elementos que afectan el funcionamiento de equipos.
- Eliminar información innecesaria y que inducen a errores de interpretación o actuación.

Se logra:

- Liberar espacio útil en plantas y oficinas.
- Reducción de tiempos de acceso al material, documentos, herramientas y otros elementos.
- Mejora control visual de MP, elementos de producción, PF, etc.
- Mejora calidad del producto.
- Fácil identificación de áreas.



FIGURA 24 SEIRI

### **Seiton: Ordenar.**

Consiste en establecer la forma en que se deben ubicar e identificar los materiales necesarios, de manera que sea más rápido y fácil encontrarlos, utilizarlos y reponerlos, lo que lograra el ahorro de tiempos en búsquedas, movimientos y evitar problemas de calidad y de igual manera las condiciones inseguras.

Se pueden utilizar métodos visuales para hacer más fácil el orden, determinando los lugares de cada área.

Un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar.

#### **MÉTODOS:**

- Definición de códigos, nombres o colores para cada clase de articulo.
- Determinación de cantidades exactas que debe de haber (inventario)
- Elección de lugares donde deben guardarse cada cosa tomando en cuenta la frecuencia de uso.

#### **Logra:**

- Realización de aseo y limpieza con mayor facilidad
- Liberación de espacio
- Ambiente de trabajo más agradable
- Eliminación de perdidas
- Estado de equipos mejora y evita averías
- Presentación y estética de planta mejoran



FIGURA 25 SEITON

### **Seiso: Limpieza.**

Una vez aplicado el paso anterior, es más fácil limpiarlo. Este paso, consiste en identificar y eliminar fuentes de suciedad y la realización de acciones necesarias para que no vuelvan a aparecer, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo.

Al no cumplir con la limpieza se pueden tener muchas consecuencias, provocando anomalías o el mal funcionamiento de las maquinarias.

Para su aplicación se deberá:

- Hacer limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como actividad de mantenimiento autónomo.

Logra:

- Reducción de riesgos potenciales de que se produzcan accidentes
- Mejora bienestar físico y mental de todos los trabajadores
- Incrementa la vida útil de los equipos, ya que evita el deterioro por contaminación y suciedad
- Facilita la identificación de los equipos (estado óptimo)
- Limpieza = Aumento significativo de la efectividad global de equipos.
- Calidad de productos mejora y evita pérdidas por suciedad.



FIGURA 26 SEISO

### **Seiketsu: Estandarización.**

Estandarizar significa creación de modos consistentes para realizar una serie de tareas y procedimientos para mantener los logros alcanzados con la aplicación de las 3 primeras "5's".

Al no existir un proceso para conservar estos logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada.

Se pretende:

- Mantener el estado de limpieza alcanzado.
- Emplear fotografías de cómo se deben mantener los equipos y zonas.
- Empleo de estándares deberán ser auditados para la verificación de su cumplimiento.

Logra:

- Guardar conocimiento producido durante años de trabajo
- Operarios deben aprender a conocer en profundidad el equipo
- Evitar errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales
- Preparar al personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión de su trabajo
- Tiempo de intervención mejoran y se incrementa la productividad de la planta.



FIGURA 27 SEIKETSU

### **Shitsuke: Disciplina.**

Consiste en convertir en hábito el uso de cada uno de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza, de esta forma obtener los beneficios conseguidos con todos los pasos durante un largo tiempo generando ambiente de respeto a las normas y estándares ya establecidos.

Implica:

- Respeto a normas para conservar en buen estado los sitios de trabajo
- Realizar controles de personal y respeto por las normas
- Promover hábitos de autocontrol y reflexión sobre el nivel de cumplimiento de las normas
- Comprender la importancia del respeto por los demás y las normas

Logra:

- Crear una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa en general.
- Se siguen estándares establecidos y existe una mayor sensibilización y respeto entre personas.
- Moral en el trabajo aumenta.
- Clientes más satisfechos pues nivel de calidad serán superiores.



FIGURA 28 SHITSUKE

## *ESTANDARIZACIÓN DE TRABAJO.*

Trabajo estándar es una descripción precisa de cada actividad de trabajo al especificar los tres elementos principales (rapidez, secuencia, y trabajo) en proceso estandarizado. El trabajo estandarizado se implementa para maximizar la eficiencia de mano de obra y la maquinaria mientras asegura las condiciones seguras de trabajo (Hernández y Godínez, 2014).

La estandarización es una herramienta que permite la definición de criterios tanto óptimos como únicos en la ejecución de determinadas tareas u operaciones. El trabajo estándar tiene como fundamento la excelencia operacional.

Al estandarizar operaciones se establecen las líneas base para la evaluación y administración de procesos y desempeños, lo cual será el fundamento de las mejoras.

Según Socconini (2008), el trabajo estándar tiene su fundamento en la excelencia operacional, sin este no se puede garantizar en las operaciones siempre se elaboren los productos de la misma manera. Es decir, el trabajo estandarizado hace posible aplicar los elementos de manufactura esbelta ya que define de manera eficiente los métodos de trabajo para lograr la mejor calidad y costos bajos.

### CARACTERÍSTICAS:

- Descripciones claras y simples de los métodos para la producción de los productos.
- El punto de partida debe hacerse de mejoras hechas con las mejores técnicas y las herramientas más acertadas en cada caso.
- Garantizar el cumplimiento.
- Consideración de cada punto de partida para mejoras en el futuro.

## LOGRA:

- Recopilación de métodos de trabajo de los operarios y los hace extensivos a toda la fábrica mejorando productividad.
- Aceleración del proceso de aprendizaje del nuevo personal.
- Reducción de riesgos de errores que afecten la calidad de los productos. Y la seguridad del personal.
- Establece documentación del conocimiento operativo de la empresa, pilar para futuras mejoras.
- Mejora la detección de problemas y desperdicios.
- Creación de gestión visual, de fácil comprensión para todo el personal de la planta.

## HOJA DE OPERACIÓN ESTANDAR (HOE).

Para la producción y oferta de productos de calidad a menor costo y su entrega oportuna, es necesario establecer reglas que rijan y controlen el trabajo de cada operador, con el fin de dar resultados esperados. La estandarización es de suma importancia pues impacta en la mejora de procesos. Para lograr la estandarización se utiliza un formato llamado Hoja de Operación Estándar, desarrolla las operaciones que deben realizarse en su debido orden, y deberá ser colocado al alcance de los operadores para consultar si así fuera requerido.

Según Fraga (2012), las HOE son formatos para estandarizar las operaciones, donde se determina el orden de los pasos principales y se registra el tiempo de ejecución y recursos a utilizar.

Es uno de los mejores métodos de producción para el cumplimiento de objetivos de calidad, costo, volumen y fechas de entrega pues elimina la variación, el desperdicio y desequilibrio, teniendo siempre como prioridad la seguridad, y la satisfacción del cliente; hace lo mismo siempre y de la misma manera.

Alducin (2015) establece que para su elaboración es necesario seguir los pasos siguientes:

1. Tomar tiempos de las líneas.
2. Confirmación de tiempo estándar y el estándar a producir por hora.
3. Tomar fotos de las actividades más críticas del proceso (ayuda visual)

### *CONTROL VISUAL.*

Es de vital importancia la transmisión de información actualizada y real de manera rápida y clara para que todos aquellos que la necesiten la reciban en las mejores condiciones.

Esta información permite situar al personal sobre la situación actual de sus puestos de trabajo con exactitud y tiempo suficiente para hacer más fácil la corrección de cualquier desviación que pueda aparecer.

#### LOGRA CONSEGUIR:

- Mejorar la transmisión y recepción de la información
- Reducción de posibilidades de que la información no llegue hasta los destinos deseados, y una mala interpretación o información parcial.
- Disponer de la información a tiempo.

#### BENEFICIOS:

- Resaltar información de importancia de forma que no pueda ser ignorada.
- Alertar y ayudar a exponer, prevenir y eliminar desperdicios.
- Evitar la sobrecarga de información para que los empleados puedan ver resultados.
- Reducción significativamente el tiempo necesario para entender la información.
- Aumentar la rentabilidad de la empresa.

## TECNICAS DE CALIDAD.

La garantía de alta calidad constituye un pilar importante en Lean Manufacturing. La calidad se entiende como el compromiso de la empresa en hacer las cosas bien a la primera y en todas sus áreas para alcanzar la entera satisfacción de clientes (externos e internos).

En situaciones como esta cada uno de los empleados se convierte en inspectores de calidad. De esta forma la reparación de los defectos no se realiza después de un largo tiempo de producción defectuosa, sino inmediatamente después de localizar el problema.

A pesar de esto, encontrar las soluciones aplicables para cada uno de los casos no es fácil y en distintas ocasiones depende de la creatividad de las personas involucradas en los distintos procesos.

Es por ello, que Lean Manufacturing promueve el uso de las técnicas de calidad TQM, primordialmente los chequeos de autocontrol, matriz de autocalidad, PDCA y 6 Sigma.

### MATRIZ DE AUTOCALIDAD:

Herramienta de soporte donde se visualiza donde se producen los fallos y hasta quien llegan con la finalidad de encontrar la raíz del problema. En ella se recogen los defectos que han sido anotados por los operarios en cada uno de los turnos. Los problemas considerados como más importantes se seleccionarán para elaborar planes de acción que permitan disminuirlos o, en todo caso, eliminarlos.

FECHA	MODELO	MOTIVO DEFECTO						CANTIDAD PRODUCIDA
		CONTAMINACION	GRUMOS	ESCURRIMIENTO	RUPTURA DE PINTURA	CASCARA DE NARANJA	PINHOLE	

FIGURA 29 FORMATO PRODUCCION

## DIAGRAMA DE PARETO.

En este tipo de diagramas las respuestas categorizadas se trazan en orden descendente de acuerdo con sus frecuencias y se combinan con la línea de porcentaje acumulado en la misma gráfica.

Permite separar lo “poco vital” de lo “mucho trivial” lo que permite enfocarse en las categorías más importantes. En los casos en la que los datos en estudio consisten en información defectuosa, el diagrama de Pareto se convierte en una herramienta valiosa para dar prioridad a los esfuerzos de mejoramiento.

El objetivo de este diagrama es para poder establecer prioridades a la hora de tomar decisiones dentro de una compañía. Evaluar cada una de las fallas, saber si se pueden resolver o mejor evitarlas.

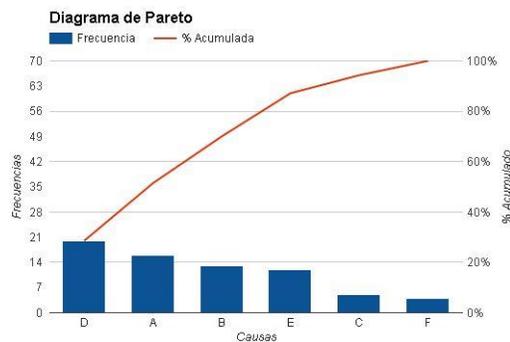


FIGURA 30. EJEMPLO PARETO

## DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.

Es una representación gráfica compuesta de líneas y símbolos que tiene por objeto representar una relación entre un efecto y sus causas.

Existe la posibilidad de que para cada efecto existan diversas causas interrelacionadas. Tienen por objeto, describir la situación para que se pueda comprender e identificar las causas responsables del defecto, a fin de que se puedan aplicar las acciones correctivas necesarias.

Para cada efecto existen diversas categorías principales de causas, las conocidas 6M:

- Mano de obra
- Material
- Métodos
- Máquina
- Medios
- Mantenimiento.

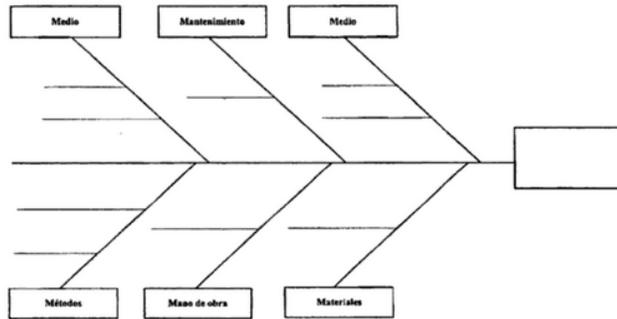


FIGURA 31. ESTRUCTURA CAUSA-EFECTO

De la misma forma, cada una de las causas (6M) pueden tener otras causas o factores secundarios. Los diagramas causa-efecto, también llamados espina de pescado por su forma, son un medio para representar todas las causas principales y secundarias.

### AMEF.

Análisis de Modo y Efecto de Fallos (**AMEF**) es un método y una forma de identificar problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos en un sistema con el fin de priorizarlos y concentrar los recursos en planes de prevención, supervisión y respuesta.

Algunas de las cosas que se logran con este método es la identificación de fallas antes de que ocurran, reducción de costos de garantías y tiempos de desarrollo, incremento de la confiabilidad de los productos y la satisfacción del cliente, además de mantener documentados los procesos.

### TIPOS DE AMEF:

- AMEF de diseño (D-AMEF)

Utilizado para analizar componentes de diseños. Se enfoca hacia los Modos de Falla asociados con la funcionalidad de un componente, causados por el diseño. Además, evalúa los subsistemas del producto y es realizado cuando el diseño aun se encuentra en planos.

- AMEF de proceso (P-AMEF)
- Se usa para analizar los procesos de manufactura o servicios, Se enfoca en hallar los riesgos o la incapacidad de cumplir con las expectativas del cliente.
- Los Modos de Falla pueden derivar de causas identificadas en el AMEF de Diseño.
- Asume que el producto según el diseño cumplirá su intención final
- Evalúa cada paso del proceso (producción o servicio).
- Usado en el análisis de proceso y transiciones
- No debe utilizar controles en el proceso para superar debilidades del diseño.

### *KPI'S:*

Iniciales de Key Performance Indicators que traducido en español vendrían siendo los indicadores claves de desempeño o actuación, medidas cuantificables que evalúan la eficacia o éxito de la compañía para alcanzar sus objetivos estratégicos u operacionales.

Son determinantes para el análisis rápido de la marcha de un negocio y permiten la toma de decisiones. Un cuadro de gestión o mando no debe contar con más de 25-30 indicadores pues podrían toparse con el problema de “parálisis por el análisis”.

Otra característica que define a los KPI'S es que cada empresa deberá definir cuáles son aquellos que quiere tener siempre presentes para manejar su rumbo.

Un tercer elemento, es que no tienen que estar referidos exclusivamente a resultados financieros. Estos indicadores se utilizan también como medición de otros elementos facilitadores del resultado.

Además, son un elemento vertebrador de la estrategia por su capacidad de comunicar resultados a todas las personas que forman parte del proyecto. Compartir conversaciones apoyadas en estos indicadores fomenta el dialogo productivo y

maduro, elimina falsas expectativas y posibilita planes de acción concretos, ágiles y eficientes.

+GENERALES: Medición de utilidades de un año a otro por línea de negocio, ventas, rotaciones de productos, anulaciones de productos, etc.

+FINANCIEROS: Ganancias por acción, margen de utilidad, ingresos, etc.

+RECURSOS HUMANOS: Rotación de personal, longevidad de empleados, etc.

Son determinados después de definir los principales objetivos estratégicos, tácticos y operacionales para el negocio.

## *CAPACITACIÓN PERSONAL*

La capacitación consiste en actividades previamente planeadas y basadas en las necesidades reales de una empresa y orientadas hacia un cambio tanto en habilidades y actitudes, como en los conocimientos de los colaboradores.

Para que los objetivos generales de una empresa se logren, es necesaria la constante capacitación, pues colabora aportando a la empresa un personal debidamente adiestrado y capacitado para que desempeñe de forma adecuada sus funciones, con un previo descubrimiento de las necesidades reales de la empresa.

Por lo anterior descrito, la capacitación es una función educativa con la cual se satisfacen las necesidades presentes y se prevén las futuras respecto a la preparación y habilidad de los trabajadores.

Desafortunadamente la capacitación en las empresas no tiene la seriedad y consistencia que debería tener ya que es considerada como una pérdida de tiempo y dinero.

La capacitación debe concebirse por todos los miembros de la empresa como apoyo preciso para lograr mejorar los resultados, así como un facilitador de cambios y crecimiento individual y del desarrollo de la empresa.

Debe ser planeada, realizada y evaluada a partir de un enfoque cualitativo asegurando dar respuestas formales y sistemáticas a todas las necesidades técnicas, humanas y administrativas detectadas, resolviendo cuestiones corporativas y estratégicas, y no solo problemas a corto plazo.

#### PROPOSITOS:

- Crear, difundir, reforzar, mantener y actualizar cultura y valores de la organización.
- Clarificar, apoyar y consolidar cambios organizacionales.
- Elevar calidad de desempeño.
- Resolver problemas.
- Introducción y orientación del nuevo personal en la empresa.
- Actualizar conocimientos y habilidades.

#### 2.1.2 PHVA DENTRO DE LEAN MANUFACTURING.

Para alcanzar un buen resultado en cualquier empresa en cuanto a productividad y calidad será siempre necesario realizar acciones de mejora. Para Krajewski (2007), dentro de un proceso de solución de problemas, uno de los métodos más aplicados en muchas de las empresas suele ser el ciclo de PHVA, llamado también el ciclo de Deming. Este ciclo establece una metodología que permite planificar, implementar, verificar y por ende mejorar los procesos de cualquier nivel de una organización.

García P., Quispe A., & R'aez G., (2003). El ciclo PHVA es un ciclo que está en pleno movimiento y se puede desarrollar en distintos procesos. Se encuentra ligado a la planificación, implementación, control y mejora continua, tanto para los procesos como para los productos.

- Planear. Selección de un proceso en el que sea necesario mejorar fijando un plan de acción.
- Hacer: Se pone en práctica lo establecido en el paso anterior.

- Verificar: Conformado por el análisis de los resultados y la comparación con las metas establecidas en la fase 1.
- Actuar: ¿Se necesitan correcciones? Será necesario iniciar el ciclo de nuevo, en caso de lo contrario se deberá documentar con el fin de incorporarlos en el esquema de trabajo para que exista la mejora continua.

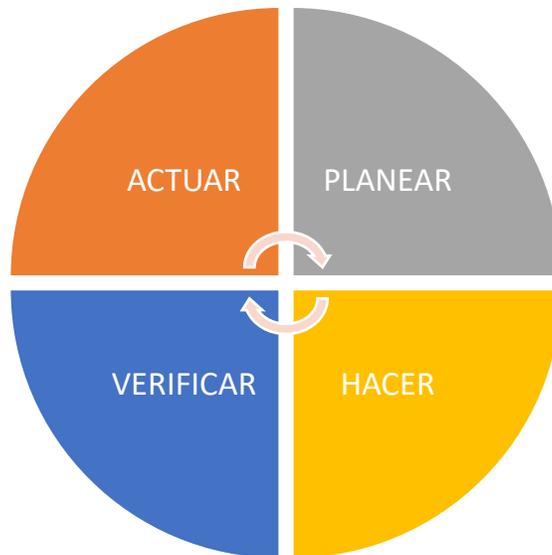


FIGURA 32. CICLO PHVA

## CAPITULO 3. DESARROLLO

Para esta fase del proyecto por medio del ciclo PHVA se procedió a realizar una caracterización del proceso E-Coat, y a partir de las herramientas y técnicas de Lean se identificaron las principales variables a evaluar, con el fin de determinar el contexto en el que se desarrollara el proyecto como tal.

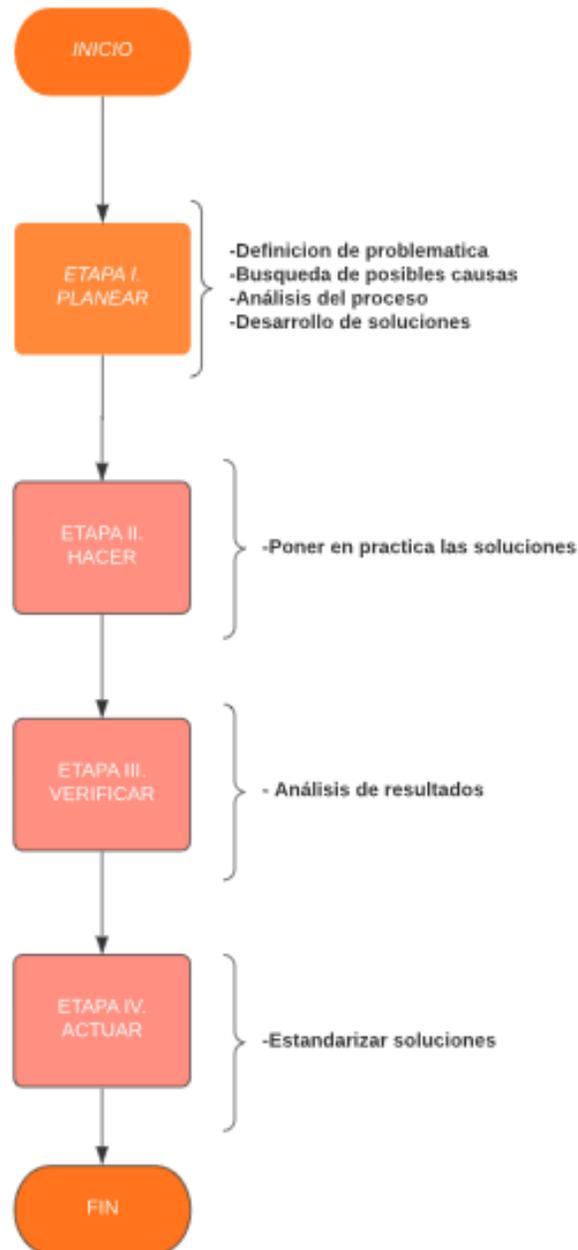


FIGURA 33. DIAGRAMA DE FLUJO (PROCESO DE LA METODOLOGIA)

## ETAPA I. PLANEAR

### DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

Uno de los mayores problemas generados en el área de producción es el alto índice de scrap, productos que no cumplen con la calidad debida provocando retrabajos, o pérdida total de los productos.

Para conocer más a fondo los defectos que son presentados se basaron en diferentes técnicas de calidad dentro de la filosofía Lean como las Matrices de Auto calidad y Diagramas de Pareto.

En la empresa Maindsteel para conocer los fallos producidos es necesario el llenado de un formato donde se recogen los defectos por pieza que han sido anotados por los operarios en cada uno de los turnos.

El formato que se presenta en la figura 34 se encuentra dividido por fecha, no. de parte (pieza), motivo de defecto (contaminación, grumos, escurrimiento, ruptura de pintura, cascara de naranja y pin hole) en este apartado se da a conocer el número total de piezas que salieron en cada tipo de defecto, y por ultimo la cantidad real de piezas defectuosas por cada número de parte.

Fecha	No. Parte	Release	Salida de material	Motivos de defecto (RETRABAJO)						Cantidad
				Contaminación	Grumos	Fisuramiento	Ruptura de pintura	Cascara de naranja	Pin hole	

FIGURA 34. FORMATO DE LLENADO

Una vez llenado el formato se captura la información dividiéndola por turnos, por día y por cliente, brindando información de suma importancia para la empresa tales como el % de scrap generado, total de piezas efectivas y defectivas, lo que permite hacer comparativas mes con mes.

A pesar de la información asertiva generada por la matriz de auto calidad es de suma importancia conocer qué tipo de defecto es el que se presenta con mayor frecuencia, para después conocer sus causas y finalmente poder atacar. Para conocer este tipo de información se pone en práctica lo que es el Diagrama de Pareto.

Este tipo de herramienta brinda respuestas categorizadas en orden descendente de acuerdo con sus frecuencias, combinado con una línea de porcentaje acumulado como lo muestra la siguiente figura.

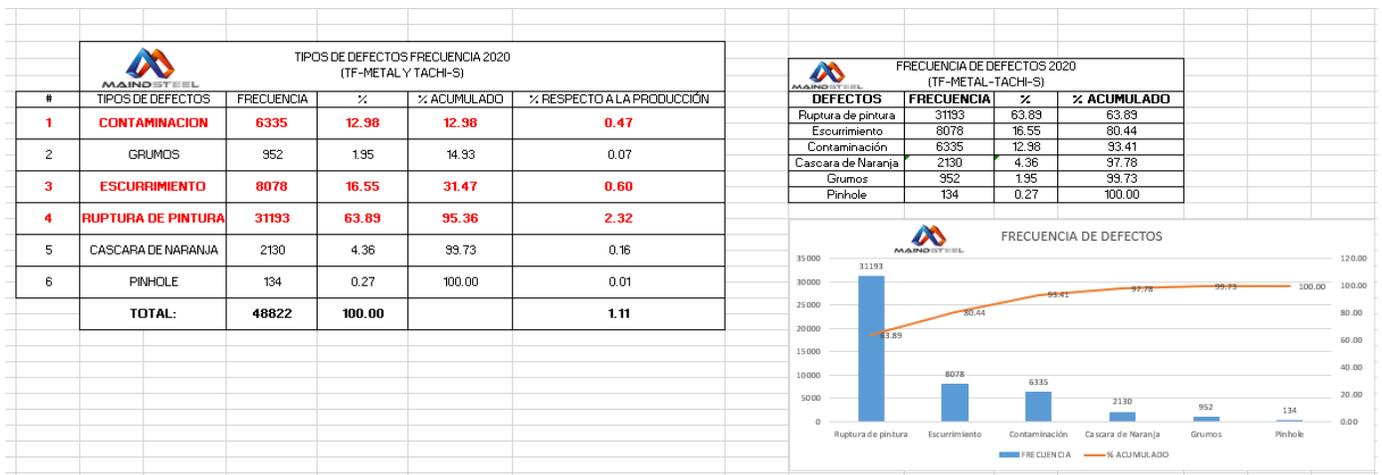


FIGURA 35. DIAGRAMA DE PARETO. Elaboración propia a partir de las matrices de auto calidad brindadas por Maindsteel.

## BÚSQUEDA DE POSIBLES CAUSAS.

¿Cuáles son las causantes de la problemática? Para la resolución de la pregunta anterior el diagrama causa – efecto es una técnica de suma importancia, pues, como se ha descrito con anterioridad, es una representación gráfica que tiene como fin dar a conocer la relación entre un efecto y sus posibles causas.

Para la problemática existente (scrap) es posible que se encuentren diferentes causas interrelacionadas como lo muestra la figura 36, donde a pesar de ser diferentes categorías las causas en cada una de ellas mantienen una relación: el personal.

	METODO	MAQUINA	MANO DE OBRA	MEDIO	MATERIAL
SCRAP	METODOS NO ESTANDARIZADOS/ FALTA DE CONTROL / MAL COLGADO DE PIEZAS	MANTENIMIENTO DEFICIENTE / DESAJUSTE DE MAQUINAS / DAÑO DE CELDAS (EXCESO JORNADAS LABORALES) / VARIACIÓN VOLTAJE	POCO PERSONAL / PERSONAL INEFICIENTE / FALTA DE SUPERVISION / ROTACION DE PERSONAL	ESTRÉS LABORAL (RUIDO, TEMPERATURA) / POLVO	FALTA DE LIMPIEZA EN RACKS / EXCESO DE LUBRICANTE (GRASAS/ACEITES) / OXIDACION

FIGURA 36. CAUSA-EFECTO PARA LA PROBLEMÁTICA DE SCRAP. Elaboración propia.

Algunas de las causas principales que se pudieron definir fueron la falta de estandarización en el método, en otras palabras, se podría decir que el método no es seguido como debería de ser, mantenimiento deficiente de máquinas, además de la falta de limpieza en los elementos requeridos para el proceso (racks), y es como se llega a la conclusión de que las causas anteriores podrían verse causadas debido al personal, ya sea por ineficiencia, falta de supervisión e incluso por la múltiple rotación del personal.

## ANÁLISIS DEL PROCESO.

Para resolver las preguntas: ¿Por qué? y ¿Cómo?, fue necesario realizar una de las principales actividades Lean, el Paseo Gemba, o también conocido como el Gemba Walk, el cual tiene como objetivo conocer más a fondo el lugar donde se lleva a cabo un proceso, el proceso mismo y, por ende, el análisis y verificación de lo que está ocurriendo.

A pesar de que este tipo de acción se realiza cada vez que se enfrenta a un problema, debería ser implementado como una rutina diaria.

Durante esta etapa, se visitó el área donde se lleva a cabo el proceso de E-Coat con el propósito de que a través de la observación directa se pudiera analizar lo que pasaba y de esta forma plantear propuestas de solución para la mejora continua.

Una vez concluido el Gemba Walk, se pudo observar que uno de los pasos es omitido normalmente por los operadores, pulir racks, el cual logra influir de manera negativa en el proceso ya que al no realizarse no se elimina el exceso de pintura en ellos, lo que no permite que las piezas sean colocadas de la forma correcta y como consecuencia no hay una limpieza correcta y, por ende, la pintura no penetra adecuadamente en la pieza, consecuencia relacionada con la problemática con mayor frecuencia presentada en el diagrama de Pareto (figura 35).

Durante el mismo recorrido, se optó por la realización de un diagrama de spaghetti que permitió el análisis de los movimientos de los operadores dentro de su puesto de trabajo, el resultado obtenido fue que los operadores suelen recorrer distancias, especialmente al momento de acercar las piezas que serán procesadas, y una vez procesadas al pasarlas al área de inspección, las cuales podrían evitarse si se diera un mejor acomodo de elementos y espacios, lo que provocaría un ahorro de tiempos.

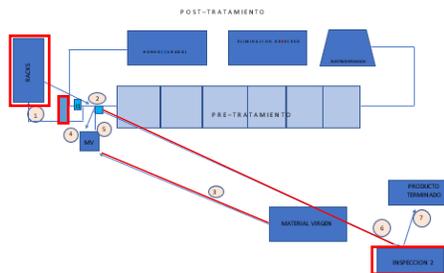


FIGURA 37. DIAGRAMA DE SPAGHETTI ACTUAL

En la figura anterior se muestra con rojo las distancias que provocan la utilización de tiempos que podrían ser utilizados para otras actividades que hagan más productivo el proceso, y elementos que podrían ser ubicados de manera diferente.

Las distancias largas son debidas a una distribución que podría ser más efectiva aplicando otra de las herramientas de Lean: 5's. Pues basándose en lo mencionado anteriormente, esta herramienta permitiría lograr un espacio ergonómico, un orden

más lógico de cada elemento y de esta forma la obtención de una mayor eficiencia reduciendo tiempos de desplazamientos.

## DESARROLLO DE SOLUCIONES (PROPUESTAS).

En esta última fase de la primera etapa se describirán algunas de las propuestas generadas que mantienen el propósito de eliminar cualquier tipo de elemento que pueda ser causante de la generación de scrap en la empresa.

La metodología dio inicio con la definición del problema por medio de la información proporcionada de los formatos brindados por la empresa (matriz de auto calidad) y diagramas de Pareto, los cuales nos dieron a conocer los defectos más recurrentes. Fue por ello que se buscaron las posibles causas raíces de la problemática y se procedió a la realización de un análisis del proceso a través de un Gemba Walk para la verificación de lo que hasta el momento se tenía concluido.

Estas 3 primeras fases llevaron a concluir que el problema principal viene a través del mismo personal y el espacio en que estos mismos operan. Esto se ha visto reflejado en algunos tipos de desperdicio que deben ser resueltos.

- Procesos inadecuados. Pues las actividades muchas veces no son realizadas correctamente o simplemente son omitidas.
- Defectos. Se tienen defectos en las piezas debido a errores del personal.
- Movimientos innecesarios. En este punto podemos decir que existen movimientos que a pesar de añadir valor al proceso podrían acortarse para de esta forma ahorrar tiempos y hacer más productivo el proceso.
- Sobre procesos. El hecho de tener defectos nos habla de tener retrabajos.

Dentro de los procesos anteriores se puede buscar las oportunidades de mejora. Como se ha mencionado desde el principio de este proyecto el problema principal es el alto % de scrap lo que genera grandes pérdidas a la empresa, con la generación del diagrama de Pareto se pudo obtener que el defecto que se repite con mayor frecuencia es la ruptura de pintura. En cualquiera de los casos la causa principal identificada se dirige al personal.

Como se pudo observar en el diagrama de spaghetti (figura 37), uno de los problemas que se pudo identificar fue la organización del área de trabajo es por ello que dentro de esta metodología se hará uso primeramente de las 5's.

## METODOLOGIA 5'S

La empresa a pesar de contar con la limitación de áreas muchas veces no es respetada. Los materiales suelen ser acomodados donde pueden ser puestos y no donde deberían, además existen ciertas cosas que por el momento no son utilizados, pero se encuentran en la planta para un posible futuro uso.

Es por ello que esta herramienta permitirá mantener en mejores condiciones las áreas de trabajo asegurando las buenas prácticas de trabajo, de esta forma se logrará reducir y/o prevenir accidentes y dará paso a una mejora de la productividad gracias al cambio de condiciones y ambiente del área.

Para implementar esta herramienta en la planta es necesario contar con un comité, el cual, deberá ser formado por un coordinador, un facilitador de cada una de las áreas y un líder.

TABLA 1. FUNCIONES DE CADA INTEGRANTE DEL COMITÉ.

PUESTO EN EL COMITÉ	FUNCION	PERFIL
Coordinador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liderar el movimiento 5's</li> <li>• Convocar a reuniones de control y seguimiento</li> <li>• Gestionar documentación.</li> <li>• Capacitación</li> </ul>	Conocimientos del área, capacidad de liderazgo y experiencia en 5's
Facilitador de área	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de vínculos entre el comité y los turnos</li> <li>• Convocar reuniones con lideres</li> <li>• Asistencia a lideres</li> <li>• Colaborar con la gestión de documentación</li> </ul>	Experiencia en el área y conocer bien a los trabajadores. (SUPERVISOR)
Líder	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Representar al grupo y sus ideas.</li> <li>• Vínculo entre grupo y facilitador.</li> <li>• Negocia y llega a acuerdos.</li> </ul>	Desarrolla su actividad laboral en el área del proyecto. Capacidad de diálogo y negociación. (OPERARIOS)

Una vez definido el comité, quien se encargará de definir responsabilidades, prever recursos y de la coordinación de cada una de las partes de esta metodología, se recomienda iniciar con una reunión donde se expongan todas las problemáticas existentes y las posibles soluciones (planificación de acciones)

TABLA 2. PLANIFICACION DE ACCIONES.

PROBLEMAS	ACCIONES PROPUESTAS	ACCION CORRECTORA ELEGIDA	N° DE S	RESPONSABLE

Es de suma importancia realizar evaluaciones (comparaciones) al iniciar y al finalizar, esto para darnos cuenta si se ha resuelto cada una de las problemáticas expuestas en la primera reunión. Además de la realización de auditorías por parte del coordinador (inicial, de fase y autoevaluaciones).

TABLA 3. COMPARACION ACTUAL-DESPUES.

ACCIONES REALIZADAS	
ACCION:	
RESPONSABLE:	AREA:
SITUACION ACTUAL	FECHA:
FOTOGRAFIA	
SITUACION DESPUES	FECHA:
FOTOGRAFIA	

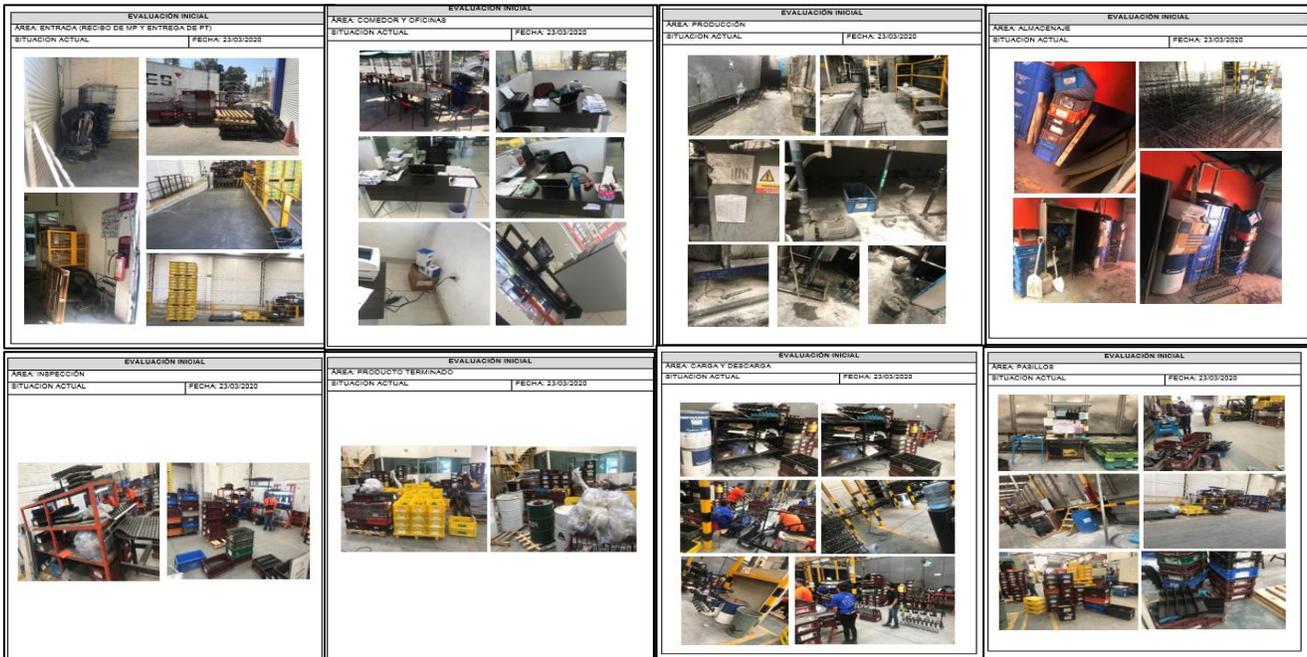


FIGURA 38. EVALUACIONES INICIALES DE CADA ÁREA.

1. Es importante comenzar con una clasificación para cada uno de los elementos existentes en las áreas de trabajo preguntándose si son necesarios o no, lo que permitirá la eliminación del desorden, dejando solo las herramientas requeridas a diario.

Un sistema de etiquetas de colores resulta de mucha utilidad para la clasificación de cada elemento.

Tabla 4. ROJO: ARTICULO QUE DEBE SER ELIMINADO DEL AREA.

FECHA:	NÚMERO:
ÁREA:	
ELEMENTO:	DISPOSICIÓN:
ELIMINAR	

Tabla 6. VERDE: ARTICULO UTILIZADO REGULARMENTE.

FECHA:	NÚMERO:
ÁREA:	
ELEMENTO:	DISPOSICIÓN:
MANTENER: EQUIPO UTILIZADO REGULARMENTE	

Tabla 5. AMARILLO: EXISTE DUDA

FECHA:	NÚMERO:
ÁREA:	
ELEMENTO:	DISPOSICIÓN:
ELIMINAR	
VENDER	
ALMACENAR	

2. Una vez clasificado cada elemento se deberá pasar a la segunda “s”. Para este punto se podrá basar en el diagrama de spaghetti realizado durante el análisis de proceso, para lograr tomar la decisión más efectiva del acomodo de los elementos de forma que se podrá optimizar la ergonomía de los puestos de trabajo. En este punto el diagrama de spaghetti deberá ser actualizado, incluso, de ser posible, poner limitaciones de área por medio de códigos de colores como se muestra a continuación:

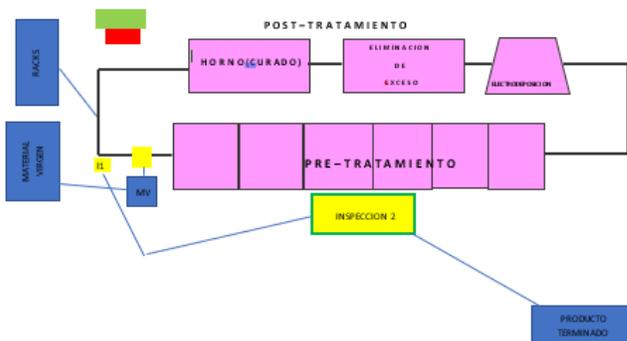


FIGURA 40. DIAGRAMA DE SPAGHETTI ACTUALIZADO.

LEYENDA DE COLORES		
COLOR	UBICACIÓN	UTILIDAD
AMARILLO	Áreas de los puestos de trabajo	Delimitará el área que ocupa un trabajador en su turno de trabajo.
ROJO	Zonas de desechos	Delimitará las zonas donde colocar los carros de chatarra, ZAMI y los contenedores de basura convencional.
VERDE	Mesas de trabajo	Marca dónde colocar la mesa de trabajo.
AZUL	Contenedores de piezas o materias primas	Zona para los contenedores de materias primas y piezas elaboradas, por esto hay dos marcas por puesto, excepto en los tornos avanzabarras 1 y 6 donde no hay contenedores de piezas acabadas y la materia prima tiene la longitud de la barra a introducir.

FIGURA 39. COLORES PARA LIMITAR ÁREAS

3. Por otra parte, la 3ª “s”: limpieza, tiene como objeto mantener el área de trabajo en un estado óptimo, lo que permitirá identificar de manera rápida cuando algo no esté bien. Se recomienda apoyarse con ayuda visual para que los mismos operadores se recuerden todos los días que mantener el área de trabajo limpia y ordenada permitirá la eficiencia tanto de su trabajo propio y como el de los demás.



FIGURA 41. AYUDA VISUAL SOBRE ORDEN Y LIMPIEZA

4. Es importante definir ciertos puntos por cada una de las áreas, las cuales deberán implementarse día con día, lo que permitirá a cada operador que esto se vuelva un hábito en ellos. Para este paso el coordinador tendrá la obligación de rellenar un check list, el cual mostrará si cada una de las reglas se ha estado siguiendo diariamente o no.
  
5. Se sabe que hacer cambiar a las personas de un día para otro no es fácil, pero sin duda alguna mantener un hábito como las 5's puede llegar a lograr una eficiencia en cada uno de los operadores y hacer más efectivo el proceso de producción. Es por eso que, al hacerlo un hábito, el personal cambiará de mentalidad de forma positiva y podrá ser aplicada correctamente la metodología.

Para que la implantación logre el éxito esperado se deberá tomar en cuenta la difusión de esta metodología. Es decir, el personal tendrá que ser capacitado haciéndoles saber los beneficios de su implementación. Lo que se busca es lograr que empleados y directivos mantengan un compromiso para la mejora de las condiciones de trabajo.



FIGURA 42. AYUDA VISUAL 5'S

## ESTANDARIZACIÓN.

Mientras exista un orden existe mayor facilidad de que los operadores sepan que se encuentra mal en su área de trabajo por lo que pueden ser más conscientes de cada uno de los pasos a seguir, lo cual nos lleva a la segunda recomendación para la resolución de uno de los problemas principales detectados.

Durante el periodo estudiado se concluyó que el personal no sigue al pie de la letra los pasos indicados para realizar de manera correcta el proceso, principalmente se omite el primer paso, siendo este, el pulir los racks en mal estado, lo que evita un correcto acomodo de piezas y por ende un proceso erróneo provocando piezas mal pintadas.

Para que los operadores conozcan los pasos y no omitan ninguno la empresa cuenta con Hojas de Operaciones, el problema principal con estos documentos es que no han sido actualizadas desde que fueron hechas y los operadores simplemente dan por hecho ya saber los pasos.

Por lo que la propuesta siguiente trata de una Hoja de Operación Estándar que nos indique las actividades a realizar de cada uno de los pasos y los tiempos estándares. Unido a esta HOE, un documento que nos muestre el proceso completo, las actividades que lo representan, responsables de cada operación y los riesgos de no seguir el proceso como se presenta. Dicha hoja se pretende que se encuentre a la mano de cualquier empleado, y la cual deberá presentar la siguiente información:

- Descripción del proceso
- Actividades
- Objeto de la actividad
- Diagrama de flujo
- Ayuda visual
- Equipo/Máquina
- Responsable
- Riesgos de falla

Esto con el fin de que cada uno de los trabajadores comprenda en que consiste el proceso (actividades), y estén conscientes de los riesgos que se podrían presentar en caso de no seguir los pasos como se presentan.

Hoja de Operación Estándar [ Secuencia ] Hoja 8		E-COAT		PLANTA 1 GERENCIA		HOJA 1 / 1 PLANTA 2 MONTE ROSALES	
Numero de la Operación	COLGADO DE PARTES		Numero del Proceso				
Equipo de Seguridad	LENTE DE SEGURIDAD	GUANTES	DOTAS DE SEGURIDAD	Ma. De Revisión			
Mecanización	RACKS DE METAL	FULIDORA	PIEZAS	Fecha			
Tiempo de Aprendizaje				Paño Revisado [ Fecha ]			
Modelo				Supervisor Cual Ejecutor [ Fecha ]			
Ma. De Control							
Paso Principal		Tiempo		Paño Co Line [ Fecha ]		Ilustración	
1. PULIR RACK				LABO DERECHO E INQUIERDO DE LAS PUNTAS			
2. COLOCAR RACK EN CUBETA TRANSPORTADORA				DEJAR 2 RODAMIENTOS ENTRE CADA RACK			
3. COLOCAR PIEZAS EN EL RACK		20"		INSERTAR 1 PIEZA Y DEJAR 2 PUNTAS SOLAS SLOT HACIA EL LADO DE ARRIBA PUNTA DE RACK INSERTADA EN SLOT ANGULO DE 35-45°			
REGISTRO Y/O EJEMPLO DE ACCIDENTE/INCIDENTE/SUSTO Y/O DEFECTOS DE CALIDAD				NO. DE HOJAS		REVISION EN PARTES	
				1		N. DE PARTES	
						REVISIONES	

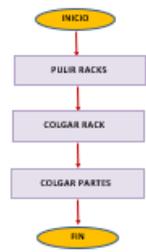


FIGURA 43. PROPUESTA DE HOE. Elaboración propia.



FIGURA 44. PRESENTACION DE PROCESO.RIESGO. Elaboración propia.

## *CAPACITACIÓN DEL PERSONAL.*

Debido a que las causas principales se dirigen principalmente al personal debido a la rotación constante es de suma importancia que la empresa tome como una inversión, y no simplemente como un gasto, el realizar capacitaciones cada cierto tiempo no solo para la implementación de ciertas metodologías, como las 5's, sino del proceso mismo.

Contar con un personal específico que este en constante supervisión de los operadores y del nuevo personal para evitar fallas u omisiones de actividades, podría funcionar de manera altamente positiva.

Es de suma importancia recordar que un personal debidamente adiestrado y capacitado se desempeña de una forma adecuada previniendo errores que podrían ser fatales.

**Debido a la contingencia sanitaria (COVID 19), las siguientes etapas (II. Hacer, III. Verificar y IV. Actuar) del desarrollo no pudieron ser implementadas y por ende no pudieron obtenerse resultados en ellas.**

## CONCLUSIONES.

- Desarrollar modelos de soluciones basados en Lean Manufacturing puede lograr establecer buenas condiciones para la administración de cualquier empresa pues como se mencionó a lo largo del documento esta filosofía se orienta hacia la mejora optimizando cualquier tipo de resultado.
- A pesar de no poder haber puesto en práctica las estrategias de solución, considero que la implementación de las 5's podría tener un impacto positivo en las actividades llevadas a cabo durante el proceso de E-Coat, pues podría lograr eliminar desperdicio de espacios y como consecuencia ahorro de tiempos, y todo gracias a las mejoras derivadas de la limpieza y disposición de los elementos.
- Para la implementación de soluciones basadas en una filosofía como lo es Lean Manufacturing es necesario que tanto operarios como directivos se encuentren abiertos y dispuestos a cambiar ciertos hábitos, es decir, abiertos a posibles cambios de mentalidad. Si no existe disposición difícilmente podría ocurrir un cambio.
- Como empresa se debe de tener un compromiso tanto con los clientes como con sus empleados, por ello debe tomarse las capacitaciones muy en serio viéndolas como una inversión y no como un gasto. Debido a que suele haber bastante rotación de personal las capacitaciones deben ser constantes para que los operarios siempre tengan en mente la forma correcta de hacer sus actividades.
- Sin duda alguna, los Paseos Gemba o Gemba Walk logran brindar información valiosa, es necesario tratar de volver estos paseos como una rutina diaria, empaparse de todo tipo de información, saber que pasa día a día en los procesos y con los empleados pues podrían lograr la prevención de ciertos problemas.

## RECOMENDACIONES.

- Se deberá difundir las implementaciones de cada una de las herramientas como una filosofía de trabajo, es decir, que sea constantes y lo creen un hábito. El compromiso es la base de todo.
- La aplicación de las 5's no servirá de nada si no es constante y no se aplica en todas las áreas de la empresa. Además, se debe garantizar la realización de auditorías internas para ver si las cosas están fluyendo.
- Las capacitaciones deben ser realizadas para todo el personal y no solo para un grupo de personas.
- Una vez concluido el ciclo de Deming (PHVA) se deberá ser constante, si la problemática no ha sido resuelta al 100% se deberá volver a comenzar hasta que las soluciones propuestas resuelvan con éxito y poder estandarizar dichas soluciones.

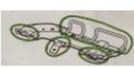
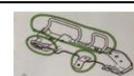
## COMPETENCIAS DESARROLLADAS.

1. Detección y análisis de las principales problemáticas en un proceso.
2. Creación de soluciones estratégicas para la resolución de una problemática.
3. Comprensión de la importancia que tienen los operadores para que el proceso sea funcional.

1. Calidad: Capacidad que posee un producto/servicio para lograr satisfacer necesidades. Dentro de una empresa se le considera un factor importante ya que es lo que logra producir la satisfacción tanto de clientes, así como de empleados y accionistas.
2. Check list: Herramienta diseñada para la reducción de errores provocados potencialmente por la atención del ser humano. Asegura la realización de una o distintas tareas.
3. Ahorro de tiempos: Es ganar dinero, si una actividad tarda menos significa que se puede hacer más. El tiempo que se ahorra se invierte en actividades productivas.
4. Lean Manufacturing: Método de organización del trabajo que se centra en una mejora continua optimizando los sistemas de producción por medio de la eliminación de todo desperdicio.
5. Rack: Soporte metálico para acomodar las piezas que serán procesadas.
6. Ambiente de trabajo: Conjunto de distintos factores que logran influir sobre el bien físico y mental de cada uno de los trabajadores.
7. Vida útil: Definido como periodo de tiempo estimado para utilizar un equipo de la empresa.
8. Inventario: Lista de cada uno de los elementos valorables que pertenecen a la empresa.
9. Diagrama de spaghetti: Representación de los movimientos de cada operador dentro de sus áreas de trabajo. Lo que busca es conocer cada uno de los movimientos para lograr ordenar de una manera lógica las herramientas o maquinas que son necesarias para ellos.
10. Scrap: En un contexto industrial, se refiere a cualquier desecho o residuo procedente del proceso.
11. Efectividad: Se le considera a la capacidad de poder conseguir un resultado esperado.
12. Eficiencia: Capacidad de lograr los resultados esperados con el menor número de recursos posibles, en otras palabras, hacer más con menos.

13. Paseos Gemba: Primeramente, es necesario definir Gemba, el cual es un término japonés definido como lugar de trabajo o bien lugar donde ocurren las cosas. Por lo tanto, un paseo Gemba (Gemba Walk) se refiere a la acción de ir a observar el proceso, lo cual permite entender la manera de cómo se desarrolla el trabajo.
14. Estado óptimo: Mantener algo en un buen estado, mantenerlo funcional.
15. Accidentes: Lesiones corporales que un operador podría sufrir por una consecuencia del trabajo que ejecuta.
16. Riesgos laborales: Cualquier peligro existente en el área laboral.
17. Nylamid: Polímero muy usado en las industrias.

1. PARTES TRABAJADAS EN EL PROCESO DE E-COAT.

PARTES			
TF-METAL		TACHI-S	
142K0-C2000		241N0-C2500 RH	
142K1-C2500		251N0-C2500 LH	
142L1-C2000		241N0-2505 RH	
142L1-C2500		251N0-C2505 LH	
142X0-C2500		241N0-C2555 RH	
142V1-C2000		251N0-C2555 LH	
142V1-C2500		142N1-D4060	
142X0-C2000			
142X0-C2080			
142X1-C2500			
152K0-C2000			
152L0-C2080			
152L1-C2000			
152L1-C2000			
152L1-C2500			
152V1-C2000			
152V1-C2500			

### FUENTES DE LIBROS:

1. Siliceo, A. (2004). *Capacitación y desarrollo de personal*. México: LIMUSA.
2. Escalante, E. (2006). *Análisis y mejoramiento de la calidad*. México: LIMUSA.
3. Rajadell, M. & Sánchez J. (2010). La evidencia de una necesidad. -: Diaz de Santos
4. Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing paso a paso*. -: Marge Books.
5. Fernández, M. (2014). *Como eliminar desperdicios e incrementar ganancias*. -: Editorial Imagen.
6. Beltrán, L., González, E., &Fornés, R.. (2018, Diciembre). *Elaboración de hojas de operación estándar para el mantenimiento del servicio mayor de una empresa automotriz del Sur de Sonora*. Revista de Ingeniería Industrial, 2, 1-12. 2020, Febrero 20, De - Base de datos.

## **FUENTES DE INTERNET:**

7. *AMEF Análisis de Modo y Efecto de Falla*. Febrero 20, 2020, de Lean Solutions Sitio web: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>
8. *MAINDSTEEL*. (-). *Nosotros*. Febrero 21, 2020, de MAINDSOFT. Sitio web: <https://maindsteel.com.mx/>
9. López, T., & Salinas L.. (2016, Mayo). *Propuesta metodológica para el diagnóstico de la aplicabilidad de Lean Manufacturing en el manejo de materiales de la logística hospitalaria*. Marzo 05, 2020, de - Sitio web: [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/83583/1/TG01857.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/83583/1/TG01857.pdf)
10. Cardona, J.. (2013). *Modelo para la implementación de técnicas Lean Manufacturing en empresas editoriales*. Marzo 10, 2020, de - Sitio web: <http://bdigital.unal.edu.co/12191/1/8912001.2013.pdf>
11. Linares, D.. (2018). *Aplicación de Herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la Empresa Soquitex*. Marzo 12, 2020, de Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Sitio web: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624049/LINARES\\_C\\_D.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624049/LINARES_C_D.pdf?sequence=4&isAllowed=y)