EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Matamoros

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

TESIS:

DESARROLLO DE PROCESOS DE REMANUFACTURA PARA LA INTRODUCCION AL MERCADO DE UNIDADES ELECTRO-HIDRAULICAS EHPS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL

PRESENTA:

LUIS GERARDO RODRIGUEZ AMADOR

DIRECTOR DE TESIS: DR. APOLINAR ZAPATA REBOLLOSO

H. Matamoros, Tamaulipas, México a 24 de Agosto de 2023

Excelencia en Educación Tecnológica®
Tecnología es progreso®

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MATAMOROS

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

TESIS:

DESARROLLO DE PROCESOS DE REMANUFACTURA PARA LA INTRODUCCION AL MERCADO DE UNIDADES ELECTRO-HIDRAULICAS EHPS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL

PRESENTA:

LUIS GERARDO RODRIGUEZ AMADOR

DIRECTOR:

DR. APOLINAR ZAPATA REBOLLOSO

ASESORES:

MII. JOSE JAVIER TREVIÑO URIBE

MAI. CLAUDIO ALEJANDRO ALCALA SALINAS

H. Matamoros, Tamaulipas, México a 24 de Agosto de 2023

Cesión de derechos

En la ciudad de H. Matamoros Tamaulipas, México el día 13 de Agosto de 2023, el ciudadano Luis Gerardo Rodríguez Amador alumno del Programa de Maestría en Administración Industrial con línea de investigación en Innovación Calidad y Productividad, en Tecnológico Nacional de México, Campus Matamoros, con número de control M21260316, inscrito en División de Estudios de Posgrado e Investigación, bajo la dirección del Dr. Apolinar Zapata Rebolloso, se declara como el autor intelectual del presente trabajo de investigación titulado ‘‘Desarrollo de Procesos de Remanufactura para la Introducción al Mercado de Unidades Electro-Hidráulicas EHPS’’ y cede los derechos al Tecnológico Nacional de México para su difusión, con fines académicos y/o investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, graficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y del director del trabajo, si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar a el autor.



Luis Gerardo Rodríguez Amador

Declaración de originalidad y no plagio

El, (La) que suscribe y firma la presente carta de originalidad, **Luis Gerardo Rodríguez Amador**, autor (a) de la Tesis: **"Desarrollo de procesos de remanufactura para la introducción al mercado de unidades electro-hidráulicas EHPS"** para obtener el Título de ***Maestro en Administración Industrial,*** declara que la tesis es una **obra original** que no infringe los derechos de propiedad intelectual.

El trabajo terminado fue sometido al Software ***Turnitin***, el cual mostró un porcentaje del 14% plagio, cumpliendo con el límite permitido por la institución.

Del mismo modo, asumo frente al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Matamoros cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la falta de originalidad de su contenido.

Atentamente



Luis Gerardo Rodríguez Amador
Nombre y firma del alumno

H. Matamoros, Tamaulipas a 24 de agosto de 2023

EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico de Matamoros
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Heroica Matamoros, Tamaulipas a, 24/AGOSTO/2023
OFICIO No.: 344/2023 D.E.P.I

M.C. CLAUDIO ALEJANDRO ALCALÁ SALINAS
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
E INVESTIGACIÓN
PRESENTE

Por este conducto, le comunicamos que una vez efectuada la revisión individual del trabajo de tesis del **C. LUIS GERARDO RODRÍGUEZ AMADOR,** cuyo título es: **"DESARROLLO DE PROCESOS DE REMANUFACTURA PARA LA INTRODUCCIÓN AL MERCADO DE UNIDADES ELECTRO-HIDRÁULICAS EHPS",** y habiendo realizado las observaciones pertinentes nos reunimos en la Sala de Juntas de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPI), para emitir **DICTAMEN,** el cual es **APROBADO.** Por lo cual nos permitimos autorizarla para que proceda a la impresión de la misma y pueda continuar con los trámites correspondientes, para la obtención del grado de Maestro(a).

A T E N T A M E N T E

DR. APOLINAR ZAPATA REBOLLOSO
DIRECTOR DE TESIS

M.I.I. JOSÉ JAVIER TREVIÑO URIBE
MIEMBRO DEL COMITÉ REVISOR

M.C. CLAUDIO ALEJANDRO ALCALÁ SALINAS
MIEMBRO DEL COMITÉ REVISOR

c.c.p. Interesado(a).
c.c.p Servicios Escolares
c.c.p. Comité Revisor
c.c.p. Div. Est. de Posgrado/ Coordinación

Agradecimientos

A Dios

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

Por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi camino, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mis Padres

Agradezco a mis padres, los cuales se han preocupado por mí en todo momento y me han impulsado a seguir adelante. Por brindarme la oportunidad de tener una excelente educación y por las enseñanzas, pero sobre todo por ser un ejemplo de vida a seguir

.

Resumen

El presente proyecto detalla la metodología empleada para la implementación de procesos de renovación para la introducción al mercado de unidades electro-hidráulicas.

Durante el desarrollo del proyecto, se realizó el análisis de las unidades, con el fin de estudiar sus componentes y definir el tipo de proceso de renovación para cada uno de ellos. Se estudiaron e implementaron procesos renovación como limpieza por vibración, chorro a presión, maquinado por CNC, soldadura de punto, lavado por químico caliente entre otros.

Mediante el diseño del Layout, se estableció el espacio designado para el área de producción tomando en cuenta todos los procesos de renovación anteriormente mencionados, calculando un espacio total de de 25’ (ft) 6’’(inch) de ancho por 54’ (ft) 7’’(inch) de largo.

Se desarrollaron documentación de APQP como Diagrama de Flujo de Proceso, Instrucciones de Trabajo, Control Plan y PFMEA, todos los documentos fueron aprobados por los departamentos involucrados (manufactura, calidad, producto y producción), y fueron puestos a disposición de control de documentos.

Por último, se realizó un análisis de factibilidad del proyecto donde se tomaron en cuenta los recursos empleados de inversión (insumos, materiales, suministros, mano de obra) contra la utilidad por unidad vendida, arrojando $739,549.00 como utilidad desde su implementación.

Summary.-

This project details the methodology used for the implementation of renovation processes for the introduction of electro-hydraulic units to the market.

During the development of the project, the units were analyzed in order to study their components and define the type of refurbishment process for each one of them. Renovation processes such as cleaning by vibration, pressure blasting, CNC machining, spot welding, hot chemical washing, among others, were studied and implemented.

By means of the layout design, the space designated for the production area was established taking into account all the renovation processes previously mentioned, calculating a total space of 25' (ft) 6''(inch) wide by 54' (ft) 7''(inch) long.

APQP documentation such as Process Flow Diagram, Work Instructions, Control Plan and PFMEA were developed, all documents were approved by the departments involved (manufacturing, quality, product and production), and were made available for document control.

Finally, a feasibility analysis of the project was carried out, taking into account the investment resources used (inputs, materials, supplies, labor) against the profit per unit sold, resulting in a profit of $739,549.00 since its implementation.

Introducción

Con la intención de iniciar la renovación de unidades electrohidráulicas, se diseñó el siguiente proyecto en el corporativo Tridonex S. de R.L de C.V.

Dado que la empresa nunca había procesado este tipo de producto y se trata de algo totalmente nuevo, aunado a que la competencia directa de la empresa ya estaba posicionada en el mercado en la venta de este producto, este proyecto surgió de la necesidad de desarrollar un proceso de fabricación para la renovación de estas unidades. Como resultado, se utilizaron diversas metodologías para desarrollar un proceso y así aumentar la variedad de productos ofrecidos por la empresa.

Se describe de manera general en el capítulo 1 los problemas, inconvenientes y desafíos que enfrenta la empresa, información acerca del producto e historia de la misma. Se hablará de conceptos teóricos que fueron base en el desarrollo de este proyecto como re manufactura, economía circular, aseguramiento de calidad y procesos.

Observaremos paso a paso el desarrollo de este proyecto aplicando las metodologías de planeación avanzada de la calidad, así como también la puesta en práctica de conceptos como Takt Time, Tiempo de ciclo, diseño industrial.

Se presentarán resultados relacionados con la factibilidad del proyecto poniendo en balance los gastos operativos de inversión contra la utilidad obtenida por unidad vendida. Como último obtendremos las conclusiones tomadas en base a todo el estudio realizado, así como aprendizajes y reflexiones personales del autor.

Índice

Contenido

..... 5
Agradecimientos 6
Resumen..... 7
Summary.-..... 8
Introducción 9
CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROBLEMA 13
1.1 Descripción de la problemática 14
1.1.2 Departamento de Manufactura..... 16
1.1.3 Planteamiento del Problema 17
1.3 Objetivos 17
1.3.1 Objetivo general..... 17
1.3.2 Objetivos secundarios 17
1.4 Hipótesis..... 18
1.4.1. Hipótesis general 18
1.4.2. Hipótesis secundarias..... 18
1.5. Justificación..... 18
1.6. Variables e indicadores 20
CAPÍTULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS 22
2.1 Marco conceptual 23
2.1.1 La Economía Circular..... 23
2.1.2 La Remanufactura..... 24
2.1.3 Layout 25
2.1.3.1 Layout de Planta o distribución de la planta..... 25
2.1.3.2 Factores de la distribución de planta..... 25

2.1.3.3 Objetivos del Layout en una empresa 26
2.1.3.4 Layout por producto o línea de ensamble 26
2.1.3.5 Layout celular o celda manufactura 27
2.1.3.6 Importancia del Layout 27
2.1.4 El proceso de manufactura 27
2.1.5 Proceso de Blasting o Sandblasting 28
2.1.5.1 Equipo de Sand Blast 29
2.1.5.2 Equipo Sand Blaster de Cabina 30
2.1.6 Proceso de Limpieza por vibración 30
2.1.7 Tak Time 31
2.1.7.1 ¿Cómo influye el Tak Time a la logística? 32
2.1.8 Tiempo de Ciclo 32
2.1.9 APQP (Planificación avanzada de la calidad de producto) 33
2.1.9.1 Plan y desarrollo de un programa 34
2.1.9.2 Diseño y desarrollo del producto 35
2.1.9.3 Diseño y Desarrollo de Proceso 36
2.1.9.4 Validación del Producto y del Proceso 37
2.2. Estado del arte 38
2.2.1 La remanufactura, negocio sostenible en el mercado automotriz 38
2.2.2 Agrega Detroit Reman Toluca, nuevas líneas de remanufactura 38
2.3. Marco Contextual 39
2.3.1 Generalidades 39
2.3.2 Contexto 39
2.3.3 Ubicación 40
2.4. Resultado de Investigaciones anteriores 41
2.5. Internet de las cosas 42
2.5.1 Sistema SAP 42

2.5.2 Outlook..... 42
2.5.3 Sistema AS400..... 42
2.6 Modelado conceptual 43
2.6.1 Diagrama de Flujo de Proceso..... 43
2.6.2 Análisis de Modos y Efectos de Fallas de Proceso 44
2.6.3 Plan de Control 44
2.6.4 Tiempos y Movimientos..... 44
CAPITULO III METODOLOGIA..... 45
3.1 Metodología Implementada 46
3.1.1 Revisión de componentes de Unidad Electrohidráulica 46
3.1.2 Descripción de Diagrama de Flujo 48
..... 51
3.1.3 Asignación de espacio y Diseño de Layout de área. 52
3.1.4 Estudio de tiempos y análisis de capacidad. 55
3.1.5 Instrucciones de Trabajo 62
3.2 Mejoras implementadas en el proceso. 66
3.2.1 Diseño de herramientas 66
..... 69
3.2.2 Uso de granalla de Bicarbonato de sodio en Blaster Manual..... 70
CAPITULO IV RESULTADOS 72
4.1 Capacidad de línea de producción 73
4.2 Piezas Remanufacuradas 75
4.3 Conclusiones y recomendaciones..... 77
Fuentes de Información 78
Bibliografía 78
Anexos 81

CAPÍTULO I. GENERALIDADES DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la problemática

Tridonex S. de R.L de C.V., empresa del sector industrial especializada en la remanufactura de partes automotrices, está ubicada en Finsa Oriente S/N, Ciudad Industrial.

Cardone Industries, empresa de remanufactura con sede en Filadelfia, Pensilvania, es su casa matriz. Bombas hidráulicas, bastidores, bombas de agua, sensores MAFS, motores de limpiaparabrisas y pinzas de freno son sólo algunos de los artículos que remanufactura.

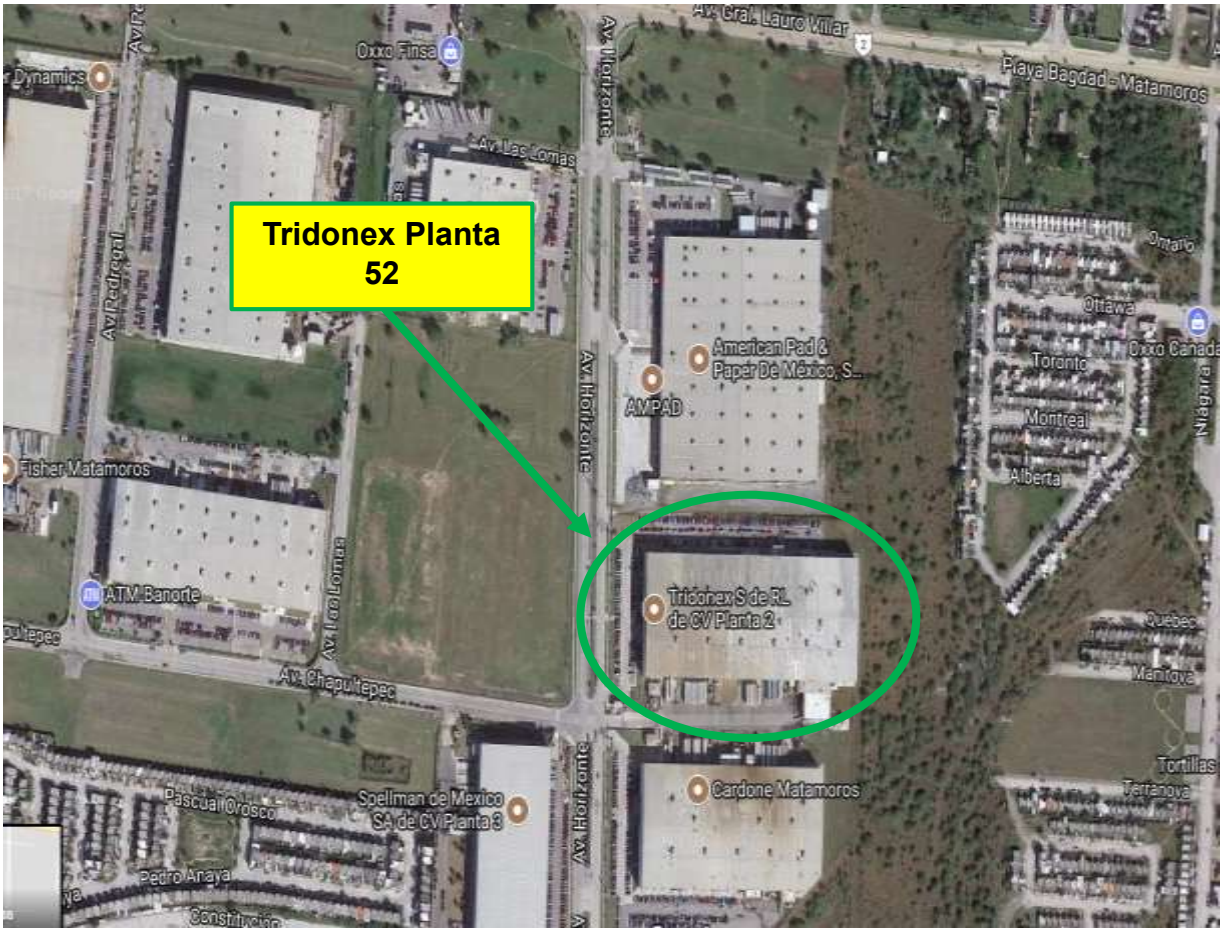
Misión.

Ser la Mejor Remanufacturadora en el Mundo.

Objetivos Corporativos

1. Honrar a Dios en todo lo que hacemos.
2. Ayudar a la gente a desarrollarse
3. Alcanzar la excelencia.
4. Aumentar las Ganancias.

Ubicación



Cardone a través de su historia.

1970

Michael Cardone, padre, y Michael Cardone, hijo, inauguraron Cardone Industries en una casa de complejos de Filadelfia.

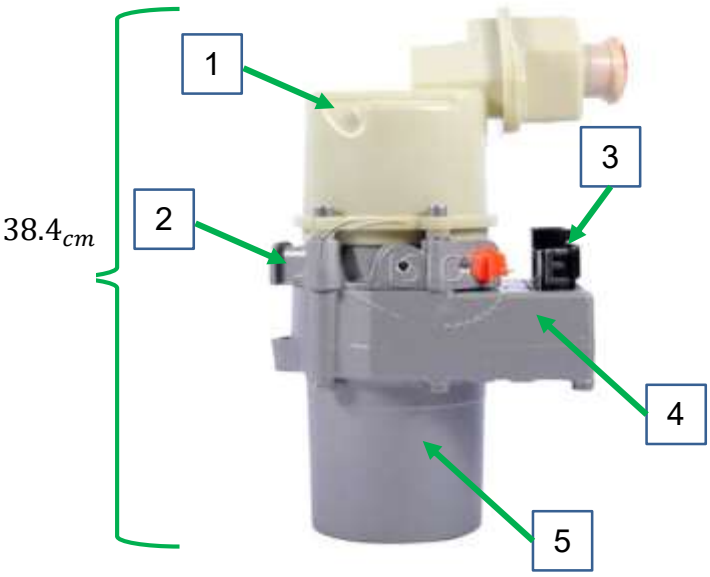
1974-1978

Se inauguran las fábricas 2 a 10. La familia de la Fábrica crece a 250 miembros. Se hablará más acerca de la historia de Cardone en el punto 2.3.2 contexto del punto Marco contextual.

1.1.2 Departamento de Manufactura.

El departamento de manufactura se enfoca en definir el proceso y procedimientos que se emplearan en la línea de producción. Las actividades que se realizan son: mejoras en estaciones, elaboración de cartas de proceso, estudio de capacidad de líneas de producción, diseño de diagramas de flujo, desarrollo de proyectos menores, soporte a departamento de producción, y lanzamiento de nuevos productos.

La empresa Tridonex S. de R.L de C.V va a iniciar las operaciones de un nuevo producto. Este producto es una Bomba Electrohidráulica utilizada en diferentes marcas de autos tales como Mazda, Nissan, Dodge y Mini Copper.
A continuación, se describen las partes que componen esta Bomba Electrohidráulica.



4.53_{Kg}

1.- Reservoir (Depósito): Este es el contenedor donde se introduce y almacena el aceite hidráulico.

2.- Bomba Hidráulica: se encuentra debajo del reservoir. La bomba hidráulica es un dispositivo que transforma energía mecánica (torque y velocidad del motor) en hidráulica (caudal).

3.- Conectores: Funcionan para conexión y comunicación con la parte Electrónica.

4.- Tablilla Electrónica: Tablilla programada controla la inyección de aceite en la bomba hidráulica.

5.- Estator: Se encarga de energizar y transmitir potencia a la tablilla, uno de los componentes más importantes de la bomba.

1.1.3 Planteamiento del Problema

Puesto que la Bomba Electrohidráulica es un nuevo producto para Tridonex, entonces no se tiene ningún proceso definido y/o estandarizado para renovar este tipo de unidades. Por lo tanto, es requerido desarrollar un proceso de renovación, pero utilizando como base los procesos y estaciones que ya se encuentran. El estudio de esta tesis trata de, precisamente, diseñar el proceso de renovación de la Boba electrohidráulica.

Una de las afectaciones con más énfasis, es que la empresa competidora BBB Industries, ya está renovando este producto, situación que la empresa Cardone quiere contrarrestar para no quedarse fuera del mercado.
Para el diseño e implementación del proceso, se cuenta con un espacio asignado de 25’ (ft) 6’’(inch) de ancho por 54’ (ft) 7’’(inch) de largo. Debido a que el producto es nuevo para la compañía, el requerimiento de producción será de 20 piezas por día. El periodo de tiempo estimado será de 6 meses para el desarrollo de este proyecto.

1.3 Objetivos

A continuación, se describe los objetivos del estudio.

1.3.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un proceso de manufactura para la renovación de 15 unidades electrohidráulicas por día.

1.3.2 Objetivos secundarios

1. Diseñar y desarrollar las herramientas que se emplearan para la renovación de cada componente del producto.
2. Llevar los procesos de manufactura a un estado óptimo de funcionamiento y desempeño.

3. Cumplir con los requerimientos y especificaciones de calidad para los componentes que serán remanufacturados.
4. Generar y actualizar la documentación necesaria para estructurar el APQP (**A**dvanced **P**lanning **Q**uality **P**roduct,).

1.4 Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La implementación del nuevo proceso tendrá la capacidad de producir un total de 15 piezas por día.

1.4.2. Hipótesis secundarias

1. El proceso implementado cumplirá con los estándares requeridos por el departamento de calidad.
2. La implementación del proceso tomara un tiempo aproximado de 6 meses.

1.5. Justificación

Económica. - Al evaluar los costos de fabricación por unidad se tiene lo siguiente:

Costos de Energía por cada equipo utilizado; se calculó el consumo de energía de cada equipo a utilizar (kwh) traduciendo la cantidad de kwh en costos (MXN). Convirtiendo el valor de costo diario $717.95 MXN a moneda estadounidense nos da un valor $35.90 USD por día, lo cual dividiendo entre las 15 unidades obtenemos un valor de $2.39 USD/unidad.

Equipo	Consumo Kw/h mensual	Consumo Kw/h diario	Costo Mensual (MXN)	Costo Diario (MXN)
Flex Honing	445.4	22.27	1383.41	69.17
Blaster	798.6	39.93	2480.45	124.02
Pretest	422.4	21.12	1311.97	65.60
Tester	1198	59.9	3720.99	186.05
Vibradora	518.4	25.92	1610.15	80.51
Cabina de Pintura	1198	59.9	3720.99	186.05
Air Decay	42.2	2.11	131.07	6.55
Total			14359.04	717.95

Costos de Core (unidad a que será re-manufacturada); el costo por unidad para ser re-manufacturada es de $175.00 USD/unidad.

Costo de un operario; Un operario tiene un valor de $541.05 MXN/día, convirtiendo el valor a dólares nos da un costo de $27.05 USD/día.

Costo de Kit de ensamble y pintura; El kit de empaques tiene un precio de $10.24 USD/pz, sumando los costos de pintura de $0.35 USD obtenemos un costo de $10.59 USD/unidad.

Costo de materiales de empaque; Los materiales empleados en el empaque de las bombas de electrohidarulicas son: caja de empaque e instapack. El costo de la caja y del instapack es de $0.89 USD/pieza y $3.61 USD/pieza respectivamente.

Costo de mano de obra; Como ya mencionamos anteriormente el costo de un operario por día es de $27.05 USD, este valor lo dividiremos entre 4.76, lo cual representa el UPP (unidades que puede producir una persona por día), obtenemos un costo de $5.68 USD por operario/unidad. Considerando que se requerirán 3 operadores para cumplir con el requerimiento de 15 unidades por día, multiplicaremos el costo obtenido por 3 operarios, nos arroja un costo de $17.05 USD.

Finalmente compararemos el precio de venta al mercado contra los costos de fabricación. Realizando la suma de todos los costos de fabricación obtenemos un costo total de $209.53 USD, deduciendo el costo total por unidad del precio de venta de $874.99 USD (sin unidad a cambio) obtenemos una ganancia de $665.46 USD de por unidad.

Precio de Venta	Total de Costo por Unidad	Ganancia para la Compañía
$874.99	$209.53	$665.46

Ambiental- Al contar con un nuevo proceso para la remanufactura, se reduce el desperdicio de unidades que pueden ser reprocesadas, por lo cual, impacta indirectamente al desperdicio.

1.6. Variables e indicadores

Dentro del proceso de renovación de EHPS se tienen los siguientes métricos a cumplir.

Fill Rate: El proceso tendrá la capacidad de producir 15 piezas por turno (9.6 hrs).

Salvage: Los componentes tendrán un porcentaje de recuperación del 70%.

Material por unidad:

Consideraremos los químicos como variables ya que no es posible realizar una medición exacta de la proporción utilizada en el producto.

Químicos: Se utilizarán los químicos para los procesos de limpieza de Reservoir y Unidad Electro Hidráulica. Algunos de los químicos empleados son los siguientes:

- Gx Clean

- Aceite Mineral
- Bicarbonato de Sodio
- Aceite Hidráulico
- Alcohol

CAPÍTULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Marco conceptual

2.1.1 La Economía Circular

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta el planeta es la producción de basura como resultado de las actividades económicas y de consumo que se llevan a cabo en los hogares. Una investigación del Banco Mundial afirma que sólo en los países de la OCDE se producen anualmente 572 millones de toneladas de basura, es decir, el 44% de la generación total mundial, donde la comunidad de consumidores desempeña un papel importante. Estas cifras, aunque significativas, tienden a parecer pequeñas en el gran esquema de las cosas: se estima que el globo produce más de 3,5 millones de toneladas de basura al día, o más de 1.300 millones de toneladas anuales. La economía circular aboga por la reutilización, la reparación y el reciclaje mediante el fomento de la producción y el consumo sostenibles, lo que es especialmente frecuente en los procesos industriales. Como resultado, no solo se reducen los residuos, sino que se conserva la energía y se ayuda a evitar la contaminación del aire, la tierra y el agua que resulta del uso de los recursos más rápido de lo que la Tierra puede reponerlos. (Remanufacturing, 2019)



2.1.2 La Remanufactura

El más exacto y estructurado de todos los demás métodos de regeneración de valor, la refabricación se lleva a cabo mediante un proceso industrial bien definido.

La remanufacturación es un proceso industrial que consiste en devolver a un producto o componente dañado, obsoleto, descatalogado o desechado a un nivel de utilidad y rendimiento igual o superior a su estado original.

La remanufactura permite recuperar la mayor parte de los materiales, la energía y los conocimientos que se incorporaron al producto durante su diseño y fabricación, reutilizándolos en un nuevo ciclo de vida. A diferencia del reciclaje, que sólo recupera una parte de los materiales y la energía del producto, la remanufactura evita los procesos industriales tradicionales necesarios para fabricar un nuevo producto.

La creación de nuevos productos requiere un uso significativo de recursos, la mayoría de los cuales no aparecen en el propio producto acabado, como consumibles industriales (petróleo, calor, electricidad, agua, etc.) e infraestructuras de apoyo (software, transporte, etc.).

En comparación con la fabricación de productos nuevos, el proceso de remanufactura consume mucha menos energía. Evita el uso considerable de materias primas y permite reducir el consumo de energía e información necesario para crear y producir nuevos productos.

2.1.3 Layout

El layout es la representación de un plano que muestra cómo se distribuirá una determinada cantidad de espacio. El plan de distribución en el diseño suele denominarse con la noción de trazado.

A diferencia de la ingeniería, el marketing describe cómo se disponen estratégicamente los artículos o servicios en un proceso de producción para reducir los costes de mano de obra y garantizar que cada producto llegue al público adecuado.

2.1.3.1 Layout de Planta o distribución de la planta

La organización de los componentes en el interior del edificio industrial, como maquinaria y equipos, puestos de trabajo, almacenes y lugares que se utilizan en los procesos de manufactura, se denomina disposición o distribución de las instalaciones de la planta. Independientemente de que la empresa sea manufacturera o de servicios, se trata de una consideración estratégica.(El Nuevo Empresario, 2020)

2.1.3.2 Factores de la distribución de planta

Cuando se elige el diseño de una planta, suele ser necesario conocer lo mejor posible los elementos que la componen. Estos elementos incluyen:

- La maquinaria: Es de importancia definir el tipo de proceso productivo que se llevara a cabo, el espacio disponible, la utilería u otros elementos que sean necesarios.

- Los materiales: Se debe disponer de información acerca del tamaño, peso, forma y la secuencia en la que se incorporan.
- Mano de obra: Es de suma importancia conocer con exactitud el número de empleados y definir las normativas de seguridad en el trabajo (iluminación, sonido, temperatura, etc.).

- Servicios de seguridad: Tanto para el personal (accesos, protocolos, etc), material (inspección, control de calidad, etc) y maquinaria (mantenimiento)
- Edificios: Si es de nueva construcción o no
- El movimiento: El flujo que siguen la mano de obra y los materiales (métodos de transporte, recorridos, horarios, dotaciones, etc).

2.1.3.3 Objetivos del Layout en una empresa

El enfoque del layout deberá ir orientado en solventar los problemas o necesidades de las siguientes áreas.

- Optimizar el flujo de la información de materiales y personas
- Mejorar la utilización del espacio, de las maquinarias y de las personas
- Conseguir flexibilidad para adaptarse a cambios estructurales
- Incrementar la comodidad y seguridad del trabajador
- Mejorar la interacción con el cliente

2.1.3.4 Layout por producto o línea de ensamble

Su principal preocupación es el orden en que deben completarse las tareas dentro del proceso de fabricación de un producto o servicio.

El uso de este estilo de layout es más frecuente en las técnicas de producción continua. Como resultado, se emplean en procesos de producción en masa que tienen poca variación en los artículos que producen y poca intermitencia.

Los puestos de trabajo y los departamentos están dispuestos en línea recta en este tipo de estructura de planta, y cada producto, componente, dato o cliente recorre un camino predeterminado que requiere la misma secuencia de tareas. (El Nuevo Empresario, 2020)

2.1.3.5 Layout celular o celda manufactura

Es un tipo de distribución híbrida de planta, proceso y producto que reorganiza la disposición del personal y los equipos que suelen estar dispersos entre los departamentos de la empresa y los organiza en grupos de trabajo para concentrarse en la fabricación de un producto o grupo de productos que comparten características.

El layout celular suele utilizarse cuando se trabaja con un equipo especializado de trabajadores o equipos, como un modelo de producto concreto. Desde la perspectiva del trabajador, que está preparado para manejar y utilizar diversas herramientas a lo largo de la producción, también se da este tipo de disposición. (El Nuevo Empresario, 2020)

2.1.3.6 Importancia del Layout

El layout es una parte esencial de la planificación de la cadena de suministro. Su disposición práctica permitirá un flujo fluido y ordenado de suministros, personas y maquinaria.

Una distribución bien diseñada reduce los movimientos ineficaces, el transporte, las mermas, los robos, etc. Un plan de almacén adecuado facilitará las tareas de mantenimiento y reducirá la congestión.(Vargas, 2018).

2.1.4 El proceso de manufactura

Manufactura, en el sentido más amplio, es la transformación de las materias primas en producto. Es importante señalar que el valor añadido en cada nivel de la transformación sirve de base primordial del concepto, esto incluye lo siguiente:

1. El diseño del producto
2. La selección de la materia prima
3. La secuencia de procesos través de los cuales será manufacturado el producto

El sector manufacturero de cualquier país industrializado es su base. El hecho de que, como economía, represente en torno al 20-30% de todos los productos y servicios generados pone de relieve su importancia.(Kalpakjian, 1989)

La manufactura es claramente una actividad compleja, que involucra una variedad de recursos y actividades, como lo siguiente:

- Diseño del producto
- Máquina y herramienta
- Planeación de procesos
- Materiales
- Compras
- Manufactura
- Marketing
- Ventas

2.1.5 Proceso de Blasting o Sandblasting

El proceso de Blasting utiliza aire a alta presión para lanzar vidrio o microesferas sobre las superficies que deben tratarse durante el proceso. (Process Blasting, n.d.)

Es un proceso muy valorado en piezas y partes de acero inoxidable, aluminio, hierro, plástico etc.; ya que además de eliminar el brillo iridiscente que deja la soldadura, elimina las rebabas, pintura y óxido; dejando una “terminación sanitaria”.

Para el proceso de sandblasting, también puede ser utilizados los siguientes materiales:

- Oxido de aluminio
- Carbonato de Calcio
- Bicarbonato de Sodio
- Silicato de Aluminio



- Cuarzo
- Cáscara de nuez
- Abrasivos minerales - Garnet
- Escoria de cobre
- Granalla de Acero inoxidable

El enfoque en este punto estará en el proceso de Blasting con Bicarbonato de Sodio.

El Bicarbonato sódico o SODA Blast es un abrasivo que puede retirar casi cualquier tipo de pintura, de casi cualquier tipo de sustrato. (Acomet, 2019)

Ventajas del Bicarbonato sódico

- Limpia cualquier tipo de superficie
- Retira casi cualquier tipo de pintura
- No genera chispas y se reduce riesgo de ignición.

Aplicaciones

- Es un abrasivo moderado, no tóxico, que funciona bien en situaciones en las que no se puede eliminar el exceso de abrasivo o cuando el sustrato de limpieza debe manipularse con cuidado.
- Limpieza de superficies delicadas
- Limpieza en motores, engranajes, plásticos o equipos con partes móviles
- Limpieza en exterior

2.1.5.1 Equipo de Sand Blast

El término "sandblasting" hace referencia al lanzamiento a alta presión de materiales abrasivos, y se refiere a un grupo de maquinaria utilizada para limpiar superficies o componentes de diversos contaminantes. (Cosmos, 2016)

Los equipos para sandblast se utilizan para:

- Remover óxidos de piezas, pintura vieja, grafitis, impurezas, impurezas de soldadura, entre otros.

- Limpiar maquinaria, muros de ladrillo, moldes para fundición, estructuras metálicas, etc.
- Dar acabados en vidrio, plástico, acero, resina, etc.
- Preparar superficies que van a ser recubiertas.

2.1.5.2 Equipo Sand Blaster de Cabina

Las cabinas de chorro de arena son circuitos cerrados, lo que permite un mejor control de la formación y recuperación de polvo, que requiere el uso de abrasivos más costosos y potentes.

Cuando las piezas más grandes a granallar pueden manipularse sin dificultad dentro de la cabina, son la opción más factible. (Grupo Equipa, n.d.)

Con las cabinas se cubre todo el ciclo de blasting:

- Se recupera el abrasivo en un 99% al tener la tolva recuperadora del abrasivo
- El colector extrae el polvo generado en la operación y permite recuperar una parte del abrasivo gracias al ciclón
- El operador no requiere equipo de seguridad ya que trabaja por el exterior

2.1.6 Proceso de Limpieza por vibración

El sistema de pulido por vibración es la mejor forma de reducir el trabajo manual y disminuir el coste de los artículos que deben procesarse.

Este tipo de proceso se recomienda para piezas pequeñas, grandes volúmenes de producción, piezas complejas de difícil acceso y para obtener un acabado uniforme en cada pieza.

Este sistema consta de tres elementos:

- Equipo o Maquina
- Medios (Chips)
- Producto Químico

Medias (Chips)

Se denomina media ó chip al material cargado dentro del equipo (no piezas a tratar) vibratorio.

Función que cumplen:

- Remover metal en función del grado de abrasión o corte que tiene el medio.
- Separa y proteger o amortiguar las piezas.
- Llegar a partes críticas o protegidas.

Criterios de selección

Chip:

- Por calidad
- Por forma
- Por tamaño

Pieza:

- Material a procesar
- Dureza del material
- Forma y tamaño
- Terminación buscada
- Rugosidad de la pieza

2.1.7 Tak Time

En alemán, "Takt" es la palabra para ritmo. El Takt-time es el ritmo al que debe producirse un bien (ritmo de oferta) para satisfacer la demanda (ritmo de demanda) de los clientes. (Loayza, 2006)

Una repetición regular de sucesos se conoce como cadencia. Esto es lo que se pretende con la sincronización de la cadencia. El atributo esencial de un sistema es su capacidad para mantener un ritmo de producción constante que esté, sobre todo,

sincronizado con la demanda del cliente. El takt time es el ritmo al que debe trabajar un sistema para **cubrir la demanda** y por tanto es una división entre el tiempo disponible y demanda del cliente:

$$Takt\ \ time = \frac{Tiempo\ \ disponible}{Unidades\ \ demandadas}$$

2.1.7.1 ¿Cómo influye el Tak Time a la logística?

La logística y producción son dos etapas de la cadena de suministro que están directamente vinculadas. Por lo tanto, un buen uso del Takt Time tiene un impacto positivo en la logística de una empresa.

El Takt Time fomenta la gestión eficaz del inventario de mercancías que van a las líneas de producción para mantener la productividad en los niveles predeterminados y evitar la falta de existencias.

En otras palabras, es mucho más sencillo ejecutar una cadena logística y de suministro eficaz, que se encargue de realizar estas operaciones: aprovisionamiento de mercancías, almacenamiento y gestión de inventarios, con un ritmo de producción establecido.

2.1.8 Tiempo de Ciclo

El tiempo de ciclo y la takt time son conceptos estrechamente relacionados, lo que a veces puede llevar a confundirlos.

Mientras que la cadencia (takt time) se refiere al ritmo o tasa al que debe fabricarse una pieza para satisfacer la demanda del cliente, el tiempo de ciclo se refiere al tiempo que se tarda en generar una pieza.

El tiempo de ciclo es el tiempo disponible partido por las unidades a producir:

$$Tiempo\ de\ ciclo = \frac{Tiempo\ disponible}{Unidades\ producidas}$$

Nuestras decisiones influyen en la duración del tiempo de ciclo. Determinamos nuestro ritmo de producción en función del resultado del diseño del proceso de producción. Nuestro sistema de producción lo controla. (Lean Manufacturing, n.d.)
El tiempo de takt ha de ser mayor que el tiempo de ciclo para ser capaz de producir la demanda:

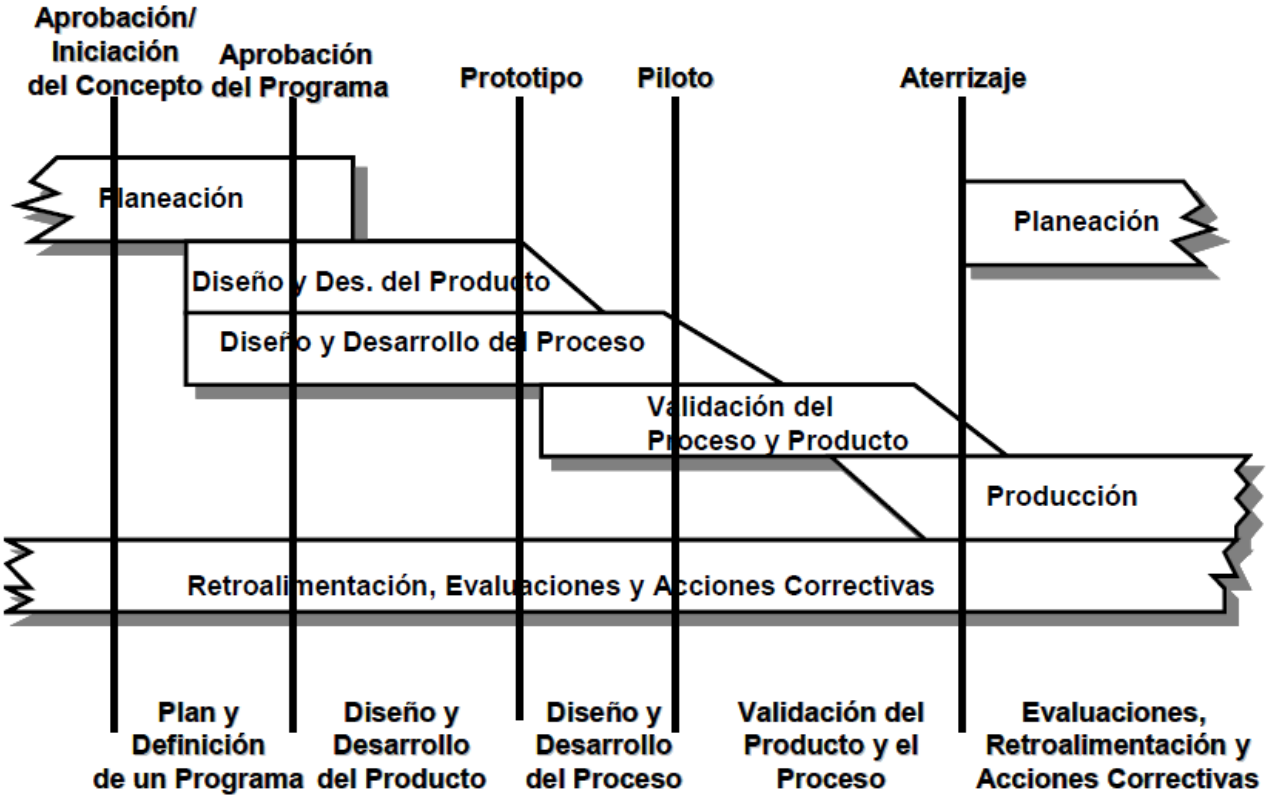
$$Takt\ time > Tiempo\ de\ ciclo$$

2.1.9 APQP (Planificación avanzada de la calidad de producto)

La Planificación Avanzada de la Calidad (APQP), es una técnica sistemática para la creación de productos y servicios, su objetivo es garantizar que todas las partes implicadas se comunican eficazmente y que se satisfacen todas las necesidades. Para ello se implica tanto al cliente como a los proveedores.

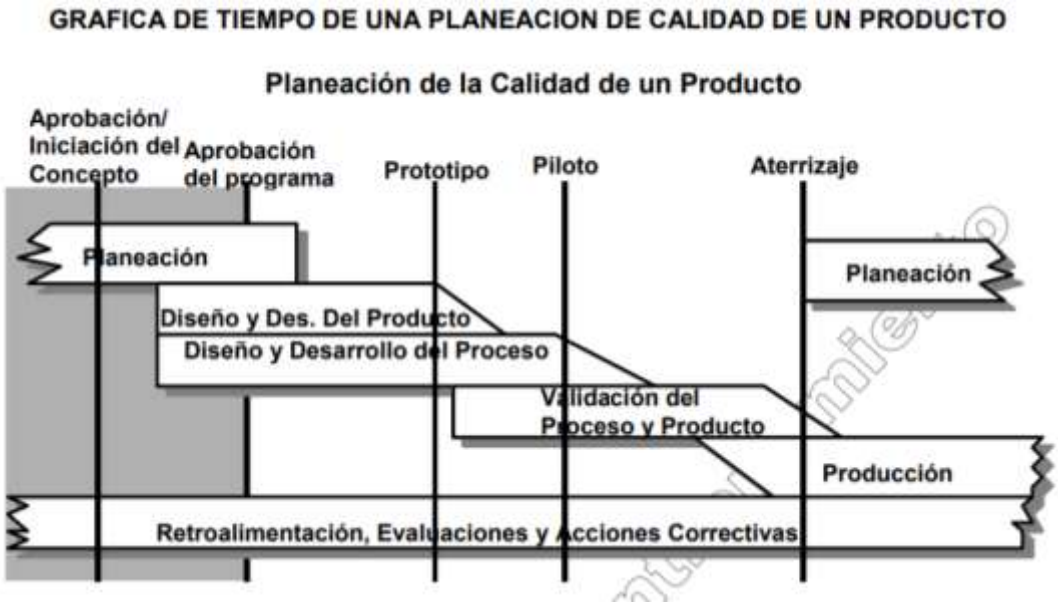
Con el objetivo de predecir durante el desarrollo de bienes y procesos en sus distintas etapas, el APQP ha adquirido cada vez más relevancia en la gestión de proyectos.

La planificación de la calidad del producto es un enfoque organizado para identificar y establecer los procesos necesarios para garantizar que un producto satisface las expectativas del cliente. El objetivo de una planeación de calidad de un producto es facilitar la comunicación con todos los involucrados para asegurar que todos los pasos requeridos se completen a tiempo. (AIAG, 2008).



2.1.9.1 Plan y desarrollo de un programa

Tener siempre presente al cliente y ofrecer una calidad de producto superior a la de la competencia. Asegurarse de que se entienden bien los deseos y expectativas del cliente es el primer paso para preparar la calidad del producto.



2.1.9.2 Diseño y desarrollo del producto

Dentro del equipo de Planeación de Calidad del Producto se deben considerar todos los factores de diseño en el proceso de planeación y cuando el diseño sea propiedad del cliente o compartido. Los pasos incluyen la fabricación de prototipos para verificar que el producto o servicio cumpla con los objetivos de la voz del cliente.

Un diseño debe ser práctico para cumplir los requisitos de ingeniería, los volúmenes de producción y los plazos, así como los objetivos de calidad, fiabilidad, coste de inversión, peso, coste unitario y programación.

Entradas

Derivadas de los resultados/salidas de Capítulo 1)

- Objetivos de Diseño
- Objetivos de Calidad y Confiabilidad
- Lista de Materiales Preliminar
- Diagrama de Flujo del Proceso preliminar
- Lista Preliminar de Características Especiales del Producto y el Proceso

Resultados/Salidas

- Diseño para Facilidad de Manufactura y Ensamble
- Análisis de Modos y Efectos de Fallas de Diseño (AMEFDs)
- Revisiones de Diseño
- Verificaciones de Diseño
- Plan de Control - Construcción de Prototipos
- Dibujos de Ingeniería (Incluyendo Datos Matemáticos)
- Especificaciones de los Materiales
- Especificaciones de Ingeniería
- Cambios de Dibujos y Especificaciones

2.1.9.3 Diseño y Desarrollo de Proceso

En este apartado se abordan los principales rasgos del desarrollo del sistema de producción y las estrategias de control asociadas para lograr productos de alta calidad.

El sistema de manufactura debe satisfacer las demandas, expectativas y requisitos de los clientes.

Entradas

- Diseño para Facilidad de Manufactura y Ensamble
- Análisis de Modos y Efectos de Fallas de Diseño (AMEFDs)
- Revisiones de Diseño
- Verificaciones de Diseño
- Construcción de Prototipos – Plan de Control
- Dibujos de Ingeniería (Incluyendo Datos Matemáticos)
- Especificaciones de Ingeniería
- Especificaciones de los Materiales
- Cambios de Dibujos y Especificaciones
- Requerimientos de nuevo Equipo, Herramental e Instalaciones

Salidas

- Normas y Especificaciones
- Revisión del Sistema de Calidad del Producto/Proceso
- Diagrama de Flujo del Proceso
- Layout del Plan de Piso
- Matriz de Características
- Análisis de Modos y Efectos de Fallas de Procesos (AMEFPs)

2.1.9.4 Validación del Producto y del Proceso

En esta sección se abordan los elementos clave que permiten validar un proceso de fabricación mediante la evaluación de una prueba piloto de producción. El equipo de planificación de la calidad del producto de la organización debe verificar que el plan de control y el diagrama de flujo del proceso se siguen durante la prueba piloto y que los productos cumplen los criterios del cliente.

Entradas

- Normas y Especificaciones de Empaque
- Revisión del Sistema de Calidad de producto y proceso
- Diagrama de Flujo del Proceso
- Layout de Plan de Piso
- Matriz de Características
- Análisis de Modos y Efectos de Fallas de Procesos (AMEFPs)
- Plan de Control del Pre-lanzamiento
- Instrucciones del Proceso

Salidas

Pruebas de Validación de la Producción

- Evaluaciones de Empaque
- Liberación de la Planeación de Calidad y Apoyo de la Administración
- Plan de Control de la Producción (CP)

2.2. Estado del arte

2.2.1 La remanufactura, negocio sostenible en el mercado automotriz

BBB Industries, una firma con raíces estadounidenses, es una de las empresas más conocidas de la ciudad fronteriza de Reynosa, Tamaulipas, y es también una de las empresas más grandes de Norteamérica dedicada a la remanufactura de partes automotrices.

En 2020 surgieron oportunidades y el crecimiento de la empresa se aceleró. Por ejemplo, la división de frenos, creada en 2015, ha crecido significativamente más rápido que las demás divisiones. Esta instalación produjo 3,9 millones de componentes en 2017 y 9 millones de piezas en 2019.

2.2.2 Agrega Detroit Reman Toluca, nuevas líneas de remanufactura

Toluca, México - Detroit, Reman Toluca, México, ha añadido dos nuevas líneas de remanufactura: Sensores Nox y Compresores. Con estos bienes, la empresa espera ofrecer a sus clientes mejores opciones, acortar los tiempos de entrega y mantener costos competitivos, proporcionando una ventaja en precio de hasta 30%.

Los dos nuevos productos fueron presentados por Jorge Vargas Sandoval, director general de la planta Reman Toluca, quien también destacó que para esta integración se realizó una inversión de 500 mil dólares, se incrementó la capacidad instalada de 55% a 90%, la plantilla laboral aumentó 35% y, por primera vez, la planta contará con un segundo turno dedicado específicamente a estas líneas.

2.2.3 La Economía Circular genera riqueza ante la falta de chips

Con su modelo de servicio Eco Print Solutions, basado en la remanufactura de equipos de impresión y sus consumibles, GM Technology, líder nacional en gestión de flotas de impresión, finalizó 2021 con un crecimiento de la facturación superior al 51% respecto a 2020, alcanzando los 26 M€ al cierre del ejercicio.

Gracias a su proyecto de economía circular, ha sido nombrada como Pyme del Año 2021 en Sevilla por la Cámara de Comercio y Banco Santander, premio que reconoce la trayectoria de esta empresa, especialmente en materia de compromiso medioambiental y la innovación tecnológica.

2.3. Marco Contextual

2.3.1 Generalidades

De forma genérica el “contexto” se define como el “entorno físico o de situación, ya sea político, histórico, cultural o de cualquier otra índole, en el cual se considere un hecho”.

2.3.2 Contexto

1970 Michael Cardone, padre, y Michael Cardone, hijo, inauguraron Cardone Industries en una casa de complejos de Filadelfia.

una casa de complejos de Filadelfia.

1974-1978

Se inauguran las fábricas 2 a 10. La familia de la Fábrica crece a 250 miembros.

1980

Se inaugura el Centro de Distribución de la Costa Oeste en Los Ángeles. Se inaugura el complejo de Operaciones de Rising Sun Fabrica 12.

1985

Se presenta la línea de productos de mordazas de freno (Brakes).

1987

Nombrada “Remanufacturadora del Año” por la Asociación de la Industria de Servicios Automotores. La familia de la fábrica crece a 1000 miembros.

1994

Michael Cardone, padre, fue admitido al Salón de la Fama de la Industria Automotriz.

1995-1996

Se inaugura un nuevo Centro de Distribución y sede mundial en Filadelfia.

1999

Se inaugura un nuevo centro de distribución en Toronto Canadá. La familia de la Fábrica crece a 4000 miembros.

2001

Cardone obtiene la certificación ISO 14001.

2005

Abren las instalaciones de Matamoros Tamaulipas.

Misión.

Ser la Mejor Remanufacturadora en el Mundo.

Objetivos Corporativos

1. Honrar a Dios en todo lo que hacemos.
2. Ayudar a la gente a desarrollarse
3. Alcanzar la excelencia.
4. Aumentar las Ganancias.

2.3.3 Ubicación

Tridonex S. de R.L de C.V se encuentra ubicada en la ciudad de Matamoros, Tamaulipas, Mexico, en Avenida Horizonte Finsa Oriente, 874493, Ciudad Industrial.

2.4. Resultado de Investigaciones anteriores

Título de la tesis: Remanufactura Mecánica de Motores de Combustión Interna reciprocantes a gasolina, por Hely Espinosa González, Universidad Autónoma de México.

En este caso concreto de re manufactura mecánica, la capacidad de restaurar la funcionalidad del motor depende en gran medida del coste. En realidad, reconstruir un motor o una pieza del motor no suele ser una opción viable si el coste es igual o superior al 60% del coste del equipo nuevo. Esta es una de las limitaciones más significativas de la re manufactura.

Sin embargo, al reducir el coste de las piezas de recambio, que tiene un impacto sustancial en el coste global, la reutilización de piezas basada en la evaluación de su estado puede minimizar significativamente el coste de la reparación.

Dado que los costes de mano de obra y mecanizado son comparables a los de otros motores más accesibles, el mercado de motores caros (precios en agencias de automóviles de más de 40.000,00 MXN) presenta una oportunidad. La distinción clave es que hay más espacio para ofrecer al consumidor una oferta atractiva (equivalente o inferior al 50% del precio del motor nuevo).

2.5. Internet de las cosas

2.5.1 Sistema SAP

Durante el desarrollo de este proyecto, se empleará este sistema para la consulta de material en almacén, revisión de BOM (billete de material) y para la realización de requisiciones de compra para equipo/herramientas especiales que no se manejan comúnmente en la empresa.

SAP es un Sistema de Gestión Empresarial (ERP) que proporciona mejores prácticas del mercado a empresas de diferentes campos, con el objetivo de mejorar la eficiencia, la gestión de los datos e información de la empresa.

Cada solución se adapta a las necesidades de cada cliente utilizando los distintos módulos que componen el sistema SAP, ayudando a la organización en su conjunto.

2.5.2 Outlook

Emplearemos el programa de Outlook para la comunicación constante con los compradores, para notificación de avance del proyecto con los departamentos de calidad, producción e ingeniería de producto.

Outlook es un programa desarrollado por la compaña Microsoft bajo la plataforma de Windows, es empleado como gestor de soporte para correo electrónico.

2.5.3 Sistema AS400

Emplearemos el sistema AS 400 para verificar si un embarque con primeras muestras ha sido enviado.

Application System 400, a veces conocido como As400 ERP, fue desarrollado por IBM en 1998 como sistema integrado para el entorno empresarial. Presenta una arquitectura innovadora y una amplia gama de herramientas de gestión.

As400 ERP, más tarde rebautizado como IBM Power i, fue popular por su distintiva interfaz de origen con caracteres verdes y su uso de comandos y menús CL (Lenguaje de Control) para el control. Desde sus inicios, un gran número de empresas adoptaron

As400 ERP debido a sus avances en la gestión de la información, robustez y velocidad de respuesta.

2.6 Modelado conceptual

2.6.1 Diagrama de Flujo de Proceso

El flujo del proceso se representa esquemáticamente en el diagrama de flujo del proceso. Se examinan los motivos de variación en herramientas, componentes, procedimientos y mano de obra en todo el proceso de fabricación. También se emplea para destacar cómo afectan al procedimiento las distintas fuentes de variación. En general, el diagrama de flujo ayuda a examinar todo el proceso. (AIAG, 2008)

Para el desarrollo del Diagrama de Flujo fue necesaria la colaboración del departamento de Ingeniería de Producto, porque cuenta con un mayor conocimiento de la naturaleza, características y funciones del producto. Primero se investigaron los procesos que ya se encuentran establecidos, tanto para las bombas hidráulicas, así como también los procesos electrónicos para la renovación de sensores MAF, establecidos en Planta 52 y 53 respectivamente.

Con el conocimiento reforzado del producto, se procedió con la elaboración preliminar del Diagrama de Flujo. En esta etapa, se requirió la constante revisión de los departamentos de Ingeniería de Producto y Calidad, ya que estos dos son pilares para su acreditación.

2.6.2 Análisis de Modos y Efectos de Fallas de Proceso

Es análisis metódico de un proceso nuevo o revisado que se lleva a cabo para prever, abordar o hacer un seguimiento de los posibles problemas del proceso para un programa de productos nuevo o revisado. (AIAG, 2008)

El desarrollo del AMEF fue actividad propia del departamento de Calidad, con la colaboración del departamento de ingeniería de producto e ingeniería de manufactura, las aportaciones del ingeniero de producto fueron el proporcionar puntos críticos que deben tener el producto para que no sufra alteraciones y así asegurar el correcto funcionamiento una vez que éste se encuentre en campo.

La aportación de ingeniería de manufactura fue marcar la secuencia que deben de seguir los procesos para que el producto sea re manufacturado de forma correcta.

2.6.3 Plan de Control

Los mecanismos de regulación de las piezas y los procesos se describen por escrito en el plan de control de la producción. El plan de control de la producción debe modificarse para reflejar la adición o supresión de controles en función de los conocimientos adquiridos durante la fabricación de la pieza (puede ser necesaria la aprobación de las organizaciones de suministro).

2.6.4 Tiempos y Movimientos

El estudio de tiempos y movimientos es una herramienta utilizada para calcular los tiempos promedios de cada uno de los pasos de un proceso, así como para examinar los movimientos que realiza un operario al ejecutar dichos pasos. (Parra, 2020)

CAPITULO III METODOLOGIA

3.1 Metodología Implementada

3.1.1 Revisión de componentes de Unidad Electrohidráulica

Acorde al Challenge Work Plan la primera actividad será la identificación los componentes internos y externos que conforman la unidad, para esto se requiere el soporte del departamento de Ingeniería de Producto, fue necesaria la colaboración de los departamentos de Salvage, Calidad y Manufactura para lograr un mejor entendimiento.

Acto seguido, clasificamos los componentes por descripción y funciones.

Observe Figure 1 1H-3002 el número de parte 1H-3002, el cual es un modelo perteneciente a la línea de autos Dodge.

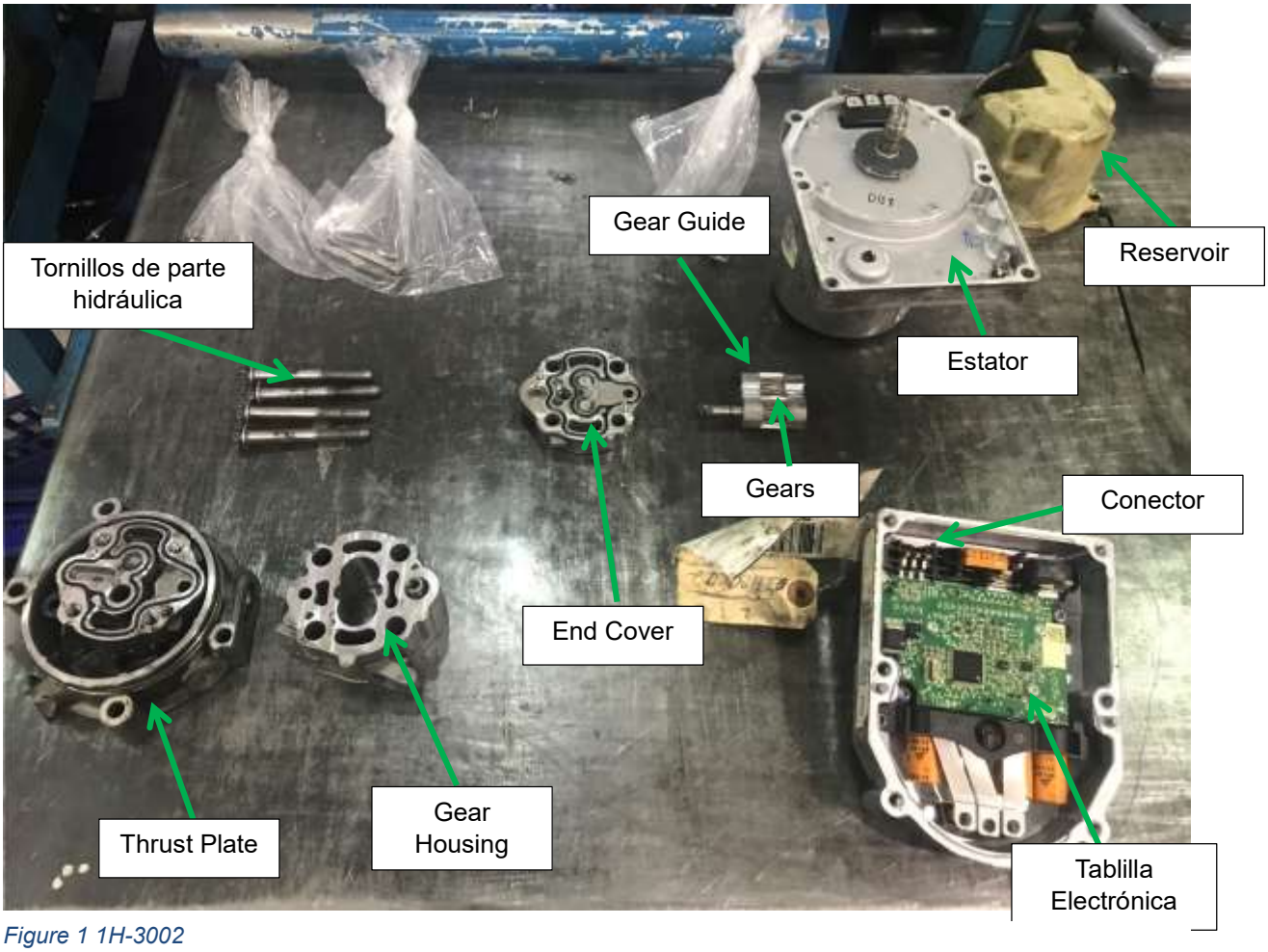


Figure 1 1H-3002

Observe Figure 2. 1H-2024, el cual pertenece a la línea de autos MAZDA.

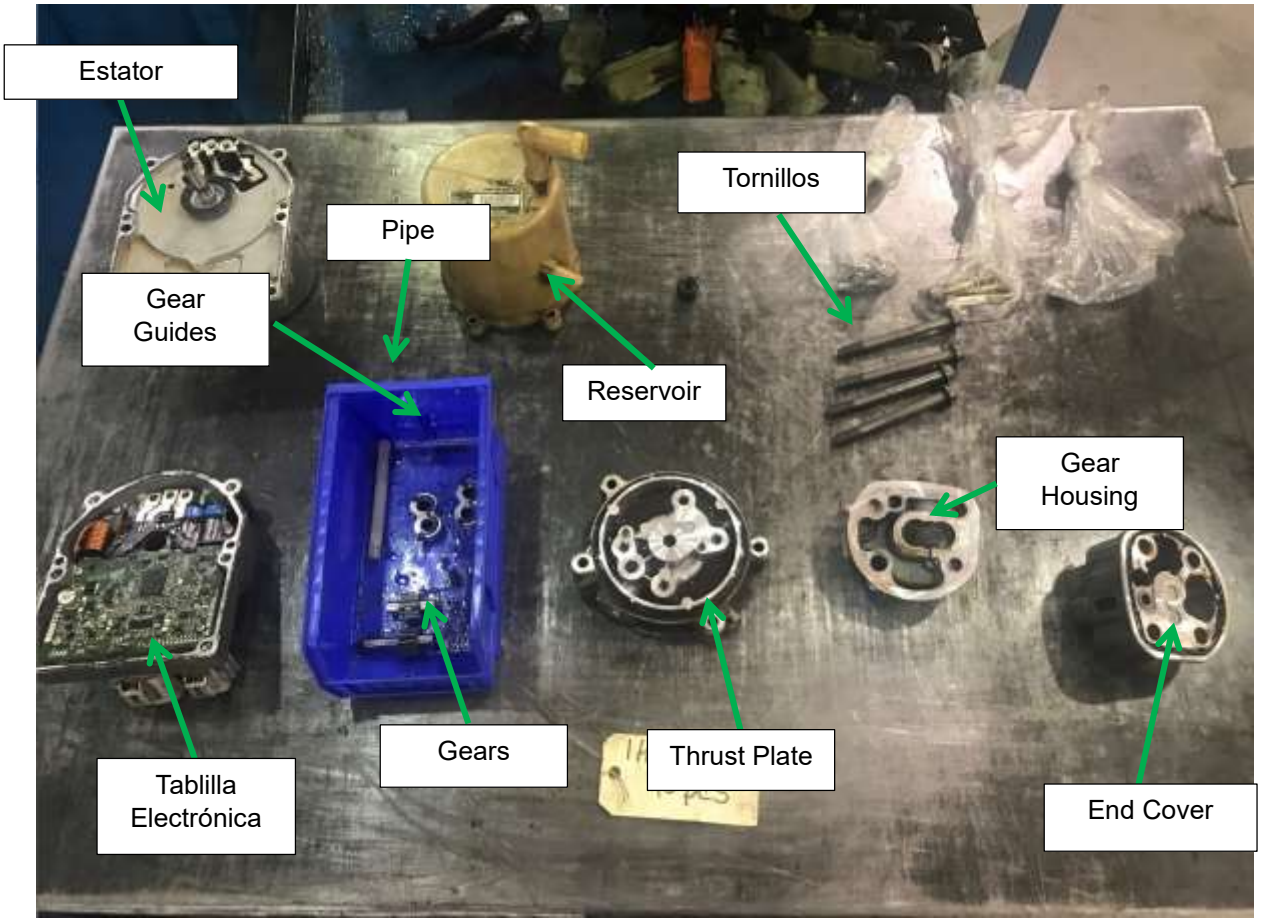


Figure 2. 1H-2024

3.1.2 Descripción de Diagrama de Flujo

Pre-Prueba: Como primer paso las unidades llegan a la estación de Pre-prueba, el cual el equipo mide la parte electrónica de la tablilla y verifica que tenga buen funcionamiento, si la unidad es aceptable la unidad continúa el proceso, en caso contrario la unidad es rechazada.

Desensamble 1: En esta parte es separado el reservoir del resto de la unidad, se le colocan los conectores a la unidad. El reservoir es enviado a la estación de Lavadora de lata Vikinga y la unidad (sin reservoir) es enviada a la estación de Vibradora.

Desensamble 2: En la segunda parte del desensamble se separan las dos partes que conforman la unidad, la parte hidráulica y la parte electrónica, una vez hecho esto, la parte electrónica es enviada a la estación de renovación de parte electrónica. En esta estación se desensambla únicamente los componentes que conforman la parte hidráulica, tales como gears, gears guide, gear hosuing, thrust plate, end cover, snap ring, tornillos. Una vez hecho esto los componentes de la parte hidráulica son enviados a la estación de casco.

Lavado de Casco: En esta estación se realiza una limpieza de los componentes hidráulicos, la limpieza es realizada utilizando el químico dasco, el cual es utilizado en la mayoría de los procesos de limpieza en la planta. También se emplea el uso de un cepillo especial con cerdas de nylon, que básicamente, es utilizado para ejecutar la limpieza de los componentes.

Renovación de parte hidráulica: En esta estación se realiza inspección de los componentes hidráulicos, si los componentes son aceptables, se procede con el ensamble de la parte hidráulica la cual conlleva realizar el cambio de empaques (o-rings). Si alguno de los componentes no es aceptable se rechaza y se reemplaza por uno de condiciones aceptables.

Renovación de parte electrónica: En esta estación se realiza la inspección externa de la parte electrónica, housing, conectores y tablilla electrónica. Si todo es aceptable,

se procede a realizar el cambio de chips integrados y retoque de los puntos de soldadura en la tablilla electrónica. Para esta acción es necesario de uso de herramientas como cautín, pistola de aire caliente y pistola succionadora de soldadura. Una vez completado la renovación de la tablilla electrónica, se procede a realizar el ensamble del estator con la parte de la tablilla electrónica, para esto es necesario el empleo de una pistola calafateadora (dispensadora) de silicón negro. Posteriormente se colocan los tornillos y se ajustan con pistola de impacto. Por último, la unidad es enviada a la estación de ensamble final.

Lavadora Vikinga: En esta estación se realiza el lavado del reservoir, por medio del uso de un sistema de tómbola y la aplicación de químico. Se le da un promedio de 10 minutos para completar el proceso de limpieza.

Sorteo e Inspección de Reservoir: En esta estación se realiza una inspección visual del reservoir, esto con el fin de evitar que resevoir con fracturas considerables sean ensamblados como aceptables.

Blaster: En esta estación como su nombre lo dice, se realiza el blasteo de los reservoir con media de bicarbonato de sodio, eso con el fin de que la pintura tenga mayor adherencia en la superficie del reservoir durante el proceso de pintura. Una vez que ha completado el proceso de blasteo, el reservoir es enviado a la estación de ensamble final.

Ensamble 1: En esta fase del proceso se unen los tres principales componentes de la bomba electro-hidráulica, la parte electrónica, la parte hidráulica, se ajusta los tronillos de ensamble utilizando pistola de impacto. Posteriormente se envía la unidad ya ensamblada a la estación de Prueba Final.

Prueba Final: En esta estación se mide la funcionalidad de la unidad, tanto de la parte hidráulica como la electrónica, se mide las RPM (Revoluciones por minuto) de la parte

hidráulica, y la funcionalidad del desempeño de la tablilla. Si la unidad es aceptable el equipo arrojará el mensaje “PASS” en caso contrario se arrojará el mensaje “FAIL”. Si la unidad es aceptable, es enviada a la estación de Pintura, de ser rechazada se coloca en canastilla de material dudoso.

Ensamble 2: En la segunda fase del ensamble el material regresa de la estación de prueba final, esto para retirar el reservoir de la unidad y colocarles protectores para ser enviados a la estación de pintura. Esto se realiza ya que el reservoir y el resto de la unidad requieren pintura de diferentes colores, el reservoir utiliza pintura negra y la unidad pintura gris, por ello, no pueden ser pintados si se encuentran ensamblados.

Pintura: En esta estación, el reservoir y la unidad son pintados, se colocan en un gancho y se les aplica pintura de los colores mencionados anteriormente. El equipo cuenta con un sistema de secado, dos contenedores para los dos diferentes tipos de pintura, además cuenta con dos pistolas de aire para realizar ambos procesos de pintura.

Ensamble 3: En la tercera fase los componentes son armados nuevamente, repitiendo los pasos de la primera fase del ensamble. Una vez completado el ensamble la unidad es enviada a la estación de amortiguación por aire.

Amortiguación por aire: En esta estación la unidad es sometida a una prueba de vacío, se conecta la manguera a la pipa del reservoir. Posteriormente el sistema inyecta aire dentro de la unidad para así detectar fugas en la unidad. Si la unidad es aceptable se envía a la estación de empaque, en caso contrario se reemplaza el reservoir y se vuelve a realizar la prueba.

Empaque: Esta es la última estación, donde la unidad es colocada en una caja, cubierta con espuma instapack, se colocan los instructivos correspondientes, posteriormente se coloca en el contenedor, el cual es enviado a la zona de embarques.

En la Figure 3. Diagrama de Flujo de Proceso, podemos observar de manera gráfica el Diagrama de Flujo de la línea de EHPS finalizado.

tridonex

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO
PROCESS FLOW CHART

Producto / Proceso: *Product / Process:* EHPS			Referencia: *Reference:*
# Documento: *Document #:* 2001H-FC-001	Fecha de Origen: *Origin Date:* 11/12/2020	Fecha de Rev.: *Rev. Date:* 11/12/2020	Nivel de Rev.: *Rev. Level:* 000

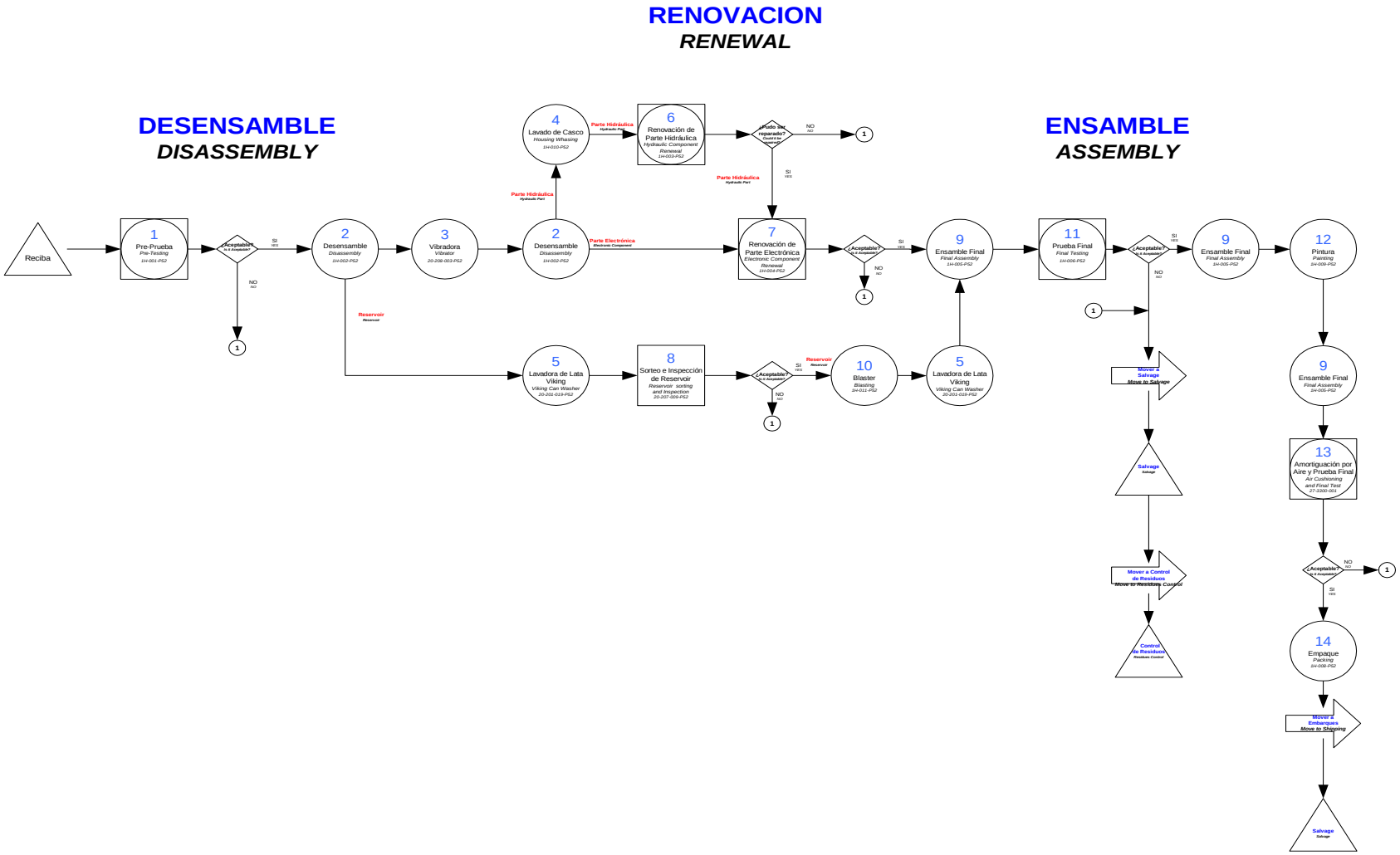


Figure 3. Diagrama de Flujo de Proceso

3.1.3 Asignación de espacio y Diseño de Layout de área.

Como ya hemos mencionado anteriormente para el diseño e implementación del proceso, se cuenta con un espacio asignado de 25’ (ft) 6’’(inch) de ancho por 54’ (ft) 7’’(inch) de largo. Por lo cual teniendo ya analizado el modo por el cual será realizada la renovación del producto, ordenaremos las estaciones siguiendo el diagrama.

Realizando distintos diseños de Layout, se llega a la siguiente propuesta ver :

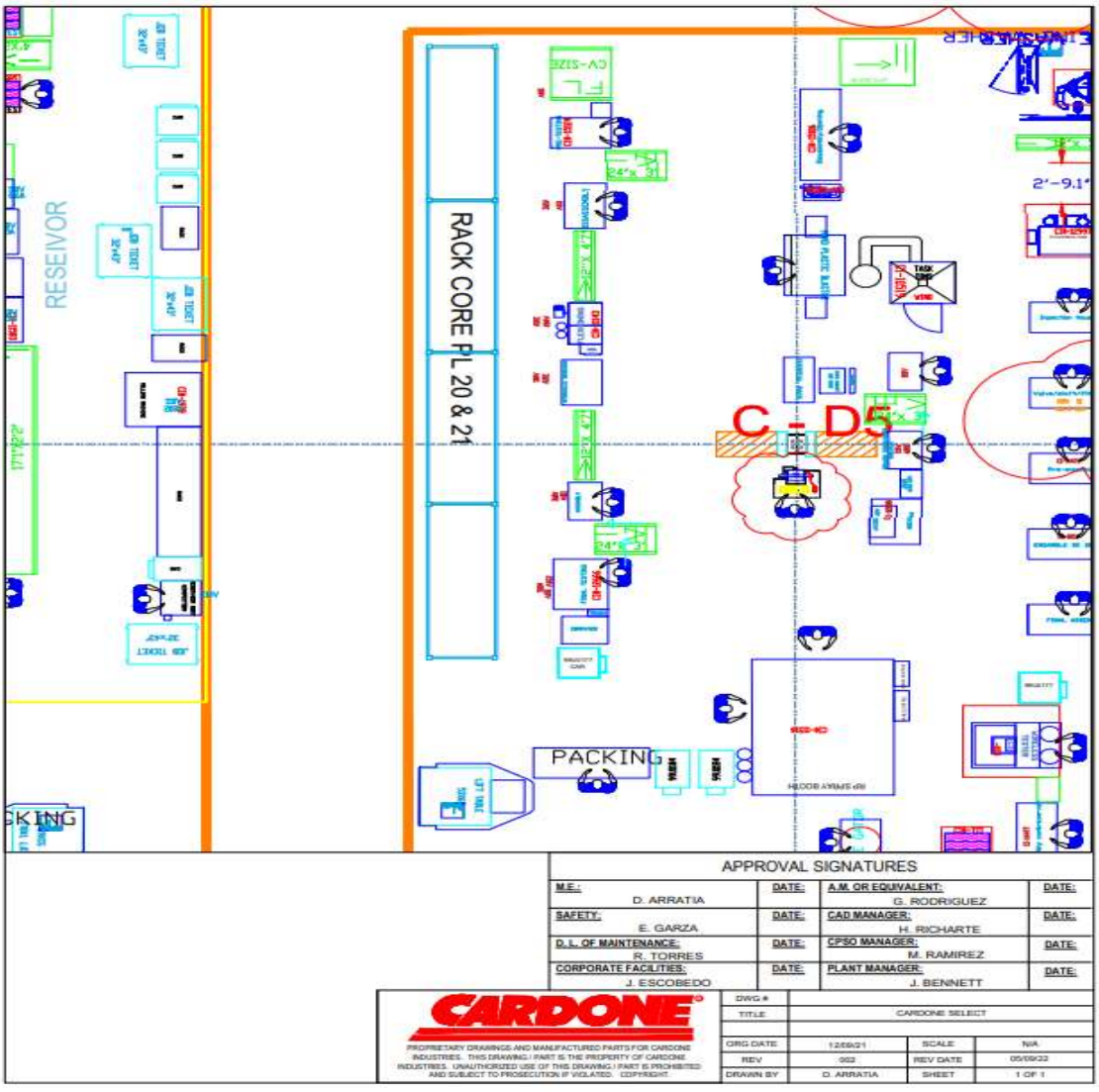


Figure 4. Layout de EHPS

Una vez que se han anlizado la propuesta, realizamos la aprobación del Layout con las firmas de los siguientes:

- Gerente de Producción
- Coordinador de Seguridad e Higiene
- Ingeniero de Manufactura
- Ingeniero de CAD Managment
- Ingeniero de Facilities
- Gerente de Facilities

Posteriormente realizamos la fabricación de estaciones, y planeación de los movimientos necesarios para ejecutar el Layout aprobado. Visualicemos algunas de las imágenes del área de EHPS actualmente. En la Figure 5 área de EHPS , tenemos la línea vista desde la estación de Prueba Final hasta la estación de de Pre-Prueba. En la Figure 6 Cabina de Pintura de EHPS, tenemos como vista la cabina de pintura desiganda para la línea de EHPS.



Figure 5 área de EHPS



Figure 6 Cabina de Pintura de EHPS

3.1.4 Estudio de tiempos y análisis de capacidad.

En la empresa se desarrolla el Billete de Labor (**Bill of Labor**) el cual es una herramienta que funciona para medir el tiempo de cada estación, así como de todas las fases del proceso y para saber si nuestro proceso es capaz de satisfacer la demanda del cliente. Para su desarrollo se realizó la toma de tiempos de cada una de las estaciones que componen el proceso. La toma de tiempo se divide en dos apartados, labor y tempo de máquina.

Labor: se refiere a toda actividad realizada por el operario dentro del proceso de transformación del producto.

Tiempo de maquina: se refiere a toda actividad dentro del proceso que es realizada por equipo o maquinaria de forma automatizada sin interacción del operario.

Para el cálculo de la toma de tiempos se emplea el siguiente formato ver Figure 7 Formato de Estudio de Tiempos (esto es solo un ejemplo).

CARDONE

Manufacturing Process Time Study (Elemental)

Estudio De Tiempos (Elemental) De Proceso de Manufactura

W/S *Estac. de trab.*	Op.160A Empaque			Product Line *Linea de producto*	74 Mats			Date *Fecha*	6-Dec-17		
Doc #	rev		Part # *# parte*	7410114	MPS Family # *# familia MPS*	Linea 5		Old Std *Estand. viejo*			
Performed by *Realiz. por*	Gerardo Rodriguez		Preliminary Study? *¿Estudio preliminar?*	Yes / No *Si / No*	Start time *Hora inicio*	AM/PM		Dept # *# depto.*	74405		
								Stop time *Hora paro*	AM/PM		

Process Element *Elemento de proceso*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Elapsed Time *Tiempo transc*
Unit *Unidad*	Set Up	Armar caja	Empaque	Colocar en Gaylor							(Sec) (seg.)
1	129,87	4,25	15,14	3,29							153
2		3,97	13,29	2,50							20
3		5,33	11,85	3,08							20
4		4,43	12,75	2,75							20
5		3,95	16,17	2,68							23
6		3,75	13,00	2,18							19
7		3,33	13,88	2,63							20
8		3,94	14,63	1,97							21
9		2,46	14,17	2,96							20
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
Avg Time *Tiempo prom.*	129,87	3,9344444	13,87556	2,67111							150,4
Std Dev *Desv. Est.*	#¡DIV/0!	0,78	1,32	0,42							Sec/pc *seg/pz*
s/t AVG *Prom s/t*	0,000	0,198	0,095	0,157	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

Required sample size *Tam. muestra req.*	60	Old Standard *Estándar viejo*		New Standard *Estándar nuevo*	155 Pc/Shift	% Improvement *% de mejoramiento*	########
---	---	---	---	---	---	---	---

Figure 7 Formato de Estudio de Tiempos

Dentro de la toma de tiempos se toma el promedio de cada actividad y se agrega un 20% de fatiga del operador. Una vez obtenido los tiempos de cada estación, se procedió con la elaboración del Bill of Labor. Ver Figure 8 EHPS Bill of Labor.

Bill of Labor - EHPS

Calculate

Product Line	EHPS	Production Level	15		
MP Req.	3	Takt Time	2160.0 Sec/pc	Balanced Area	
Available Time	32400	UPP Goal	4.76		

#	Product Line / Station	Checkpt	Flow %	Dropout	W/S Std	W/S Sec. / Pc	W/S Sec/pc + 20%	Takt Time	Manpower Req'd	W/S Req'd	MP Proposal	Time Proposal	Pieces that can make
1	Pre-Tester	15	160.0%	24	425	63.58	76.3	1350.00	0.06	0.319971556	1	431.96	75.00666726
2	Desensamble	15	160.0%	24	91	296.39	355.7	1350.00	0.26				
3	Vibradora	15	160.0%	24	360	75.00	90.0	1350.00	0.07	0.18088	1	244.19	132.6846528
4	Lavado de Casco	15	160.0%	24	210	128.49	154.2	1350.00	0.11				
5	Lavadora Vikinga Reservoir	15	160.0%	24	1350	20.00	24.0	1350.00	0.02	0.307751111	1	415.46	77.98509618
6	Renovación de parte hidráulica	15	160.0%	24	83	326.22	391.5	1350.00	0.29				
7	Renovación de parte electrónica	15	160.0%	24	70	386.59	463.9	1350.00	0.34	0.378549333	1	511.04	63.39992674
8	Sorteo e inspección de reservoir	15	160.0%	24	687	39.28	47.1	1350.00	0.03				
9	Ensamble Final	15	100.0%	15	357	75.63	90.8	2160.00	0.04	0.125656867	1	271.42	119.3728944
10	Blaster	15	100.0%	15	179	150.55	180.7	2160.00	0.08				
11	Prueba Final	15	160.0%	24	195	138.54	166.3	1350.00	0.12	0.304899556	1	558.83	57.97798554
12	Pintura	15	100.0%	15	83	327.15	392.6	2160.00	0.18				
13	Amortiguación por aire y prueba final	15	120.0%	18	1008	26.79	32.1	1800.00	0.02	0.077922698	1	161.88	200.1440119
14	Empaque	15	100.0%	15	250	108.11	129.7	2160.00	0.06				
15	Water Spider	15	100.0%	15	10	2700.00	3240.0	2160.00	1.50	1.5	1	3240	10
					Total		5834.8		3	3.20	8	5834.8	10.00

Figure 8 EHPS Bill of Labor

En el apartado “**Sec/pc+20%**” agregamos el tiempo de ciclo de la estación más el 20% de fatiga del operador.

Como lo hemos mencionado anteriormente, la línea de EHPS deberá ser capaz de producir 15 piezas en un promedio de 9 horas (32400 seg.). Como podemos observar en la imagen, se realiza el cálculo del takt time, dividimos el tiempo disponible en relación a las unidades requeridas por el cliente, 32400Seg/15, obtenemos un Tak Time de 2160 Seg/Pc. Observando todos los tiempos de las estaciones podemos concluir que nuestro proceso es capaz de cumplir con el requerimiento del cliente.

Mediante los tiempos obtenidos procedimos a calcular la capacidad que tiene cada operación con 1 operario, calcularemos de la siguiente manera: dividiremos el tiempo disponible entre el tiempo de ciclo de cada estación, ver Figure 9 Cálculo de capacidad por estación , a continuación, veremos un ejemplo:

Para calcular la capacidad de la estación de “Pre-Tester” se hará lo siguiente:

$$Capacidad\ de\ estación = \frac{32400 segundos/turno}{76.3 segundos/pieza} = 424.63 \cong 425\ piezas\ por\ turno$$

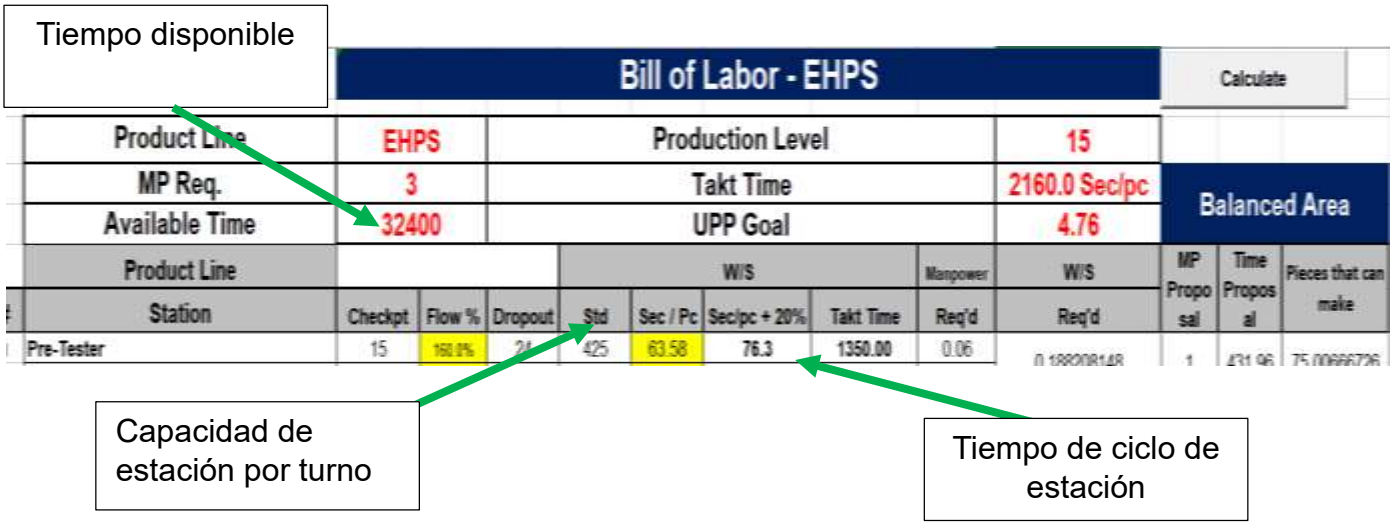


Figure 9 Cálculo de capacidad por estación

Otro de los datos importantes que obtendremos es el Dropout, entendamos por ***Dropout*** a las piezas defectuosas que pasarán por la estación, ejemplo: en la estación de Pre-Tester se cuenta con un dropout de 60%, esto se interpreta que un 60% de un determinado lote de piezas serán defectuosas, por lo tanto, se requiere ese porcentaje de piezas extra para poder cumplir con el requerimiento. Calcularemos el Dropout con la siguiente fórmula:

$$Dropout = Checkpoint\ (requerimiento) * Porcentaje\ de\ flujo$$
$$= 15 * 1.60(100\% + 60\% extra) = 24$$

El resultado nos arroja que, para poder cumplir con el requerimiento de 15 piezas, se requiere un lote de 24 piezas.

Otro de los datos que se obtienen del Bill of Labor es la cantidad de operadores necesarios para el proceso, este dato lo obtendremos realizando el siguiente cálculo.

$$Operadores\ Requeridos = \frac{Piezas\ Dropout}{Capacidad\ de\ estación}$$

Tomando como ejemplo la estación de Pretester

$$Operadores\ Requeridos = \frac{24}{425} = 0.056 \cong 0.06\ Operador\ por\ estación$$

Para obtener la cantidad de operadores necesarios, realizaremos el cálculo anterior en cada una de las operaciones. Al final se hará una sumatoria y el resultado nos arrojará la cantidad de operadores que se requieren para el proceso. Realizando esto el proyecto, el resultado de la sumatoria nos arroja que para poder cumplir con el requerimiento del cliente se requiere un total de 3 operadores, ver Figure 10 Cálculo de operadores por estación.

Bill of Labor - EHPS

Calculate

Product Line	EHPS	Production Level	15
MP Req.	3	Takt Time	2160.0 Sec/pc
Available Time	32400	UPP Goal	4.76

Balanced Area

#	Product Line / Station	Checkpt	Flow %	Dropout	W/S Std	W/S Sec / Pc	W/S Sec/pc + 20%	W/S Takt Time	Manpower Req'd	W/S Req'd	MP Proposal	Time Proposal	Pieces that can make
1	Pre-Tester	15	160.0%	24	425	63.58	76.3	1350.00	0.06	0.319971556	1	431.96	75.00666726
2	Desens		160.0%	24	91	296.39	355.7	1350.00	0.26				
3	Vibrad		160.0%	24	360	75.00		1350.00	0.07	0.18088	1	244.19	132.6846528
4	Lavado				210	128.49	154.2	1350.00	0.11				
5	Lavado		160.0%	24	1350	20.00	24.0	1350.00	0.02	0.307751111	1	415.46	77.98509618
6	Renova		160.0%	24	83	326.22	391.5	1350.00	0.29				
7	Renova		160.0%	24	70	386.59	463.9	1350.00	0.34	0.378549333	1	511.04	63.39992674
8	Sorteo		160.0%	24	687	39.28	47.1	1350.00	0.03				
9	Ensam		100.0%	15	357	75.63	90.8	2160.00	0.04	0.125656667	1	271.42	119.3728944
10	Blaster		100.0%	15	179	150.55	180.7	2160.00	0.08				
11	Prueba Final	15	160.0%	24	195	138.54	166.3	1350.00	0.12	0.304899556	1	558.83	57.97798554
12	Pintura	15	100.0%	15	83	327.15	392.6	2160.00	0.18				
13	Amortiguación por aire y prueba final	15	120.0%	18	1008	26.79	32.1	1800.00	0.02	0.077922698	1	161.88	200.144019
14	Empaque	15	100.0%	15	250	108.11	129.7	2160.00	0.06				
15	Water Spider	15	100.0%	15	10	2700.00	3240.0	2160.00	1.50	1.5	1	3240	10
					Total		5834.8		3	3.20	8	5834.8	10.00

Sumatoria de operadores requeridos por estación es igual a 3.15 operadores

Figure 10 Cálculo de operadores por estación

Para finalizar otro de los métricos que con los que se cuentan en la compañía es el UPP (Unidades por persona), se refiere a la cantidad de piezas que puede hacer un operario por turno. Para calcular este métrico tenemos la siguiente fórmula:

$$UPP = \frac{Checkpoint\ (requerimiento)}{Manpower\ (operadores\ requeridos)}$$

$$UPP = \frac{15\ piezas}{3.15\ Operadores} = 4.76\ piezas/operador$$

3.1.5 Instrucciones de Trabajo

Una instrucción de trabajo describe los pasos que se deben seguir para realizar correctamente una actividad laboral. Aunque la mayoría trata de un documento, no es raro encontrarse con material audiovisual que cumpla con la misma función. La elaboración de una instrucción de trabajo también podría evitar accidentes en operaciones riesgosas para los empleados.

Para el desarrollo de las instrucciones de trabajo se tomó como principal referencia el Diagrama de Flujo y las actividades realizadas en el estudio de tiempos. El formato que se utilizará para el desarrollo de las instrucciones de trabajo es el CPS-F-011, el cual es el formato estandarizado para su uso en todos los procesos de la planta 52. A continuación describiremos cada una de las partes que lo conforman:


tridonex

Línea de Producto:	EHPS	# de Documento:	1H-001-P52	Fecha de Rev.	N/A
Nombre del Doc.:	Pre Prueba	Fecha de Origen:	10/23/20	Nivel de Rev.	000
Tiempo de Ciclo:	24 Seg.	Lista de Herram.	N/A		

Figure 11. Encabezado de instrucción de trabajo

En la primera sección del documento, véase Figure 11. Encabezado de instrucción de trabajo, se describe la información del documento, descripción de la línea de Producto, nombre del documento (nombre de la operación), numero de documento (identificación del documento), fecha de origen del documento, fecha de revisión, número de revisión (000 si es documento nuevo), tiempo de ciclo y lista de herramienta (aquí se referencia un documento en caso de aplicar).

La segunda sección, véase Figure 12. Simbolos de notas, se muestran las notas de los diferentes departamentos que se utilizaran para hacer énfasis en pasos donde se requiere especial atención para cuidar aspectos de calidad del producto, proceso, salvage y seguridad.



Figure 12. Simbolos de notas

En la tercera sección se encuentra la descripción de los pasos del proceso, donde se detalla explícitamente cada una de las actividades que componen la operación. Se muestran imágenes del proceso combinando la parte textual con la visual esto con el fin de facilitar la tarea al operario, ver Figure 13 Descripción de partes de operación.

4.	 	**Colocar y ajustar pieza** *Place and adjust part* **4.1 Una vez seleccionado el número de parte, tomar una pieza del job ticket y colocarla en el fixture de mordaza como se muestra en la imagen.** *4.1 Once the part number is selected, take a part from the job ticket and place it in the clamp fixture as shown in the image.* **4.2 Ajuste las mordazas del fixture utilizando herramienta de maneral.** *4.2 Adjust the fixture jaws using the handle tool.*	NOTA NOTE **Retire los conectores de la pieza, posteriormente envíelos a la estación de Desensamble para ser reutilizados.** ***Remove the connectors from the part, then send them to the Disassembly station for reuse.***

Figure 13 Descripción de partes de operación

Finalmente, en la cuarta y última sección tenemos la información química (en caso que el equipo requiera el uso de algún agente químico) donde se describe la composición del químico a utilizar y numero de parte, y la información del equipo, que consta de la descripción del equipo, el CI (el cual es el número para la identificación del equipo), el plan de trabajo y la frecuencia de inspección, ver Figure 14 Información química y de equipo.

Información Química */ Chemical Information*: --
Seguir los Procedimientos de Mantenimiento Preventivo y firmar en el documento complementario en la frecuencia requerida. Éste equipo tiene los siguientes documentos: ***Follow the Preventative Maintenance Procedures and sign off on the accompanying document in the frequency required. This equipment has the following documents:***

Descripción del Equipo *Equipment Description*	**# de Plan de Trabajo** *Job Plan #*	**CI #**	**Frecuencia de Inspección** *Frequency of Inspection*
PRE-TESTER	**TEQ1H02-01DOPER**	**15124**	**DIARIO**

Figure 14 Información química y de equipo.

3.2 Mejoras implementadas en el proceso.

3.2.1 Diseño de herramientas

Durante las primeras pruebas en la línea de EHPS, se desarrollaron mejoras en cuanto en el modo de realizar las operaciones dentro del proceso productivo. Algunas de las mejoras que se implementaron, fueron el diseño de herramientas para facilitar la manejabilidad del material, reducir riesgo a la integridad del producto, y así como también, reducir riesgos de seguridad. A cada una de las herramientas se les asigna un numero de herramienta como nomenclatura, el cual es designado por el Ingeniero de Diseño de Herramientas y funciona para la identificación de cada una de las herramientas. Ejemplo, "**1HD0024**", el primer par de números "**1H**", corresponde al número de línea de Producto, la letra "**D**" corresponde a el tipo de operación, que en este caso se refiere a "**Disassembly"** (desensamble), si es "**R**", significa **Renewal** (renovación), "**M**", significa **Machining** (Maquinado), y si es "**A**", significa **Assembly** (ensamble). Por último, la serie de números es el número designado por el Ingeniero de diseño. El diseño es colocado en una hoja de Ensamble del Programa Inventor y es colocado en el sistema de control de documentos. Cabe mencionar que cada una de las herramientas es referenciada en las instrucciones de trabajo donde se requiere su uso.

Durante el proceso de desensamble se diseñó la herramienta 1D00024, su diseño surgió de la necesidad de contar con una sujeción confiable mientras se realiza dicha operación, ya que, al ser la pieza de tamaño considerable, era muy complicado al manejarla. Ver Figure 15 Herramienta IHD0024, herramienta para sostener unidad durante desensamble.

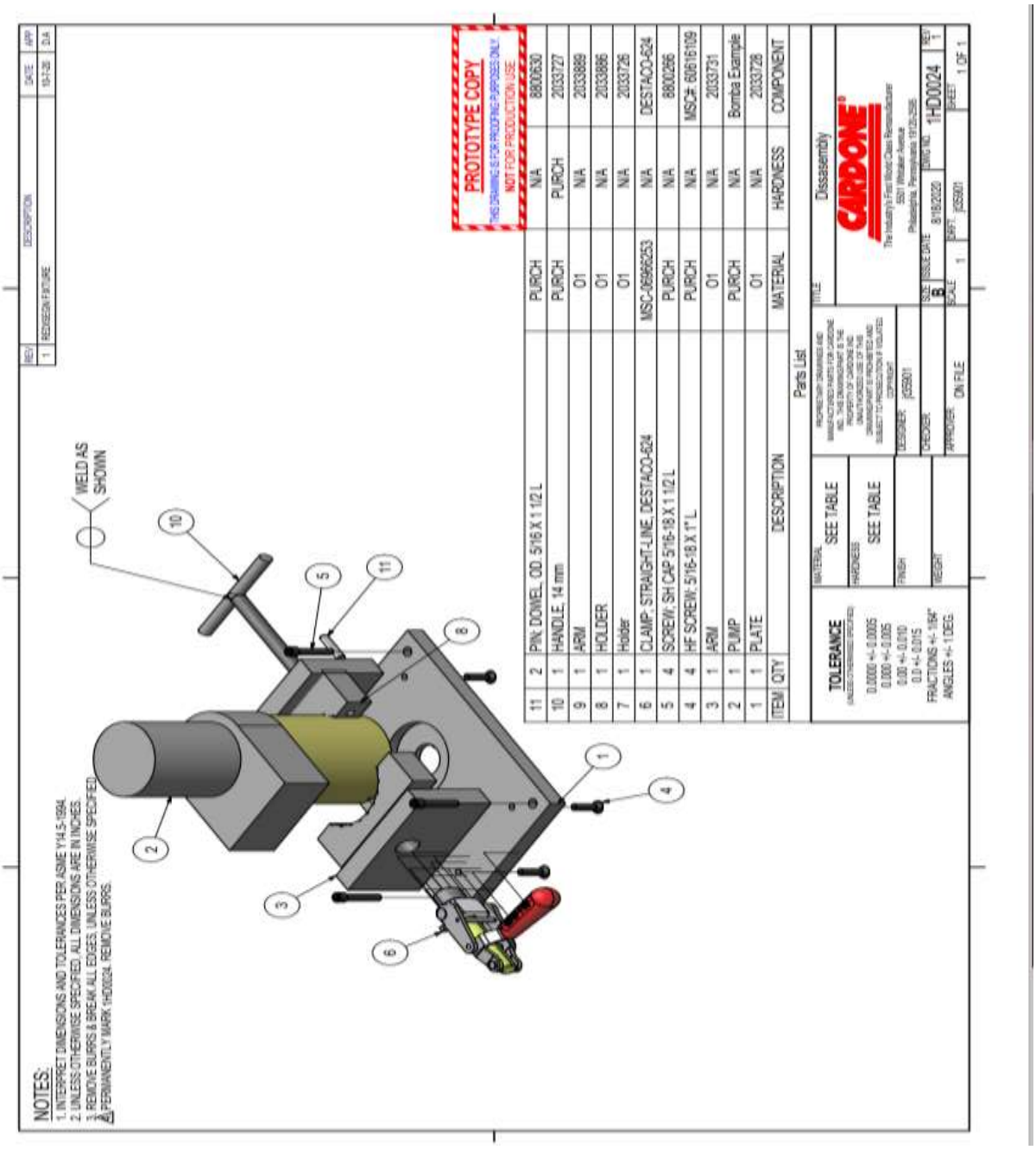


Figure 15 Herramienta IHD0024, herramienta para sostener unidad durante desensamble

Algunos de los defectos más concurrentes dentro de las unidades son los conectores quebrados, esto se genera debido al mal manejo en el sorteo de las unidades, este defecto representaba un 25% de las unidades que llegan a la planta, este defecto está presente en unidades con motor sin funcionamiento (unidades que no se pueden renovar) tanto en unidades con motor que, si se encuentra en buen estado, por lo cual fue necesario desarrollar un proceso de maquinado para remover el conector dañado y reemplazarlo por uno nuevo.

Para hacer esto posible fue necesario el diseño de un fixture de sujeción para el housing (carcaza) de la tablilla electrónica ver Figure 16 Fixture 1R0005, utilizado para maquinar conectores dañados, además de esto, incluimos un equipo de fresadora CNC llamado mini-mill. Se coloca el fixture con la unidad sobre la bancada del equipo y mediante un programa de lenguaje CNC se realiza el maquinado de los conectores.

Posterior a eso, se colocan conectores nuevos en la zona maquinada y se adhiere utilizando pegamento de epóxico.

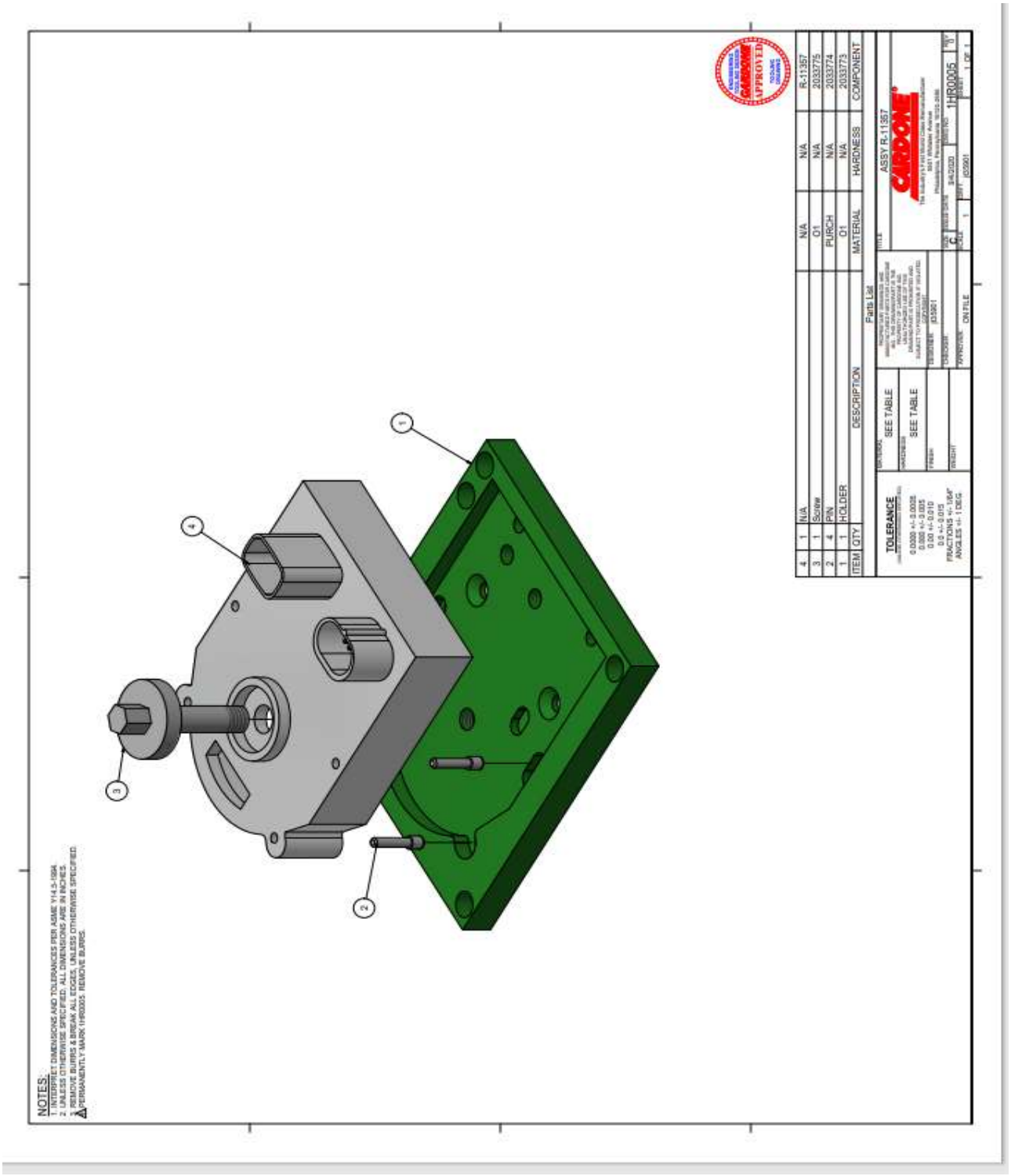


Figure 16 Fixture 1R0005, utilizado para maquinar conectores dañados

3.2.2 Uso de granalla de Bicarbonato de sodio en Blaster Manual

Como se ha visto anteriormente, la unidad EHPS requiere dos tipos de pintura, gris para la parte del cuerpo (parte hidráulica) y negra para el reservoir (depósito de aceite). Sabemos que todas las superficies deben contar con cierto acabado para que la pintura se adhiera completamente a la superficie.

En este caso la limpieza del reservoir se realiza en el equipo de Lavadora Vikinga, el equipo tiene un sistema que rocía químico Dasco (compuesto de agua con jabón) a cierta temperatura, esto agregando un sistema de rotación tipo tómbola para asegurar una correcta limpieza. El reservoir cuenta con una superficie más lisa en comparación con reservoirs de otras modelos meramente hidráulicas. Durante las primeras pruebas de pintura del reservoir, se observó que la pintura no lograba una adecuada adherencia por lo cual la pintura se corría sobre la superficie del reservoir.

Para lograr una adherencia completa de la pintura, optamos por realizar un proceso de blasteo, durante las pruebas realizamos unas muestras con media tipo granalla de micro esfera para aluminios, al realizar las pruebas nos percatamos que la micro esfera quemaba y deformaba el reservoir ver Figure 17, esto debido a la alta presión con la cual el equipo arroja las micro esferas, por consecuente la utilización de este tipo de granalla fue descartada.



Figure 17 Reservoir con Blasteo de Microesfera

Dado este resultado, optamos por analizar el tipo de media que utilizaríamos en este proceso, por experiencia en procesos electrónicos y de renovación de sensores MAFS, logramos conseguir una media la cual es empleada para realizar limpieza en plásticos. La media utilizada fue una base de bicarbonato de sodio, la cual al ser en polvo y no micro esfera, no dañaba ni deformaba el reservoir ver Figure 18 al momento de someterlo al proceso de limpieza. Con estas pruebas, se logró darle al reservoir un acabado más áspero, simulando el acabado de los modelos meramente hidráulicos.



Figure 18 Reservoir con Blasteo de Bicarbonato

Al finalizar las pruebas de limpieza, se prosiguió con el principal propósito, lograr una adecuada adhesión de la pintura. Con acabado más rugoso el resultado obtenido fue una mayor adherencia de la pintura, observamos que la pintura no se corría respecto a las pruebas anteriores, de esta forma, se confirmó la viabilidad en la implementación proceso de Blasteo con media de bicarbonato.

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1 Capacidad de línea de producción

Como se menciona anteriormente en el punto ***1.4.1*** del capítulo 1, el proceso debe ser capaz de cumplir una producción de 15 piezas por turno. Previamente explicado en el punto 3.1.4 Estudio de tiempos y análisis de capacidad, el BOL (Bill of Labor) nos indica datos como la capacidad de la línea, capacidad de las estaciones que componen el proceso, operadores requeridos para el proceso, UPP (unidades producidas por operador) y el Takt Time. El Takt Time es la principal métrica en el que se analizará si el proceso puede cumplir con el requerimiento de cliente.

El Takt Time de EHPS es calculado de la siguiente manera

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ Disponible}{Demanda\ del\ Cliente}$$

$$Takt\ Time = \frac{32400\ Segundos}{15\ Piezas} = \ 2160\ Seg/Pc$$

El takt time de EHPS es de 2160 Seg/Pc, para comprobar si el proceso es capaz de satisfacer la demanda del cliente, los tiempos de ciclo de las estaciones del proceso deben ser igual o menor que el Takt Time. Se calculó el Tak Time de cada una de las estaciones de la siguiente forma Ver

Bill of Labor - EHPS

Calculate

	Product Line	EHPS			Production Level				15					
	MP Req.	3			Takt Time				2160.0 Sec/pc		Balanced Area			
	Available Time	32400			UPP Goal				4.76					
	Product Line				W/S				Manpower	W/S	MP Proposal	Time Proposal	Pieces that can make	
#	Station	Checkpt	Flow %	Dropout	Std	Sec / Pc	Sec/pc + 20%	Takt Time	Req'd	Req'd				
1	Pre-Tester	15	160.0%	24	425	63.58	76.3	1350.00	0.06	0.319971556	1	431.96	75.00666726	
2	Desensamble	15	160.0%	24	91	296.39	355.7	1350.00	0.26					
3	Vibradora	15	160.0%	24	360	75.00	90.0	1350.00	0.07	0.18088	1	244.19	132.6846528	
4	Lavado de Casco	15	160.0%	24	210	128.49	154.2	1350.00	0.11					
5	Lavadora Vikinga Reservoir	15	160.0%	24	1350	20.00	24.0	1350.00	0.02	0.307751111	1	415.46	77.98509618	
6	Renovación de parte hidráulica	15	160.0%	24	83	326.22	391.5	1350.00	0.29					
7	Renovación de parte electrónica	15	160.0%	24	70	386.59	463.9	1350.00	0.34	0.378549333	1	511.04	63.39992674	
8	Sorteo e inspección de reservoir	15	160.0%	24	687	39.28	47.1	1350.00	0.03					
9	Ensamble Final	15	100.0%	15	357	75.63	90.8	2160.00	0.04	0.125656667	1	271.42	119.3728944	
10	Blaster	15	100.0%	15	179	150.55	180.7	2160.00	0.08					
11	Prueba Final	15	160.0%	24	195	138.54	166.3	1350.00	0.12	0.304899556	1	558.83	57.97798554	
12	Pintura	15	100.0%	15	83	327.15	392.6	2160.00	0.18					
13	Amortiguación por aire y prueba final	15	120.0%	18	1008	26.79	32.1	1800.00	0.02	0.077922698	1	161.88	200.144019	
14	Empaque	15	100.0%	15	250	108.11	129.7	2160.00	0.06					
15	Water Spider	15	100.0%	15	10	2700.00	3240.0	2160.00	1.50	1.5	1	3240	10	
					Total		5834.8		3	3.20	8	5834.8	10.00	

Figure 19 EHPS Bill of Labor

Como se mencionó en el punto **3.1.4** en la página 62, el dropout es la cantidad de unidades que procesará el operador para obtener las unidades que demanda el cliente Ver Figure 19. Para calcular el takt time de la estación se realiza el siguiente calculo:

$$Takt\ Time\ de\ Estación = \frac{Tiempo\ Disponible}{Dropout}$$

Ver ejemplo Takt Time estación de Pre-Tester:

$$Takt\ Time = \frac{32400}{24} = 1350.00\ Seg/Pc$$

Realizamos este mismo cálculo para cada una de las estaciones del proceso, como podemos observar el takt time de cada una de las estaciones es menor al takt time del proceso (2160 seg/pc), por lo cual comprobamos que el proceso es capaz de producir 15 piezas por turno.

4.2 Piezas Remanufacuradas

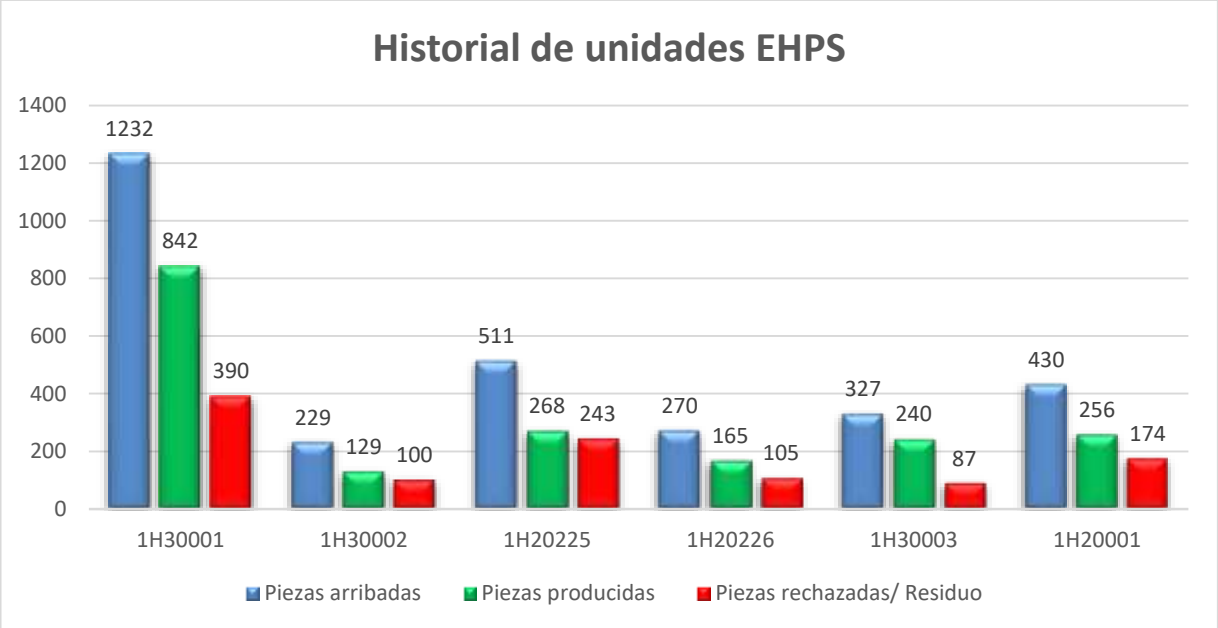
Conoceremos las unidades de todos los modelos que han sido re manufacturadas desde el inicio de operaciones de la línea de EHPS ver Tabla 1 Referencia de Unidades EHPS, compararemos contra las unidades rechazadas y haremos un balance en cuanto al ingreso de la compañía.

Tabla 1 Referencia de Unidades EHPS

# Part	Piezas arribadas	Piezas producidas	Piezas rechazadas/ Residuo
1H30001	1232	842	390
1H30002	229	129	100
1H20225	511	268	243
1H20226	270	165	105
1H30003	327	240	87
1H20001	430	256	174
Total	2999	1900	1099

Simplificando los datos se obtiene lo siguiente ver Tabla 2 Grafica de Historial de EHPS

Tabla 2 Grafica de Historial de EHPS



De acuerdo al análisis económico realizado en el punto ***1.5*** obtenemos lo siguiente

Costo de Core: 175 USD/unidad x 2999 unidades = $524,825.00

Costo de Fabricación: 209.53 USD/unidad x 1900 unidades= $398,107.00

Precio de Venta: 874.99 USD/unidad x 1900 unidades = $1,662,481.00

Realizando un balance económico general se obtiene lo siguiente:

Egresos		Ingresos	
Costo de Core	$524,825.00	$1,662,481.00	Piezas Vendidas
Costo de Fabricación	$398,107.00		
	$922,932.00	$1,662,481.00	
		$739,549.00	Utilidad para la Compañía

El resultado de este balance arroja que es factible como negocio la renovación de las unidades electro-hidráulicas EHPS dentro de la compañía, ya que arroja una utilidad aproximada de $739,549.00 dólares (sin contar gastos de renta de nave industrial, sueldos de personal indirecto).

4.3 Conclusiones y recomendaciones

Como vimos a lo largo del desarrollo del proyecto la inclusión de la compañía en la renovación de bombas electro-hidráulicas representa una gran oportunidad de negocio debido a que con los niveles de producción se pronostica una producción de 3,795 piezas por año lo cual representa en utilidad $ 2,525,420 dólares (aprox) para la empresa.

Con el incremento de la oferta de productos al mercado, la empresa se posiciona como digno competidor en la rama de la re manufactura de partes automotrices, lo cual es común de ver en las empresas, buscar crecer y ser más competitivas en el mercado global. Además de esto se genera mayor confianza con el cliente, ya que podrá tener mayores alternativas de proveedores en la oferta de sus productos.

Este proyecto abarcó temas de la Ingeniería como Innovación, introducción de productos, mejora de procesos, diseño industrial, planeación avanzada de calidad etc, los cuales lo hacen un proyecto muy completo en contenido para usos académicos.

-Recomendaciones

- La empresa debe invertir recursos en sus procesos para tenerlos más acorde con las nuevas tecnologías, fomentar más la automatización y dejar de lado sistemas de producción manuales y/o rústicos.
- La empresa debe cambiar su cultura organizacional, de trabajo, dejar las malas prácticas que conllevan a la afectación en su desempeño y estatus de empresa seria.
- La empresa debe enfocarse en aspectos ergonómicos y de seguridad en el ambiente laboral de los trabajadores.

Fuentes de Información

Bibliografía

Acomet. (6 de Mayo de 2019). Obtenido de https://www.acomet.es/index.php/our-blog/item/44-incorporamos-el-bicarbonato-sodico-en-nuestra-linea-de-productos-abrasivos

AIAG. (2008). *Planeación Avanzada para la Calidad de Productos y Planes de Control.*

Cosmos. (12 de Noviembre de 2016). Obtenido de https://www.cosmos.com.mx/wiki/equipos-para-sand-blast-hmrq.html

Definición.de. (2015). *Definición.de*. Obtenido de Definición.de: http://definicion.de/productividad/

El Nuevo Empresario. (15 de Julio de 2020). Obtenido de https://elnuevoempresario.com/que-es-el-layout-o-distribucion-de-la-planta/#gs.ioja3y

Gómez, S. D. (2010). *El compromiso y clima organizacional en la empresa familiar de Rioverde y del Refugio Ciudad Fernández.* Recuperado el 29 de 09 de 2014, de http://dialnet.unirioja.es/servlet/ejemplar?codigo=287249

González, R. M. (2006). *Gestión de la producción: Cómo planificar y controlar la producción industrial.* España: Ideaspropias Editorial.

Grupo Equipa. (s.f.). Obtenido de https://equiposdesandblast.com.mx/producto/cabinas-de-sandblast/11#:~:text=Las%20cabinas%20de%20Sandblast%20son,convierte%20en%20pr%C3%A1cticamente%20una%20necesidad.

Gutiérrez, R. (1999). *Ventas y mercadotecnia para la pequeña y mediana empresa.* México: Universidad Iberoamericana.

Hellriegel, D., Jackson, S., & Slocum, J. (2009). *Administracion Un enfoque basado en competencias.* mexico: CENGAGE Learning.

Iberdola. (2021). Obtenido de https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/economia-circular-3-erres

Kalpakjian, S. (1989). *Manufactura, ingeniería y tecnología.*

Koontz, H., & Weihrich, H. (1998). *ADMINISTRACION una perspectiva global.* Mexico: Mc Graw Hill.

Lean Manufacturing. (s.f.). Obtenido de https://leanmanufacturing10.com/takt-time-tiempo-ciclo-definicion-ejemplos

Loayza, U. (2006). *Tak Time-Planning and the last planner .* Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38594603/Frandson_et_al.__2014_-_Takt-Time_Planning_and_the_Last_Planner-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1645377023&Signature=X98OCQF-2j7TjYB282BUgppi9dBWz6l8Q2BiM-Ql42HoQ1bDr4SCop~f-noMm-j59LmiAp8UjiNOV3iN4J8Q2mw-oBQC

Mercado, S. (2004). *Mercadotecnia programada.* Mexico: LIMUSA S.A DE C.V.

Munch, L. (2005). *Evaluación y control de la gestión.* México. D.F.: Trillas.

OCEANO. (2003). Enciclopedia práctica de la pequeña y mediana empresa PYME. En C. Gisper. Barcelona España: Oceano.

Ocegueda, M. C. (2007). *Metodología de la Investigación, Métodos, Técnicas y Estructuración de Trabajos Académicos.* México: Anaya.

Parra, D. B. (2020). *Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor .* Obtenido de https://www.uv.mx/iiesca/files/2020/09/01CA2020-01.pdf

Perez, C. J. (2012).

Process Blasting. (s.f.). Obtenido de https://www.blasting.com.ar/procesos_blasting.php

Remanufacturing. (2019). Obtenido de https://www.remanufacturing.fr/es/paginas/principios-remanufactura.html

Robbins, S., & Coulter, M. (2005). *Administracion.* Mexico: PEARSON Educacion.

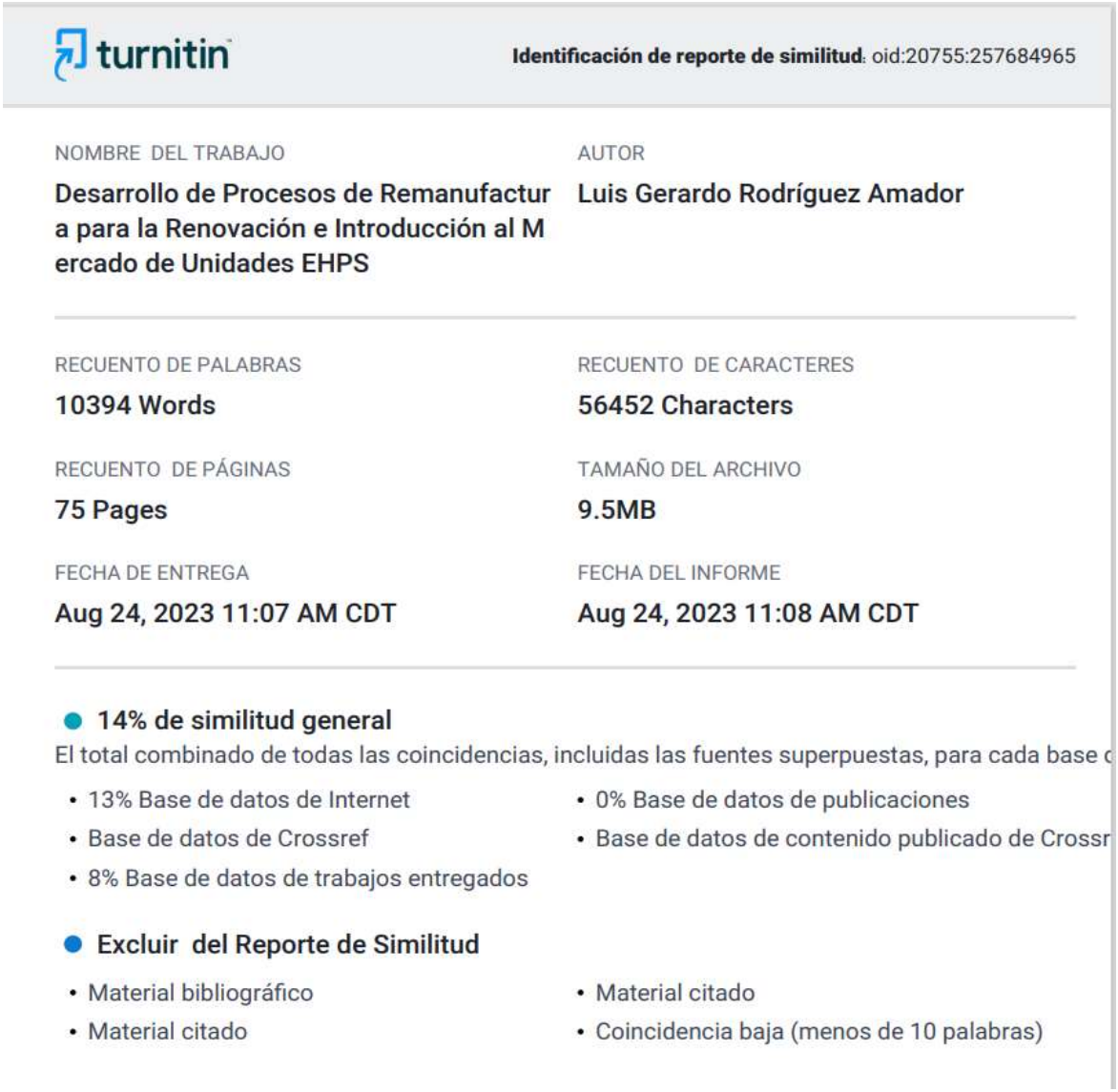
Rodriguez, V. J. (2002). *Administracion de Pequeñas Y Medianas Empresas.* Mexico: Cengage Leraning.

Vargas, F. A. (16 de 10 de 2018). *Conexión ESAN*. Obtenido de https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/que-es-el-layout-de-un-almacen#:~:text=El%20layout%20es%20una%20pieza,de%20productos%2C%20equipos%20y%20personas.&text=%22Responde%20a%20la%20variedad

%2C%20caracter%C3%ADsticas,nivel%20de%20rotaci%C3%B3n%20de%20invent

Anexos

Anexo 1 Constancia de Originalidad



turnitin

Identificación de reporte de similitud: oid:20755:257684965

NOMBRE DEL TRABAJO

Desarrollo de Procesos de Remanufactura para la Renovación e Introducción al Mercado de Unidades EHPS

AUTOR

Luis Gerardo Rodríguez Amador

RECUENTO DE PALABRAS

10394 Words

RECUENTO DE CARACTERES

56452 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

75 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

9.5MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 24, 2023 11:07 AM CDT

FECHA DEL INFORME

Aug 24, 2023 11:08 AM CDT

14% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 13% Base de datos de Internet
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossr
- 8% Base de datos de trabajos entregados

Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

Anexo 1 Constancia de Originalidad