

Plan maestro para la implementación de herramientas lean manufacturing para la microempresa  
Industrias Metálicas Hevica

Juan David Santamaria Quiñones

Sergio Iván Vargas Jaimes

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa de Ingeniería Industrial  
Bogotá D.C  
2019

Plan maestro para la implementación de herramientas lean manufacturing para la microempresa  
Industrias Metálicas Hevica

Juan David Santamaria Quiñones  
Sergio Iván Vargas Jaimes

Director

John Jairo González Bulla

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa de Ingeniería Industrial  
Bogotá D.C  
2019

## **Agradecimientos**

Agradecemos a nuestras familias quienes fueron apoyo incondicional en desarrollo de este trabajo de grado brindándonos los espacios y atenciones, sin mencionar en el apoyo durante el transcurso de la carrera. Agradecemos de igual manera al Ingeniero Jhon Gonzalez Bulla quien creyó en nuestro proyecto y nos brindó todos sus conocimientos en las tutorías. Por último y no menos importante agradecemos a Hector Viillamil dueño y gerente de la empresa Hevica por darnos la oportunidad de desarrollar el proyecto en sus instalaciones.

## **Resumen**

El plan maestro para la implementación de herramientas lean manufacturing va dirigido a la medida de la empresa industrias metálicas Hevica; una empresa de sociedad anónima simplificada, registrada ante la cámara de comercio, la cual se dedica principalmente al mantenimiento y venta de maquinaria y equipos frigoríficos. El plan cuenta con un diagnóstico que permitió identificar qué tipos de herramientas serían adecuadas, con el fin de que al ser implementadas pudieran resolver el problema identificado inicialmente, que consiste en la afectación en la calidad del servicio y demoras en los tiempos de entrega debido a malas prácticas dentro de los procesos realizados. Posteriormente se brinda por medio del documento las pruebas y guías concernientes, que permitan fundamentar la existencia de una necesidad clara sobre la implementación de herramientas que proporcionen valor agregado a cada uno de los procesos. Herramientas tales como 5s, Estandarización de trabajos, Smed, TPM y CRM. Finalmente se brinda una pequeña evaluación económica que permite identificar que tan viable es implementar el plan propuestos; los indicadores utilizados para este punto son VPN (Valor presente neto), TIR (Tasa interna de retorno) y TIO (Tasa interna de oportunidad). Los valores obtenidos por los indicadores fueron mayores de cero para todos los indicadores, lo que indica que existe la posibilidad de invertir ya que de alguna u otra manera el plan interviene positivamente en los ingresos de la compañía.

### **Palabras clave**

Mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, Calidad, lean manufacturing, Plan Maestro.

## **Abstract**

The master plan for the implementation of manufacturing tools is tailored to the company's metal industries Hevica; a simplified corporation company, the Chamber of Commerce, which is mainly engaged in the maintenance and sale of refrigeration machinery and equipment. The plan has a diagnosis that will help you identify the types of tools that will be provided for the purpose of implementation. Bad practices within the processes carried out. Subsequently, a medium for the document is offered. Tools such as 5s, Standardization of jobs, Smed, TPM and CRM. Finally, a small economic evaluation is implemented to identify how viable it is to implement the proposed plan; The indicators used for this point are NPV (Net Present Value), IRR (Internal Rate of Return) and TIO (Internal Opportunity Rate). What indicates that there is the possibility of investing and that otherwise or otherwise the plan intervenes positively in the income of the company.

### **Keywords**

Corrective maintenance, preventive maintenance, quality, lean manufacturing, master plan.

## Tabla de contenido

Introducción .....	14
1. Planteamiento del problema .....	15
1.1 Definición del problema .....	15
1.2 Formulación del problema.....	18
1.3 Justificación .....	18
2. Objetivos .....	19
2.1 Objetivo general .....	19
2.2 Objetivos específicos.....	19
3. Marco de referencia preliminar .....	20
3.1 Teorías de enfoque.....	20
4. Metodología preliminar.....	28
4.1 Tipo de investigación.....	28
4.2 Población y Muestra .....	28
4.3 Organigrama .....	28
4.4 Cronograma de actividades preliminar.....	28
5. Diagnóstico Lean Manufacturing para Industrias Metálicas Hevica .....	31
5.1 Análisis de los datos .....	32
5.2 Selección y asignación de las herramientas lean .....	36
6. Herramienta 5s .....	38
6.1 Seiri: clasificar.....	38
6.1.1 Aspectos por revisar en la empresa.....	39
6.1.2 Acciones.....	41
6.2 Seiton: organizar.....	41
6.2.1 Aspectos por revisar en la empresa.....	42
6.2.2 Acciones.....	44
6.3 Seiso: limpiar.....	51
6.3.1 Aspectos por revisar en la empresa.....	51
6.3.2 Acciones.....	52
6.4 Seiketsu: mantener.....	52
6.4.1 Aspectos por revisar en la empresa.....	52

6.4.2 Acciones.....	53
6.5 Shitsuke: disciplinar .....	53
6.5.1 Aspectos a revisar en la empresa. ....	53
6.5.2 Acciones.....	53
6.6 Plan de auditoria 5´s .....	54
7. Estandarización del trabajo .....	62
8. SMED.....	72
9. TPM.....	77
9.1 Indicadores T.P.M .....	87
10. CRM.....	91
10.1 Indicadores C.R.M.....	94
11. Evaluación económica.....	98
Conclusiones .....	107
Referencias .....	109
Anexos.....	110

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Porcentaje número de máquinas atendidas al mes en la empresa.....	15
<b>Figura 2.</b> Árbol de problema para la empresa Hevica.....	17
<b>Figura 3.</b> Casa de Lean Manufacturing, LEANSOLUTIONS.CO.....	21
<b>Figura 4.</b> Pilares del T.P.M según empresa de consultoría T.P.M, CEROAVERIAS.COM.....	23
<b>Figura 5.</b> Organigrama Industrias Metálicas Hevica.....	28
<b>Figura 6.</b> Cronograma de actividades preliminar.....	30
<b>Figura 7.</b> Resultados globales encuesta diagnóstico Lean Manufacturing.....	32
<b>Figura 8.</b> Estado actual herramientas Lean dentro de la compañía.....	33
<b>Figura 9.</b> Nivel de cumplimiento actual 5´S.....	34
<b>Figura 10.</b> Nivel de cumplimiento actual ESTANDARIZACIÓN DEL TRABAJO.....	34
<b>Figura 11.</b> Nivel de cumplimiento actual MEJORA CONTINUA.....	34
<b>Figura 12.</b> Nivel de cumplimiento actual FLEXIBILIDAD OPERACIONAL.....	34
<b>Figura 13.</b> Nivel de cumplimiento actual POKA YOKE.....	35
<b>Figura 14.</b> Nivel de cumplimiento actual SMED.....	35
<b>Figura 15.</b> Nivel de cumplimiento actual del TPM.....	35
<b>Figura 16.</b> Nivel de cumplimiento actual PULL SYSTEM.....	35
<b>Figura 17.</b> Nivel de cumplimiento actual BALANCEADO DE LA PRODUCCIÓN.....	36
<b>Figura 18.</b> Nivel de cumplimiento actual CMR.....	36
<b>Figura 19.</b> Nivel de cumplimiento actual COMUNICACIÓN Y CULTURA.....	36
<b>Figura 20.</b> Tarjeta amarilla para clasificación 5´s.....	38
<b>Figura 21.</b> Tarjeta roja para clasificación 5´s.....	39

<b>Figura 22.</b> Tarjeteo, fuente propia.....	39
<b>Figura 23.</b> Tarjeteo, fuente propia.....	40
<b>Figura 24.</b> Tarjeteo, fuente propia.....	40
<b>Figura 25.</b> Tarjeteo, fuente propia.....	41
<b>Figura 26.</b> Tarjeteo, fuente propia.....	42
<b>Figura 27.</b> Tarjeteo, fuente propia. ....	43
<b>Figura 28.</b> Tarjeteo, fuente propia.....	43
<b>Figura 29.</b> Tarjeteo, fuente propia.....	44
<b>Figura 30.</b> Tarjeteo, fuente propia.....	44
<b>Figura 31.</b> Distribución de las áreas en la empresa primer nivel.....	45
<b>Figura 32.</b> Distribución de las áreas en la empresa segundo nivel.....	46
<b>Figura 33.</b> Área de maquinado. ....	47
<b>Figura 34.</b> Almacén. ....	47
<b>Figura 35.</b> Área de recepción y despacho.....	48
<b>Figura 36.</b> Área de soldadura 1.....	48
<b>Figura 37.</b> Área de desarmado y ensamble.....	49
<b>Figura 38.</b> Área de soldadura 2.....	49
<b>Figura 39.</b> Oficina.....	50
<b>Figura 40.</b> Área de grúa.....	50
<b>Figura 41.</b> Bodega.....	51
<b>Figura 42.</b> Formato de auditoria 5´S.....	55
<b>Figura 43.</b> Áreas de la compañía y sus encargados.....	55

<b>Figura 44.</b> Cronograma plan de auditorías.....	56
<b>Figura 45.</b> Estándar del puesto de trabajo del área de soldadura.....	57
<b>Figura 46.</b> Elementos área de soldadura. ....	57
<b>Figura 47.</b> Estándar del puesto de trabajo del área de maquinado.....	58
<b>Figura 48.</b> Elementos del puesto de trabajo área de maquinado. ....	58
<b>Figura 49.</b> Estándar del puesto de trabajo del área de recepción. ....	59
<b>Figura 50.</b> Elementos del puesto de trabajo área de recepción. ....	59
<b>Figura 51.</b> Formato hoja de trabajo estándar. ....	64
<b>Figura 52.</b> Hoja de trabajo estándar Horno Ahumador 1. ....	65
<b>Figura 53.</b> Hoja de trabajo estándar Horno Ahumador 2. ....	66
<b>Figura 54.</b> Hoja de trabajo estándar Horno Ahumador 3. ....	67
<b>Figura 55.</b> Hoja de trabajo estándar Mezcladora 1. ....	68
<b>Figura 56.</b> Hoja de trabajo estándar Mezcladora 2.....	69
<b>Figura 57.</b> Hoja de trabajo estándar Mezcladora 3. ....	70
<b>Figura 58.</b> Hoja de trabajo estándar Tajadora. ....	71
<b>Figura 59.</b> Puesto de trabajo área de soldadura organizado. ....	72
<b>Figura 60.</b> Propuesta ubicación tablero para área de soldadura. ....	72
<b>Figura 61.</b> Puesto de trabajo área de maquinado organizado. ....	73
<b>Figura 62.</b> Propuesta ubicación tablero para área de maquinado. ....	73
<b>Figura 63.</b> Elaboración tablero de herramientas. Fuente propia. ....	74
<b>Figura 64.</b> Elaboración tablero de herramientas. Fuente propia. ....	74
<b>Figura 65.</b> Elaboración tablero de herramientas. Fuente propia. ....	74
<b>Figura 66.</b> Elaboración tablero de herramientas. Fuente propia. ....	74

<b>Figura 67.</b> Elaboración tablero de herramientas. Fuente propia. . . . .	75
<b>Figura 68.</b> Elaboración tablero de herramientas. Fuente propia. . . . .	75
<b>Figura 69.</b> Elaboración tablero de herramientas. Fuente propia. . . . .	75
<b>Figura 70.</b> Tablero de herramientas ubicado en el puesto de trabajo. Fuente propia.....	76
<b>Figura 71.</b> Plan de mantenimiento programado parte 1. Fuente propia. . . . .	78
<b>Figura 72.</b> Plan de mantenimiento programado parte 2. Fuente propia. . . . .	79
<b>Figura 73.</b> Gama de mantenimiento “limpieza”. Fuente propia. . . . .	80
<b>Figura 74.</b> Gama de mantenimiento “Mecánica”. Fuente propia. . . . .	80
<b>Figura 75.</b> Gama de mantenimiento “Eléctrica”. Fuente propia. . . . .	80
<b>Figura 76.</b> Gama de mantenimiento “Lubricación”. Fuente propia. . . . .	81
<b>Figura 77.</b> Gama de mantenimiento “Presión”. Fuente propia. . . . .	81
<b>Figura 78.</b> Gama de mantenimiento “GM-LM14”. Fuente propia. . . . .	82
<b>Figura 79.</b> Gama de mantenimiento “GM-ME11”. Fuente propia. . . . .	83
<b>Figura 80.</b> Gama de mantenimiento “GM-EL1”. Fuente propia. . . . .	84
<b>Figura 81.</b> Gama de mantenimiento “GM-LB12”. Fuente propia. . . . .	85
<b>Figura 82.</b> Gama de mantenimiento “GM-PR15”. Fuente propia. . . . .	86
<b>Figura 83.</b> Formato encuesta cumplimiento gama T.P.M. Fuente propia. . . . .	87
<b>Figura 84.</b> Formato encuesta cumplimiento gama T.P.M. Ejemplo. Fuente propia. . . . .	89
<b>Figura 85.</b> Formato registro y control de mantenimientos T.P.M. Fuente propia. . . . .	90
<b>Figura 86.</b> Base de datos del cliente. Fuente propia. . . . .	92
<b>Figura 87.</b> Información completa por cliente. Fuente propia. . . . .	92
<b>Figura 88.</b> Mesa de servicio parte 1. Fuente propia.....	93
<b>Figura 89.</b> Mesa de servicio parte 2. Fuente propia. . . . .	93

**Figura 90.** Programación en código VBA. Fuente propia. ....94

**Figura 91.** Indicador totalizado o por estado. Fuente propia. ....95

**Figura 92.** Tiempos de respuesta por prioridad (Acuerdos de nivel de servicio). Fuente propia..96

**Figura 93.** Indicador por prioridad. Fuente propia. ....96

**Figura 94.** Indicador por cumplimiento. Fuente propia. ....97

**Figura 95.** Página de inicio CRM. Fuente propia.....97

## Lista de tablas

Tabla 1. <i>Tabla de tiempos promedio en los procesos de mantenimiento dentro de la empresa...</i>	16
Tabla 2. <i>Tabla de herramientas Lean Manufacturing.....</i>	37
Tabla 3. <i>Ejemplo resultado encuesta Seiri (Clasificar).....</i>	61
Tabla 4. <i>Costos fijos - Mano de obra.....</i>	98
Tabla 5. <i>Costos Variables - Materia Prima.....</i>	98
Tabla 6. <i>Costos Operacionales – Servicios públicos, mantenimiento, combustible.....</i>	99
Tabla 7. <i>Costo mano de obra por un solo operario para cada año.....</i>	99
Tabla 8. <i>Ventas mensuales en unidades de máquinas atendidas.....</i>	100
Tabla 9. <i>Costos y precio de venta servicio mantenimiento correctivo.....</i>	100
Tabla 10. <i>Costos y precio de venta servicio mantenimiento preventivo.....</i>	101
Tabla 11. <i>Ingresos y egresos proyectados a 6 (Seis) Años.....</i>	101
Tabla 12. <i>Costos para implementación del plan maestro.....</i>	103
Tabla 13. <i>Ingresos y egresos proyectados a 6 (Seis) Años Con la inversión.....</i>	104
Tabla 14. <i>Flujo de caja proyectado de 6 (seis) años.....</i>	105
Tabla 15. <i>Tabla de utilidad para el cálculo de TIR, TIO Y VPN.....</i>	105

## Introducción

Hoy en día la industria metalmecánica ha conseguido posicionarse de tal manera que se ha ganado un espacio en el mercado debido a su potencial para lograr satisfacer diversas necesidades y la creciente demanda que actualmente presenta en el mundo, esto ha permitido que grandes compañías de este sector logren certificarse con normas ISO.

Uno de los más grandes retos que ha tenido esta industria en países como Colombia es implementar herramientas que permitan la optimización de recursos con el fin de mejorar la productividad o los procesos internos dichas compañías. Para generar este tipo de optimización no solo es necesario adquirir maquinaria que permita mejorar estos procesos, en ocasiones basta con aplicar y estandarizar algunas de estas herramientas que brindan tanto la ingeniería, como las demás ramas y ciencias que tienen como objetivo fundamental el crecimiento y el continuo desarrollo de todo tipo de compañías.

Mediante la aplicación de la metodología Lean Manufacturing y algunas de sus herramientas como las 5'S, grandes empresas han logrado alcanzar el éxito. Un claro ejemplo son las compañías japonesas, que hoy en día son reconocidas a nivel mundial por sus altos estándares de calidad en sus procesos administrativos y productivos; capacitando sus empleados, cultivando el respeto entre los mismos desde los altos directivos, y aplicando algunas o todas las bases de la filosofía Lean Manufacturing.

La razón por la cual se quiere realizar este trabajo es para aplicar conocimientos desde la ingeniería industrial, mediante el desarrollo de un plan que permita la implementación de herramientas Lean Manufacturing, y que tiene como objetivo potenciar procesos tanto administrativos como productivos en pro del desarrollo de un trabajo más efectivo, cumpliendo con los tiempos de entrega pactados en coordinación con el cliente, esto siempre y cuando la compañía tome la iniciativa de acoplar y adaptar este plan a su metodología de trabajo actual.

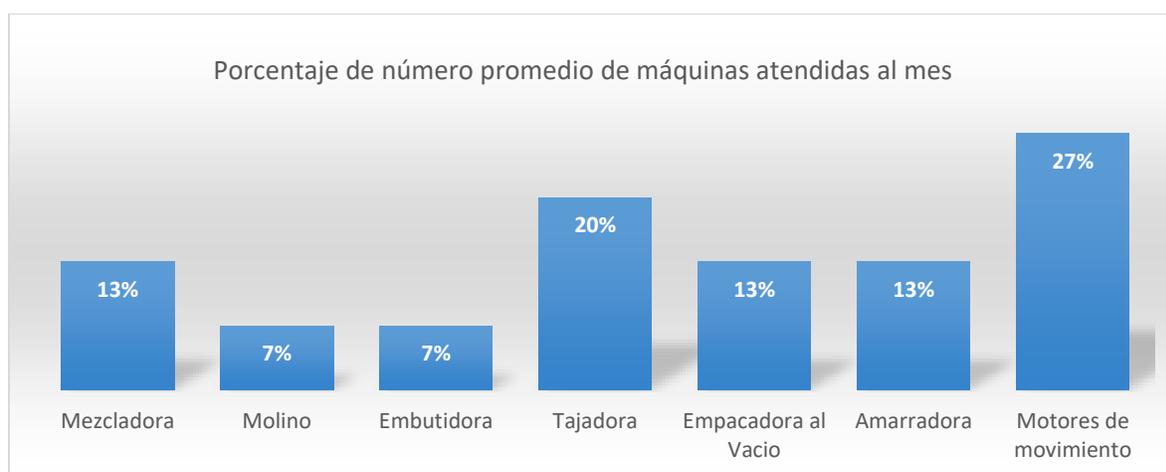
## 1. Planteamiento del problema

### 1.1 Definición del problema

Industrias metálicas Hevica una empresa dedicada a prestar el servicio de mantenimiento a equipos mecánicos de salsamentarías y frigoríficos, donde se identificaron problemáticas en cuanto a la falta de documentación y la trazabilidad de sus procesos tanto productivos como administrativos, generando productos no conformes o incumplimiento con los tiempos de entrega estipulados, afectando la calidad del servicio prestado.

De acuerdo con las visitas realizadas a la compañía por parte del equipo de trabajo, se logró identificar el porcentaje de máquinas que mensualmente ingresan a mantenimientos tanto correctivos como preventivos.

Como se puede evidenciar en la figura 1, de los porcentajes de las máquinas que ingresan mensualmente a la compañía para los mantenimientos, las tajadoras y los motores de movimiento eléctrico representan el 47% del total de máquinas atendidas; adicionalmente, las tajadoras y empacadoras al vacío que representan el 33% del total de dichas máquinas, en algunos casos son importadas y generalmente requieren de repuestos de este tipo. La falta de un inventario o stock de estos repuestos impactan de manera negativa en el proceso de mantenimiento, generando así demoras de aproximadamente de 3 a 4 semanas con respecto al tiempo promedio normal que se dedica al proceso.



**Figura 1.** Porcentaje número de máquinas atendidas al mes en la empresa. Elaboración propia (2019)

Por otro lado, los tiempos de mantenimiento correctivo y preventivo oscilan entre 18 y 36 horas respectivamente como se visualiza en la tabla 1, donde se encuentra de manera más desglosada los tiempos promedio de cada tipo de mantenimiento, identificando que dentro de los procesos de la empresa se tiene como prioridad los mantenimientos correctivos, ya que por lo general las máquinas que ingresan ha dicho mantenimiento pueden estar afectando seriamente la producción de los clientes.

Es por tal razón que aquellas máquinas con solicitud de mantenimiento preventivo doblan el tiempo de proceso promedio de uno correctivo.

Tabla 1.

*Tiempo promedio en los procesos de mantenimiento.*

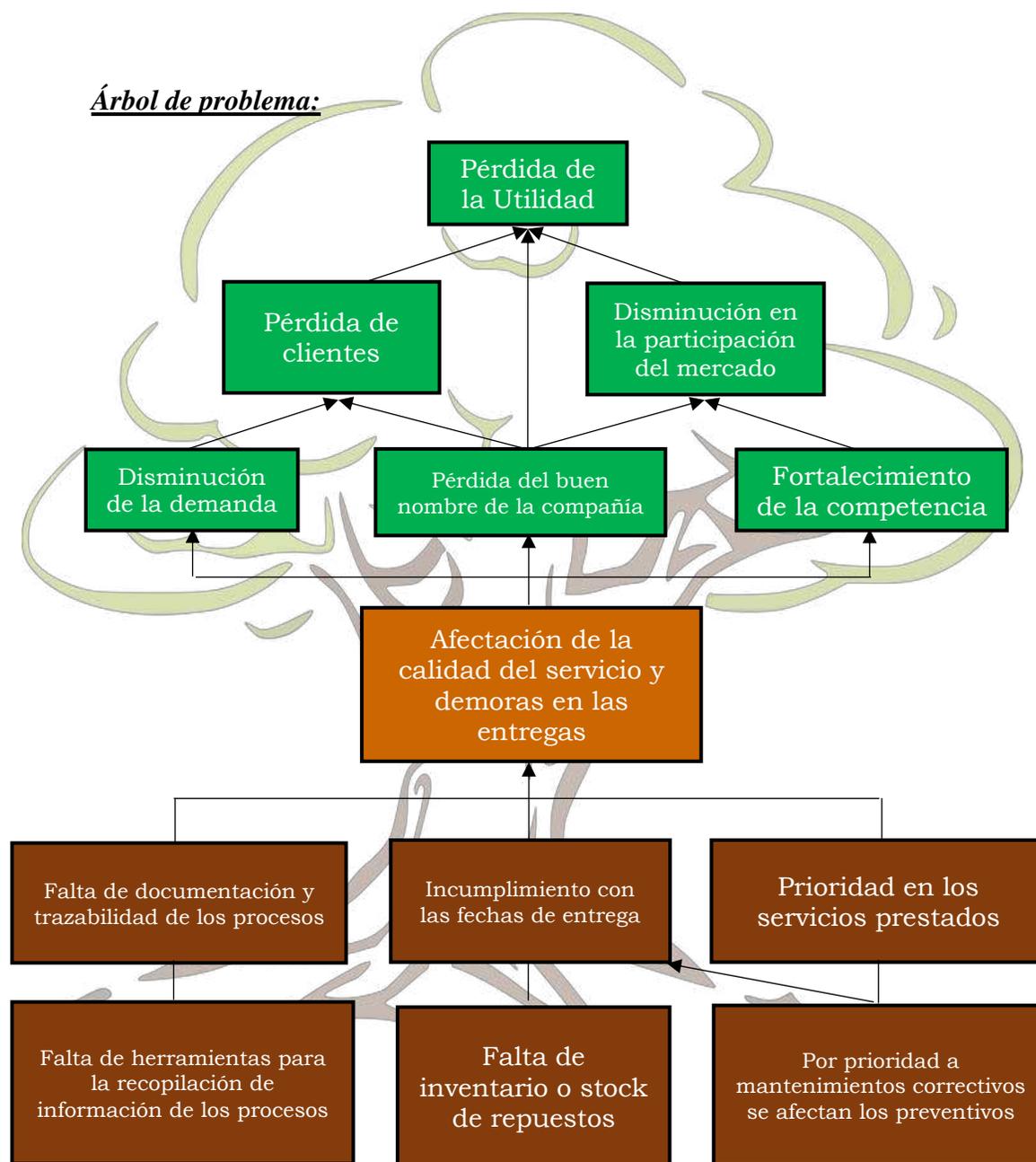
<b>Jornada laboral (Horas/día)</b>	8	<b>Horario laboral</b>	8:00 am – 12:00 pm	1:00 pm - 5:00 pm
<b>Tipo de mantenimient o</b>	<b>Proceso por máquina</b>	<b>Tiempo promedio (horas)</b>	<b>Observación</b>	
Mantenimiento preventivo	Diagnóstico	8	Se dobla el tiempo de mantenimiento por prioridad en mantenimientos correctivos	
	Taller	12		
	Mantenimiento	16		
Mantenimiento Correctivo	Diagnóstico	4	Mantenimientos correctivos se presentan de tal manera que el cliente los requiere de la manera más pronta y oportuna según los tiempos establecidos de trabajo.	
	Taller	6		
	Mantenimiento	8		

*Nota.* Fuente propia mediante datos suministrados por la gerencia.

Buscando una mejor interpretación de las problemáticas que se identificaron dentro de la empresa, se aplicó una herramienta de diagnóstico llamada árbol de problema, el cual permite

organizar la información obtenida y adicionalmente conocer de manera más detallada el problema por medio del despliegue de las causas y los efectos que tendría el hecho de no atacarlas para el futuro de la compañía.

A continuación, se presenta la figura 2, que corresponde a la aplicación de la herramienta árbol de problema, que se construyó en base a la información recopilada en las visitas realizadas por parte del equipo investigador y con ayuda del gerente de producción de la compañía Hevica.



**Figura 2.** Árbol de problema para la empresa Hevica. Elaboración propia (2019)

Para la aplicación de la lectura del árbol de problema, se debe tener en cuenta que se realiza de abajo hacia arriba. Los cuadros de color café corresponden a las causas de la problemática principal, el cual se encuentra en el centro con color café claro; dichas causas están distribuidas de tal manera que se logre identificar la conexión entre ellas. Los cuadros verdes corresponden a los efectos y/o repercusiones que tanto la problemática principal como las causas pueden generar a futuro dentro de la compañía Hevica,

## 1.2 Formulación del problema

¿Bajo los parámetros de la filosofía Lean Manufacturing mejoraría la calidad de los servicios prestados por parte de la compañía Hevica si se aplica el plan propuesto en este trabajo?

## 1.3 Justificación

Con la previa realización de un estudio aplicado a la empresa por parte del equipo investigador, se tiene como propósito brindar un guía para el desarrollo de las herramientas **Lean Manufacturing**. Con esta se busca generar un impacto positivo en cuanto a la calidad de los servicios prestados, donde la prioridad sea disminuir los tiempos de entrega de las máquinas que llegan a la compañía para mantenimientos tanto preventivos como correctivos.

Es válido aclarar que después de ya diseñado el plan maestro, la compañía podrá disponer de este, con el fin de tomar la decisión de implementarlo. Es por esta razón que se pretende proporcionar una evaluación económica que permita una visualización del impacto en cuanto a su inversión. Las técnicas y herramientas utilizadas se establecerán con un diagnóstico previo que busca invertir tiempo y dinero en implementaciones que realmente brinde un aporte significativo, en pro de mejorar los procesos que actualmente se manejan dentro de la compañía.

Como estudiantes y futuros Ingenieros industriales en pro de aplicar el conocimiento adquirido dentro del transcurso de la formación académica profesional, se pretende diseñar el plan maestro, con el fin de no solo cumplir con un requisito de grado, sino brindar de forma paralela un aporte positivo a la empresa HEVICA. Es válido de igual manera mencionar que la experiencia de diseñar todo un plan **Lean Manufacturing** permitirá reforzar y volver aplicables conceptos vistos dentro de cada uno de los contenidos de las asignaturas, así como también poner a prueba cada una de las competencias adquiridas.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Proponer un plan que garantice mejorar la calidad de los servicios prestados a los clientes por parte de la compañía Hevica mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing.

### **2.2 Objetivos específicos**

Realizar un diagnóstico para evidenciar el estado actual de la compañía en cuanto a sus procesos de prestación de servicios y su impacto en la calidad del servicio prestado, teniendo en cuenta los requerimientos del Lean Manufacturing.

Bajo el anterior diagnóstico determinar cuáles herramientas del Lean Manufacturing puede aplicar la compañía Hevica que permitan contrarrestar las falencias encontradas en el diagnóstico.

Desarrollar guías para procesos de mejora en la compañía, mediante la incorporación y aplicación de algunas de las herramientas del Lean Manufacturing en pro de generar valor agregado en el servicio prestado.

Establecer y diseñar un sistema de indicadores que permitan medir las pérdidas y poder proponer acciones de mejora.

Realizar una evaluación económica del impacto que generaría la aplicación del plan.

### 3. Marco de referencia preliminar

#### 3.1 Teorías de enfoque

##### ¿Qué es el Lean Manufacturing?

**Lean Manufacturing** es una filosofía de un sistema de gestión sobre cómo se debe operar una empresa o negocio. Esta filosofía cuenta con herramientas para la eliminación de desperdicios, con el fin de reducir los tiempos entre el pedido del cliente y el envío o entrega del producto terminado, de igual manera mejorar la calidad de dicho producto o servicio y reducir los costos de proceso y/o reproceso.

El **Lean Manufacturing** surgió de la necesidad de aplicar mejoras en las plantas de producción, hasta tal punto que los japoneses lo adoptaron como una cultura. Los resultados obtenidos por la aplicación de herramientas de esta filosofía se evidenciaron en mejoras tanto en los puestos de trabajo como en las líneas de producción, optimizando la misma y aumentando la rentabilidad de las empresas.

A finales del siglo XIX Sakichi Toyoda fundador del Grupo Toyota, trajo consigo el primer indicio o pensamiento de la filosofía Lean Manufacturing. Toyoda creó un dispositivo que detectaba errores en los telares y enviaba una señal que permitía alertar a los operarios cuando uno de estos hilos se rompía. Además de brindar a la línea de fabricación un proceso automatizado, aportó un elemento de detección de errores. La máquina paraba al identificar el error y evitaba una producción con defecto o errores. De allí parten conceptos importantes sobre mejora continua y calidad.



**Figura 3.** Casa de Lean Manufacturing, LEANSOLUTIONS.CO

Según el blog de la empresa Lean Solutions, existen principios fundamentales de la filosofía Lean Manufacturing. Estos corresponden a los siguientes:

- 1) *Calidad perfecta a la primera.*
- 2) *Minimización del desperdicio*
- 3) *Mejora continua*
- 4) *Procesos “Pull”*
- 5) *Flexibilidad*
- 6) *Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores*

***Principios fundamentales del Lean Manufacturing, LEANSOLUTIONS.CO***

A continuación, se mencionarán cuáles son las técnicas o herramientas Lean, utilizadas en los procesos y cuyo objetivo es optimizarlos:

- 5 S's
- Cambio rápido de herramientas SMED
- Estandarización
- Mantenimiento productivo total TPM

- Control visual
- Jidoka
- Técnicas de calidad
- Sistemas de participación del personal
- Heijunka
- Kanban

Una de las técnicas más importantes en la implementación de mejorar en la empresa corresponde a las 5 S's, puesto que requiere de generar grandes cambios físicos en los puestos y áreas de trabajo.

### ¿Qué son las 5 S's?

Hacen parte fundamental de la filosofía Lean Manufacturing; esta es una metodología que brinda un valor especial a mejorar lo ya existente en la empresa, apoyándose en conceptos como creatividad, iniciativa y la participación de cada uno de los integrantes de la organización.

Adicionalmente según la metodología de las 5's definida por el instituto politécnico nacional de Bucaramanga del departamento de gestión de la calidad y normalización, indica que esta no es solo considerada como base para la implementación del T.P.M, sino también para estrategias como Just in Time (Justo a tiempo, J.I.T), la gestión de la calidad total (T.Q.M) y también de es un principio básico para la manufactura esbelta (**Lean Manufacturing**), pro de maximizar la eficiencia en los lugares de trabajo.

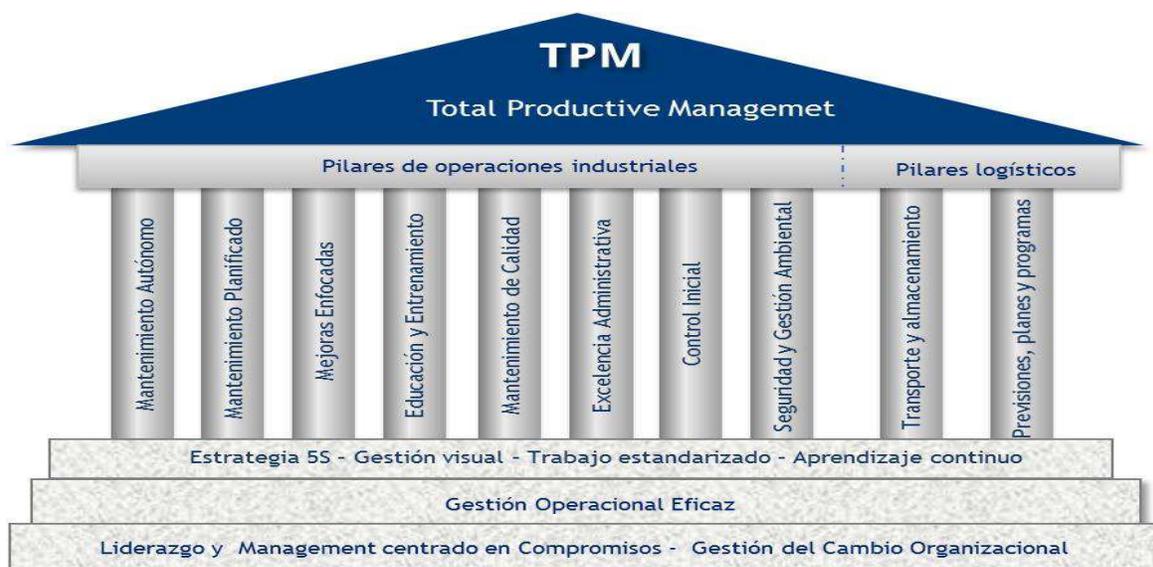
Estas 5 S's están compuestas de por palabras de origen japonés que inician con la letra "S".

- Seiri (Clasificar)
- Seiton (Organizar)
- Seiso (Limpieza)
- Seiketsu (Mantener)
- Shitsuke (Disciplina)

## ¿Qué es el T.P.M?

El T.P.M es una estrategia que se compone de una cantidad de actividades en un orden estratégico, con el objetivo de que una vez implementadas permitan potenciar los procesos de la empresa, hasta el punto de lograr mejorar su competitividad como organización industrial o de servicios. El T.P.M es considerado como una estrategia ya que permite crear capacidades competitivas por medio de la eliminación rigurosa de las deficiencias de los sistemas operativos. Esta estrategia permite diferenciar una organización de otra debido al impacto en cuanto a la reducción de costes, mejora en los tiempos de respuesta a sus mercados, fiabilidad de suministros, capacitación o conocimiento de sus colaboradores y la calidad de los productos o servicios proporcionados.

La JIMP (Japan Institute of Plant Maintenance) define el T.P.M como un sistema estratégico que permita lograr: Cero accidentes, Cero defectos, Cero averías, Cero pérdidas. Es por esto que se puede considerar que esta estrategia tiene principios de ISO 9001, esto permitiría que empresas que aún no han logrado certificarse en un sistema de gestión de calidad lo puedan hacer en colaboración con el T.P.M.



**Figura 4.** Pilares del T.P.M según empresa de consultoría T.P.M, CEROAVERIAS.COM

## Pilares del T.P.M.

La filosofía del T.P.M cuenta con 8 pilares como se puede evidenciar en la figura 4, los cuales son la base fundamental de dicha estrategia:

- **Primer Pilar – Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen):** Este pilar tiene como objeto establecer una metodología para atacar los problemas desde la raíz con una orientación a cero fallas, cero accidentes y cero defectos.
- **Segundo Pilar – Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen):** Este pilar está enfocado al operario ya que es quien tiene mayor contacto con el equipo, y es quien está encargado de velar por la seguridad, mantener la máquina a punto y prolongar la vida útil de la misma, así como también mantener en orden su lugar de trabajo.
- **Tercer Pilar – Mantenimiento Planificado:** Tiene como función asegurar y mantener la confiabilidad de las máquinas y su interacción con los procesos de una forma que permita la obtención de productos con óptima calidad de forma más eficiente y segura.
- **Cuarto Pilar – Mantenimiento De Calidad (Hinshitsu Hozen):** Busca identificar que defectos tiene una máquina mediante la interacción de todos con el fin de mitigar y eliminar todos los defectos que afectan la calidad del servicio prestado.
- **Quinto Pilar – Gestión temprana de mantenimiento:** Busca implementar metodologías aprendidas de nuevos procesos o maquinarias en los procedimientos actuales con el fin de adelantarse a problemas que puedan surgir más adelante.
- **Sexto pilar – Educación y formación:** Este pilar tiene el objetivo de formar al personal, desarrollando habilidades y conocimientos con el fin de que impulsen un crecimiento no solo personal sino también de la compañía, adoptando competencias en el mantenimiento y en la operación.
- **Séptimo Pilar – Áreas administrativas y soporte:** Este pilar busca incrementar la productividad en los procesos, reduciendo desperdicios y pérdidas desde el área administrativa.
- **Octavo Pilar – Seguridad, higiene y medio ambiente:** Este pilar busca desarrollar procesos y ambientes de trabajo seguros con tendencia a cero accidentes y cero contaminaciones, mejorando las condiciones de riesgo en el entorno, teniendo en cuenta las medidas medioambientales y de seguridad estipuladas por el gobierno.

## Estandarización de procesos

### Conceptos claves

- **Calidad:** Es la unión de las características de una entidad que le confieren la capacidad para satisfacer las necesidades establecidas e implícitas por quien las solicita, y cumplir sus expectativas.
- **Mantenimiento Correctivo:** Es aquel mantenimiento que se aplica para corregir una falla o una avería; este mantenimiento suele ser el más económico a corto plazo.
- **Mantenimiento preventivo:** Es aquel que se basa en el conocimiento del estado del equipo. Con base al estado actual se programa dicho mantenimiento con el fin de disminuir las frecuencias de las paradas y no afectar la producción de la compañía, ya que se puede programar en horarios no productivos. Este tipo de mantenimiento puede ser costoso a corto plazo, pero teniendo en cuenta sus beneficios puede resultar más económico a largo plazo. Se hace a través de inspecciones visuales, medición de temperatura, control de lubricación, entre otras.
- **Plan de mantenimiento:** Sistema conformado por un conjunto de tareas programadas para la preservación de los niveles de referencia de las máquinas, equipos e instalaciones. Contempla las fechas para la realización de actividades, responsables, periodicidad, indicadores de gestión del mantenimiento y una codificación que garantice la trazabilidad de la información que alimenta el sistema de información en mantenimiento TPM (Rodríguez & Roncallo, 2013).
- **Plan Maestro:** Programa o documento que define la estrategia que se llevará para cumplir con el objetivo propuesto, a través de unas actividades distribuidas en etapas de ejecución. (Rodríguez & Roncallo, 2013).

## **Estandarización del trabajo**

La estandarización del trabajo es considerada uno de los principios de la mejora continua. Cuyo objetivo principal es reducir y/o eliminar la variabilidad en un proceso específico. Esto se logra documentando el desarrollo de los mismos, capacitando a los operarios trabajadores acerca de la mejor manera de llevar a cabo cada uno de los pasos de los dichos procesos, esto permite adicionalmente cumplir con requerimientos o exigencias del mercado, tales como costos, tiempos de entrega, seguridad, calidad, etc.

El proceso de estandarización del trabajo es de vital importancia, ya que permite tener las mismas condiciones con el fin de siempre obtener mismo resultados. Un ejemplo claro del beneficio en cuanto a obtener resultados iguales es que se disminuyen reproceso y permite brindar siempre un producto o servicio con las mismas características.

Dentro de los aspectos claves a tener en cuenta dentro de esta herramienta, es que es vital que todos los empleados participen en los procesos de estandarización, ya que son ellos quienes tienen el contacto directo con los procesos y tiene una visión más clara de puntos a tener en cuenta. Adicional a esto y no menos importante, después de estandarizar es importante realizar los procesos de capacitación, con el fin de ser efectivos en cuanto a buscar la manera más, fácil y segura de ejecutar la tarea.

## **Smed**

Corresponde a otra herramienta que es considerada principio de la mejora continua, la cual de forma metódica tiene como objetivo reducir tiempos de cambio de referencia dentro de un proceso ya establecido.

Es importante tener claros conceptos para lograr un mayor entendimiento de lo que se busca con el smed. Conceptos tales como: Tiempo de cambio, preparación, preparación interna y preparación externa

- **Tiempo de cambio:** Es el tiempo que tarda realizar el cambio desde que finaliza la fabricación de una última pieza o producto conforme de un proceso y el inicio de construcción de otro producto con características distintas

- **Preparación:** Actividad que se realiza con el fin de alistar el puesto de trabajo y/o maquinaria para la elaboración de un producto.
- **Preparación interna:** Proceso de preparación que solo pueden realizarse con la maquina parada, para el caso que exista.
- **Preparación externa:** Proceso de preparación que solo pueden realizarse con la maquina en marcha, para el caso que exista.

Para el plan propuesto en este documento se lleva a cabo la realización de un tablero de herramientas que permite reducir tiempos en ubicar o buscar una herramienta, teniendo la posibilidad de tenerla inmediatamente. Sin embargo, existe un compromiso por parte de los trabajadores, con el fin de mantener la herramienta.

## CRM

Es una herramienta que responde al nombre a las Siglas CRM que corresponden a “Customer Relationship Management”, que en español significa “Gestión de relaciones con clientes”. Es una herramienta que es de implementación por medio de software o para el caso de este proyecto mediante programación de una macro en Excel.

La utilidad principal para esta herramienta consiste principalmente en tener toda la información de los clientes consignados en un mismo aplicativo, de manera organizada y disponible solo con clic. Según la empresa SUMACRM (s.f) describe tres beneficios que el CRM como herramienta proporciona a quienes lo implementan.

En primer lugar, los comerciales o vendedores quienes puede llevar control de sus ventas y de los clientes potenciales. En segundo lugar, los operativos reducen tiempo de recopilar información o en la búsqueda de estos; se ingresan una sola vez y se lleva el control de sus movimientos. Por tercer y último lugar, permite mejorar la comunicación entre cliente y empresa, con el fin de atender cualquier solicitud.

## 4. Metodología preliminar

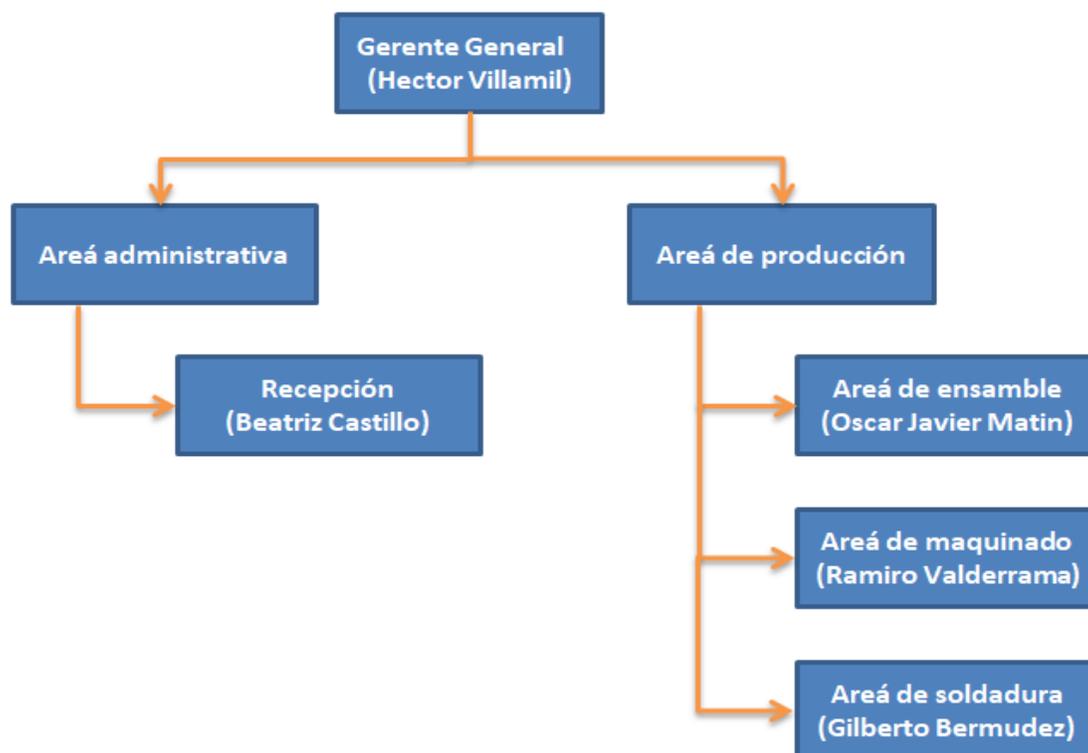
### 4.1 Tipo de investigación

La investigación como conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos aplicados al estudio del problema identificado en la empresa Hevica, presenta un enfoque mixto con un alcance descriptivo y exploratorio.

### 4.2 Población y Muestra

Para el desarrollo de este proyecto se tomó a industrias metálicas Hevica como la población a estudiar, la cual cuenta con 5 empleados a los cuales se les realizará una encuesta para identificar el estado actual y las necesidades de la compañía. Nos referiremos a esta como diagnóstico Lean.

### 4.3 Organigrama



**Figura 5.** Organigrama Industrias Metálicas Hevica. Elaboración propia (2019)

### 4.4 Cronograma de actividades preliminar

En Figura 6, se presenta un cronograma de actividades preliminar que tiene como objetivo direccionar el proyecto de tal manera que dichas actividades contribuyan de manera trascendental en el desarrollo o cumplimiento de los objetivos planteados para la investigación.

Adicionalmente se aclara que este cronograma no es definitivo y está expuesto a cambios de acuerdo a las necesidades que surjan a través del desarrollo del proyecto.

CRONOGRAMA PARA LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING A LA MICROEMPRESA INDUSTRIAS METÁLICAS HEVICA.														
FASE	NOMBRE FASE	ACT.	NOMBRE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10
1	Diagnóstico de la compañía	1	Análisis interno de la empresa		■									
		2	Identificación de los procesos	Se estudian que problemas existen en las áreas		■								
		3	Clasificación de los problemas				■							
		4	Diseño para aplicar herramientas Lean Manu.	Diseño de los aspectos del Lean Manu. para su posterior aplicación				■						
		5	Preparación matrices de mejora	Como se pueden mitigar los problemas existentes					■	■				
2	Plan de mejora mediante herramientas Lean	6	Análisis de herramientas Lean Manufacturing							■				
		7	Organización industrial en Hevica	Preparar al personal para implementar herramientas							■	■		
		8	Implementación de acciones correctivas										■	■
		9	Estrategias de mejora institucional	Aplicación de estrategias de mejora y acciones correctivas										■

FASE	NOMBRE FASE	ACT.	NOMBRE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20	SEM 21	SEM 22		
3	Aplicación de algunas Herramientas de Lean Manufacturing	10	Metodología de las 5'S		■	■												
		11	Estandarización del trabajo			■	■											
		12	SMED					■										
		13	TPM						■									
		14	CRM							■	■							
4	Sistema de indicadores	15	Beneficios de operaciones	Cuentas de pérdidas y ganancias									■					
		16	Valor añadido												■			
		17	Productividad de personal													■		
		18	Reducción de costos														■	
5	Evaluación económica	19	Cálculo de inversión inicial	Análisis de la inversión inicial para desarrollar dichas herramientas												■		
		20	Análisis de costos y gastos														■	
		21	Beneficios del desarrollo e implementación															■
		22	Rendimiento global	Remuneración de cada tipo de producto														■

Figura 6. Cronograma de actividades preliminar. Elaboración propia (2019)

## 5. Diagnóstico Lean Manufacturing para Industrias Metálicas Hevica

Con este diagnóstico se busca analizar el grado de madurez que maneja la compañía con respecto a los parámetros generales de la filosofía Lean Manufacturing, con una encuesta que tiene el objetivo de evaluar y recopilar la información necesaria para comprender el estado actual de la compañía y así mismo analizar que herramientas de dicha filosofía se pueden acoplar en un futuro dentro de Hevica.

Esta encuesta se compone de una serie de preguntas enfocadas a puntos específicos de cada herramienta lean, las cuales se responden con una calificación de 0 a 4 según el nivel de cumplimiento de ese ítem. Adicionalmente cuenta con espacio de observaciones que permiten complementar la calificación.

Las herramientas que se evalúan dentro del diagnóstico son:

- Sistemas visuales 5's y organización del puesto de trabajo
- Estandarización del trabajo
- Mejora continua
- Flexibilidad operacional
- Poka yoke
- Smed
- Tpm
- Pull system
- Balanceado de la producción
- Crm
- Comunicación y cultura

Para el respectivo diligenciamiento de la encuesta es necesario marcar con una X en la casilla correspondiente a la ponderación según la escala de puntuación.

Escala de puntuación para el diligenciamiento de la encuesta.

0. No es una práctica habitual en la empresa.
1. Solo se aplica en algunas áreas de la empresa.
2. Se aplica en la mayoría de las áreas de la empresa.

3. Es una práctica casi generalizada en todas las áreas de la empresa.
4. Es una práctica totalmente habitual sin ninguna excepción.

### 5.1 Análisis de los datos

En el Anexo 1, se puede ver una muestra de la encuesta de diagnóstico la cual fue aplicada a todos los empleados para observar el estado actual del Lean Manufacturing dentro de la compañía. En el Anexo 2, se puede evidenciar un formato diligenciado que consta de las firmas de los empleados que participaron en dicha encuesta, a partir de esto se sacaron los siguientes resultados.

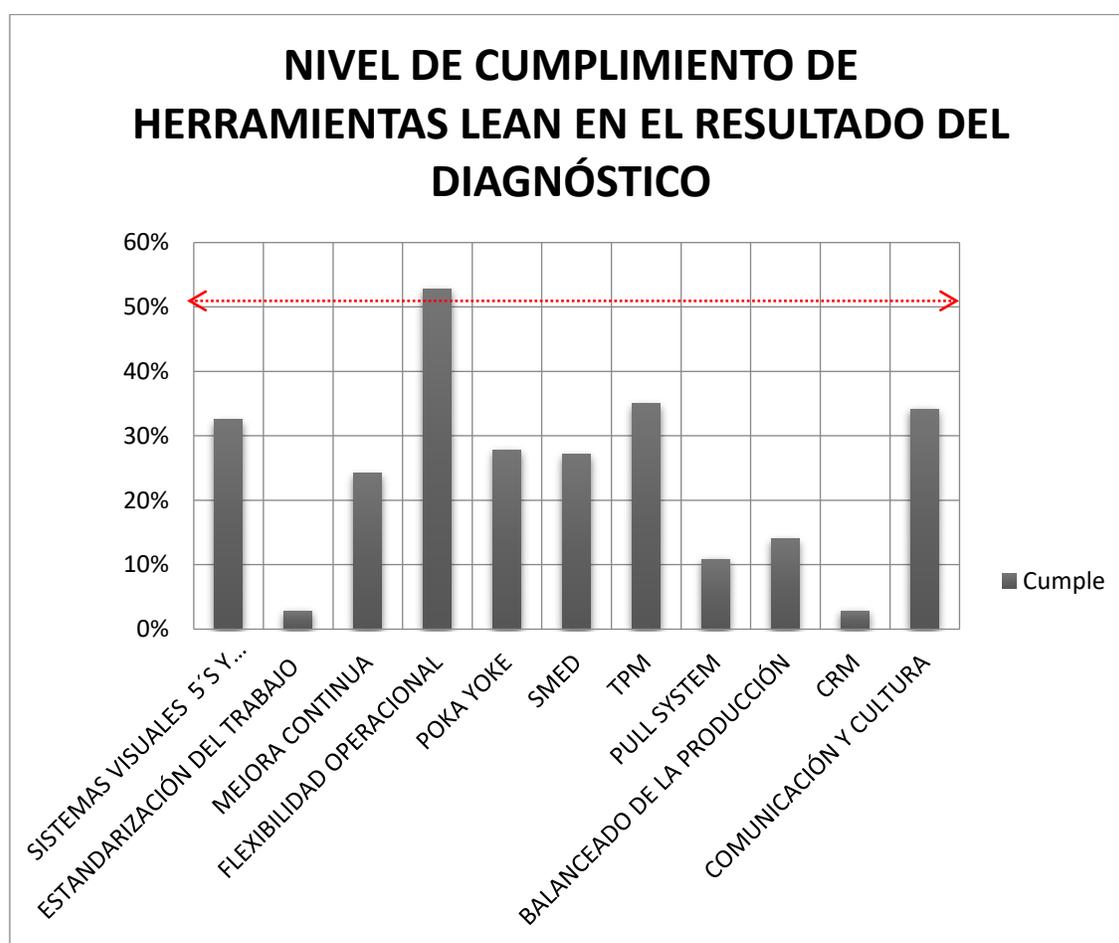
Luego de aplicar las encuestas a los empleados de la compañía, se presenta a continuación la Figura 7, que resume los datos obtenidos. En esta se puede evidenciar el porcentaje de cumplimiento y no cumplimiento respectivamente para cada una de las herramientas, lo cual permitirá establecer cuáles de estas serán utilizadas para el diseño del plan y que por lo tanto generarán valor agregado a los procesos de la compañía si se llegasen a implementar.

	Encuesta 1	Encuesta 2	Encuesta 3	Encuesta 4	Encuesta 5	Cumple	No Cumple
SISTEMAS VISUALES 5'S Y ORGANIZACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO	38%	38%	33%	29%	25%	33%	67%
ESTANDARIZACIÓN DEL TRABAJO	7%	0%	4%	4%	0%	3%	97%
MEJORA CONTINUA	29%	21%	21%	21%	29%	24%	76%
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	57%	46%	61%	50%	50%	53%	47%
POKA YOKE	36%	29%	25%	32%	18%	28%	72%
SMED	25%	36%	29%	25%	21%	27%	73%
TPM	43%	25%	36%	39%	32%	35%	65%
PULL SYSTEM	13%	13%	17%	8%	4%	11%	89%
BALANCEADO DE LA PRODUCCIÓN	15%	15%	20%	15%	5%	14%	86%
CRM	4%	7%	0%	4%	0%	3%	97%
COMUNICACIÓN Y CULTURA	38%	38%	33%	33%	29%	34%	66%

**Figura 7.** Resultados globales encuesta diagnóstico Lean Manufacturing. Elaboración propia (2019)

Se le dio un peso porcentual a cada una de las calificaciones y se distribuyó el 100% entre la cantidad de preguntas que comprende el diagnóstico de cada herramienta. Donde el máximo porcentaje significa el mejor de los escenarios, cumpliendo los aspectos evaluados en su totalidad; sin embargo, se identificó que ninguna de estas supera el 60%.

En la Figura 8, se puede evidenciar un diagrama de barras que muestra la participación de las herramientas evaluadas dentro de la compañía mediante el diagnóstico realizado y gracias a este diagrama se puede ver en comparativo todas las herramientas y su porcentaje de cumplimiento a nivel global.



**Figura 8.** Estado actual herramientas Lean dentro de la compañía. Elaboración propia (2019)

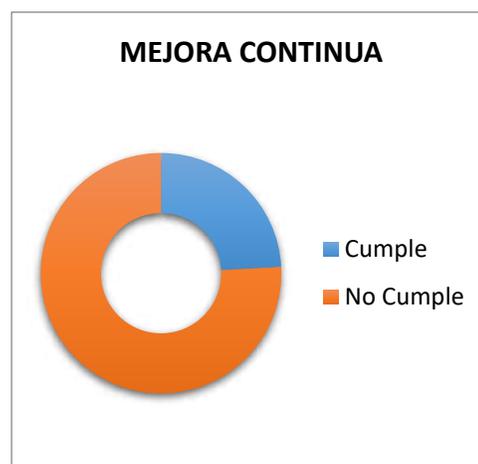
A continuación, se puede evidenciar el nivel de cumplimiento comparado con el de no cumplimiento de cada herramienta, mediante un diagrama circular que permite visualizar de manera individual las herramientas que componen el diagnóstico Lean Manufacturing. Cabe

resaltar que uno de los objetivos que se tienen con el desarrollo de este plan es que la compañía pueda llevar las herramientas que se encuentran con una calificación más baja a un estándar más alto, no necesariamente que se cumplan a un 100% puesto que esto generaría mucho trabajo e inversión, pero si alcanzar un nivel que permita visualizar mejoras notables dentro de la compañía.



**Figura 9.** Nivel cumplimiento 5'S.

Elaboración propia (2019)



**Figura 11.** Nivel de cumplimiento mejora continua. Fuente Propia. (2019)

continua. Fuente Propia. (2019)

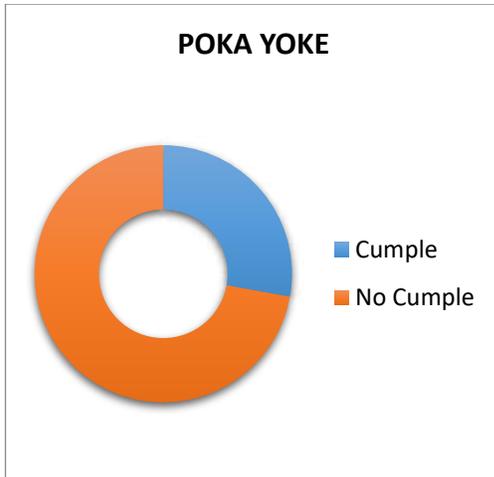


**Figura 10.** Nivel de cumplimiento estandarización del trabajo. Elaboración propia (2019)

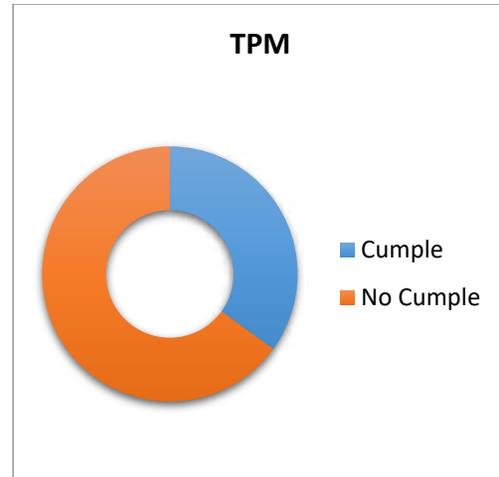


**Figura 12.** Nivel de cumplimiento Flexibilidad operacional. Elaboración Propia. (2019)

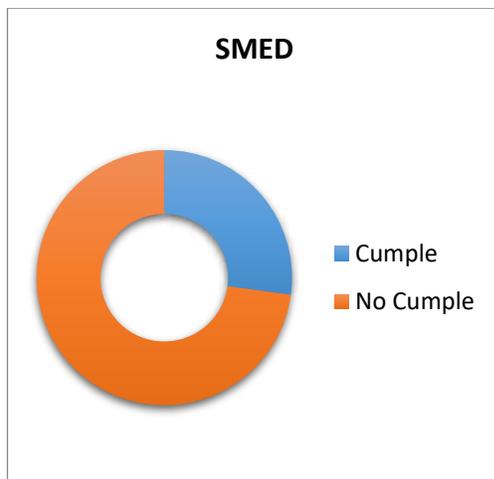
Propia. (2019)



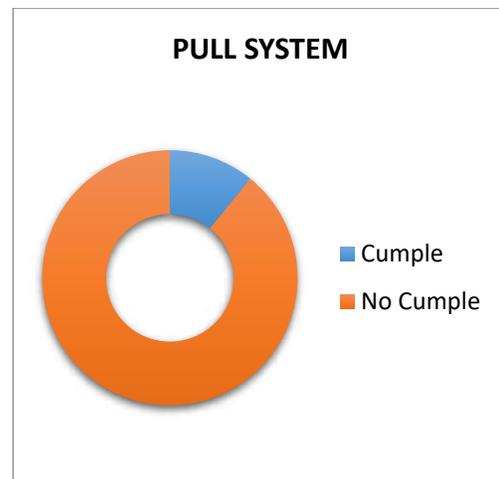
**Figura 13.** Nivel de cumplimiento Poka Yoke. Elaboración propia (2019)



**Figura 15.** Nivel de cumplimiento actual TPM. Elaboración propia (2019)



**Figura 14.** Nivel de cumplimiento actual SMED. Elaboración propia (2019)



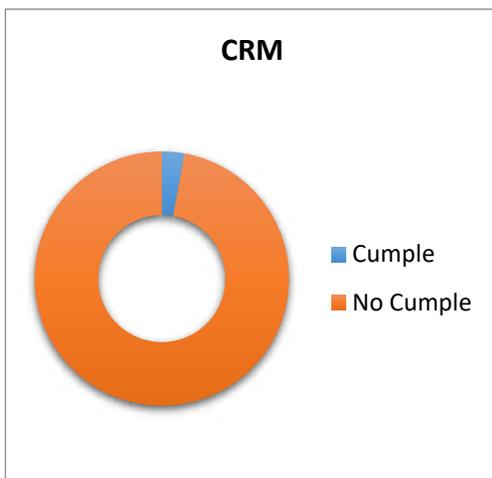
**Figura 16.** Nivel de cumplimiento actual Pull system. Elaboración propia (2019)



**Figura 17.** Nivel de cumplimiento actual Balanceado de la producción. Elaboración propia (2019)



**Figura 19.** Nivel de cumplimiento actual Comunicación y cultura. Elaboración propia (2019)



**Figura 18.** Nivel de cumplimiento actual CMR. Elaboración propia (2019)

## 5.2 Selección y asignación de las herramientas lean

Analizando la información recopilada y comparándola con las problemáticas que hay actualmente dentro de la compañía, se llegó a la conclusión de que las herramientas que se van a emplear como base para proponer alternativas de mejora mediante el plan son: 5'S,

Estandarización del Trabajo, SMED, TPM y CRM. En la siguiente tabla podemos observar dichas herramientas.

Tabla 2.

*Herramientas Lean Manufacturing*

<b>Herramientas Lean Manufacturing</b>	
<b>Sistemas visuales 5's y organización del puesto de trabajo</b>	Seiri (Clasificar)
	Seiton (Organizar)
	Seiso (Limpiar)
	Seiketsu (Mantener)
	Shitsuke (Disciplinar)
<b>Estandarización del trabajo</b>	Diseñar hojas de trabajo para cada operación
<b>Smed</b>	Organización de herramientas Tablero de herramientas
<b>Tpm</b>	Pilar de mantenimiento planificado Plan de mantenimiento preventivo Hojas de vida para maquinas internas Gamas de mantenimiento para maquinas internas
<b>Crn</b>	Base de datos para los clientes

*Nota.* Fuente propia.

Con las herramientas mencionadas se tiene como objetivo diseñar el plan que permitirá contrarrestar y atacar las principales problemáticas encontradas, esto siempre y cuando la compañía decida implementarlo.

Para el correcto desarrollo y funcionamiento de estas herramientas no solamente es necesaria su aplicación, la compañía debe adquirir una cultura Lean empezando desde la gerencia y dirigiéndola a todas las áreas tanto administrativas como productivas, en donde es fundamental mantener una estandarización de todos los procesos que se pretenden realizar mediante la aplicación de las herramientas, enfocándose siempre en mejorar los niveles de desempeño de los servicios prestados.

## 6. Herramienta 5s

Mediante el desarrollo de esta técnica no solo se beneficia el cliente, sino también aquellas personas que realizan las labores productivas dentro de la compañía, puesto que esta técnica permite una mayor eficiencia a la hora de desarrollar cualquier actividad, ya que resulta más sencillo disponer de todos los equipos y herramientas necesarias. Adicional a esto proporciona seguridad, evitando accidentes ocasionados por el mal uso de las instalaciones o el desorden en general.

### 6.1 Seiri: clasificar

Se busca eliminar y reubicar de las áreas de trabajo todos aquellos elementos que no sean estrictamente necesarios para el desarrollo de cada una de las tareas dentro de la misma. De igual manera dentro de este punto se debe identificar las áreas que requieren ser limpiadas

Se presenta a continuación con la figura 20 y figura 21, el formato utilizado para identificar aquellos elementos que se requieren eliminar, reubicar, limpiar u organizar dentro del plan.

TARJETA ROJA			
MARCAR [X]			
ITEM	1. Material productivo	2. Maquina o Equipo	3. Pieza
	4. Herramienta	5. Otros	
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO			
CAUSA	1. No es necesario	2. De minimo uso	3. En exeso
	4. Otros		
AREA			
DESTINO OBJETO	1. Descartar/Desechar	2. Reubicar en área	3. Stock
	4. Otros		
FECHA DE TARJETEO			FECHA DE SOLUCIÓN
RESUELTO ?	SI	NO	
N° De Tarjeta			

**Figura 20.** Tarjeta roja para clasificación 5's. Elaboración propia (2019)

TARJETA AMARILLA			
MARCAR [X]			
CATEGORIA LIMPIEZA	1. Agua	5. Limaduras corte	9 Otros
	2. Aceite	6. Arena	
	3. Polvo	7. Material/producto	
	4. Oxido	8. Condiciones área	
DESCRIPCIÓN PROBLEMA			
ACCIÓN CORRECTIVA			
FECHA DE TARJETEO		FECHA DE SOLUCIÓN	
RESUELTO ?	SI	NO	
N° De Tarjeta			

**Figura 21.** Tarjeta roja para clasificación 5's. Elaboración propia (2019)

### 6.1.1 Aspectos por revisar en la empresa.

1. En cada una de las áreas se identificaron elementos que en algún momento fueron útiles (Piezas y herramientas) pero que en el proceso actual obstaculizan y no permiten el desarrollo correcto y óptimo de las tareas.



**Figura 22.** Tarjeteo. Elaboración propia (2019)

- Existen en el almacén retazos de láminas que no han sido utilizadas pero se mantienen guardadas con el fin de que en algún momento llegaran a ser útiles.



**Figura 23.** Tarjeteo. Elaboración propia (2019)

- En las áreas de producción se presentan residuos correspondientes a cada uno de los procesos tales como: Recipientes, limaduras de material, retazos.



**Figura 24.** Tarjeteo. Elaboración propia (2019)

4. Para todas las áreas de trabajo se observa exceso de suciedad (Grasas, polvo, agua, recipientes de alimentos y bebidas)



**Figura 25.** Tarjeteo. Elaboración propia (2019)

### 6.1.2 Acciones.

En el desarrollo de la revisión e identificación, colocar una ficha de color rojo diligenciada con la información necesaria que permita distinguir entre un elemento a ser eliminado o reubicado, y el área al cual pertenece. Al igual que colocar una ficha de color amarilla para distinguir las superficies, equipos y herramientas que requieran limpieza y organización.

1. Revisar cada uno de los elementos que se encuentran ubicados en las áreas de trabajo dentro de la planta y estantería del almacén.
2. Identificar que elementos existen sobre los escritorios del almacén y oficina administrativa, al igual que entre sus cajones.
3. Revisión de documentos y papelería que se encuentren dentro de carpetas y archivadores
4. Identificar cada uno de los elementos, equipos y herramientas a ser aseados.

### 6.2 Seiton: organizar

Se debe establecer las áreas y puestos de trabajo de aquellos elementos que se clasificaron con la tarjeta roja y eliminarlos en el caso de que aplique.

### 6.2.1 Aspectos por revisar en la empresa.

1. Visualmente se identifica que las herramientas utilizadas siempre se encuentran sobre los equipos y máquinas sin un lugar en específico.



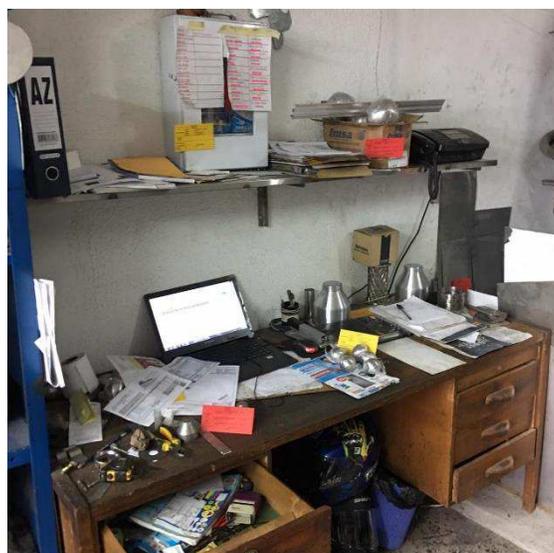
**Figura 26.** Tarjeteo. Elaboración propia (2019)

2. Se consulta el manejo de las herramientas con los operarios y se identifica que en los puestos o mesas de trabajo las herramientas son organizados sin un lugar establecido, en ocasiones permanecen sobre los puestos. Para los equipos utilizados se evidencia que permanecen todo el día sobre el puesto sea utilizado o no; al finalizar el día puede ser guardado en uno de los gabinetes.



**Figura 27.** Tarjeteo. Elaboración propia (2019)

3. Se presenta desorden de papeles, piezas en el escritorio del almacén y en cuanto a las oficinas administrativas se están almacenando máquinas y estructuras para la venta.



**Figura 28.** Tarjeteo. Elaboración propia (2019)

4. Se evidencia que para algunas áreas se encuentra maquinarias y puestos de trabajo que obstaculizan el desplazamiento y generan riesgos de accidentes.



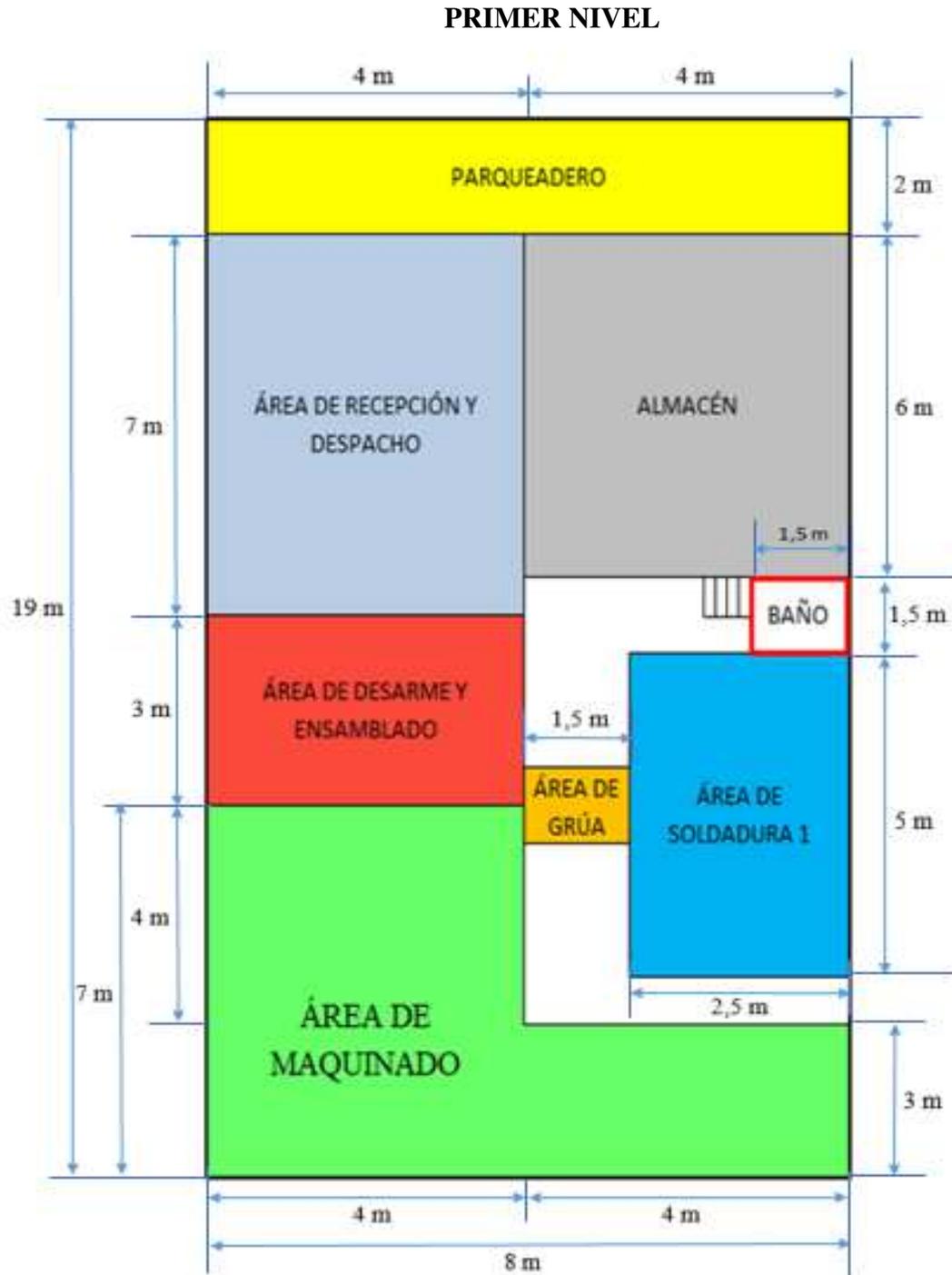
**Figura 29.** Tarjeteo. Elaboración propia (2019) **Figura 30.** Tarjeteo. Elaboración propia (2019)

### 6.2.2 Acciones

Con la previa clasificación e identificación, se establecerán las acciones correctivas para este punto dentro de la herramienta 5's.

1. Determinar los espacios con los que cuenta cada una de las áreas y puestos de trabajo con el fin de determinar la sección de almacenamientos de los elementos a organizar o reubicar.
  - En las mesas de trabajo se requiere instalar el tablero de herramientas para cada una de estas. Esto reduce el tiempo de desplazamiento y búsqueda de los implementos para el desarrollo de la operación.
  - Piezas y repuestos deben estar debidamente identificados y establecidos en las repisas y gabinetes. Estos ubicados en lugares de fácil acceso
2. Manejo de inventarios de las herramientas, equipos, maquinaria, repuestos y piezas. Ubicarlos según proceso de las áreas de tal manera que no se intervenga en el flujo normal del material y reduzca tiempos de desplazamiento.

Para tener una idea más clara sobre el despiece de las áreas junto con la ilustración de cómo deben estar organizadas para tener un óptimo funcionamiento, en la siguiente figura se puede evidenciar como se encuentran distribuidas cada una de las áreas dentro de la compañía, tanto en el primer nivel como en el segundo.



**Figura 31.** Distribución de las áreas en la empresa primer nivel. Elaboración propia. (2019)

## SEGUNDO NIVEL

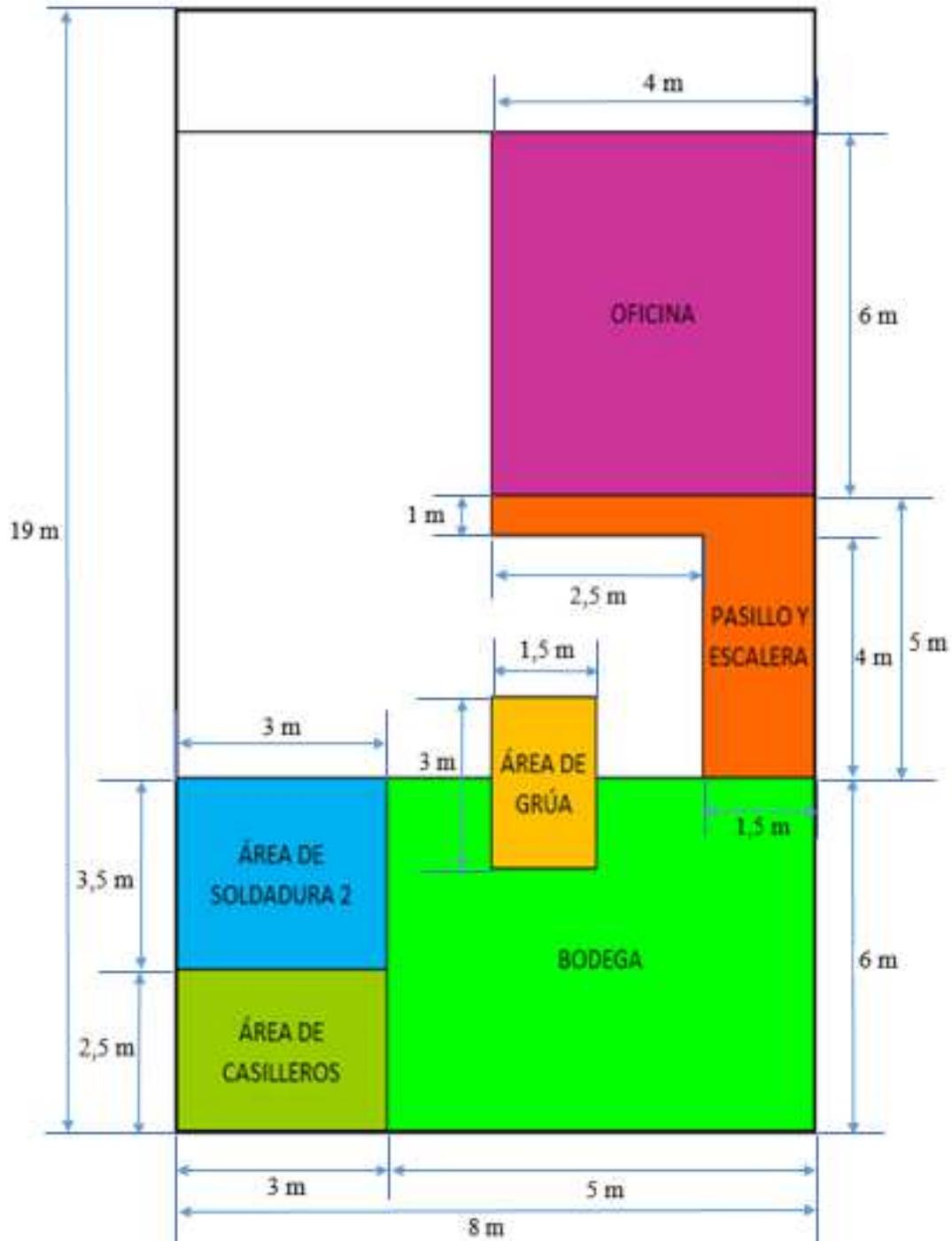
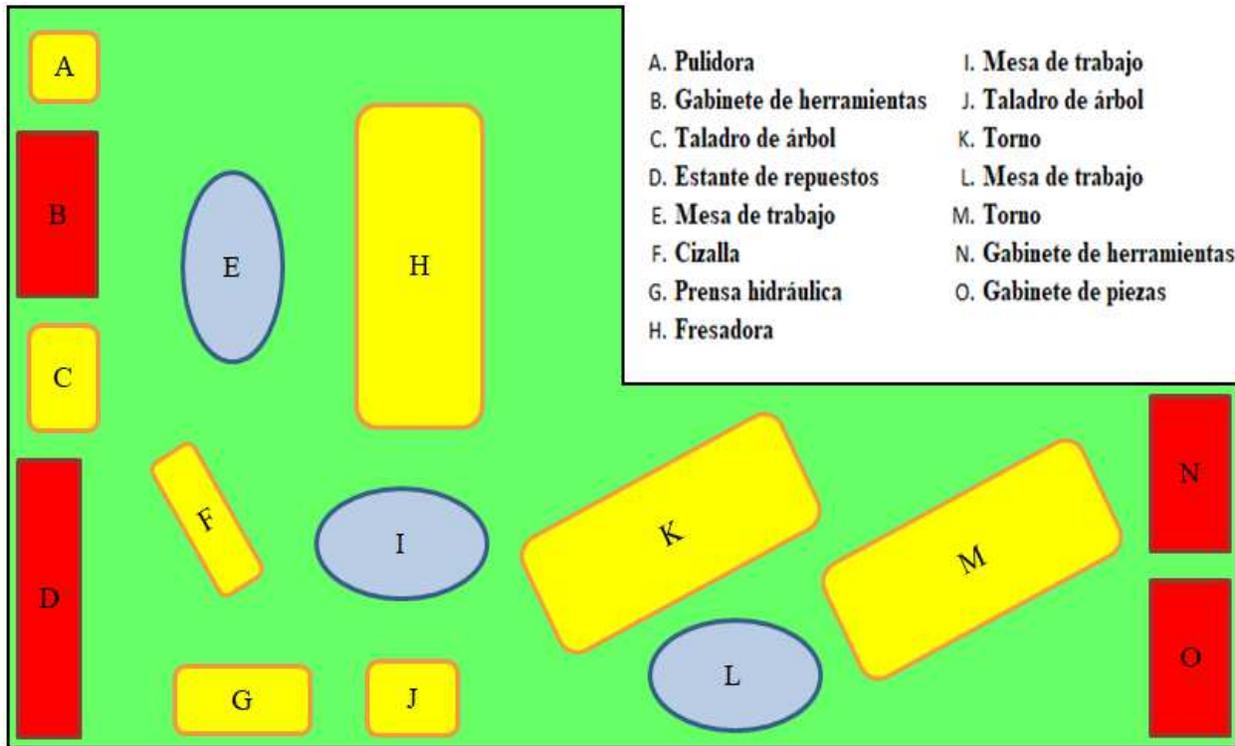
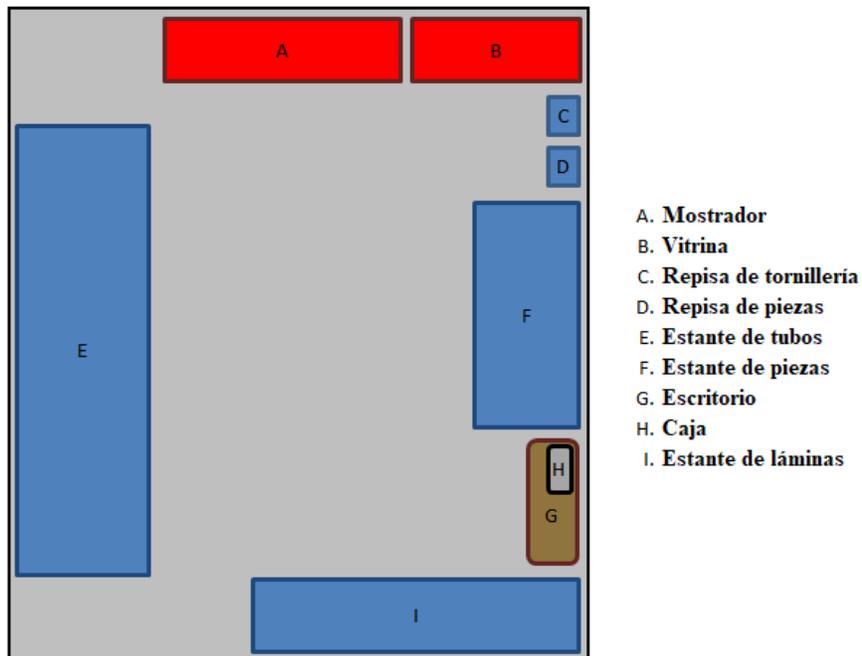


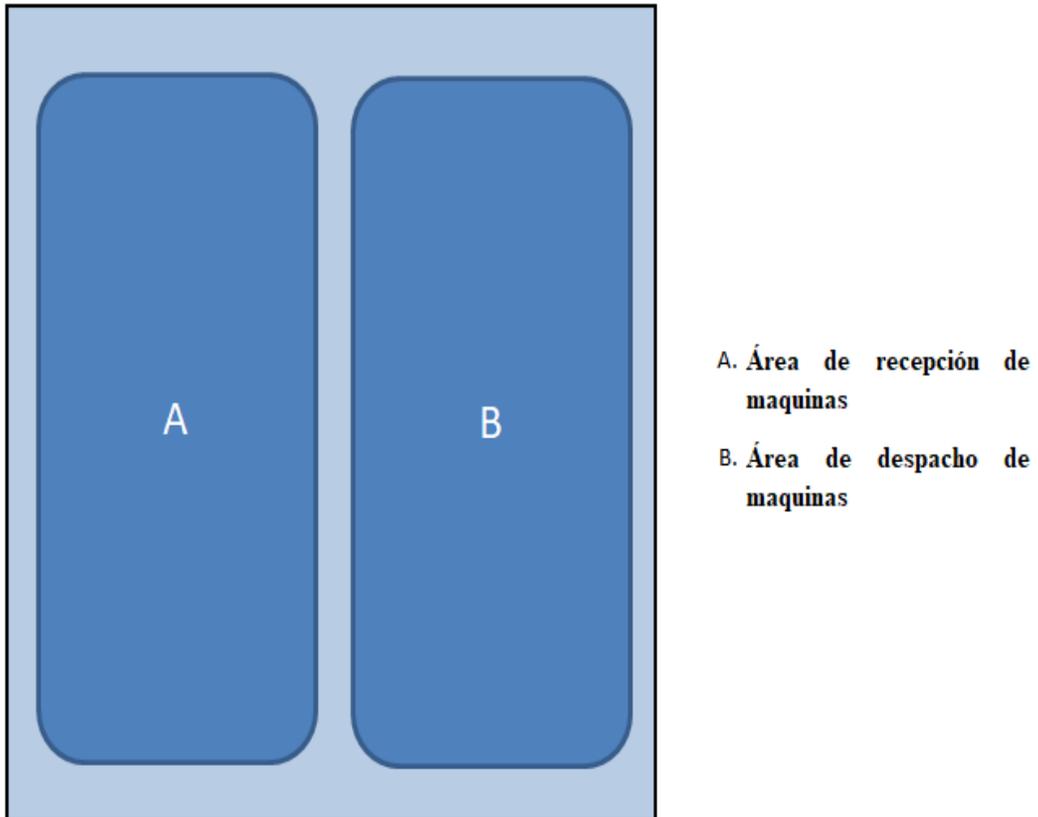
Figura 32. Distribución de las áreas en la empresa segundo nivel. Elaboración propia. (2019)



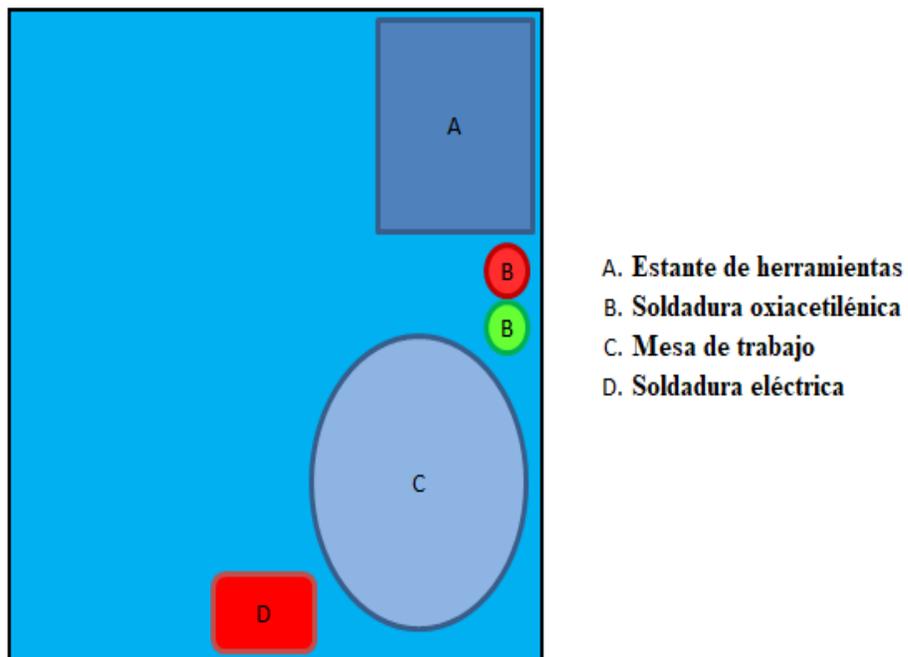
**Figura 33.** Área de maquinado. Elaboración propia. (2019)



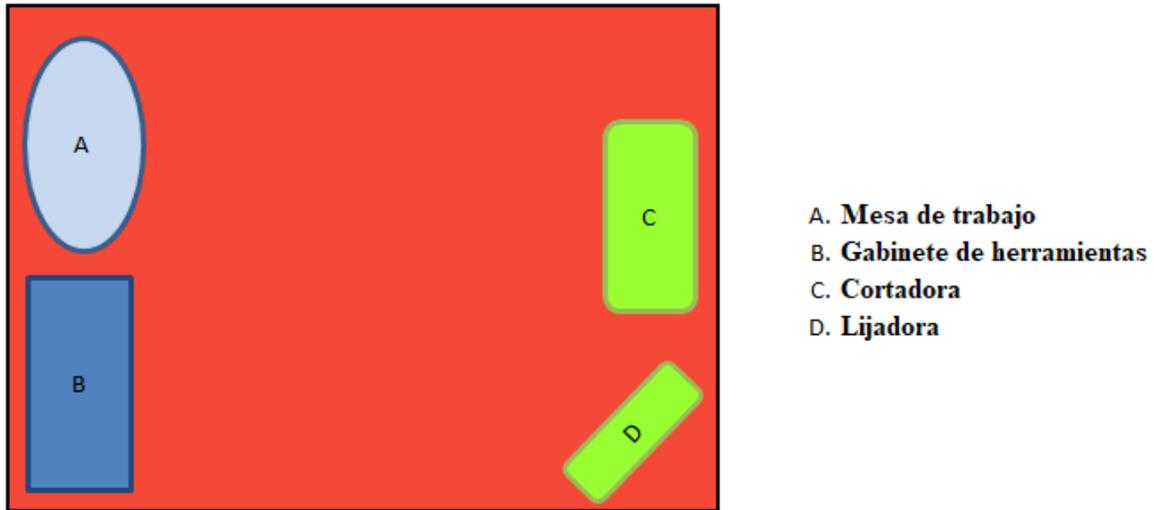
**Figura 34.** Almacén. Elaboración propia. (2019)



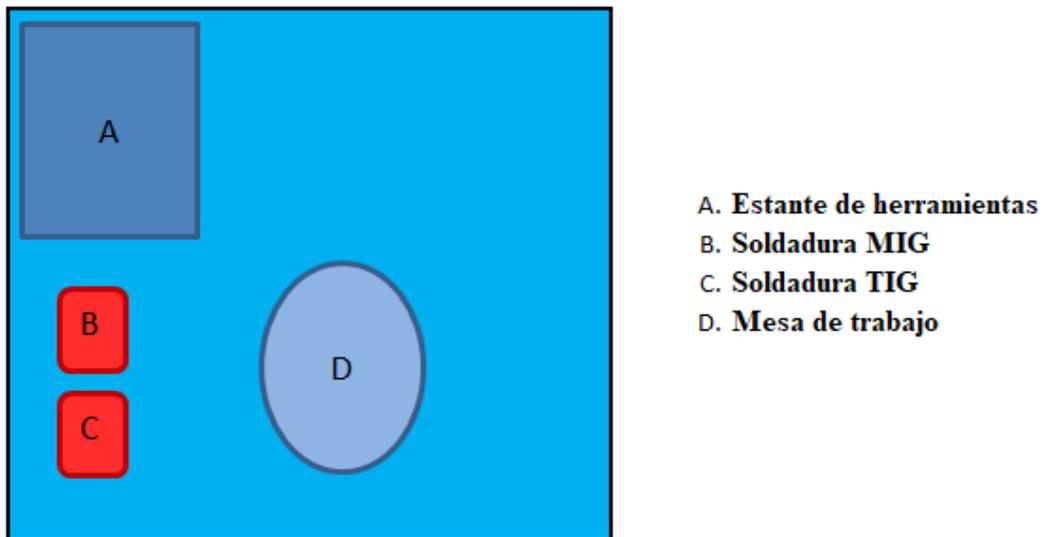
**Figura 35.** Área de recepción y despacho. Elaboración Propia. (2019)



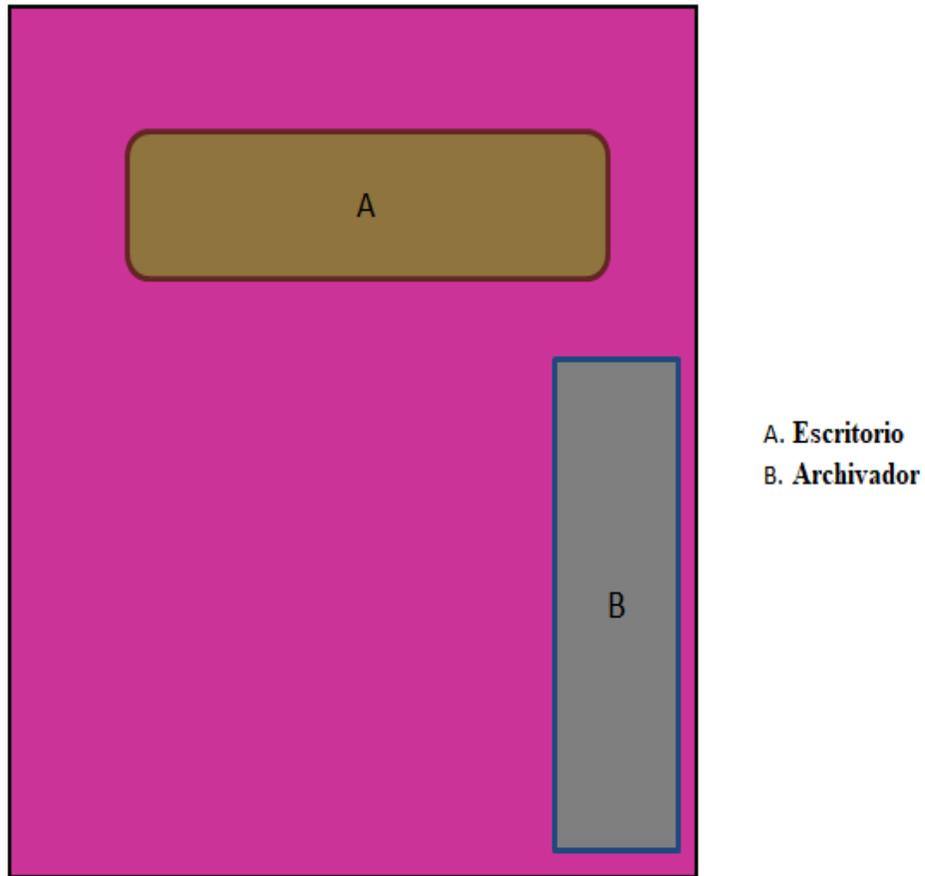
**Figura 36.** Área de soldadura 1. Elaboración Propia. (2019)



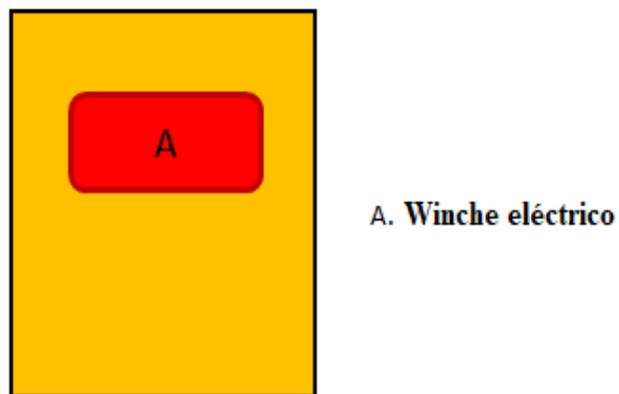
**Figura 37.** Área de desarmado y ensamble. Elaboración Propia. (2019)



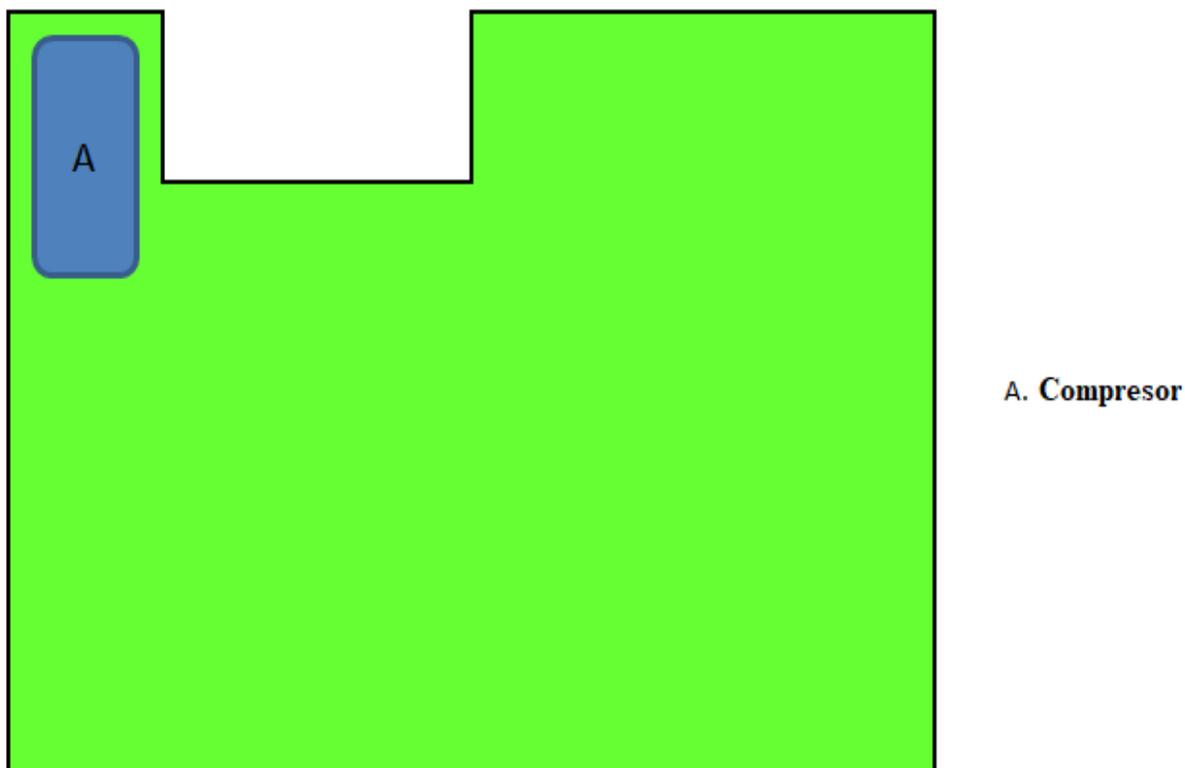
**Figura 38.** Área de soldadura 2. Elaboración Propia. (2019)



**Figura 39.** Oficina. Elaboración Propia. (2019)



**Figura 40.** Área de grúa. Elaboración Propia. (2019)



**Figura 41.** Bodega. Elaboración Propia. (2019)

### **6.3 Seiso: limpiar**

Con la previa clasificación por medio de las tarjetas amarillas, se establecen las acciones correctivas para el punto de limpieza dentro de la herramienta 5's.

#### **6.3.1 Aspectos por revisar en la empresa.**

1. En general la empresa no cuenta con un programa de aseo, que permita mantener las instalaciones aseadas constantemente.
2. No existe la conciencia o cultura de disponer de un tiempo dentro de la jornada para la limpieza las áreas y equipos, esto aumenta el tiempo de los procesos ya que hasta que existe un exceso de los residuos no se retiran.

3. No existe un lugar definido para los residuos que generan los procesos sean dispuesto, y el lugar utilizado está ubicado en la zona de recepción y despacho. Donde visualmente es desagradable y obstaculiza la entrada.

### **6.3.2 Acciones.**

1. Realizar jornada de aseo general, en donde las áreas queden tal cual se quiere y se deben mantener.
2. Crear en cada uno de los empleados el hábito de mantener sus puestos de trabajo en las condiciones óptimas y adecuadas; proporcionándoles capacitación y elementos necesarios para llevar a cabo el proceso.
3. Planear las jornadas de limpieza periódicas, en donde se indiquen las responsabilidades para cada uno de los empleados, por puestos de trabajo y áreas.
4. Organizar archivador de documentos diariamente para no generar acumulación de papelería en los puestos de trabajo administrativos.

### **6.4 Seiketsu: mantener**

Se deben desarrollar las condiciones necesarias que permitan mantener los avances con las 3's anteriormente descritas.

#### **6.4.1 Aspectos por revisar en la empresa.**

1. Ninguno de los empleados organiza o limpia su propio puesto de trabajo.
2. La directiva de la empresa no demuestra ejemplo que permita exigir en algún momento orden o aseo en las áreas de trabajo.

#### **6.4.2 Acciones.**

1. Previamente aplicadas y en funcionamiento los puntos anteriores de la herramienta, se deben establecer responsabilidades y tareas a cada uno de los empleados en relación a la limpieza y procesos de mantenimiento autónomo.
2. Implementar la aplicación de las anteriores 3's en los procesos diarios. Estandarizando los niveles de limpieza, teniendo en consideración la opinión del personal. Lo anterior con el fin de facilitar el proceso de aseo.

#### **6.5 Shitsuke: disciplinar**

Crear compromiso en los empleados para la aplicación de los 4 puntos anteriores.

##### **6.5.1 Aspectos a revisar en la empresa.**

1. Al no tener por parte de los directivos conciencia de limpieza no se trasmite la disciplina de crear orden y limpieza. Por lo que no existen campañas que lleguen de manera asertiva al personal sobre el cuidado, limpieza y mantenimiento autónomo de todos los equipos y herramientas.

##### **6.5.2 Acciones.**

1. Las directivas en conjunto con el personal operativo deben compartir la misma visión y así crear la conciencia de mantener todos los avances obtenidos, haciendo entender que de esta manera debe funcionar.
2. Proporcionar entrenamientos, formaciones y ejemplo en todo lo anteriormente ya mencionado.

## 6.6 Plan de auditoría 5's

Es necesario para las dos últimas "S's" crear un plan de auditoría interna realizada por los mismos empleados, que permita evaluar mediante datos numéricos el cumplimiento de los parámetros de mejora establecidos por la herramienta 5's para cada área de trabajo. Si los datos obtenidos llegasen a estar en un nivel muy bajo, el operario responsable de cada área deberá realizar un plan de acción que permita contrarrestar dicho resultado, se determinará si fueron eficientes los resultados del plan de acción por medio de la siguiente auditoría.

Mediante estas auditorías se pretende:

- Medir el nivel actual de desempeño de la herramienta 5's para evaluar su evolución posteriormente.
- Verificar la aplicación de los métodos de mejora de las 5' para compararlos con la meta establecida.
- Desarrollar guías para futuras retroalimentaciones en las correspondientes evaluaciones del plan de implementación de la herramienta.

La calificación que se obtiene mediante la aplicación de la auditoría se establece por un cuestionario, el cual está conformado por una serie de preguntas correspondientes a cada "S's". Estas preguntas son de tipo SI/NO, en donde cada "SI" cuenta como 1 punto y cada "NO" como 0 puntos.

La encuesta para el desarrollo de la auditoría se puede visualizar en el anexo 3.

Una vez realizada la encuesta perteneciente a la auditoría, los datos obtenidos deberán ser digitados y tabulados en la tabla Formato de Auditoría diseñada específicamente para este proceso. Visualizar figura 42.

INDUSTRIAS METÁLICAS <b>H E V I C A</b>		<b>FORMATO DE AUDITORÍA 5'S</b>	
<b>Área auditada</b>		<b>Calificación auditoria 5's</b>	
<b>Auditor</b>			
<b>Fecha de auditoria</b>			
<b>5'S</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	
S1	Seiri (Clasificar)		
S2	Seiton (Organizar)		
S3	Seiso (Limpiar)		
S4	Seiketsu (Mantener)		
S5	Shitsuke (Disciplinar)		

**Figura 42.** Formato de auditoria 5'S. Elaboración Propia. (2019)

Para tener un seguimiento efectivo sobre la implementación y adaptación de la herramienta 5'S dentro de la compañía, es necesario que estas auditorías sean realizadas cada dos semanas en todas las áreas por los mismos empleados que en su debido momento harán el papel de auditores 5'S.

En la figura 43, se puede evidenciar cada área junto con su respectivo responsable, y en la figura 44, se encuentran estipulado el cronograma tentativo con las fechas en las que deben ser realizadas las auditorías y quien será el auditor encargado.

INDUSTRIAS METÁLICAS <b>H E V I C A</b>		<b>PLAN DE AUDITORÍA 5'S</b>
<b>Área</b>	<b>Encargado</b>	
Recepción	Beatriz Castillo	
Ensamble	Oscar Javier Martin	
Maquinado	Ramiro Valderrama	
Soldadura	Gilberto Bermudez	

**Figura 43.** Áreas de la compañía y sus encargados. Elaboración Propia. (2019)

INDUSTRIAS METÁLICAS H E V I C A		CRONOGRAMA PLAN DE AUDITORÍA 5'S																							
Auditor	Encargado	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Ramiro Valderrama	X								X								X							
2	Oscar Javier Martin			X								X								X					
3	Beatriz Castillo					X								X								X			
4	Gilberto Bermudez							X								X									X

INDUSTRIAS METÁLICAS H E V I C A		CRONOGRAMA PLAN DE AUDITORÍA 5'S																							
Auditor	Encargado	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Ramiro Valderrama	X								X								X							
2	Oscar Javier Martin			X								X								X					
3	Beatriz Castillo					X								X								X			
4	Gilberto Bermudez							X								X									X

Figura 44. Cronograma plan de auditorías. Elaboración Propia. (2019)

Para que el auditor encargado pueda llevar un control en cada auditoria, se diseñó como ejemplo un estándar del puesto de trabajo de tres puestos distintos, los cuales sirven como modelo a evaluar, ya que cada uno cuenta con información básica y una ilustración de cómo debe estar organizado dicho puesto de trabajo.

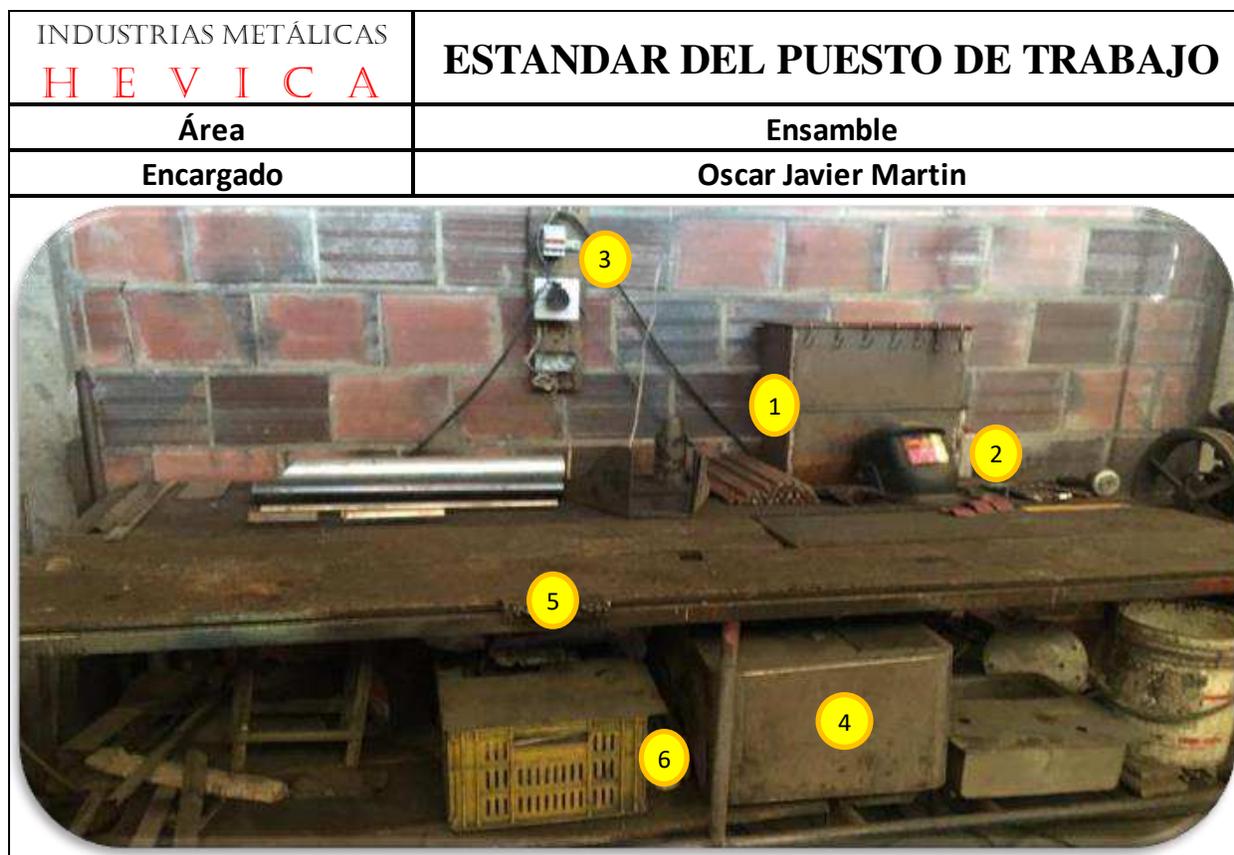
A continuación, se muestran estos ejemplos.



**Figura 45.** Estándar del puesto de trabajo del área de soldadura. Elaboración Propia. (2019)

N°	Elemento
1	Careta para soldar
2	Equipo de soldadura MIG
3	Herramienta puesto de trabajo
4	Pistola para soldadura MIG
5	Breaker eléctrico equipo de soldadura
6	Mesa de trabajo

**Figura 46.** Elementos del puesto de trabajo área de soldadura. Elaboración Propia. (2019)



**Figura 47.** Estándar del puesto de trabajo del área de maquinado. Elaboración Propia. (2019)

N°	Elemento
1	Gabeta de herramientas
2	Equipo de seguridad puesto de trabajo
3	Breaker eléctrico puesto de trabajo
4	Gabeta de repuestos
5	Mesa de trabajo
6	Canasta de utillaje puesto de trabajo

**Figura 48.** Elementos del puesto de trabajo área de maquinado. Elaboración Propia. (2019)



**Figura 49.** Estándar del puesto de trabajo del área de recepción. Elaboración Propia. (2019)

N°	Elemento
1	Computador puesto de trabajo
2	Silla en orden
3	Cajones limpios
4	Cesta de basura de escritorio
5	Porta documentos

**Figura 50.** Elementos del puesto de trabajo área de recepción. Elaboración Propia. (2019)

### 6.7 Indicadores 5s

Mediante la información recolectada en la aplicación del plan de auditoria, se generará el indicador que permita monitorear el cumplimiento y evolución de la aplicación de las 5S's. Esto con el fin de identificar aspectos que permitan tomar acciones correctivas a futuro y tener implementado en su totalidad dos de las S's más importantes dentro de la herramienta (Disciplinar y Mantener).

El indicador va a tomar la información de los resultados obtenidos mediante la aplicación del plan, donde el objetivo es lograr un 100% en el cumplimiento de cada una de las 5S's en el periodo establecido de dicha auditoria. Cada encuesta consta de 5 preguntas, las cuales se responde con SI ó NO; donde la primera tiene un valor de 1 y la segunda de 0 respectivamente.

De igual manera cada pregunta tiene un porcentaje asignado que corresponde al 20%, la suma de estos porcentajes es igual al 100%, esto un escenario donde se cumplan todos los aspectos evaluados en el plan.

Posteriormente se genera un indicador general que indique el nivel de cumplimiento de la herramienta 5S's. Lo anterior es posible ya que cada una de las encuestas de las S's tiene un porcentaje asignado correspondiente al 20% donde la suma de estos porcentajes es de 100%, esto en un escenario donde todas las encuestas tengan de igual manera un cumplimiento del 100%.

La siguiente formula corresponde

**Variables:**

$$S_n = \sum_{n=i} (P_n * I_n) \quad (1)$$

$S_n$  = Porcentaje de cumplimiento por cada una de las 5S's.

- ✓  $P_n$  = Valor de cada pregunta (1 ó 0).
- ✓  $I_n$  = Porcentaje de cada pregunta de cada encuesta.
- ✓  $n$  = Número de la pregunta (1,2,3,.....n)

$$N_n = \sum_{m=i} (S_n * T_m) \quad (2)$$

$N_n$  = Indicador de cumplimiento para herramienta 5S's

- ✓  $T_m$  = Porcentaje cada encuesta.
- ✓  $m$  = Número de cada una de las 5S's (1(Seiri), 2(Seiton), 3(Seiso), 4(Seiketsu), 5(Shitsuke))

**Ejemplo:**

Asuma que la encuesta de Seiri (Clasificar) se encuentra conciliada a continuación.

Tabla 1

Ejemplo resultado encuesta Seiri (Clasificar)

<b>Seiri (Clasificar)</b>		
<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta [Si (1) / No (0)]</b>	<b>Porcentaje</b>
1	1	20%
2	0	0%
3	1	20%
4	0	0%
5	1	20%
<b>Total</b>		<b>60%</b>

**Nota:** Fuente propia, datos no reales.

La aplicación de la formula #1 para los resultados de la tabla 1 arroja un cumplimiento del 60%. A continuación, se muestra el desarrollo.

$$S_n = (1 \times 0,2) + (0 \times 0,2) + (1 \times 0,2) + (0 \times 0,2) + (1 \times 0,2)$$

$$S_n = 0,6$$

Ahora suponga que los resultados de cumplimiento de las otras 5S's incluyendo el valor obtenido anteriormente corresponden al 60%, 80%, 40%, 60% y 80% respectivamente. Para generar el indicador de cumplimiento de gamas en general y se debe aplicar la formula #4. A continuación se muestra el desarrollo de esta.

$$N_n = (0,6 \times 0,2 + 0,8 \times 0,2 + 0,4 \times 0,2 + 0,6 \times 0,2 + 0,8 \times 0,2) \times 100\%$$

$$N_n = (0,64) \times 100\%$$

$$N_n = 64\%$$

Lo anterior quiere decir que para el periodo de aplicación de auditoria establecido existe un nivel de cumplimiento correspondiente al 64%, lo cual permite enfocarse en los aspectos que comprenden el 36% restante con el fin de que el indicador a futuro sea del 100%.

## 7. Estandarización del trabajo

Con el fin de comprender el funcionamiento de la hoja de trabajo estandarizado es importante conocer cada una de las partes que la componen:

- A. LOGO: Corresponde a un identificador visual, el cual trasmite sentido de pertenencia al documento.
- B. TÍTULO DOCUMENTO: corresponde a una palabra o frase corta que identifique el formato a diligenciar para este formato el título es: “HOJA DE TRABAJO ESTANDAR”
- C. ÁREA: Según las áreas ya establecidas en la descripción de la herramienta 5’s, se debe diligenciar este campo con el área al cual corresponde el trabajo o tarea a estandarizar.
- D. DEPARTAMENTO: Este campo permite identificar a que departamento corresponde la tarea, ya sea administrativo, ventas, planta o producción.
- E. ENCARGADO: Este campo se diligencia con el nombre de empleado que se encuentra a cargo del proceso o tarea a estandarizar.
- F. PROCESO: Este campo se diligencia con la descripción en 1 o 2 palabras del proceso al cual corresponde la tarea o trabajo ha estandarizar.
- G. REVISADO POR: Este campo debe contener la información de quien hizo o hará el proceso de estandarización.
- H. OPERACIÓN ACTUAL: Es la descripción corta de la tarea o trabajo ha estandarizar en la actual hoja.
- I. OPERACIÓN SIGUIENTE: Es la descripción corta de la tarea o trabajo ha estandarizar en la siguiente hoja y es consecuente a la “OPERACIÓN ACTUAL”.

- J. **ILUSTRACIÓN:** Corresponde a la imagen o imágenes de la operación para lograr identificar visualmente este.
- K. **DESCRIPCIÓN DE LA OPERACION:** Se describe de forma detallada la tarea o trabajo que conforma dicha operación.
- L. **PASO PRINCIPAL:** Corresponde a la acción inicial para el desarrollo de la tarea o trabajo.
- M. **PUNTO CLAVE:** Se refiere a la acción más importante o de cuidado dentro del desarrollo de la tarea o trabajo
- N. **MOTIVO:** Se describe de forma breve la razón por la cual se realiza dicha tarea o trabajo
- O. **PIEZAS/REPUESTOS UTILIZADOS:** Como su nombre lo indica se relacionan las piezas o repuestos que fueron utilizados para el desarrollo de toda la operación.
- P. **HERRAMIENTAS UTILIZADAS:** Como su nombre lo indica se relacionan las herramientas que fueron utilizados para el desarrollo de toda la operación.
- Q. **EQUIPO DE SEGURIDAD:** Como su nombre lo indica se relaciona todo el equipo de seguridad es requerido para el desarrollo de toda la operación

En la figura 51, se puede apreciar el formato que se diseñó para estandarizar algunos de los procesos productivos dentro de la compañía, relacionados con los mantenimientos que se realizan a las máquinas que llegan periódicamente.

Posterior a este formato, se muestran algunos ejemplos de su implementación dentro de los procesos de mantenimiento de 3 máquinas distintas.



INDUSTRIAS METALICAS <b>H E V I C A</b>		HOJA DE TRABAJO ESTANDAR				FECHA 01/03/2019	
ÁREA	Maquinado	DEPARTAMENTO	Producción	DATOS DEL EQUIPO	Horno ahumador		
ENCARGADO	Ramiro Valderrama	PROCESO	Mantenimiento Preventivo	REVISADO POR	Hector Villamil		
OPERACIÓN ACTUAL	Mantenimiento motor eléctrico	SIGUIENTE OPERACIÓN	Mantenimiento panel de control				
ILUSTRACIÓN	No.	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	PASO PRINCIPAL	PUNTO CLAVE	MOTIVO	TIEMPO	
	1	Retirar fuente de corriente principal para proceder a realizar el mantenimiento general.	Desconectar el equipo		Seguridad	0.1 Min	
	2	Abrir compuerta de motor eléctrico para revisarlo.	Abrir compuerta		Inspección	0.05 Min	
	3	Revisar componentes eléctricos y mecánicos del motor eléctrico del horno ahumador.	Revisar motor	Utilizar multímetro	Inspección	20 Min	
	4	Reemplazar los rodamientos internos del motor eléctrico.	Cambiar rodamientos	Retirar cubierta del motor	Funcionalidad	25 Min	
	5	Hacer limpieza superficial con químico limpiador para retirar polvo y demás agentes de suciedad que tenga el motor.	Limpiar motor	Usar químico de limpieza	Calidad	5 Min	
							
							
	<b>No.</b>	<b>PIEZAS/REPUESTOS UTILIZADOS</b>	<b>HERRAMIENTAS UTILIZADAS</b>		<b>EQUIPO DE SEGURIDAD</b>		
	2		Desarmador de pala		Guantes y gafas.		
	3		Multímetro, desarmador de estrella		Guantes y gafas.		
	4	Rodamientos	Desarmador, pinzas, grasa, llave hexagonal 5mm		Guantes y gafas.		
	5		Químico limpiador		Guantes, gafas y tapa bocas		

Figura 52. Hoja de trabajo estándar Horno Ahumador 1. Elaboración Propia. (2019)

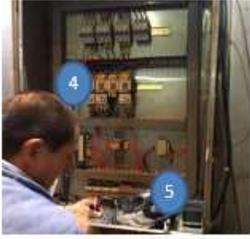
INDUSTRIAS METALICAS <b>H E V I C A</b>		HOJA DE TRABAJO ESTANDAR				FECHA	
						01/03/2019	
ÁREA	Maquinado	DEPARTAMENTO	Producción	DATOS DEL EQUIPO	Horno ahumador		
ENCARGADO	Ramiro Valderrama	PROCESO	Mantenimiento Preventivo	REVISADO POR	Hector Villamil		
OPERACIÓN ACTUAL	Mantenimiento panel de control	SIGUIENTE OPERACIÓN		Mantenimiento sistema de vapor			
ILUSTRACIÓN	No.	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	PASO PRINCIPAL	PUNTO CLAVE	MOTIVO	TIEMPO	
	1	Conectar el horno ahumador a una fuente eléctrica.	Conectar el equipo		Seguridad	0.1 Min	
	2	Retirar pasador y seguro de la cubierta del panel de control para realizar mantenimiento eléctrico.	Abrir compuerta		Inspección	4 Min	
	3	Revisar componentes eléctricos del panel de control y con ayuda del multímetro revisar el voltaje de cada una de las fases eléctricas.	Revisar panel de control	Utilizar multímetro	Inspección	50 Min	
	4	Desconectar y limpiar todos los contactos, pallas y masas, utilizando limpia contactos y revisar el estado del cableado.	Limpiar conexiones		Funcionalidad	15 Min	
	5	Cambiar los contactores, relés y cableado eléctrico del panel de control, que se consideren necesarios.	Reemplazar elementos eléctricos	Aislar conexiones	Funcionalidad	45 Min	
	No.	PIEZAS/REPUESTOS UTILIZADOS	HERRAMIENTAS UTILIZADAS		EQUIPO DE SEGURIDAD		
	2		Desarmador de estrella		Guantes y gafas.		
	3		Desarmadores, pinzas y multímetro		Guantes y gafas.		
	4		Limpia contactos y desarmador de pala		Guantes, gafas y tapabocas.		
	5	Contactores, relevadores y cable	Desarmador de pala, cinta aislante.		Guantes y gafas.		

Figura 53. Hoja de trabajo estándar Horno Ahumador 2. Fuente Propia. (2019)

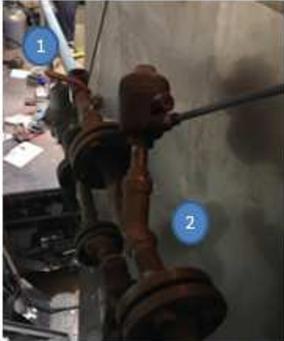
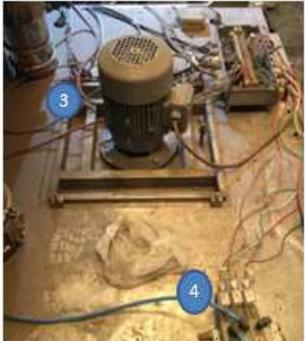
INDUSTRIAS METALICAS <b>H E V I C A</b>		HOJA DE TRABAJO ESTANDAR				FECHA	
						01/03/2019	
ÁREA	Maquinado	DEPARTAMENTO	Producción	DATOS DEL EQUIPO		Horno ahumador	
ENCARGADO	Ramiro Valderrama	PROCESO	Mantenimiento Preventivo	REVISADO POR		Hector Villamil	
OPERACIÓN ACTUAL	Mantenimiento sistema de vapor	SIGUIENTE OPERACIÓN					
ILUSTRACIÓN	No.	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	PASO PRINCIPAL	PUNTO CLAVE	MOTIVO	TIEMPO	
	1	Cerrar la llave principal del sistema de vapor y retirar el tapón de la tubería, utilizando una llave expansiva.	Acceder al sistema de tubería	Utilizar llave expansiva	Seguridad	4 min	
	2	Realizar mantenimiento al sistema de vapor, sondeando la tubería metálica con ayuda de una sonda de 6m.	Sondear la tubería	Utilizar sonda de 6m.	Funcionalidad	10 min	
	3	Hacer limpieza superficial con químico limpiador para retirar polvo y demás agentes de suciedad que tenga la bomba que genera el vapor.	Limpieza de la bomba de vapor	Usar químico de limpieza	Funcionalidad	30 min	
	4	Revisar conexiones eléctricas del mando de control y del panel que controlan el interruptor de la bomba de vapor.	Revisar sistema eléctrico de la bomba	Utilizar multímetro	Inspección	25 min	
							
	No.	PIEZAS/REPUESTOS UTILIZADOS	HERRAMIENTAS UTILIZADAS		EQUIPO DE SEGURIDAD		
	1		Llave expansiva		Guantes y gafas.		
	2		Sonda de 6m		Guantes, gafas y tapa bocas.		
	3		Químico limpiador		Guantes, gafas y tapa bocas		
	4		Multímetro		Guantes y gafas.		

Figura 54. Hoja de trabajo estándar Horno Ahumador 3. Elaboración Propia. (2019)



INDUSTRIAS METALICAS <b>H E V I C A</b>		HOJA DE TRABAJO ESTANDAR				FECHA 01/03/2019	
ÁREA	Maquinado	DEPARTAMENTO	Producción	DATOS DEL EQUIPO	Mezcladora		
ENCARGADO	Ramiro Valderrama	PROCESO	Mantenimiento Preventivo	REVISADO POR	Hector Villamil		
OPERACIÓN ACTUAL	Mantenimiento motor eléctrico	SIGUIENTE OPERACIÓN		Mantenimiento sistema eléctrico mezcladora			
ILUSTRACIÓN	No.	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	PASO PRINCIPAL	PUNTO CLAVE	MOTIVO	TIEMPO	
 	1	Retirar fuente de corriente principal para proceder a realizar el mantenimiento general.	Desconectar el equipo.		Seguridad	0.1 Min	
	2	Abrir compuerta de motor eléctrico para revisarlo.	Abrir compuerta		Inspección	0.05 Min	
	3	Revisar componentes eléctricos y mecánicos del motor de la mezcladora.	Revisar motor	Utilizar multímetro	Funcionalidad	20 Min	
	4	Reemplazar los rodamientos internos del motor eléctrico.	Cambiar rodamientos	Retirar cubierta del motor	Funcionalidad	25 Min	
	5	Hacer limpieza superficial con químico limpiador para retirar polvo y demás agentes de suciedad que tenga el motor.	Limpiar motor	Usar químico de limpieza	Calidad	5 Min	
	No.	PIEZAS/REPUESTOS UTILIZADOS	HERRAMIENTAS UTILIZADAS		EQUIPO DE SEGURIDAD		
	2		Desarmador de estrella		Guantes y gafas.		
	3		Multímetro, desarmador de estrella		Guantes y gafas.		
	4	Rodamientos	Desarmador, pinzas, grasa, llave de cuadrante 5mm		Guantes y gafas.		
	5		Químico limpiador		Guantes, gafas y tapa bocas		

Figura 56. Hoja de trabajo estándar Mezcladora 2. Elaboración Propia. (2019)

INDUSTRIAS METALICAS H E V I C A		HOJA DE TRABAJO ESTANDAR				FECHA		
						01/03/2019		
ÁREA	Maquinado	DEPARTAMENTO	Producción	DATOS DEL EQUIPO	Mezcladora			
ENCARGADO	Ramiro Valderrama	PROCESO	Mantenimiento Preventivo	REVISADO POR	Hector Villamil			
OPERACIÓN ACTUAL	Mantenimiento sistema eléctrico mezcladora	SIGUIENTE OPERACIÓN						
ILUSTRACIÓN	No.	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	PASO PRINCIPAL	PUNTO CLAVE	MOTIVO	TIEMPO		
 	1	Con el equipo apagado y con ayuda de un desarmador, retirar la cubierta que protege la caja del panel de control, para proceder a revisión.	Retirar la tapa del panel de control	Retirar la tapa del panel de control	Seguridad	3 Min		
	2	Revisar componentes eléctricos del panel de control con ayuda del multímetro	Revisar panel de control	Utilizar multímetro	Inspección	25 Min		
	3	Desconectar y limpiar todos los contactos, pachas y masas, utilizando limpia contactos y revisar el estado del cableado.	Limpiar conexiones			Funcionalidad	50 Min	
	4	Cambiar los contactores, relés y cableado eléctrico del panel de control que se consideren necesarios.	Reemplazar elementos eléctricos	Aislar conexiones		Funcionalidad	15 Min	
	5	Colocar nuevamente la cubierta del panel de control luego de finalizada la revisión.	Colocar cubierta del panel de control			Funcionalidad	3 Min	
	No.	PIEZAS/REPUESTOS UTILIZADOS	HERRAMIENTAS UTILIZADAS		EQUIPO DE SEGURIDAD			
	1		Desarmador de estrella		Guantes y gafas.			
	2		Desarmadores, pinzas y multímetro		Guantes y gafas.			
	3		Limpia contactos y desarmador de pala		Guantes, gafas y tapabocas.			
	4	Contactores, relevadores y cable	Desarmador de pala, cinta aislante.		Guantes y gafas.			
	5		Desarmador de estrella		Guantes y gafas.			

Figura 57. Hoja de trabajo estándar Mezcladora 3. Elaboración Propia. (2019)

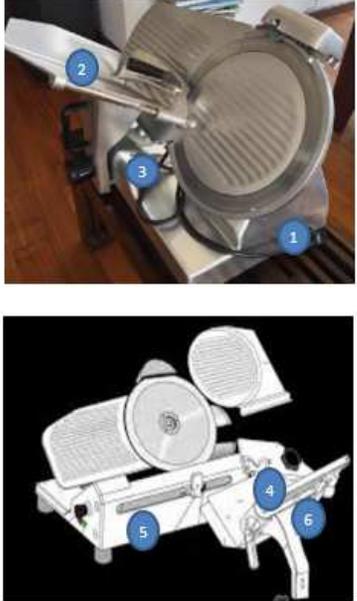
INDUSTRIAS METÁLICAS <b>H E V I C A</b>		HOJA DE TRABAJO ESTANDAR				FECHA 01/03/2019	
ÁREA	Maquinado	DEPARTAMENTO	Producción	DATOS DEL EQUIPO	Tajadora		
ENCARGADO	Ramiro Valderrama	PROCESO	Mantenimiento Preventivo	REVISADO POR	Hector Villamil		
OPERACIÓN ACTUAL	Mantenimiento general tajadora		SIGUIENTE OPERACIÓN				
ILUSTRACIÓN	No.	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	PASO PRINCIPAL	PUNTO CLAVE	MOTIVO	TIEMPO	
	1	Retirar fuente de corriente principal para proceder a realizar el mantenimiento general de la tajadora.	Desconectar el equipo.		Seguridad	0.1 Min	
	2	Revisar que la cuchilla tenga filo, de lo contrario cambiar cuchilla de la tajadora.	Verificar el filo de la cuchilla	Revisar cuchilla	Inspección	7 Min	
	3	Retirar protector de la cuchilla y con una llave 15 mm retirar la tuerca que asegura la cuchilla para realizar el cambio	Retirar protector de la cuchilla	Cambiar la cuchilla	Funcionalidad	10 Min	
	4	Revisar componentes mecánicos del motor eléctrico y reemplazar rodamientos	Reemplazar rodamientos del motor	Revisar motor	Inspección	40 Min	
	5	Desmontar carro deslizador para limpieza interna y lubricación.	Lubricar carro deslizador.	Desmontar carro	Funcionalidad	15 Min	
	6	Limpiar y lubricar la barra deslizadora con aceite ligero.	Lubricar barra deslizadora	Limpiar barra	Funcionalidad	5 Min	
	7	Montar y asegurar nuevamente el carro sobre la barra deslizadora.	Asegurar carro sobre la barra	Montar carro	Funcionalidad	5 Min	
No.	PIEZAS/REPUESTOS UTILIZADOS		HERRAMIENTAS UTILIZADAS		EQUIPO DE SEGURIDAD		
2					Guantes y gafas.		
3			Desarmador de pala, llave 15mm		Guantes y gafas.		
4	Rodamientos		Desarmador, pinzas, grasa, llave hexagonal 5mm		Guantes y gafas.		
5			Desarmador o llave hexagonal 5mm, lubricante		Guantes y gafas.		
6			Lubricante		Guantes y gafas.		
7			Desarmador o llave hexagonal 5mm		Guantes y gafas.		

Figura 58. Hoja de trabajo estándar Tajadora. Elaboración Propia. (2019)

## 8. SMED

Para el desarrollo de la herramienta SMED se planea diseñar para cada puesto de trabajo un tablero de herramientas, el cual tiene como objetivo simplificar la labor de búsqueda de herramienta en el momento en que sea necesario. Adicionalmente, permite disminuir el tiempo que se desgasta en buscar herramienta en las gavetas y en los cajones.

Para el correcto funcionamiento de esta metodología es necesario tener una previa organización de los puestos de trabajo, y esto es posible mediante la implementación y adaptación de la estrategia de las 5'S en todas las áreas de la compañía.

A continuación, se muestran los puestos de trabajo organizados y una propuesta de donde deberían ir los tableros de herramienta diseñados.



**Figura 59.** Puesto de trabajo área de soldadura organizado. Elaboración Propia. (2019)



**Figura 60.** Propuesta ubicación tablero para área de soldadura. Elaboración Propia. (2019)



**Figura 61.** Puesto de trabajo área de maquinado organizado. Elaboración Propia. (2019)



**Figura 62.** Propuesta ubicación tablero para área de maquinado. Elaboración Propia. (2019)

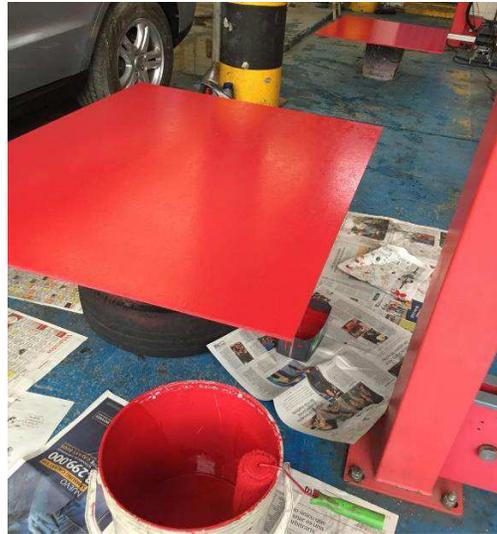
Luego de tener claro en que parte del puesto de trabajo se van a ubicar los tableros de herramienta, se procede a elaborar su diseño y posteriormente su fabricación.

Elaboración de los tableros de herramienta

A continuación, se muestra el proceso de fabricación de los tableros de herramienta, mediante una secuencia de fotografías.



**Figura 63.** Elaboración tablero de herramientas. Elaboración Propia. (2019)



**Figura 64.** Elaboración tablero de herramientas. Elaboración Propia. (2019)



**Figura 65.** Elaboración tablero de herramientas. Elaboración Propia. (2019)



**Figura 66.** Elaboración tablero de herramientas. Elaboración Propia. (2019)



**Figura 67.** Elaboración tablero de herramientas. Elaboración Propia. (2019)



**Figura 68.** Elaboración tablero de herramientas. Fuente Propia. (2019)

En la figura 69, se puede evidenciar el tablero de herramientas completamente terminado y listo para ser montado en el puesto de trabajo del área de soldadura.



**Figura 69.** Elaboración tablero de herramientas. Elaboración Propia. (2019)



**Figura 70.** Tablero de herramientas ubicado en el puesto de trabajo. Elaboración Propia. (2019)

## 9. TPM

Para generar una mayor eficiencia y efectividad de las máquinas propias de la compañía, así como también para obtener el mejor rendimiento de estas, se diseña dentro del plan una metodología que permita aplicar uno de los pilares fundamentales del TPM, el cual corresponde al mantenimiento planificado y que tiene como objetivo garantizar el máximo potencial de uso de todas las máquinas que hacen parte del sistema productivo, mediante una serie de mantenimientos programados diseñados para cada máquina propia.

Estos mantenimientos deben ser aplicados periódicamente por los mismos operarios, y mediante las gamas de mantenimiento diseñadas, se puede observar un mapa de procesos que permite visualizar a los operarios encargados como realizar el mantenimiento de cada una de las máquinas propias de la compañía.

Cabe resaltar que en el plan de mantenimiento programado que se encuentra en la Figura 71 y Figura 72, solo se muestra una parte de las máquinas propias, puesto que el objetivo del plan maestro es instruir a los operarios para que ellos mismos puedan realizar los mantenimientos programados de estas y de todas las otras máquinas restantes, y de la misma manera puedan diseñar las gamas de mantenimiento de las máquinas que hacen falta.

INDUSTRIAS METÁLICAS											AÑO 2019	
H E V I C A											ÁREA	
PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO											Este plan de mantenimiento se aplica a todas las máquinas internas de la compañía.	
MES	SEMANA	PULIDORA		TORNO		TALADRO DE ÁRBOL		EQUIPO SOLDADURA		COMPRESOR		
		ELÉCTRICA	MECÁNICA	ELÉCTRICA	MECÁNICA	ELÉCTRICA	MECÁNICA	ELÉCTRICA	MECÁNICA	ELÉCTRICA	MECÁNICA	NEUMÁTICA
ENERO	1		GM-LM2		GM-LM2		GM-LM2		GM-LM2		GM-LM2	
	2	GM-EL1	GM-LM11	GM-EL1	GM-LM12	GM-EL1	GM-LM13	GM-EL1	GM-LM14	GM-EL1	GM-LM15	
	3											
	4		GM-ME21									
FEBRERO	1		GM-LM11		GM-LM12		GM-LM13		GM-LM14		GM-LM15	
	2											
	3											
	4		GM-ME21									
MARZO	1		GM-LM11		GM-LM12		GM-LM13		GM-LM14		GM-LM15	
	2											
	3											
	4		GM-ME21									
ABRIL	1		GM-LM11		GM-LM12		GM-LM13		GM-LM14		GM-LM15	
	2											
	3											
	4		GM-ME21									
MAYO	1		GM-LM11		GM-LM12		GM-LM13		GM-LM14		GM-LM15	
	2											
	3											
	4		GM-ME21									

Figura 71. Plan de mantenimiento programado parte 1. Elaboración Propia. (2019)

JUNIO	1	GM-EL31	GM-LM31	GM-EL32	GM-LM32	GM-EL33	GM-LM33	GM-EL34	GM-LM34	GM-EL25	GM-LM35	
	2			GM-EL42	GM-LB12	GM-EL43	GM-LB13	GM-EL24		GM-EL45		GM-PR15
	3		GM-ME11		GM-ME12		GM-ME13		GM-ME14		GM-ME15	
	4		GM-ME21									
JULIO	1		GM-LM11		GM-LM12		GM-LM13		GM-LM14		GM-LM15	
	2											
	3											
	4		GM-ME21									
AGOSTO	1		GM-LM11		GM-LM12		GM-LM13		GM-LM14		GM-LM15	
	2											
	3											
	4		GM-ME21									
SEPTIEMBRE	1		GM-LM11		GM-LM12		GM-LM13		GM-LM14		GM-LM15	
	2											
	3											
	4		GM-ME21									
OCTUBRE	1		GM-LM11		GM-LM12		GM-LM13		GM-LM14		GM-LM15	
	2											
	3											
	4		GM-ME21									
NOVIEMBRE	1		GM-LM11		GM-LM12		GM-LM13		GM-LM14		GM-LM15	
	2											
	3											
	4		GM-ME21									
DICIEMBRE	1	GM-EL31	GM-LM31	GM-EL32	GM-LM32	GM-EL33	GM-LM33	GM-EL34	GM-LM34	GM-EL25	GM-LM35	
	2			GM-EL42	GM-LB12	GM-EL43	GM-LB13	GM-EL24		GM-EL45		GM-PR15
	3		GM-ME11		GM-ME12		GM-ME13		GM-ME14		GM-ME15	
	4		GM-ME21									

Figura 72. Plan de mantenimiento programado parte 2. Elaboración Propia. (2019)

## Gamas de mantenimiento

<b>GAMA LIMPIEZA</b>		
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO APRX</b>
GM-LM11	LIMPIEZA SUPERFICIAL DE LA PULIDORA	3 MIN
GM-LM12	LIMPIEZA SUPERFICIAL DEL TORNO	7 MIN
GM-LM13	LIMPIEZA SUPERFICIAL DEL TALADRO DE ÁRBOL	5 MIN
GM-LM14	LIMPIEZA SUPERFICIAL DEL EQUIPO DE SOLDADURA	4 MIN
GM-LM15	LIMPIEZA SUPERFICIAL DEL COMPRESOR	6 MIN
GM-LM2	LIMPIEZA ÁREA DE TRABAJO MAQUINA	5 MIN
GM-LM31	LIMPIEZA GENERAL INTERNA PULIDORA	15 MIN
GM-LM32	LIMPIEZA GENERAL INTERNA TORNO	16 MIN
GM-LM33	LIMPIEZA GENERAL INTERNA TALADOR DE ÁRBOL	18 MIN
GM-LM34	LIMPIEZA GENERAL INTERNA EQUIPO SOLDADURA	35 MIN
GM-LM35	LIMPIEZA GENERAL INTERNA COMPRESOR	30 MIN

**Figura 73.** Gama de mantenimiento “limpieza”. Elaboración Propia. (2019)

<b>GAMA MECÁNICA</b>		
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO APRX</b>
GM-ME11	REVISIÓN PARTES EXTERNAS PULIDORA "MANGO AUXILIAR Y BOTÓN BLOQUEO HUESILLO"	3 MIN
GM-ME12	REVISIÓN PARTES EXTERNAS TORNO "CONTRA PUNTO Y CABEZOTE"	5 MIN
GM-ME13	REVISIÓN PARTES EXTERNAS TALADRO DE ÁRBOL "MANDRIL Y PALANCA AVANCE"	2 MIN
GM-ME14	REVISIÓN PARTES EXTERNAS E. SOLDADURA "PORTA ELECTRODO Y PINZA MASA"	7 MIN
GM-ME15	REVISIÓN PARTES EXTERNAS COMPRESOR "MANÓMETRO Y VÁLVULA ANTIRETORNO"	5 MIN
GM-ME 21	CAMBIO PARTES EXTERNAS OPERATIVAS PULIDORA "DISCO"	1 MIN

**Figura 74.** Gama de mantenimiento “Mecánica”. Elaboración Propia. (2019)

<b>GAMA ELÉCTRICA</b>		
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO APRX</b>
GM-EL1	REVISIÓN AMPERAJE Y/O VOLTAJE	10 MIN
GM-EL24	REVISIÓN ELEMENTOS EXTERNOS EQUIPO SOLDADURA "BORNE Y CABLE ELECTRODO"	3 MIN
GM-EL25	REVISIÓN ELEMENTOS EXTERNOS COMPRESOR "MOTOR Y COMPRESOR"	7 MIN
GM-EL31	REVISIÓN ELEMENTOS INTERNOS PULIDORA " ESCOBILLAS, DIODOS Y ROTOR	15 MIN
GM-EL32	REVISIÓN ELEMENTOS INTERNOS TORNO "MOTOR"	45 MIN
GM-EL33	REVISIÓN ELEMENTOS INTERNOS TALADRO DE ÁRBOL "MOTOR"	25 MIN
GM-EL34	REVISIÓN ELEMENTOS INTERNOS EQUIPO SOLDADURA "VÁLVULA SOLENOIDE"	60 MIN
GM-EL42	REVISIÓN CABLEADO E INTERRUPTORES TORNO	6 MIN
GM-EL43	REVISIÓN CABLEADO E INTERRUPTORES TALADRO DE ÁRBOL	4 MIN
GM-EL45	REVISIÓN CABLEADO E INTERRUPTORES COMPRESOR	3 MIN

**Figura 75.** Gama de mantenimiento “Eléctrica”. Elaboración Propia. (2019)

GAMA LUBRICACIÓN		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO APRX
GM-LB12	LUBRICACIÓN GENERAL TORNO "PARTES MÓVILES"	15 MIN
GM-LB13	LUBRICACIÓN GENERAL TALADRO DE ÁRBOL "MECANISMOS VELOCIDADES DEL MOTOR "	10 MIN

**Figura 76.** Gama de mantenimiento “Lubricación”. Elaboración Propia. (2019)

GAMA PRESIÓN		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO APRX
GM-PR15	REVISIÓN GENERAL COMPRESOR "DEPOSITO"	25 MIN

**Figura 77.** Gama de mantenimiento “Presión”. Elaboración Propia. (2019)

A continuación, se presentan algunos ejemplos de las gamas de mantenimiento que deben ser realizadas por los operarios a las máquinas de propias de la compañía, estas gamas muestran un paso a paso de cómo debe ser realizado cada mantenimiento dependiendo de la máquina y de la gama necesaria. El resto de las gamas del plan de mantenimiento programado se pueden encontrar en el Anexo 5.

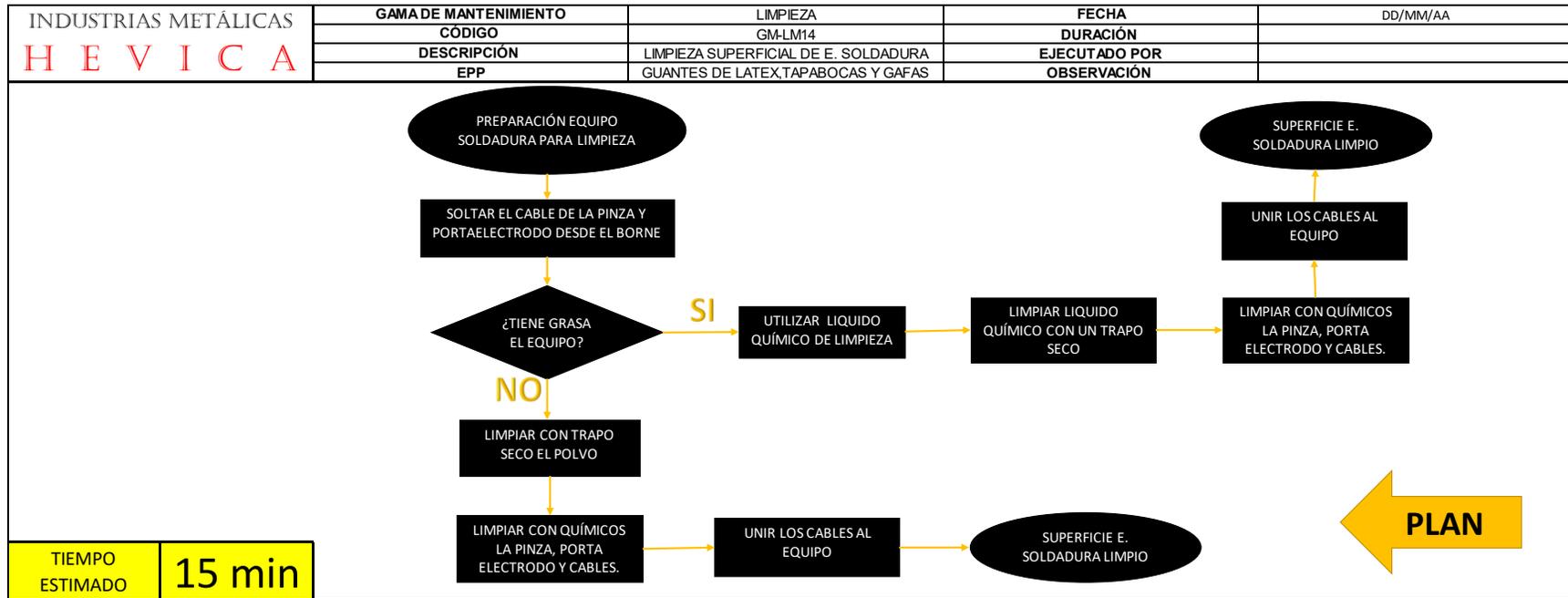
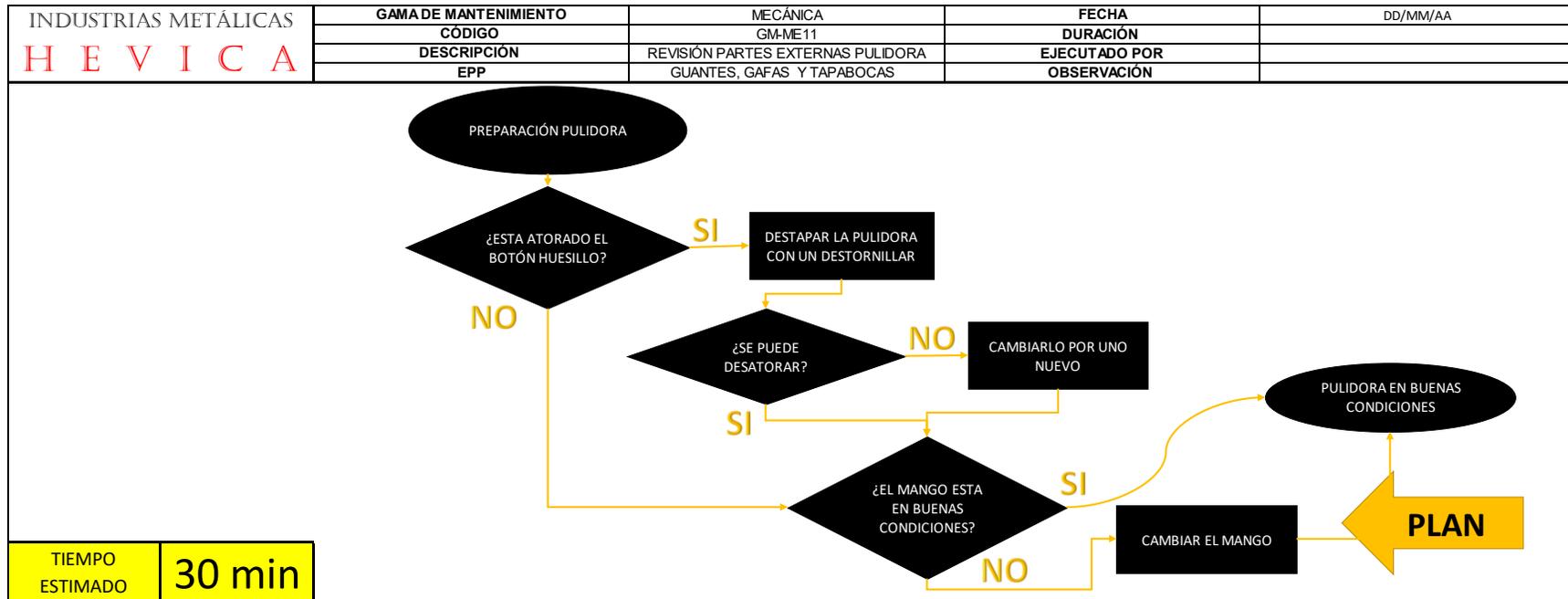
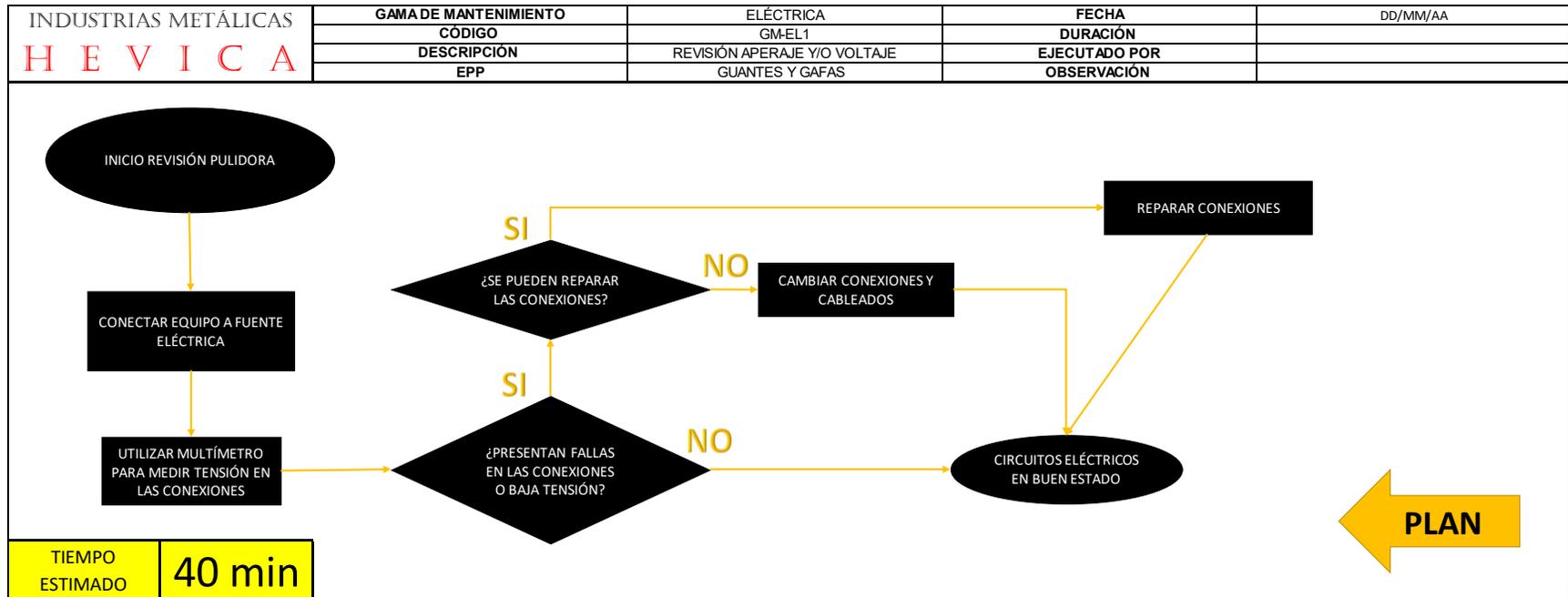


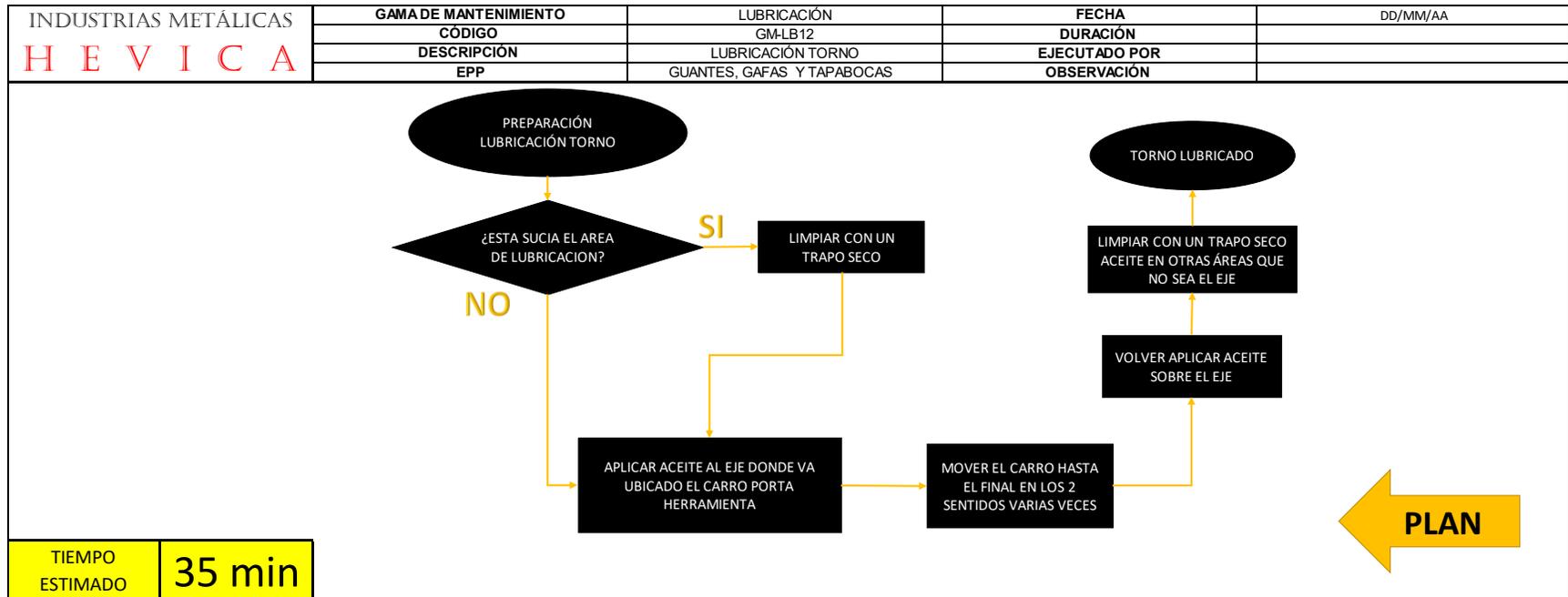
Figura 78. Gama de mantenimiento “GM-LM14”. Elaboración Propia. (2019)



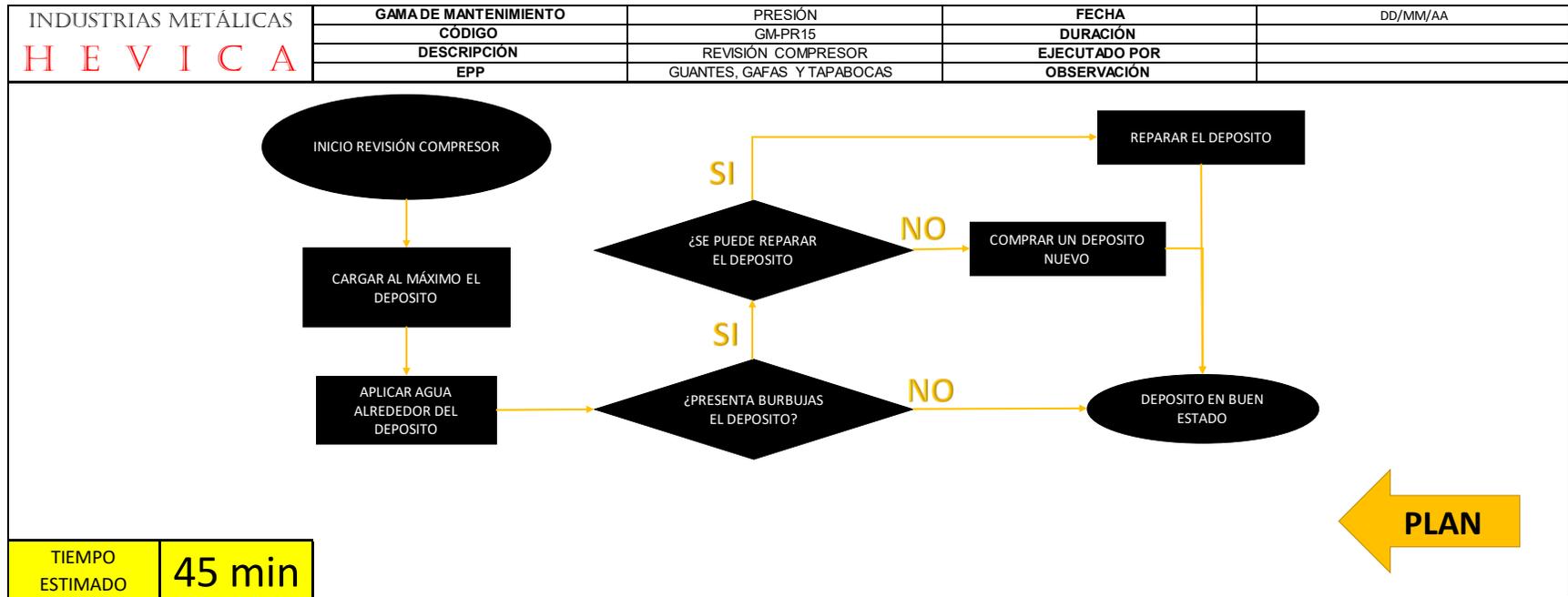
**Figura 79.** Gama de mantenimiento “GM-ME11”. Elaboración Propia. (2019)



**Figura 80.** Gama de mantenimiento “GM-EL1”. Elaboración Propia. (2019)



**Figura 81.** Gama de mantenimiento “GM-LB12”. Elaboración Propia. (2019)



**Figura 82.** Gama de mantenimiento “GM-PR15”. Elaboración Propia. (2019)

## 9.1 Indicadores T.P.M

Para la medición de la herramienta se llevará a cabo la creación de un indicador que permita conocer el nivel de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo ya presentado anteriormente. Por otro lado, se pretende también medir el nivel de mantenimientos correctivos, ya que al aplicar el plan de mantenimiento este debe disminuir.

### ➤ Indicador de cumplimiento de las gamas:

La fórmula correspondiente al cumplimiento del plan de mantenimiento consiste en el número de gamas en el mes versus el número de gamas realmente aplicadas. El control se llevará a cabo con los formatos que se deben diligenciar al aplicar cada gama el cual se le dará una ponderación a cada pregunta para completar un 100% de cumplimiento de la gama.

En la figura 83, se presenta el formato de evaluación de cumplimiento de las gamas; en esta el coordinador o encargado del área debe realizar la evaluación de la gama, esto con el fin de responder de forma honesta a cada una de las preguntas. Estas se responden con sí o no según corresponda y tienen una calificación de 1 ó 0. Cada pregunta tiene un porcentaje de 0.2, donde si su calificación es 1 aplica dicho valor porcentual; de ser 0 su valor es 0.

ENCUESTA DE CUMPLIMIENTO GAMA T.P.M.				
DESCRIPCIÓN GAMA		CÓDIGO GAMA		
		FECHA GAMA		
ITEM	PUNTO A EVALUAR	RESPUESTA (X)		Calificación (0/1)
		SI	NO	
1	¿Se realizó el paso a paso proporcionado en la gama?			
2	¿La gama se aplicó en el tiempo establecido?			
3	¿La gama asignada es clara en los pasos?			
4	¿La gama se realizó con todos los equipos de seguridad establecidos?			
5	¿La gama contempla todos los pasos necesarios?			
Observación:				
NOMBRE EVALUADOR:		Firma		

**Figura 83.** Formato encuesta cumplimiento gama T.P.M. Elaboración Propia. (2019)

**Variables:**

$$G_n = \sum_{n=i}(P_n * I_n) \quad (3)$$

$G_n$  = Porcentaje de cumplimiento por cada una de las gamas.

- ✓  $P_n$  = Valor de cada pregunta (1 ó 0).
- ✓  $I_n$  = Porcentaje de cada pregunta de cada encuesta.
- ✓  $n$  = Número de la pregunta (1,2,3,.....n)

$$N_n = \frac{\sum_{n=i}(G_n)}{M} \quad (4)$$

$N_n$  = Indicador de promedio de cumplimiento para gamas T.P.M

- ✓  $M$  = Número de gamas en el periodo establecido
- ✓  $n$  = Número de cada una de las gamas

A continuación, se dará un ejemplo para la aplicación de los indicadores de cumplimientos de las gamas.

Ejemplo:

Supóngase que se tienen los resultados de los formatos de 3 gamas mecánicas correspondientes al periodo de enero para la maquina pulidora; lo anterior según cronograma. El diligenciamiento correspondiente del formato para una de las gamas el siguiente se puede visualizar en la figura 84.

ENCUESTA DE CUMPLIMIENTO GAMA T.P.M.					
DESCRIPCIÓN GAMA		Limpieza área de trabajo máquina		CÓDIGO GAMA	GM - LM2
				FECHA GAMA	01/01/2020
ITEM	PUNTO A EVALUAR	RESPUESTA (X)		Calificación (0/1)	
		SI	NO		
1	¿Se realizó el paso a paso proporcionado en la gama?	X		1	
2	¿La gama se aplicó en el tiempo establecido?		X	0	
3	¿La gama asignada es clara en los pasos?	X		1	
4	¿La gama se realizó con todos los equipos de seguridad establecidos?	X		1	
5	¿La gama contempla todos los pasos necesarios?	X		1	
<b>Observación:</b> La limpieza tomó más tiempo de lo esperado debido a que la persona es nueva en el área					
NOMBRE EVALUADOR:		HECTOR VILLAMIL		Firma HECTOR VILLAMIL	

**Figura 84.** Formato encuesta cumplimiento gama T.P.M. Elaboración Propia. (2019)

La aplicación de la fórmula para la gama de la figura 84, da para un cumplimiento de los aspectos a evaluar del 80%. A continuación, se muestra el desarrollo.

$$G_n = (1 \times 0,2) + (0 \times 0,2) + (1 \times 0,2) + (1 \times 0,2) + (1 \times 0,2)$$

$$G_n = 0,8$$

Ahora suponga que los resultados de cumplimiento de las otras dos gamas mencionadas anteriormente corresponden al 100% y al 60% respectivamente. Para generar el indicador de cumplimiento de gamas en general y se debe aplicar la formula #4. A continuación se muestra el desarrollo de esta.

$$N_n = \left( \frac{0,8 + 1 + 0,6}{3} \right) \times 100\%$$

$$N_n = \left( \frac{2,4}{3} \right) \times 100\%$$

$$N_n = 0,8 * 100\%$$

$$N_n = 80\%$$

Lo anterior quiere decir que para el periodo establecido existe un nivel de cumplimiento correspondiente al 80%, lo cual permite enfocarse en los aspectos que comprenden el 20% restante con el fin de que el indicador sea del 100%

➤ **Indicador porcentaje de mantenimientos correctivos y preventivos:**

Con el fin de identificar los niveles de disminución o aumento de mantenimientos correctivos y poder generar acciones correctivas, se manejarán indicadores del porcentaje de mantenimientos realizados de los dos tipos.

La fórmula del indicador consiste en una regla de tres simple, donde del total de mantenimientos en un periodo de tiempo se halla cuál es el porcentaje que corresponde para cada uno de los dos tipos. El objetivo del plan es disminuir aquel que corresponde al mantenimiento correctivo.

La figura 85 muestra el formato para registro y control de los mantenimientos, permitiendo de esta manera generar el conteo para posteriormente generar el indicador de porcentaje por tipo de mantenimiento.

REGISTRO Y CONTROL DE MANTENIMIENTOS				
TIPO MANTENIMIENTO	DESCRIPCIÓN	FECHA	MAQUINA	REALIZADO POR

**Figura 85.** Formato registro y control de mantenimientos T.P.M. Elaboración Propia. (2019)

**Variables:**

$$N_{\%C} = \left( \frac{T}{M_C} \right) \times 100\% \quad (5)$$

$N_{\%C}$  = Porcentaje de mantenimientos correctivos

- ✓  $T$  = Total de mantenimientos en el periodo.
- ✓  $M_C$  = Número de mantenimientos correctivos.

$$N_{\%P} = \left( \frac{T}{M_P} \right) \times 100\% \quad (6)$$

$N_{\%P}$  = Porcentaje de mantenimientos preventivos

- ✓  $T$  = Total de mantenimientos en el periodo.
- ✓  $M_P$  = Número de mantenimientos preventivos.

## 10. CRM

Se realiza el diseño de una hoja de cálculo que permita el rápido acceso a la información del cliente, mientras al mismo tiempo cuenta con una pestaña que tiene como objetivo organizar las solicitudes de tipo PQR.

La hoja de cálculo está formulada por medio del programador Visual Basic, de tal manera que busque la información de una base de datos Access conformada por dos tablas; una cuenta con toda la información de los clientes y otra corresponde a las solicitudes de los mismos. Dicha información en la base de datos se actualiza al momento que ingresa un cliente nuevo a la compañía. En cuanto a las solicitudes existe un formulario que se debe diligenciar con la información de las mismas. Periódicamente se debe exportar al Excel la información de dicho formulario y actualizarlo en la base de datos Access.

A continuación, se presenta el enlace por donde los clientes deben diligenciar el formulario y en el Anexo 4 se muestra la presentación del mismo.

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdpKFjmobX4iYnO7gW2zIJ\\_G5JVCCI9sQDm4ZYWDtK1pa43jg/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdpKFjmobX4iYnO7gW2zIJ_G5JVCCI9sQDm4ZYWDtK1pa43jg/viewform?usp=sf_link)

Dentro del formulario se encuentran las instrucciones que permiten su buen diligenciamiento.

*“La siguiente encuesta es con el fin que ustedes como clientes de la empresa HEVICA puedan colocar sus peticiones, quejas o reclamos en cuanto al servicio prestado.*

*Instrucciones de uso:*

- 1. Ingrese el NIT de su compañía sin el dígito de verificación.*
- 2. Seleccione el tipo de requerimiento según su necesidad.*
- 3. Seleccione la prioridad según su necesidad. Recuerde que la prioridad alta corresponde a solicitudes que estén deteniendo sus procesos operativos.*
- 4. Ingrese en 3 o 4 palabras de que trata la solicitud.*
- 5. Describa su requerimiento muy detalladamente.”*

*Formulario Solicitudes, Quejas y Reclamos. Elaboración Propia. (2019),*