



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria de Carazo.

FAREM-Carazo.

SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL.

Tema: Propuestas de mejoras a través de la filosofía Lean Manufacturing para la optimización en el proceso de producción de rollos de púas galvanizadas calibre 17 marca Tigre en la Industria Metal Mecánica S.A ubicada en el km 53 ½ carretera Nandaime - Granada durante el segundo semestre del año 2020.

Ingeniería Industrial.

Elaborado por:

N° de carnet:

- | | |
|--|-----------|
| ➤ Br. Blass Larios Katherine Priscilla | 16092785 |
| ➤ Br. Noguera Saborío Steven Francisco | 16092675 |
| ➤ Br. Román Selva Rose Mary | 16092720. |

Tutor:

- MSC. Ixchel Arely Selva López.

Jinotepe, diciembre 2020.

¡A la libertad por la Universidad!

Dedicatoria

Primeramente, le dedico este trabajo a Dios, por ser mi apoyo, mi fortaleza, mi guía y él que me ha dado sabiduría para culminar mis estudios, a mis padres porque siempre me han animado para continuar y nunca rendirme, a mis maestros por compartir sus conocimientos, y a mis amigos por estar conmigo siempre.

Katherine Priscilla Blass Larios.

Dedicatoria.

Dedico este trabajo a Dios, quien ha sido el principal autor de mi vida y su sabiduría infinita ha sido una guía importante en mi carrera, a mi madre quien en todo momento ha sido mi mayor apoyo e hizo de todo para que mi formación universitaria fuera un sueño hecho realidad, a mis maestros, amigos y colegas quienes fueron parte de este camino y ofrecieron su apoyo en los momentos difíciles.

Steven Francisco Noguera Saborío.

Mejor es adquirir sabiduría que oro preciado;

y adquirir inteligencia es más que la plata.

Proverbios16:16

Dedicatoria.

Dedico el trabajo final de mi carrera con mucho amor primeramente a Dios por haberme llenado de fortaleza, salud, inspiración y sobre todo sabiduría para llevarlo a cabo de manera satisfactoria; a mis padres y familia por creer en mí, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, por brindarme su apoyo incondicional día tras día, y motivarme para no rendirme a lo largo de estos 5 años, por sus consejos y palabras de aliento que han hecho de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas; finalmente dedico este trabajo a mi novio por ser parte de ese apoyo incondicional, por su amor brindado cada día, por darme ánimos y alentarme en las etapas difíciles que se presentaron durante todo este proceso.

Rose Mary Román Selva.

Agradecimiento.

Expresamos gratitud a nuestro Dios, quien con su bondad e infinita misericordia ha llenado nuestras vidas con sabiduría al iniciar cada día.

A nuestros padres por todos los sacrificios que han pasado para que sea posible nuestro crecimiento personal como profesionales, por su apoyo brindado, sus motivaciones, ejemplos, consejos y sobre todo sus ganas de seguir superándose a través de nosotros, mostrándonos el mundo como un reto que tenemos que afrontar día a día, y aprovechar al máximo las oportunidades brindada mientras tengamos su apoyo, pues es el tesoro más valioso que nos puedan heredar.

A nuestros docentes quienes con su tolerancia han sabido ganar nuestro cariño y nuestro respeto, enriqueciendo nuestro conocimiento y llenándonos de ganas de superación siendo un ejemplo a seguir. A nuestra maestra Msc. Ixchel Arely López Selva, quien nos ha guiado para lograr culminar este trabajo investigativo de manera satisfactoria.

Al Señor Horacio Delgado Gerente de la empresa IMMSA por abrirnos las puertas de la empresa y brindarnos la oportunidad de hacer uso de sus instalaciones para llevar a cabo este trabajo investigativo. A todos los jefes de áreas y trabajadores que facilitaron información para el estudio.

Katherine Priscilla Blass Larios.

Steven Francisco Noguera Saborío.

Rose Mary Román selva.

Resumen.

El estudio realizado en la industria IMMSA, ubicada en el departamento de Granada, en el que se expone los resultados de una investigación, la cual consiste en identificar y analizar las variables críticas que influyen durante la producción de púas calibre 17 marca Tigre, a fin de proponer mejoras que optimice el proceso de elaboración de este.

Esto se logra mediante técnicas de Lean Manufacturing como la evaluación 5“S” (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) y el diagrama de Ishikawa utilizando como categorización las 5M (Materia prima, Maquinaria, Mano de Obra, Método y Medio Ambiente), para analizar a través del estudio de tiempo y una simulación en el Software Arena de como se ejecuta el proceso productivo sirviendo de base para la identificación de actividades no productivas y factores de impacto negativo en la mano de obra.

Por consecuencia para su desarrollo, se adopta en una metodología con enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), debido a que es una investigación tipo descriptiva, donde el universo lo constituyen todos los procesos productivos de la empresa, seleccionando a la muestra como el proceso de elaboración de púas, en un periodo de recolección de la información tipo transversal.

El resultado obtenido en la investigación es que se logra disminuir tiempos de producción, transporte innecesario al eliminar y combinar actividades improductivas, implementación de metodología 5“S”, distribución de operaciones y carga de trabajo, mejoramiento del ambiente, fiabilidad y disposición del operario, métodos de trabajo correcto, implementación de un sistema semi automatizado de gestión de mantenimiento industrial.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

VALORACIÓN DEL DOCENTE
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE CARAZO
FAREM –CARAZO

Jinotepe 16 de diciembre de 2020

MSC. Jairo Gómez
Director del Departamento de Ciencia Tecnología y Salud
FAREM-Carazo
Su despacho.

Estimado Maestro:

Reciba los más cordiales saludos y deseos de nuestros éxitos en el desarrollo de sus funciones.
Sirva la presente para informarles que los bachilleres:

N° Carnet

16092785

16092675

16092720.

Nombres:

Br. Blass Larios Katherine Priscilla

Br. Noguera Saborío Steven Francisco

Br. Román Selva Rose Mary

Han cursado bajo mi tutoría el seminario de gradación en la carrera de ingeniería industrial, en la FAREM Carazo, durante el segundo semestre del año académico 2020 que se llevó por tema: “Procesos productivos”, han desarrollado y presentado el subtema:

“Propuestas de mejoras a través de la filosofía Lean Manufacturing para la optimización en el proceso de producción de rollos de púas galvanizadas calibre 17 marca Tigre en la Industria Metal Mecánica S.A ubicada en el km 53 ½ carretera Nandaime - Granada durante el segundo semestre del año 2020.”

Estando preparados para realizar defensa del mismo, ante el tribunal examinador, a como lo establece la normativa para las modalidades de graduación como forma de culminación de estudio, plan 2016, de la UNAN - Managua. Sin más a que hacer referencia, me es grato suscribirme a usted con una muestra de respeto y aprecio.

Atentamente,

Msc. Ixchel Arelly López Selva
Docente de la UNAN- FAREM Carazo

cc. archivo

Tema general.

Proceso de producción.

Tema específico.

Propuestas de mejoras a través de la filosofía Lean Manufacturing para la optimización en el proceso de producción de rollos de púas galvanizadas calibre 17 marca Tigre en la Industria Metal Mecánica S.A ubicada en el km 53 ½ carretera Nandaime - Granada durante el segundo semestre del año 2020.

INDICE

1.	Introducción.....	1
2.	Justificación.....	3
3.	Antecedentes.....	4
4.	Problema de investigación.....	6
4.1.	Planteamiento del problema.....	6
4.1.1.	<i>Caracterización.....</i>	<i>6</i>
4.1.2.	<i>Delimitación.....</i>	<i>6</i>
4.1.3.	<i>Formulación del problema.....</i>	<i>7</i>
4.1.4.	<i>Sistematización del problema</i>	<i>7</i>
5.	Objetivos.....	8
6.	Marco de referencia.....	9
6.1.	Marco teórico.	9
6.1.1.	<i>Generalidades de la filosofía Lean Manufacturing en el proceso de producción.....</i>	<i>9</i>
6.1.2.	<i>Herramientas básicas de Lean Manufacturing.....</i>	<i>9</i>
6.1.3.	<i>Software arena.....</i>	<i>12</i>
6.1.4.	<i>Mantenimiento.....</i>	<i>16</i>
6.2.	Marco conceptual.....	17
6.3.	Marco espacial.....	19
6.4.	Marco temporal.....	20
7.	Diseño metodológico.....	21
7.1.	Tipo de investigación.....	21
7.2.	Según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información.	21
7.3.	Según el período y secuencia del estudio.	21
7.4.	Según el análisis y alcances de los resultados.	22
7.5.	Método de la investigación.	22
7.6.	Población o universo de estudio.	23
7.7.	Muestra.....	23
7.8.	Fuentes y técnicas de recolección de la información.....	25
7.9.	Análisis o tratamiento de la información.....	26
7.10.	Variables utilizadas en el estudio.	26
8.	Situación actual de la empresa.....	27
8.1.	Reseña Histórica.....	27

8.2.	Máquinas y herramientas utilizadas en el proceso productivo.....	28
8.3.	Descripción del proceso actual de rollos púas galvanizadas.	31
8.4.	Análisis FODA.....	36
8.5.	Distribución de planta.....	38
8.6.	Tipo de distribución actual.....	41
8.7.	Diagrama de recorrido	42
8.8.	Curso-grama sinóptico del proceso de rollos de púas galvanizadas.	43
8.9.	Curso grama analítico.....	45
8.10.	Análisis de los cursogramas.....	47
8.11.	5 M.....	49
8.12.	Diagrama de Ishikawa.	51
8.13.	Técnica de interrogatorio.	52
8.14.	Planeación de producción y de materiales.....	58
8.15.	Mantenimiento general (infraestructura y maquinas).	60
8.16.	Ergonomía.	62
8.17.	5S	64
8.18.	Agentes físicos y biológicos.....	75
8.19.	Planta de la empresa en SketchUp.....	78
8.20.	Simulación del proceso actual en ARENA.	80
8.21.	Productividad del cuello de botella.....	85
8.22.	Diagnóstico de la situación actual	86
9.	Identificación de mejoras a las condiciones actuales.....	87
10.	Situación de propuestas de mejoras.....	88
10.1.	Metodología de las 5S.....	88
10.2.	5 M.	103
10.3	Diagrama de recorrido	104
10.4.	Curso grama sinóptico.....	105
10.5.	Curso grama analítico.....	107
10.6.	Análisis de los cursogramas.....	109
10.7.	Simulación ARENA propuesta.....	110
10.10	Ergonomía.	114
10.8.	Mantenimiento de máquinas.	116
10.9.	Agentes físicos y biológicos.....	134

10.11.	First in, First out (FIFO)	135
10.12.	Productividad del cuello de botella.	142
11.	Costo – Beneficio.....	143
12.	Conclusiones.....	151
13.	Recomendaciones.....	153
14.	Bibliografía o Web grafía.....	154
15.	Anexos.....	156

Índice de tablas.

Tabla 1. Simbología empleada en los cursogramas	11
Tabla 2. Simbología para el software ARENA.....	14
Tabla 3: Tiempos totales.....	24
Tabla 4: Resultados.....	24
Tabla 5: Variables dependientes e independientes.	26
Tabla 6: Análisis FODA.	36
Tabla 7: Matriz FODA.....	37
Tabla 8: Dimensiones de cada área.....	40
Tabla 9: Preguntas preliminares, técnica de interrogatorio al cuello de botella.	52
Tabla 9.1: Preguntas preliminares, técnica de interrogatorio al cuello de botella.	53
Tabla 10: Preguntas de fondo, técnica de interrogatorio al cuello de botella.	55
Tabla 10.1: Preguntas de fondo, técnica de interrogatorio al cuello de botella.	56
Tabla 11 Planificación de producción actual.....	58
Tabla 11.1. Planificación de producción actual.....	59
Tabla 12: Evaluación 5S en trefilado.....	64
Tabla 13: Evaluación 5S en Púas.....	65
Tabla 14: Evaluación 5S en Retrefilado.	66
Tabla 15: Evaluación 5S en Galván.....	67
Tabla 16: Evaluación 5S en Recolectoras.....	68
Tabla 17: Evaluación 5S en Empacado.	69
Tabla 18: Evaluación 5S en bodega #1.....	70
Tabla 19: Evaluación 5s en bodega #2	71
Tabla 20: Evaluación 5S Bodega Producto Terminado.....	72
Tabla 21: Resultados de evaluación 5S actual.....	73
Tabla 22: Formato de inspección agentes biológicos.	75
Tabla 23: Formato de inspección agentes físicos.	76
Tabla 24: Resultados de cola según ARENA	82
Tabla 25: Resultado de recursos según ARENA	83

Tabla 26: Formato de plan 5s.....	90
Tabla 27: Formato de clasificación de inventario.....	91
Tabla 28: Formato de inspección de limpieza.	96
Tabla 29: Formato de estandarización 5 “S”	100
Tabla 30: Formato 5S.....	102
Tabla 31: Resultado de colas obtenidos en ARENA.	111
Tabla 32: Resultado de recursos utilizados en ARENA.	112
Tabla 33: Lógica y significado de los estados.	120
Tabla 34: Parámetros de la condición de deterioro.....	131
Tabla 35: Formato FIFO para almacén de materia prima.....	137
Tabla 36: Formato FIFO para almacén de alambre trefilado.....	138
Tabla 37: Formato FIFO para almacén de alambre Galvanizado.	139
Tabla 38: Formato FIFO para almacén de alambre Re trefilado.	140
Tabla 39: Formato FIFO para almacén de rollos de púas.	141
Tabla 40: Inversión inicial para propuesta 5S.....	144
Tabla 41: Beneficios obtenidos tras la propuesta 5S.	145
Tabla 42: Beneficios no monetarios de la propuesta 5s.....	146
Tabla 43: Recuperación de la inversión anual.	146
Tabla 44: Beneficios obtenidos tras la propuesta FIFO.....	148
Tabla 45: Indicadores de averías.....	148
Tabla 46: Inversión inicial para el plan de mantenimiento.....	149
Tabla 47: Beneficios obtenidos tras la propuesta de mantenimiento.....	149

Índice de Anexos.

Anexo 1: Cuadro de Síntomas.	156
Anexo 2: Formato de Estudio de Tiempo.	157
Anexo 3 Estudio de tiempo a las máquinas de púas.	157
Anexo 4: Báscula principal.	157
Anexo 5: Máquina trefiladora.	157
Anexo 6: Máquina trefiladora.	157
Anexo 7: Datos.	157
Anexo 8: Polvo trefilador.	157
Anexo 9: Micrómetro.	157
Anexo 10: Báscula área trefilado.	157
Anexo 11: Horno galvanizado.	157
Anexo 12 Máquina re trefilado.	157
Anexo 13: Guías en las que se coloca el rollo de alambre.	157
Anexo 14: Pala para extraer ceniza.	157
Anexo 15: Máquina de soldar.	157
Anexo 16: Maquina de púas.	157
Anexo 17: Alicata.	157
Anexo 18: Martillo.	157
Anexo 19: Lave inglesa.	157
Anexo 20: Recolectoras de alambre.	157
Anexo 21: Báscula de púas.	157
Anexo 22: Guantes.	157
Anexo 23: Rollos de alambre trefilado y re trefilado.	157
Anexo 24: Carro de transporte.	157
Anexo 25: Guías centrales y laterales par púas.	157
Anexo 26: Rollos de alambre galvanizado.	157
Anexo 27: Gancho para alambre.	157
Anexo 28: Bloques de Zinc utilizados en el galvanizado.	157
Anexo 29: Alambrón apilado.	157
Anexo 30: Empacado de púas.	157
Anexo 31: Aplicación de producto terminado.	157

Anexo 32: Sillas ergonómicas.	157
Anexo 33: Pila de acido	157
Anexo 34: Carrete.....	157
Anexo 35: Monta Cargas.....	157
Anexo 36: Ducha o rodos	157
Anexo 37: Máquina enrolladora de púas.....	157
Anexo 38: Entrevista Jefe de Mtto.....	157
Anexo 39: Entrevista Jefe de Trefilado.....	157
Anexo 40: Tabla de depreciación de equipo de cómputo.....	157
Anexo 41: Años de vida útil según la ley 822, ley de concertación tributaria.....	157

Índice de figuras.

Figura 1. Tabla de referencia para el nivel de confianza requerido.....	15
Figura 2: Imagen satelital de la ubicación de la industria IMMSA	19
Figura 3: Diagrama de Gantt de las actividades realizadas en seminario.....	20
Figura 4: Distribución de planta.	38
Figura 5: Diagrama de recorrido.....	42
Figura 6: Diagrama de Ishikawa.	51
Figura 7: Vista Superior del área de producción IMMSA.....	78
Figura 8: Vista Lateral del área de producción IMMSA.	78
Figura 9: Vista Total de la Industria IMMSA.....	79
Figura 10: Llegadas de alambrón.....	80
Figura 11: Cantidad de material obtenido en la simulación.	81
Figura 12: Simulación del proceso actual en ARENA.	84
Figura 13: Tarjeta roja.	92
Figura 14: Post it para etiqueta.	93
Figura 15: Señalización de vías de circulación.....	95
Figura 16: Señalización de vías de circulación.....	95
Figura 17: Mapa 5s	97
Figura 18: Diagrama de recorrido propuesto.	104
Figura 19: Entradas de alambrón.	110
Figura 20: Cantidad de material obtenido.....	110
Figura 21: Simulación de propuesta en ARENA.....	113
Figura 22: Pestaña de inicio del sistema de mantenimiento.	116
Figura 23: Icono de registro de personal.....	117
Figura 24: Datos del personal de mantenimiento.	117
Figura 25: Registro de un nuevo personal.	118
Figura 26: Icono del calendario de mto.	118
Figura 27: Planificación preventivo anual.	118
Figura 28: Planificación preventivo anual.	119
Figura 29: Planificación de mantenimiento preventivo mensual.....	121
Figura 30: Planificación de mantenimiento preventivo mensual.....	121
Figura 31: Icono de registrar Mtto correctivo.....	122

Figura 32: Registro de mantenimiento correctivo realizados.	122
Figura 33: Planificación mantenimiento correctivo mensual.	123
Figura 34: Planificación mantenimiento correctivo mensual.	123
Figura 35: Icono de Check List.....	124
Figura 36: Check List de inspección del sistema eléctrico	124
Figura 37: Icono de máquinas y equipos.	124
Figura 38: Ficha técnica de la maquinaria.	125
Figura 39: Registro de máquinas equipo y herramientas.....	125
Figura 40: Icono de instrucciones para inspección	126
de infraestructura	126
Figura 41: Guía para Mto de infraestructura	127
Figura 42: Actividades /Componentes.....	127
Figura 43: Icono de registrar inspección de infraestructura.....	128
Figura 44: Ventana de registro de inspección de infraestructura.....	128
Figura 45: Icono de buscar inspección de infraestructura.	131
Figura 46: Ventana de búsqueda de inspección.....	131
Figura 47: Ventana principal del sistema para guardar y cerrar.	132
Figura 48: Referencia de equipo de protección personal.....	134
Figura 49: Gafas de Equipo de protección personal	134

1. Introducción.

La presente investigación se refiere a la propuesta de mejoras a través de la filosofía Lean Manufacturing en el proceso de producción de rollos de púas galvanizadas calibre 17 marca tigre de la Industria Metal Mecánica S.A. (IMMSA), la cual pertenece al sector secundario debido a que sus actividades a realizar son manufactureras. Esta empresa es una sucursal de IMMSA-Managua y sus marcas reconocidas son Tigre y Búfalo, también es conocida por su nombre comercial Industria Búfalo S.A ubicada en el km 53 ½ carretera Granada – Nandaime, en el que se pretende optimizar la productividad de los rollos de púas de dicha empresa.

Al identificar las variables críticas principales que influyen en el proceso de producción de púas galvanizadas a través de las herramientas básicas Lean tales como las 5S, que permiten mejorar el medio ambiente en el que se encuentra el trabajador y las 5M que logra el análisis del método de producción y el mantenimiento correctivo aplicado a las máquinas.

Al no implementarse una planificación de mantenimiento preventivo, el paro de los equipos se prolonga durante varios días a espera de reparación, y al no manejar el control de inventario genera que se almacene el producto por mucho tiempo bajo condiciones poco óptimas provocando pérdida de las propiedades del alambre galvanizado de tal manera que este durante el proceso se esté rompiendo constantemente.

Por tal razón se propone la metodología de las 5S, de modo que se pueda evitar accidentes durante el tránsito de los materiales con la señalización de las áreas, así mismo el entorno en el que se encuentra el trabajador sea de forma dinámica y agradable, además el uso del método First in, First Out conocido como el método FIFO, ayudará a mantener el control de inventario en bodega por medio de un formato. En cuanto a la planificación de gestión de mantenimiento industrial se crea una plantilla semi automatizada en Microsoft Excel.

2. Justificación.

La presente investigación se realiza con el objetivo de proponer mejoras a través de la filosofía Lean Manufacturing para la optimización en el proceso de producción de rollos de púas galvanizadas calibre 17 marca Tigre en la Industria Metal Mecánica S.A (IMMSA), de tal manera que todos aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios, puedan disminuirse o de ser posible eliminarse.

La implementación de las propuestas de mejoras según las variables críticas encontradas en el proceso de producción por medio de las 5M, permiten identificar que el medio ambiente en el que se encuentra el trabajador sea el adecuado, que los paros prolongados por mantenimiento correctivo se disminuyan considerablemente, así como el control de los materiales a utilizar sean aprovechados al máximo reduciendo su tiempo de almacenamiento, de tal manera que se aplicaron las técnicas de recolección de información tales como; observación directa y entrevistas para que luego sean analizadas a través del software ARENA y Microsoft Excel.

Entre las soluciones para las variables críticas del proceso se propone realizar un control de inventario a través del método First In, First Out (FIFO), planilla de plan de gestión para mantenimiento industrial, disminución de las verificación e inspecciones a través del análisis de los cursogramas de procesos (analítico y sinóptico), implementación de las 5S la cual permite mejorar no solamente el medio ambiente laboral sino que también disminuirán los tiempos por limpieza y búsqueda, disminuir o eliminar los desperdicios de materiales así mismo los accidentes laborales.

3. Antecedentes.

Las metalurgias en Nicaragua como industrias metal mecánicas son las empresas que tienen mayor demanda dado al forjado que estas le dan al metal, que incluye su extracción a partir de los minerales metálicos importados desde los países centroamericanos, emprendiendo en ciencia y tecnología de los metales.

Para la realización de esta investigación se obtiene como antecedente nacional la propuesta presentada en febrero del 2010, por los autores Osman Enrique Morales Hernández, Javier Alejandro Vanegas Alemán y Harry Iván Cuolson Romero, en su seminario de graduación presentado en la Universidad autónoma de Nicaragua (UNAN- MANAGUA), con el tema “Balanceos de líneas de producción en las plantas de galvanizado y clavos de la industria centroamericana Sociedad Anónima (INCASA)” que tuvo como objetivo general “Determinar el balanceo de líneas de producción, para asignar elementos de trabajo a las estaciones de las plantas de galvanizado y clavos de la Industria Centroamericana S.A.,”

El cual concluye con una serie de propuestas en cuanto a la estandarización de tiempo de producción, integración de operarios a la línea y asignación de elementos de trabajo, que permite obtener los mayores beneficios en un modelo de producción en un 85.51 %.

Internacionalmente Iván Torales Almirón (abril de 2015) en su trabajo final de grado de la carrera ingeniería industrial presentado en la Facultad de Ingeniería en la Universidad Nacional de Asunción (FIUNA- PARAGUAY), con el tema “Diseño del Proceso Productivo en una Empresa

Metalúrgica que tuvo como objetivo general “Desarrollar un proceso que maximice la eficiencia de la producción en una empresa metalúrgica especializada en la realización de productos derivados del acero, con el fin aumentar las utilidades de la misma”.

La propuesta incluye el análisis económico para determinar cuál es la más rentable, y el resultado fue la combinación de tres propuestas para obtener los mayores beneficios en un modelo de fabricación continua de elevadores a cangilones durante un año.

4. Problema de investigación.

4.1. Planteamiento del problema.

4.1.1. Caracterización.

Las industrias metalúrgicas constituyen un pilar fundamental en la cadena productiva, contribuyendo de manera significativa en el desarrollo económico del país. En la actualidad hay ciertos números de problemas específicos en este tipo de empresa, relativos a inspecciones de las características dimensionales, control de mantenimiento, mejora en el rendimiento (recortes metálicos u otros tipos de desechos), cambios en el control de proceso productivos y controles ambientales.

4.1.2. Delimitación.

La Industria Metal Mecánica S.A, IMMSA ubicada en el km 53 ½ carretera Nandaime – Granada, se dedica a la elaboración de mallas y rollos de púas galvanizadas; clavos y grapas. Entre los factores que influyen en el proceso de producción de dicha empresa son: los altos decibeles, la vida útil de la maquinaria, deficiencia en el mantenimiento general, control de inventarios, gestión visual, vibraciones y condiciones climáticas laborales.

4.1.3. Formulación del problema.

¿Cómo se mejora el proceso productivo de los rollos de púas galvanizadas calibre 17 marca tigre en la Industria Metal Mecánica S.A. a través de la filosofía Lean Manufacturing?

4.1.4. Sistematización del problema

¿Qué variables críticas afectan el proceso productivo de rollos púas galvanizadas?

¿De qué manera influyen las variables críticas en el proceso de producción de los rollos de púas galvanizadas calibre 17 marca tigre?

¿Cuál es la manera de disminuir paros no planificados y prolongados en las maquinas-herramientas utilizadas en el proceso de elaboración de púas galvanizadas calibre 17?

5. Objetivos.

Objetivo general:

- ✓ Proponer mejoras a través de la filosofía Lean Manufacturing para la optimización en el proceso de producción de rollos de púas galvanizadas calibre 17 marca Tigre en la Industria Metal Mecánica S.A ubicada en el km 53 ½ carretera Nandaime - Granada durante el segundo semestre del año 2020.

Objetivos específicos:

- ✓ Identificar las variables críticas que afectan el proceso productivo de rollos púas galvanizadas a través de las herramientas básicas Lean como 5S y 5M.
- ✓ Analizar las variables críticas que influyen en el proceso de producción rollos de púas a través del software ARENA.
- ✓ Diseñar un plan de gestión de mantenimiento industrial elaborado en el software Microsoft Excel.

6. Marco de referencia.

6.1. Marco teórico.

6.1.1. Generalidades de la filosofía Lean Manufacturing en el proceso de producción.

6.1.1.1. Definición.

Juan Carlos Hernández Matías, La Escuela de Organización Industrial, 2013 p. 10, define Lean Manufacturing como *“Una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios.”*

Juan Carlos Hernández Matías, La Escuela de Organización Industrial, 2013 p. 34, menciona que *“Lean se materializa en la práctica a través de la aplicación de una amplia variedad de técnicas, muy diferentes entre sí.”*

6.1.2. Herramientas básicas de Lean Manufacturing.

6.1.2.1. Las 5s.

“Las 5S. Son una técnica utilizada para la mejora de las condiciones del trabajo de la empresa, por lo que es la primera herramienta a implantar en toda empresa que aborde el Lean Manufacturing.” Juan Carlos Hernández Matías, La Escuela de Organización Industrial, 2013 p. 35.

6.1.2.2. Las 5M.

Según Humberto Pulido en Control estadístico de la calidad y seis sigmas, 2013 p.147, define las 6M como “*Método de construcción de un diagrama de Ishikawa, en donde se agrupan las causas potenciales de acuerdo con las 6 M, métodos de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente.*”

“*El diagrama de causa-efecto o de Ishikawa es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan, la importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis*” Humberto Pulido en Control estadístico de la calidad y seis sigmas, 2013 p.147.

6.1.2.3. Curso gramas de procesos.

Curso grama sinóptico del proceso.

Menciona Kanawaty, OIT, 1996, “*el curso gramas sinópticos es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo suceden tan solo las principales operaciones e inspecciones*”. Permite visualizar de una manera más sencilla la totalidad del proceso o actividades antes de emprender su estudio detallado.

Curso grama analítico.

Es un diagrama que muestra una trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda.

- ✓ **Cursograma operario:** Diagrama en donde se registra lo que hace la persona que trabaja.

- ✓ **Cursograma de material:** Diagrama en donde se registra como se manipula o trata el material.
- ✓ **Cursograma de equipo:** Diagrama en donde se registra como se usa el equipo.

“El curso grama analítico se establece en forma análoga al sinóptico, pero utilizando, además de los símbolos de operación e inspección” (Kanawaty G. 1996)

6.1.2.3.1. Símbolos empleados en los cursogramas.

En la tabla 1, se muestra las simbologías empleadas en los cursogramas de procesos, del cual menciona George Kanawaty en la OIT, *“Para hacer constar en un curso grama todo lo referente a un trabajo u operación, resulta mucha más fácil emplear una serie de cinco símbolos uniformes que conjuntamente sirven para representar todos los tipos de actividades o sucesos que probablemente se den en cualquier fábrica u oficina”*.

	Operación.	Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por el común, la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación.
	Inspección	Indica la inspección de la calidad y/o la verificación de la cantidad.
	Transporte	Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
	Deposito provisional o espera.	Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.
	Almacenamiento	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde con fines de referencia.

Tabla 1. Simbología empleada en los cursogramas

6.1.3. *Software arena.*

“Es un software que permite llevar el poder del modelado y simulación. Está diseñado para analizar el impacto de cambios que involucran rediseños significativos y complejos asociados con la cadena de suministro, manufactura, procesos, logística, distribución, almacenamiento y sistemas de servicio”, (Bradley Allen-Comenzando con arena).

Partiendo de un proceso dado se puede generar diferentes escenarios para buscar la solución a un problema permitiendo encontrar el mejor escenario, minimizando el riesgo de una futura inversión.

Características:

- ✓ Bloque de construcción predefinida.
- ✓ Amplia gama de opciones de distribuciones.
- ✓ Métricas de rendimiento, análisis estadístico y generación de informes.
- ✓ Capacidades realistas de animación en 2D y 3D

Un escenario típico incluye:

- ✓ Análisis detallado del tipo de sistema de manufactura, incluyendo el transporte manual de componentes.
- ✓ Análisis de servicio al cliente y sistemas de dirección orientados al cliente.
- ✓ Análisis de cadenas de suministro globales que incluyen almacenamiento, transporte y sistemas logísticos.
- ✓ Predicción del funcionamiento de sistemas en función de medidas clave como costes,
- ✓ Planificación del personal, equipos y requerimientos de material.

 <p>Create</p>	<p>Este módulo representa la llegada de entidades al modelo de simulación. Las entidades se crean usando una planificación o basándose en el tiempo entre llegadas.</p>
 <p>Dispose</p>	<p>Este módulo representa el punto final de entidades en un modelo de simulación. Las estadísticas de la entidad se registrarán antes de que la entidad se elimine del modelo.</p>
 <p>Process</p>	<p>Este módulo corresponde a la principal forma de procesamiento en simulación. Se dispone de opciones para ocupar y liberar un recurso. El tiempo de proceso se le añade a la entidad y se puede considerar como valor añadido, valor no-añadido, transferencia, espera u otros.</p>
 <p>Decide</p>	<p>Este módulo permite a los procesos tomar decisiones en el sistema. Incluye la opción de tomar decisiones basándose en una o más condiciones las cuales se pueden basar en valores de atributos (por ejemplo, prioridad), valores de variables (por ejemplo, número de rechazados), el tipo de entidad o una expresión.</p>
 <p>Assign 1</p>	<p>Este módulo se usa para asignar valores nuevos a las variables, a los atributos de las entidades, tipos de entidades, figuras de las entidades, u otras variables del sistema.</p>
 <p>Batch</p>	<p>Este módulo funciona como un mecanismo de agrupamiento dentro del modelo de simulación. Los lotes pueden estar agrupados permanente o temporalmente. Los lotes temporales deben ser divididos posteriormente usando el módulo Separate.</p>

 Separate	<p>Este módulo se puede usar para replicar la entidad entrante en múltiples entidades o para dividir una entidad previamente agrupada. Se especifican también las reglas de asignación de atributos para las entidades miembro.</p>
 Record	<p>Este módulo representa el final de entidades en un modelo de simulación. Las estadísticas de la entidad se registrarán antes de que la entidad se elimine del modelo.</p>

Tabla 2. Simbología para el software ARENA

6.1.3.1. Muestra.

Según Fidias la muestra es un subconjunto representativo finito que se extrae de la población accesible. Para seleccionar la muestra se utiliza una técnica o procedimiento denominado muestreo. Existen dos tipos básicos de muestreo:

Muestreo probabilístico o aleatorio: Es un proceso en el que se conoce la probabilidad que tiene cada elemento de integrar la muestra. Este procedimiento se clasifica en:

- a) **Muestreo azar simple:** Procedimiento en el cual todos los elementos tienen la misma probabilidad de ser seleccionados. Dicha probabilidad, conocida previamente, es distinta de cero (0) y de uno (1).
- b) **Muestreo azar sistemático:** Se basa en la selección de un elemento en función de una constante K . De esta manera se escoge un elemento cada k veces.
- c) **Muestreo estratificado:** Consiste en dividir la población en subconjuntos cuyos elementos poseen características comunes, es decir, estratos homogéneos en su interior.

Fres E. Meyers, Estudio de tiempo, segunda edición, menciona “*El tamaño de la muestra, es el número de observaciones requeridas para alcanzar la exactitud y confianza que deseamos*”.

Se presenta la siguiente fórmula según Jay Haizer administración de proyecto séptima edición:

$$n = \left[\frac{zS}{h\bar{x}} \right]^2$$

n = Tamaño de muestra requerido.

z = Número de desviaciones estándar requeridas para cada nivel de confianza deseado.

s = Desviación estándar de la muestra inicial.

\bar{x} = Media de la muestra inicial.

h = Nivel de precisión deseado como porcentaje del elemento de la tarea, expresado como decimal (un 5% =0.05)

Valores z comunes

Confianza deseada (%)	Valor z (desviación estándar requerida para el nivel de confianza deseado)
90.0	1.65
95.0	1.96
95.45	2.00
99.0	2.58
99.73	3.00

Figura 1. Tabla de referencia para el nivel de confianza requerido.

6.1.4. Mantenimiento.

Kanawaty cuarta edición p. 245, menciona que *algunos directores de producción consideran que para una máquina o una línea de producción para efectuar inspecciones o realizar un mantenimiento preventivo es una molestia innecesaria*. La importancia del mantenimiento sólo se pone de manifiesto cuando se produce una avería en alguna de las máquinas. Sin embargo, las pérdidas ocasionadas por un mantenimiento incorrecto pueden ser enorme, porque aparte de las paradas y de la producción perdida, existe el costo de los defectos de los productos y pérdidas causadas por una vida más útil de la máquina.

Para Kanawaty G, OIT, p. 246. existen dos tipos principales de mantenimiento:

Mantenimiento de reparación: Que constituye una repuesta del departamento de mantenimiento a peticiones de reparaciones debidas a fallos de la maquinaria o el equipo o un trabajo anómalo o poco seguro resultante del mal estado de la maquinaria.

Mantenimiento preventivo: Se basa en el conocido principio de que es mejor prevenir que curar. Consiste en diagnosticar las necesidades de mantenimiento de la máquina que van desde la simple lubricación y engase hasta reparaciones preventivas más complicadas.

6.2. Marco conceptual.

Producción: Fabricación o elaboración de un producto mediante el trabajo. Esta se divide en producción en series, producción de cadena, e intermitente, o por lote.

Proceso: Conjuntos de fases sucesivas o procesamiento que se someten a una cosa para elaborarla o transformarla.

OIT: (organización internacional del trabajo). Es un organismo especializado de la ONU (organización de las naciones unidas), que tiene por objetivo la promoción de la justicia social y el reconocimiento de las normas fundamentales del trabajo, la creación de oportunidades de empleo y la mejora de las condiciones laborales en el mundo.

Curso grama analítico: Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalado todo lo hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda.

Diagrama de hilo: Es un plano o modelo a escala en que se sigue y mide un hilo el trayecto de trabajadores, de los materiales o del equipo durante una sucesión determinada de hechos.

Diagrama bimanual: Es una herramienta de registro de la información que se emplea en el estudio de movimientos del operario se refleja la secuencia de operaciones que sigue cada una de las extremidades que participan conjuntamente en el desarrollo de una tarea.

Diagrama de Recorrido: Es un complemento para el diagrama de proceso ya que se basa de la información de esta para demostrar cómo se llevan a cabo el recorrido de la materia prima y los productos entre las distintas operaciones del proceso.

Simulador arena: Es un software de simulación de eventos discreto para la optimización de procesos complejos, desarrollado por systemsmodeling y adquirido por Rockellautomation en 2000.

Análisis FODA: (Fortaleza, Oportunidad, Debilidades y Amenazas) es el estudio que permite conocer estas características de una empresa o de un proyecto detallándolas en una matriz cuadrada.

SketchUp: Es un programa de diseño gráfico y modelado en tres dimensiones (3D). Es utilizado para el modelado de entornos de planificación urbana, arquitectura, diseño industrial entre otras aplicaciones.

Alambrón: Alambre con mayor grosor, es parte de la materia prima utilizada en la industria IMMSA.

Carrete: Cilindro de metal generalmente hueco y con bordes o discos que sirve para enrollar en él hilos, cable u otro material flexible.

Trefilado: Es la acción de que permite reducir el diámetro al alambre haciéndolo pasar a través de un orificio cónico (dados).

Retrefilado: Es cuando el alambre pasa dos veces por el proceso de reducción, de esta manera se obtiene un calibre menor que al que se tenía.

6.3. Marco espacial.

La Industria IMMSA está ubicada en el km 53 1/2 carreteras Granada-Nandaime, se encuentra rodeado por un gran ecosistema con diversa variedad de flora y fauna.

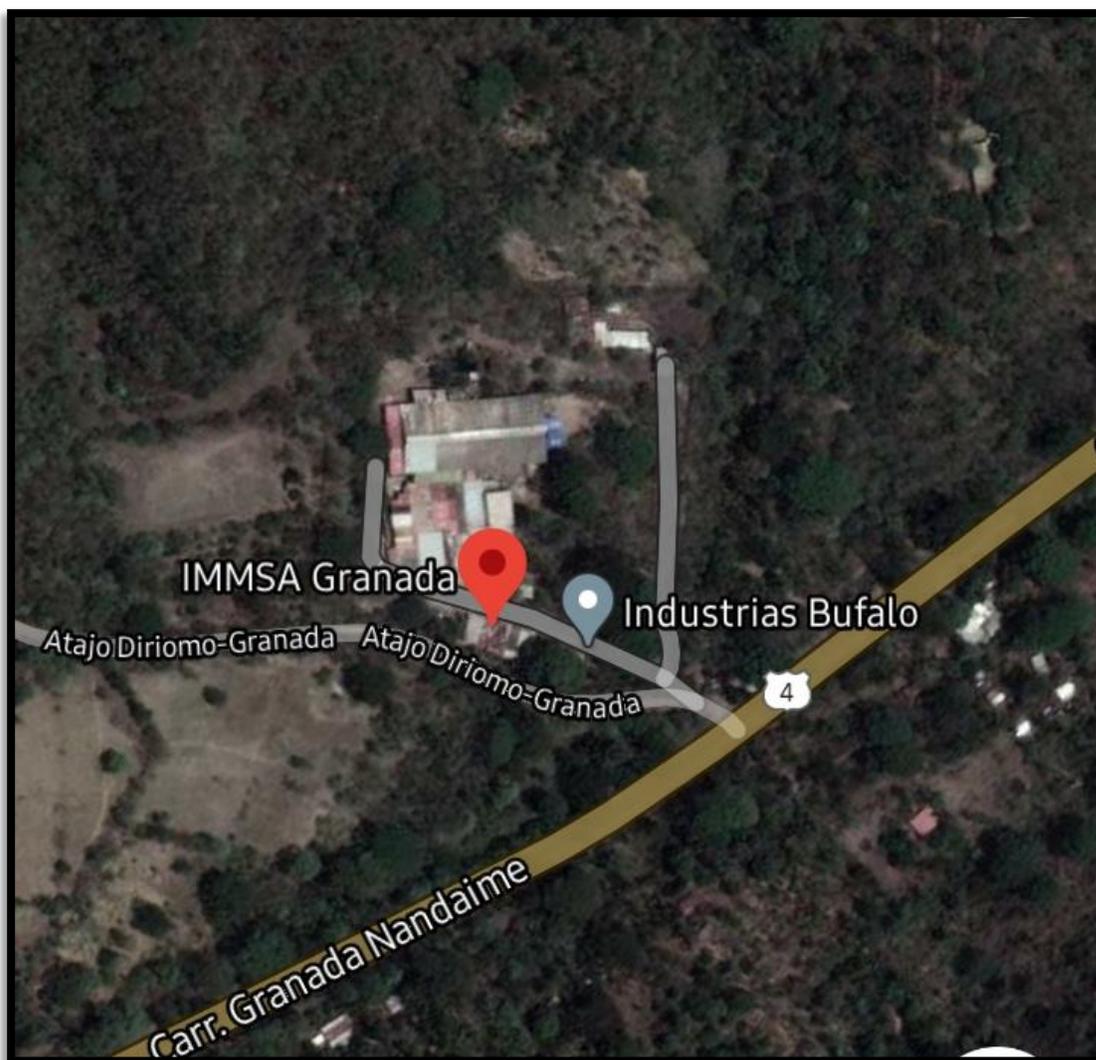


Figura 2: Imagen satelital de la ubicación de la industria

6.4. Marco temporal.

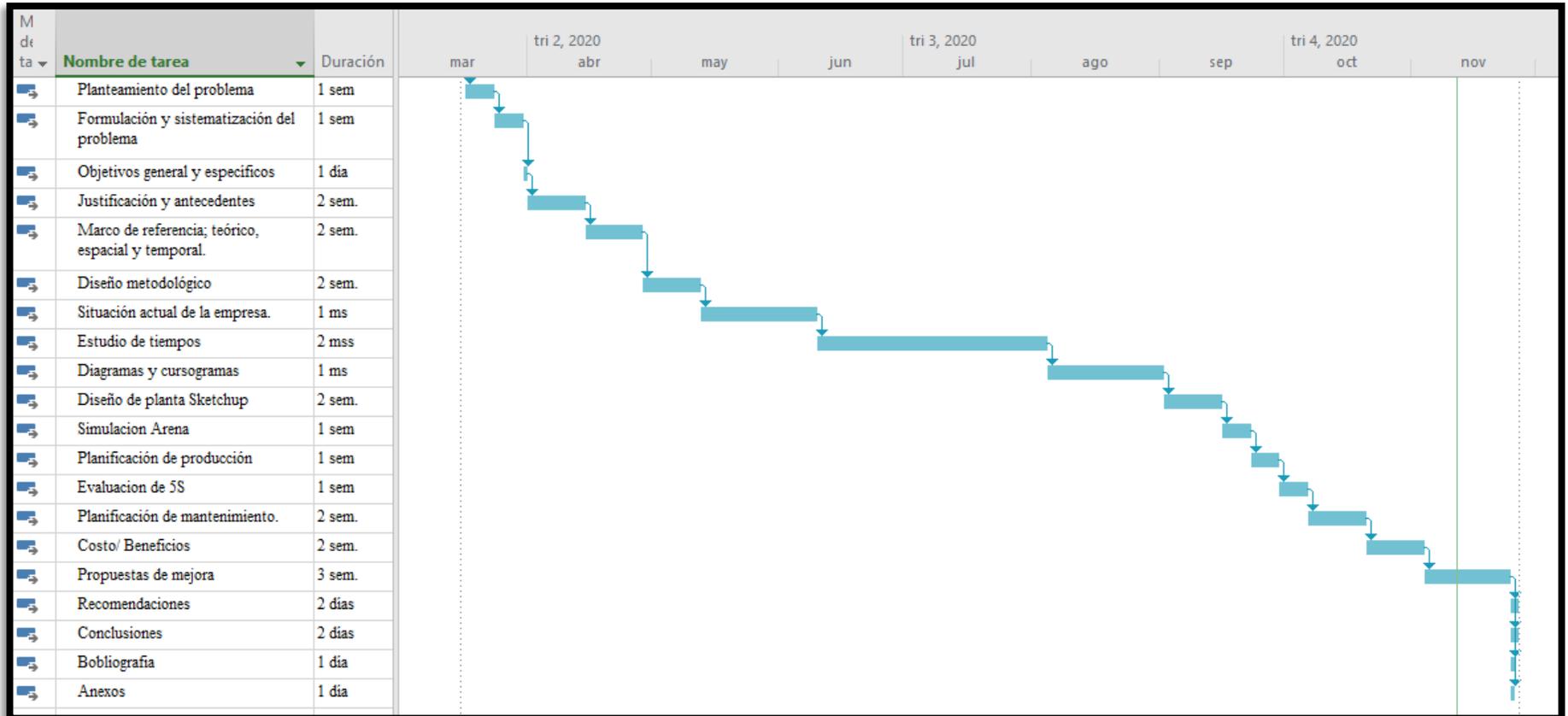


Figura 3: Diagrama de Gantt de las actividades realizadas en seminario.

7. Diseño metodológico.

7.1. Tipo de investigación.

El enfoque de la presente investigación es de manera mixta (cuantitativa; por recolección de datos que se pueden medir tal como es el tiempo de paro por reventadura del alambre), (cualitativa; por la recolección de datos sin necesidad de medir como el medio ambiente en el que laboran los trabajadores). De acuerdo con Roberto Sampieri quinta edición *“la investigación mixta consiste en la combinación de los métodos cuantitativos y cualitativos”*.

7.2. Según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información.

El registro que se llevara durante toda la investigación es de manera prospectiva, puesto que las observaciones y datos se realizaran a medida que estos sucedan, tomando en cuenta los estudios de tiempo, micro movimientos, mantenimiento correctivo, planificación de la producción entre otros. *Para el Dr. Yercin Mamani, 2014 la investigación prospectiva o Pre Facto, registra los hechos a medida que acontecen.*

7.3. Según el período y secuencia del estudio.

La secuencia en la que se llevará a cabo la investigación es un periodo transversal o transaccional, este consiste en el análisis de los cambios que se presentan durante el proceso de producción en la industria IMMSA con un total de 13 visitas, puesto que permitirá un mejor análisis del proceso de púas galvanizadas. Roberto Sampieri quinta edición explica que este tipo de secuencia *“es aquella en el cual se recolectan datos en un solo momento, y en un tiempo único.”*

7.4. Según el análisis y alcances de los resultados.

El alcance de la investigación realizada para el mejoramiento del proceso de producción de rollos de púas galvanizadas de la industria IMMSA, es de forma descriptiva, según Roberto Sampieri quinta edición, *“busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente.”*

En el mejoramiento del proceso de elaboración de las púas galvanizadas se tomará en cuenta el tiempo de espera por averías de las máquinas y el tiempo de operación de estas, de igual manera, el periodo de mantenimiento que se le brinda y el tiempo de reposo del trabajador durante este supervisando el procedimiento.

7.5. Método de la investigación.

Para concretar los datos obtenidos de esta investigación, el método utilizado es de forma inductiva, según *el Dr. Yercin Mamani, 2014 estas parten de los hechos concretos, identificando regularidades de los acontecimientos, para llegar a generalizaciones y principios abstracto o difícil de comprender.*

Entre las regularidades se tomará en cuenta el estado de las máquinas durante la elaboración de rollos de púas galvanizadas y cómo influye la condición de éstas en el medio ambiente del trabajador.

7.6. Población o universo de estudio.

Para Fidias G. Arias *define población a un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación.* La población que compone la presente investigación, será conformada por los rollos de púas galvanizadas, clavos y mallas galvanizadas que pasan por los procesos de galvanizado, trefilado y el armado de esta en la industria IMMSA durante el II semestre del año 2020.

Fidias G. Arias hace mención a diferentes tipos de población:

Población finita; en el cual define *que es agrupación en la que se conoce la cantidad de unidades que la integran.*

La clasificación a la cual pertenece la investigación es a una población infinita, *es aquella en la que se desconoce el total de elementos que la conforman, por cuanto no existe un registro documental.*

7.7. Muestra.

La muestra que se determinó a partir de la población propuesta en el acápite anterior será dirigida al área de púas galvanizadas, para los rollos calibre 17 marca tigre, en el cual menciona Fidias G. Arias *“la muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”.*

El muestreo es probabilístico azar simple, según Fidias G. Arias *es un procedimiento en el cual todos los elementos tienen la misma probabilidad de ser seleccionados. Dicha probabilidad, conocida previamente, es distinta de cero (0) y de uno (1).*

A continuación, se muestra los resultados del número de observaciones a realizar para el estudio de tiempo durante la elaboración de púas galvanizadas calibre 17 marca tigre en la Tabla 3 y 4. Para obtener el nivel de confianza (z) requerido se tomó un muestreo inicial de cuatro observaciones (Ver anexo 3).

$$n = \left[\frac{zS}{h\bar{x}} \right]^2$$

Ciclo	Tiempo total
1	19.61
2	19.73
3	19.55
4	22.15
Media	20.26

Tabla 3: Tiempos totales.

Número de observaciones(n)	6
Desviación estándar (s)	1.26
Desviación estándar deseada (z)	1.96
Media (\bar{x})	20.26
Nivel de precisión deseado (h)	0.05

Tabla 4: Resultados

Las características a tomar en el muestreo no probabilístico por cuotas durante el proceso de producción de rollos de púas galvanizadas calibre 17 marca tigre, son; ruido, vibraciones, temperatura, equipos de protección y ergonomía. Menciona Fideas G. Arias “*el muestreo por cuotas se basa en la elección de los elementos en función de ciertas características de la población, de modo tal que se conformen grupos o cuotas correspondientes con cada característica, procurando respetar las proporciones en que se encuentran en la población*”.

7.8. Fuentes y técnicas de recolección de la información

Según Octavio O. Rúas 2015, *“las técnicas de recolección corresponden, a las distintas maneras de obtener la información, y las fuentes o instrumentos son los medios materiales que se emplean para la recolección de datos”*.

Las fuentes principales utilizadas en la presente investigación son las siguientes:

Observación directa: A través de este método investigativo se nos permitió obtener el mayor número de datos, relacionándolos con el fenómeno a tratar dentro de la industria IMMSA en el proceso de producción de rollos de púas galvanizadas, para observar el funcionamiento y comportamiento de los operarios que laboran en esta área.

Entrevista: Se realizó un cuestionario con las preguntas pertinentes, en donde se entrevistó al gerente de producción, al encargado de mantenimiento el señor Juan Carlos Carcache (Ver anexo 38) y el encargado del área de trefilado (Ver anexo 39). También se logró mantener conversación con los operarios del área de púas.

Fuentes secundarios que aplicaron en la presente investigación:

Libros: Para argumentar la información presentada en la investigación, se respaldó con los libros de los actores George Kanawaty (OIT), Benjamín Niebel (Método, estándares y diseño del trabajo), Octavio O. Rúas (Población, muestra. Técnicas de recolección de datos) y Roberto Hernández Sampieri (Metodología de la investigación), Bradley Allen-Comenzando con arena, Roberto C. Paz (Administración de las operaciones), Fidas G. Arias (El proyecto de investigación), Roberto Criollo (Estudio del trabajo).

7.9. Análisis o tratamiento de la información.

Los datos obtenidos a través de las técnicas de observación, entrevistas y consultas bibliográficas en el cual se analizan los resultados de la información a través de estudios de tiempos, tablas por medio de la aplicación de Excel, la simulación del proceso con el software ARENA, diagramas de causa efecto, curso grama analítico y sinóptico.

7.10. Variables utilizadas en el estudio.

Variables independientes	Variables dependientes
Ambiente en el lugar de trabajo	Ergonomía
	Ruido y vibraciones
	Lugar de descanso
Maquinarias	Mantenimiento
	Planificación de mantenimiento de equipos, herramientas y máquinas.
Productividad	Inspecciones constantes
	Almacenamiento de materiales por un largo periodo.

Tabla 5: Variables dependientes e independientes.

8. Situación actual de la empresa.

8.1. Reseña Histórica.

La Industria Metal Mecánica S.A (IMMSA), fue fundada el 01 de Abril de 1975 bajo el nombre de IMCASA al mando del gobierno de esa época; a raíz del triunfo de la revolución fue confiscada por lo cual llega a pertenecer al estado revolucionario durante 10 años, en 1992 durante el periodo de gobernación de doña Violeta Barrios de Chamorro, se realiza la gestión y la empresa es vendida pasando a manos de los trabajadores, perteneciéndoles el cien por ciento de ella, de esta forma se estableció hasta llegar al 2003.

IMMSA inicia sus funciones el 21 de mayo de 2003 bajo la presente administración, la empresa lleva por nombre comercial Industrias Búfalo S.A. la cual es productora y comercializadora de productos de la rama metal mecánica (alambre de púas, clavos, grapas, varillas lisas, hierro corrugado, malla ciclón). Pertenece y funciona como sucursal de la sociedad INDUSTRIAL METAL MECANICA S.A. (IMMSA). Que distribuye los productos a nivel nacional.

Esta Industria actualmente posee una población de empleados de un total de 95 recursos distribuidos en tres grandes direcciones administración, diferentes plantas productivas, y mantenimiento.

8.2. Máquinas y herramientas utilizadas en el proceso productivo.

Para la fabricación del alambre de púa, la maquinaria y herramientas se divide según el proceso que este producto atraviesa, de la siguiente manera:

Bascula Principal: Se pesa la materia prima (Alambrón) antes de entrar, esta se encuentra ubicada en el exterior del área de producción. (Ver anexo 4)

- **Área de trefilado.**

Trefiladora: Es la maquinaria que da inicio al proceso, se encarga de tomar la materia prima (Alambrón de acero), para reducir su diámetro en los diferentes calibres a través de los dados. (Ver anexo 5 y 6).

Retrefilado: Llamada así porque realiza el mismo proceso de trefilado, sin embargo, en lugar de utilizar el alambrón, repite el proceso en los alambres que ya redujeron su calibre para hacerlo aún más pequeño. (Ver anexo 12).

Dados: También llamado mandril, es una pieza que posee un orificio cónico de diferentes diámetros que se utiliza para la reducción o estiramiento del alambrón sin desgastarlo. (Ver anexo 7).

Polvo trefilado: Lubricante en polvo que se aplica en los dados para reducir drásticamente el polvo en el ambiente de trabajo, y eliminar los residuos del producto. (Ver anexo No 8)

Micrómetro: Instrumento para medir con gran precisión cantidades lineales o angulares muy pequeñas. (Ver anexo 9)

Máquina de soldadura: Se utiliza para adherir el alambre que se reviente durante el proceso de trefilado. (Ver anexo 15)

Bascula: Se pesan los rollos de alambres trefilados, re trefilados o productos terminados. (Ver anexo 10).

- **Área de Galvanizado.**

Horno de galvanizado: El galvanizado en caliente es el proceso de inmersión de acero o hierro fabricado en una caldera que realiza un baño de zinc fundido y ácido de clorito. (Ver anexo 11).

Recolectores: Sistema giratorio que recibe el alambre que sale directo del horno y los enrolla para apilarlos. (Ver anexo 20).

Guías: Cilindro de metal, generalmente hueco y discos en sus bases, que sirve para colocar los rollos de alambre que serán conducidos al horno. (Ver anexo 13).

Pala: Se utiliza para limpiar o sacar la ceniza del horno. (Ver anexo 14).

Gancho: Estilo pinza con un brazo largo que se usa para acomodar los hilos de alambre que salen del horno y se desvían. (Ver anexo 27).

En esta área también se utilizan los dados en el cual permite galvanizar el alambre según el tipo de diámetro.

- **Área de púas.**

Máquina de elaboración de púas: Máquina de fabricación japonesa marca (Tanisaka), es utilizada para la elaboración de alambres de púas, calibre N°13, N° 14, N° 17. (Ver anexo 16)

Alicate: Pinza que se utiliza para cortar el alambre o manipularlo. (Ver anexo 17)

Martillo: Se utiliza para golpear las tapas del carrete y quitarlas fácilmente. (Ver anexo 18)

Llave inglesa: Herramienta manual que se utiliza para ajustar y desajustar tuercas. (Ver anexo 19)

Bascula: Instrumento para medir pesos, que se utiliza en todas las áreas del proceso consiste en una plataforma donde se coloca lo que se quiere pesar, y un indicador que muestra el peso exacto de este. (Ver anexo 21).

Guantes: Equipo de protección personal para manipular el rollo de alambre de púas y evitar cortaduras. (Ver anexo 22).

Carrito: Es donde se colocan los rollos de púas ya empacados para transportarlos a la bodega de producto terminado. (Ver anexo 24).

Carrete: Se encuentra en el interior de la máquina y es donde se va enrollando el alambre de púas a medida que se fabrica (Ver anexo 34)

Enrolladora: Se utiliza para rectificar la forma del rollo de púas, cuando este sale defectuoso (Ver anexo 37).

Monta Carga: Medio de transporte interno encargado de distribuir el alambre en las diferentes áreas. (Ver anexo 35)

Es preciso destacar que en todas las áreas del proceso se utilizan la herramienta de alicata y llave inglesa para manipulación del alambre.

8.3. Descripción del proceso actual de rollos púas galvanizadas.

Materia prima.

El primer paso del proceso es la recepción del alambroón o materia prima, que proviene del país de Guatemala y consiste en un alambre 1006 con un diámetro de 5.50 mm, durante esta etapa el encargado de planta verifica la cantidad de rollos que se reciben y se pesan en la báscula principal (Anexo 3), que se encuentra ubicada en el exterior de la planta, se realiza este proceso para validar el peso exacto de cada uno de los rollos, luego se procede a colocar una certificación o requisita, en el cual indique sus características (código, peso, número de rollo, diámetro). Una vez realizada esta actividad cada rollo es apilado cerca del área de trefilado, ya que no existe un almacén destinado a la materia prima. (Ver anexo 29).

Trefilado.

Antes de comenzar este proceso se debe pesar nuevamente la materia prima en una báscula ubicada en el área de trefilado, (Anexo 10) una vez confirmado el peso que se indica en la certificación, el alambre se coloca en unos tambores o bobinas de tracción que fuerzan el paso del alambre por las hileras, estas hileras se refrigeran mediante unos lubricantes secos conocido como polvo de trefilado.

El proceso de trefilado consiste en disminuir el diámetro del alambre de acero por un estiramiento mecánico a través de un juego de dados que poseen forma cónica en su interior para lograrlo colocan en las máquinas de trefilado los hilos de alambre alineados, estos atraviesan los dados y el alambroón se reduce a los siguientes calibres 5, 6, 9,10, 11, 12, 12.5, 13, 13.5, 2 y 14 en dependencia del producto a elaborar de modo que atraviesa en el primer paso un dado 4.80 mm de

diámetro que quita la primera capa de óxido, los alambres que son trefilado son comprobado por micrómetro para saber si tienen su estandarización esperada.

Por cada rollo de alambón se obtienen de 3 a 4 rollos trefilados en los diferentes calibres, para continuar el proceso, cada rollo trefilado se pesa y se coloca en una certificación sus especificaciones tales como: peso, calibre y el producto que se elaborara con él. Si ya se obtuvo el calibre a utilizar, los rollos se dirigen a la bodega de almacén uno, la cual se encuentra dividida en secciones donde se colocan los distintos calibres que serán trasladadas a los diferentes procesos, de lo contrario se continua con el proceso de retrefilado. (Ver anexo 23).

Retrefilado.

Llamado así ya que esta etapa consiste en seguir con los mismos procedimientos de trefilado, con la diferencia que en lugar de utilizar el alambón se emplea con el calibre 13 ½ ya trefilado; es en este punto donde se obtiene el calibre 17 que es utilizado para la fabricación de alambres de púas marca Tigre, obtenido el rollo se pesa, se etiqueta y se almacena, cabe mencionar que cada rollo tiene un peso de 12 a 13 qq (quintales) (Ver anexo 23).

Galvanizado.

Los rollos de alambres son colocados en plataformas, luego pasa por tres diferentes máquinas recolectoras de galvanizado, en cada máquina abarca 10 hilos de alambres, donde se colocan calibres 13, 13.5, 14, 15, 16 y 17

El galvanizado es un proceso mediante el cual se obtiene un recubrimiento de zinc sobre los alambres trefilados por inmersión en un baño de zinc fundido, con este proceso se logra evitar la oxidación y corrosión que la humedad y la contaminación ambiental pueden ocasionar sobre el alambre.

Primer proceso: horno de recocido.

Acá es donde pasa los hilos de alambres, con una temperatura aproximadamente entre 480°C y 900°C, en el recocido se trabaja con aceite reciclado o conocido como aceite quemado, consta de tres quemadores con la función de suavizar el alambre, pero tiene que ser regulado o sino el alambre saldrá al final duro o quemado.

Segundo proceso: ducha o rodos.

Pasa por una ducha de enfriamiento donde se está galvanizando todo el día el alambre, aquí suelta una especie de ceniza el alambre y se realiza la limpieza.

Tercer proceso: pila de ácido.

Se colocan 5 barriles de 250 kilos cada uno de ácido clorhídrico que es utilizado para limpiar, tratar y galvanizar acompañado con medio galón de rodines el cual es un aditivo para el alambre y también quitarle el sarro. (Ver anexo 33)

Cuarto proceso: ducha o rodos.

En consecuencia, que el segundo proceso se mantiene una ducha encendida todo el día, lo que hace es limpiar el alambre después que pasa del proceso del ácido clorhídrico. (Ver anexo 34)

Quinto proceso: Pila

Pasa el alambre por esta pila que contiene cloruro de amonio que es una sal cristalina blanca altamente soluble con el agua donde es colocado en la pila 2 sacos de 25 kilos cada uno y su función es estabilizar la dureza del alambre.

Sexto proceso: recamara del horno de galvanizado.

Este horno trabaja con el aceite reciclado, que se encuentra en estado líquido cabe señalar horno trabaja con una temperatura de 460°C, trabaja con 13 toneladas del material zinc electrolítico que juega un papel fundamental en el alambre para proteger de la corrosión, su uso es el revestimiento de ducho alambre que queda brillante. (Ver anexo 28)

Séptimo proceso: Receptores del alambre.

El último proceso abarca en los receptores giratorios o conocida popularmente como recolectora de alambre que tiene como función de recibir dicho alambre galvanizado o de segunda (puede salir quemado totalmente o con virutas del material zinc electrolito).

Terminado este proceso cada rollo de alambre galvanizado se pesa, certifica y se almacena en la bodega dos, donde se encuentran todos los calibres de alambres galvanizado separado por secciones. (Ver anexo 20).

Púas.

Cuando el alambre galvanizado está listo, se dirige al área de púas, el cual a través de una máquina electro mecánica el alambre es espigado (Ver anexo 16), antes de llegar pasa nuevamente por la báscula para confirmar su peso, posteriormente el operario coloca 4 rollos de alambre galvanizado en las guías que se conforman por dos guías centrales, –rollos que constituye el cuerpo del alambre en el cual se trenzan entre ellos- y dos laterales (derecha e izquierda) -las guía laterales son los rollos de alambre que elaboran las púas- estas giran de manera constantemente para forma el rollo de púas galvanizadas. (Ver anexo 25)

Luego el operario conduce a colocar en la parte inferior de la máquina un carrete vacío (Ver anexo 34) y asegurarlo con una barra de hierro que es donde se enrollará el alambre de púa que saldrá de la máquina; realizados estos pasos y asegurándose que todo este correctamente, se pone en marcha para comenzar el proceso a medida que esta avanza. Dos de los hilos son cortados en ángulo especial que forman las puntas conocidas como las púas, mientras los otros 2 hilos son retorcidos de forma uniforme para construir el centro estas púas están colocadas a una distancia determinadas según norma (ASTM 121-O7).

Cuando se llega al peso de 23 lb (\pm 1lb) el rollo, la máquina se detiene y el operario se dirige a quitar la tapa, la barra de seguridad, a desmontar el carrete y a cortar un extremo del alambre para enrollarlo uno vacío y colocarlo nuevamente en la máquina, se coloca la barra de seguridad y se cierra la tapa, se continua de esta manera hasta que los 4 rollos de alambres puestos en los guías se acaben y se coloquen unos nuevos.

Cada rollo terminado es tomado por otro operario que lo dirige al área de empaquetado y se encarga de verificar su peso y realizar el empaquetado que consiste en poner una cinta de cartón alrededor del rollo de púas donde se especifica, la empresa, marca, el peso, y calibre (ver anexo 30) en este punto del proceso el producto está listo y se apilan a la par (Anexo 31) para luego ser almacena en la bodega 3, en espera de su distribución.

8.4. Análisis FODA.

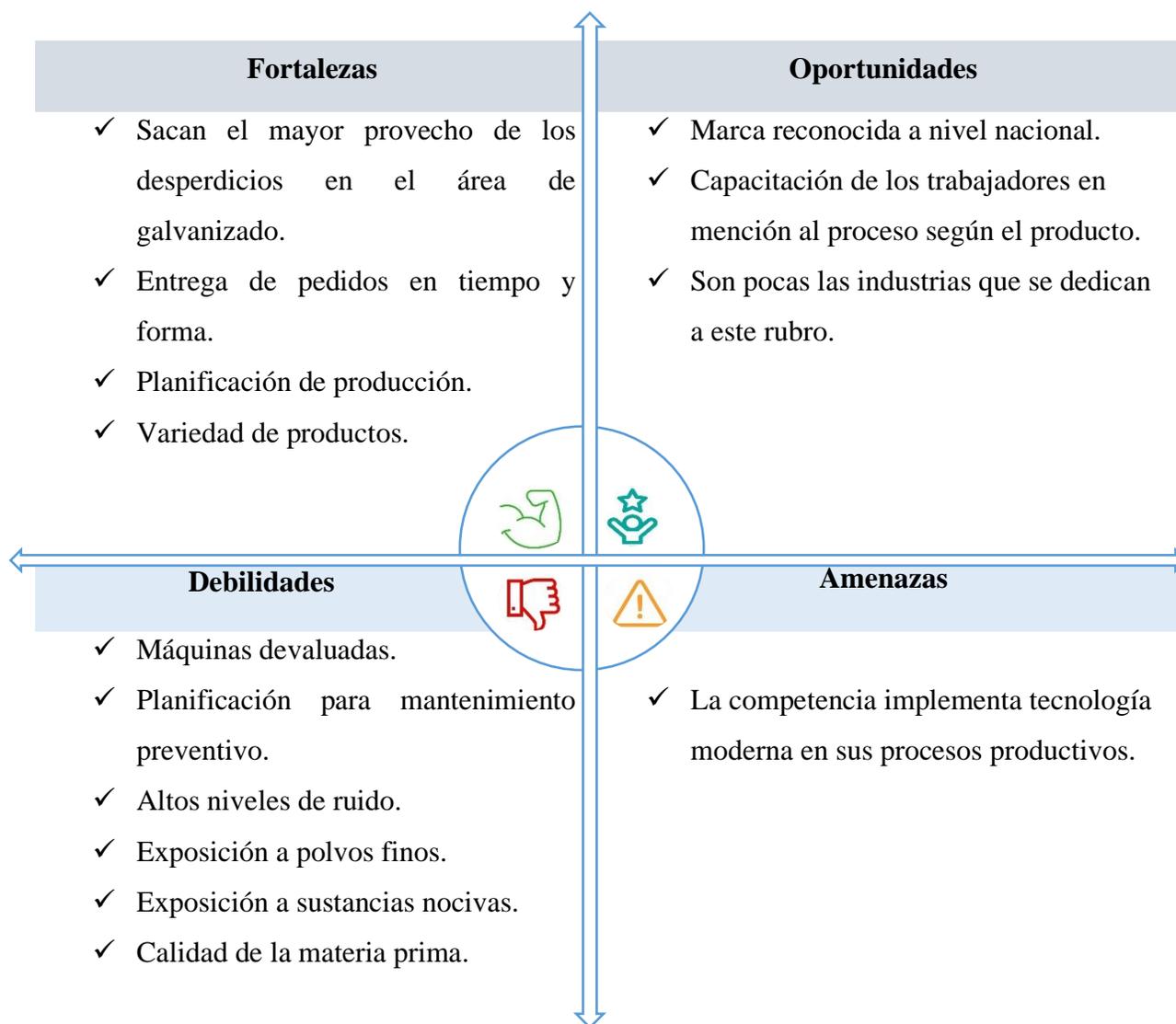


Tabla 6: Análisis FODA.

	Fortalezas.	Debilidades.
<p><u>Factores internos.</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sacan el mayor provecho de los desperdicios en el área de galvanizado. ✓ Entrega de pedidos en tiempo y forma. ✓ Personal capacitado. ✓ Variedad de productos. ✓ Precios accesibles. ✓ Planificación de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Máquinas devaluadas. ✓ Planificación para mantenimiento preventivo. ✓ Altos niveles de ruido. ✓ Exposición a polvos finos. ✓ Exposición a sustancias nocivas. ✓ Calidad de la materia prima.
<p><u>Factores Externos.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Oportunidades. ✓ Marca reconocida a nivel nacional. ✓ Capacitación de los trabajadores en mención al proceso según el producto. ✓ Son pocas las industrias que se dedican a este rubro. ✓ Aplicar mejoras. 	<p>Mantener en reconocimiento la marca en el mercado nacional al ofrecer productos de varios precios que se adapten al gusto del cliente, de igual forma aprovechar para vender los desperdicios del área de Galván.</p>	<p>Capacitar a los trabajadores para que conozcan las normas de higiene y seguridad estandarizadas, utilizar los equipos de protección personal y de esta manera evitar la exposición a los agentes físicos y químicos. Aplicar mejoras como planificación de mantenimiento preventivo, para evitar el paro de máquinas y alargar aún más su vida útil.</p>
<p>Amenazas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Competencia. 	<p>Al ser una marca reconocida a nivel nacional, mantener los precios accesibles y la variedad de productos para conseguir la fidelidad y la atracción de nuevos clientes, ofreciéndoles un buen servicio de atención.</p>	<p>Para obtener una materia prima de mejor calidad, basta con buscar nuevos proveedores y cotizar precios que se mantengan en el rango permitido, así como la importación de este se mantenga libre.</p>

Tabla 7: Matriz FODA.

8.5. Distribución de planta.

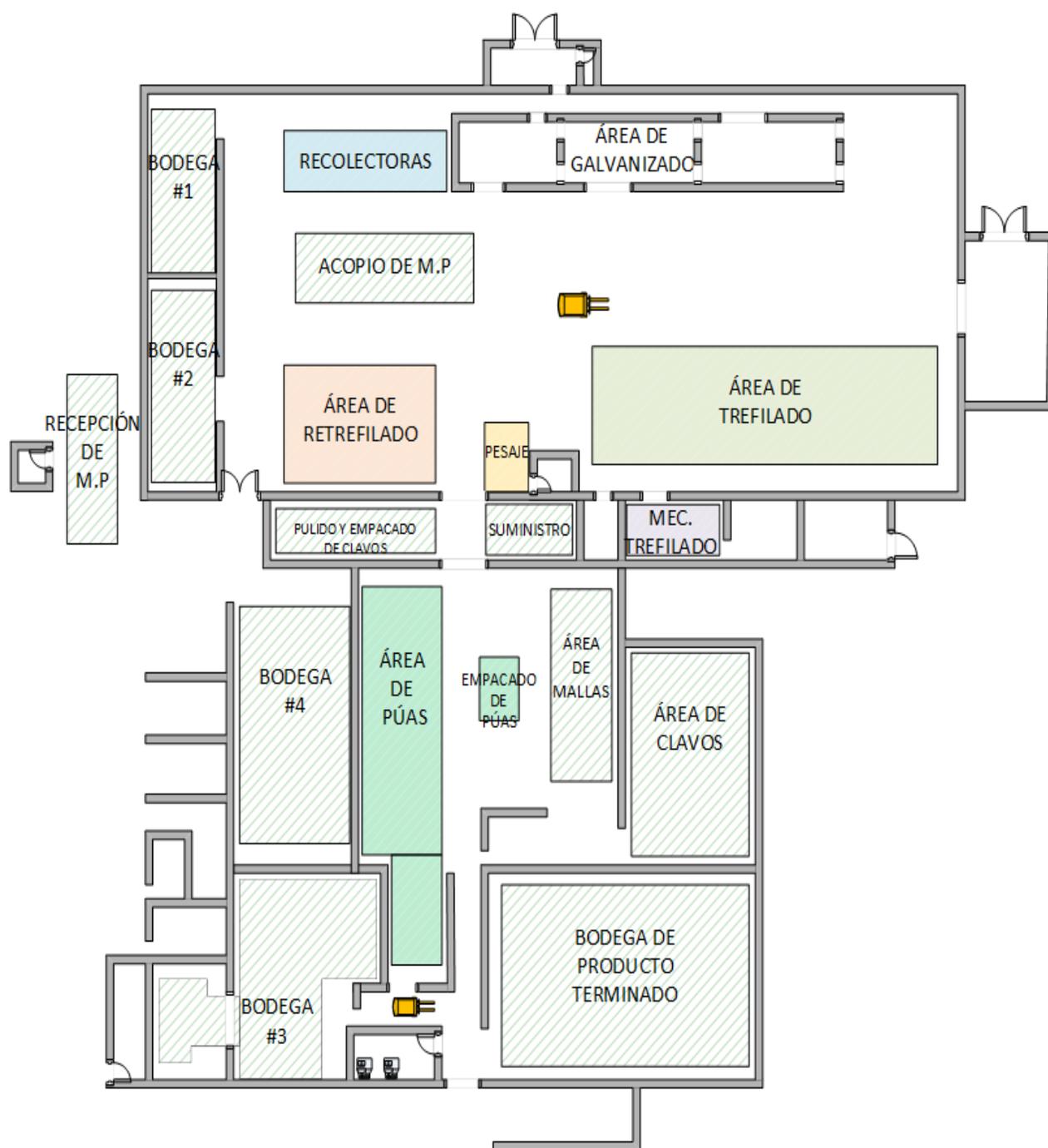


Figura 4: Distribución de planta.

Área	Proceso	Dimensiones en mts		Área total
		Largo	Ancho	
Bodega #1	Almacenamiento de rollos trefilados calibre 13 1/2, 12, 10, 9	21.57 mts	7.91 mts	170.62 mts ²
Bodega #2	Rollos retrefilado calibres 14; 15;16;17 y 18	18.42 mts	7.91 mts	145.7 mts ²
Bodegas #3	Bodega de alambres galvanizados calibres 10;9;14 ;12; 13 ½; 17	30.80 mts	21.05 mts	648.34 mts ²
Bodega de productos terminados	Se almacena y se realiza un registro basado en lo de producción; mallas ciclón, hierro, perlín, grapas, zinc, clavos y púas galvanizadas	30.80 mts	21.05 mts	648.34 mts ²
Bodegas #4	Bodega de otros materiales como zinc y también rollos trefilados o retrefilado.	30.5 mts	14.28 mts	435.54 mts ²
Bascula externa	Esta es la parte de la recepción de la materia en el cual se verifica el peso del rollo de alambón calibre 5.5 mm.	28.86 mts	4.49 mts	129.58 mts ²
Trefilado	Proceso de estiramiento del alambre a un diámetro menor con una cantidad de 3 máquinas.	43.30 mts	16 mts	692.8 mts ²
Retrefilado	Disminuir aún más el diámetro del alambre con un total de 7 máquinas.	22.18 mts	11.5 mts	255.07 mts ²
Galvanizado	Consta de un primer horno que permite que se suavice el alambre, para que luego pase por ácido y después por el horno para el recubrimiento de zinc.	43.91 mts	6.63 mts	291.12 mts ²
Recolectoras		21.07 mts	6.63 mts	139.69 mts ²

Púas	Se elaboran rollo de púas galvanizadas calibre 17 y 13 ½ entre otros; con total de 12 máquinas.	42.6 mts	12.13 mts	516.74 mts ²
Clavos	Elaboración de clavos no galvanizados	21.94 mts	15.3 mts	335.7 mts ²
Mallas ciclón	Elaboración de mallas calibre 9; 15; 12;13; 13 ½ con un total de 4 máquinas	24.61 mts	14.11 mts	347.25 mts ²
Báscula interna	Pesaje de los rollos semielaborados, laborados al igual que otros productos como mallas terminadas y el pesaje de barriles de clavos.	5.32 mts	2.22 mts	11.81 mts ²
Empacado de púas	-	7.68 mts	4 mts	30.72 mts ²
Suministro	-	9.62 mts	6.80 mts	65.42 mts ²
Pulido y empaque de clavos	-	21.40 mts	7.10 mts	151.94 mts ²

Tabla 8: Dimensiones de cada área.

8.6. Tipo de distribución actual.

“La distribución de planta es la colocación física ordenada en medios industriales tanto como maquinaria, equipos, trabajadores, espacios requeridos para el movimiento de materiales y su almacenaje, además de conservar el espacio necesario para la mano de obra indirecta, servicios auxiliares y los beneficios correspondientes.” (Roberto Criollo, Estudio del trabajo p. 144).

La Industria Metal Mecánica S.A. pertenece al tipo de distribución de planta por proceso. Según Roberto Criollo *“La distribución por proceso, es la que se adapta bien a la producción de un gran número de productos similares, está conformado por varios departamentos bien definidos cada uno de los cuales está dedicado a una o muy pocas tareas”*.

Las máquinas en la empresa se encuentran agrupadas según el departamento y se dedican a diferentes tipos de elaboración de productos derivados del alambre trefilado y galvanizado tales como la malla, púas y clavo. Esto resulta beneficioso por lo que permiten fácilmente no presentar paro en la producción y si esto último sucede otra máquina que procesa la misma materia prima puede realizar el trabajo mientras se resuelve el incidente en otra. *“La desventaja del agrupamiento por procesos es la posibilidad de que se presenten desplazamientos largos y será necesario dar un seguimiento a tareas que requieran una serie de operaciones en diversas máquinas”* (Benjamín Niebel, Ing. Industrial p.87).

8.7. Diagrama de recorrido

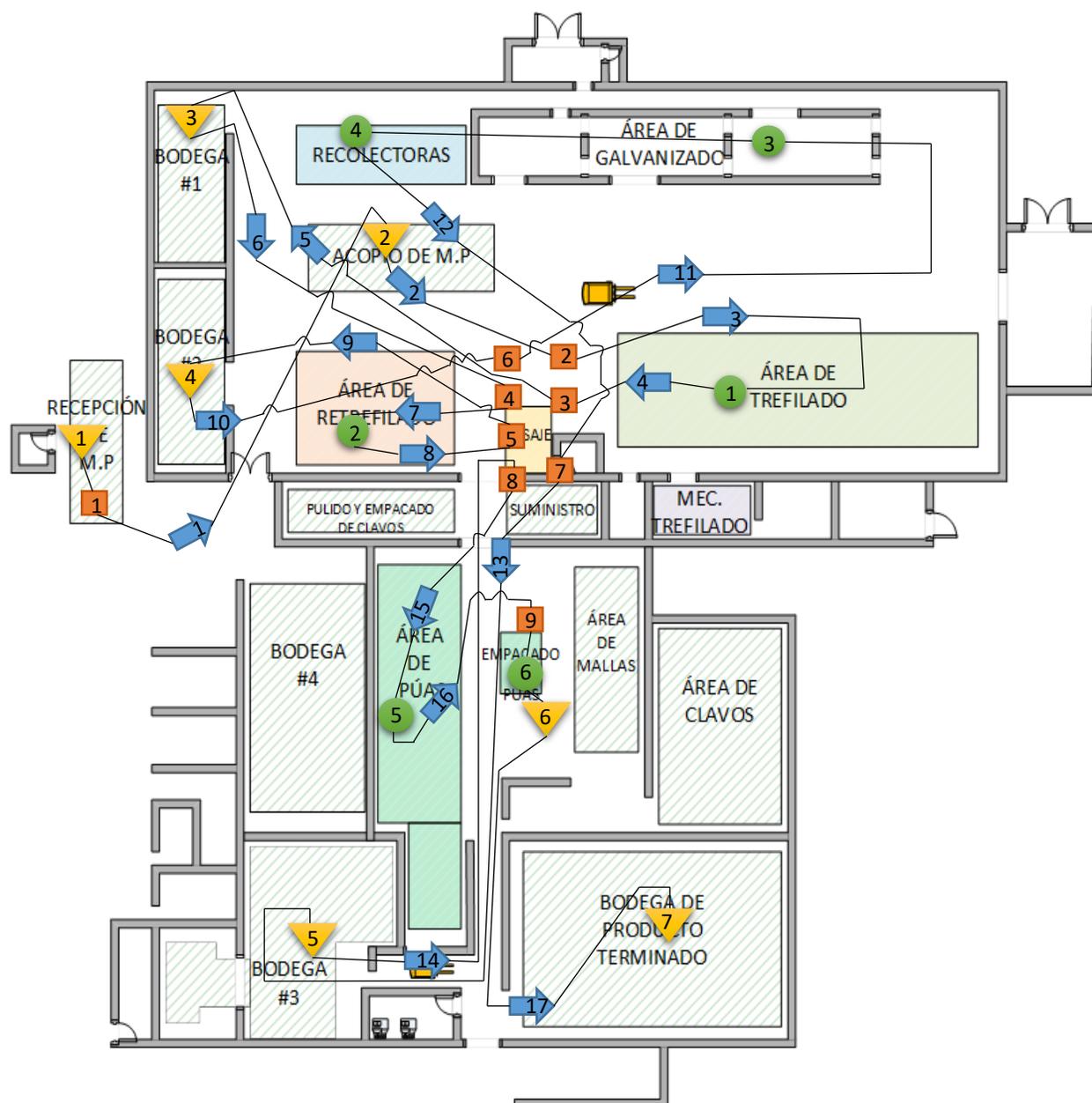
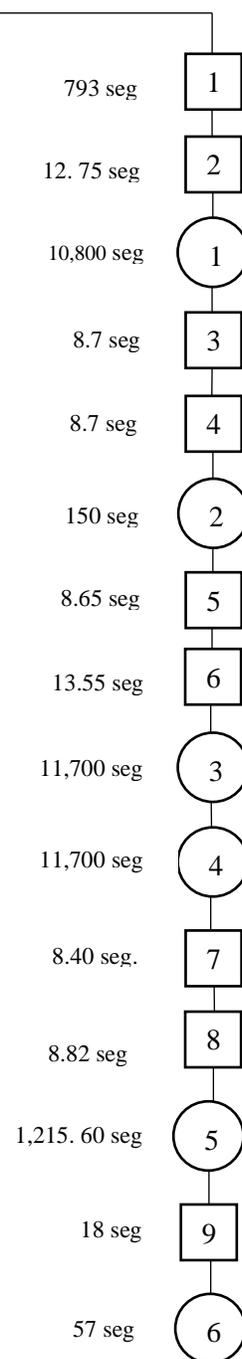


Figura 5: Diagrama de recorrido.

8.8. Curso-grama sinóptico del proceso de rollos de púas galvanizadas.

Proceso de rollos de púas galvanizadas



- 1 Pesaje y certificación del alambón en la recepción de la materia prima.
- 2 Verificación del pesaje del alambón para trefilado.
- 1 Proceso de trefilado
- 3 Pesaje de alambre calibre 13 ½
- 4 Verificación de pesaje del rollo de alambre calibre 13 ½
- 2 Proceso de re trefilado calibre 13 ½
- 5 Pesaje de los rollos re trefilado y certificación.
- 6 Verificación y pesaje de rollos calibre 17 para galvanizado.
- 3 Proceso de galvanizado
- 4 Recolectoras de alambres galvanizados
- 7 Pesaje de rollos de alambre galvanizado y certificación.
- 8 Verificación y pesaje de rollo galvanizado.
- 5 Proceso de rollos de púas galvanizadas calibre 17
- 9 Pesaje de los rollos de púas galvanizados calibre 17
- 6 Empaquetado de los rollos de púas galvanizadas

8.9. Curso grama analítico.

Curso grama analítico				Maquinaria/Material/Operario				
Diagrama núm. 1		Hoja núm. 1 de 1		Resumen				
Objeto: Proceso del alambre para la elaboración de rollos de púas galvanizadas.				Actividad	Actual	Propuesta	Economía	
Actividad: Recibir, elaborar y numerar los rollos de púas galvanizadas para almacenar y distribuir.				Operación	6			
				Transporte	17			
Método: Proceso intermitente.				Espera	0			
				Inspección	9			
Lugar: Área de púas				Almacenamiento	7			
				Distancia (metros)	625,09			
Operario: Ficha núm.				Tiempo (segundos)	303,266.72			
Compuesto por: Noguera Steven; Rose Mary Román y Blass Katherine Priscilla. Fecha: 3/09/2020				Costo por púas	C\$ 710			
				Mano de Obra	C\$61,334.32			
Aprobado por: Fecha:				Material				
Descripción	Cantidad (lb)	Distancia (mts)	Tiempo (segundos)	Símbolo				Observaciones
Recepción de la materia prima en el exterior	44,092.5	-	-	●	→	●	▼	
Pesaje del alambón en el exterior con certificación	3,518	-	793					
Traslado de la materia prima	44,092.5	48.92	12.6					Tiempo difiere por cambio de conductor
Almacenaje (los rollos son apilados cerca de trefilado)	44,092.5	-	-					
Traslado del alambón a la báscula.	3,518	22.16	22.16					Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Verificación del certificado a través del pesaje	3,518	-	12.75					
Traslado del alambón al área de trefilado	3,518	47.4	17.3					Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Proceso de trefilado	3,518	-	10,800					
Traslado del rollo trefilado a pesaje	3,518	28.66	17.75					Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Pesaje del rollo trefilado y certificación	3,518	-	8.7					
Traslado a la bodega de almacenamiento #1	1,759	44.67	11.39					Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Almacén #1	1,759	-	-					
Traslado a pesaje o báscula	1,759	40.30	10.3					Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Verificación de pesaje del rollo de alambre calibre 13 ½	1,759	-	8.7					
Traslado al área de re trefilado.	1,759	6.87	12.5					Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Proceso de re trefilado calibre 17	851	-	150					
Traslado a báscula	851	27.01	14.30					Se realizaron las medidas partir de la última Retrefiladora hasta báscula; Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Pesaje de rollos retrefilado y certificación	851	-	8.65					
Traslado de rollo retrefilado a bodega #2	851	37.23	14.5					Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Almacenaje en bodega #2	851	-	-					
Traslado a báscula	851	40.38	11.21					Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Verificación y pesaje de rollos calibre 17 para galvanizar	851	-	13.55					
Traslado al horno de galván	851	52.5	13.49					Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Proceso de galvanizado	3,518	-	11,700					
Recolectoras	3,518	-	11,700					Mientras se hace la recolección se galvaniza

Traslado a bascula	851	43.44	11.57							Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Pesaje de los rollos de alambre galvanizados	851	-	8.40							
Traslado del alambre galvanizado a bodegas #3	851	51.80	76							Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Almacenamiento en bodega #3	851	-	-							
Traslado del alambre galvanizado a la báscula	851	54.49	71							Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Verificación y pesaje de los rollos	851	-	8.82							
Traslado de los rollos de alambre galvanizado a púas	851	20.79	6.24							Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Proceso de rollos de púas galvanizadas	851	-	1,215.60							
Traslado de los rollos de púas galvanizadas calibre 17 a empaquetado	23	10.97	29							Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Pesaje de los rollos de púas galvanizadas calibre 17	23	-	18							
Empaquetado de los rollos de púas galvanizadas	23	-	57							Se realiza corrección del molde del rollo si este no cumple con la forma específica.
Apilación de producto terminado	138	-	7,200							Se forman torres de 6 x 5 rollos cada una
Traslado de los rollos de púas a bodega producto terminado.	690	47.5	12.24							Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Almacenamiento del producto terminado	690	-	259,200							
Total	187,937.50	625.09	303,266.72	6	17	0	9	7		

8.10. Análisis de los cursogramas

En el proceso de producción de rollos de púas galvanizadas se recepciona de 20 a 33 toneladas de rollos de alambón 1006 de calibre 5.5. mm, en el cual se verifica el peso que estos tienen, equivalentes entre una tonelada a una tonelada y media, luego para posteriormente trasladarlos a su respectivo acoplamiento ubicado cerca del área de galván, puesto que no se tiene una bodega asignada para su almacenamiento.

Cuando se almacenan los rollos de alambón y se verifican nuevamente el peso de los rollos conforme a la requisita son trasladados al área de trefilado en el que se encarga de disminuir o estirar el alambre a un calibre menor, en este caso será calibre 13 ½, próximamente pasan por la báscula en el cual se ubica una requisita expresando la fecha, cantidad, calibre y el número de máquina a la que será dirigida para su almacenamiento a la bodega #1, luego de esto pasa nuevamente por pesaje para pasar por el proceso retrefilado en el que se encargará de disminuir aún más el diámetro del rollo que será a calibre 17.

Luego del almacenamiento y pesaje se traslada al área de galván con una duración de producción de entre 24 horas a 96 horas, por lo general se acumulan los rollos retrefilado en la bodega #2, la cantidad que llega a galvanizar es de 200 a 186 toneladas, tomando en cuenta el porcentaje de desperdicios de alambre, para esto es necesario pasar por las inspecciones de pesajes que se hace antes y después de una operación y almacenaje. Después se inicia el proceso de elaboración de púas, con una productividad por máquina de entre 30 a 31 rollos en dos turnos con un total de 24 horas.

De esta manera se expresa en el diagrama analítico un total de 9 inspecciones, 7 almacenamiento, 6 proceso principales, 17 transporte y 0 demoras durante este proceso, todo esto es correspondiente en la forma en que transforma la materia prima en un producto final, también se obtiene que el total de recorrido de la materia prima es de 625.09 metros dentro de planta pasando por cada una de las etapas y diferentes procesos previos a la obtención de rollos de púas, y el tiempo de producción total es de 303,266.72 segundos (5,054.44 minutos).

Según lo demostrado en el Cursograma sinóptico del proceso se menciona que hay un total de 9 inspecciones en la que se identifican 4 inspecciones que son innecesarias por lo que se hace una verificación del peso según la requisita mostrada en el rollo, esto provoca que se realicen varios traslados extra dentro del proceso, de igual forma al no ser el único producto elaborado en la industria IMMSA, atrasa el pesaje de productos terminados, así como productos semielaborados, ocasionando cola en esta área.

8.11. 5 M.

A continuación, se presenta la descripción y análisis de las 5M en el proceso de rollos de púas galvanizadas calibre 17 marca tigre:

Materia prima: La importación de la materia prima no afecta a la programación y producción de IMMSA, pero la calidad del alambón no es la correcta debido a que la administración busca disminuir los costos de materiales obteniendo lo más barato, esto causa que el alambre se reviente en las distintas operaciones cuando este es sometido a altas tensiones, por consiguiente el producto final no cumpliría siempre con los requerimientos deseados por el cliente, además la empresa no cuenta con el equipo necesario para medir la calidad de esta.

Mano de obra: Cada uno de los trabajadores en la industria, reciben capacitaciones basadas en el funcionamiento de las máquinas (manufactura) independientemente de cualquier área donde sea asignado, sin embargo, en temas como higiene, seguridad y disciplina existe una carencia altamente notable.

Método: Durante el proceso existe un exceso de transporte que se realiza antes y después de cada almacén, inspecciones y operaciones que se efectúan en las diferentes áreas para procesar el alambón y producto semielaborado hasta obtener el producto terminado.

Maquinaria: Las máquinas utilizadas en este proceso son desfasadas con 45 años en operación y los trabajos excesivos provocan que éstas reciban un mantenimiento correctivo, esto ocasiona paros en la producción hasta por 15 días, esto se debe a la falta de suministro de seguridad, por lo cual no se tiene una planificación de mantenimiento preventivo.

Medio Ambiente: Los trabajadores durante el proceso de galvanizado del alambre trefilado están expuestos a altas temperaturas sin contar con los equipos de seguridad requeridos para realizar dicho proceso así mismo no cuentan con equipo para mitigar los altos niveles de decibeles que ocasionan las máquinas de los distintos locales de trabajo además que lo operarios durante los procesos se mantienen de pie por un largo periodo con un tiempo muy limitado para realizar sus necesidades básicas y descansos.

Las condiciones de los almacenes no son las adecuadas para mantener la integridad y estabilidad de los rollos de alambre ya sean galvanizados o trefilados debido al exceso de polvo al que están expuesto.

8.12. Diagrama de Ishikawa.

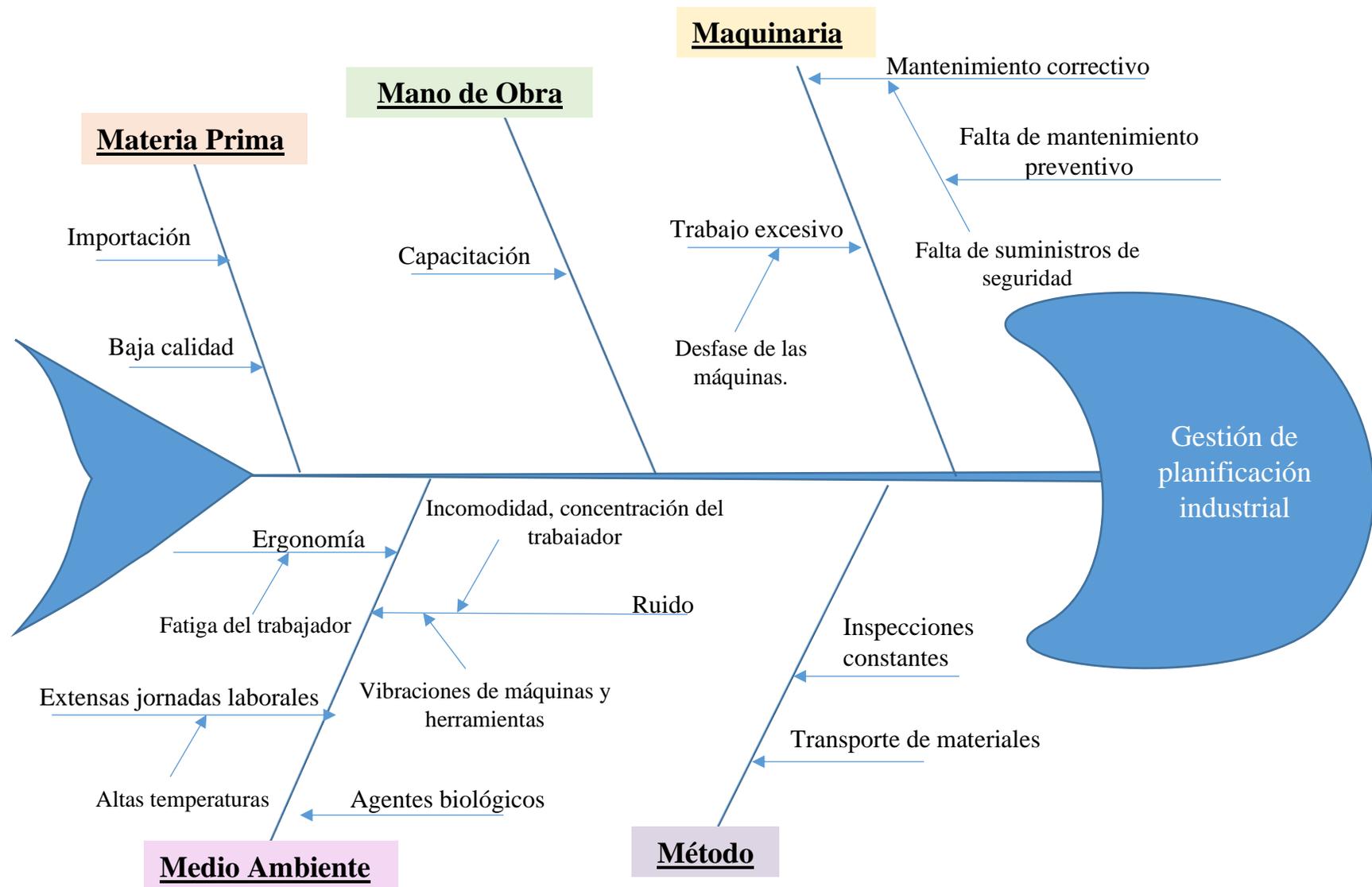


Figura 6: Diagrama de Ishikawa.

8.13. Técnica de interrogatorio.

Pesaje, verificación y empaque del rollo de Púas.										
Preguntas	Propósito		Lugar		Sucesión		Persona		Medio	
	¿Qué se hace?	¿Por qué?	¿Dónde?	¿Por qué?	¿Cuándo?	¿Por qué?	¿Quién?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Por qué?
Pesaje del rollo de púas.	Se pesa los rollos de Púas terminado.	De esta forma se verifica si el rollo cumple con el peso estándar 23 lb.	Entre el área de púas y mallas.	Es el área asignada para el empaque y es donde se encuentra la báscula pequeña.	Cuando la máquina de púas termina su función y el operario saca el rollo.	Se debe pesar hasta que el rollo esté listo.	Operario de empaque.	Es el encargado de realizar esta operación.	El operario del empaque se dirige hacia la máquina que haya finalizado el rollo para tomarlo y llevarlo al área de empaque, ahí lo coloca sobre la báscula y observa el peso indicado.	Él se encarga de tomar todos los rollos de púas que estén listos para iniciar su función.
Verificación de la forma del rollo.	Se observa si el rollo de púas tiene la forma adecuada.	Si no presenta la forma adecuada, se reprocesa.	Área de empaque de púas.	Área asignada	Al terminar el pesaje del rollo	Se realiza de forma sucesiva al pasaje	Operario de empaque.	Cumple con una de sus funciones.	Posterior al pesaje se observa si el rollo está formado simétricamente, de lo contrario se desenrolla manualmente y se vuelve a enrollar con ayuda de un enrollador manual.	Es el método establecido por la empresa.

Tabla 9: Preguntas preliminares, técnica de interrogatorio al cuello de botella.

Preguntas	Propósito		Lugar		Sucesión		Persona		Medio	
	¿Qué se hace?	¿Por qué?	¿Dónde?	¿Por qué?	¿Cuándo?	¿Por qué?	¿Quién?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Por qué?
Empaque.	Se coloca una cinta de cartón indicando las características del producto.	Etiqueta diseñada para el producto.	Área de empaque de púas.	Área asignada.	Posterior a la verificación.	Se considera que el producto cumple con las características adecuadas.	Operario de empaque.	Encargado del empaque.	El operario coloca alrededor del rollo una cinta de cartón el cual indica las características del rollo (marca, calibre, peso, empresa).	De esta manera se etiqueta el producto.
Apilación	Se colocan el rollo empacado en el suelo al lado.	De esta manera se apilan para seguir avanzando en los demás rollos	En el suelo al lado de la mesa de empaque.	Lugar más cercano al operario.	Al culminar el empaquetado	Se realiza de forma sucesiva al empaquetado	Operario de empaque.	Encargado.	Cuando termina de empacar el operario coloca el rollo en el suelo a su par para apilarlos y continuar empacando más productos.	De esta manera acumula producto y luego los transporta juntos al área de producto terminado.

Tabla 9.1: Preguntas preliminares, técnica de interrogatorio al cuello de botella.

Según George Kanawaty cuarta edición (P. 96) “*La técnica del interrogatorio es el medio de efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas*”. Estas se dividen en preguntas preliminares y de fondo con el objetivo de analizar los métodos de trabajo.

La técnica de interrogatorio se presenta a modo de cuadro en las actividades que afecta o retrasa el flujo del proceso de producción de rollos de púas galvanizadas, al identificar el cuello de botella como el proceso de empaquetado de púas, puesto que se efectúan operaciones adicionales a este, tal como búsqueda de rollo, pesaje, y verificación de forma.

En esta área se encuentran 3 trabajadores, los cuales realizan las mismas actividades de manera independiente debido a esto el operario tiende a acumular trabajo en su jornada laboral al tener que efectuar todas las actividades por sí solo, así como traslados constantes de los rollos de púas desde el área de su elaboración hasta el empaquetado de esta. Tomando en cuenta que tiene que realizar la búsqueda de los rollos en 12 máquinas además estos trabajadores reciben 24 rollos/hrs.

En algunos casos tienen que realizar reprocesos (enrollado semi manual) cuando los rollos no cumplen con la forma adecuada al salir de las máquinas de púas. El cual se determina un método contraproducente para el flujo del proceso identificando las actividades claves de este, y las no productivas a fin de mejorar el método empleado.

Actividades principales	¿Que podría hacerse?	¿Qué debería hacerse?	¿En que otro lugar podría hacerse?	¿Dónde debería hacerse?	¿Cuándo podría hacerse?	¿Cuándo debería hacerse?	¿Qué otra persona podría hacerlo?	¿Quién debería hacerlo?	¿De qué otro modo podría hacerse?	¿Cómo debería hacerse?
Pesaje del rollo.	El método empleado es el correcto	El método empleado es el correcto	Dado que no se pueden realizar cambios en la distribución de planta lugar es el correcto	Área asignada al empaque	El método empleado es el correcto	El método empleado es el correcto	Operario encargado de pesaje.	Operario de pesaje	El método es el adecuado puesto que solo se coloca el rollo sobre la báscula, sin embargo, otro operario será encargado de trasladar los rollos al área de pesaje.	Debería seguirse la propuesta indicada.
Verificación de la forma.	Se considera necesario Verificación de la forma para ofrecer un producto de calidad.	Método correcto, puesto que es por medio de la observación	No existe otro lugar adecuado para esta actividad	Se debe realizar en el mismo lugar donde se pesa el material	El método empleado es el correcto	Se debe realizar al finalizar el pesaje.	Mismo operario encargado del pesaje	Operario de pesaje.	Mientras un operario realiza el pesaje, otro verifica la forma y si es necesario lo desenrolla manualmente y lo rectifica con la enrolladora.	Debería seguirse la propuesta indicada

Tabla 10: Preguntas de fondo, técnica de interrogatorio al cuello de botella.

Actividades principales	¿Que podría hacerse?	¿Qué debería hacerse?	¿En que otro lugar podría hacerse?	¿Dónde debería hacerse?	¿Cuándo podría hacerse?	¿Cuándo debería hacerse?	¿Qué otra persona podría hacerlo?	¿Quién debería hacerlo?	¿De qué otro modo podría hacerse?	¿Cómo debería hacerse?
Empaque.	El método empleado es el correcto	Se emplea el método adecuado	El área asignada es el correcto	Área de empaque	Al finalizar la verificación	El método empleado es el correcto	Operario de empaque.	Operarios de empaque.	El método empleado es el correcto	El método empleado es el correcto
Apilación.	El método empleado es el correcto	El método empleado es el correcto	El método empleado es el correcto	El método empleado es el correcto	El método empleado es el correcto	El método empleado es el correcto	El método empleado es el correcto	El método empleado es el correcto	Apilar los rollos cerca de ellos es un método correcto, sin embargo, se debe mantener una cantidad moderada en espera.	Establecer una cantidad estándar para estar apilador y posterior dirigirlos a almacén

Tabla 10.1: Preguntas de fondo, técnica de interrogatorio al cuello de botella.

“Las preguntas de fondo son la segunda fase del interrogatorio: prolongan y detallan las preguntas preliminares para determinar si, a fin de mejorar el método empleado, sería factible y preferible reemplazar por otro el lugar, la sucesión, la persona y/o los medios”. (Kanawaty 1996).

Se muestra, en resumen, las preguntas interrogatorios de fondo, el cual busca mejorar métodos, sustituir, combinar o eliminar actividades. Se considera que la mayoría de los métodos establecidos en el proceso de pesaje, verificación y empaque son correctos para el proceso productivo, sin embargo, se identifica que por falta de organización y distribución de operaciones no existe un flujo en esta etapa.

Por el cual, al tomar medidas sobre esta actividad se propone agregar a un operario más, cada operario será encargado de tomar los rollos de 3 máquinas de modo que la carga de trabajo se distribuya uniformemente y la culminación de esta etapa sea en menos tiempo.

Por otra parte, se sugiere establecer la cantidad de rollos que serán apilados de modo que no exista aglomeración de material esperando a ser trasladado al almacenamiento por mucho tiempo, y de esta manera no obstruir la libre circulación del operario y montacargas.

De esta manera se garantiza la reducción de tiempo y traslados frecuentes por búsqueda del rollo terminado en las máquinas, se logra dividir las actividades correspondientes para cada trabajador y se reduce la carga de trabajo.

8.14. Planeación de producción y de materiales.

“La estrategia sin tácticas es la ruta más lenta hacia la victoria. Las tácticas sin estrategia son el ruido antes de la derrota” _ Sun-Tzu

A continuación, en la tabla 11 y 11.1. se presenta la planeación del proceso de producción de la industria IMMSA para calibre número 17 marca tigre, entre las fechas del 07 al 13 de septiembre del 2020. Las planificaciones son realizadas cada viernes y esta es enviada a la planta principal donde los encargados deben realizar la aprobación.

N° Máquina		Septiembre						
		7	8	9	10	11	12	13
		Lunes Doble turno	Martes Doble turno	Miércoles Doble turno	Jueves Doble turno	Viernes Doble turno	Sábado Doble turno	Domingo Sencillo
Maq 1	Turno 1: 10.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
	Turno 2: 8.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
Maq 2	Turno 1: 10.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
	Turno 2: 8.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
Maq 3	Turno 1: 10.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
	Turno 2: 8.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
Maq 4	Turno 1: 10.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
	Turno 2: 8.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
Maq 5	Turno 1: 10.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
	Turno 2: 8.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
Maq 6	Turno 1: 10.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
	Turno 2: 8.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
Maq 7	Turno 1: 10.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
	Turno 2: 8.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre

Tabla 11 Planificación de producción actual.

N° Maquina		Septiembre						
		7	8	9	10	11	12	13
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		Doble turno	Doble turno	Doble turno	Doble turno	Doble turno	Doble turno	Sencillo
Maq 8	Turno 1: 10.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
	Turno 2: 8.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
Maq 9	Turno 1: 10.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
	Turno 2: 8.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
Maq 10	Turno 1: 10.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
	Turno 2: 8.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
Maq 11	Turno 1: 10.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
	Turno 2: 8.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
Maq 12	Turno 1: 10.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre
	Turno 2: 8.75 hrs	Tigre	Tigre	14 Ecc	Tigre	13 Ecc	SB 13	Tigre

Tabla 11.1. Planificación de producción

8.15. Mantenimiento general (infraestructura y maquinas).

Mantenimiento de las máquinas:

La Industria Metal Mecánica S.A es una empresa donde solo se realiza mantenimiento correctivo. *“Este tipo de mantenimiento se ejecuta después del reconocimiento de una avería”* (Adolfo C. Márquez. Ingeniería de mantenimiento, 2004). De acuerdo con Kanawaty G. *“No siempre se ha dado a la función de mantenimiento la importancia que merece. A veces se considera como una actividad auxiliar que se ejecuta esporádicamente y cuando es necesario”*.

Para la empresa esta acción correctiva es beneficiosa dado que hay una reducción de costos de inspecciones y pequeñas reparaciones sin embargo a su vez, trae consecuencia por lo que al dejar una máquina llegar hasta el punto de avería pueden resultar también necesarias reparaciones y revisiones largas y a veces costosas, esto implica un paro prolongado tanto en el equipo, como en la producción por ende, habrá una mayor pérdida monetaria, todo esto por la carencia del mantenimiento del tipo preventivo donde la programación y comunicación entre los especialistas de mantenimiento y el personal de producción son sumamente importante.

Según Kanawaty G. OIT, 1995; el mantenimiento preventivo consiste en diagnosticar las necesidades de la máquina que van desde la simple lubricación y engrase hasta reparaciones preventivas más complicadas.

Actualmente en diversas ocasiones los operarios de distintas máquinas que se encuentran en las áreas tales como: Trefilado, Galvanizado, Recolectoras y Púas, reconocen que parte componente de su máquina asignada está dando alguna anomalía durante la operación, procediendo así a realizar ajustes mecánicos y/o lubricación pero, no siempre estas tareas resuelven el problema y los operarios tienen que acudir al jefe de área o a los especialistas en mantenimiento para que estos realicen los ajustes más complicados.

Ahora bien, las maquinarias sobre pasa el periodo de vida útil y ya se encuentran desfasada por su antigüedad. Esto complica más la situación debido que se dificulta contactar proveedores para la obtención de repuestos que se necesiten para realizar cambios en las partes componentes de las máquinas. Además, los sistemas eléctricos son antiguos y se encuentran dañados así mismo las luminarias de las diversas áreas.

Mantenimiento de infraestructura:

El mantenimiento en cuanto a la infraestructura no está programado y es notable que en diversos puntos tanto de obras grises, así como en el techo necesitan reparaciones. A pesar que únicamente en algunas zonas han realizado cambios de zinc y perlín en las áreas de púas y trefilado existen partes faltantes están en muy mal estado.

Los especialistas en la materia de mantenimiento de la Industria Metal Mecánica S.A. realizan un sobre esfuerzo para poder realizar reparaciones de soldadura, mecánicas y eléctricas con el fin de mantener en funcionamiento los equipos a pesar que las condiciones tanto de suministro y herramientas no son las adecuadas.

8.16. Ergonomía.

La organización internacional del trabajo define la ergonomía como *“La aplicación de ciencias biológicas humanas para lograr la óptima y recíproca adaptación del hombre y su trabajo, cuyos beneficios se miden en términos de eficiencia humana y bienestar”*.

En la Industria Metal Mecánica S.A. se realiza la evaluación de métodos ergonómicos a los movimientos que el operador realiza de manera repetitiva, estos se efectúan en el área de púas puesto que es donde se observa mayor esfuerzo físico de parte de los operarios; entre estas actividades se menciona:

- ✓ El operario se agacha
- ✓ Quita la barra de seguridad del carrete
- ✓ Desmontaje del carrete.
- ✓ Extraer el rollo del carrete: El operario debe de ubicarse de rodillas o de cuclillas para poder lograr extraer el rollo, también esta actividad provoca vibraciones puesto que debe golpear la cabeza del carrete.
- ✓ Empuje del rollo extraído con la punta del pie.
- ✓ Los operarios deben estar supervisando constantemente las máquinas, de tal manera que no ocurra paro, ellos deben estar de forma frecuente de pie y andando.
- ✓ El operario encargado del empaque de los rollos de púas, se agacha constantemente para tomar el producto terminado del suelo.

Las superficies en donde el operario extrae el rollo del carrete, se encuentran desgastados por los trabajos repetitivos, en comparación a otras industrias esto equivale el 9.3 % de diseño inadecuado en el puesto de trabajo, así como las sillas en donde ellos descansa nos son las adecuadas porque no cumple con las características que deben tener las sillas ergonómicas, al ser estas dos tablas de madera y una caja de cartón en la superficie. (Ver Anexo 32).

Durante el proceso de producción, el trabajador no realiza ejercicios ergonómicos o de estiramiento que contribuyan a mitigar las enfermedades o el estrés causado por el medio ambiente de trabajo.

8.17. 5S

Área:	Trefilado			Calif. Total:	1.8
Auditor:	Steven Francisco Noguera Saborío			Fecha:	12/10/2020
Criterios de Evaluación					
0 pts. = 5 + problemas	1 pts. = 4 Problemas	2 pts. = 3 Problemas	3 pts. = 2 Problemas	4 pts. = 1 Problema	5 pts. = 0 Problemas
5S	No.	Descripción		Calificación	Comentario
Seiri	1	Los Pasillos están libre de objetos		3	
	2	Los objetos están clasificados en necesario o innecesario		2	
	3	Están descartados los objetos sin valor		2	
	4	Los residuos están en depósitos		1	
	5	Los depósitos están señalados		0	
Subtotal				1.6	
Seiton	1	Un lugar para todo y todo en su lugar		2	
	2	El lugar correcto para los ítems		2	
	3	Los artículos están en sus lugares		3	
	4	Los pasillos están señalados		0	
	5	Equipo de seguridad están claramente señalados		0	
Subtotal				1.4	
Seiso	1	El área de trabajo está libre de basura		4	
	2	Limpian y buscan forma de mantener limpio y organizado		2	
	3	Paredes y superficies están limpias libres de suciedades		2	
	4	Los materiales de limpieza son accesibles		3	
	5	Se realiza la limpieza diariamente		2	
Subtotal				2.6	
Seiketsu	1	Mantienen y monitorea las primeras tres categorías		2	
	2	La información necesaria es visible (señalizaciones)		1	
	3	Los estándares son conocidos y están visibles		1	
	4	Las cantidades o límites de uso son reconocible		0	
	5	Los elementos se pueden localizar entre 30 y 60 seg.		3	
Subtotal				1.4	
Shitsuke	1	Se apegan a las reglas		3	
	2	Las pertenencias personales se almacenan adecuadamente		4	
	3	Realizan inspecciones diarias o semanal		1	
	4	Los métodos son supervisados normalmente		1	
	5	Se hace uso de los equipos de seguridad		1	
Subtotal				2	
Subtotal = Suma de las calificaciones de una fase/Número de descripciones de la misma fase					
Calificación Total = Suma de los subtotales/N° de subtotales					

Tabla 12: Evaluación 5S en trefilado.

Área:		Púas			Calif. Total:	2.28
Auditor:		Rose Mary Román Selva			Fecha	12/10/2020
Criterios de Evaluación						
0 pts. = 5 + problemas		1 pts. = 4 Problemas	2 pts. = 3 Problemas	3 pts. = 2 Problemas	4 pts. = 1 Problema	5 pts. = 0 Problemas
5S	No.	Descripción			Calificación	Comentario
Seiri	1	Los Pasillos están libre de objetos			3	
	2	Los objetos están clasificados en necesario o innecesario			0	
	3	Están descartados los objetos sin valor			3	
	4	Los residuos están en depósitos			3	
	5	Los depósitos están señalados			1	
				Subtotal	2	
Seiton	1	Un lugar para todo y todo en su lugar			2	
	2	El lugar correcto para los ítems			2	
	3	Los artículos están en sus lugares			3	
	4	Los pasillos están señalados			0	
	5	Equipo de seguridad están claramente señalados			2	
				Subtotal	1.8	
Seiso	1	El área de trabajo está libre de basura			5	
	2	Limpian y buscan forma de mantener limpio y organizado			4	
	3	Paredes y superficies están limpias libres de suciedades			3	
	4	Los materiales de limpieza son accesibles			3	
	5	Se realiza la limpieza diariamente			3	
				Subtotal	3.6	
Seiketsu	1	Mantienen y monitorea las primeras tres categorías			3	
	2	La información necesaria es visible (señalizaciones)			1	
	3	Los estándares son conocidos y están visibles			2	
	4	Las cantidades o límites de uso son reconocible			0	
	5	Los elementos se pueden localizar entre 30 y 60 seg.			3	
				Subtotal	1.8	
Shitsuke	1	Se apegan a las reglas			3	
	2	Las pertenencias personales se almacenan adecuadamente			4	
	3	Realizan inspecciones diarias o semanal			2	
	4	Los métodos son supervisados normalmente			1	
	5	Se hace uso de los equipos de seguridad			1	
				Subtotal	2.2	
Subtotal = Suma de las calificaciones de una fase/Número de descripciones de la misma fase.						
Calificación Total = Suma de los subtotales/Nº de subtotales.						

Tabla 13: Evaluación 5S en Púas.

Área:	Retrefilado				Calif. Total:	2.08
Auditor:	Katherine Priscilla Blass Larios				Fecha:	12/10/2020
Criterios de Evaluación						
0 pts. = 5 + problemas	1 pts. = 4 Problemas	2 pts. = 3 Problemas	3 pts. = 2 Problemas	4 pts. = 1 Problema	5 pts. = 0 Problemas	
5S	No.	Descripción			Calificación	Comentario
Seiri	1	Los Pasillos están libre de objetos			4	
	2	Los objetos están clasificados en necesario o innecesario			0	
	3	Están descartados los objetos sin valor			3	
	4	Los residuos están en depósitos			3	
	5	Los depósitos están señalados			1	
Subtotal				2.2		
Seiton	1	Un lugar para todo y todo en su lugar			3	
	2	El lugar correcto para los ítems			2	
	3	Los artículos están en sus lugares			2	
	4	Los pasillos están señalados			0	
	5	Equipo de seguridad están claramente señalados			1	
Subtotal				1.6		
Seiso	1	El área de trabajo está libre de basura			4	
	2	Limpian y buscan forma de mantener limpio y organizado			3	
	3	Paredes y superficies están limpias libres de suciedades			2	
	4	Los materiales de limpieza son accesibles			2	
	5	Se realiza la limpieza diariamente			2	
Subtotal				2.6		
Seiketsu	1	Mantienen y monitorea las primeras tres categorías			2	
	2	La información necesaria es visible (señalizaciones)			1	
	3	Los estándares son conocidos y están visibles			2	
	4	Las cantidades o límites de uso son reconocible			2	
	5	Los elementos se pueden localizar entre 30 y 60 seg.			2	
Subtotal				1.8		
Shitsuke	1	Se apegan a las reglas			3	
	2	Las pertenencias personales se almacenan adecuadamente			3	
	3	Realizan inspecciones diarias o semanal			2	
	4	Los métodos son supervisados normalmente			2	
	5	Se hace uso de los equipos de seguridad			1	
Subtotal				2.2		
Subtotal = Suma de las calificaciones de una fase/Número de descripciones de la misma fase.						
Calificación Total = Suma de los subtotales/Nº de subtotales.						

Tabla 14: Evaluación 5S en Retrefilado.

Área:	Galván			Calif. Total:	2.2	
Auditor:	Katherine Priscilla Blass Larios			Fecha:	12/10/2020	
Criterios de Evaluación						
0 pts. = 5 + problemas	1 pts. = 4 Problemas		2 pts. = 3 Problemas	3 pts. = 2 Problemas	4 pts. = 1 Problema	5 pts. = 0 Problemas
5S	No.	Descripción			Calificación	Comentario
Seiri	1	Los Pasillos están libre de objetos			4	
	2	Los objetos están clasificados en necesario o innecesario			0	
	3	Están descartados los objetos sin valor			4	
	4	Los residuos están en depósitos			4	
	5	Los depósitos están señalados			0	
Subtotal				2.4		
Seiton	1	Un lugar para todo y todo en su lugar			2	
	2	El lugar correcto para los ítems			2	
	3	Los artículos están en sus lugares			3	
	4	Los pasillos están señalados			0	
	5	Equipo de seguridad están claramente señalados			0	
Subtotal				1.4		
Seiso	1	El área de trabajo está libre de basura			4	
	2	Limpian y buscan forma de mantener limpio y organizado			3	
	3	Paredes y superficies están limpias libres de suciedades			3	
	4	Los materiales de limpieza son accesibles			1	
	5	Se realiza la limpieza diariamente			2	
Subtotal				2.6		
Seiketsu	1	Mantienen y monitorea las primeras tres categorías			2	
	2	La información necesaria es visible (señalizaciones)			0	
	3	Los estándares son conocidos y están visibles			2	
	4	Las cantidades o límites de uso son reconocible			3	
	5	Los elementos se pueden localizar entre 30 y 60 seg.			3	
Subtotal				2		
Shitsuke	1	Se apegan a las reglas			3	
	2	Las pertenencias personales se almacenan adecuadamente			4	
	3	Realizan inspecciones diarias o semanal			2	
	4	Los métodos son supervisados normalmente			3	
	5	Se hace uso de los equipos de seguridad			1	
Subtotal				2.6		

Subtotal = Suma de las calificaciones de una fase/Número de descripciones de la misma fase.
Calificación Total = Suma de los subtotales/Nº de subtotales.

Tabla 15: Evaluación 5S en Galván.

Área:	Recolectoras de Alambre			Calif. Total:	2.64	
Auditor	Rose Mary Román Selva			Fecha:	12/10/2020	
Criterios de Evaluación						
0 pts. = 5 + problemas	1 pts. = 4 Problemas		2 pts. = 3 Problemas	3 pts. = 2 Problemas	4 pts. = 1 Problema	5 pts. = 0 Problemas
5S	No.	Descripción	Calificación	Comentario		
Seiri	1	Los Pasillos están libre de objetos	4			
	2	Los objetos están clasificados en necesario o innecesario	2			
	3	Están descartados los objetos sin valor	3			
	4	Los residuos están en depósitos	3			
	5	Los depósitos están señalados	2			
Subtotal			2.8			
Seiton	1	Un lugar para todo y todo en su lugar	3			
	2	El lugar correcto para los ítems	2			
	3	Los artículos están en sus lugares	3			
	4	Los pasillos están señalados	2			
	5	Equipo de seguridad están claramente señalados	2			
Subtotal			2.4			
Seiso	1	El área de trabajo está libre de basura	3			
	2	Limpian y buscan forma de mantener limpio y organizado	3			
	3	Paredes y superficies están limpias libres de suciedades	2			
	4	Los materiales de limpieza son accesibles	3			
	5	Se realiza la limpieza diariamente	4			
Subtotal			3			
Seiketsu	1	Mantienen y monitorea las primeras tres categorías	3			
	2	La información necesaria es visible (señalizaciones)	1			
	3	Los estándares son conocidos y están visibles	2			
	4	Las cantidades o límites de uso son reconocible	0			
	5	Los elementos se pueden localizar entre 30 y 60 seg.	4			
Subtotal			2			
Shitsuke	1	Se apegan a las reglas	3			
	2	Las pertenencias personales se almacenan adecuadamente	4			
	3	Realizan inspecciones diarias o semanal	3			
	4	Los métodos son supervisados normalmente	4			
	5	Se hace uso de los equipos de seguridad	1			
Subtotal			3			
Subtotal = Suma de las calificaciones de una fase/Número de descripciones de la misma fase.						
Calificación Total = Suma de los subtotales/N° de subtotales.						

Tabla 16: Evaluación 5S en Recolectoras.

Área:	Empacado de Púas			Calif. Total:	3.24	
Auditor:	Steven Francisco Noguera Saborío			Fecha:	12/10/2020	
Criterios de Evaluación						
0 pts. = 5 + problemas	1 pts. = 4 Problemas		2 pts. = 3 Problemas	3 pts. = 2 Problemas	4 pts. = 1 Problema	5 pts. = 0 Problemas
5S	No.	Descripción	Calificación	Comentario		
Seiri	1	Los Pasillos están libre de objetos	3			
	2	Los objetos están clasificados en necesario o innecesario	3			
	3	Están descartados los objetos sin valor	4			
	4	Los residuos están en depósitos	4			
	5	Los depósitos están señalados	4			
Subtotal			3.6			
Seiton	1	Un lugar para todo y todo en su lugar	3			
	2	El lugar correcto para los ítems	3			
	3	Los artículos están en sus lugares	3			
	4	Los pasillos están señalados	3			
	5	Equipo de seguridad están claramente señalados	3			
Subtotal			3			
Seiso	1	El área de trabajo está libre de basura	4			
	2	Limpian y buscan forma de mantener limpio y organizado	3			
	3	Paredes y superficies están limpias libres de suciedades	3			
	4	Los materiales de limpieza son accesibles	4			
	5	Se realiza la limpieza diariamente	4			
Subtotal			3.6			
Seiketsu	1	Mantienen y monitorea las primeras tres categorías	3			
	2	La información necesaria es visible (señalizaciones)	3			
	3	Los estándares son conocidos y están visibles	3			
	4	Las cantidades o límites de uso son reconocible	2			
	5	Los elementos se pueden localizar entre 30 y 60 seg.	5			
Subtotal			3.2			
Shitsuke	1	Se apegan a las reglas	3			
	2	Las pertenencias personales se almacenan adecuadamente	4			
	3	Realizan inspecciones diarias o semanal	3			
	4	Los métodos son supervisados normalmente	2			
	5	Se hace uso de los equipos de seguridad	2			
Subtotal			2.8			
Subtotal = Suma de las calificaciones de una fase/Número de descripciones de la misma fase.						
Calificación Total = Suma de los subtotales/Nº de subtotales.						

Tabla 17: Evaluación 5S en Empacado.

Área:	Bodega de Producto Semi elaborado (Trefilado)			Calif. Total:	2.2
Auditor:	Katherine Priscilla Blass Larios			Fecha:	12/10/2020
Criterios de Evaluación					
0 pts. = 5 + problemas	1 pts. = 4 Problemas	2 pts. = 3 Problemas	3 pts. = 2 Problemas	4 pts. = 1 Problema	5 pts. = 0 Problemas
5S	No.	Descripción	Calificación	Comentario	
Seiri	1	Los Pasillos están libre de objetos	5		
	2	Los objetos están clasificados en necesario o innecesario	5		
	3	Están descartados los objetos sin valor	4		
	4	Los residuos están en depósitos	2		
	5	Los depósitos están señalados	3		
Subtotal			3.8		
Seiton	1	Un lugar para todo y todo en su lugar	3		
	2	El lugar correcto para los ítems	3		
	3	Los artículos están en sus lugares	4		
	4	Los pasillos están señalados	0		
	5	Equipo de seguridad están claramente señalados	0		
Subtotal			2		
Seiso	1	El área de trabajo está libre de basura	4		
	2	Limpian y buscan forma de mantener limpio y organizado	3		
	3	Paredes y superficies están limpias libres de suciedades	2		
	4	Los materiales de limpieza son accesibles	0		
	5	Se realiza la limpieza diariamente	0		
Subtotal			1.8		
Seiketsu	1	Mantienen y monitorea las primeras tres categorías	2		
	2	La información necesaria es visible (señalizaciones)	0		
	3	Los estándares son conocidos y están visibles	0		
	4	Las cantidades o límites de uso son reconocible	0		
	5	Los elementos se pueden localizar entre 30 y 60 seg.	4		
Subtotal			1.2		
Shitsuke	1	Se apegan a las reglas	2		
	2	Las pertenencias personales se almacenan adecuadamente	5		
	3	Realizan inspecciones diarias o semanal	2		
	4	Los métodos son supervisados normalmente	2		
	5	Se hace uso de los equipos de seguridad	0		
Subtotal			2.2		
Subtotal = Suma de las calificaciones de una fase/Número de descripciones de la misma fase					
Calificación Total = Suma de los subtotales/N° de subtotales					

Tabla 18: Evaluación 5S en bodega #1.

Área:	Bodega de Semi elaborado (galvanizado)			Calif. Total:	2
Auditor:	Steven Francisco Noguera Saborío			Fecha:	12/10/2020
Criterios de Evaluación					
0 pts. = 5 + problemas	1 pts. = 4 Problemas	2 pts. = 3 Problemas	3 pts. = 2 Problemas	4 pts. = 1 Problema	5 pts. = 0 Problemas
5S	No.	Descripción		Calificación	Comentario
Seiri	1	Los Pasillos están libre de objetos		5	
	2	Los objetos están clasificados en necesario o innecesario		5	
	3	Están descartados los objetos sin valor		4	
	4	Los residuos están en depósitos		1	
	5	Los depósitos están señalados		0	
Subtotal				3	
Seiton	1	Un lugar para todo y todo en su lugar		3	
	2	El lugar correcto para los ítems		3	
	3	Los artículos están en sus lugares		3	
	4	Los pasillos están señalados		0	
	5	Equipo de seguridad están claramente señalados		0	
Subtotal				1.8	
Seiso	1	El área de trabajo está libre de basura		4	
	2	Limpian y buscan forma de mantener limpio y organizado		2	
	3	Paredes y superficies están limpias libres de suciedades		1	
	4	Los materiales de limpieza son accesibles		3	
	5	Se realiza la limpieza diariamente		0	
Subtotal				2	
Seiketsu	1	Mantienen y monitorea las primeras tres categorías		2	
	2	La información necesaria es visible (señalizaciones)		0	
	3	Los estándares son conocidos y están visibles		0	
	4	Las cantidades o límites de uso son reconocible		0	
	5	Los elementos se pueden localizar entre 30 y 60 seg.		3	
Subtotal				1	
Shitsuke	1	Se apegan a las reglas		3	
	2	Las pertenencias personales se almacenan adecuadamente		5	
	3	Realizan inspecciones diarias o semanal		2	
	4	Los métodos son supervisados normalmente		1	
	5	Se hace uso de los equipos de seguridad		0	
Subtotal				2.2	
Subtotal = Suma de las calificaciones de una fase/Número de descripciones de la misma fase.					
Calificación Total = Suma de los subtotales/N° de subtotales.					

Tabla 19: Evaluación 5s en Bodega #3

Área:	Bodega de Producto Terminado			Calif. Total:	3.24
Auditor:	Rose Mary Román Selva			Fecha:	12/10/2020
Criterios de Evaluación					
0 pts. = 5 + problemas	1 pts. = 4 Problemas	2 pts. = 3 Problemas	3 pts. = 2 Problemas	4 pts. = 1 Problema	5 pts. = 0 Problemas
5S	No.	Descripción	Calificación	Comentario	
Seiri	1	Los Pasillos están libre de objetos	5		
	2	Los objetos están clasificados en necesario o innecesario	4		
	3	Están descartados los objetos sin valor	4		
	4	Los residuos están en depósitos	3		
	5	Los depósitos están señalados	3		
Subtotal			3.8		
Seiton	1	Un lugar para todo y todo en su lugar	3		
	2	El lugar correcto para los ítems	3		
	3	Los artículos están en sus lugares	4		
	4	Los pasillos están señalados	0		
	5	Equipo de seguridad están claramente señalados	2		
Subtotal			2.4		
Seiso	1	El área de trabajo está libre de basura	4		
	2	Limpian y buscan forma de mantener limpio y organizado	3		
	3	Paredes y superficies están limpias libres de suciedades	3		
	4	Los materiales de limpieza son accesibles	4		
	5	Se realiza la limpieza diariamente	4		
Subtotal			3.6		
Seiketsu	1	Mantienen y monitorea las primeras tres categorías	4		
	2	La información necesaria es visible (señalizaciones)	2		
	3	Los estándares son conocidos y están visibles	1		
	4	Las cantidades o límites de uso son reconocible	2		
	5	Los elementos se pueden localizar entre 30 y 60 seg.	5		
Subtotal			2.8		
Shitsuke	1	Se apegan a las reglas	3		
	2	Las pertenencias personales se almacenan adecuadamente	5		
	3	Realizan inspecciones diarias o semanal	4		
	4	Los métodos son supervisados normalmente	4		
	5	Se hace uso de los equipos de seguridad	2		
Subtotal			3.6		

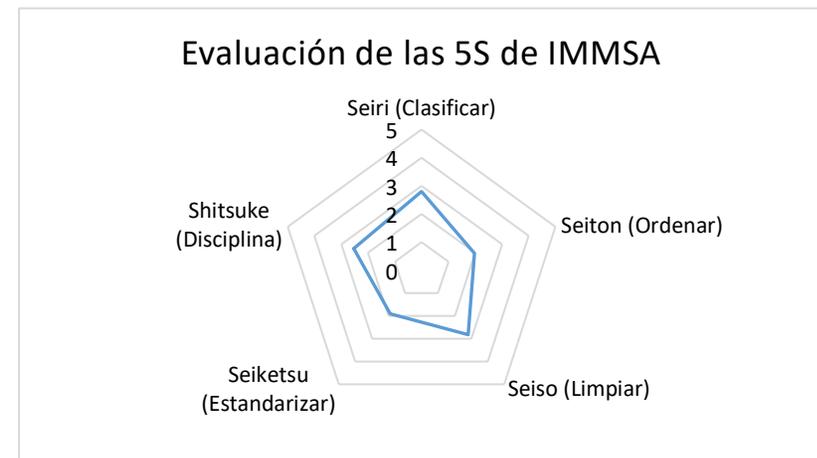
Tabla 20: Evaluación 5S Bodega Producto Terminado.

Resultados de las áreas auditadas

Sub Totales Promedios												
5S	Trefilado	Púas	Retrefilado	Galván	Recolectoras	Empacado	Bodg. Semi elaborado	Bodg. Galván	Bodg. P. T	Total	máx.	%
Seiri (Clasificar)	1.6	2	2.2	2.4	2.8	3.6	3.8	3	3.8	2.8	5	56%
Seiton (Ordenar)	1.4	1.8	1.6	1.4	2.4	3	2	1.8	2.4	2.0	5	40%
Seiso (Limpiar)	2.6	3.6	2.6	2.6	3	3.6	1.8	2	3.6	2.8	5	56%
Seiketsu (Estandarizar)	1.4	1.8	1.8	2	2	3.2	1.2	1	2.8	1.9	5	38%
Shitsuke (Disciplina)	2	2.2	2.2	2.6	3	2.8	2.2	2.2	3.6	2.5	5	51%

Tabla 21: Resultados de evaluación 5S actual.

Los resultados de la evaluación de las 5 “S” (Gráfica 2) de las áreas que intervienen en la elaboración de rollos de púas galvanizada calibre 17 son deficientes. El porcentaje total de la evaluación es de **48.2%** y al revisar cada uno de los pilares se puede observar lo siguiente:



Gráfica 2: Evaluación actual de las 5S en la Industria Metal Mecánica S.A.

Seiri (Clasificar): Con una valoración de 2.8 equivalente al 56%, una calificación aceptable ya que en las áreas existen una pequeña clasificación de algunos materiales sin embargo no todos están etiquetados, se mantienen algunos artículos innecesarios o de poco uso aislados y los desechos están en depósitos cercanos.

Seiton (Ordenar): La mayoría de los ítems están en un lugar específico, pero no significa que sean los sitios adecuados para ellos. La calificación es de 2 que corresponde a un 40%, lo cual es deficiente. Las áreas de trabajo o manufactura en su mayoría no se encuentran señaladas y de igual forma los equipos de seguridad.

Seiso (Limpiar): La puntuación de este pilar es de 2.8 con un 56%. Es reconocible que en los sitios de trabajo se mantengan libre de basura en su mayoría, aunque no es el caso con los desperdicios de alambres que en todas las áreas de los distintos procesos existen pedazo de este desperdigados por el suelo. Se realiza limpieza de los pisos y los utensilios para ello en su mayoría están cercanos, las paredes se encuentran sucias y las superficies de las máquinas están con grasa, aceite o polvo.

Seiketsu (Estandarizar): Las informaciones necesarias no son del todo visibles y los estándares no están bien establecido, no tienen un plan de mejora futuro sobre el tema. Las unidades de medidas de uso de cualquier suministro no están estandarizadas más no obstante los equipos de trabajo en su mayoría se localizan fácilmente aun así hay una deficiencia con una valoración de 1.9 correspondiente a un 38%.

Shitsuke (Disciplina): Los trabajadores se apegan a las pocas reglas que establece la industria y mantienen su pertenencia personal en un lugar específico pero las supervisiones de los métodos y las inspecciones de las áreas se realizan muy pocas veces. En cierto momento no se es

constante con la limpieza por tal razón los desperdicios de alambre están en los pisos poniendo en riesgo la salud de los mismos trabajadores. La valoración es de 2.5 equivalente a un 51%.

8.18. Agentes físicos y biológicos.

FORMATO DE INSPECCIÓN DE AGENTE BIOLÓGICOS			
Datos generales			
Nombre de la empresa	Industria Metal Mecánica S.A (IMMSA)		
Dirección	Km 53 ½ carretera Nandaime-Granada		
Área	Proceso de producción de rollos de púas galvanizadas calibre 17 marca tigre.		
Fecha de inspección	15/10/2020		
Requerimientos	Sí	No	
Polvos nocivos para el trabajador	X		
Humedad por acumulación de aceite	X		
Los trabajadores utilizan mascarillas durante este proceso	X		
Se realizan limpieza donde se encuentran las húmedas por acumulación de aceite	X		
Utilizan guantes al momento de ingresar el polvo para trefilar	X		
Limpieza antes y después de utilizar las máquinas	X		
Acumulación de aceite por causa de las máquinas que provoque mohos	X		
Asistencia médica ante cualquier intoxicación por inhalación de polvos			X
Sustancias químicas nocivas	X		
Lugares despejados de cualquier acumulación de aguas negras en el proceso de Galván en el piso			X
Presencia de moho en las paredes	X		
Exposición a olores desagradables	X		
Quemaduras por manipulación de sustancias			X
Observaciones:			
Las condiciones presentadas durante el proceso de producción de rollos de púas galvanizadas calibre 17, se observó que el área más expuesta a agentes biológicos es el área de galvanizado, por la manipulación de agentes químicos y por la humedad.			

Tabla 22: Formato de inspección agentes biológicos.

A través del formato de agentes biológicos presentado en el proceso de producción de rollos de púas galvanizadas, se muestra que los trabajadores están expuesto a humedad ocasionado por el derramamiento del aceite de las máquinas, estos deben de estar de forma constante agregando aserrín al piso para que se absorba el aceite.

No obstante, durante el proceso de galvanizado los malos olores causados por la acumulación de los ácidos (estos duran 5 días en ser cambiados), humedad en los pasillos o bien acumulación de charcos (menor tamaño), puede llevar como consecuencia a que el trabajador se resbale, alergias si no se utiliza el equipo de protección correcto, ceguera, enfermedades en los pulmones.

Formato de inspección para agentes físicos				
Datos generales				
Nombre de la empresa		Industria Metal Mecánica S.A. IMMSA.		
Dirección		Km 53 ½ carretera Nandaime-Granada.		
Área		Púas galvanizadas		
N° de trabajadores		6		
Horas de trabajadas por día		9hrs		
Fecha		Lunes 23 de junio del año 2020		
Temperatura	Medición °C	Nivel requerido en °C	Cumple	
			SI	No
	40-45C°	11-17C°		X
Ropa	Tipo			
	Ligera	Pesada	Ropa especial	
	X			
Ruido	DB	Normado	Tipo de máquina	
	86.5	85-90	Máquina de púas	
	89	85-90	Trefiladora	
Observación:				
Durante el proceso de producción de rollos púas galvanizadas, el trabajador está expuestos a altas temperaturas esto es producido por las máquinas y los trabajadores.				

Tabla 23: Formato de inspección agentes físicos.

Uno de los mayores efectos de los agentes físicos, es la temperatura puesto que estos, están expuestos a altos niveles de ruido que se encuentran entre los 85 a 90 DB, y la falta de ventanas u otra forma para le ventilar el área, perjudica fatiga en el trabajador, y esté no dé el máximo de su capacidad; según la OIT p. 60 menciona *“cuando la temperatura y la humedad son elevadas, la mera circulación del aire no sólo resulta ineficaz sino que, más allá de ciertos límites, aumenta la absorción de calor por convección”*

También recalca Kanawaty p. 60 que con *“una ventilación adecuada debe considerarse uno de los factores importantes para el mantenimiento de la salud y la productividad de los trabajadores”*.

En el cual es necesario que la industria IMMSA, presente una ventilación natural para la disminución de costos, aunque, en el área de púas se utiliza un abanico, pero este no es suficiente por lo que se mantiene de forma constante la producción de rollos de púas galvanizadas.

8.19. Planta de la empresa en SketchUp.



Figura 7: Vista Superior del área de producción IMMSA.

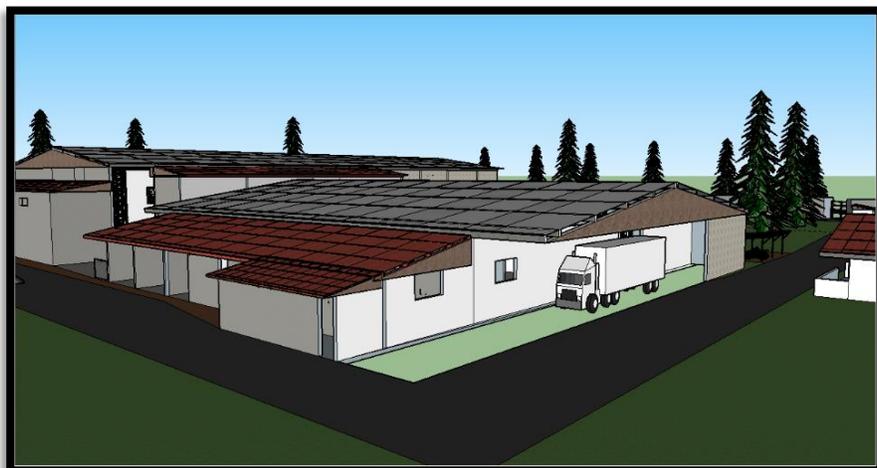


Figura 8: Vista Lateral del área de producción IMMSA.



Figura 9: Vista Total de la Industria IMMSA.

¡A la libertad por la Universidad!

8.20. Simulación del proceso actual en ARENA.

Para realizar la simulación se tomaron en cuenta las muestras de tiempo (Anexo 3) y los diferentes procesos involucrados en la elaboración del alambre de púas calibre 17 marca tigre tales como: trefilado, retrefilado, galvanizado, recolectoras y elaboración de púas como tal, sin olvidar las áreas de bodegas, las inspecciones y los transporte que se realizan dentro de la Industria Metal Mecánica S.A.

Debido a que los procesos tienen larga duración se realizó la simulación en software Arena con un tiempo de 30 días equivalente a 16,800 minutos, con periodo de calentamiento de 5 minutos y 10 horas laborales por días lo cual es un total de 600 minutos. Dentro de los 30 días se tomó en cuenta que 4 domingos se realiza solo 5 horas laborales (1,200 minutos).

La distribución de la entrada de las entidades es del tipo normal. El alambrón llegará cada 15 días (21,600 minutos) con una desviación estándar de 3 días (4,320 minutos).

Una vez realizada la simulación se obtuvieron los siguientes resultados:

- ✓ Llegadas de rollos de Alambrón: 30 toneladas
- ✓ Rollos de alambre Trefilado: 30
- ✓ Rollos de alambre Retrefilado: 29
- ✓ Rollos trefilados defectuoso: 1
- ✓ Rollos Galvanizados: 29
- ✓ Rollos galvanizados defectuoso: 0
- ✓ Rollos de Púas Calibre 17 Marca tigre: 420 Unidades

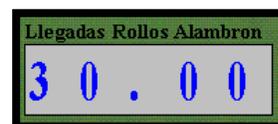


Figura 10: Llegadas de alambrón.



Figura 11: Cantidad de material obtenido en la simulación.

Reportes del software Arena

En la Tabla 24 se presenta el número de cola y el promedio en minutos. Se observa en lo subrayado que el acopio de la materia prima tiene una cola de 28 rollos de alambón con un valor en promedio de 4.6898 minutos. Por otro lado, en el área de empaclado existe una cola de 28 rollos de púas galvanizadas calibre 17 marca tigre donde su tiempo de espera para ser empacadas es de un promedio de 0.4010 minutos.

Los procesos que no tienen colas en esperas son: recolectora de alambre y la línea de trefilado número 3 y un almacenamiento en la bodega de galván.

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Acopio de MP.Queue	4.6898	(Insufficient)	0.00	28.0000
Almacen Semi elaborado.Queue	0.00031593	(Insufficient)	0.00	1.0000
Bodega Galvan.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Bodega Trefilado.Queue	0.2178	(Insufficient)	0.00	2.0000
Empacadora.Queue	0.4010	(Correlated)	0.00	28.0000
Galvanizado.Queue	1.3721	(Insufficient)	0.00	7.0000
Inspeccion de peso.Queue	0.1419	(Insufficient)	0.00	25.0000
Lote de 2.Queue	0.2295	(Insufficient)	0.00	2.0000
Puas 10.Queue	0.00051553	(Insufficient)	0.00	3.0000
Puas 11.Queue	0.00059513	(Insufficient)	0.00	4.0000
Puas 12.Queue	0.00066175	(Insufficient)	0.00	4.0000
Puas 2.Queue	0.00108598	(Insufficient)	0.00	4.0000
Puas 3.Queue	0.00078289	(Insufficient)	0.00	5.0000
Puas 4.Queue	0.00044624	(Insufficient)	0.00	3.0000
Puas 5.Queue	0.00172525	(Insufficient)	0.00	6.0000
Puas 6.Queue	0.00118873	(Insufficient)	0.00	5.0000
Puas 7.Queue	0.00103295	(Insufficient)	0.00	5.0000
Puas 8.Queue	0.00132899	(Insufficient)	0.00	6.0000
Puas 9.Queue	0.00158494	(Insufficient)	0.00	7.0000
Puas terminadas.Queue	7.3059	1.31949	0.00	20.0000
Puas.Queue	0.00168574	(Insufficient)	0.00	5.0000
Recolectoras de alambre.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Reproceso de Puas.Queue	0.07375649	(Insufficient)	0.00	5.0000
Retrefiladora.Queue	0.00040256	(Insufficient)	0.00	1.0000
Trefiladora 1.Queue	0.00326038	(Insufficient)	0.00	1.0000
Trefiladora 2.Queue	0.00421935	(Insufficient)	0.00	1.0000
Trefiladora 3.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Tabla 24: Resultados de cola según ARENA

Es objeto de análisis de la tabla 25 en la cual se presenta el promedio de uso de los recursos (trabajadores) y se obtiene que el **operario 2** perteneciente al área de elaboración de púas se encuentra con mayor tiempo libre debido a que su promedio de utilidad (tiempo activo) es de 0.00060742% mientras que el operador que se mantiene más ocupado es el galvanizador con un promedio de 0.4563%.

Usage				
Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
	Bodeguero	0.3361	(Insufficient)	0.00
Bodeguero 1	0.1913	(Insufficient)	0.00	1.0000
Bodeguero 2	0.3518	(Insufficient)	0.00	1.0000
Bodeguero 3	0.00030064	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empacador	0.03402552	(Insufficient)	0.00	1.0000
Galvanizador	0.4563	(Insufficient)	0.00	1.0000
Inspector	0.01118369	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 1	0.00120841	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 2	0.00060742	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 3	0.00099351	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 4	0.00092719	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 5	0.00078843	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 6	0.00066635	(Insufficient)	0.00	1.0000
Recolector	0.3597	(Insufficient)	0.00	1.0000
Reprocesador	0.04591430	(Insufficient)	0.00	1.0000
Retrefilador	0.1888	(Insufficient)	0.00	1.0000
Trefilador	0.1186	(Insufficient)	0.00	1.0000
Trefilador 2	0.1185	(Insufficient)	0.00	1.0000
Trefilador 3	0.08812213	(Insufficient)	0.00	1.0000

Tabla 25: Resultado de recursos según ARENA

Es de suma importancia aclarar que en cuanto a los valores del cuello de botella es de cantidades bajas con respecto a la realidad vista en el campo, así mismo con los valores en promedio de la utilización de los recursos. Esto ocurre debido a que en la empresa se elaboran una diversidad de productos que derivan de la misma materia prima y que tienen operaciones similares como trefilado, galvanizado y las recolectoras. En este caso solo se está tomando en cuenta la transformación de materia prima dirigida a la elaboración de rollos de púas galvanizadas calibre 17 marca tigre.



Figura 12: Simulación del proceso actual en ARENA.

¡A la libertad por la Universidad!

8.21. Productividad del cuello de botella.

George Kanawaty 1996, define la productividad como “*La relación entre producción e insumo*”, tomando como referencia esta definición y por medio del análisis realizado al proceso de producción de púas calibre 17, se identifica el cuello de botella al proceso de empaquetado del producto terminado, de modo que se realiza el cálculo de productividad de la siguiente manera, adaptándolo a la situación.

$$Productividad = \frac{Tiempo\ real}{Tiempo\ disponible} * \frac{Unidades\ producidas}{Unidades\ planificadas}$$

Indicadores:

- ✓ Unidades producidas: 180 u
- ✓ Tiempo real (tiempo que tarda el operario en realizar el empaque): 10,260 seg (57 seg/unid)
- ✓ Unidades planificadas (Según planeación de producción): 284 u.
- ✓ Tiempo disponible: 12 horas (43,200 seg) laborales.

$$Productividad = \frac{Tiempo\ real}{Tiempo\ disponible} * \frac{Unidades\ producidas}{Unidades\ planificadas}$$

$$P = \frac{10,260\ seg}{43,200\ seg} * \frac{180}{284} = 15\%$$

Del cual se obtiene como resultado que los operarios de empaque poseen una productividad actual del 15% en la actividad que ejecutan, en base al tiempo empleado, cabe recalcar que el tiempo real se adapta del resultado promedio del estudio de tiempo.

8.22. Diagnóstico de la situación actual

La Industria Metal Mecánica S.A- Granada, es una de las sucursales de la industria IMMSA central, ubicada en Managua, creada en el 2003, pero antes de pertenecer lo que son las propiedades está pertenencia al gobierno de Somoza, en el cual fue construida en 1975, no obstante, en el análisis FODA realizado, menciona que la industria a pesar de tener las máquinas desfasadas, éstas sacan el mayor aprovechamiento de los desperdicios del horno de Galván.

En el proceso de producción de púas galvanizadas, la industria IMMSA realiza un total de 6 operaciones principales que consisten en el proceso de trefilado, retrefilado, galvanizado, recolección, elaboración de púas y empaquetado, en el cual esto se expresa en el Cursograma analítico y sinóptico del proceso.

Al utilizar una distribución de proceso, esto se vuelve de forma intermitente, quiere decir que se hace uso de constante traslados entre áreas, durante el proceso se llevan a cabo varias inspecciones entre éstas sobre sale la verificación y pesaje de los rollos cuando estos salen de sus respectivas bodegas, encontrándose así mismo el cuello de botella en el empaquetado de púas con una productividad del 44%. También, la falta de un mantenimiento preventivo, ha ocasionado paros que duran hasta 15 días para llevar a cabo una corrección, de tal manera que las confusiones constantes o los intercambios de piezas que no cumple con las especificaciones solicitadas, provoca pérdidas en la producción.

Las condiciones en la que se encuentra las industrias para con el trabajador no son las adecuadas en mención a ergonomía, equipos de protección (mitigación contra los altos decibeles), altas temperaturas a pesar de la buena ventilación y la exposición a agentes físicos y biológicos, en el cual son afectado más en el área de galvanizado.

9. Identificación de mejoras a las condiciones actuales.

- ✓ Fase de sensibilidad y formación del personal a través de la ejecución del evento 5S.
- ✓ Reducción del cuello de botella al eliminar actividades no productivas tal como la verificación y pesaje de material.
- ✓ Planificación de mantenimiento preventivo por medio de un sistema semi automatizado.
- ✓ Mejoras de las condiciones de ambiente y trabajo al realizar auditoria de higiene y seguridad en base a la ley 618.
- ✓ Mitigación de agentes físicos y biológicos al brindar equipos de protección personal.
- ✓ Incremento de la productividad de Mano de obra al brindar buenas condiciones de trabajo que mejoren los procedimientos de operación por medio de buenas prácticas ergonómicas.
- ✓ Control de inventario a través del método de gestión de almacén FIFO (First In- First Out).

10. Situación de propuestas de mejoras.

10.1. Metodología de las 5S.

Fase de sensibilización y formación del personal

Debido a que en la Industria Metal Mecánica S.A. los trabajadores solo cuentan con conocimientos empíricos sobre la ejecución intuitiva de algunas tareas. Es necesario realizar una jornada donde todos reciban formación e información sobre la metodología de las 5S comenzando por un área en específico en este caso se actuará sobre el sector de trefilado debido a que presenta mayor problema.

Para ello siempre se ha de tenerse en cuenta que el éxito o el fracaso de cualquier trabajo en el que se involucren un grupo de personas, se puede predecir por el nivel de implicación que tiene cada una de estas respecto al trabajo o proyecto. Es por tal razón que además de recibir, deben de tener una actitud de compromiso y hacerles partícipes de las mejoras que se consiguen con su labor.

Es de suma importancia crear el comité de las 5S como paso previo a la formación del personal. Éste será conformado por un grupo de personas encargados de dirigir el rumbo y puesta en marcha de la nueva forma de trabajo controlando el proceso de desarrollo y confirmar la consolidación de la metodología en las distintas áreas. El comité deberá contar con las siguientes características:

- ✓ Conocimientos del área de operaciones.
- ✓ Capacidad de liderazgo.
- ✓ Conocer bien a los trabajadores.
- ✓ Tolerante

- ✓ Respetuoso
- ✓ Buen sentido de comunicación
- ✓ Informante
- ✓ Experiencia en 5S. (en caso de no contar con este último punto se deberá capacitar primero al comité por medio de auditores externos).

Para la creación del comité es necesaria la participación del gerente de la planta, jefe del área a la que se aplicara el cambio, jefe de producción y supervisor. Es necesario que estas personas estén presentes en cada reunión que se realice, para la toma de decisiones.

Antes de comenzar a formar a los trabajadores como se mencionaba anteriormente, es importante que los integrantes del comité reciban la formación de la metodología para que estos tengan la capacidad de dirigir y aclarar las dudas que se llegue a presentar en el transcurso de la aplicación. También de manera clara se debe de anunciar todas las políticas y compromisos de la Dirección.

Para poder formar a los demás trabajadores es importante tener la comunicación con los encargados de producción y reservar de 30 a 45 minutos para realizar las capacitaciones a la cual tienen que asistir todos los miembros del comité para resolver y aclarar dudas fomentando el trabajo en equipo. Todos los problemas que están presentado en cada fase deberán de ser anotados, así como las acciones propuestas y las elegidas a realizar, los responsables, la fecha de inicio y de finalización de la actividad.

Formato para la planificación de las acciones a realizar.

Planificación de las Acciones a Realizar

Problemas Planteados	Acciones Propuestas	Acción Correctora Elegida	Fase	Responsable	Inicio		Finalización	
					Prevista	Real	Prevista	Real
			Seiri					
			Seiso					
			Seiton					
			Seiketsu					
			Shitsuke					

Tabla 26: Formato de plan 5s

a) Seiri: Clasificar

Para ejecutar este primer punto los trabajadores deben ya tener claro que esta fase consiste en mantener en el puesto de trabajo todo aquello que es necesario en la cantidad necesaria y retirar del área todo aquello que no se requiera. Es importante que todos los ítems estén clasificados así de esta forma se hará más fácil realizar una acción sobre cada uno de ellos.

Por tal razón el primer paso será identificar las herramientas, materiales, desperdicios, piezas, entre otros elementos existentes en el área y conocer la cantidad necesaria de cada ítem. Una vez obtenida esta información recopilada, se llenará una hoja de inventario (tabla 27) donde especifique los elementos calificados como necesarios con su respectiva cantidad y su ubicación. Cada uno de los trabajadores deberá contar con un formato propio.

Control de Inventario					
				Industria Metal Mecánica S.A. 	
Área:				Encargado:	
Código	Tipo	Nombre	Cantidad	Destino/ubicación	

Tabla 27: Formato de clasificación de inventario.

Para evitar movimientos indeseados de los elementos encontrados, solamente serán objeto de desplazamiento aquellos que se consideren innecesarios, utilizando para ello las tarjetas rojas (figura 13), en la cual se marcara su categoría, la razón de la tarjeta y la acción a tomar sobre el elemento. Es importante habilitar espacios para los desechos y envíos a otras áreas donde se encuentren todos aquellos objetos que tengan valor en el mercado. Si se da el caso de reubicar en otra área tales como: trefilado, mantenimiento, púas u otras se deberá de especificar el destino. En cuanto a las cantidades se puede señalar en unidades, volumen, peso, etc.

El formato de la tarjeta roja cuenta con la siguiente información:

Fecha: Cuando se realizó la clasificación del artículo.

Área: El lugar donde se encuentra ubicado el artículo.

Responsable del área: Nombre del encargado y/o realizador de etiqueta.

Categoría: Se describe el tipo de artículo en el que está colocada la tarjeta. En este caso ya está simplificado en los siguientes puntos:

- ✓ Maquina/equipo
- ✓ Herramienta
- ✓ Instrumento
- ✓ Parte eléctrica
- ✓ Material gastable
- ✓ Materia prima
- ✓ Trabajo en proceso
- ✓ Producto Terminado
- ✓ Otros

Razón de tarjeta: Es el motivo por lo que se requiere eliminar el objeto:

- ✓ Innecesario
- ✓ Fuera de especificaciones
- ✓ Material de desperdicio
- ✓ Defectuoso
- ✓ Otros (Uso desconocidos, obsoleto, contáminate, etc.)

Acción requerida: En este punto se define el tipo de acción que se tomará sobre el artículo. Entre los cuales se encuentran:

- ✓ Eliminar
- ✓ Reubicar
- ✓ Reciclar

TARJETA ROJA	
Fecha: ____/____/____	
Área: _____	
Responsable del Área: _____	
Cantidad: _____	
CATEGORIA	
<input type="checkbox"/> Máquina/Equipo	<input type="checkbox"/> Material gastable
<input type="checkbox"/> Herramienta	<input type="checkbox"/> Materia prima
<input type="checkbox"/> Instrumento	<input type="checkbox"/> Trabajo en proceso
<input type="checkbox"/> Partes eléctricas	<input type="checkbox"/> Producto Terminado
OTROS/COMENTARIOS: _____	
RAZÓN DE TARJETA	
<input type="checkbox"/> Innecesario	<input type="checkbox"/> Defectuoso
<input type="checkbox"/> Fuera de especificaciones	
OTROS: _____	
ACCIÓN REQUERIDA	
<input type="checkbox"/> Eliminar	
<input type="checkbox"/> Reubicar	
<input type="checkbox"/> Reciclar	
<input type="checkbox"/> Agrupar en espacio separado	
OTROS: _____	
Fecha p/conducir acción: ____/____/____	

Figura 13: Tarjeta roja.

- ✓ Agrupar en espacio separado
- ✓ Otros

Fecha para conducir la acción: Cuando se necesita realizar la acción requerida.

b) Seiso: Organiza

En esta fase será necesario tomar en cuenta todos los elementos que se consideraron importantes en el área de trefilado y ordenar cada ítem de modo que su ubicación adecuada sea clara y útil para su búsqueda.

El uso de etiquetas que contengan el nombre de los objetos en estantes, escritorios, caja de herramientas entre otros, facilitará y disminuirá el tiempo de búsqueda además que se obtendrá un orden de los artículos. **“Un lugar para cosa y cada cosa en su lugar”**. Es importante que el responsable del área de trefilado comunique la colocación definida de los objetos a cada uno de los trabajadores de dicha área y estos procedan a realizar la correcta ubicación de los ítems.

En la (figura 14) se presenta una opción económica para etiquetar y señalar la ubicación de los objetos.



Figura 14: Post it para etiqueta.

Se habrá que delimitar las zonas de trabajo de acuerdo a la ley No. 618. Ley general de higiene y seguridad del trabajo donde menciona en el artículo 145 “La señalización de riesgo de choque contra obstáculos, de caída de objetos o personas, se realizará en el interior de aquellas zonas construidas en la empresa a las cuales tengan accesos el trabajador en ocasión de su trabajo, mediante franjas alternas amarillas y negras o alternas rojas y blancas”. Estas franjas amarillas y negras o rojas y blancas deberán tener un ángulo de 45° con dimensiones similares.

En el artículo 146 de esta misma ley antes mencionada se indica que las vías de circulación tanto de vehículos como personal de trabajo estarán identificadas con claridad en este caso será una franja continua de color amarillo o blanco. Debido al color del suelo que tiene actualmente la industria se recomienda el color amarillo. En la figura 15 y 16, se muestra cómo podría verse el área de trefilado.

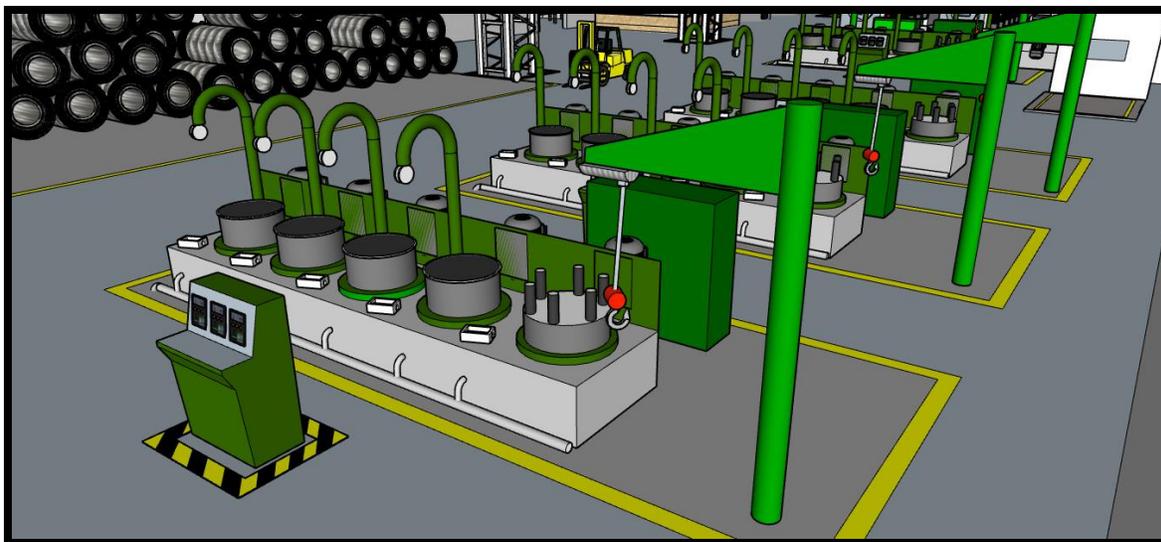


Figura 15: Señalización de vías de circulación.

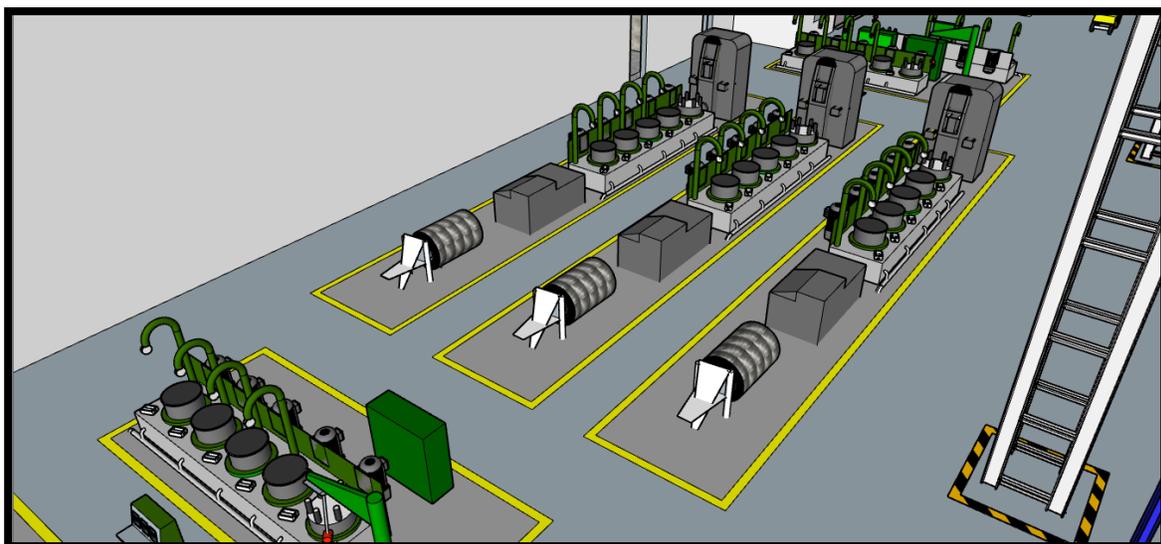


Figura 16: Señalización de vías de circulación.

c) Seiton: Limpiar

La tercera fase de la metodología se trata de realizar la limpieza, para poder llevar a cabo más que una sencilla tarea como lo es limpiar, es necesario que los trabajadores estén en constante revisión del área de trabajo en búsqueda de las fuentes de suciedad y eliminación de estas, manteniendo en buenas condiciones el uso de las máquinas y/o herramientas. Esta fase se debe ligar con la inspección por ende se presenta a un formato (tabla 28) y un mapa 5 “S” (figura 17)

donde señala las áreas de trabajo y la persona encargada de realizar inspección y limpieza tanto en pasillos como paredes, ventanas, maquinas, estantes entre otros. En cuanto a los residuos líquidos, se tiene que evitar su esparcido por suelo y si en algunos casos no se pueda evitar, se utilizarán recipientes que imposibiliten que el líquido llegue al piso de esta manera se facilita su limpieza.

Mapa 5S		
Fecha:	 IMMSA Industria Metal Mecánica S.A.	
Turno:		
Área	Código	Nombre
TREFILADO	OP1	
TREFILADO	OP2	
TREFILADO	OP3	
RETREFILADO	OP1	
RETREFILADO	OP2	
RETREFILADO	OP3	
RETREFILADO	OP4	
RETREFILADO	OP5	
RETREFILADO	OP6	
RETREFILADO	OP7	
INSPECCIÓN	IN1	

Tabla 28: Formato de inspección de limpieza.

En este formato se especifica el área a limpiar, el código del trabajador asignado y su nombre. Los roles pueden ser modificados y se recomienda que tanto el mapa como esta tabla este accesible a los trabajadores haciendo un buen uso de la gestión visual.

Mapa 5S en el área de trefilado.

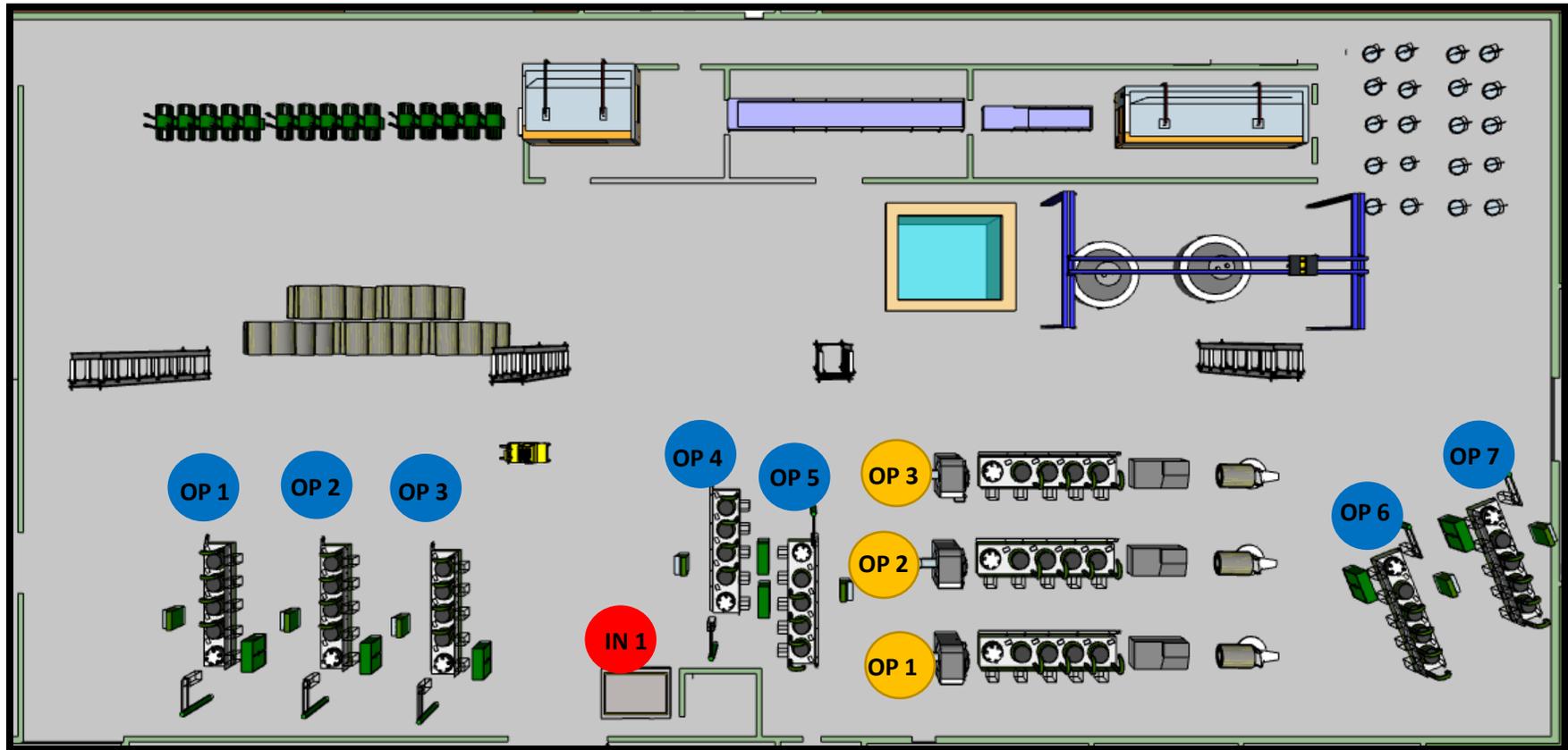


Figura 17: Mapa 5s

d) Seiketsu: Estandarizar

En este punto se pretende mantener las nuevas situaciones abordadas anteriormente como la organización, el orden y limpieza. Lo necesario es establecer algunos estándares que facilite a los encargados y trabajadores del área de trefilado detectar cuando una situación se está desviando de lo establecido. Esta fase permite que la metodología se arraigue en la forma de trabajar, para ello se presenta a continuación los siguientes estándares:

- ✓ El jefe de área es el responsable de auditar los locales de trabajo.
- ✓ El coordinador tiene la responsabilidad de asegurarse que el personal de trabajo tenga conocimiento de la metodología 5S y deberá constantemente compartir con su personal información a fin de conseguir el éxito en el proceso.
- ✓ Es deber de todos los trabajadores conocer y aplicar las normativas afines al programa de mejoramiento de la metodología 5S.
- ✓ Es tarea de todos mantener el ambiente de trabajo excelentemente limpio y ordenado de acuerdo a la metodología de 5S. Las tareas relacionadas con organización, orden y limpieza deben ser integradas como parte de las actividades regulares.
- ✓ Cada trabajador tiene la obligación en dejar y entregar su lugar de trabajo ordenado y aseado antes de culminar el turno.
- ✓ Se deberá mantener en el área un programa (formato) y mapa 5S de limpieza tomando en cuenta que ambos deberán estar visible para todos.
- ✓ Los trabajadores deberán mantener en su puesto de trabajo solo lo que realmente sea necesario.

- ✓ Los locales de trabajo asignado a cada operario deberán de estar en limpio y en orden de igual manera las herramientas utilizadas en el proceso.
- ✓ Cada uno de los recipientes para desperdicios deberán encontrarse señalizados, accesibles y visibles para todos.
- ✓ Luego de completar cada fase “S” se demostrará en un formato o panel de acciones realizadas los logros que se alcanzaron demostrados con fotografías del antes y el después. Esta acción es de motivación para los participantes involucrados en la mejora. En la tabla (29) se presenta el formato a utilizar.

Acciones Realizadas	
Acción:	
Área:	Responsable:
Situación antes de comenzar la acción	Fecha:
Fotografía de Antes	
Situación después de realizar la acción	Fecha:
Fotografía Después	

Tabla 29: Formato de estandarización 5 “S”

Tras implantar esta la fase de estandarizar, llega el momento de una nueva auditoría, con las siguientes descripciones y los respectivos criterios de evaluación:

¡A la libertad por la Universidad!

Área:					Calif. Total:	
Auditor:					Fecha:	
Criterios de Evaluación						
0 pts. = 5 + problemas		1 pts. = 4 Problemas	2 pts. = 3 Problemas	3 pts. = 2 Problemas	4 pts. = 1 Problema	5 pts. = 0 Problemas
5S	No.	Descripción			Calificación	Comentario
Seiri	1	Los Pasillos están libre de objetos				
	2	Los objetos están clasificados en necesario o innecesario				
	3	Están descartados los objetos sin valor				
	4	Los residuos están en depósitos				
	5	Los depósitos están señalados				
Subtotal						
Seiton	1	Un lugar para todo y todo en su lugar				
	2	El lugar correcto para los ítems				
	3	Los artículos están en sus lugares				
	4	Los pasillos están señalados				
	5	Equipo de seguridad están claramente señalados				
Subtotal						
Seiso	1	El área de trabajo está libre de basura				
	2	Limpian y buscan forma de mantener limpio y organizado				
	3	Paredes y superficies están limpias libres de suciedades				
	4	Los materiales de limpieza son accesibles				
	5	Se realiza la limpieza diariamente				
Subtotal						
Seiketsu	1	Mantienen y monitorea las primeras tres categorías				
	2	La información necesaria es visible (señalizaciones)				
	3	Los estándares son conocidos y están visibles				
	4	Las cantidades o límites de uso son reconocible				
	5	Los elementos se pueden localizar entre 30 y 60 seg.				
Subtotal						
Shitsuke	1	Se apegan a las reglas				
	2	Las pertenencias personales se almacenan adecuadamente				
	3	Realizan inspecciones diarias o semanal				
	4	Los métodos son supervisados normalmente				
	5	Se hace uso de los equipos de seguridad				
Subtotal						
Subtotal = Suma de las calificaciones de una fase/Número de descripciones de la misma fase. Calificación Total = Suma de los subtotales/N° de subtotales.						

Tabla 30: Formato 5s

e) **Shitsuke: Disciplina**

Es de gran importancia que todo el personal de la Industria Metal Mecánica S.A. tenga la autodisciplina siendo este, el último paso de la metodología 5S. La autodisciplina se obtiene realizando las conductas aprendidas día a día habitualmente.

En este punto se debe de tomar en cuenta lo siguiente:

- ✓ Tener respeto por las normas y estándares determinados e implementados.
- ✓ Promover la costumbre de reflexionar y auto controlar el nivel de obediencia de los estándares establecidos.
- ✓ Percibir el grado de importancia del respeto por los trabajadores y por las normas en las que probablemente han puesto empeño directo o indirectamente en su elaboración.

En el caso de que no se respeten las normas y estándares, es necesario identificar el porqué de la falta de respeto y desinterés (la raíz del problema) por la metodología.

Luego de esta última fase, tras su implantación se deberá realizar auditorías cada quince días o semanalmente mientras se vaya consolidando la nueva forma de trabajo y se esté seguro de no detectar rasgos que en consecuencia hagan volver al estado inicial (antes de la implantación de la metodología 5S).

Cuando la implantación este bien sostenible el comité podrá realizar una nueva programación para aplicar las mismas propuestas de las fases 5S en otro sector de trabajo hasta lograr que todas las áreas y el personal de la Industria Metal Mecánica S.A (IMMSA) estén comprometidas con la sostenibilidad de la metodología y estén en constante mejora.

10.2. 5 M.

Con respecto al análisis de las 5M, tomando como referencia lo demostrado en el diagrama de Ishikawa; se plantea una serie de propuestas en relación a cada acápite.

Materia prima: En cuanto a la materia prima no se presenta mejoras en estrategias puesto que no se tiene alcance de esta información debido a restricciones administrativas.

Mano de obra: Dado que se identificó la deficiencia de conocimiento con respecto a higiene y seguridad en el personal, se propone realizar una auditoría y capacitación para los trabajadores en conjunto de la empresa a fin de implementar el cumplimiento de la ley de H y S 618.

Método: Se logra una optimización de los métodos empleados actualmente en la industria al lograr la eliminación de actividades no productivas y la reducción de exceso de transporte, así como presentar nuevas formas de ejecución en el área de almacenamiento y control de material.

Maquinaria: Dado que se continuará utilizando los recursos de maquinaria con los que cuenta la empresa se establece un plan de mantenimiento preventivo en busca de la conservación de maquinaria y la reducción de paros de producción, alargando la vida útil de los equipos contribuyendo al aumento de la productividad.

Medio Ambiente: A través de la implementación del evento 5S y la auditoría de higiene y seguridad se pretende mejorar el entorno de trabajo garantizando un lugar que sea seguro y no presente riesgos para la salud de los trabajadores, los cuales gozaran de un ambiente limpio, ordenado y organizado así como medios ergonómicos y la portación de equipos de protección personal para los diferentes agentes físicos y biológicos que amenazan al operario, obteniendo un mejoramiento en las condiciones de medio ambiente y trabajo.

10.3 Diagrama de recorrido

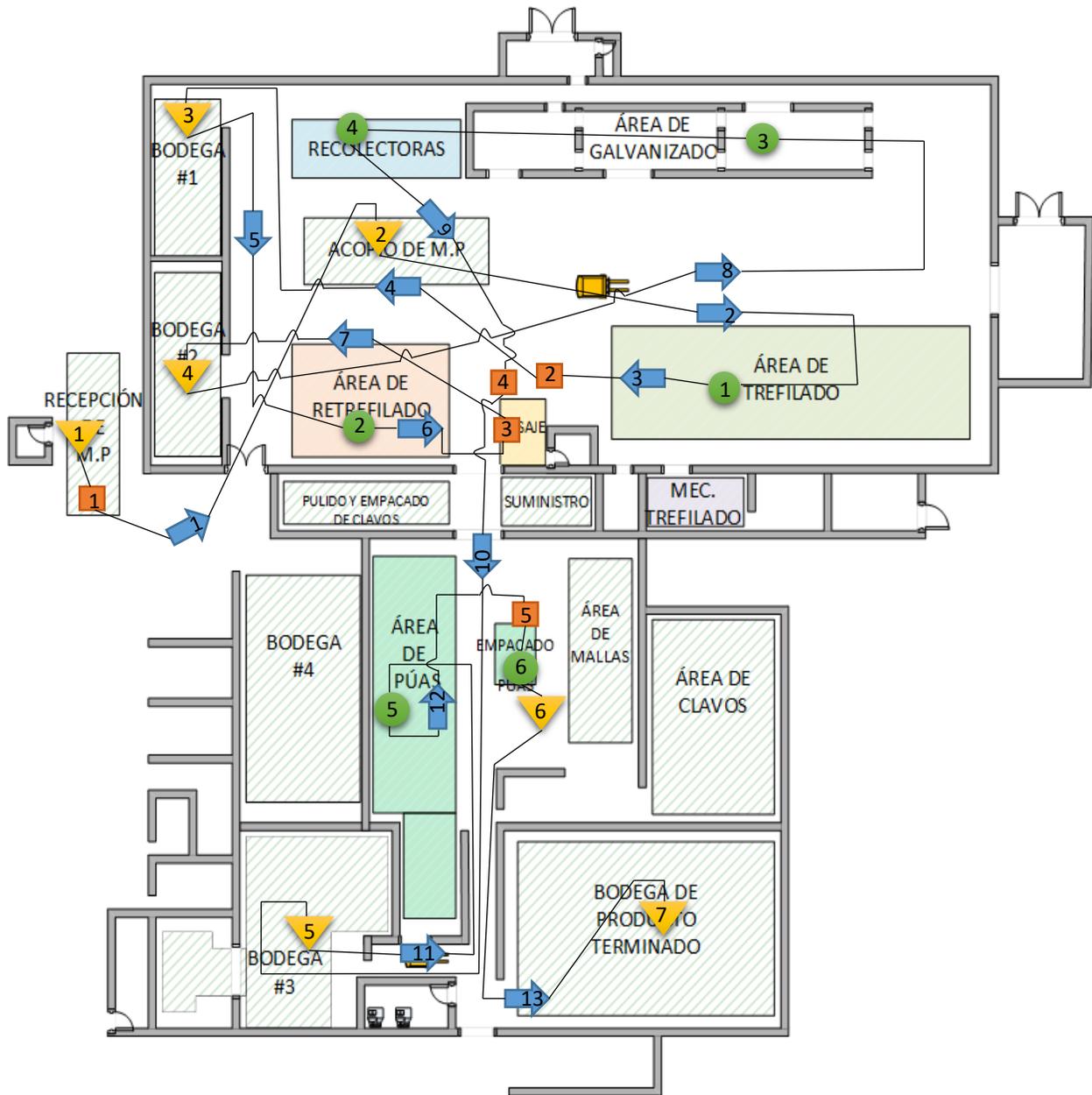
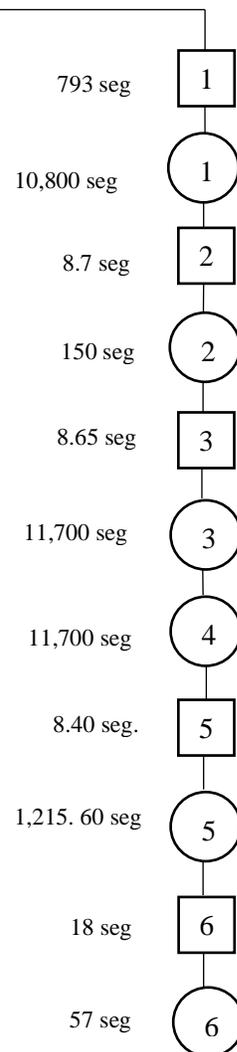


Figura 18: Diagrama de recorrido propuesto.

10.4. Curso grama sinóptico.

Proceso de rollos de púas galvanizadas



- 1 Verificación de la cantidad y peso del alambón en la recepción de la materia prima.
- 1 Proceso de trefilado.
- 2 Pesaje de alambre calibre 13 ½.
- 2 Proceso de retrefilado calibre 13 ½.
- 3 Pesaje de los rollos re trefilado y certificación.
- 3 Proceso de galvanizado.
- 4 Recolectoras de alambres galvanizados.
- 4 Pesaje de rollos de alambre galvanizado y certificación.
- 5 Proceso de rollos de púas galvanizadas calibre 17.
- 5 Pesaje de los rollos de púas galvanizados calibre 17.
- 6 Empaquetado de los rollos de púas galvanizadas.

10.5. Curso grama analítico.

Curso grama analítico				Maquinaria/Material/Operario						
Diagrama núm. 1		Hoja núm. 1 de 1		Resumen						
Objeto: Proceso del alambre para la elaboración de rollos de púas galvanizadas.				Actividad	Actual	Propuesta	Economía			
				Actividad: Recibir, elaborar y numerar los rollos de púas galvanizadas para almacenar y distribuir.				Operación	6	6
Método: Proceso intermitente.				Transporte	17	13	4			
				Espera	0	0	0			
Lugar: Área de púas				Inspección	9	5	4			
				Almacenamiento	7	7	0			
Operario: Ficha núm.				Distancia (metros)	625.09	467.76	157.33			
Compuesto por: Noguera Steven; Rose Mary Román y Blass Katherine Priscilla. Fecha: 3/09/2020				Tiempo (segundos)	303,266.72	303,108.23	158.49			
Aprobado por: Fecha:				Costo por púas	C\$ 710	C\$ 710	C\$ 0.00			
				Mano de Obra	C\$61,334.32	C\$61,334.32	C\$ 0.00			
Descripción	Cantidad (lb)	Distancia (mts)	Tiempo (segundos)	Símbolo					Observaciones	
				●	→	○	■	▼		
Recepción de la materia prima en el exterior	44,092.5	-	-							
Pesaje del alambtrón en el exterior con certificación	3,518	-	793							
Traslado de la materia prima	44,092.5	48.92	12.6							Tiempo difiere por cambio de conductor
Almacenaje (los rollos son apilados cerca de trefilado)	44,092.5	-	-							
Traslado del alambtrón al área de trefilado	3,518	47.4	17.3							Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Proceso de trefilado	3,518	-	10,800							
Traslado del rollo trefilado a pesaje	3,518	28.66	17.75							Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Pesaje del rollo trefilado y certificación	3,518	-	8.7							
Traslado a la bodega de almacenamiento #1	1,759	44.67	11.39							Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Almacén #1	1,759	-	-							
Traslado al área de re trefilado.	1,759	6.87	12.5							Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Proceso de re trefilado calibre 17	851	-	150							
Traslado a báscula	851	27.01	14.30							Se realizaron las medidas partir de la última Retrefiladora hasta báscula; Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Pesaje de rollos retrefilados y certificación	851	-	8.65							
Traslado de rollo retrefilado a bodega #2	851	37.23	14.5							Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Almacenaje en bodega #2	851	-	-							
Traslado al horno de galván	851	52.5	13.49							Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Proceso de galvanizado	3,518	-	11,700							
Recolectoras	3,518	-	11,700							
Traslado a bascula	851	43.44	11.57							Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Pesaje y certificación de los rollos de alambre galvanizados	851	-	8.40							
Traslado del alambre galvanizado a bodegas #3 (galván)	851	51.80	76							Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Almacenamiento en bodega #3 (galván)	851	-	-							

Traslado de los rollos de alambre galvanizado a púas	851	20.79	6.24						Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Proceso de rollos de púas galvanizadas	851	-	1,215.60						
Traslado de los rollos de púas galvanizadas calibre 17 a empaquetado	23	10.97	29						Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Pesaje de los rollos de púas galvanizadas calibre 17	23	-	18						
Empaquetado de los rollos de púas galvanizadas	23	-	57						Se realiza corrección del molde del rollo si este no cumple con la forma específica.
Apilación de producto terminado	138	-	7,200						Se forman torres de 6x5 rollos cada una
Traslado de los rollos de púas a bodega producto terminado.	690	47.5	12.24						Tiempo difiere por espacio disponible y cambio de conductor
Almacenamiento del producto terminado	690	-	259,200						
Total	173,979.50	467.76	303,108.23	6	13	0	5	7	

10.6. Análisis de los cursogramas.

En el proceso demostrado en los cursogramas analítico y sinóptico se expresa como resultado de propuesta un total de 5 inspecciones, 6 operaciones, 0 demoras, 7 almacenamientos y 13 transportes, al identificar las inspecciones que no son necesarias tal como la verificación y comprobación de alambre, se plantea eliminar esta actividad puesto que se mantendrá el control a través de las requisas, y no solamente esto, sino que también por medio de la implementación de FIFO y de la metodología 5S, de esta manera se disminuirá considerablemente el tiempo de operación y transporte de los rollos de alambre así como facilitar el método de selección y comprobación de material.

A través de la aplicación propuesta el tiempo en el que disminuirá el proceso sería de 303,266.72 seg a 303,108.23 seg con una diferencia de 158.49 segundos, así como una considerable disminución en la distancia recorrida con un total de 467.76 mts lo equivalente al 25.16% de reducción de transporte en comparación a la situación actual siendo este de 625.09 mts.

En cuanto a la economía entre el proceso actual y propuesto en la que corresponde a los costos de mano de obra y de rollos de púas, tiene una diferencia de C\$ 0.00, puesto que la empresa puede mantener el mismo precio del alambre de púas y de igual forma el salario de los trabajadores, aunque las mejoras no se muestren de forma monetaria, se puede observar en la disminución del tiempo del proceso y la fatiga que tendría el trabajador.

10.7. Simulación ARENA propuesta.

A través de la simulación en software Arena podemos observar los resultados con las mejoras aplicadas al proceso.

Se tomaron en cuenta los mismos tiempos simulados de 30 días equivalente a 16,800 minutos, con periodo de calentamiento de 5 minutos y 10 horas laborales por días lo cual es un total de 600 minutos. Dentro de los 30 días se tomó en cuenta que 4 domingos se realiza solo 5 horas laborales (1,200 minutos). Los resultados son los siguientes:

- ✓ Llegadas de rollos de Alambón: 30 toneladas
- ✓ Rollos de alambre Trefilado: 30
- ✓ Rollos de alambre Retrefilado: 30
- ✓ Rollos trefilados defectuoso: 0
- ✓ Rollos Galvanizados: 30
- ✓ Rollos galvanizados defectuoso: 0
- ✓ Rollos de Púas Calibre 17 Marca tigre: 440 Unidades



Figura 19: Entradas de alambón.



Figura 20: Cantidad de material obtenido.

A como se observa hubo un incremento de producción de rollos de púas galvanizadas pasando de 420 a 440, una diferencia de 20 rollos lo que es beneficioso para la empresa IMMSA.

A continuación, se analiza la tabla (31) de las colas obtenidas por los reportes:

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Acopio de MP.Queue	4.3852	(Insufficient)	0.00	28.0000
Almacen Semi elaborado.Queue	0.00127424	(Insufficient)	0.00	1.0000
Bodega Galvan.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Bodega Trefilado.Queue	0.5077	(Insufficient)	0.00	4.0000
Empacadora.Queue	0.3262	(Correlated)	0.00	28.0000
Galvanizado.Queue	1.5068	(Insufficient)	0.00	7.0000
Inspeccion de peso.Queue	0.1402	(Insufficient)	0.00	25.0000
Lote de 2.Queue	0.2270	(Insufficient)	0.00	2.0000
Puas 10.Queue	0.00076068	(Insufficient)	0.00	7.0000
Puas 11.Queue	0.00096063	(Insufficient)	0.00	5.0000
Puas 12.Queue	0.00062294	(Insufficient)	0.00	4.0000
Puas 2.Queue	0.00148346	(Insufficient)	0.00	6.0000
Puas 3.Queue	0.00134988	(Insufficient)	0.00	8.0000
Puas 4.Queue	0.00072288	(Insufficient)	0.00	5.0000
Puas 5.Queue	0.00127917	(Insufficient)	0.00	6.0000
Puas 6.Queue	0.00106499	(Insufficient)	0.00	5.0000
Puas 7.Queue	0.00062242	(Insufficient)	0.00	4.0000
Puas 8.Queue	0.00069382	(Insufficient)	0.00	5.0000
Puas 9.Queue	0.00070289	(Insufficient)	0.00	4.0000
Puas terminadas.Queue	7.1726	1.42985	0.00	20.0000
Puas.Queue	0.00197881	(Insufficient)	0.00	8.0000
Recolectoras de alambre.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Reproceso de Puas.Queue	0.04110158	(Insufficient)	0.00	5.0000
Retrefiladora.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Trefiladora 1.Queue	0.00785246	(Insufficient)	0.00	1.0000
Trefiladora 2.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Trefiladora 3.Queue	0.00338892	(Insufficient)	0.00	1.0000

Tabla 31: Resultado de colas obtenidos en ARENA.

Se sigue obteniendo el mayor número de colas en el acopio de materia prima y en empacado de púas, ambos con una cantidad de 28 unidades. Sin embargo, se observa que, en bodegas de

trefilado, púas 10, púas 11, púas 2, púas 3 y púas 4 existe un incremento de cola, lo que indica que hubo un aceleramiento en el proceso debido a que existen menos transportes e inspecciones.

En cuanto a los recursos utilizados tenemos un incremento de actividad en el **operario 6** el cual anteriormente era el recurso que menos aportaba. Así mismo el **trefilador 2** incremento de **0.1185** a **0.975**.

Usage				
Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Bodeguero	0.3119	(Insufficient)	0.00	1.0000
Bodeguero 1	0.1910	(Insufficient)	0.00	1.0000
Bodeguero 2	0.3502	(Insufficient)	0.00	1.0000
Bodeguero 3	0.00026339	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empacador	0.02737008	(Insufficient)	0.00	1.0000
Galvanizador	0.4548	(Insufficient)	0.00	1.0000
Inspector	0.01057245	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 1	0.00107669	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 2	0.00081220	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 3	0.00084907	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 4	0.00073124	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 5	0.00060794	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operario 6	0.00075823	(Insufficient)	0.00	1.0000
Recolector	0.3589	(Insufficient)	0.00	1.0000
Reprocesador	0.03134773	(Insufficient)	0.00	1.0000
Retrefilador	0.1868	(Insufficient)	0.00	1.0000
Trefilador	0.1159	(Insufficient)	0.00	1.0000
Trefilador 2	0.0975	(Insufficient)	0.00	1.0000
Trefilador 3	0.1077	(Insufficient)	0.00	1.0000

Tabla 32: Resultado de recursos utilizados en ARENA.



Figura 21: Simulación de propuesta en ARENA.

¡A la libertad por la Universidad!

10.10. Ergonomía.

Al evaluar los métodos de trabajo ejecutados por los operarios, se observa el esfuerzo físico implementado por cada uno de los trabajadores del área de púas, por lo tanto, a continuación, se describen una serie de propuestas buscando mejorar los procedimientos de operación y la relación entre el hombre y su condición de trabajo.

- ✓ Usar moción de dos manos en lugar de una al realizar el levantamiento de la barra de seguridad del winsher.
- ✓ Al colocarse en cuclillas, realizarlo de manera correcta, enderezando la espalda, esto lograra reducir el agotamiento de la zona lúmbar.
- ✓ Para desajustar la tapa del carrete, al dar golpes con el martillo será necesario realizarlo con ambas manos de manera intercalada.
- ✓ Para mover el rollo una vez extraído del carrete, el operario no deberá empujarlo con la punta del pie, si no colocarlo de forma recta al lugar donde se extrajo.
- ✓ Cada 45 min el operario tomara un periodo de descanso de 5 min, al sentarse en un banco ergonómico.
- ✓ Brindar asientos ergonómicos que cumplan con las condiciones necesarias al ofrecer comodidad y seguridad.
- ✓ El operario encargado del empaquetado deberá de colocarse de cuclillas, enderezando la espalda y que las rodillas formen un ángulo de 90° con la punta de su pie para tomar con ambas manos el rollo de púas terminado.

- ✓ Cada que el operario sienta dolores en la zona lumbar, tendrá que realizar ejercicios en momentos que este no intervenga con su trabajo, deberá sentarse de forma recta, colocar un pie sobre la rodilla del otro y agacharse de modo que se realice estiramientos una vez realizado esto intercambiar el pie.
- ✓ Movimientos circulares con las muñecas por 3 min.
- ✓ Movimientos con la cabeza al lado derecho y al contrario por 5 min.

Estas propuestas serán coordinadas con el jefe de área, el cual será encargado de que los operarios cumplan con lo antes mencionado, así como indicar el tiempo en el que los operadores realizaran los ejercicios, de esta manera se pretende ofrecer beneficios al personal eliminando factores de estrés ergonómico generando un mejoramiento en el método empleado el cual mantendrá al operador enfocado en su trabajo incrementando la productividad y calidad del mismo.

10.8. Mantenimiento de máquinas.

La adecuada aplicación del mantenimiento preventivo planificado a las máquinas-herramientas y equipos resulta ser una tarea importante para mantener en funcionamiento las operaciones necesarias en la producción.

Debido a que la empresa IMMSA cuenta con el impredecible mantenimiento correctivo se presenta a continuación un diseño del plan de gestión de mantenimiento industrial realizado en el software **Microsoft Excel**. En este se podrá realizar un registro formal tanto del personal técnico experto en la materia como el de las máquinas, la planificación anual, mensual y el calendario de los correctivos realizados, además se cuenta con bases de datos para guardar información y facilitar la búsqueda de los registros, disminuyendo grandes cantidades de órdenes de trabajo e intervenciones realizadas y guardadas físicamente (papeleos).

Al abrir el archivo *proporcionado (IMMSA MTTO)*, se apreciará la siguiente pestaña de inicio del sistema creado.



Figura 22: Pestaña de inicio del sistema de mantenimiento.

Al colocar el cursor y dar clip sobre unos de los botones (iconos con descripción) le llevará automáticamente al destino deseado.

Registro del personal:

Si se requiere ver los datos personales de un trabajador de la cuadrilla de mantenimiento se deberá hacer clip sobre el botón (icono)



Figura 23: Icono de registro de personal.

“Registro de personal”. Este le llevará a la siguiente pestaña (figura 24) en donde al escribir el código del trabajador y al seleccionar el icono “Buscar” aparecerá los datos personales con la respectiva fotografía de este, siempre y cuando se encuentre guardada la información en la base de datos.

 A screenshot of a web application interface. At the top, a blue header bar contains the text "DATOS DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO INDUSTRIA METAL MECÁNICA S.A." in white. On the left of the header is a home icon labeled "Inicio". On the right is a green circular arrow icon labeled "Base de datos". Below the header, there is a form with several input fields:

CÓDIGO	<input type="text" value="PMT-001"/>	
NOMBRES	<input type="text" value="LUIS CARLOS"/>	<i>Buscar</i>
APELLIDOS	<input type="text" value="MEDRANO SALAZAR"/>	
CÉDULA	<input type="text" value="001-231088-142T"/>	<i>Limpiar</i>
LUGAR DE RESIDENCIA	<input type="text" value="GRANADA"/>	
TELÉFONO	<input type="text" value="78342903"/>	
CARGO	<input type="text" value="ELÉCTRICO"/>	

 To the right of the form is a photograph of a man in a dark suit and tie.

Figura 24: Datos del personal de mantenimiento.

Para registrar la información de un nuevo trabajador. Dar clip sobre la flecha “Base de Datos” y a continuación se abrirá la siguiente interfaz figura 25. En el primer cuadro se escribirá los datos personales requeridos (si uno de los parámetros se encuentra vacío no se podrá guardar en la base de datos el nuevo trabajador). Es importante indicar que el parámetro de **CÓDIGO** señalado en rojo, no se editara debido a que cambiara automáticamente al guardar o eliminar un

registro. Al seleccionar el botón “Guardar” se almacenará los datos del nuevo trabajador en la tabla “Base de datos del personal”.

Figura 25: Registro de un nuevo personal.

Calendario de mantenimiento preventivo anual:

Al seleccionar el siguiente icono “Calendario Mtto. Preventivo Anual”. Se dirigirá a la planificación del mantenimiento de las máquinas figura 27 y 28 donde se podrá registrar la información necesaria para la planificar los mantenimientos a realizar. En cuanto al cronograma se auto completara según la fecha que se han indicado.

Calendario Mtto. preventivo Anual



Figura 26: Icono del calendario de mto.

ESPECIFICACIONES DE LAS MAQUINAS				FECHA		Inicio		AVANCE TOTAL			
MÁQUINA	MARCA	MODELO	TIPO	FECHA INICIO	FECHA FIN	FECHA ULTIMA MTTO.	CADA "X" MES	MIN. PLANIF.	MIN. TOTAL REALIZADO	% AVANCE	ESTADO
Trefiladora #1	MIYASAKI	MDB-600X2H	Sistema Eléctrico							69%	PROGRAMAR
Trefiladora #2	MIYASAKI	MDB-600X2H	Sistema Eléctrico	4-feb	20-mar	22-nov		100	30	100%	PROGRAMAR
Trefiladora #2	MIYASAKI	MDB-600X2H	Lubricación	20-nov	4-dic	4-dic	2	300	120	73%	EN PROCESO
Trefiladora #1	MIYASAKI	MDB-600X1H	Ajuste	2-ene	12-ene	16-oct	3	120	100	100%	REALIZADO
Trefiladora #2	MIYASAKI	MDB-600X1H	Ajuste	3-dic	4-dic	4-dic	1	100		0%	PROGRAMADO
Trefiladora #3	MIYASAKI	MDB-600X1H	Ajuste	20-nov	4-dic	4-dic	1	200	300	73%	REPROGRAMAR
											PROGRAMAR
											PROGRAMAR

Figura 27: Planificación preventivo anual.

Estado	Lógica	Significado
<i>Programar</i>	Los parámetros: Fecha inicio, Fecha fin, Fecha ultimo Mtto, Cada “x” mes, Min plan y Min realizados están sin completarse independientemente que se encuentre o no las especificaciones de las máquinas.	No se han introducido ninguna planificación.
<i>Programado</i>	Cuando Fecha de inicio es mayor a la Fecha actual (Hoy), el % Avance y los minutos totales realizados son iguales a 0, los demás parámetros estén completados.	Se ha realizado con éxito la planificación de una determinada máquina.
<i>En Proceso</i>	Esto se dará cuando la fecha actual es menor a la fecha del último mantenimiento, los minutos totales realizados es menor a los minutos planificados.	La máquina ya se encuentra en proceso de mantenimiento y se debe de dar seguimiento.
<i>Realizado</i>	Cuando la fecha actual es mayor a la fecha del último Mtto y los minutos realizados son menores o iguales a los minutos planificados.	Ya se han realizado los mantenimientos programados en la máquina durante todo el año.
<i>Reprogramar</i>	Los minutos totales realizados superan a los minutos planificados y la fecha de ultimo mantenimiento es mayor a la fecha actual.	El tiempo para realizar el Mtto en una máquina se ha pasado de lo planificado y se requiere reprogramar.
<i>Indeterminado</i>	Cuando están llenos todos los parámetros a excepción de la columna “Minutos totales realizados”	No se ha determinado los minutos totales realizados por ende no se puede determinar el estado del Mtto de la máquina

Tabla 33: Lógica y significado de los estados.

Calendario de mantenimiento preventivo mensual:

Para llenar el formato del calendario mensual figura 29 y 30 se utilizan los mismos criterios del “calendario anual” a diferencia que el cronograma se observa por meses y se agrega una columna denominada “**Partes componentes**”. En ella se describirá la pieza a cambiar o reparar en la máquina.

ESPECIFICACIONES DE LAS MÁQUINAS										Hrs. Planif. Total		Hrs. Real Total	AVANCE TOTAL	FECHA HOY
										6.7	1.5	67%	30-nov-20	
MAQUINA	MARCA	MODELO	TIPO	PARTE/COMPONENTE	FECHA INICIO	FECHA FIN	FECHA ULTIMA MITO.	CADA "X" MESES	MIN. PLANIF.	MIN. REALIZADO TOTAL	% AVANCE	ESTADO	RESPONSABLE	
Trefiladora #1	MIYASAKI	MDB-600X1H	Ajuste	Decapador mecánico	2-dic	10-dic	10-dic	1	200		0%	PROGRAMADO		
Trefiladora #1	MIYASAKI	MDB-600X1H	Ajuste	Bobina	20-nov	25-nov	25-nov	2	100	90	100%	REALIZADO		
Trefiladora #1	MIYASAKI	MDB-600X1H	Ajuste	Carrizo Tensor	20-nov	25-nov	25-nov	2	100		100%	INDETERMINADO		
Trefiladora #1	MIYASAKI	MDB-600X1H	Ajuste	Polea tensora								PROGRAMAR		
Trefiladora #1	MIYASAKI	MDB-600X1H	Ajuste	Caja de polvo trefilador								PROGRAMAR		

Figura 29: Planificación de mantenimiento preventivo mensual.

			PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL (2020)																																															
			INDUSTRIA METAL MECÁNICA S.A.																																															
RESPONSABLE	nov	nov	dic	dic	ene	ene	ene	ene	feb	feb	feb	mar	mar	mar	abr	abr	abr	abr	may	may	may	jun	jun	jun	jun	jul	jul	jul	jul	ago	ago	ago	ago	sep	sep	sep	sep	oct	oct	oct	oct	nov	nov	nov						
	20	27	04	11	18	25	01	08	15	22	29	05	12	19	26	02	09	16	23	30	06	13	20	27	03	10	17	24	31	07	14	21	28	04	11	18	25	01	08	15	22	29	05	12	19					

Figura 30: Planificación de mantenimiento preventivo mensual.

Los siguientes parámetros se autocompletarán y no se requiere modificación alguna.

- ✓ **Hrs Planificadas Totales:** Es la suma de todos los minutos programados convertidos en horas.
- ✓ **Hrs Reales Totales:** Sumatoria de todos los minutos realizados convertidos a horas.
- ✓ **Avance Total:** Muestra el promedio de los avances que se encuentran en la planificación.
- ✓ **Fecha Hoy:** Se muestra la fecha del día actual

Registrar Mtto. Correctivo:

Este apartado sirve para registrar los mantenimientos correctivos realizados creando una base de datos (historial) y guardando automáticamente lo registrado en la pestaña de “Calendario Mtto. Correctivo mensual”.



Figura 31: Icono de registrar Mtto correctivo.

Para acceder a la pestaña se deberá de dar click sobre el icono de “Registrar Mtto, Correctivo”.

A continuación, aparecerá la pestaña de que se representa en la figura 32. En el primer recuadro se ingresará la información necesaria excepto el código de la “Orden de trabajo” no se modificará por lo que este cambiará por si solo automáticamente. Luego de completarse todos los parámetros se seleccionará la opción “Guardar”. Con esta acción se almacenará en la tabla “Base de datos de mantenimiento correctivo realizado” y en el calendario del Mtto correctivo mensual.

REGISTRO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO REALIZADOS INDUSTRIA METAL MECÁNICA S.A.											
Inicio											Guardar
ORDEN DE TRABAJO N°	MAQUINA	MARCA	MODELO	TIPO	PARTE/COMPONENTE	PIEZAS CAMBIADAS	FECHA INICIO	FECHA FIN	DIAS	MIN. TOTAL MTTTO	RESPONSABLE
OT-002	Púas 11	TANISAKA	T5B-5N	Ajuste	Cuchillas de corte	Cuchillas HSS 5/8X8"	28/11/2020	28/11/2020	1	30	Luis Medrano
BASE DE DATOS DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS REALIZADO											
ORDEN DE TRABAJO N°	MAQUINA	MARCA	MODELO	TIPO	PARTE/COMPONENTE	PIEZAS CAMBIADAS	FECHA INICIO	FECHA FIN	DIAS	MIN. TOTAL MTTTO	RESPONSABLE
OT-001	Recolectora 3	CHINA	-	Lubricación	General	Manguera 1/4 para lubr.	28/11/2020	29/11/2020	2	98	Luis Medrano

Figura 32: Registro de mantenimiento correctivo realizados.

Check List de sistema eléctrico:

Es importante tener un control de las condiciones de los sistemas eléctricos en la empresa tales como paneles de control de energía, los conductores eléctricos, acometida etc. Al seleccionar el icono de Check List se presentará una pestaña donde se encuentra un formato (figura 36) para realizar las inspecciones y verificar el estado de los sistemas eléctricos.



Figura 35: Icono de Check List

INSPECCION GENERAL PARA LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE LA INDUSTRIA IMMSA					
Área de trabajo:		Cant.de tableros en el área:			
Fecha de inspección:		Inspector :			
Condiciones físicas de los cables e instalaciones.	Buen estado	Mal estado	Si	No	Observaciones.
Los cables principales y las derivaciones de las instalaciones eléctricas están entubados.					
Para el caso de instalaciones expuestas, se cuenta con canaletas o fijación apropiados.					
Los tableros o cajas de control están limpios.					
Enchufes y tomacorrientes en buenas condiciones de preferencia sellados y blindados					
El tomacorriente expuesto a la intemperie cuenta con protección contra el agua					
Los cables no tienen contacto con agua					
Los cables y conexiones no pasan por zonas expuestas a chispas u otras fuentes de calor					
Se presentan cables obsoletos					
Las instalaciones eléctricas cuentan con sistema puesta a tierra					
Las cajas presentan sobre cargas					
Se observan cables sueltos que pueden ocasionar accidentes					
Se encuentran cables sueltos en las conexiones eléctricas					
El acceso al tablero está despejado y se encuentra cercana al puesto de trabajo					
El tablero está montado dentro de cajas o gabinetes					
Empalmes adecuados					
Todos los tableros eléctricos se encuentran cerrados					
Cuentan con sistema de alimentación ininterrumpida					
Se observan manchas de quemaduras en el panel eléctrico					



Figura 36: Check List de inspección del sistema eléctrico

Máquinas y equipos:

Al seleccionar el icono de "Máquina y equipos" se abrirá la pestaña donde se podrá apreciar una ficha técnica de máquinas-herramientas figura 38. Acá se puede realizar la búsqueda de un equipo a través de la



Figura 37: Icono de máquinas y equipos.

modificación del **código de inventario**. Es importante indicar que si el código ingresado para realizar búsqueda no se encuentra en la base de datos no aparecerá ningún registro.



Inicio

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA INDUSTRIA METAL MECÁNICA S.A.							
REALIZADO POR		ROSE SELVA		FECHA DE REGISTRO		20/11/2020	
MAQUINA-EQUIPO		MONTACARGA		UBICACIÓN		Producción	
FABRICANTE		CATERPILLAR		SECCIÓN		Trefilado	
MODELO		GP25NM		CODIGO DE INVENTARIO		MH-001	
MARCA		CAT					
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
PESO	400 kg	ALTURA	4 mts	ANCHO	1.3 mt	LARGO	3.8 mts
CARACTERÍSTICA TÉCNICAS				FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO			
Certificación: CE ISO Motor diesel Anchura de horquilla: 122 mm							
FUNCIÓN							
Levantar y mover cargas pesadas de un punto a otro minimizando el tiempo de transporte.							



Buscar



Limpiar



Nueva Registro

Figura 38: Ficha técnica de la maquinaria.

Para agregar una nueva máquina y guardarla en la base de datos se requiere dar clic sobre el icono “New”. A continuación, se abrirá la pestaña de “Registro de máquinas-equipos y herramientas”. Figura 39

REGISTRO DE MAQUINAS-EQUIPOS-HERRAMIENTAS INDUSTRIA METAL MECÁNICA S.A.														
														
							CARACTERÍSTICAS GENERALES							
CÓDIGO DE INV	REALIZADO POR	FECHA DE REG	MAQUINA-EQUIPO	FABRICANTE	MODELO	MARCA	PESO	ALTURA	ANCHO	LARGO	CARACTERÍSTICAS	FUNCIÓN	UBICACIÓN	SECCIÓN
MH-002														
							CARACTERÍSTICAS GENERALES							
CÓDIGO DE INV	REALIZADO POR	FECHA DE REG	MAQUINA-EQUIPO	FABRICANTE	MODELO	MARCA	PESO	ALTURA	ANCHO	LARGO	CARACTERÍSTICAS	FUNCIÓN	UBICACIÓN	SECCIÓN
MH-001	ROSE SELVA	20/11/2020	MONTACARGA	CATERPILLAR	GP25NM	CAT	400 kg	4 mts	1.3 mt	3.8 mts	Certificación: CE ISO Motor diesel Anchura de horquilla: 122 mm	Levantar y mover cargas pesadas de un punto a otro minimizando el tiempo de	Producción	Trefilado

Figura 39: Registro de máquinas equipo y herramientas.

En la tabla superior se especificará lo siguiente:

- ✓ **Código de Inv.:** Es el código del inventario (este no ser modificado).
- ✓ **Realizado por:** El nombre de la persona que realizo en registro.
- ✓ **Fecha de reg.:** fecha en la que se realizó el registro.
- ✓ **Máquina-equipo:** Nombre de la máquina, equipo o herramienta.
- ✓ **Fabricante:** Nombre de la empresa fabricante del equipo
- ✓ **Modelo:** Modelo del equipo.
- ✓ **Marca:** Marca del equipo.
- ✓ **Peso:** Peso exacto de la máquina en **Kg**.
- ✓ **Altura:** Altura específica del equipo en **mt**.
- ✓ **Ancho:** Ancho de la maquina o equipo en **mt**.
- ✓ **Largo:** Largo de la máquina en **mt**.
- ✓ **Características:** otras especificaciones de la maquina a tomar en cuenta (voltaje, consumo de energía, diseño, etc.).
- ✓ **Función:** La función que desempeña la máquina o equipo.
- ✓ **Ubicación:** (Producción, administración, mantenimiento).
- ✓ **Sección:** Área específica en la que se encuentra el equipo.

Al seleccionar el botón “guardar” se registrará la información en la tabla inferior que sirve como base de datos.

Instrucciones para inspección de infraestructura:

La infraestructura no se debe de pasar por alto principalmente cuando ya se tiene 45 años desde la fundación de



Figura 40: Icono de instrucciones para inspección

la empresa IMMSA. Se diseñó una guía figura 41 a la cual se accede seleccionando el botón **“instrucciones para inspecciones para infraestructura”** esta guía fue creada para poder editar adecuadamente los formatos que se presentara más adelante sobre las inspecciones de la infraestructura.

Actividades/componentes			
Guías para el mantenimiento infraestructura según los componentes			
Inspección	6 meses		Verificación general del estado en el que se encuentran los tipos de componentes con respecto a las suciedades, humedad golpes, fisuras o desgastes.
Limpieza	2 meses	Limpieza de superficies expuestas de paredes y ventanas	Limpieza externa e interna de las laminas
Renovación	4 año	Repintado del recubrimiento del techo, cambio de canoas deterioradas	Repintado de paredes, recubrimiento de paredes con concreto. Sustitución de cerraduras en mal estado, pulido de rayaduras y los golpes a la ventana.
Mantenimiento de paredes y acabados	Tiempo determinado por el porcentaje deterioro que encuentra con los resultados de la inspección realizadas.	Pared rígida	*Grietas/fisuras en las paredes *Suciedad *Manchas *Húmedad *Deformaciones en las paredes (Desplomes)
		Paredes falsas o livianas	-Reventaduras en paredes falsas (Placín u otro tipo de material) -Grietas/fisuras -Suciedad -Manchas -Focos de humedad/hongos -Deformaciones de las paredes (Desplomes) -Desgastes de las láminas (Placín u otro tipo de material)
		Acabados de pared	_Grietas, fisura, suciedad en el repello. _Mnchas, humedad, fisuras en el fino. _Desgastes, manchas en la pintura

Figura 41: Guía para Mtto de infraestructura

En el parámetro “Actividades/componentes” se puede realizar una búsqueda específica e interactiva por medio de una lista desplegable. Figura 42



Figura 42: Actividades /Componentes.

Registrar inspección de infraestructura:

Una vez se tenga conocimiento sobre la guía de inspección sobre la infraestructura se podrá registrar fácilmente todas las inspecciones realizadas en una base de datos. Para acceder a la pestaña figura 44 de registro se deberá seleccionar el botón “Registrar inspección de infraestructuras” que se encuentra en el inicio del sistema.



Figura 43: Icono de registrar inspección de infraestructura.

    					
Registro de inspección de Infraestructura.					
Industria Metal Mecánica S.A.					
Código	MII,0006		Autorizado		Juan Carcache
Fecha	6/12/1927		Inspector		Juan Alberto
Última inspección	7/11/1927		Motivo de la inspección		Solicitud de mantenimiento correctivo
Tipo de sub componente	Paredes de concreto	Cantidad a inspeccionar	Elemento/Componente		Paredes y acabados
Duración de la Intervención/Hrs	6		Necesidad de intervención		Programable
Descripción	Deterioro/Fallas	Condición de deterioro	% Deterioro	Observaciones	Intervención requerida
En el área de púas se presenta en la paredes que el concreto y a ha cumplido su vida útil por lo tanto se necesita que se vuelva a renovar de forma urgente.	_Grietas, fisura, suciedad en el repello. _Mnchas, humedad, fisuras en el fino. _Desgastes, manchas en la pintura	Deficiente	_90% _90% _85	Las grietas observadas en la paredes de concreto son demasiado anchas a tal punto que se muestra la parte gris de la estructura	Sustitución/Renovación
Autorizado por: <u>Jefe de Mto. Juan Carcache</u>			Firma de Inspector: _____		

Figura 44: Ventana de registro de inspección de infraestructura.

En este formato se especifica lo siguiente:

- ✓ **Código:** Código de las inspecciones realizadas.
- ✓ **Fecha:** Momento en que se llevó a cabo la inspección (se registra con fecha corta)
- ✓ **Inspector:** Persona quién ejecuto la inspección.
- ✓ **Última inspección:** Se determinar la fecha en el cual se ha realizado la inspección anterior (se registra en forma de fecha corta)

- ✓ **Componente/ Elemento:** Nombre del componente que constituye a la infraestructura de la empresa en el cual se llevará a cabo el control de mantenimiento. Ejemplo;

En la guía de mantenimiento se determina el componente: “Mantenimiento de puertas y ventanas” entonces el elemento sería solamente: “Puertas y Ventanas”. Es necesario siempre revisar la guía de mantenimiento.

- ✓ **Tipo de sub componente:** Sub nombre al que se denomina el componente u elemento; ejemplo: El sub nombre para el componente “Puertas y Ventanas” sería “Puertas” o bien “Ventanas”.
- ✓ **Duración de la intervención/ hrs:** Se especifica el tiempo que durará la intervención del área a tratar.
- ✓ **Área:** Lugar en el cual se realiza la inspección.
- ✓ **Unidad en mts²:** Medición del área del tipo, o el área geométrica en el cual se lleva a cabo la inspección.
- ✓ **Cantidad a inspeccionar:** Se refiere a la cantidad de los tipos de elementos a inspeccionar en la planta.
- ✓ **Motivo de la inspección:** Existen dos motivos del ¿por qué?, se realizan las inspecciones y estas se encuentra en una lista de validación de datos:

Inspección de forma periódica (preventiva): Esto se realiza con el objetivo de anticiparse a cualquier falla o bien estar preparado ante los deterioros que puedan ocurrir.

Solicitud de mantenimiento correctivo: Es una inspección en el cual se requiere a lo inmediato una intervención a la infraestructura.

- ✓ **Descripción:** En este apartado se describirá los detalles de forma general en el cual se encuentra el área inspeccionada.
- ✓ **Deterioro/fallas:** En este punto se debe describir los defectos identificado en el componente (revisar guía de mantenimiento) según el tipo de elemento de este, hay que destacar que sí se observan más fallas de lo que está establecidos en la guía de mantenimiento se les puede anexar, de tal manera que se pueda brindar un mejor análisis.
- ✓ **Condición del deterioro o falla:** Aquí se deberá de indicar el estado en el que encontró el elemento inspeccionado (leve, grave, deficiente, buen estado, etc.)
- ✓ **% Deterioro:** Esto dependerá de la condición en la se encuentre el área a trabajar y siempre ha de indicarse en porcentaje.
- ✓ **Observaciones:** Demuestra cualquier nota a tomar en cuenta en el análisis de las fallas en la infraestructura.
- ✓ **Necesidad intervención:** Se especifica el tipo de periodo en el cual se realizará las mejoras dentro de las instalaciones, en la planilla se muestra en forma de validación de datos los siguientes criterios.
 - a) Ninguno: Todo está en óptimas condiciones.
 - b) Programable: Se indica los días que se deben realizar el mantenimiento al área.
 - c) Urgente: Correcciones inmediatas al componente.
- ✓ **Intervención requerida:** Es la acción requerida a tomar en cuenta para ejecutar las mejoras, se encuentra una lista desplegable (validación de datos) lo siguiente:
 - a) Ninguna,
 - b) Reparación,
 - c) Sustitución o renovación,

d) Limpieza

- ✓ **Autorizado:** Jefe de mantenimiento en la industria.
- ✓ **Condición general:** se toma en cuenta los siguientes parámetros: permitido, regular y deficiente ver tabla 34.

Parámetros de la condición de deterioro	
Condición	Descripción
Permitido	No se presenta fallas en el lugar en donde se realizó el mantenimiento y si es así estas son de forma muy leve.
Regular	Se presentan deterioros pero estos en sí no perjudican la infraestructura.
Deficiente	Se presentan fallas o deterioros que perjudican la infraestructura de forma grave en el cual con lleva a una reparación a gran escala o sustitución total de este.

Tabla 34: Parámetros de la condición de deterioro.

Buscar inspección de infraestructura:

Para buscar una inspección realizada que se haiga registrado y guardado en la base de datos deberá de seleccionarse el botón de **“Buscar inspección de infraestructura”** esta acción

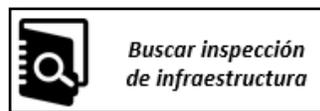


Figura 45: Icono de buscar inspección de infraestructura.

Busquedas de inspecciones de infraestructura. Industria Metal Mecánica S.A.					
Código	MII.0006		Autorizado	Juan Carcache	
Fecha	6/12/1927	Área	Púas	Inspector	Juan Alberto
Última inspección	7/11/1927	Unidad en m ²	20	Motivo de la inspección	Solicitud de mantenimiento correctivo
Tipo de sub componente	Paredes de concreto	Cantidad a inspeccionar	1	Elemento/Componente	Paredes y acabados
Condición general	Regular	Plazo de intervención	Programable	Indique el plazo	6
Descripción	Deterioro/ Fallas	Condición de deterioro	% deterioro	Observaciones	Intervención requerida
En el área de púas se presenta en la paredes que el concreto y a ha cumplido sy vida util por lo tanto se necesita que se vuelva a renovar de forma urgente.	Grietas, fisura, suciedad en el repello. _Mnchas, humedad, fisuras en el fino. _Desgastes, manchas en la pintura	_Deficiente	_90% _90% _85	Las grietas observada en la paredes de concreto son demasiado anchas a tal punto que se muestra la parte gris de la estructura	Sustitució/Renovación
Autorizado por: _____ Jefe de Mtto. Juan Carcache			Firma de Inspector: _____		



Figura 46: Ventana de búsqueda de inspección.

conllevará a la pestaña figura 46 para realizar una inspección específica por medio del código el cual una vez insertado se deberá pulsar el botón “Buscar” para realizar la búsqueda. Si el código insertado no se encuentra en la base de datos o más bien no se ha registrado entonces lo aparecerá ninguna información.

Para obtener el formato vacío y llenarlo en físico primeramente pulsar “Limpiar” para eliminar las búsquedas y luego el hacer clic sobre el botón “Imprimir formato” y automáticamente se obtendrá la tabla siempre y cuando la impresora esté conectada al cómputo.

Guardar y cerrar:

Para guardar todos los cambios realizados en el sistema, dar clic sobre el botón de “Guardar” que se encuentra en el inicio. Y si de sea salir por completo del programa dar clic sobre el botón “Cerrar” que de igual manera se encuentra en inicio. Figura 47



Figura 47: Ventana principal del sistema para guardar y cerrar.

Es importante mencionar que el sistema se encuentra protegido para evitar hacer cambios accidentalmente sobre algunos parámetros que no deberían modificarse. Por lo tanto, solo el administrador en este caso el jefe de Mtto tendrá acceso a la contraseña para realizar cambios en el sistema. La contraseña es: **IMMSA** con ella podrá desproteger las pestañas del sistema de gestión de mantenimiento.

10.9. Agentes físicos y biológicos.

La afectación de los agentes físicos y biológicos se puede mitigar a través de los equipos de protección personal (EPP) en el proceso de rollos galvanizados, en el que se describe a continuación según el área:

En la figura 48 se toma como referencia para visualizar la descripción el tipo de EPP, para el área de horno de galvanizado, en cuanto a la ropa de trabajo es de un material liviano térmico, el calzado de seguridad con las siguientes características; resistencia a la penetración de la suela con resaltes, casco de seguridad con protector facial, guantes para soldadura, colete de descarné (es una pieza de cuero para soldadura curtido al cromo para



proteger a la exposición de la radiación), gafas de seguridad transparente u oscuro, y polainas (es una paño o cuero que cubre la pierna desde el pie hasta la rodilla)

Para lo que respecta al área de trefilado y púas se sugiere el utilizar calzado de seguridad resistencia a la penetración de la suela con resaltes, gafas de montura universal y tapones de oído que mitiguen los altos decibeles a los que están expuesto el trabajador.



Figura 49: Gafas de Equipo de protección personal

10.11.First in, First out (FIFO)

Buscando proponer mejoras se realizan ajustes menores en una distribución ya existente, en búsqueda de la adecuación de zonas de almacenamiento en la industria IMMSA pues este influye de manera significativa dentro del proceso productivo.

Dada la idea clara de que la cadena de valor integra el manejo y cuidado al producto terminado, lo cual es un factor relevante en el valor agregado que busca la organización con productos ideales en presentación y características específicas de calidad.

En el desarrollo del análisis de mejora mediante la distribución en planta y aprovechamiento del espacio físico, se establecen y presentan las condiciones actuales de almacenamiento evidenciando su necesidad latente de adecuación.

En las inspecciones realizadas en la industria se hace evidente la falta de organización y cuidado para con el alambre, las zonas donde es almacenado el material presentan falencias en todos los elementos necesarios para su cuidado, unido a la falta de organización que genera mayor movimiento sobre el producto afectando su presentación.

Desde su descargue de las bobinas (materia prima) el cual debe tener un control claro para la conservación de sus cualidades dado que por el momento no se cumple, puesto que no cuenta con un área de almacén específico ya que únicamente los rollos apilan cerca del área de trefilado, lo cual se encuentran expuestos a peligros de afectaciones graves para con el producto, en cuanto a las demás bodegas (Trefilado, galvanizado) el almacenaje no presenta las condiciones necesarias para proteger el producto, dentro de los factores de riesgo más relevantes generados por la falta de zonas óptimas de almacenaje se encuentran el contacto frecuente de los rollos de alambre con el suelo, el excesivo polvo presente en el ambiente estructural y la inexistencia de rutas de manejo y

control para con el alambre, la falta de este control genera que el almacenaje de los rollos se prolongue a varios años, es decir que los rollos de alambre pasen gran parte de su tiempo almacenados.

Es por tal razón, que en búsqueda de una herramienta que facilite el control de inventarios y permita el aprovechamiento de los recursos se decide diseñar implementar la gestión de almacén FIFO (First In, First Out), que en resumidas palabras se trata de que la primera mercancía o carga que entre al sistema será la primera en salir, con el fin de conseguir una excelente rotación de existencias en almacén, dando prioridad a la salida de los productos que más llevan almacenados, de esta forma se realiza el diseño presentado a continuación para cada bodega de almacén en la industria.

Método de gestion de Almacen IMMSA (FIFO)										
Control de inventarios										
Almacen de Materia Prima										
FECHA DE ENTRADA	ENTRADA			FECHA DE SALIDA	SALIDA			INVENTARIO		
	Cantidad/ Bobina	Costo Unidad	Costo Total		Cantidad	Costo Unidad	Costo Total	Cantidad	Costo Unidad	Costo Total
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-

- ✓ **Costo total de entrada** = Cantidad/ bobina * Costo de unidad.
- ✓ **Costo Total salida** = Costo unidad salida – Costo total de entrada.
- ✓ **Cantidad de inventario** = Cantidad de entrada – cantidad de salida.
- ✓ **Costo Total de inventario** = Costo total de entrada – costo total de

Tabla 35: Formato FIFO para almacén de materia prima.

Método de gestion de Almacen IMMSA (FIFO)													
Control de inventarios													
Almacen de Rollos Trefilados													
FECHA DE ENTRADA	ENTRADA				FECHA DE SALIDA	SALIDA				INVENTARIO			
	Cantidad/ Bobina	Calibre	Costo Unidad	Costo Total		Calibre	Cantidad	Costo Unidad	Costo Total	Cantidad	Calibre	Costo Unidad	Costo Total
				-						-			-
				-						-			-
				-						-			-
				-						-			-
				-						-			-
				-						-			-
				-						-			-
				-						-			-
				-						-			-
				-						-			-
				-						-			-
				-						-			-
				-						-			-
				-						-			-
				-						-			-
				-						-			-
				-						-			-

Tabla 36: Formato FIFO para almacén de alambre trefilado.

- ✓ **Costo total de entrada** = Cantidad/ bobina * Costo de unidad.
- ✓ **Costo Total salida** = Costo unidad salida – Costo total de entrada.
- ✓ **Cantidad de inventario** = Cantidad de entrada – cantidad de salida.
- ✓ **Costo Total de inventario** = Costo total de entrada – costo total de

Método de gestion de Almacén IMMSA (FIFO)													
Control de inventarios													
Almacén de Rollos Galvanizado													
FECHA DE ENTRADA	ENTRADA				FECHA DE SALIDA	SALIDA				INVENTARIO			
	Cantidad/ Bobina	Calibre	Costo Unidad	Costo Total		Calibre	Cantidad	Costo Unidad	Costo Total	Cantidad	Calibre	Costo Unidad	Costo Total
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-

Tabla 37: Formato FIFO para almacén de alambre Galvanizado.

- ✓ **Costo total de entrada** = Cantidad/ bobina * Costo de unidad.
- ✓ **Costo Total salida** = Costo unidad salida – Costo total de entrada.
- ✓ **Cantidad de inventario** = Cantidad de entrada – cantidad de salida.
- ✓ **Costo Total de inventario** = Costo total de entrada – costo total de salida.

Método de gestion de Almacen IMMSA (FIFO)													
Control de inventarios													
Almacen de Rollos Re trefilados													
FECHA DE ENTRADA	ENTRADA				FECHA DE SALIDA	SALIDA				INVENTARIO			
	Cantidad/ Bobina	Calibre	Costo Unidad	Costo Total		Calibre	Cantidad	Costo Unidad	Costo Total	Cantidad	Calibre	Costo Unidad	Costo Total
				-						-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-
				-					-	-			-

- ✓ **Costo total de entrada**= Cantidad/ bobina * Costo de unidad.
- ✓ **Costo Total salida**= Costo unidad salida – Costo total de entrada.
- ✓ **Cantidad de inventario**= Cantidad de entrada – cantidad de salida.
- ✓ **Costo Total de inventario**= Costo total de entrada – costo total de salida.

Tabla 38: Formato FIFO para almacén de alambre Re trefilado.

Método de gestion de Almacen IMMSA (FIFO)										
Control de inventarios										
Almacen de producto terminado Púas.										
FECHA DE ENTRADA	ENTRADA			FECHA DE SALIDA	SALIDA			INVENTARIO		
	Cantidad/ Bobina	Costo Unidad	Costo Total		Cantidad	Costo Unidad	Costo Total	Cantidad	Costo Unidad	Costo Total
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-
			-				-	-		-

- ✓ **Costo total de entrada** = Cantidad/ bobina * Costo de unidad.
- ✓ **Costo Total salida** = Costo unidad salida – Costo total de entrada.
- ✓ **Cantidad de inventario** = Cantidad de entrada – cantidad de salida.
- ✓ **Costo Total de inventario** = Costo total de entrada – costo total de

Tabla 39: Formato FIFO para almacén de rollos de púas.

10.12.Productividad del cuello de botella.

Para incrementar la productividad del cuello de botella se propone agregar un operario más esta área a fin de reducir tiempos de operación y distribuir la carga de trabajo, por el cual según los resultados de la simulación se incrementan 20 unidades producidas en el área de púas.

$$Productividad = \frac{Tiempo\ real}{Tiempo\ disponible} * \frac{Unidades\ producidas}{Unidades\ planificadas}$$

Indicadores:

- ✓ Unidades producidas: 240 u
- ✓ Tiempo real (Pronostico de tiempo al agregar un operario más) 55.93 seg. (13,423 seg)
- ✓ Unidades planificadas (Según planeación de producción): 288 u.
- ✓ Tiempo disponible: 10 horas laborales.

$$Productividad = \frac{Tiempo\ real}{Tiempo\ disponible} * \frac{Unidades\ producidas}{Unidades\ planificadas}$$

$$P = \frac{13,423\ seg}{36,000\ seg} * \frac{240}{288} = 31.07\%$$

Del cual se obtiene como resultado que los operarios de empaque alcanzarían una productividad actual del 31.07 % si se establecen las propuestas indicadas.

11. Costo – Beneficio

Para que un proyecto se pueda aprobar se debe cumplir con los siguientes criterios:

Costo (C)/ Beneficios (B).

Según el blog CONENEXIÓNESAN, en un artículo publicado el 24 de enero del año 2017, menciona que los índices de beneficios/costes son:

- ✓ Si $B/C > 1$ esto indica que los beneficios son mayores a los costos. En consecuencia, el proyecto debe ser considerado.
- ✓ Si $B/C = 1$, significa que los beneficios igualan a los costos. Existen tipo de proyectos en el cual dependiendo de los factores como la reducción de los costos entonces el resultado pasa ser superior a uno.
- ✓ Si $B/C < 1$, muestra que los costos superan a los beneficios por consecuencia el proyecto no debe ser considerado.

Al no tenerse todos los datos financieros para el periodo de recuperación de la inversión se implementó la fórmula de “Periodo de recuperación de la inversión (PRI)”, tomando en cuenta solamente la inversión inicial y los beneficios que tiene cada una de las propuestas presentadas para ello, se muestra la siguiente formula:

$$PRI = a + \frac{(b-c)}{d}$$

En donde:

a = Es el año inmediato anterior en que se recupera la inversión.

b= Es la inversión Inicial.

c = Es la suma de los flujos de efectivo hasta llegar al final del periodo a.

d = Es el flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión.

Al no tenerse los datos financieros, se realiza la siguiente formula a implementar:

$$PRI = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Utilidades promedio}}$$

Siendo las utilidades promedio el beneficio que tienen las propuestas.

Propuesta 5S

A continuación, se presenta la inversión inicial que con lleva la implementación de las 5S en el proceso de producción de rollos de púas galvanizadas, mostrando de esta manera el beneficio monetario y no monetario, así como tiempo de recuperación de la inversión y costo por mantener las 5S en la industria Metal Mecánica S.A

Inversión inicial

Cantidad	Elementos	Unidad de mediad	Precio	Costo total
1	Tinta de impresión	cartuchos	\$ 33.00	\$ 33.00
1	Resma de papel	Resma	C\$150.00	\$ 4.28
2	Post it	unidad	C\$60.00	\$ 3.43
1	Tijera	unidad	C\$35.00	\$ 1.00
1	Pintura amarilla	cubeta	C\$6,068.49	\$ 173.24
2	Pintura negra	cuchara	C\$359.59	\$ 20.53
1	Diluyente profesional	galón	C\$506.85	\$ 14.47
6	Impresión formato A2	unidad	C\$25.00	\$ 4.28
1	Marcadores	caja	C\$90.00	\$ 2.57
1	Brocha brico S-22/4	unidad	C\$229.25	\$ 6.54
	Capacitación del trabajador			
	Hrs de capacitación		25	
	Sueldo de Auditor	hora	C\$100	\$ 71.37
	Número de trabajadores		14	
				\$ 334.71
	Costos por mantener las 5S			\$ 44.28

Tabla 40: Inversión inicial para propuesta 5S.

En la tabla N° 40 expresa la moneda en dólares, debido que en la industria realizan el registro de ventas en dólares, de modo que se representa de igual forma para las demás propuestas.

Con referente a la metodología de las 5S se obtuvieron los siguientes beneficios monetarios a partir de pronósticos tomando en cuenta el área de elaboración de dados, así con relación a los costos por accidentes laborales y el ahorro de aceite quemado para el horno de galván, para el precio del aceite quemado se hizo una cotización puesto que no se tuvo acceso a este tipo de información, a continuación, se presentan los datos en la siguiente tabla;

Indicadores	Antes de las 5S	pronóstico de implementación de las 5S	% de mejoras	Ahorro por mes
Tiempo de búsqueda de calibres de los dados	5 min	3 min	24%	C\$1,383.23
Cantidad de dados elaboradas	8 unid	9 unid	12.50%	C\$720.43
Tiempo de limpieza	20 min	10 min	50%	C\$2,881.72
Costos por accidentes laborales	C\$2,620.00	C\$850.00	68%	C\$1,781.60
Ahorro de materiales indirecto (derramamiento de combustible quemado galván)	9.24 gln	3.69 gln	60%	C\$333.21
				\$202.69

Tabla 41: Beneficios obtenidos tras la propuesta 5S.

Consumo de combustible quemado por tonelada de alambre; [20 gln x ton)

Precio por galón [C\$ 150.00]

En cuanto a los costos por accidentes laborales se obtuvo información acerca de la cantidad de medicamentos y demás instrumentos médicos, de esta manera la disminución de los accidentes fue un 68%.

Para obtener el cálculo de los ahorros por mes en el caso del área de elaboración de los dados se utilizó como base el salario mínimo de los trabajadores en el cual es de C\$ 5,763.44,

trayendo como beneficio monetario por mes de \$ 141.30, se expresó en la moneda dólar por razones que el registro de ventas realizadas en IMMSA, con un cambio de moneda de C\$ 35,03.

Beneficios no monetarios

1) Presentación del lugar del trabajo.
2) Riesgo de choques contra obstáculos.
3) Prevención de accidentes laborales en las vías de circulación.
4) Control de los desperdicios

Tabla 42: Beneficios no monetarios de la propuesta 5s

Así mismo como se muestra en la tabla 42, los beneficios no monetarios que con lleva la implementación de las 5S, en el proceso de producción de rollos de púas galvanizadas.

La relación de los costes/beneficios con el cálculo de periodo de recuperación de la inversión de forma anual, tomando en cuenta el consumo de papelería para mantener la aplicación de las 5S.

Periodo	Costo	Beneficios	Beneficios/Costes	Periodo de recuperación
Enero (2021) (mes de inversión)	\$ 334.71	\$ 202.69	0.61	1.65
Costo de mantenimiento de las 5S a partir del mes de febrero a diciembre 2021	\$ 487.08	\$ 1,742.49	3.58	0.28
Totales 2021	\$ 821.79	\$ 1,945.18	2.09	0.4

Tabla 43: Recuperación de la inversión anual.

En la tabla Coste/Beneficio se tiene como inversión inicial por implementar las 5S, con un monto de \$ 334.71, para el mes de enero del año 2021 si se llegase a aprobar la propuesta, teniendo este un beneficio de \$ 202,69 el resultado de aprobación es del 0.61 menor que 1, demostrando de que el proyecto no es factible. No obstante, se tomó en cuenta los costos por mantener la 5S a

partir del mes de febrero a diciembre del año 2021, con un monto de \$ 487.08 con beneficios de \$ 1,742.49, de esta manera se demuestra que la implementación de la 5S, es factible puesto que se obtiene los beneficios a partir del segundo mes del año 2021, con un periodo de recuperación de 4 meses y 24 días ^b.

^b**NOTA:** Para determinar el tiempo del PRI, se presenta el siguiente procedimiento;

En el caso de la tabla 43, se muestra un resultado de 0.4, siendo el cero= año y en cuanto al decimal restante que es .4 se multiplica x 12, con un resultado de 4,8, de tal manera que 4 representa los meses luego de esto se realiza una multiplicación del 0.8 por 30 que sería equivalente a los días con un resultado de 24. De igual manera se realiza para las demás propuestas.

Propuesta de First In, First Out (FIFO)

En la bodega de galván se almacenan rollos de diferentes calibres 9; 10; 12; 13; 13 ½ y 17, en un periodo de 6 meses aproximadamente, tomando en cuenta la cantidad de rollos galvanizados calibres 17 que quedan almacenados más de 2 a 4 años, estos rollos pueden llegar a tener un peso de 1,800 lb, de los que se obtienen hasta 78 rollos tigre, esto traducido a un costo de C\$ 55,380 a un precio de venta cada rollo de púas de C\$ 710.00

Para obtener los beneficios se considera el precio de venta de alambres galvanizados (esto se da para todos los calibres) que es de \$ 85.76= C\$ 3,004.00. Se puede observar en la tabla 44 el costo por mantener el FIFO a partir del mes de febrero a diciembre con un monto de 449.46 dólar y beneficios de \$ 943.31.

Aunque, no se tome en cuenta la parte de mantenimiento de la técnica FIFO la relación de B/C, es mayor que uno, por lo tanto, es rentable el proyecto.

Periodo	Costo	Beneficios	Beneficios/Costes	Periodo de recuperación
Enero (2021) (mes de inversión)	\$ 40.86	\$ 85.76	2.10	0.48
Costo de mantenimiento del FIFO a partir del mes de febrero a diciembre 2021	\$ 449.46	\$ 943.31	2.10	0.48
Totales	\$ 490.32	\$ 1,029.06	2.10	0.48

Tabla 44: Beneficios obtenidos tras la propuesta FIFO.

El periodo de recuperación de la inversión para la implementación del FIFO, se obtiene en 5 meses y 22 días con una relación de Beneficios/coste mayor a 1, por lo tanto, la propuesta recomendada es rentable.

Propuesta de plan de mantenimiento semi automatizado

La Industria Metal Mecánica S.A, no tiene un sistema que permita manejar un control de mantenimiento realizados en el proceso, siendo el más común el mantenimiento correctivo, mientras se realizaba el estudio de tiempo se observó que una de las máquinas se encontraba en paro por imprevisto de avería, tomando en cuenta esto como un beneficio para la propuesta de un plan de mantenimiento semi automatizado.

Indicadores	Tiempo de paro	Producción perdida	Ahorro
Máquina en reparación	15	450	\$9,120.75
Mano de obra	C\$3,146.00	-	\$1,347.13
			\$10,467.88

Tabla 45: Indicadores de averías.

- Producción por máquina [30 rollos en dos turnos]
- Precio del rollo x unidad [C\$ 710.00]
- Salario del trabajador [C\$ 6,262.00/2] [C\$ 3,146.00]

Como cada trabajador opera dos máquinas se considera el salario de este, el cual se dividió a la mitad de manera que no afecte al trabajador, por consiguiente, se muestra la pérdida que se obtiene por cada paro de la máquina.

Para la implementación de un sistema del plan de mantenimiento semi automatizado se tiene como una inversión inicial de \$977.57, mostrando en la tabla 46 los elementos referentes al plan de mantenimiento en Excel.

Cambio dólar	C\$35.03
Industria mayor precio de energía eléctrica	
C\$5.74	KW/h

Cantidad	Consumo en KW/h	Elementos	Costos totales
1		Computadora de escritorio	\$879.00
		Depreciación del equipo de cómputo anual	\$52.74
	60	Consumo de energía	\$9.83
		Instalación del equipo de computo	\$36.00
			\$977.57

Tabla 46: Inversión inicial para el plan de mantenimiento.

Periodo	Costo	Beneficios	Beneficios/Costes	Periodo de recuperación
2021; Enero mes de inversión	\$ 977.57	\$ 10,467.88	10.71	0.09
Consumo de energía eléctrica a partir del mes de febrero	\$ 108.15	\$ 115,038.58	1063.72	
Totales	\$ 1,085.72	\$ 125,506.47	115.60	0.01

Tabla 47: Beneficios obtenidos tras la propuesta de mantenimiento.

Se muestra los costes/beneficios para llevar a cabo el control de gestión de mantenimiento industrial, dando como resultado que, en dos días, pero como los beneficios se obtienen de forma mensual por lo tanto la recuperación se pronostica en un mes de recuperación de la inversión, esto incluyendo los costos de consumo de energía eléctrica se podrá recuperar la inversión inicial, sin embargo, si se incluye el pago del consumo anual se tendrá un periodo de recuperación de una semana.

12. Conclusiones.

En esta investigación se propuso mejoras a través de la filosofía Lean Manufacturing para la optimización en el proceso de producción de rollos de púas galvanizadas calibre 17 marca Tigre en la Industria Metal Mecánica S.A. Siendo las más relevantes la propuesta de implementación de las 5S, cambios en el método del proceso y la planificación para la gestión de mantenimiento.

De tal manera que se diseñaron estas propuestas por causa de las variables críticas encontradas como: maquinaria, medio ambiente de trabajo y productividad, utilizando el análisis de las 5M a través herramienta del diagrama de Ishikawa, el análisis de las 5S se realizó por cada área que compone el proceso de producción de los rollos de púas galvanizadas.

Se analizaron las variables críticas que influyen en el proceso de producción rollos de púas a través del software ARENA, en el cual se observó la cantidad de inspecciones y verificaciones que se realizan en el proceso de producción, y las colas obtenidas logrando disminuir la cantidad de pesaje y verificaciones de los rollos de alambre, se tiende a mejorar el medio ambiente laboral y la productividad.

No obstante, durante el análisis del proceso a través de la simulación se notó que en el área de bodega no se tiene un control de los materiales almacenados, en que los rollos podían permanecer hasta 4 años sin ser utilizadas, provocando pérdidas monetarias hasta de un monto de \$ 85.76, es por esta razón que también se propone utilizar el método First in, First Out (FIFO), que permite el control de inventario en las áreas de bodega, contribuyendo a la mejora de los métodos de trabajo.

El diseño de un plan de gestión de mantenimiento industrial elaborado en el software Microsoft Excel, permitirá a la empresa llevar un control de los paros que puedan presentarse dentro del proceso para el mantenimiento correctivo, sino que también anticiparse a cualquier daño que provoque largos paros en el proceso. Esta planilla elaborada permite tener registro de las inspecciones e intervenciones para el mantenimiento de la infraestructura, de tal manera que se garantice el buen funcionamiento y fiabilidad de los equipos.

13. Recomendaciones.

De acuerdo al análisis y resultados que se obtuvieron en esta investigación se recomienda lo siguiente:

- a) Realizar técnicas evaluativas 5S a fin de establecer una cultura organizacional y disciplinaria que conlleva a la mejora continua.
- b) Reducir el número de verificación y re inspección del pesaje de alambre en la báscula interna, de modo que se disminuyan los traslados innecesarios y no se retrase el proceso productivo.
- c) Establecer un control de inventario del material por medio de la gestión de almacén FIFO.
- d) Reducir el cuello de botella agregando un operario más para distribuir la carga de trabajo uniformemente entre estos.
- e) Capacitar al personal operador de la industria sobre higiene y seguridad laboral, brindando equipos de protección personal a fin de mejorar las condiciones de trabajo.
- f) Actualizar los métodos de registro de la gestión del mantenimiento industrial al implementar un sistema automatizada en el Software Excel.

14. Bibliografía o Web grafía.

Arias G. Fidas. “El Proyecto de Investigación”- “Introducción a la metodología científica”. 6^{ta} edición. 2012.

Carro Paz Roberto y González Gómez Daniel. “Administración de Operaciones; El Sistema de producción y operaciones”. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Danel Rúas Octavio. “Metodología de la Investigación; Población, Muestra, Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Información”. Diapositivas.

ERGOMETAL. “Manual de Ergonomía para Máquinas del Sector del Metal”. Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV). Pág. 13.

Gutiérrez P. Humberto y Salazar Román. 2013. “*Control estadística de la calidad y seis sigmas*”. 3^{ra} edic. McGraw-Hill/ Interamericana editores, S.A.de C.V.

Heizer Jay, Render Barry.” Principios de Administración de Operaciones”. 7^{ma} edición. 2009

Hernández Sampieri Roberto, Fernández Collado Carlos y Baptista Lucio Pilar. “Metodología de la Investigación”. 5^{ta} edición. McGraw-Hill/ Interamericana editores, S.A.de C.V. 2010.

Kanawaty George. “Introducción al estudio del trabajo”. 4^{ta} edición. Organización Internacional del trabajo. 1996

Ley N°618. “Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo”. Gaceta n°133, Asamblea Nacional de la República de Nicaragua. 2007.

Ley 822. “*Ley de Concertación Tributaria*”. Asamblea Nacional

Mamaní Ortiz Yercin. “Texto de apoyo didáctico; Introducción a la Metodología de la Investigación”. 2014.

Meyers E. Fred. “Estudios de tiempos y Movimientos”. Segunda edición. Pearson Educación de México, S.A. de C.V. 2000.

Niebel W. Benjamín, Frieivalds Andris. “Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo”. Duodécima edición. McGraw-Hill/ Interamericana editores, S.A.de C.V. 2009.

15. Anexos.

Síntomas	Causas	Pronóstico	Control de pronóstico.
Medio Ambiente	Problemas ergonómicos, altas temperaturas y exposición de altos decibeles	Aumento de los costos indirectos, paros en la producción, y posibles demandas legales.	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación a través de las 5S para mejorar el medio ambiente de trabajo.
Maquinaria	Constante mantenimiento correctivo, largas jornadas de trabajos, desfase de las máquinas.	Paros con periodos largo, sobre esfuerzo de parte de las otras máquinas, perdida en el aumento de la producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de mantenimiento preventivo y control de los mantenimientos correctivos realizados.
Productividad	Verificación e inspecciones constantes de los rollos, almacenamiento de los rollos en galván por un largo tiempo y reproceso en el área de empacado de los rollos tigres calibre 17.	Tiempo perdido por verificación y pesaje de los rollos, perdida de las propiedades de los rollos y desperdicios en el área de púas por roturas del alambre, cuellos de botellas por empacado.	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuir los número de las inspecciones y pesajes a través del método First in, First out (FIFO)

Anexo 1: Cuadro de Síntomas.

Forma de observación para estudio de tiempo				Estudio núm.:				Fecha:				Página:										
				Operación:				Operador:				Observador:										
Núm. de elemento y descripción.																						
Nota	Ciclo	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	
	1																					
	2																					
	3																					
	4																					
	5																					
	6																					
	7																					
	8																					
	9																					
	10																					
	11																					
	12																					
Resumen																						
TO total																						
Calificación																						
NT total																						
Número de observaciones																						
TN promedio																						
% de holgura																						
Tiempo estándar elemental																						
Núm. de ocurrencias																						
Tiempo estándar																						
Tiempo estándar total (suma del tiempo estándar para todos los elementos)																						
Elementos extraños					Verificación de tiempos								Resumen de holguras									
SIM	LC1	LC2	TO	Descripción	Tiempo de terminación								Necesidades personales									
A					Tiempo inicio								Fatiga básica									
B					Tiempo transcurrido								Fatiga variable									
C					TTAF								Especial									
D					TTDE								% de holgura total									
E					Tiempo verificado total								Observaciones:									
F					Tiempo inefectivo																	
G					Tiempo efectivo																	
Verificación de calificación					Tiempo registrado total																	
Tiempo sintético				%	Tiempo no contabilizado																	
Tiempo observado					% de error de registro																	

Anexo 2: Formato de Estudio de Tiempo.

Máquina 1

Ciclo	TO (A)	TO (B)	TO ⊕	TO	Total
1	18.46	0.38	0.14	1.28	20.26
2	18.37	0.37			18.74
3	18.34	0.41			18.75
4	18.36	0.38			18.74
5	19.16	1.18			20.34
6	18.36	0.42			18.78

Máquina 2

Ciclo	TO	TO	TO	TO	Total
1	19.08	0.38	0.16		19.62
2	19.32	0.24	1.32	0.09	20.97
3	18.49	0.15			18.64
4	18.51	0.31			18.82
5	18.48	0.27			18.75
6	18.45	0.37		0.09	18.91

Máquina 3

Ciclo	TO	TO	TO	TO	Total
1	25.26	0.29	0.17	1.13	26.85
2	29.17	0.42	0.23	2.25	32.07
3	24.3	0.45		2.4	27.15
4	19.34				19.34
5	19.07				19.07
6	24.4	0.25		1.56	26.21

Máquina 4

Ciclo	TO	TO	TO	TO	Total
1	31.04	0.45	3.4	1.23	36.12
2	38.25	0.27	7.46	2.3	48.28
3	21.13				21.13
4	20.52				20.52
5	27.2	0.14			27.34
6	21.4	0.2	1.5	0.46	23.56

Máquina 5

Ciclo	TO	TO	TO	TO	Total
1	19.36	0.25			19.61
2	19.19	0.25	0.18	0.11	19.73
3	19.33	0.22			19.55
4	19.7	0.37	1.39	0.69	22.15
5	21.05	0.38	0.33	0.52	22.28
6	20.04	0.41	0.14		20.59

Máquina 7

Ciclo	TO	TO	TO	TO	Total
1	19.41	1.01	0.57		20.99
2	19.2	0.45	1.34		20.99
3	21.31	0.2	19.08		40.59
4	19.01	0.2	8.28	0.35	27.84
5	19.43	0.38	10.08		29.89
6	19.4	0.4	7.5		27.3

Máquina 8

Ciclo	TO	TO	TO	TO	Total
1	19.66	0.29		2.84	22.79
2	18.15	0.3	1.02		19.47
3	17.2	0.41			17.61
4	17.3	0.4			17.7
5	19.15	0.34	4.5	5.05	29.04
6	18.2	0.4			18.6

Máquina 9

Ciclo	TO	TO	TO	TO	Total
1	19.53	0.3		1.58	21.41
2	18.22	0.3			18.52
3	17.58	0.4			17.98
4	19.55	0.37	0.4		20.32
5	22.56	0.32	7.35		30.23
6	18.08	0.42			18.5

Máquina 11

Ciclo	TO	TO	TO	TO	Total
1	20.29	0.27			20.56
2	21.34	0.36	3.2		24.9
3	20.16	0.39	2.24		22.79
4	19.45	0.32			19.77
5	19.51	0.34			19.85
6	20.15	1.06	0.52	0.32	22.05

Máquina 12

Ciclo	TO	TO	TO	TO	Total
1	20.18	0.32			20.5
2	20.57	0.3		0.09	20.96
3	21.36	0.32	1.34		23.02
4	20.46	0.32	7	1	28.78
5	20.21	0.42			20.63
6	20.21	0.24	1.04		21.49

Anexo 3 Estudio de tiempo a las máquinas de púas.

Máquinas y herramientas.



Anexo 4: Báscula principal.



Anexo 7: Dados



Anexo 5: Máquina trefiladora



Anexo 8: Polvo trefilador.



Anexo 6: Máquina trefiladora.



Anexo 9: Micrómetro.



Anexo 10: Bóveda área trefilado.



Anexo 13: Guías en las que se coloca el rollo de alambre.



Anexo 11: Horno galvanizado.



Anexo 14: Pala para extraer ceniza.



Anexo 12 Máquina re trefilado



Anexo 15: Máquina de soldar.



Anexo 16: Maquina de púas.



Anexo 17: Alicata



Anexo 18: Martillo



Anexo 19: Lave inglesa



Anexo 21: Báscula de púas.



Anexo 20: Recolectoras de alambre.



Anexo 22: Guantes.



Anexo 23: Rollos de alambre trefilado y re trefilado.



Anexo 26: Rollos de alambre galvanizado.



Anexo 24: Carro de transporte.



Anexo 27: Gancho para alambre.



Anexo 25: Guías centrales y laterales par púas.



Anexo 28: Bloques de Zinc utilizados en el galvanizado.



Anexo 29: Alambrión apilado.



Anexo 30: Empacado de púas



Anexo 32: Sillas ergonómicas.



Anexo 31: Aplicación de producto terminado.



Anexo 33: Pila de acido



Anexo 34: Carrete.



Anexo 36: Ducha o rodos



Anexo 35: Monta Cargas.



Anexo 37: Máquina enrolladora de púas.

Entrevista dirigida al señor Juan Carlos Carcache, jefe de mantenimiento de IMMSA-Granada.

1. ¿Qué tipo de mantenimiento realizan en la empresa?
2. ¿De qué manera evitan que los paros por mantenimiento detengan la producción?
3. ¿Realizan rondas en los procesos para inspeccionar las máquinas?
4. ¿Hacen uso de órdenes de trabajo y tiene un registro de este?
5. ¿Tienen roles de limpieza de herramientas y/o equipo de trabajo?
6. ¿Cada trabajador cuenta con un número de inventario asignados?
7. ¿Cuentan con las suficientes herramientas para realizar reparaciones en las máquinas y equipos?
8. ¿Tienen ítems de suministros para realizar el mantenimiento?
9. ¿Todo el personal del departamento de mantenimiento es certificados y capacitados?
10. ¿Los operarios están capacitado para realizar pequeñas reparaciones en las maquinas asignadas?
11. ¿Cuál área entre trefilado, retrefilado, galvanizado y púas representa el mayor porcentaje de intervención por el departamento de Mtto??
12. ¿Cuál es el tiempo aproximado de respuesta de los proveedores?

Anexo 38: Entrevista Jefe de Mtto

Entrevista dirigida al señor Manuel Pavón, jefe del área de trefilado en IMMSA-Granada.

1. ¿Cuántos rollos de alambón trefilan en un día?
2. ¿Cuál es la duración del proceso de trefilado?
3. ¿Se detiene una línea de trefilado cuando un motor se daña?
4. ¿Cuáles son los calibres que se obtiene al trefilar el alambón?
5. ¿Cada cuánto cambian los dados?
6. ¿Cuál es la duración de cambio de dados?
7. ¿Los dados siempre cumplen con las dimensiones requeridas?
8. ¿Siempre tienen insumos para realizar los diámetros de los dados?
9. ¿Existe un rol de limpieza?

Anexo 39: Entrevista Jefe de Trefilado.

Depreciación equipo de cómputo.

$$\text{Depreciación anual} = \frac{\text{Valor} - \text{Valor residual}}{\text{Años de vida útil}}$$

Valor residual

70%

Años de vida útil

5

DA =	\$52.74
DM =	\$4.40

Período	DA	Depreciación acumulada	Valor
0	\$52.74		\$879.00
1	\$52.74	\$52.74	\$826.26
2	\$52.74	\$105.48	\$720.78
3	\$52.74	\$158.22	\$562.56
4	\$52.74	\$210.96	\$351.60
5	\$52.74	\$263.70	\$87.90

Anexo 40: Tabla de depreciación de equipo de cómputo.

Años de vida útil según la ley 822, ley de concertación tributaria
<p>A) Edificios:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Industriales: 10 años * Comerciales: 20 años * Residencia del propietario o cuando esté ubicado en finca destinada a la explotación agropecuaria: 10 años * Instalaciones fijas en explotación agropecuaria: 10 años * Para edificios de alquiler: 30 años
<p>B) Equipo de transporte:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Colectivo o de carga: 5 años * Vehículo de empresas de alquiler: 3 años * Vehículos de uso particular de alquiler en rentas de actividades económicas: 5 años * Otros equipos de transporte: 8 años
<p>C) De maquinaria y equipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> _ Industriales en general; <ul style="list-style-type: none"> * Fijos o bien inmóvil: 10 años * No adherido permanentemente a una planta: 7 años * Otras maquinarias y equipos: 5 años _ Equipo empresas agroindustriales: 5 años _ Agrícolas: 5 años _ Otros bienes muebles: <ul style="list-style-type: none"> * <u>Mobiliario y equipos de oficina: 5 años</u> * Equipos de comunicación: 5 años * Ascensores, elevadores y unidades centrales de aire acondicionado: 10 años. * Equipos de computación (CPU, monitor, teclado, impresora, laptops, tableta, escáner, fotocopadoras, entre otros): 2 años

Anexo 41: Años de vida útil según la ley 822, ley de concertación tributaria.