

**DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORA PARA LA REDUCCIÓN DE
REPROCESOS EN EL ÁREA DE FABRICACIÓN Y PINTURA EN LA
EMPRESA MANESCO S.A.S**

**AUTORES
SORLENI ARANGO MUÑOZ
PAULA ANDREA MARTÍNEZ GRACIANO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
INGENIERÍA INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2023**

**DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORA PARA LA REDUCCIÓN DE
REPROCESOS EN EL ÁREA DE FABRICACIÓN Y PINTURA EN LA
EMPRESA MANESCO S.A.S**

**AUTORES
SORLENI ARANGO MUÑOZ
PAULA ANDREA MARTÍNEZ GRACIANO**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERAS INDUSTRIALES**

**ASESORES
CHÁROL KÁTHERIN VÉLEZ CASTAÑEDA
YESIT JOVAN RODRÍGUEZ CARO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
INGENIERÍA INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2023**

DEDICATORIA

A mis padres por sus sabios consejos, apoyo incondicional y enseñarme que los sacrificios son necesarios con el fin de alcanzar una meta.

A mi esposo, por alentarme cada día y ser mi compañero de vida.

A mi hija, tu presencia en mi vida me ha inspirado a ser una persona más fuerte y perseverante. Me has enseñado la importancia de luchar por nuestros sueños y metas.

A todas las personas que de una u otra manera han estado presentes durante esta etapa de mi vida, ya que cada uno me ha dejado una enseñanza y me han permitido ser una mejor persona.

Paula Andrea Martínez Graciano.

CONTENIDO

GLOSARIO	8
RESUMEN	10
1.INTRODUCCIÓN	11
2. PROBLEMA.....	13
2.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	13
2.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	21
2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	24
3. JUSTIFICACIÓN.....	25
4. OBJETIVOS.....	27
4.1 OBJETIVO GENERAL	27
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	27
5. MARCO TEORICO	28
5.1 POKA-YOKE.....	28
5.2 HERRAMIENTA DE MEJORA 5S.....	30
5.3 DIAGRAMA DE FLUJO	33
5.4 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO (ISHIKAWA).....	34
5.5 MÉTODO 7M.....	36
5.6 MATRIZ DE PRIORIZACIÓN.....	37
5.7 ENCUESTAS.....	37
5.8 HOJA DE DIAGNOSTICO Y ANÁLISIS.....	39
5.9 LISTAS DE CHEQUEO	39
5.10 TABLERO DE SOMBRAS	40
5.11 GRÁFICOS DE CONTROL.....	41
6.METODOLOGÍA	44
6.1 ENFOQUE METODOLÓGICO	44
6.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	45
7. RESULTADOS.....	48
7.1 ETAPA 1.....	48
7.2 ETAPA 2.....	72
7.3 ETAPA 3.....	83
8. RECOMENDACIONES	117
9. CONCLUSIONES	120
10. REFERENCIAS	121

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Reparación de PHR.....	14
Figura 2. Corte de estructura.....	14
Figura 3. Reparación de perforaciones en anclajes de la columna	15
Figura 4. Reparación del proceso de pintura.....	16
Figura 5. Diferente tono de pintura en estructura	17
Figura 6. Reproceso por soldadura	18
Figura 7. Estructura con daños debido a corrosión	20
Figura 8. Resumen 5s	32
Figura 9. Simbología del diagrama de flujo	34
Figura 10. Diagrama Ishikawa	36
Figura 11. Tabla de factores para gráficos de control 3 sigma	43
Figura 12. Etapas del proyecto.....	45
Figura 13. Formato hoja de diagnóstico	49
Figura 14. Formato matriz de excelencia operacional	50
Figura 15. Formato diagrama de Ishikawa	53
Figura 16. Fachada MANESCO S.A.S	54
Figura 17. Planta de producción MANESCO S.A.S.....	55
Figura 18. Almacén de materia prima.....	56
Figura 19. Almacenamiento en el área de los procesos.....	57
Figura 20. Aplicación de masilla a estructura	60
Figura 21. Almacenamiento producto terminado.....	61
Figura 22. Hoja de diagnóstico - Respuestas del jefe de planta.....	67
Figura 23. Hoja de diagnóstico diligenciada por las investigadoras.	69
Figura 24. Aplicación diagrama de Ishikawa	79
Figura 25. Lista desplegable de las categorías	87
Figura 26. Tarjeta roja. Propuesta	89
Figura 27. Layout de demarcación propuesto	92
Figura 28. Diseño señalización zonas de trabajo	93
Figura 29. Diseño señalización zona de herramientas	93
Figura 30. Diseño señalización para la maquinaria	94
Figura 31. Tablero de sombras.....	94
Figura 32. Tablero de sombras para la zona de herramientas de aseo.	96
Figura 33. Sugerencia recipientes y zona de recolección de desechos.	99
Figura 34. Diseño diagrama de flujo para el proceso de fabricación y pintura.	100
Figura 35. Plantilla control de variabilidad	104
Figura 36. Ejemplo parámetros iniciales.....	106
Figura 37. Ejemplo tabla de control.	108
Figura 38. Ejemplo del Análisis Participativo	108
Figura 39. Ejemplo Nivel de aceptación	109

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Informe detallado de las horas extras generadas	19
Tabla 2. Consolidado de horas generadas	19
Tabla 3. Investigaciones relacionadas	21
Tabla 4. Tipos de errores Poka - Yoke	28
Tabla 5. Fuentes de información e instrumentos	45
Tabla 6. Rangos de valoración	51
Tabla 7. Subprocesos de fabricación.....	58
Tabla 8. Maquinaria que interviene en el proceso	62
Tabla 9. Colaboradores MANESCO S.A.S	64
Tabla 10. Aplicación matriz de excelencia operacional a colaboradores.	71
Tabla 11. Consolidado de los porcentajes de las horas de diagnostico.....	78
Tabla 12. Criterios de evaluación.....	81
Tabla 13. Priorización de las causas	82
Tabla 14. Propuesta matriz de selección de elementos.....	85
Tabla 15. Plantilla de registro de eliminación del elemento	91
Tabla 16. Propuesta cronograma de limpieza.....	97
Tabla 17. Diseño plan de capacitación empleados nuevos.	111
Tabla 18. Plan de capacitación 5s	113
Tabla 19. Propuesta lista de chequeo evaluación de las 5s	115

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Certificación de trabajo de grado empresa Manesco S.A.S. 1255

GLOSARIO

ANCLAJE: son dispositivos constituidos por tirantes o por barras rígidas que integradas en un talud de roca o en ciertas partes de una obra (muros, zapatas, etc.) pueden, trabajando a tracción, aumentar su resistencia y estabilidad.

ANTICORROSIVO ALQUÍDICO: Esta pintura de buena calidad para metal es resistente a la corrosión. Formulada con inhibidor de óxido para proteger y mejorar la durabilidad contra la corrosión, adhiriéndose fuertemente al acero limpio y acabados existentes.

CARTELA: pieza metálica, normalmente de palastro y de un centímetro de grosor, de forma rectangular y con dos puntas matadas, que sirve para reforzar la sujeción de los pilares.

COLUMNA: es un elemento estructural colocado de forma vertical, esbelta, donde la dimensión más grande es la altura. Esta soporta principalmente esfuerzos de compresión y transmite las cargas hacia los cimientos de la estructura.

GRATEADO: proceso en el cual se prepara la superficie, se realiza por medio de un cepillo de alambre el cual gira a altas velocidades, la pieza se debe apoyar sobre este para lograr obtener una pieza pulida en la cual se pueden anclar fácilmente diversos recubrimientos.

MAMPARAS: armazón fijo o movable y recubierto de plástico, vidrio o cristal que sirve para dividir espacios.

MILS: es una medida de espesor que equivale a una milésima de pulgada, por lo que un espesor de película seca de 4 mils significa que la capa de pintura se ha aplicado de manera uniforme en una capa que mide 0,004 pulgadas.

NORMA SSPC CON EL MÉTODO SP1: preparación de superficie o limpieza utilizando solventes, vapor de agua, soluciones alcalinas, emulsiones jabonosas, detergentes y solventes orgánicos que remueven del sustrato contaminantes como: grasa, aceite, polvo y sales solubles en el agente limpiador.

PEDESTAL: son elementos sobre los cuales descansan las columnas metálicas de un edificio o nave industrial y son los responsables de transmitir las reacciones de la estructura a las fundaciones o zapatas. Los mismos deben de ser replanteados adecuadamente pues los elementos metálicos se fabrican con dimensiones preestablecido y al momento de la instalación estos pedestales deben de coincidir con la posición de las columnas, sin que haya desfases ni desniveles. Un error de este tipo ocasionaría pérdida de tiempo y dinero en el proceso constructivo.

PERFILES EN C (PHR): vigueta de acero que se usa en las construcciones, principalmente para soportar techos.

PLATINA: son barras con sección transversal rectangular; es un acero usado en construcciones de estructuras metálicas, puentes, torres de energía y edificaciones remachadas, atornilladas o soldadas. También se emplea en cerrajería y señalización. Este acero dada su alta soldabilidad permite ser unido con cualquier tipo de electrodo revestido de acero al carbono

PROCESO: es una secuencia de acciones que se llevan a cabo para lograr un fin determinado. Se trata de un concepto aplicable a muchos ámbitos de las empresas, en este caso estaríamos hablando de un proceso metalmeccánico. Un proceso se trata entonces, en general, de una serie de operaciones realizadas en orden específico y con un objetivo.

REPROCESO: consiste en rehacer uno o más procesos para corregir un defecto parcial o total en un producto, y así devolverle su estatus de conformidad.

VIGA: son elementos estructurales donde la longitud predominante es la horizontal y que por naturaleza están sometidas, principalmente, a esfuerzos de flexión; transmitiendo las cargas hacia las columnas.

RESUMEN

La implementación de mejoras en los procesos organizacionales en empresas del sector metalmecánico puede llevar a un significativo aumento en la calidad de los productos y servicios ofrecidos, permitiendo así cumplir con las expectativas y demandas de la sociedad actual. Es importante aprovechar las fortalezas de la empresa y trabajar en la mejora de las debilidades para alcanzar los objetivos planteados y proyectarse hacia un futuro exitoso.

Teniendo en cuenta el entorno en el que se desenvuelve la empresa MANESCO S.A.S, la cual se dedica al diseño, construcción y montaje de estructuras metálicas para uso residencial e industrial, se han identificado problemas en el proceso de producción que han resultado en reprocesos debido a que las piezas entregadas al proceso de montaje no cumplen con los estándares de calidad requeridos. Por ello, se ha decidido diseñar una propuesta de mejora que permita reducir los reprocesos en las áreas de fabricación y pintura de la empresa.

Para llevar a cabo este proyecto, se ha iniciado una investigación con enfoque mixto que implica la recopilación y análisis de datos cuantitativos y cualitativos. Se han utilizado técnicas como entrevistas al jefe de planta de la empresa y conversaciones con los colaboradores, así como una observación detallada de los procesos con el fin de identificar las causas raíz del problema.

Posteriormente, se ha procedido al diagnóstico, que ha implicado la identificación y recopilación de datos de los subprocesos que hacen parte de la fabricación y pintura. Se ha realizado un análisis de los datos recopilados para identificar la oportunidad de mejora y se ha elaborado una propuesta basada en la metodología de las 5s en conjunto con herramientas visuales del Poka Yoke. Esta propuesta ha generado una serie de herramientas que proporcionan pasos prácticos para alcanzar la calidad del producto y contribuir con la eliminación de los reprocesos.

Por último, se espera que la empresa MANESCO S.A.S pueda realizar una prueba piloto y evaluar la viabilidad de la propuesta de mejora, con el fin de implementar y mejorar su proceso de producción en las áreas de fabricación y pintura y generar una disminución de los reprocesos allí presentados.

1. INTRODUCCIÓN

El sector metalmecánico ha experimentado un significativo progreso en el mercado mundial en los últimos años, la industria metalúrgica en la región, la cual abarca América Latina y el Caribe, ha crecido un 3,7% (Rodríguez y Wong, 2018), lo que ha contribuido al aumento del empleo y al desarrollo económico de la zona. Este sector se distingue de otros por su alta complejidad, ya que los procesos de fabricación de sus productos requieren una precisión excepcional por parte de los operadores.

A pesar del progreso del sector metalmecánico, este se enfrenta a diversos problemas, especialmente en la calidad de sus productos. Como indica Parra (2017), “las empresas metalmecánicas de Ecuador experimentan reprocesos debido a la falta de conciencia en la calidad de los procesos por parte de los responsables de las diferentes etapas de producción que priorizan la cantidad sobre la calidad”, esto significa que se enfocan en producir un gran volumen de productos en el menor tiempo posible, sin prestar la debida atención a la excelencia de estos. Otros factores que influyen en la generación de reprocesos incluyen la variación del material, las características de la maquinaria y los métodos de trabajo establecidos por las organizaciones. Según menciona Kume (2002), “los reprocesos afectan la calidad y productividad de una organización generando consecuencias negativas que van desde el aumento de la carga laboral de los empleados hasta demandas de los clientes”, en ese sentido las empresas perderían credibilidad por parte de sus consumidores.

El sector metalmecánico en Colombia es uno de los más importantes y estratégicos de la economía colombiana, como señala el Sistema Nacional de Competitividad (2016), “en Colombia la industria metalmecánica está contribuyendo al desarrollo del país, con una participación del 20,7% y está generando empleos tanto permanentes como temporales en un 17,8%”, pero también es un sector que se ve altamente afectado por los reprocesos en los diferentes productos o procesos que manejan las empresas metalmecánicas. Según Rayo et al. (2021):

Los reprocesos son uno de los mayores desafíos a los que se enfrentan las empresas metalmecánicas en Colombia, porque implican una duplicación de trabajo, ya que se deben corregir los errores y reproducir las piezas defectuosas, lo que puede aumentar significativamente los costos de producción.

Por lo tanto, los reprocesos pueden tener efectos negativos en la productividad y rentabilidad de las empresas metalmecánicas en Colombia, para minimizar estos efectos, es fundamental que las empresas ejecuten medidas que les permitan identificar las causas que generan estos problemas y así crear estrategias para su disminución o posible eliminación.

Es por esto, que este proyecto se va a enfocar en MANESCO S.A.S, una empresa antioqueña que hace parte del sector metalmecánico y se dedica a realizar el diseño, construcción y montaje de todo tipo de estructuras metálicas para uso residencial e industrial. MANESCO S.A.S, implementa varios procesos para la elaboración de las piezas metálicas dentro de los cuáles se encuentra el área de fabricación y pintura que son significativos para la compañía. Según Chevalier (1998), “el área de fabricación y pintura en las organizaciones metalmecánicas es muy importante ya que se relaciona con la producción de piezas y elementos metálicos utilizados en diversos productos y sectores industriales”. Es por esto, que el proceso de fabricación y la pintura son técnicas clave en la producción de piezas duraderas y de alta calidad.

Dado lo anterior, el objetivo de este proyecto es diseñar una propuesta de mejora para la reducción de los reprocesos en el área de fabricación y pintura en la empresa. Para ello, se llevará a cabo una investigación con enfoque mixto que implica la recopilación y el análisis de datos tanto numéricos como no numéricos, mediante el uso de entrevistas realizadas a los colaboradores y jefe del proceso, además de una observación para la toma de datos, con el fin de encontrar las causas raíz del problema, después se analizará la información obtenida para así hallar los aspectos a mejorar y por último, se diseñará una propuesta que permita a la empresa posteriormente realizar una prueba piloto para evaluar la viabilidad de esta.

2. PROBLEMA

2.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

MANESCO S.A.S se encuentra ubicada en el barrio Holanda Sabaneta-Antioquia, en este lugar se encuentra la planta de producción donde se ejecuta el proceso productivo, este se encuentra conformado por los siguientes procesos: diseño, dibujo, compra de material, proceso de fabricación el cual incluye los siguientes subprocesos (corte, armado, soldadura, limpieza), proceso de preparación, y pintura. Adicionalmente la empresa tiene sitios para almacenamiento de material y almacenamiento de producto terminado. También hay zonas de logística de entrada de materias primas y salida de producto terminado, así mismo, la empresa cuenta con un equipo de colaboradores tales como, personal administrativo, de calidad, mantenimiento, personal encargado de fabricación, pintura, montaje del producto y jefe de planta.

MANESCO S.A.S asume la responsabilidad de llevar a cabo el proceso de montaje de las estructuras manufacturadas en el sitio donde se encuentra el proyecto de sus clientes, este proceso constituye la materialización de puntos de anclaje para ensamblar las piezas metálicas, mediante la instalación de platinas y anclas, además se llevan a cabo actividades de soldadura para la unión de piezas y pintura, el montaje se realiza siguiendo las especificaciones indicadas por el cliente, para este proceso se asigna personal para realizar dicho ensamble y personal de seguridad y salud en el trabajo.

De acuerdo con la empresa, uno de sus mayores problemas son los reprocesos que se presentan en el área de fabricación y pintura, los cuales se hacen más notables en el momento de realizar el montaje de la estructura metálica en el sitio del proyecto.

Según indica Pérez (2017), el reproceso consiste en rehacer uno o más procesos para corregir un defecto parcial o total en un producto, y así devolverle su estatus de conformidad. MANESCO S.A.S ha detectado diversos factores que contribuyen a la problemática, los cuales se evidencian cuando se va a realizar el montaje de la estructura metálica en el lugar del proyecto, las inconsistencias más importantes detectadas durante el proceso de montaje en el sitio de la obra del cliente se describen a continuación:

- **Medidas realizadas de forma incorrecta:** en la planta no se están ejecutando con precisión las medidas señaladas en los planos estructurales, es por esto, que, en el momento de realizar el ensamble de la pieza con los puntos de anclaje, estas no pueden ajustarse correctamente.

Figura 1.Reparación de PHR



Fuente: propia

Figura 2.Corte de estructura



Fuente: propia

En la figura 1 y 2, fue necesario designar a un operario para llevar a cabo la organización de la estructura PHR, lo cual implicó realizar cortes concretos para adecuar la estructura a las especificaciones requeridas para su posterior montaje. Esta medida fue necesaria para garantizar que la estructura final tenga una correcta funcionalidad.

- **Perforaciones mal ubicadas:** las perforaciones son agujeros que se hacen en la superficie de una pieza de metal, su mala ubicación se está presentando principalmente por errores en los planos de fabricación o también a la falta de precisión en la perforación de los agujeros en la ubicación correcta dentro de la estructura.

Figura 3. Reparación de perforaciones en anclajes de la columna



Fuente: propia

En la figura 3, se consideró tomar la decisión de asignar a un colaborador para corregir la precisión de las perforaciones en la columna metálica, con el fin de asegurar que la pieza encaje correctamente con el pedestal o anclaje correspondiente. Esta medida fue necesaria para garantizar la calidad y la funcionalidad de la estructura final, y para prevenir posibles problemas de seguridad en el futuro.

- **Falta de limpieza de la estructura:** dentro del proceso de fabricación en la planta, existe un subproceso de limpieza que tiene como objetivo remover las impurezas presentes en la estructura, a fin de otorgar una óptima adherencia a las piezas. Sin embargo, se ha detectado que este subproceso no está siendo llevado a cabo de manera adecuada, ya que se están dejando residuos en la superficie de las piezas, debido al uso de herramientas o materiales inadecuados para ejecutar la tarea.

Figura 4. Reparación del proceso de pintura



Fuente: propia

En la figura 4, se asignó un colaborador para realizar la actividad de grateado en la estructura metálica, debido a que esta no presentaba la adherencia o fricción necesaria para su adecuada unión con otras piezas metálicas. Esta medida se implementó con el objetivo de garantizar la calidad de las piezas producidas y su correcta integración en la estructura final.

- **Aplicación de pintura de acabado:** este es un proceso importante ya que la pintura permite que la estructura este protegida contra la corrosión, mejora su apariencia, y aumenta su durabilidad, pero se están generando problemas principalmente porque los operarios no están cumpliendo con el debido proceso, al momento de preparar la pieza para realizar el proceso de pintura el cual inicia con la limpieza de la pieza, posterior a esto se hace la aplicación del anticorrosivo, después se masilla y se lija, y por último se le da el acabado.

Figura 5. Diferente tono de pintura en estructura



Fuente: propia

En la figura 5, en la zona demarcada hay un tono de pintura diferente al del resto de la estructura, por lo tanto, se utilizaron diferentes tonalidades de pintura, lo que conlleva a que en el momento del montaje de la estructura sea necesario pintar nuevamente la pieza, para así alcanzar la idoneidad requerida por el cliente.

- **Soldadura de la estructura:** la empresa ha observado un problema consistente en el desplazamiento o torcimiento de las piezas durante la unión debido al calor emitido. Esta situación está generando conexiones débiles y poco duraderas en la estructura.

Figura 6.Reproceso por soldadura



Fuente: propia

En la figura 6, fue necesario designar a un operario para que se encargara de la organización de las piezas con torceduras, con el fin de restablecer su estado óptimo y permitir su correcto ensamble con las demás piezas.

Los factores mencionados previamente están generando un impacto negativo en MANESCO S.A.S, ya que se está incurriendo en costos adicionales, los cuales se indican a continuación:

- Aumento en los costos y tiempos de producción, debido a que la empresa debe incurrir en pagos de horas extras para sus empleados, quienes deben trabajar en horarios no habituales y en ocasiones, incluso laborar en días festivos y domingos. Esto se debe a que la pieza debe ser devuelta a la empresa para ser reparada, lo que ocasiona retrasos en los periodos de entrega.

Conforme a la información proporcionada por la empresa, la cual se detalla en la tabla 1, se presenta los datos de las horas necesarias para cumplir con los tiempos de entrega acordados por MANESCO S.A.S con sus clientes. Estos reflejan el tiempo invertido por la empresa en cada proyecto para garantizar la entrega en los plazos acordados

Tabla 1. Informe detallado de las horas extras generadas

Mes	Horas	Valor hora extra diurna (recargo del 75%)	Horas	Valor hora extra diurna (recargo del 100%)	Horas	Valor hora extra diurna (recargo del 35%)
Septiembre	350,84	2.549.082,81	0	942.500,00	9,34	18.097,92
Octubre	566,90	4.032.869,79	0	5.984.250,00	7,50	12.833,33
Noviembre	483,90	3.386.614,58	0	3.324.208,33	11,00	19.250,00
Diciembre	700,25	4.993.906,25	0	10.426.291,67	5,50	9.479,17
Enero	848,25	6.083.697,92	67,0	11.674.020,83	14,25	25.885,42

Fuente: propia

En la tabla 1 se observa que durante los últimos 5 meses (septiembre, octubre, noviembre, diciembre del 2022 y enero del 2023), MANESCO S.A.S, dedicó tiempo adicional para cubrir los reprocesos en la planta, siendo los meses de diciembre y enero los que presentan mayor relevancia, ya que entre estos dos meses se utilizaron 1.548,5 horas extras diurnas, generándole a la empresa un costo adicional de \$11.077.604,17, para poder asegurar que la calidad del producto satisfaga los estándares requeridos por el cliente y, por lo tanto, poder cumplir con los tiempos acordados.

En la tabla 2, se realiza una consolidación de la información proporcionada por la empresa, en estas se unifican las horas y costos, teniendo en cuenta el valor del recargo que se utilizó según la hora extra laborada, para así a partir de esta, conocer con exactitud el total de costos generados para la empresa durante este periodo.

Tabla 2. Consolidado de horas generadas

Mes	Valor Tiempo Extra	Total horas	% de participación
Septiembre	\$ 3.509.680,73	360,18	12%
Octubre	\$ 10.029.953,12	574,40	19%
Noviembre	\$ 6.730.072,91	494,90	16%
Diciembre	\$ 15.429.677,09	720,75	23%
Enero	\$ 17.783.604,17	929,50	30%
Total	\$ 53.482.988,02	3.079,73	100%

Fuente: propia

Según la tabla 2, se puede notar que durante el mes de enero de 2023 se experimentó un nivel de criticidad elevado en comparación con los meses previos.

Esto se debe al alto costo generado de \$17.783.604,17 y al tiempo total utilizado de 929,50 horas, lo que representa el 30% del tiempo dedicado durante este periodo al proceso de fabricación y pintura, para poder garantizar el cumplimiento de los plazos de entrega de los clientes.

- Disminución en la calidad del producto y en la confiabilidad y credibilidad que los clientes tienen en la empresa. Esto se debe a que el proceso de reparación y reutilización de la pieza puede afectar sus características y funcionalidad original, lo que puede generar dudas en los clientes respecto a la calidad del producto que están adquiriendo.

Figura 7.Estructura con daños debido a corrosión



Fuente: propia

En la figura 7, debido a la falta de un lugar adecuado para el almacenamiento de las estructuras en el sitio del proyecto, las anteriores son expuestas al clima, lo que para la pieza ocasiono su deterioro y corrosión. Esto se debe en gran medida a que durante el proceso de fabricación y pintura no se cumplieron los parámetros de calidad necesarios para asegurar una protección adecuada.

De acuerdo con lo anterior, este proyecto tiene como objetivo presentar una propuesta de mejora para la disminución de los reprocesos en el área de fabricación y pintura de la empresa MANESCO S.A.S, para ello, se llevará a cabo un análisis integral del problema central con el fin de identificar las causas raíz que originan los reprocesos. Una vez identificadas las causas raíz, se presentará a la empresa una propuesta de mejora que permita la minimización de dichas causas, lo que a su vez permitirá que se disminuya la cantidad de reprocesos en el área.

Se espera que la propuesta pueda ser evaluada por la empresa, quienes decidirán si es viable y si se llevará a cabo una prueba piloto para determinar su efectividad. Y así ofrecer una solución efectiva y práctica que permita la mejora y optimización de los procesos en el área de fabricación y pintura, mejorando la eficiencia y reduciendo costos en la empresa MANESCO S.A.S.

2.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

A continuación, se indicarán algunos proyectos de investigación que tienen relación con el problema actual que presenta la empresa MANESCO S.A.S y como sus autores lograron mitigar el problema con la implementación de diferentes metodologías de la ingeniería industrial.

En la tabla 3, se reconocerá el título, los temas abordados, el autor y el año de cada una de las investigaciones.

Tabla 3. Investigaciones relacionadas

Título	Temas relacionados	País	Autor/Año
Propuesta de mejora para reducir los retrasos en la entrega de pedido	Lean Manufacturing Herramientas VSM SMED 5 s	Perú	Rodríguez y Wong (2018)
Herramientas lean y su efecto en la productividad de la empresa metalmeccánica rectificaciones.	Herramientas TPM Poka-yoke Prueba T- student Lean Manufacturing	Perú	De La Cruz y Sánchez (2021)
Propuesta de disminución de los reprocesos en la fabrica	VSM Encuestas	Colombia	Martínez y Valencia (2016)
Propuesta de disminución de los reprocesos en la fabrica Modelo lean manufacturing de gestión de producción Make to order basado en QRM para reducir los tiempos de entrega de pedidos en pymes metalmeccánicas	Lean QRM Entrevistas Pokayoke	Perú	Chávez y Huayllasco (2022)

Título	Temas relacionados	País	Autor/Año
Mejoramiento de la Productividad en la Empresa induacero Cía. Ltda. en Base al Desarrollo e Implementación de la Metodología 5s Vsm, Herramientas Dellean Manufacturing	VSM Lean Manufacturing 5 s	Ecuador	Guaila (2013)
Aplicación del sistema Lean Manufacturing en el incremento de la productividad en una empresa metal mecánica de producción de ollas de aluminio.	Lean Manufacturing 5 s TPM SMED Just in time estandarización Pokayoke	Perú	Mariñas y Vejarano (2019)
Propuesta de mejora para la reducción de reprocesos de fabricación e instalación en la empresa Cocinas Aimco SAS utilizando la metodología Lean Six Sigma	Ordenes de trabajo Listas de chequeo Pokayoke	Colombia	Angarita y Castiblanco, (2019)

Fuente: propia

De acuerdo con los autores y las investigaciones relacionadas en la tabla 3, se analizarán cada una de las problemáticas.

Rodríguez y Wong (2021), implementaron la metodología Lean Manufacturing para dar solución a la problemática encontrada, mediante las herramientas VSM, SMED y 5S, con las que se formularon propuestas de mejora mediante el desarrollo de la metodología que cada una de ellas posee. Finalmente, se utilizó el software Arena para validar los datos obtenidos de la situación de mejora y verificar la efectividad de las propuestas realizadas como parte de la solución al problema principal, donde se obtuvo que, el tiempo de configuración se redujo en un 58.3%, el tiempo de desplazamiento en un 47% y la cantidad de lotes con demoras logró una reducción de un 50%. Además, el porcentaje de productos defectuosos se redujo a 4.91%.

Así mismo De La Cruz y Sánchez (2021), indican que las técnicas empleadas en la recolección de datos fueron la observación, la encuesta y el análisis documental. Al aplicarse las herramientas como el TPM, se mejoró la eficiencia global de las máquinas y equipos a 80%, el SMED disminuyó el tiempo de preparación en 70% y el Poka Yoke aumentó la calidad de la pieza fabricada en 8%. Se aplicó la prueba T-student para realizar la contratación de la hipótesis, obteniéndose un nivel de significancia de 0.000 optando por su aceptación. En conclusión, se determinó que las herramientas de lean Manufacturing tuvo un efecto positivo en la productividad de la empresa metalmeccánica evidenciando el incremento de la productividad de 1.14 a 1.34 soles, lo que significa que el incremento fue del 17%.

Para Martínez y Valencia (2016), dicen que la metodología VSM futuro o mejorado se puede identificar de manera rápida cualquier problemática que se presente posteriormente, ya que plasma toda la cadena de valor de la empresa, también teniendo un método de confección correcto y una capacitación de mano de obra efectiva, se puede disminuir los gastos de operación y los inventarios de producto en proceso, ya que en ocasiones la empresa debe aumentar los turnos para poder cumplir con los tiempos de entrega.

Chávez y Huayllasco (2022), ellos proponen el uso del Lean-QRM como modelo de solución para reducir los tiempos de entrega de los pedidos en pymes, ambas metodologías se complementan mutuamente y están orientadas en mejorar la eficiencia en empresas con sistemas de producción bajo pedido. Las unidades QRM tienen mayor flexibilidad. Cada una de ellas consta de tres a diez trabajadores, y las tareas asignadas se pueden completar en poco tiempo, es una metodología que permite agilizar la optimización de los procesos basados en el tiempo. Con la implementación del modelo Lean-QRM propuesto, lograron aumentar el cumplimiento de las entregas a tiempo a 85 %, esto se dio gracias a la eliminación de aquellas actividades que no generaban valor en el proceso de producción.

A su vez Guaila (2013), propone en su investigación, que el mapeo de proceso (VSM) es la base de la metodología Lean Manufacturing el cual permite conseguir una visión del estado actual y la caracterización de los desperdicios dentro del proceso. La implementación de la herramienta 5S se comienza con una prueba piloto con el fin de adaptarse y generar un cambio cultural, luego se debe realizar su implementación en todas las demás áreas de la empresa, para así lograr disminuir reprocesos en áreas o procesos críticos.

Además, Mariñas y Vejarano (2019), realizan un análisis de los problemas de la empresa detallando en la frecuencia de las causas que la producían para luego abordar estas causas mediante una serie de técnicas que sostiene la metodología del Lean Manufacturing de acuerdo con que la técnica a utilizar que logrará disminuir o solucionar en las cuales se creó formas de trabajo correctas entre las máquinas y el personal como la técnica de las 5's y el TPM. Con la implementación de las herramientas del Lean Manufacturing como el Single Minute Exchange of Die

(SMED-Cambio de herramientas), Estandarización de Operaciones y el Just in time (JIT-Justo a tiempo) en cada proceso crítico del proceso productivo, se logra mejorar el sistema de producción, reducción del costo, mejora de la calidad, reducción del tiempo de fabricación e incremento de la producción. Además, indica que para una implementación exitosa del Lean Manufacturing se requiere del compromiso de toda la organización, respeto al trabajador y adaptabilidad a los diversos contextos e innovación continua.

Por último, Angarita y Castiblanco (2019), en su investigación encontraron problemas en los procesos de producción, debido a que no cuentan con un manejo adecuado de la información y comunicación de sus órdenes de trabajo internamente entre sus áreas, lo que genera inconvenientes en el montaje ocasionando pérdidas de tiempo a los operarios por el hecho de tener que regresar a la planta por las partes o herramientas faltantes. Con la implementación de las mejoras en solo en el área de pre-armado y soldadura se lograría disminuir en 5,4% los reprocesos totales de la empresa.

2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cómo diseñar una propuesta para la disminución de los reprocesos en las áreas de fabricación y pintura en la empresa MANESCO S.A.S, que permita la mejora continua y la calidad en los productos?

3. JUSTIFICACIÓN

El sector metalmeccánico es un componente importante de la economía colombiana, con una presencia significativa en la producción industrial y en la generación de empleo en el país. Según Méndez de Paula (2012):

En Colombia, la cadena metalmeccánica se aloja en la posición 13 de un total de 59 sectores, lo que indica que se trata de un sector de importante demanda de la producción de otros sectores. Además, el sector metalmeccánico se ubica como la tercera industria con mayor importancia en la provisión de insumos, para la operación de las demás industrias en el país y genera 96 mil empleos directos.

Por consiguiente, la presencia de reprocesos en empresas metalmeccánicas en Colombia es un problema común que puede afectar la calidad del producto y eficiencia de la producción. Como lo menciona Hernández y Ruiz (2016), “los reprocesos generan consecuencias negativas para la empresa, como aumentar la carga de trabajo a los colaboradores, incremento en los costos y tiempos”, además, pueden afectar la reputación de la empresa y su capacidad para competir en el mercado.

Por esta razón la disminución de los reprocesos generaría impactos positivos en los costos de producción de una empresa. Según Winarso & Jufriyanto (2020), “la reducción de los reprocesos puede permitir a las empresas ahorrar costos porque se reduce la cantidad de material y recursos necesarios para producir un producto”. Por lo tanto, las empresas pueden utilizar este dinero en incentivos para sus empleados o inversiones que le generen mayores utilidades.

Además, tal como indica Ishikawa (1989):

La eliminación de los reprocesos y la reducción de los defectos son esenciales para mejorar la calidad y la productividad, por lo tanto, la disminución de estos en el proceso productivo implica el mejoramiento de los estándares de calidad del producto final.

Lo anterior conlleva a que se genere un impacto directo en la aprobación por parte del cliente y en la percepción que éste tiene de la empresa, ya que el producto cumpliría con los niveles de calidad.

Otro efecto positivo es con respecto a los colaboradores, ya que cuando no tienen que enfrentarse con tareas repetitivas y la corrección de errores, estos pueden concentrarse en adquirir habilidades y conocimientos que puedan ser útiles para mejorar su rendimiento en el trabajo, lo que aumenta la satisfacción laboral. Según señala Palaneeswaran (2006):

Al disminuirse los reprocesos en las empresas, los empleados pueden centrarse en hacer bien su trabajo desde el principio, lo que puede llevar a una mejora en la calidad del trabajo y a la reducción de errores, lo que permite el aumento de la productividad de los empleados porque se reduce el tiempo que dedican a tareas no productivas.

Adicionalmente la reducción de reprocesos, afecta de manera positiva el tiempo, ya que permite cumplir con los plazos de entrega previstos y mejorar la capacidad de la organización para responder a las demandas del mercado, como expresa Castillo y Carreño (2021) “la reducción de reprocesos en la producción puede generar ahorros significativos de tiempo y recursos, al minimizar el desperdicio de materiales y reducir los tiempos de producción, se puede lograr una mayor eficiencia en los procesos”, por ello, los pedidos de los clientes, ya sean de productos o servicios se convierten en entregas exitosas al cumplir el tiempo definido por éste.

Por lo tanto, con la información expuesta anteriormente, la disminución de los reprocesos en una empresa conlleva a una mayor rentabilidad, mejora los tiempos tanto de producción como de entrega, aumento de la productividad, satisfacción del cliente y calidad de vida laboral para los colaboradores y el producto.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta para la disminución de los reprocesos en las áreas de fabricación y pintura en la empresa MANESCO S.A.S. que permita la mejora continua y la calidad en los productos.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar el diagnóstico de la situación actual para la identificación de los factores críticos que se presentan en el proceso de fabricación y pintura.
- Analizar la información de las principales causas que están generando los reprocesos, mediante el uso de herramientas de calidad que faciliten la toma de decisiones para el mejoramiento del proceso de fabricación y pintura.
- Elaborar la propuesta de mejora que permita el aumento de la productividad y mejora de la calidad mediante la disminución de los reprocesos en el área de fabricación y pintura.

5. MARCO TEORICO

A continuación, se indicarán las bases teóricas que apoyan al proyecto y que van a permitir la identificación, análisis de los problemas y oportunidades de mejora en los procesos de fabricación y pintura. Estos elementos se seleccionaron para asegurar que el proceso de desarrollo de la propuesta sea eficiente y que el resultado final se adapte al problema encontrado en la empresa MANESCO.S.A.S.

5.1. POKA-YOKE

Las Técnicas Poka Yoke pretenden eliminar los defectos en dos posibles estados o ámbitos de trabajo, antes de que ocurran y una vez ocurridos; es decir en la producción y en la supervisión, por medio de (predicción, alarma, parada o control). Muchas de estas técnicas hacen posible la inspección al 100%, incorporando mecanismos económicos (Hirano, 1990).

5.1.1 Tipos de Poka Yoke

1. **Secuencial:** el poka-yoke de tipo secuencial son mecanismos que preservan una orden y no permiten omisiones de por medio, de lo contrario, se manifiestan como errores. Tiene por objetivo salvaguardar la seguridad de los operadores.
2. **Informativo:** se trata de mecanismos de retroalimentación que brindan información clara y sencilla a los usuarios para prevenir errores.
3. **Agrupado:** regularmente se trata de kits de herramientas o componentes que tienen como objetivo que no se olvide ningún elemento que impida la correcta operación de un proceso o mecanismo. Esto tiene como ventaja que los operadores no pierdan el tiempo buscando los materiales o herramientas necesarias para realizar su trabajo.
4. **Físico:** son dispositivos o mecanismos que funcionan para asegurar la prevención de errores en las operaciones y productos por medio de la identificación de inconsistencias físicas (Hirano, 1990).

Tabla 4. Tipos de errores Poka - Yoke

Errores	Ejemplos
Errores por olvido	Un trabajador puede olvidar ensamblar una pieza, o cambiar de herramienta
Errores por desconocimiento o inexperiencia	Se puede utilizar mal una maquina o herramienta por desconocimiento o inexperiencia.
Errores de identificación	Se puede montar una pieza incorrecta porque no se ha visto bien o porque no

Errores	Ejemplos
	es fácil distinguirla de otras
Errores voluntarios	El operario puede ignorar reglas o procedimientos pensando que no pasará nada.
Errores por inadvertencias	El operario puede distraerse y confundir distintas piezas o herramientas con las que trabaja
Errores por lentitud	El operador puede tardar demasiado en realizar determinadas tareas y hace que los productos se deterioren (sacar a tiempo un producto de un torno).
Errores debido a la falta de estándares	No está claro que hay que hacer en cada caso y determinadas medidas o tareas se realizan según el propio juicio del operario
Errores por sorpresa	A veces una maquina puede funcionar defectuosamente sin dar muestras de anomalías.
Errores intencionales	Algunos operarios pueden cometer errores deliberadamente (sabotaje)

Fuente: Soliz, 2018

5.1.2 Ocho pasos para implementar un sistema poka-yoke

Pasos para implementar el poka-yoke y así mejora tus procesos empresariales.

- 1. Detecta y describe el defecto.** El primer paso para implementar un sistema poka-yoke es detectar y describir los errores. De esta manera, podrás tener por escrito todas las deficiencias o errores evaluados, para después seguir consultándolos y establecer las soluciones más oportunas.
- 2. Descubre los lugares donde se presentan los defectos.** Así como es importante describir los defectos encontrados, también lo es especificar en dónde fueron encontrados. Esto sirve para determinar un área de mayor prioridad a evaluar.
- 3. Conoce las causas.** El sistema poka-yoke es todo un cuestionamiento del cómo, dónde, cuándo y por qué pasan las cosas. En esto radica su eficiencia. Una vez especificados los detalles del defecto y su ubicación, también es importante que determines cuáles son las posibles causas de estos errores presentes.

4. **Identifica los errores de los estándares de la operación.** Esto va de la mano con la determinación de las causas. Aquí es necesario que analices todo tu proceso de operación para que así conozcas en dónde se genera el error. Así, el fallo se vuelve más específico y fácil de atacar.
5. **Evalúa las condiciones de bandera roja.** La bandera roja es una condición en el proceso de manufactura que comúnmente provoca errores. La evaluación de las banderas rojas consiste en que, en caso de tener un proceso con un alto nivel de banderas rojas, entonces hay mayor probabilidad de cometer errores.

Para estos casos, es buena opción considerar procesos que ayuden a la posición u orientación de alguna pieza, herramienta o dispositivo para que se garantice su buen funcionamiento.

6. **Determina el tipo de dispositivo poka-yoke requerido para la prevención de errores.** Tras conocer el tipo de fallo que están presentando tus operaciones, podrás determinar qué tipo de poka-yoke requieres para dar solución. Como lo mencionamos, existen diferentes clases de este método, por lo que tendrás que averiguar cuál es el más indicado para tu problema y así saber qué dispositivo o mecanismo es el más adecuado para la resolución.
7. **Prueba del dispositivo elegido.** Una vez hayas elegido el dispositivo correcto es tiempo de probarlo. Para esto se requiere de un periodo de prueba y adaptación. Una vez aceptado, se debe contar con una etapa de capacitación del personal para explicar el nuevo funcionamiento o mecanismo y resolver las dudas que puedan surgir.
8. **Revisa el desempeño.** Como toda nueva implementación, esta también requiere de una supervisión periódica para asegurar que marche y brinde los resultados esperados. Durante este tiempo es vital facilitar el mantenimiento y buena operatividad del dispositivo o mecanismo (Villaseñor y Galindo, 2007).

5.2. HERRAMIENTA DE MEJORA 5S

Las cinco S se refiere a cinco palabras en japonés que describen una metodología útil en el lugar de trabajo, conducen a tener una mayor eficiencia en el trabajo basándose en el control visual y la producción Lean (Villaseñor y Galindo, 2007).

Esta metodología compromete a todo el equipo de trabajo tanto a la dirección como al nivel operativo promoviendo la eficiencia y creatividad, esta es quizás una de las metodologías más usadas debido a que asegura que en las áreas de trabajo se mantengan limpias y ordenadas de forma sencilla; teniendo como objetivo principal reducir el tiempo de ejecución de las tareas siendo la base de la mejora continua.

Primer paso o primera S: Eliminar (Seiri)

La primera de las 5'S significa clasificar y eliminar del área del trabajo todos los elementos innecesarios para la tarea que se realiza. Por lo tanto, consiste en separar lo que se necesita de lo que no se necesita, y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos inútiles que originan despilfarros (Rajadell y Sánchez, 2010).

Al clasificar se preparan los lugares de trabajo para que estos sean más seguros y productivos. El primer y más directo impacto está relacionado con la seguridad. Ante la presencia de elementos innecesarios, el ambiente de trabajo es tenso, impide la visión completa de las áreas de trabajo, dificulta observar el funcionamiento de los equipos y máquinas, y las salidas de emergencia quedan obstaculizadas haciendo que el área de trabajo sea más insegura (Rajadell y Sánchez, 2010).

Segundo paso o segunda S:

Ordenar (Seiton). Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se puedan encontrar con facilidad. Para esto se ha de definir el lugar de ubicación de estos elementos necesarios e identificarlos para facilitar la búsqueda y el retorno a su posición. La actitud que más se opone a lo que representa Seiton, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que acostumbra a convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio” (Rajadell y Sánchez, 2010).

Tercer paso o tercera S:

Limpieza e Inspección (Seiso). La limpieza implica identificar y eliminar las fuentes de suciedad, los lugares difíciles de limpiar, los apaños y las piezas deterioradas o dañadas, para lo que se deben establecer y aplicar procedimientos de limpieza (Pérez y Quintero, 2017). Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno e identificar el defecto y eliminarlo. En otras palabras, Seiso da una idea de anticipación para prevenir defectos. La aplicación del Seiso comporta (Rajadell y Sánchez, 2010):

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Centrarse tanto o más en la eliminación de las causas de la suciedad que en las de sus consecuencias.

Cuarto paso o cuarta S:

Estandarización (Seiketsu). Seiketsu es la metodología que permite consolidar las metas alcanzadas aplicando las tres primeras “S”, porque sistematizar lo hecho en los tres pasos anteriores es básico para asegurar unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para aplicar un procedimiento o una tarea

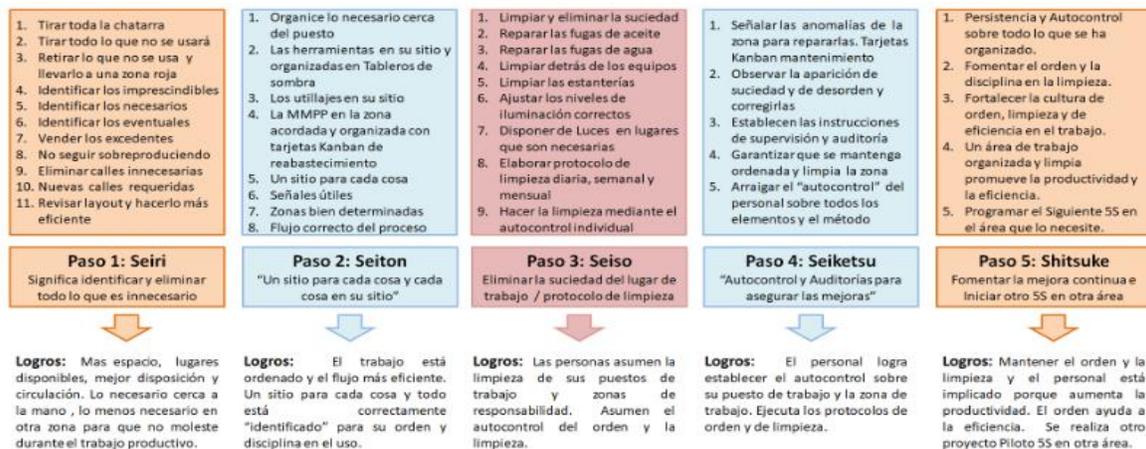
de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales (Rajadell y Sánchez, 2010).

Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas, para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que debería permanecer, otra es el desarrollo de unas normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo (Rajadell y Sánchez, 2010).

Quinto paso o quinta S:

Disciplina (Shitsuke). Shitsuke se puede traducir como disciplina o normalización, y tiene por objetivo convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Uno de los elementos básicos, ligados a Shitsuke, es el desarrollo de una cultura de autocontrol. El que los miembros de la organización apliquen la autodisciplina, para hacer perdurable el proyecto de las 5'S, es la fase más fácil y difícil a la vez; la más fácil porque consiste en aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas, y la más difícil porque su aplicación depende del grado de asunción del espíritu de las 5'S a lo largo del proyecto de implantación (Rajadell y Sánchez, 2010).

Figura 8. Resumen 5s



Fuente: Amendola, 2021

5.2.1 Etapas en la implantación de la metodología 5S

1. Eliminar lo que es inútil: Viendo si podemos volverlo a emplear o reciclarlo. Como última opción, se descarta.

2. **Asignarle un lugar a todo lo que queda después de la eliminación:** A nuestro lado aquello que es de uso frecuente o difícil de manipular. Lejos de nosotros lo que raramente usamos o es ligero para transportar.
3. **Limpiar e inspeccionar para detectar fugas y suciedades:** Si detectamos alguna, tenemos que corregirla o en su defecto comunicar a la jefatura inmediatamente.
4. **Respetar las reglas y la mejora de los estándares:** Es fundamental que todo el personal de la empresa sea consciente de que la planta de producción al completo (talleres y oficinas) es el primer escaparate ante nuestros clientes. Por otro lado, la Dirección debe asumir que las condiciones de trabajo son un factor clave de calidad y eficiencia.

5.3. DIAGRAMA DE FLUJO

Representar gráficamente las distintas etapas de un proceso y sus interacciones, para facilitar la comprensión de su funcionamiento. Es útil para analizar el proceso actual, proponer mejoras, conocer los clientes y proveedores de cada fase, representar los controles (Manene, 2011).

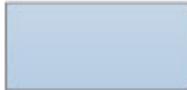
5.3.1 Fases

1. Definir el proceso y concretar su alcance (su inicio y final)
2. Representar las etapas intermedias y su relación (proceso actual)
3. Documentar cada una de las etapas: Responsable/ Proveedor y Cliente
4. Analizar el proceso actual desde el punto de vista deseado.
5. Proponer alternativas y definir las nuevas etapas y sus relaciones
6. Representar el diagrama del nuevo proceso e indicar las diferencias con el actual (Manene, 2011).

5.3.2 Reglas

- Utilizar una simbología simple y conocida por los implicados en el proceso.
- Consensuar tanto el diagrama del proceso actual como del nuevo.
- Analizar las implicaciones colaterales de los cambios a introducir (Gerson, 2017).

Figura 9. Simbología del diagrama de flujo

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

Fuente: Gerson, 2017

5.4. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO (ISHIKAWA)

Un diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de causa y efecto, es una herramienta utilizada en la gestión de la calidad para identificar y analizar las posibles causas de un problema o efecto no deseado. Este diagrama se caracteriza por tener una estructura que se asemeja a la espina de un pez, con una línea principal que representa el efecto o problema a analizar y ramificaciones secundarias que representan las diferentes causas posibles (Juran , 1992).

Sirve como vehículo para ayudar a los equipos de trabajo a tener un consenso respecto a un problema complejo, con todos los elementos y relaciones claramente visibles a cualquier nivel de detalle requerido.

Por su carácter visual, es muy útil en las tormentas de ideas realizadas por grupos de trabajo y círculos de calidad. El funcionamiento es el siguiente, los participantes van aportando ideas sobre las causas que pueden producir los efectos y estos se

van registrando en el diagrama. Cuando han terminado las aportaciones se reordenan las causas de forma jerárquica y se eliminan las repetidas (Gándara, 2014).

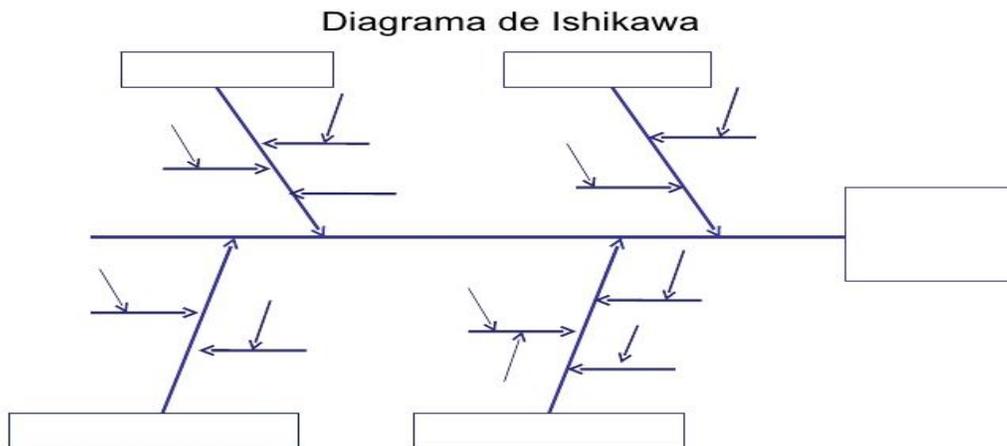
5.4.1 Procedimiento para elaborar Diagramas Ishikawa clasificando en grupos predeterminados

1. Seleccione el efecto cuyas causas reales o potenciales desea encontrar
Ejemplo: Problemas en la operación del comité de calidad.
2. Forme un equipo de 3 a 6 personas relacionadas con el problema
3. Simplifique tanto como pueda el enunciado del problema, enciérrelo en un rectángulo situado al lado derecho de la hoja, y dibuje una flecha (eje principal) dirigida del lado izquierdo de la hoja hacia el rectángulo.
4. Haga una lista de los grupos o categorías dentro de las cuales va a buscar las causas reales o potenciales del efecto.

Ejemplos:

- Mano de obra, métodos, materiales, medio ambiente y maquinaria (recomendado para manufactura)
 - Políticas, Procedimientos, Personal, Provisiones (recomendado para administración y servicios)
 - Comunicación, Conducción, Capacitación, Recursos (estos son los grupos predeterminados para el problema de operación del comité de calidad)
5. Se agrupan las causas por su afinidad. La herramienta Diagrama de Afinidad es recomendada ampliamente con este fin.
 6. Enmarque las causas primarias en rectángulos situados alternadamente arriba y debajo del eje principal y haga incidir, de cada rectángulo, una flecha inclinada hacia la derecha, dirigida hacia el eje principal.
 7. Haga incidir las “causas secundarias” por medio de una flecha, hacia las flechas primarias.
 8. Continúe creando nuevas ramas en el Diagrama mientras siga identificando subetiquetas en el Diagrama de Afinidad (Delgado et al., 2013).

Figura 10.Diagrama Ishikawa



Fuente: Delgado et al., 2013

5.5. MÉTODO 7M

Es el método más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales:

- **Mano de obra:** conocimiento, habilidades y las diferentes capacidades de los colaboradores.
- **Métodos de trabajo:** estandarización de los procesos
- **Materiales:** se cuenta con buenos proveedores, que los materiales cumplan con los requerimientos necesarios.
- **Maquinaria:** se tiene maquinas en buen estado, se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo.
- **Medición:** se le hacen las mediciones y las inspecciones necesarias a cada producto.
- **Medio ambiente:** en ocasiones la temperatura influye demasiado en el proceso que estamos realizando (pintura).
- **Management:** es la coordinación de todos los elementos precedentes, con el propósito de poder obtener el producto o servicio en forma eficiente, y logrando la satisfacción del cliente interno o externo.

Estos seis elementos definen todo proceso, y cada uno aporta parte de la variabilidad y de la calidad de los productos. De esta manera, es natural esperar que la causa de un problema tenga relación con alguna de las 7M (Suárez, 2008).

5.6. MATRIZ DE PRIORIZACIÓN

La matriz de priorización es una herramienta que se utiliza para evaluar y clasificar elementos o acciones en función de su importancia y prioridad. Se utiliza comúnmente en la toma de decisiones, la gestión de proyectos y la resolución de problemas.

La matriz de priorización consta de dos ejes principales: el eje horizontal representa la importancia o relevancia de cada elemento, y el eje vertical representa la viabilidad o factibilidad de cada elemento. Se asignan puntuaciones o valores a cada elemento en función de estos dos criterios (González, 2007).

5.6.1 Para crear una matriz de priorización, se siguen los siguientes pasos:

- **Identificación de los elementos:** enumera todos los elementos o acciones que deseas evaluar o priorizar. Estos pueden ser tareas, proyectos, problemas, ideas u otros elementos relevantes.
- **Definición de criterios:** establece los criterios de evaluación que utilizarás para asignar puntuaciones a los elementos. Estos criterios pueden ser específicos para cada caso, pero generalmente incluyen la importancia y la viabilidad. Puedes usar una escala numérica o palabras clave para asignar valores a cada criterio.
- **Asignación de puntuaciones:** evalúa cada elemento en función de los criterios establecidos y asigna una puntuación a cada uno. Puedes hacerlo de manera individual o en grupo, utilizando discusiones y consensos. Asegúrate de tener en cuenta información relevante y datos objetivos en el proceso de evaluación.
- **Creación de la matriz:** dibuja una cuadrícula con el eje horizontal representando la importancia y el eje vertical representando la viabilidad. Etiqueta los ejes con las puntuaciones o categorías correspondientes. Coloca cada elemento evaluado en la matriz de acuerdo con las puntuaciones asignadas.
- **Análisis y toma de decisiones:** analiza los resultados de la matriz de priorización y determina qué elementos tienen una mayor importancia y prioridad en función de su posición en la matriz. Utiliza esta información para tomar decisiones fundamentadas y asignar recursos de manera adecuada (Project Management Institute, 2017).

5.7. ENCUESTAS

La encuesta es una técnica de recogida de datos mediante la aplicación de un cuestionario a una muestra de individuos. A través de ellas se pueden conocer las opiniones, las actitudes y los comportamientos de un grupo humano (Pereira y Orellana, 2015).

Con la encuesta se trata de "obtener, de manera sistemática y ordenada, información sobre las variables que intervienen en una investigación, y esto sobre una población o muestra determinada. Esta información hace referencia a lo que las personas son, hacen, piensan, opinan, sienten, esperan, desean, quieren u odian, aprueban o desaprueban, o los motivos de sus actos, opiniones y actitudes" (Casas et al., 2003).

5.7.1 Cómo se elabora una encuesta?

Para elaborar una encuesta, es recomendable seguir los siguientes pasos:

- **Definir los objetivos de la encuesta.** Antes que nada, debes saber qué deseas averiguar con la encuesta, o sea, qué tipo de información vas a buscar y con qué fines. Sólo teniendo esto claro podrás diseñar la metodología correcta para los resultados que buscas.
- **Definir y delimitar la población a encuestar.** Ahora que sabes qué cosa buscas, es el momento de pensar a quiénes corresponde preguntarle al respecto. Tu población a encuestar debe ser la apropiada para que las respuestas tengan sentido, y además, de ello dependerá la validez de tus conclusiones. Piénsalo así: si le preguntas solamente a tus amigos si eres un buen tipo, lo más probable es que la encuesta confirme que sí lo eres, pues si opinaran que no, ¿serían tus amigos?
- **Diseñar las preguntas de la encuesta.** Del cruce de los dos puntos anteriores se desprende este tercero: si sabemos lo que queremos averiguar, y sabemos a quién vamos a preguntárselo, sólo resta saber cómo podemos preguntárselo. Existen diferentes técnicas y modelos para ello, pero en general conviene siempre ir de lo más general a lo más específico, a través de un conjunto ordenado y jerarquizado de preguntas breves, de modo que el encuestado no pierda el entusiasmo en responder. Deberás cuidar también la estética y la apariencia de tu encuesta, y verificar que tus preguntas no contengan ya las respuestas que buscas, que no induzcan a cierta forma de pensar y que sean respetuosas y fáciles de entender.
- **Aplicar la encuesta.** Es la hora de la prueba de fuego: tu encuesta debe ir a su público objetivo y recolectar la información deseada. Para ello deberás coordinar a tu equipo y llevar el trabajo a cabo de un modo metódico y organizado, que influya lo menos posible en el modo en que los encuestados respondan. Si buscas respuestas explicativas y profundas, es poco conveniente que tu encuesta sea telefónica, por ejemplo.
- **Analizar los datos obtenidos.** La encuesta no sería nada sin la interpretación de sus datos obtenidos, expresados en porcentajes estadísticos o de cualquier otra forma. Si todo ha ido bien, deberás tener una muestra que te permita llegar a algún tipo de conclusión, incluso si esa conclusión es que la encuesta no ha conseguido determinar lo que buscabas. En ese caso, deberás volver al inicio de estos pasos y rediseñar tu encuesta, atendiendo a los errores de tu primer intento (Equipo editorial, 2021).

5.8. HOJA DE DIAGNOSTICO Y ANÁLISIS

Para simplificar la elaboración del análisis, se ha diseñado una forma conocida como hoja de análisis. Donde sea que por lo regular se use la forma, aumenta el número de sugerencias para el mejoramiento. Por supuesto que la forma no logra esto a través de sus propias místicas, sino que garantiza que no se pase por alto ninguno de los factores que deban considerarse.

El análisis escrito utilizando la hoja del análisis, tiene varias ventajas evidentes, puesto que es probable que se haga de manera más cuidadosa. El hecho de que la respuesta a cada pregunta se ponga por escrito, asegura que se tome en consideración cada uno de los factores. La información que normalmente se recolecta para preparar un análisis escrito será el reporte de las sugerencias para mejorar el trabajo o el tipo de trabajo (Martínez, 2022).

5.8.1. El uso de la forma de análisis

La forma de análisis funciona como una guía para la realización sistematizada del análisis, pues dirige a la persona encargada a través de todos los factores que debe considerar y asegura que ninguno de ellos se pase por alto. El análisis en sí se lleva a cabo en la mente del analista, quien cuestiona cada uno de los puntos que van sugiriendo, reúne todos los hechos conocidos y los combina con el conocimiento de las alternativas para llegar así a las sugerencias. Las características y amplitud de estas últimas dependen del conocimiento que tenga el analista respecto a lo que sucede en el área de nuevos materiales, herramientas y técnicas de manufactura. Sin embargo, el procedimiento sistemático esquematizado en la forma de análisis ayuda a lograr los mejores resultados. Conforme se realiza el análisis, todos los hechos e ideas de mejora se registran en el momento en que surgen. La forma debe incluir suficientes detalles como para formar un registro de las condiciones prevalecientes en el momento del análisis, así como para surgir todas las mejoras que vengan a la mente. Las descripciones deben anotarse de manera clara y concisa. El encabezado de la forma de análisis incluye un espacio para anotar toda la información necesaria para identificar el trabajo o el tipo de trabajo. A continuación, se tratará en detalle cada uno de los diez factores que deben considerarse (Martínez, 2022b).

5.9. LISTAS DE CHEQUEO

Las listas de control, listas de chequeo, check-lists u hojas de verificación, son formatos creados para realizar actividades repetitivas, controlar el cumplimiento de una lista de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de forma sistemática. Se usan para hacer comprobaciones sistemáticas de actividades o productos asegurándose de que el trabajador o inspector no se olvida de nada importante (González y Bernal, 2012).

5.9.1 Cómo usar las check-lists

Es importante que las listas de control queden claramente establecidas e incluyan todos los aspectos que puedan aportar datos de interés para la organización. Es por ello preciso que quede correctamente recogido en la lista de control:

- Qué tiene que controlarse o chequearse.
- Cuál es el criterio de conformidad o no conformidad (qué es lo correcto y qué lo incorrecto).
- Cada cuánto se inspecciona: frecuencia de control o chequeo.
- Quién realiza el chequeo y cuáles son los procedimientos aplicables (González y Bernal, 2012).

5.10 TABLERO DE SOMBRAS

Los tableros de sombras son una herramienta visual utilizada en el método Poka-Yoke para mejorar la calidad de los procesos y evitar errores. El objetivo del Poka-Yoke es diseñar sistemas de trabajo que eviten errores o que los detecten de manera temprana para prevenir defectos. Los tableros de sombras consisten en un tablero que muestra la ubicación de las herramientas o componentes necesarios para un proceso específico. Cada herramienta o componente se muestra en una sombra para indicar su ubicación y facilitar la identificación de si algo falta o está fuera de lugar. De esta manera, el tablero de sombras es una herramienta Poka-Yoke que ayuda a prevenir errores en el proceso de producción (Shingo, 1986).

5.10.1 Para crear un tablero de sombras, siga los siguientes pasos:

- **Identificar el proceso:** seleccione el proceso específico que desea mejorar con el tablero de sombras. Esto puede ser cualquier cosa, desde un proceso de ensamblaje hasta una estación de trabajo de empaque.
- **Identificar las herramientas y componentes:** haga una lista de todas las herramientas y componentes necesarios para completar el proceso seleccionado. Esto puede incluir herramientas manuales, piezas de equipo, tornillos, tuercas y otros elementos esenciales.
- **Tomar medidas:** mida las herramientas y los componentes para determinar las dimensiones precisas de cada sombra que aparecerá en el tablero.
- **Dibujar las sombras:** dibuje las sombras de cada herramienta y componente en el tablero. Asegúrese de que las sombras sean precisas y proporcionales a las herramientas y componentes reales.
- **Etiquetar cada sombra:** etiquete cada sombra con el nombre o número correspondiente de la herramienta o componente para facilitar la identificación.
- **Colocar el tablero de sombras:** coloque el tablero de sombras en un lugar visible y fácilmente accesible para el personal que realiza el proceso. Asegúrese

de que el tablero esté a la altura adecuada y que tenga suficiente iluminación para que sea fácil de leer.

- **Capacitar al personal:** capacite a los empleados sobre cómo utilizar el tablero de sombras y cómo esta herramienta puede ayudarles a prevenir errores y mejorar la calidad del proceso (Depelteau, 2010).

5.11 GRÁFICOS DE CONTROL

Los gráficos de control son herramientas estadísticas utilizadas para monitorear y controlar un proceso o sistema a lo largo del tiempo. Estos gráficos permiten visualizar la variabilidad y tendencias de los datos recopilados, lo que ayuda a identificar patrones inusuales o fuera de control que pueden indicar problemas o desviaciones en el proceso. Los gráficos de control se basan en la recopilación de datos en intervalos regulares y se utilizan para monitorear características o variables de interés en el proceso. Estas características pueden ser medidas como dimensiones, pesos, tiempos, defectos, etc.

Los gráficos de control generalmente constan de una línea central que representa la media o valor objetivo deseado y líneas de control superior e inferior que indican los límites aceptables de variabilidad. Los datos se registran y se grafican en el tiempo, lo que permite observar cualquier patrón o cambio significativo en el comportamiento del proceso. Cuando los puntos de los datos caen dentro de los límites de control, se considera que el proceso está bajo control y presenta una variabilidad aceptable. Sin embargo, si los puntos caen fuera de los límites de control, se puede indicar una variación inusual o una causa especial que requiere una investigación adicional y posibles acciones correctivas.

Los gráficos de control son ampliamente utilizados en la gestión de la calidad y la mejora continua de los procesos. Proporcionan una forma visual y objetiva de evaluar la estabilidad y rendimiento de un proceso, lo que permite tomar decisiones informadas para mantener el control y realizar mejoras en la calidad y eficiencia de este.

Los gráficos de control se pueden clasificar en dos categorías principales: gráficos de control por atributos y gráficos de control por variables (Montgomery, 2012).

5.11.1 Gráficos de control por atributos

Los gráficos de control por atributos constituyen la herramienta esencial utilizada para controlar características de calidad con sólo dos situaciones posibles, como por ejemplo: conforme/disconforme, funciona/ no funciona, defectuoso/no defectuoso, presente/ausente, etc.; o bien para características que se puedan contar, como número de manchas, número de golpes, número de rayas, etc. También en algunas ocasiones se tratan características por variables como atributos, en el caso de que sólo se considere si se cumplen o no las

especificaciones de calidad sin importar cuál es el valor concreto de dicha variable. Las especificaciones de calidad son las medidas deseadas de las características de la calidad en un producto. Las características de calidad se evalúan con respecto a estas especificaciones (Bernabeu, et al., 2012).

- **Gráfico de Control p:** monitorea la proporción de unidades defectuosas en una muestra o subgrupo.
- **Gráfico de Control np:** monitorea el número de unidades defectuosas en una muestra o subgrupo.
- **Gráfico de Control c:** monitorea el número de defectos por unidad en una muestra o subgrupo.
- **Gráfico de Control u:** monitorea el número promedio de defectos por unidad en una muestra o subgrupo (Montgomery, 2012).

5.11.2 Gráficos de control para variables

Los gráficos de control de proceso para variables se basan en la medición de los valores de características de calidad en una escala continua, tales como: longitud, peso, resistencia, densidad, temperatura, etc.

Existen dos tipos básicos de gráficos de control para variables, así:

- **Gráficos de control para el promedio:** Estos gráficos controlan el valor promedio de la característica de calidad en las muestras. Se conocen como gráficos X.
- **Gráficos de control para la amplitud:** Estos gráficos controlan la amplitud o rango de variación de la característica de calidad en las muestras. El rango, R, se define como la diferencia entre el máximo y el mínimo valor de la característica, X, obtenido en una muestra, así: $R = \text{Max}(X) - \text{Min}(X)$. Estos gráficos se conocen como gráficos R.

5.11.2.1 Gráficos X:

Los gráficos X controlan el valor promedio de la característica de calidad arrojada por el proceso a partir de los valores promedios de la característica obtenidos en las muestras y se basan en la distribución muestral de la media de la teoría de muestreo. Para la construcción de los gráficos X, se requiere la determinación de:

- **LINEA CENTRAL:** La línea central se sitúa en el valor de la media del proceso, en el caso de que ésta no se conozca puede estimarse aplicando la teoría del muestreo. $LC = \mu = \mu_X = \bar{X}$.
- **LIMITE SUPERIOR DE CONTROL:** Para gráficos 3 sigma, el LSC se ubica en $\mu + 3\sigma$, donde μ y σ son la media y la desviación estándar del proceso. En el

caso de que σ sea desconocido, se estima su valor a partir de datos históricos o extracción de muestras.

- **LIMITE INFERIOR DE CONTROL:** Para gráficos 3 sigma, el LIC se ubica en $\mu - 3\sigma$, donde μ y σ son la media y la desviación estándar del proceso.

5.11.2.3 Gráficos R

Los gráficos de amplitud o gráficos R están diseñados para detectar cambios en la variabilidad del proceso a partir del cálculo de los rangos de las muestras.

Los valores promedio y desviación estándar del rango de la población se estiman a partir de datos históricos o tomando muestras. La distribución muestral del rango para muestras de tamaño n es aproximadamente normal con $\sigma_R = d_3 R / d_2$, donde d_3 y d_2 están tabulados para diferentes valores de n , en la citada tabla de factores.

Por lo tanto, los límites superior e inferior del gráfico R para 3 sigma, están dados, por:

$$LSC = R + 3 (d_3 R / d_2) = R [1 + (3 d_3 / d_2)]$$

$$LIC = R - 3 (d_3 R / d_2) = R [1 - (3 d_3 / d_2)]$$

Los factores $[1 + (3 d_3 / d_2)]$ y $[1 - (3 d_3 / d_2)]$ se conocen como D_4 y D_3 , respectivamente, y están tabulados para diferentes valores de n , en la citada tabla.

En consecuencia, los límites superior e inferior de control están dados, por:

$$LSC = R * D_4$$

$$LIC = R * D_3 \text{ (Rendon, 2013).}$$

Figura 11. Tabla de factores para gráficos de control 3 sigma

MUESTRA	A1	A2	c2	B1	B2	B3	B4	d2	D1	D2	D3	D4
2	3.760	1.880	0.5642	0	1.843	0	3.267	1.128	0	3.686	0	3.267
3	2.394	1.023	0.7236	0	1.858	0	2.568	1.693	0	4.358	0	2.575
4	1.880	0.729	0.7979	0	1.808	0	2.266	2.059	0	4.698	0	2.282
5	1.596	0.577	0.8407	0	1.756	0	2.089	2.326	0	4.918	0	2.115
6	1.410	0.483	0.8686	0.026	1.711	0.030	1.970	2.534	0	5.078	0	2.004
7	1.277	0.419	0.8882	0.105	1.672	0.118	1.882	2.704	0.205	5.203	0.076	1.924
8	1.175	0.373	0.9027	0.167	1.638	0.185	1.815	2.847	0.387	5.307	0.136	1.864
9	1.094	0.337	0.9139	0.219	1.609	0.239	1.761	2.970	0.546	5.394	0.184	1.816
10	1.028	0.308	0.9227	0.262	1.584	0.284	1.716	3.078	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.973	0.285	0.9300	0.299	1.561	0.321	1.679	3.173	0.812	5.534	0.256	1.744
12	0.925	0.266	0.9359	0.331	1.541	0.354	1.646	3.258	0.924	5.592	0.284	1.716
13	0.884	0.249	0.9410	0.359	1.523	0.382	1.618	3.336	1.026	5.646	0.308	1.692
14	0.848	0.235	0.9453	0.384	1.507	0.406	1.594	3.407	1.121	5.693	0.329	1.671
15	0.816	0.223	0.9490	0.406	1.492	0.428	1.572	3.472	1.207	5.737	0.348	1.652
16	0.788	0.212	0.9523	0.427	1.478	0.448	1.552	3.532	1.286	5.779	0.364	1.636
17	0.762	0.203	0.9551	0.445	1.465	0.466	1.534	3.588	1.359	5.817	0.379	1.621
18	0.738	0.194	0.9576	0.461	1.454	0.482	1.518	3.640	1.420	5.854	0.392	1.608
19	0.717	0.187	0.9599	0.477	1.443	0.497	1.503	3.689	1.490	5.888	0.404	1.596
20	0.697	0.180	0.9619	0.491	1.433	0.510	1.490	3.735	1.548	5.922	0.414	1.586
21	0.679	0.173	0.9638	0.504	1.424	0.523	1.477	3.778	1.606	5.95	0.425	1.575
22	0.662	0.167	0.9655	0.516	1.415	0.534	1.466	3.819	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.647	0.162	0.9670	0.527	1.407	0.545	1.455	3.858	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.632	0.157	0.9684	0.538	1.399	0.555	1.445	3.895	1.759	6.031	0.452	1.548
25	0.619	0.153	0.9696	0.548	1.392	0.565	1.435	3.931	1.804	6.058	0.459	1.541

Fuente: Rendon, 2013

6 METODOLOGÍA

6.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

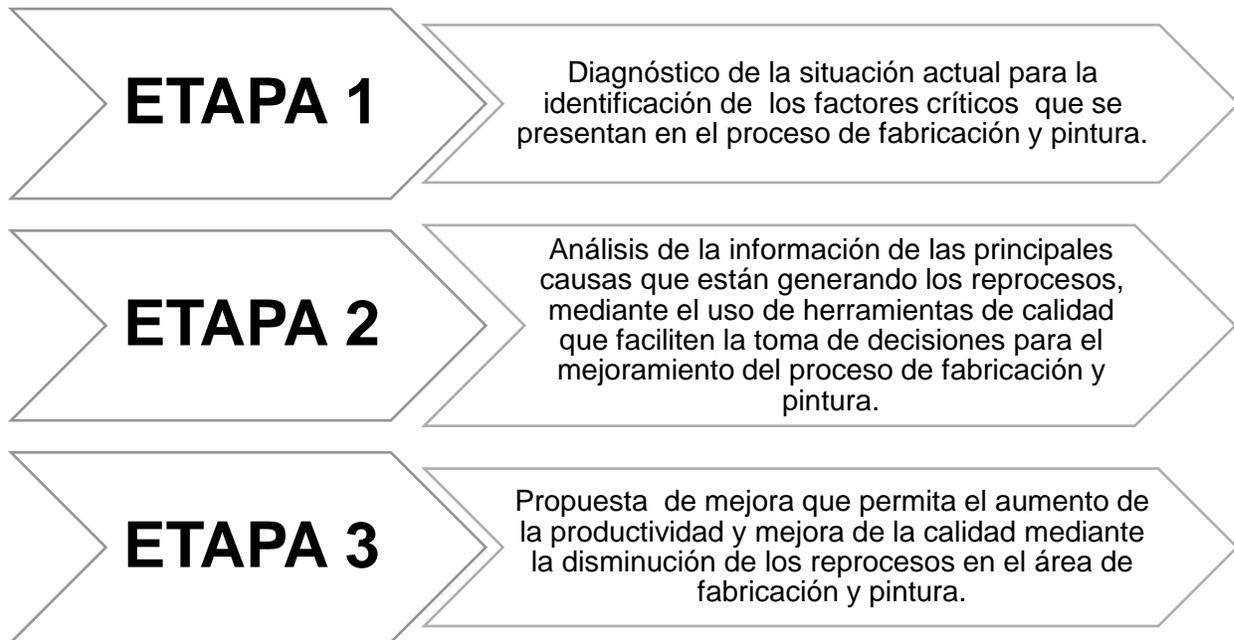
Esta investigación va a tener un enfoque mixto porque de acuerdo con Sampieri et al., (2014) “implica un conjunto de procesos de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema”. Por lo tanto, mediante este enfoque se van a combinar diferentes modelos y herramientas para la recolección de datos y así abordar de manera más efectiva la problemática de los procesos de fabricación y pintura en la empresa MANESCO S.A.S. Según Sampieri et al., (2014) “La meta de la investigación mixta no es reemplazar a la investigación cuantitativa ni a la investigación cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación, combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales”. Por lo que se pretende que al implementar este enfoque se puedan experimentar las teorías propuestas y obtener una visión más completa y precisa de la situación que se está abordando.

Además, este proyecto utilizará el método descriptivo para identificar y detallar las propiedades, características y otros fenómenos importantes que formen parte del proceso en cuestión. También se va a basar en la observación directa, para realizar el registro de información, tales como encuestas, entrevistas y así proporcionar una descripción completa y precisa de los aspectos importantes.

Por lo tanto, para un adecuado desarrollo metodológico de este proyecto se van a abordar tres etapas que permitan de manera estructurada y organizada lograr el alcance de los objetivos específicos y obtener los resultados esperados en cuanto a la propuesta de mejora.

En la figura 12 se relacionan las etapas que se van a desarrollar en el proyecto de investigación.

Figura 12. Etapas del proyecto



Fuente: propia

6.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se describen las etapas que se abordarán en el proyecto y sus respectivos pasos o actividades, con el fin de lograr los objetivos definidos. Además, se relacionan las fuentes de información a utilizar en el proyecto.

En la tabla 5, se indican las principales fuentes de información e instrumentos utilizados en el proyecto.

Tabla 5. Fuentes de información e instrumentos

Fuentes de Información	Instrumentos
<p>Fuente Primaria</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observación directa, mediante visita a la empresa • Reunión con el personal de la empresa 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación de los procesos • Encuesta - Hoja de diagnóstico • Diagrama de Ishikawa • Listas de chequeo • Diagrama de flujo
<p>Fuente Secundaria</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exploración de los referentes teóricos 	<ul style="list-style-type: none"> • Libros • Artículos de revistas científicas • Informes de investigación • Repositorios • Archivos digitales • Sitios web

Fuente: propia

6.2.1 Etapa 1

Con el fin de lograr el primer objetivo específico el cual es “Realizar el diagnóstico de la situación actual para la identificación de los factores críticos que se presentan en el proceso de fabricación y pintura” se van a desarrollar las siguientes actividades.

Actividad 1. Diseño de los formatos que se van a utilizar durante la visita a la empresa para entrevistar al jefe de producción y para ingresar las causas observadas, y hacer la medición del nivel de polivalencia de los colaboradores.

Instrumentos o herramientas a utilizar

- Diseño de la hoja de diagnostico
- Diseño de la matriz de excelencia operacional.
- Diseño de plantilla del diagrama de Ishikawa

Actividad 2. Visita a la empresa. Se va a realizar una observación detallada de los procesos que maneja la empresa.

Instrumentos o herramientas a utilizar

- Hoja de diagnostico
- Matriz de excelencia operacional

Actividad 3. Aplicación del instrumento

Instrumentos a utilizar.

- Hoja de diagnostico
- Matriz de excelencia operacional.

6.2.2 Etapa 2

Con el fin de lograr el segundo objetivo específico el cual es “Analizar la información de las principales causas que están generando los reprocesos, mediante el uso de herramientas de calidad que faciliten la toma de decisiones para el mejoramiento del proceso de fabricación y pintura”, se va a desarrollar la siguiente actividad.

Actividad 1. Análisis de los instrumentos

Instrumentos a utilizar.

- Diagrama de Ishikawa

- Matriz de priorización.

6.2.3 Etapa 3

Con el fin de lograr el tercer objetivo específico el cual es “Elaborar la propuesta de mejora que permita el aumento de la productividad y mejora de la calidad mediante la disminución de los reprocesos en el área de fabricación y pintura”, se va a desarrollar la siguiente actividad:

Actividad 1. Diseño de la propuesta de mejora para la disminución de reprocesos.

Instrumentos o herramientas a utilizar

- Método 5S
- Tablero de sombras
- Listas de chequeo
- Matriz de variabilidad
- Plan de capacitación
- Tarjetas de colores

7. RESULTADOS

Basado en el diagnóstico y análisis realizado en la empresa MANESCO S.A.S, se ha identificado una oportunidad para mejorar el proceso de fabricación y pintura con el objetivo de reducir los reprocesos generados allí. Con esta propuesta, se busca proporcionar acciones de mejora que permitan aumentar la calidad de los productos, reducir costos, cumplir con los plazos de entrega y potenciar la disposición de los colaboradores. De tal manera que la empresa cuente con insumos para posteriormente aplicar una prueba piloto y así valorar su viabilidad.

A continuación, se van a especificar las actividades, herramientas e instrumentos que se realizaron y utilizaron para cumplir con cada una de las etapas.

7.1. ETAPA 1.

Diagnóstico de la situación actual para la identificación de los factores críticos que se presentan en el proceso de fabricación y pintura.

Actividad 1. Diseño de los formatos que se van a utilizar durante la visita a la empresa para entrevistar al jefe de producción y para ingresar las causas observadas, y hacer la medición del nivel de polivalencia de los colaboradores.

Antes de ir a la empresa se diseñaron los formatos que se van a utilizar para documentar lo observado en la empresa, los cuales se indican a continuación.

- Formato hoja de diagnóstico (figura 14), este documento actuará como una guía para realizar una entrevista al jefe de planta con el objetivo de obtener información relevante acerca de las 7M (Método, Máquina, Material, Mano de obra, Medida, Medio ambiente y Mantenimiento).

Figura 13.Formato hoja de diagnóstico

MANESCO		HOJA DE DIAGNÓSTICO		VERSION 01
Operación: Fabricación y pintura				
Departamento: Producción				
Preguntas	Si	No	Observaciones	% NO
1. MATERIALES				
1. ¿Cuenta con el conocimiento previo de los materiales a utilizar en los diferentes procesos?				
2. ¿Identifica la variabilidad de los materiales?				
3. ¿Identifica los calibres y espesores de los mismos?				
4. ¿Cuenta con el conocimiento previo a la hora de hacer el acopio del material?				
5. ¿Realiza inspección de calidad a la hora de la recepción del material?				
2. MAQUINARIA / EQUIPOS				
1. ¿Tiene los equipos adecuados para realizar los procesos?				
2. ¿La maquinaria que tiene es suficiente para suplir las necesidades del cliente?				
3. ¿Los equipos cuentan licencias , hojas de vida y certificados necesarios para ser operados?				
4. ¿Cuenta con un instructivo de operación?				
5. ¿Se realiza una inspección al iniciar cada operación?				
3. MANO DE OBRA				
1. ¿ El personal que desarrolla las actividades está capacitado?				
2. ¿ cuenta con el personal suficiente para satisfacer la demanda de los clientes?				
3. ¿Cuenta con un plan de capacitación y evaluación para el personal operativo?				
4. ¿Los operarios tienen la suficiente experiencia?				
5. ¿ Existe un líder de la operación?				
4. MÉTODO DE TRABAJO				
3. ¿El personal que desarrolla las actividades está capacitado?				
4. ¿Cuenta con el personal suficiente para satisfacer la demanda de los clientes?				
5. ¿Cuenta con un plan de capacitación y evaluación para el personal operativo?				
6. ¿Los operarios tienen la suficiente experiencia?				
7. ¿ Existe un líder de la operación				
5. MEDIO AMBIENTE				
1. ¿ Cuenta con un clima laboral adecuado?				
2. ¿ Los colaboradores tienen una buena comunicación ?				
3. ¿ Están organizados los puestos de trabajo?				
4. ¿Cuenta con un área definida para el acopio del material?				
5. ¿ las instalaciones locativas, cuentan con buena iluminación y ventilación?				
6. MEDICIÓN				
1. ¿ Se tienen indicadores de calidad o productividad definidos?				
2. ¿ Durante el proceso se le realiza inspecciones a la estructura?				
3. ¿ Hay herramientas metrológicas para el proceso?				
4. ¿ Se mide el tiempo ocioso del empleado?				
5. ¿ Se lleva a cabo de DOSSIER de calidad?				
7. MANTENIMIENTO				
1. ¿ Se le realiza mantenimiento a los equipos ?				
2. ¿ Cuenta con un programa de mantenimiento preventivo?				
3. ¿ Se le hace inspección a la máquina CNC antes de operarlo?				
4. ¿ Existe personal dedicado solo a mantenimiento?				
5. ¿ Existe algún plan de mantenimiento locativo?				
	1. MATERIALES 2. MAQUINARIA / EQUIPOS 3. MANO DE OBRA 4. MÉTODO DE TRABAJO 5. MEDIO AMBIENTE 6. MEDICIÓN 7. MANTENIMIENTO PROMEDIO GENERAL NO CUMPLIMIENTO			0% 0% 0% 0% 0% 0% 0%
Los ítem de mayor % son los mas críticos, los que hay que atacar con prioridad y de forma inmediata.				

Fuente: propia

En la figura 13, se muestra el formato de la hoja de diagnóstico, este consta de una serie de preguntas, las cuales fueron pensadas como una forma de evaluar y documentar el estado actual de los procesos de fabricación y pintura. Hay que tener en cuenta que dependiendo del problema o necesidad se pueden plantear diferentes preguntas y que no hay una cantidad específica. Las preguntas tienen opción de respuesta tipo “SI”, es decir que cumple, o “No”, es decir que no cumple. Con el fin de contabilizar las respuestas tipo “No” y generar un porcentaje de éstas, el entrevistado debe marcar con una “X” la opción que corresponda a su respuesta, y las de tipo “Si”, se representarán en la gráfica circular (parte inferior de la figura) solo indicando el porcentaje de cumplimiento, esta se expresará en color verde, también en la gráfica circular aparecerá el porcentaje de “No” cumplimiento en color rojo. Además, se ha incluido un espacio para observaciones en cada pregunta, donde se puede colocar una breve explicación en caso de respuestas negativas. Este espacio permite obtener información adicional y detallada que puede ser valiosa para identificar problemas y áreas de mejora.

- Matriz de excelencia operacional, esta herramienta se aplicará a los colaboradores involucrados en los procesos de fabricación y pintura, permitirá asignar puntuaciones a cada colaborador en función de su conocimiento y habilidad en cada actividad específica, con el fin de identificar si hay colaboradores que son muy especializados en ciertas operaciones o si, por el contrario, necesitan mejorar en algunas áreas. A continuación, se presenta el formato diseñado.

Figura 14. Formato matriz de excelencia operacional

		Analistas: Paula Andrea Martínez Graciano-Sorleni Arango Muñoz									
MATRIZ DE EXCELENCIA OPERACIONAL		PROCESO: Fabricación y pintura									
Parámetros y Valoración		Códigos Operadores									
Nivel %		OP1 OP2 OP3 OP4 OP5 OP6 OP7 OP8 OP9 OP10									
1 No sabe la operación 2 Lo hace seguro 3 Lo hace seguro y con calidad 4 Lo hace seguro con calidad y productividad 5 Lo hace seguro con calidad, product. e innov.		Operaciones									
1		3									
0% 25% 50% 75% 100%		% Operaciones									
Resumen de datos conocimiento		Operadores:									
Nivel %											
1 No sabe la operación 2 Lo hace seguro 3 Lo hace seguro y con calidad 4 Lo hace seguro con calidad y productividad 5 Lo hace seguro con calidad, product. e innov.		2									
6		4									
0% 0% 0% 0% 0%		5									
Total Consolidación % de Participación		0%									

Fuente: propia

Posteriormente, se van a detallar las características de la figura 14:

1.Parametros y valoración: hacen alusión a la calificación que se le asignará a cada colaborador, estos fueron definidos con base a la tabla 6. Son los que se deben tener en cuenta para la evaluación en el sitio de valoración.

Tabla 6. Rangos de valoración

PARAMETRO	QUE EVALUA
1. NO SABE LA OPERACIÓN	Se refiere a un conocimiento nulo o muy limitado sobre el proceso, en el que el colaborador requiere una formación inicial para poder desarrollar tareas en el proceso.
2. LO HACE SEGURO	Se refiere a un conocimiento elemental y mínimo necesario para realizar tareas simples en el proceso.
3. LO HACE SEGURO Y CON CALIDAD	Se refiere a un conocimiento medio, capaz de realizar tareas más complejas y de resolver problemas de menor complejidad en el proceso.
4. LO HACE SEGURO CON CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD	Se refiere a un conocimiento especializado, capaz de resolver problemas complejos y de desempeñarse de manera eficiente en el proceso.
5. LO HACE SEGURO CON CALIDAD, PRODUCTIVIDAD E INNOVACIÓN	Se refiere a un conocimiento excepcional, capaz de liderar el proceso y de identificar oportunidades de mejora.

Fuente: Martínez, 2022c

En la tabla 6, se relacionan el parámetro de evaluación que se colocará en la matriz teniendo en cuenta, las habilidades o conocimientos del evaluado, que va de 1 a 5. Además, se asigna un porcentaje de nivel de valoración, el cual se va a detallar a continuación:

1. No sabe la operación, el nivel de valoración asignado será del 0%
 2. Lo hace seguro, el nivel de valoración será del 25%.
 3. Lo hace seguro y con calidad, el nivel de valoración será del 50%
 4. Lo hace seguro con calidad y productividad, el nivel de valoración será del 50%
 5. Lo hace seguro con calidad, productividad e innovación, el nivel de valoración será del 50%
2. **Operaciones:** se colocan las actividades o subprocesos que intervienen en la empresa, preferiblemente que sigan una secuencialidad del proceso, ejemplo, corte, armado, etc.
 3. **Códigos operacionales (Op1):** se refiere al nombre del colaborador a evaluar, se sugiere colocar inicialmente al colaborador con mayor tiempo hasta el que

menos tiempo en la empresa. Además, no tiene un límite de códigos, se pueden colocar la cantidad de operarios que se necesite evaluar.

4. **Sitio de valoración:** en este lugar es donde se coloca la calificación del operario de 1 a 5, según la operación evaluada, con base en la tabla 6, rangos de valoración. A medida que se va asignando la calificación, se va generando un semáforo de la siguiente manera:

 1	Para indicar que no sabe la operación.
 2	Para indicar que lo hace seguro.
 3	Para indicar que lo hace seguro y con calidad.
 4	Para indicar que lo hace seguro con calidad y productividad.
 5	Para indicar que lo hace seguro con calidad y productividad y genera innovación.

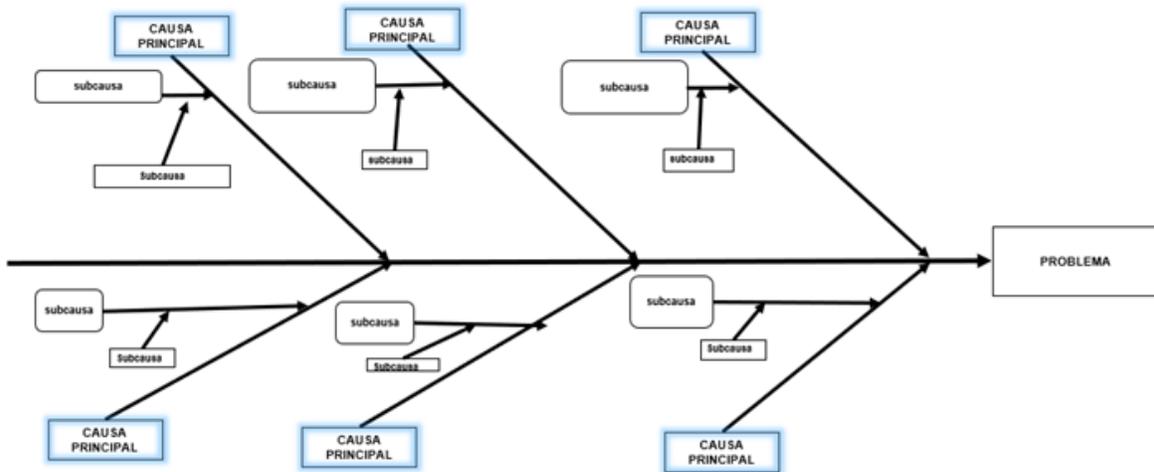
5. **% Operaciones:** indica el porcentaje de conocimiento que tienen los colaboradores con respecto a una actividad en específico, se calcula automáticamente con base a la calificación otorgada a cada colaborador con la fórmula =contar.si ().

6. **Resumen de los conocimientos:** indica el porcentaje de conocimientos que tienen los colaboradores. Se genera automáticamente a partir de la evaluación asignada a cada miembro del equipo, la fórmula de Excel planteada para este cálculo es =contar.si. conjunto ().

- Plantilla del diagrama de Ishikawa, con el fin de realizar el análisis con base a la información proporcionada por las herramientas mencionadas anteriormente, en esta se van a identificar de forma gráfica las causas que están involucradas en la generación de los reprocesos en el área de fabricación y pintura.

A continuación, se presenta el diseño de la plantilla del diagrama de Ishikawa, que se realizó para el proyecto, (Figura 15)

Figura 15. Formato diagrama de Ishikawa



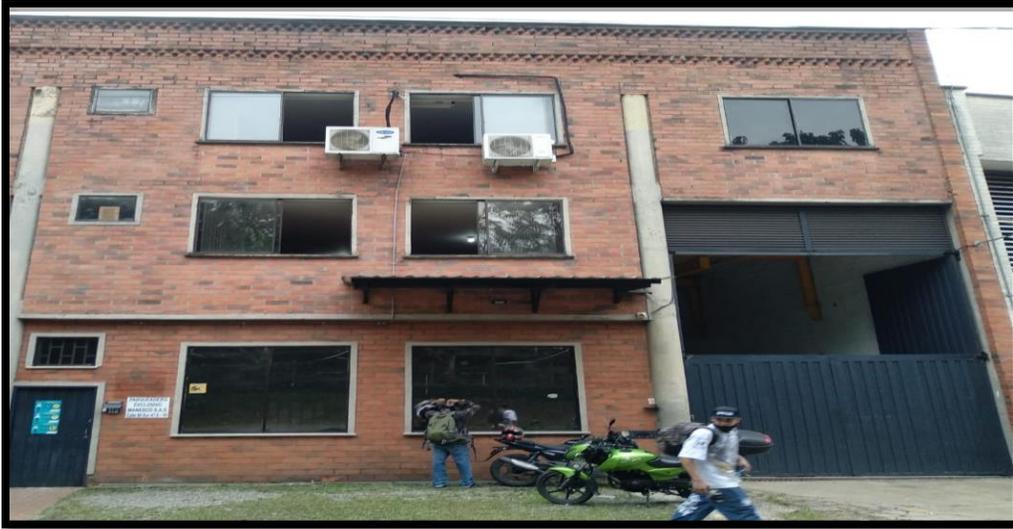
Fuente: propia

En la figura 15, se muestra el esquema de Ishikawa, para su construcción se debe iniciar identificando el problema, el cual es la cabeza de la espina de pescado y debe ir en un cuadrado o rectángulo, seguido se diseña la vértebra, de la cual van a salir las espinas que se refiere a las posibles causas de la causa principal del problema. Hay que tener en cuenta, que no hay una cantidad específica de causas y subcausas que deban incluirse en un diagrama de Ishikawa, ya que esto puede variar según el problema específico que se esté analizando y la complejidad de este.

Actividad 2. Visita a la empresa. Se va a realizar una observación detallada de los procesos que maneja la empresa.

La reunión se realiza en la planta de producción, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Sabaneta en la dirección Calle 80 sur No. 47 E 70. A continuación, se relaciona la fachada de la empresa (figura 16).

Figura 16. Fachada MANESCO S.A.S

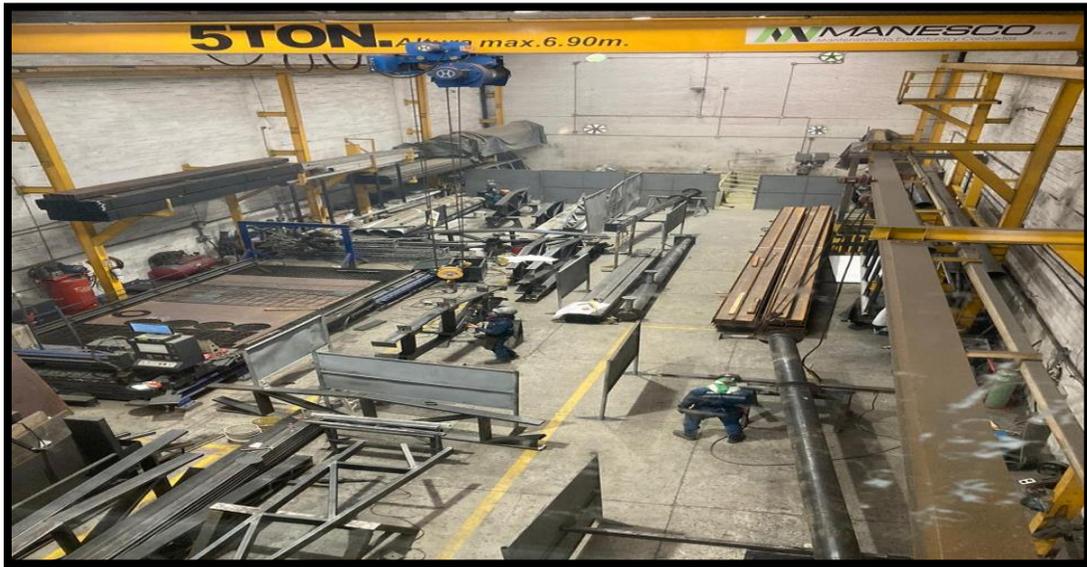


Fuente: propia

En la figura 16, se logra reconocer la infraestructura actual, esta cuenta con 3 pisos, en el primero se llevan a cabo los procesos productivos de transformación de la estructura metálica, el segundo piso está destinado para el área de compras, seguridad y salud en trabajo, las personas encargadas de diseño y la zona de trabajo del jefe de producción y en el tercer piso se encuentra el área administrativa encargada de coordinar y materializar la planificación estratégica.

La reunión se realiza con el jefe de planta, el señor Junior Muñoz, el cual procede a realizar un recorrido por la empresa, para conocer los diferentes procesos que se llevan a cabo (figura 17).

Figura 17. Planta de producción MANESCO S.A.S



Fuente: propia

En la figura 17 se puede observar el interior de la planta de producción de la empresa, donde se llevan a cabo los procesos de fabricación y pintura junto con sus subprocesos. Se evidencia que los materiales y la materia prima son almacenados de manera caótica, sin seguir un orden específico ni contar con una ubicación determinada, lo que ocasiona desorden y obstrucción en la planta. Adicionalmente, los pasillos se encuentran inhabilitados y las señalizaciones de los procesos no son claras, lo que dificulta la identificación de las diferentes áreas de trabajo, las cuales en algunas ocasiones se dividen por medio de mamparas. La falta de demarcación de las zonas de trabajo también representa un problema, ya que puede generar confusiones y afectar la eficiencia y seguridad en el desarrollo de las operaciones.

A continuación, se van a describir los procesos observados durante la visita a la empresa.

- **DISEÑO Y DIBUJO:** la empresa realiza el diseño de la estructura según las especificaciones del cliente. Cuando éste solicita un diseño específico o en un material diferente al que maneja la empresa esta procede a hacer la cotización por medio de un tercero para llevar a cabo la ejecución de éste y así satisfacer la necesidad del cliente.
- **COMPRA DE MATERIAL:** la empresa cuenta con unos proveedores ya establecidos que fueron elegidos por medio de una evaluación, los cuales deben de cumplir con unos parámetros que la empresa necesita, stock de material, créditos a 60 o 90 días, entre otros. A la hora de realizar la compra del material

se procede a realizar una orden de compra, se solicita la cotización y posterior a esto, la compra del material requerido.

- **ALMACENAMIENTO DE MATERIAL:** una vez comprados los materiales, el proveedor despacha a la planta de la empresa el material, al recibirlo, éste se almacena por lotes según especificaciones, el material que ingresa no se inspecciona. A continuación, se muestra el lugar donde se realiza el almacenamiento de los materiales (figura 18).

Figura 18. Almacén de materia prima



Fuente: propia

En la figura 18, se muestra cómo se están almacenando las materias primas actualmente en el almacén, se evidencia desorden en el lugar ya que los materiales están dispersos por toda el área, no existe una clasificación de los insumos ni un sistema de organización. Además, la persona encargada del almacén no utiliza elementos de protección personal mientras manipula los materiales, exponiéndose a posibles incidentes o accidentes.

A continuación, se relaciona como se realiza el almacenamiento en área de la planta de producción (figura 19).

Figura 19. Almacenamiento en el área de los procesos



Fuente: propia

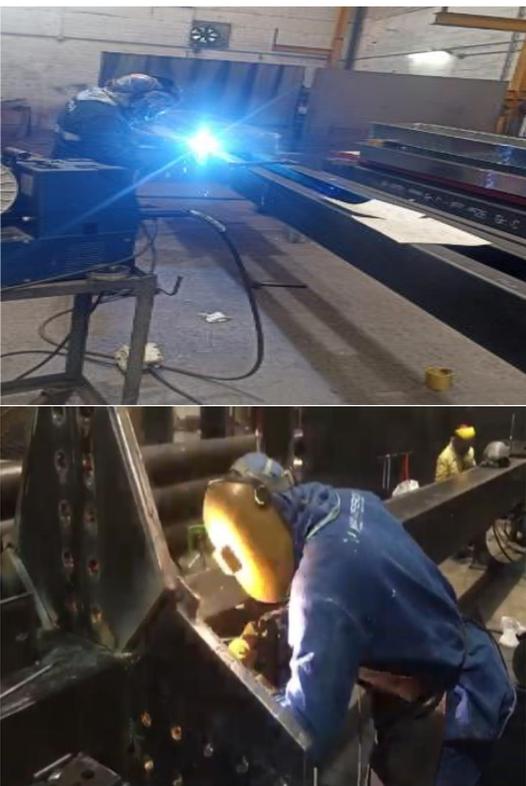
En la figura 19, se aprecia que, en diversas zonas de la empresa, se almacenan distintos tipos de materiales y materias primas, tales como tubería metálica y parales, que son utilizados para la fabricación de estructuras. Sin embargo, estos materiales se encuentran almacenados de manera aleatoria, sin una clasificación clara y sin utilizar un orden específico para su almacenamiento. Esto provoca obstrucciones y desorden en la zona de trabajo.

- **FABRICACIÓN:** el proceso consta de las siguientes etapas: corte, armado y soldadura. Durante estas etapas, se transforma la materia prima, como el acero, aluminio y acero inoxidable, que se presenta en forma de placas, perfiles, tubos y barras, en estructuras metálicas de acuerdo con las especificaciones del cliente y cumpliendo con las normas establecidas. Es un proceso riguroso que requiere de habilidades técnicas y destreza en la manipulación de herramientas y maquinarias, con el objetivo de garantizar la calidad y resistencia de las estructuras metálicas.

En la tabla 7, se detallan los subprocesos de fabricación.

Tabla 7. Subprocesos de fabricación

SUBPROCESO	FIGURA
<p>Corte: el corte de la estructura se realiza dependiendo de las especificaciones dadas por el jefe de planta, estas están plasmadas en el plano estructural, los cortes se realizan de forma manual con ayuda de la tronzadora, pulidora y el sinfín.</p>	
<p>El corte y perforación de platinaría se realiza mediante el uso de CNC (control numérico computarizado) por medio de esta se realiza la programación de los cortes en la memoria USB, donde se especifican las medidas y el calibre del material a utilizar, por último, el operario programa la CNC para llevar a cabo dichos cortes o perforaciones.</p>	
<p>Armado: el oficial con la ayuda del ayudante realiza de forma manual el armado de las piezas que se le están solicitado, por medio de los planos de fabricación que le fueron suministrados por el jefe de planta con las indicaciones para llevar a cabo este proceso, el cual consiste unir uno o varios elementos para formar una pieza ya sea viga, columna, correa, templero, gualdera, pasamanos entre otros.</p>	

SUBPROCESO	FIGURA
<p>Soldadura: El oficial de soldadura es el encargado de resoldar las piezas que fueron armadas anteriormente, para ello se deben de hacer cordones de soldadura de 3 a 4 mm en la estructura según indicaciones de los planos, este proceso lo debe de realizar una persona que este certificada y a la hora de realizar las pruebas no se tengan inconvenientes.</p>	

Fuente: propia

- **PREPARACIÓN Y PINTURA:** la preparación de la estructura se ejecuta según el tipo de tubería o estructura, si la tubería tiene estrías o porosidad se realiza bajo la norma SSPC con el método SP1 (Limpieza con solvente para eliminar grasa, polvo y suciedad); en caso de que sea tubería lisa se le realiza un proceso de limpieza tipo SP2 (Limpieza manual con lija) con el propósito de aumentar la rugosidad del material y garantizar un perfil de adherencia para la pintura.

La pintura se debe realizar mediante el método de aplicación por aspersion, en el cual el material de pintura se coloca en un recipiente y por medio del aerógrafo las pequeñas partículas se esparcen sobre la superficie de la estructura metálica. Además, se debe utilizar como capa de protección un anticorrosivo alquídico color gris y como capa de acabado un esmalte alquídico color negro mate para preservar la durabilidad y protección en el tiempo, también, se debe utilizar un sistema de pintura con un espesor de película seca de 4Mils.

A continuación, se detallan los subprocesos que hacen parte del proceso de pintura.

- **Pulida y grateado:** se quitan todos los residuos dejados en el proceso de soldadura, con la ayuda de una pulidora de 4" pulgadas ,1 grata plata y después

un disco de zirconio, primero se les pasa la grata a los cordones de soldadura, luego con el disco de zirconio se pule la pieza con el fin que no quede ningún residuo de soldadura.

- **Masillado y lijada:** se le aplica masilla dónde quedan los poros de la soldadura, posterior a esto se debe de realizar un barrido de la masilla que se aplicó sobre la pieza, para ello se utiliza diferentes calibres de lija 80,100,120, 150 y 180 con el fin de quitar los grumos de la estructura y que esta quede en óptimas condiciones para pasarla al siguiente proceso. A continuación, (Figura 20), se hace referencia la actividad.

Figura 20. Aplicación de masilla a estructura



Fuente: propia

En la figura 20, se muestran dos operarios, en el lado izquierdo se encuentran uno aplicando la masilla a la estructura, y en el lado derecho se encuentra el otro operario lijando la pieza.

- **Aplicación de anticorrosivos:** el pintor es la persona encargada de realizar este proceso, se utilizan diferentes tipos de anticorrosivo entre ellos tenemos el epóxico y el alquídico, la utilización de estos mismos se lleva a cabo según requerimiento del cliente, normalmente cuando son piezas pequeñas se aplica mediante una brocha de 4", cuando la estructura es de gran volumen se hace mediante un compresor y el aerógrafo este proceso se realiza con el fin de evitar que el óxido dañe la pintura de acabado a largo tiempo.

- **Lijada:** se lija el anticorrosivo con una lija 180 con el fin de darle una buena presentación a la pieza, y en el momento de darle el acabado no muestre ningún detalle de grumos de la masilla.
- **Aplicación de pintura de acabado:** se hace mediante un compresor con su aerógrafo. Se siguen las especificaciones del cliente, el pintor debe garantizar que a la hora de realizar prueba de espesor o de adherencia la pieza cumpla con estos requisitos.
- **ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO:** una vez finalizado el proceso de fabricación y previo al envío a obra para el montaje, las estructuras son almacenadas por tipo y obra. A continuación, se hace referencia al área de almacenamiento de las estructuras terminadas (figura 21).

Figura 21. Almacenamiento producto terminado.



Fuente: propia

En la figura 21, se muestra el almacenamiento del producto terminado, aunque el jefe de planta indica que hay un sitio para realizar el almacenamiento, durante la visita en la empresa, se pudo observar que el sitio de almacenamiento del producto terminado carece de organización. A pesar de que existe un área designada para tal fin, hay productos dispersos por toda la planta, además no se encontraron demarcaciones ni señalizaciones que indiquen claramente donde se deben almacenar las piezas. Así mismo, se pudo notar la presencia de otros productos que no tienen relación con las piezas que se deben almacenar, lo que dificulta la identificación y selección de estas para su envío al cliente. El sitio de almacenamiento presentaba piezas arrumadas y sin un orden aparente, lo que puede generar problemas en la gestión de inventario y afectar la eficiencia en el proceso de entrega de productos.

- **MONTAJE:** es la materialización de puntos de anclaje (instalación de platinas y anclas), seguidamente se instala la estructura sobre el anclaje garantizando propiedades como hilo, plomo y nivel. En este proceso se realizan actividades secundarias de soldadura y pintura, y se ejecuta en el proyecto del cliente. Durante el recorrido se identificó, que se utiliza la siguiente maquinaria o equipos (tabla 8) para ejecutar el proceso de fabricación y pintura.

Tabla 8. Maquinaria que interviene en el proceso

MÁQUINAS	FIGURA
<p>Compresor de aire: es una máquina que, cuando aumenta su presión, desplaza fluidos compresibles, como gases o vapores. Así, se produce un intercambio de energía entre la propia máquina y el fluido, en el que el trabajo que ejerce el compresor para pintar se transfiere a la sustancia.</p>	
<p>Aerógrafo: es un pulverizador neumático que mezcla aire a presión con la pintura absorbida por efecto la corriente de aire transporta la pintura pulverizada y la dirige hacia la superficie, depositando las finas partículas de pintura.</p>	
<p>Pulidora: herramienta eléctrica que corta y desbasta. Sirve para trabajar en metal, concreto, cerámica, piedra y madera.</p>	

MÁQUINAS	FIGURA
<p>Equipo de soldadura: con este equipo se hace la unión de las diferentes piezas, se inicia con un punto de soldadura y posterior a esto se le hace el cordón de soldadura, se utiliza soldadura revestida o la soldadura con el equipo mig.</p>	
<p>Taladro percutor: esta herramienta es utilizada para realizar las perforaciones en los muros de concreto, para realizar los anclajes para el montaje de estructura.</p>	
<p>Base magnética: se hacen las perforaciones en platineria, es una herramienta que se utiliza más en el campo a la hora de corregir algunos reprocesos que se presentan.</p>	

MÁQUINAS	FIGURA
<p>Oxicorte: es utilizado a la hora de cortar las piezas que fueron unidas anteriormente con soldadura, el cual debe ser reparado por algún mal procedimiento que se presentó, esta herramienta nos ayuda hacer un corte más pulido.</p>	

Fuente: propia

En la tabla 8, se indica que maquinaria se utiliza y su respectiva figura. El jefe de planta indica que no hay un inventario de la maquinaria expuesta anteriormente, pero durante el recorrido se logró observar 1 máquina de oxicorte, dos compresores, 1 maquina CNC, tres taladros percutores, 1 base magnética, 2 equipos de soldadura, 2 pulidoras, 1 maquina sinfín y 1 tronzadora. La mayoría de las maquinas se encuentran en un estado óptimo para ejecutar su función, aunque presentaban suciedad; también se evidencia maquinaria dispersa por toda la planta al igual que las herramientas como flexómetros, entre otros.

Posteriormente se relacionan los empleados que forman parte de la empresa con sus respectivos cargos.

Tabla 9. Colaboradores MANESCO S.A.S

CARGO	NÚMERO DE EMPLEADOS
Área Administrativa	
Gerente general	1
Contador	2
Gestión humana	1
Compras	1
Ingeniería	5
Jefe de planta	1
Dibujante	1
Conductor	2
Almacenista	2
Área Operativa	
Inspectores SST	3
Coordinador SST	1
Oficial armado-soldadura-montaje	12

CARGO	NÚMERO DE EMPLEADOS
Líder de montaje	2
Pintores	6
Auxiliares	30

Fuente: propia

En la tabla 9, se muestra una nómina de 70 empleados, los cuales se dividen en dos áreas principales: la administrativa y el personal operativo. El área administrativa está conformada por 16 personas que se encargan de las labores administrativas, contables y de supervisión. Por otro lado, el personal operativo está compuesto por 54 trabajadores que se rotan por los diferentes frentes de trabajo que existen en la empresa. Estos trabajadores desempeñan diferentes labores como corte, armado, soldadura, pintura y otros procesos como montaje de estructuras metálicas, tanto en la planta como en el lugar de montaje, es por esto, que algunos días en la planta se presentan 10 colaboradores operativos o menos y el resto son destinados al sitio del proyecto. Todo depende de la demanda de las piezas o del tiempo que indica el cliente.

Mientras se realizaba el recorrido se logró dialogar con algunos colaboradores operativos que se encontraban en la planta, quienes expresaron que les parecía muy positivo que la empresa les brindara la oportunidad de ingresar sin tener conocimientos específicos de los procesos. De acuerdo con ellos, la empresa les da la oportunidad de aprender, no se les realiza pruebas de conocimiento al ingresar y las capacitaciones se enfocan principalmente en temas de seguridad y salud en el trabajo.

Además, los colaboradores indican que adquieren sus conocimientos empíricamente, el cual es transmitido por los compañeros que llevan mayor tiempo en la empresa o el jefe de planta y que, dependiendo de las habilidades que van adquiriendo, se les van asignando más tareas y responsabilidades. Según los empleados, a los colaboradores que se les solicita tener un conocimiento previo o experiencia son principalmente a los soldadores y los pintores, ya que estas tareas requieren habilidades específicas y conocimientos técnicos para su correcta ejecución.

Después de realizar la visita a la empresa, se ha llegado a la conclusión de que existe una falta evidente de documentación de los procesos en la organización. Esto puede provocar que los nuevos empleados tengan dificultades para comprender cómo se llevan a cabo las diferentes actividades y, por lo tanto, estén expuestos a cometer errores que podrían afectar negativamente el rendimiento de la empresa.

Además, se ha observado que no hay un diagrama de flujo definido y se presenta un alto grado de desorden en toda la planta, ya que, a pesar de haber un lugar destinado para almacenamiento, este no se respeta o no es suficiente para la cantidad de materiales y materia prima que se utiliza. Las máquinas y las

herramientas también están dispersas, lo que dificulta el tránsito efectivo tanto del personal como de la materia prima y el producto terminado. Se ha identificado que los colaboradores deben aprender a medida que algún compañero les va explicando o van adquiriendo conocimientos o experiencia de forma individual, lo que puede afectar la calidad del trabajo y la satisfacción del cliente. Adicionalmente, no se generan inspecciones del producto durante el proceso de fabricación y pintura, si el producto queda con alguna irregularidad no se reintegra al proceso anterior para solucionarlo.

Actividad 3. Aplicación del instrumento

Durante la visita a la empresa, se realizó la entrevista con el jefe de planta para obtener información valiosa acerca de los procesos de fabricación y pintura en la empresa. Para llevar a cabo esta entrevista, se utilizó la hoja de diagnóstico, la cual permitió obtener respuestas claras y precisas sobre los diferentes aspectos de la empresa y enfocados en las 7M. A continuación, se muestran las respuestas brindadas por el jefe de planta, (figura 22).

Figura 22. Hoja de diagnóstico - Respuestas del jefe de planta

		HOJA DE DIAGNÓSTICO	VERSION 01
Operación: Fabricación y pintura		Jefe de planta.	
Departamento: Producción			
Preguntas	Si	No	Observaciones
1. MATERIALES			
1. ¿Cuenta con el conocimiento previo de los materiales a utilizar en los diferentes procesos ?	X		
2. ¿ Identifica la variabilidad de los materiales ?	X		
3. ¿ Identifica los calibres, espesores de los mismos?	X		
4. ¿ Cuenta con el conocimiento previo a la hora de hacer el acopio del material?		X	Solo algunos operarios
5. ¿ Realiza inspección de calidad a la hora de la recepción del material?		X	No se realiza ninguna inspección de los materiales
40%			
2. MAQUINARIA/ EQUIPOS			
1. ¿ Tiene los equipos adecuados para realizar los procesos?	X		
2. ¿ La maquinaria que tiene es suficiente para suplir las necesidades del cliente?	X		
3. ¿ Los equipos cuentan licencias , hojas de vida y certificados necesarios para ser operados?	X		
4. ¿ Cuenta con un instructivo de operación?	X		
5. ¿ Se realiza una inspección al iniciar cada operación?	X		
0%			
3. MANO DE OBRA			
1. ¿ El personal que desarrolla las actividades esta capacitado?		X	Se le da la oportunidad de que aprendan en la empresa
2. ¿ cuenta con el personal suficiente para satisfacer la demanda de los clientes?		X	Los operarios deben rotar entre la planta y el lugar del montaje
3. ¿ Cuenta con un plan de capacitación y evaluación para el personal operativo?		X	Se les explica en que consiste el proceso y se coloca un operario con mayor experiencia para que le explique a los nuevos
4. ¿ Los operarios tienen la suficiente experiencia?		X	Se reciben operarios sin experiencia, solo se pide experiencia para soldadores y pintores
5. ¿ Existe un líder de la operación?	X		el líder es el mismo jefe de planta
80%			
4. MÉTODO DE TRABAJO			
1. ¿ Cuenta con estandarización de procesos ?		X	Todo se realiza a medida que se valla necesitando ejemplo, si ha ya pieza soldada que le sirva a una estructura esta se utiliza, no tenemos secuencia en los procesos
2. ¿ Se cuenta con un manual de instrucciones para realizar el proceso?		X	No hay manuales, todo se informa verbalmente al operario de como se debe hacer
3. ¿ hay definido un método de trabajo?	X		Se indica verbalmente que actividad debe hacer e
4. ¿ Hay planificación de la producción?	X		Se reúnen los operarios que hay en la planta y se les asigna la tarea a realizar
5. ¿ La empresa cuenta con un sistema de gestión de calidad establecido y documentado?		X	No hay documentos para verificar que los productos salen conforme a lo solicitado por el cliente
60%			
5. MEDIO AMBIENTE			
1. ¿ Cuenta con un clima laboral adecuado?	X		
2. ¿ Los colaboradores tienen una buena comunicación ?	X		
3. ¿ Están organizados los puestos de trabajo?	X		
4. ¿ Cuenta con un área definida para el acopio del material?	X		
5. ¿ las instalaciones locativas, cuentan con buena iluminación y ventilación?	X		
0%			
6. MEDICION			
1. ¿ Se tienen indicadores de calidad o productividad definidos?		X	Aun no se ha implementado ningún indicador, solo de satisfacción del cliente
2. ¿ Durante el proceso se le realiza inspecciones a la estructura?	X		al finalizar el proceso se ve si la pieza esta bien hecha
3. ¿ Hay herramientas metrológicas para el proceso?	X		
4. ¿ Se mide el tiempo ocioso del empleado?		X	Todos los operarios hacen la tarea asignada apenas la termine empieza con otra
5. ¿ Hay documentación de los procesos?		X	Todo se indica verbalmente sobre la actividad que debe realizar en el día
60%			
7. MANTENIMIENTO			
1. ¿ Se le realiza mantenimiento a los equipos ?	X		los operarios miran que la maquina funcione bien.
2. ¿ Cuenta con un programa de mantenimiento preventivo?	X		
3. ¿ Se le hace inspección a la maquina CNC antes de operarlo?	X		
4. ¿ Existe personal dedicado solo a mantenimiento?	X		
5. ¿ Existe algún plan de mantenimiento locativo?	X		se tiene asignado a un colaborador para organizar (barrer, trapear, limpiar vidrios)
0%			



Fuente: propia

De acuerdo con la figura 22, se puede validar que, en general, la empresa presenta un porcentaje de no cumplimiento del 34% basado en las respuestas negativas proporcionadas. Los aspectos principales que contribuyen a la generación de reprocesos en la empresa son los materiales, la mano de obra, el método de trabajo y la medición, los cuales representan el mayor porcentaje de participación en esta problemática. Por otro lado, se observa un porcentaje de cumplimiento del 66% según las respuestas positivas proporcionadas por el jefe de planta.

Con el fin de contribuir a una identificación adecuada de las causas principales que generan el problema de los reprocesos en la empresa, las investigadoras también respondieron las preguntas de la hoja de diagnóstico. A continuación, se muestra la hoja de diagnóstico diligenciada por estas.

Figura 23. Hoja de diagnóstico diligenciada por las investigadoras.

MANESCO		HOJA DE DIAGNÓSTICO	VERSIÓN 01	
Operación: fabricación y pintura de estructura metálica Departamento: Producción		Paula Andrea Martínez Graciano- Sorleni Arango		
Preguntas	Si	No	Observaciones	% NO
1. MATERIALES				
1. ¿Cuenta con el conocimiento previo de los materiales a utilizar en los diferentes procesos ?	x			40%
2. ¿ Identifica la variabilidad de los materiales ?		x	No existe ningún control para validar si los materiales enviados por el proveedor son idóneos o cumplen con las especificaciones del cliente	
3. ¿ Identifica los calibres, espesores de los mismos?	x			
4. ¿ Cuenta con el conocimiento previo a la hora de hacer el acopio del material?	x			
5. ¿ Realiza inspección de calidad a la hora de la recepción del material?		x	No se realiza control de calidad de los materiales enviados por los proveedores	
2. MAQUINARIA/ EQUIPOS				
1. ¿ Tiene los equipos adecuados para realizar los procesos?	x			20%
2. ¿La maquinaria que tiene es suficiente para suplir las necesidades del cliente?		x	Hay poca maquinaria para cuando aumenta la producción	
3. ¿ Los equipos cuentan licencias , hojas de vida y certificados necesarios para ser operados?	x			
4. ¿ Cuenta con un instructivo de operación?	x			
5. ¿ Se realiza una inspección al iniciar cada operación?	x		El operario inspecciona visualmente la maquina	
3. MANO DE OBRA				
1. ¿ El personal que desarrolla las actividades esta capacitado?		x	El personal desarrolla las actividades empíricamente	100%
2. ¿ cuenta con el personal suficiente para satisfacer la demanda de los clientes?		x	Dado que los operarios deben rotar entre la planta y los proyectos, en algunas ocasiones no hay disponibilidad de personal operativo en la planta	
3. ¿ Cuenta con un plan de capacitación y evaluación para el personal operativo?		x	No hay planes de capacitación, excepto de seguridad y salud en el trabajo	
4. ¿ Los operarios tienen la suficiente experiencia?		x	Solo algunos como los supervisores, a los auxiliares se les da la oportunidad de ir aprendiendo	
5. ¿ Existe un líder de la operación?		x	Esta el jefe de planta, pero no un supervisor para fabricación y pintura	
4. MÉTODO DE TRABAJO				
1. ¿ Cuenta con estandarización de procesos ?		x	Los procesos se hacen de forma empírica sin una secuencia	60%
2. ¿ Desarrolla un check list antes de iniciar un proceso?		x	No existen manuales o listas de chequeo que permitan evaluar o conocer como se realiza el proceso	
3. ¿ hay definido un método de trabajo?	x		El jefe de planta indica que hay un método de trabajo	
4. ¿ Hay planificación de la producción?	x		Aunque no se cumple	
5. ¿ Lleva a cabo el DOSSIER de calidad?		x	No existen documentos que certifiquen que el procesos o producto se ha realizado conforme a unos estándares de calidad.	
5. MEDIO AMBIENTE				
1. ¿ Cuenta con un clima laboral adecuado?	x			20%
2. ¿ Los colaboradores tienen una buena comunicación ?	x			
3. ¿ Están organizados los puestos de trabajo?		x	Se presenta un alto grado de desorden en todos los puestos de trabajo y en la planta en general	
4. ¿ Cuenta con un área definida para el acopio del material?	x			
5. ¿ las instalaciones locativas, cuentan con buena iluminación y ventilación?	x			
6. MEDICIÓN				
1. ¿ Se tienen indicadores de calidad o productividad definidos?		x	Para el área de fabricación y pintura no hay indicadores definidos	80%
2. ¿ Durante el proceso se le realiza inspecciones a la estructura?		x	No se le realiza ningún tipo de inspección a las piezas	
3. ¿ Se analizan los indicadores?	x		Utilizan herramientas como flexómetro	
4. ¿ Se mide el tiempo ocioso del empleado?		x	No hay medición de los empleados	
5. ¿ Hay documentación de los procesos?		x	No hay formatos definidos	
7. MANTENIMIENTO				
1. ¿ Se le realiza mantenimiento a los equipos ?		x	No existe un plan de mantenimiento para la maquinaria	40%
2. ¿ Cuenta con un programa de mantenimiento preventivo?	x			
3. ¿ Se le hace inspección al equipo antes de operarlo?	x		Solo visual	
4. ¿ Existe personal dedicado solo a mantenimiento?	x			
5. ¿ Existe algún plan de mantenimiento locativo?		x	No hay planes de mantenimiento locativo	



Fuente: propia

En la figura 23 se presentan las respuestas proporcionadas por las investigadoras, revelando que a nivel general el promedio de no cumplimiento identificado a través de las respuestas negativas es del 51%. Se destaca que todas las Ms contribuyen a la generación de reprocesos, siendo los aspectos más críticos los materiales, la mano de obra, el método de trabajo y la medición. Además, en relación con las respuestas positivas brindadas por las investigadoras, se evidencia que la empresa presenta un porcentaje de cumplimiento del 49%.

Por último, con el fin de valorar el conocimiento de los colaboradores se les aplica la matriz de excelencia operacional, para esto, se tuvo en cuenta 9 operarios que estaban en ese momento en la planta de producción, y a petición del jefe de planta también se le realizó la valoración a él, para tener objetividad en el momento de la calificación, se contó con las apreciaciones de Sorleni Arango (investigadora), que labora en la empresa y tiene conocimiento de los procesos.

A continuación, se presenta el formato con las respectivas evaluaciones.

Tabla 10. Aplicación de la matriz de excelencia operacional a los colaboradores.

		Analistas: Paula Andrea Martínez Graciano-Sorleni Arango Muñoz																																																																																																																																																																																												
MATRIZ DE EXCELENCIA OPERACIONAL		PROCESO: Fabricación y pintura																																																																																																																																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parámetros y Valoración</th> <th>Nivel %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 No sabe la operación</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>2 Lo hace seguro</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>3 Lo hace seguro y con calidad</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>4 Lo hace seguro con calidad y productividad</td> <td>75%</td> </tr> <tr> <td>5 Lo hace seguro con calidad, product. e innov.</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>		Parámetros y Valoración	Nivel %	1 No sabe la operación	0%	2 Lo hace seguro	25%	3 Lo hace seguro y con calidad	50%	4 Lo hace seguro con calidad y productividad	75%	5 Lo hace seguro con calidad, product. e innov.	100%	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Códigos Operadores</th> <th>OP1</th> <th>OP2</th> <th>OP3</th> <th>OP4</th> <th>OP5</th> <th>OP6</th> <th>OP7</th> <th>OP8</th> <th>OP9</th> <th>OP10</th> <th rowspan="2">% Operaciones</th> </tr> <tr> <th>Operaciones</th> <th>Junior Muñoz</th> <th>Alejandro Álzate</th> <th>Camilo Benitez</th> <th>Santiago Jimenes</th> <th>Juan Vázquez</th> <th>Tomas Mejia</th> <th>Jorge Martínez</th> <th>Humberto David</th> <th>Ever Granados</th> <th>Jonatan Agudelo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A Corte de material manual</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>53%</td> </tr> <tr> <td>B Corte de material con CNC</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>48%</td> </tr> <tr> <td>C Armado de estructura</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>48%</td> </tr> <tr> <td>D Soldadura</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>E Pulida - grateado</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>38%</td> </tr> <tr> <td>F Masillado - lijada</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>35%</td> </tr> <tr> <td>G Aplicación de anticorrosivos</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>38%</td> </tr> <tr> <td>H lijada</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>I Aplicación de pintura de acabado</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>35%</td> </tr> <tr> <td>J</td> <td></td> </tr> <tr> <td>K</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Operadores:</td> <td>75%</td> <td>50%</td> <td>47%</td> <td>39%</td> <td>53%</td> <td>33%</td> <td>44%</td> <td>17%</td> <td>33%</td> <td>22%</td> <td>41%</td> </tr> </tbody> </table>										Códigos Operadores	OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6	OP7	OP8	OP9	OP10	% Operaciones	Operaciones	Junior Muñoz	Alejandro Álzate	Camilo Benitez	Santiago Jimenes	Juan Vázquez	Tomas Mejia	Jorge Martínez	Humberto David	Ever Granados	Jonatan Agudelo	A Corte de material manual	4	4	4	3	3	4	3	3	2	1	53%	B Corte de material con CNC	4	3	4	3	3	4	3	1	2	2	48%	C Armado de estructura	4	4	4	2	3	3	3	3	2	1	48%	D Soldadura	4	4	1	3	2	2	1	3	2	4	40%	E Pulida - grateado	4	2	2	2	4	2	3	1	3	2	38%	F Masillado - lijada	4	2	2	2	4	1	3	1	3	2	35%	G Aplicación de anticorrosivos	4	2	2	2	4	2	3	1	3	2	38%	H lijada	4	2	3	2	4	2	3	1	3	2	40%	I Aplicación de pintura de acabado	4	4	4	4	1	1	3	1	1	1	35%	J												K												Operadores:	75%	50%	47%	39%	53%	33%	44%	17%	33%	22%	41%
Parámetros y Valoración	Nivel %																																																																																																																																																																																													
1 No sabe la operación	0%																																																																																																																																																																																													
2 Lo hace seguro	25%																																																																																																																																																																																													
3 Lo hace seguro y con calidad	50%																																																																																																																																																																																													
4 Lo hace seguro con calidad y productividad	75%																																																																																																																																																																																													
5 Lo hace seguro con calidad, product. e innov.	100%																																																																																																																																																																																													
Códigos Operadores	OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6	OP7	OP8	OP9	OP10	% Operaciones																																																																																																																																																																																			
Operaciones	Junior Muñoz	Alejandro Álzate	Camilo Benitez	Santiago Jimenes	Juan Vázquez	Tomas Mejia	Jorge Martínez	Humberto David	Ever Granados	Jonatan Agudelo																																																																																																																																																																																				
A Corte de material manual	4	4	4	3	3	4	3	3	2	1	53%																																																																																																																																																																																			
B Corte de material con CNC	4	3	4	3	3	4	3	1	2	2	48%																																																																																																																																																																																			
C Armado de estructura	4	4	4	2	3	3	3	3	2	1	48%																																																																																																																																																																																			
D Soldadura	4	4	1	3	2	2	1	3	2	4	40%																																																																																																																																																																																			
E Pulida - grateado	4	2	2	2	4	2	3	1	3	2	38%																																																																																																																																																																																			
F Masillado - lijada	4	2	2	2	4	1	3	1	3	2	35%																																																																																																																																																																																			
G Aplicación de anticorrosivos	4	2	2	2	4	2	3	1	3	2	38%																																																																																																																																																																																			
H lijada	4	2	3	2	4	2	3	1	3	2	40%																																																																																																																																																																																			
I Aplicación de pintura de acabado	4	4	4	4	1	1	3	1	1	1	35%																																																																																																																																																																																			
J																																																																																																																																																																																														
K																																																																																																																																																																																														
Operadores:	75%	50%	47%	39%	53%	33%	44%	17%	33%	22%	41%																																																																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Resumen de datos conocimiento</th> <th>Nivel %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 No sabe la operación</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>2 Lo hace seguro</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>3 Lo hace seguro y con calidad</td> <td>60%</td> </tr> <tr> <td>4 Lo hace seguro con calidad y productividad</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>5 Lo hace seguro con calidad, product. e innov.</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Total Consolidad % de Participación</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>		Resumen de datos conocimiento	Nivel %	1 No sabe la operación	0%	2 Lo hace seguro	20%	3 Lo hace seguro y con calidad	60%	4 Lo hace seguro con calidad y productividad	20%	5 Lo hace seguro con calidad, product. e innov.	0%	Total Consolidad % de Participación	100%																																																																																																																																																																															
Resumen de datos conocimiento	Nivel %																																																																																																																																																																																													
1 No sabe la operación	0%																																																																																																																																																																																													
2 Lo hace seguro	20%																																																																																																																																																																																													
3 Lo hace seguro y con calidad	60%																																																																																																																																																																																													
4 Lo hace seguro con calidad y productividad	20%																																																																																																																																																																																													
5 Lo hace seguro con calidad, product. e innov.	0%																																																																																																																																																																																													
Total Consolidad % de Participación	100%																																																																																																																																																																																													

Fuente: propia

La tabla 10 presenta las evaluaciones correspondientes a los colaboradores operativos, que incluyen auxiliares, soldadores, pintores y el jefe de planta. Es importante destacar que se valoró el desempeño de cada uno de ellos, y que el rango de tiempo de su presencia en la planta varía entre 2 años y 2 meses; con respecto a las operaciones se relacionaron los subprocesos tanto de fabricación como de pintura.

7.2. ETAPA 2

Análisis de la información de las principales causas que están generando los reprocesos, mediante el uso de herramientas que faciliten la toma de decisiones para el mejoramiento del proceso de fabricación y pintura

Actividad 1. Análisis de los instrumentos.

Durante esta etapa, se va a realizar un análisis exhaustivo de los instrumentos empleados en la fase anterior con el propósito de identificar las principales causas que están generando los reprocesos en el área de fabricación y pintura. Además, se va a consolidar toda la información mediante un diagrama de Ishikawa el cual va a permitir de forma gráfica identificar las principales subcausas y una matriz de priorización que va a permitir asignarle a las subcausas identificadas un puntaje con el fin de clasificarlas en función de su nivel de relevancia.

A continuación, se presentan el análisis realizado a cada herramienta en la actividad 3 aplicación de los instrumentos de la Etapa 1.

- **Hoja de Diagnóstico – Respuestas del jefe de planta (ver figura 22)**

Es este espacio, se detallan las respuestas brindadas por el jefe de planta de acuerdo con el formato Hoja de Diagnóstico (figura 22), y se hace énfasis en las observaciones dadas por él, con respecto a cada M.

Materiales: los colaboradores tienen el conocimiento necesario para utilizar los materiales en los diferentes procesos y para reconocer si existe variabilidad en ellos, es decir los colaboradores pueden distinguir si el calibre y el espesor de las piezas son los correctos en el momento en que el material ingresa al proceso. Además, pueden identificar visualmente la apariencia, el tamaño, la forma y la densidad de la materia prima. Sin embargo, el jefe de planta indica que muy pocos operarios cuentan con conocimiento previo a la hora de hacer el acopio del material, por lo que lo almacenan en cualquier sitio disponible. Así mismo, no hay una inspección de calidad a la hora de recibirlo.

De acuerdo con la explicación brindada, se puede inferir que el carácter de los materiales tiene un nivel de no cumplimiento del 40%.

Maquinaria y equipo: el carácter de maquinaria y equipo no presenta ninguna dificultad. Desde su punto de vista, la empresa cuenta con los equipos adecuados para realizar los procesos y tiene suficiente maquinaria para suplir las necesidades del cliente. Actualmente, todos los equipos con los que cuentan tienen las licencias, hojas de vida y certificados necesarios para ser operados. Además, se dispone de un instructivo de operación para cada máquina y se realiza una inspección al iniciar

el proceso en cada una de ellas. Por lo tanto, esta categoría no presenta ningún porcentaje de incumplimiento.

Mano de obra: el personal encargado de desarrollar las actividades no está capacitado adecuadamente ya que la empresa da la oportunidad de ir aprendiendo a medida que se trabaja, y solo se solicita experiencia o se capacita al personal de soldadura o pintura cuando se contrata. Además, indica que no hay personal suficiente para satisfacer la demanda de los clientes, lo que obliga a los operarios a rotar entre la planta y el lugar donde se realiza el montaje de la estructura. Así mismo, no hay un plan de capacitación y evaluación definido para el personal operativo, lo que se hace es explicarles en qué consiste el proceso cuando ingresa un operario nuevo, y otro operario con mayor experiencia le explica cómo hacerlo. Existe un líder de la operación que es el jefe de planta, pero debe estar pendiente de todos los procesos que se realizan en la empresa con respecto a la fabricación y pintura, lo que arroja un porcentaje del 80% de no cumplimiento.

Método de trabajo: no existe una estandarización de los procesos en la empresa, lo que significa que no hay una uniformidad en la forma en que se llevan a cabo las actividades. En caso de que haya una gran cantidad de productos para soldar, solo se realiza esta operación y no hay una secuencia definida para los procesos. Además, no se cuenta con un manual de instrucciones claro para los operarios. El método actual de trabajo consiste en realizar una reunión al inicio de cada jornada laboral y asignar tareas a cada colaborador, pero no hay un método definido para validar si las estructuras o piezas fabricadas cumplen con los niveles de calidad requeridos por el cliente, lo que arroja un nivel de incumpliendo del 60%.

Medio ambiente: la empresa mantiene un clima laboral adecuado y que los colaboradores se comunican bien entre sí. Los puestos de trabajo están organizados y hay áreas definidas para el acopio del material. Asimismo, informa que las instalaciones locativas cuentan con una buena iluminación y ventilación. Esta categoría no arroja ningún nivel de incumplimiento.

Medición: en la empresa aún no se han establecido indicadores para medir la productividad de los operarios ni la calidad de los productos. Hasta el momento, solo se cuenta con un indicador para conocer la satisfacción de los clientes. Al finalizar el proceso, se realiza una pequeña inspección visual para validar si la pieza fue correctamente hecha, y se utilizan herramientas metrológicas como el flexómetro para medir las estructuras o las piezas. Además, indica que a los operarios se les asigna una tarea y apenas la terminan, empiezan con otra, sin medir el tiempo ocioso. Por otro lado, no existe documentación de los procesos, lo que significa que, si un operario nuevo llega a la empresa, no tiene un manual de instrucciones para consultar, sino que debe esperar a que alguien más le explique cómo hacer la tarea asignada. Esta categoría arroja un nivel de incumplimiento de 60%.

Mantenimiento: en la empresa se lleva a cabo un programa de mantenimiento preventivo de los equipos y que los operarios realizan una inspección visual de la máquina CNC antes de utilizarla. Así mismo, señala que la empresa cuenta con un equipo dedicado exclusivamente a labores de mantenimiento y que también se tiene un plan de mantenimiento locativo para las instalaciones de la empresa. Esta categoría no presenta ningún nivel de incumplimiento para la generación de procesos.

- **Hoja de Diagnóstico – Respuestas diligenciada por las investigadoras (ver figura 23)**

Toda la información anteriormente mencionada se basa en las percepciones y perspectivas del jefe de planta de la empresa. Sin embargo, durante la observación, se identificaron algunos problemas que el jefe de planta no mencionó o que, para él, no representan un problema. Es por esto, que a continuación se presenta el análisis de la hoja de diagnóstico con las respuestas de las investigadoras presentadas en la figura 23.

Materiales: existe un conocimiento previo por parte de los colaboradores sobre los materiales que se van a utilizar en los diferentes procesos, aunque no se encontró evidencia de que se lleve a cabo un control de calidad o un control de variabilidad para validar si los materiales enviados por el proveedor cumplen con las especificaciones del cliente. Además, se identificó que los operarios tienen conocimiento del calibre y el espesor de las piezas, así como del proceso de acopio de material, aunque se presentan dificultades en este aspecto debido a que el sitio específico para el acopio ya se encuentra congestionado, por lo que los materiales se colocan en cualquier lugar donde haya espacio disponible. Esta categoría según la observación realizada arroja un 40% de no cumplimiento. Ya que, de las 5 preguntas planteadas, 3 respuestas fueron positivas y 2 negativas.

Maquinaria y equipos: se observó que los equipos son aptos para el proceso de fabricación y pintura; sin embargo, no era evidente que la maquinaria fuera suficiente para satisfacer las necesidades del cliente. Durante la visita solo se encontró una pulidora, y otro operador necesitaba la misma herramienta, por lo que fue necesario que el otro operador esperara hasta que estuviera disponible. También se identificó que los equipos cuentan con licencias y las máquinas tienen un manual de instrucciones sobre cómo operarlas. Por último, la inspección de las máquinas se realiza de forma visual, no existe una lista de chequeo para verificar su funcionamiento. Esta M arroja 1 respuesta negativa de las 5 realizadas, corresponde a un 20% de no cumplimiento.

Mano de obra: se encontraron varias falencias con respecto a que, si el personal que desarrolla las actividades está capacitado, se considera que no porque en el momento de la visita se encontraron 2 operarios que no tienen experiencia y que están aprendiendo cómo realizar todos los procesos y no tuvieron ninguna

capacitación, ellos aprenden empíricamente y de los otros operarios que les explican cómo deben realizar la actividad. El personal no es el suficiente para satisfacer las necesidades de los clientes, porque los operarios deben rotar entre la planta y los proyectos, entonces, en algunas ocasiones los operarios que hay en la planta no son los suficientes para cubrir la demanda que hay en el día. Adicional no se evidenció que se hubieran planes de capacitación, ni evaluación del personal operativo, solo se recibe capacitación sobre seguridad y salud en el trabajo y los elementos de protección personal. A pesar de que el jefe de planta indica que él es el encargado de supervisar toda la operación, también se evidencia que hace falta otra persona que lleve a cabo esa tarea, es decir, un supervisor que pueda estar más atento a los operarios y de que las operaciones se estén realizando correctamente. De las 5 preguntas planteadas arrojó 5 respuestas negativas, lo que significa que hay un nivel de no cumplimiento del 100%.

Método de trabajo: no se evidenció que los procesos estuvieran estandarizados, estos se realizan de forma empírica y no hay una secuencia para ejecutarlos, es decir, en el momento de la visita había personas que solamente estaban realizando soldadura o pintura, no había un orden lógico entre corte, y los otros procesos; además, no se tiene un manual de instrucciones para realizar cada proceso o listas de chequeo que permitan evaluar o conocer cómo se realiza dicho proceso. No se tiene definido un método de trabajo, lo que hace el jefe de producción es, al inicio de la jornada laboral, reunir a su grupo de trabajo y explicarle la tarea que cada uno debe realizar. No se mide el tiempo ocioso de los empleados porque una vez el operario termina una tarea empieza otra, pero no hay una verificación de que la otra tarea se haya hecho de forma correcta. Además, no existen documentos que certifiquen que el proceso o producto que se está fabricando, cuente con los estándares de calidad necesitados por el cliente. De las 5 preguntas planteadas 3 fueron negativas correspondientes al 60% de no cumplimiento.

Medio ambiente: todos los operarios disfrutaban de un buen clima laboral, mostrando respeto y una excelente comunicación entre ellos. Además, se destacó que todos los trabajadores estaban dispuestos a ayudarse mutuamente con los conocimientos que poseían. No obstante, durante la visita se verificó que los puestos de trabajo no estaban organizados adecuadamente, y que los materiales, la maquinaria y las herramientas se encontraban dispersas por todas partes, generando una gran cantidad de desorden en el área de trabajo.

A pesar de que existía un acopio de materiales, este no se estaba respetando, ya que, debido a la gran cantidad de materia prima o productos terminados, los operarios debían ubicarlos en diferentes zonas donde hubiera espacio disponible. No obstante, es importante destacar que las instalaciones contaban con una buena iluminación y ventilación, esta categoría solo arroja un 20% de no cumplimiento.

Medición: se pudo constatar que no se contaban con indicadores definidos ni para medir a los operarios ni para medir la calidad de los productos. En este sentido, se

observó que únicamente se contaban con indicadores para validar la satisfacción del cliente. Además, se evidenció que durante el proceso de fabricación y pintura no se realizaba ningún tipo de inspección del producto, lo que significa que, si se presentaba algún inconveniente con la pieza durante el proceso de corte, ésta se pasaba automáticamente al proceso de armado, sin realizar ninguna inspección en esta etapa.

Una vez finalizado el último proceso, tampoco se llevaba a cabo ninguna inspección antes de enviar el producto terminado al área de almacenamiento. En cuanto a los empleados, no se les medía el tiempo ocioso, sino que se les permitía descansar una vez que terminaban una tarea y comenzar inmediatamente con otra. Así mismo, se observó que los empleados preguntaban al jefe de planta qué otra tarea debía realizar en lugar de seguir un manual de instrucciones o formato definido. La empresa no cuenta con documentación clara en los procesos, lo que hace que no exista un formato definido o manual de instrucciones para que una persona nueva pueda guiarse al realizar una actividad o proceso asignado. Esta clasificación arroja un 80% de no cumplimiento.

Mantenimiento: no se evidencia un plan de mantenimiento para la maquinaria ya que estaba sucia; además, la inspección de la maquinaria se realiza solamente de forma visual, no hay un procedimiento definido para hacerlo. Existe solamente una persona dedicada al mantenimiento, éste hace la limpieza como barrer, limpiar vidrios, entre otros. También se evidenció que no hay un plan de mantenimiento locativo, ya que existe desorden en la planta, las paredes sucias y las herramientas dispersas por todos lados. Para esta M, el nivel de no cumplimiento corresponde al 40%.

- **Matriz de excelencia operacional – aplicada a los colaboradores (ver tabla 10)**

Una vez aplicado el formato Hoja de Diagnóstico a las diferentes partes, se realizó una evaluación a los colaboradores utilizando la matriz de excelencia operacional, la cual se relacionó en la tabla 10.

Según la información proporcionada por la matriz (ver tabla 10), con respecto al nivel de conocimiento del operador, se identifica:

- El 0% de los operarios no sabe del proceso, es decir que los 10 colaboradores valorados, poseen conocimientos mínimos de cómo realizar el corte manual y lijada de las piezas, que según los conocimientos de la evaluadora son tareas que no generan mayor dificultad el proceso de fabricación y pintura.
- El 20% lo hace seguro, esto significa que los colaboradores poseen un conocimiento elemental del proceso y saben realizar tareas simples como pulida, masillado y lijada de las piezas que forman parte de la estructura.

- El 60% de los colaboradores hacen su trabajo seguro y con calidad, es decir que cuenta con un nivel de conocimiento medio, ya que saben realizar operaciones como armado de la pieza, pulida y grateado, aplicación de anticorrosivos, que según el conocimiento de la evaluadora son tareas más complejas.
- El 20% de los colaboradores hacen su trabajo de forma segura con calidad y productividad, es decir que manejan un conocimiento específico de soldadura y aplicación de la pintura en la estructura, además presentan habilidades para realizar las otras operaciones, también se desempeñan de manera eficiente en el proceso.
- Por último, se identificó que 0% de los colaboradores no genera innovación para la empresa, es decir que, hasta el momento, no han propuesto acciones de mejora para los inconvenientes que se presentan en empresa principalmente como el desorden, aunque ellos indican que la empresa no fomenta una cultura de innovación en la que los colaboradores se sientan alentados a compartir ideas y a proponer soluciones creativas.

En relación con las operaciones, se ha identificado que solamente el 41% de los colaboradores posee un nivel de polivalencia en fabricación y pintura, lo que significa que tienen conocimiento y habilidad para llevar a cabo todas las tareas de manera efectiva. Dentro de las tareas de fabricación, la actividad de corte manual es la más dominada por los operarios evaluados con un 53%, mientras que la soldadura es la tarea con menor comprensión, con un porcentaje del 33%. Es decir, solo un operario podría realizar la tarea correctamente y otros tres tendrían un conocimiento empírico. De manera similar, la aplicación de pintura es otra tarea con un bajo nivel de conocimiento, ya que solamente el 35% de los operarios evaluados saben llevar a cabo esta tarea de manera adecuada. En consecuencia, se necesita una mayor transferencia de conocimiento para mejorar el desempeño de los colaboradores en estas actividades.

Según la información recopilada mediante las hojas de diagnóstico utilizadas anteriormente, se genera un consolidado, calculando el promedio de los porcentajes obtenidos en la entrevista con el jefe de planta y las investigadoras, para identificar las Ms que tienen un mayor impacto en la generación de los reprocesos en la empresa.

Tabla 11. Consolidado de los porcentajes de las horas de diagnostico

	Jefe de planta	Investigadoras	Promedio
MANO DE OBRA	80%	100%	90%
MEDICIÓN	60%	80%	70%
METODO DE TRABAJO	60%	60%	60%
MATERIALES	40%	40%	40%
MANTENIMIENTO	0%	40%	20%
MAQUINARIA / EQUIPOS	0%	20%	10%
MEDIO AMBIENTE	0%	20%	10%

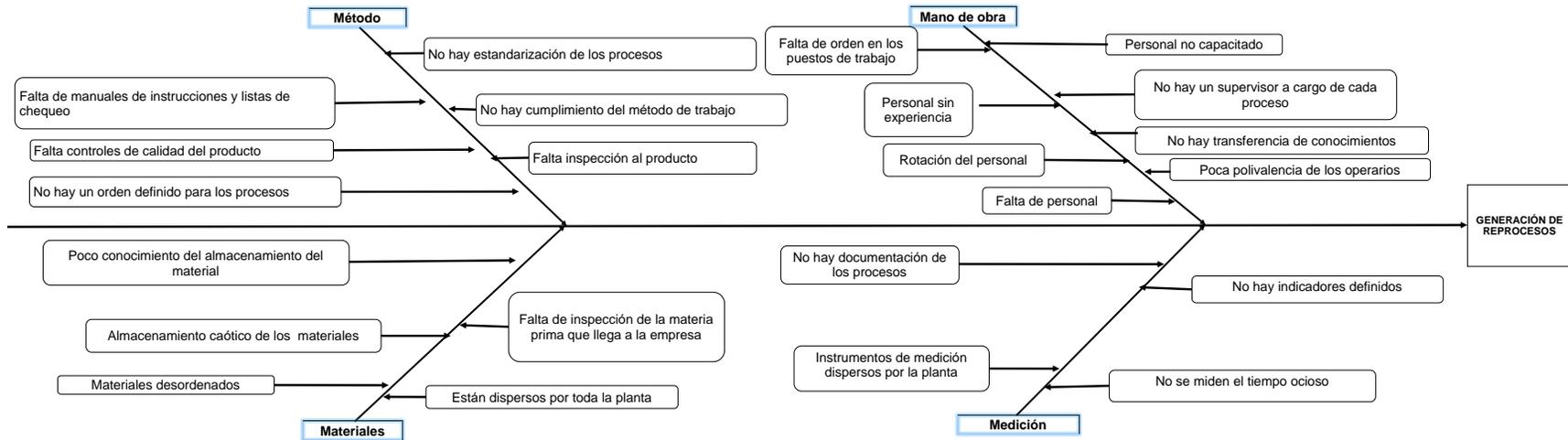
Fuente: propia

Basado en la información recopilada en la tabla 11, se ha identificado que el 90% de los reprocesos que ocurren en la empresa MANESCO S.A.S se deben a la mano de obra, posteriormente la medición también es un factor importante, contribuyendo al 70% de los reprocesos, seguido del método de trabajo que también está afectando al proceso de fabricación y pintura con un porcentaje de contribución del 60% y, por último, los materiales con un 40%. Es importante destacar que cada M está contribuyendo a la generación del problema en mayor o menor medida, como también el alto grado de desorden en planta de trabajo.

Posteriormente, con base en la información obtenida, se va a generar el diagrama de Ishikawa, el cual se va a enfocar principalmente en las M que presentan mayor impacto en la generación del problema y así realizar un análisis de las principales causas identificadas. Para lograr esto, se utilizó la plantilla del diagrama de Ishikawa diseñado en la etapa 1, el cual también es conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de causa y efecto. Este diagrama permite representar gráficamente las principales causas que afectan el proceso de fabricación y pintura, de manera que se puedan visualizar claramente las relaciones entre los distintos factores que intervienen en el proceso y sus efectos en la calidad del producto final. De esta forma, se podrá identificar las causas raíz de los problemas y establecer acciones para mejorar el proceso de fabricación y pintura.

A continuación, se presenta el diagrama de Ishikawa que incluye las causas identificadas mediante las hojas de diagnóstico y la matriz de excelencia operacional.

Figura 24. Aplicación diagrama de Ishikawa



Fuente: propia

En la figura 24, mediante el diagrama de Ishikawa, se han unificado las principales causas identificadas en las hojas de diagnóstico y la matriz de excelencia operacional, que están contribuyendo a la generación de reprocesos en la empresa. Estas causas son principalmente generadas por la mano de obra, medición, método y materiales.

A continuación, se detallan las subcausas relacionadas con cada una de las causas principales del Ishikawa:

- **Mano de obra**

Las subcausas identidades son: falta de orden en los puestos de trabajo, personal sin experiencia, personal no capacitado, rotación del personal, falta de personal, poca polivalencia de los operarios, No hay supervisor a cargo de cada proceso, no hay transferencia de conocimientos. Estas subcausas conducen a una disminución de la productividad, baja calidad de los productos, además, de un mayor riesgo de accidentes y lesiones.

- **Medición**

Las subcausas identidades son: no hay documentación de los procesos, no hay indicadores definidos, Instrumentos de medición dispersos por la planta, no se mide el tiempo ocioso de los colaboradores. Esto genera que no haya claridad en cuanto a las responsabilidades y procedimientos por parte de los colaboradores, también falta de dirección y control en la gestión del desempeño, además, se pueden presentar deficiencias en la identificación de oportunidades para mejorar los procesos y aprovechar al máximo el tiempo disponible.

- **Método**

Las subcausas identidades son: falta de manuales de instrucciones y lista de chequeo, falta de controles de calidad del producto, no hay un orden definido de los procesos, no hay estandarización de los procesos, no hay cumplimiento del método de trabajo y falta de inspección al producto. Esto resulta en productos de calidad inconsistente y dificultades para capacitar y supervisar a los colaboradores de manera efectiva, además, de insatisfacción del cliente el cual puede generar reclamaciones y dañar la reputación de la empresa.

- **Materiales**

Las subcausas identidades son: materiales dispersos por toda la planta, falta de inspección de la materia prima que llega a la empresa, poco conocimiento del almacenamiento del material, almacenamiento caótico de los materiales, materiales desordenados. Las cuales ocasionan obstrucciones en los pasillos con la posibilidad de caídas de materiales y dificultad para evacuar en caso de emergencia, también se producen demoras en la producción, pérdida de tiempo en la búsqueda de materiales y un uso ineficiente de los recursos, afectando negativamente la calidad final de los productos fabricados.

Una vez identificadas las causas y subcausas del Ishikawa, se procede a realizar una priorización para determinar cuáles deben abordarse de manera esencial. Para ello, se va a utilizar la matriz de priorización, esta consiste en asignar puntuaciones de importancia e impacto a cada subcausa y multiplicarlas para obtener una puntuación total. Las puntuaciones de importancia reflejan la relevancia de cada causa en relación con el problema o efecto que se desea solucionar. Por otro lado, las puntuaciones de impacto indican el nivel de influencia que cada causa tiene sobre el problema. Al multiplicar estas puntuaciones, se obtiene una puntuación total que permite comparar y ordenar las causas.

Las causas se van a organizar en orden descendente según su puntuación total, de mayor a menor. De esta manera, la causa con la puntuación más alta se considera la más prioritaria y requiere mayor atención. La puntuación de importancia e impacto se va a asignar con respecto a los conocimientos de las investigadoras, y a lo observado y analizado durante las etapas previas, de la siguiente manera (tabla 12).

Tabla 12. Criterios de evaluación

Puntaje	Valoración
1	Baja importancia/impacto: Indica que la causa tiene un impacto mínimo o insignificante en los resultados o en la calidad del trabajo. No requiere una atención inmediata.
2	Importancia/impacto moderado: Indica que la causa tiene un impacto moderado en los resultados o en la calidad del trabajo. Requiere cierta atención y seguimiento, pero no es de máxima prioridad.
3	Alta importancia/impacto: Indica que la causa tiene un impacto significativo y crítico en los resultados o en la calidad del trabajo. Requiere una atención inmediata y es de máxima prioridad.

Fuente: Adaptado de Mcname & Celona, 2001

En la tabla 12, se identifican los criterios que se van a evaluar, asignando un puntaje de 1 siendo esta la calificación más baja o que genera un impacto mínimo en la generación de reprocesos, 2 indica que hay un impacto moderado y 3 representa un impacto alto en la generación de reprocesos con respecto a la causa evaluada.

A continuación, se muestra los resultados de la matriz de priorización aplicada a las subcausas identificadas en el diagrama de Ishikawa.

Tabla 13. Priorización de las causas

Oportunidad de mejora: Generación de reprocesos en el área de fabricación y pintura			
Mano de obra			
Causas	Importancia (1-3)	Impacto (1-3)	Puntuación total
Personal no capacitado	3	3	9
Falta de orden en los puestos de trabajo	3	2	6
Rotación del personal	3	2	6
Falta de personal	3	2	6
No hay un supervisor a cargo de cada proceso	2	2	4
No hay transferencia de conocimientos	2	2	4
Personal sin experiencia	2	1	2
Poca polivalencia de los operarios	1	1	1
Método			
Causas	Importancia (1-3)	Impacto (1-3)	Puntuación total
No hay estandarización de los procesos	3	3	9
Falta controles de calidad del producto	3	3	9
Falta inspección al producto	3	2	6
No hay cumplimiento del método de trabajo	2	3	6
Falta de manuales de instrucciones y listas de chequeo	2	1	2
No hay un orden definido para los procesos	1	1	1
Medición			
Causas	Importancia (1-3)	Impacto (1-3)	Puntuación total
Instrumentos de medición dispersos por la planta	3	3	9
No hay documentación de los procesos	3	2	6
No hay indicadores definidos	2	2	4
No se miden el tiempo ocioso	2	1	2

Materiales			
Causas	Importancia (1-3)	Impacto (1-3)	Puntuación total
Falta de inspección de la materia prima que llega a la empresa	3	3	9
Almacenamiento caótico de los materiales	3	3	9
Materiales dispersos por toda la planta	3	3	9
Poco conocimiento del almacenamiento del material	2	2	4
Materiales desordenados	2	1	2

Fuente: propia

En la tabla 13, se muestra la matriz de priorización, en esta se reconocen las causas, y las subcausas, las cuales fueron determinadas mediante el diagrama de Ishikawa, además, se evalúa según el nivel de importancia y de impacto que presenta la subcausa con respecto a la oportunidad de mejora, adicionalmente se presenta la puntuación total la cual resulta de la multiplicación entre la importancia y el impacto. Según la puntuación final obtenida mediante la matriz de priorización, se identificaron las siguientes causas prioritarias que presentan un mayor impacto en la generación de los reprocesos ya que obtuvieron la puntuación más alta:

- **Mano de obra:** el personal no capacitado se destaca como una causa prioritaria que afecta la calidad del producto y el proceso, con una puntuación total de 9.
- **Método:** la falta de estandarización de los procesos y la carencia de controles de calidad del producto se consideran causas prioritarias, con una puntuación total de 9 respectivamente.
- **Medición:** la dispersión de instrumentos de medición por la planta se identifica como una causa prioritaria, con una puntuación total de 9.
- **Materiales:** la falta de inspección de la materia prima que llega a la empresa y el almacenamiento caótico de los materiales son causas prioritarias, cada una con una puntuación total de 9.

Por lo tanto, estas causas son las que principalmente se necesitan atacar mediante la generación de una propuesta de mejora que logre mitigarlas y genere un impacto significativo en la reducción de los reprocesos en el área de fabricación y pintura en la empresa MANESCO S.A.S, y por lo tanto aumentar la calidad de los productos.

7.3. ETAPA 3

Propuesta de mejora que permita el aumento de la productividad y mejora de la calidad mediante la disminución de los reprocesos en el área de fabricación y pintura.

Actividad 1. Diseño de la propuesta de mejora para la disminución de reprocesos.

Luego de examinar detalladamente la información recolectada en las etapas previas, y haber identificado las causas prioritarias que aportan mayor contribución a la generación de reprocesos, se ha decidido generar la propuesta con base en la metodología de las 5S complementada con herramientas Poka-Yoke en el área de fabricación y pintura, en busca de la disminución de los reprocesos en esta área. Por un lado, las 5S son una técnica utilizada para organizar y estandarizar los procesos de trabajo en una empresa, con el objetivo de mejorar la eficiencia. Por otro lado, las herramientas Poka-Yoke van a permitir la prevención de errores y defectos en los procesos, mediante la implementación de dispositivos, mecanismos o herramientas que eviten que los errores ocurran o, en caso de que ocurran, los detecten de manera temprana. El complementar ambas técnicas permiten una mejora continua en los procesos.

Con el diseño de la propuesta se busca promover una cultura de mejora continua y compromiso de los empleados, en la búsqueda de la excelencia operativa, lo que a su vez ayuda a la reducción de errores, desperdicios, reprocesos, además de mejorar la calidad de los productos fabricados.

Es por esto, que se detallarán los pasos que forman parte de la metodología 5S y como se abordará en la propuesta, además, se presentan y describen las herramientas que se van a sugerir a la empresa para su implementación.

A continuación, se detallan las cinco S de la metodología y se describen los instrumentos que se van a utilizar para su correcta ejecución en la propuesta de mejora:

1.Seiri (Clasificar)

La primera S de la metodología, conocida como Seiri o Clasificación, se enfoca en la separación de los elementos necesarios e innecesarios en el lugar de trabajo. El objetivo es identificar y separar todo lo que es necesario para el trabajo diario y todo lo que no lo es, con el fin de reducir los tiempos de búsqueda y evitar la acumulación de objetos innecesarios.

Inicialmente se sugiere identificar y clasificar los elementos como herramientas, materiales, productos en proceso y productos terminados, papelería, residuos, en el área de pintura y fabricación, de acuerdo con su grado de importancia, con el fin de validar si son o no necesarios para el proceso. Es por esto, que se diseña una matriz de clasificación para la empresa, la cual va a permitir identificar y separar los elementos necesarios e innecesarios en el lugar de trabajo y definir cuales se deben mantener, se deben retirar, se deben trasladar o se deben eliminar.

1. Matriz de selección de elementos. Se refiere a las categorías de valoración, dependiendo de su nivel de utilidad, frecuencia de uso, y condición, se les asigna una calificación:

Utilidad: indica que tan necesario o no es el elemento valorado para el trabajo, se divide según las siguientes características:

- **1. Alta:** son los elementos que tienen gran utilidad para el desarrollo de las actividades diarias en la empresa ya sea en la fabricación, pintura, ensamble, o cualquier otro proceso. Son elementos que se usan frecuentemente y que son indispensables para el funcionamiento del proceso.
- **2. Media:** son elementos que tienen una utilidad moderada, y que pueden ser necesarios en algunas situaciones específicas, pero que no son de uso constante o esporádico. En general, no son esenciales para la operación de la empresa, pero todavía tienen valor y no se deben descartar sin una evaluación cuidadosa.
- **3. Baja:** son elementos que tienen poca o ninguna utilidad en la empresa, y que ocupan espacio innecesario en el lugar de trabajo. Estos elementos pueden ser obsoletos, rotos, dañados o simplemente innecesarios. En general, no aportan valor y sólo contribuyen a crear desorden e ineficiencia. Se recomienda retirarlos del lugar de trabajo para optimizar el espacio y mejorar la operación de la empresa.
- **4. Muy baja:** son elementos que no presentan ningún provecho en la empresa

Frecuencia de Uso: se refiere a la cantidad de veces que un elemento se utiliza en un período de tiempo determinado, se categorizo de la siguiente manera:

- **1. Diariamente:** se refiere a los elementos que son necesarios para el trabajo diario y que se utilizan con una frecuencia alta, incluso varias veces al día.
- **2. Semanalmente:** son elementos que se utilizan con una frecuencia menor que los diarios, pero que aun así se utilizan varias veces por semana.
- **3. Mensualmente:** son elementos que se utilizan con una frecuencia baja, pero que son necesarios para realizar el trabajo en ciertos momentos durante el mes.
- **4. Rara vez o nunca:** son elementos que no se utilizan en el trabajo o que se utilizan con una frecuencia muy baja, lo que sugiere que pueden ser innecesarios y no justificar su permanencia en el área de trabajo.

Condición: hace referencia al estado físico y funcional de un elemento o herramienta en el lugar de trabajo, se clasifica de la siguiente manera:

- **1. Buen estado:** son aquellos elementos que se encuentran en óptimas condiciones de uso y que pueden ser utilizados eficazmente en el proceso.

- **2. Vencida:** son elementos que han caducado su tiempo de vida útil o que han superado su fecha de vencimiento, lo cual puede afectar su desempeño y su uso en el proceso
- **3. Mal estado:** se refiere a aquellos elementos que se encuentran en malas condiciones de uso, ya sea por su deterioro o por un uso indebido, lo que puede afectar su funcionalidad en el proceso.
- **4. Obsoleta:** se refiere a aquellos elementos que ya no son útiles o necesarios para el proceso, debido a que han quedado obsoletos, ya sea por la aparición de nuevas tecnologías o por cambios en los procesos productivos de la empresa.

Clasificación: es categorizar los elementos en diferentes según los siguientes criterios

- **1. Mantener:** son elementos que son útiles para el proceso, se utilizan frecuentemente y tienen una buena condición para ser usado
 - **2. Revisar:** son elementos que pueden ser provechosos para el proceso, pero deben pasar por una segunda revisión para definir exactamente su utilidad.
 - **3. Reemplazar:** son elementos que se deben reemplazar porque no cumple con alguna característica de utilidad, frecuencia de uso o condición.
 - **4. Eliminar:** son elementos que se deben excluir definitivamente del proceso porque no es útil para el proceso, no se utiliza y su condición es obsoleta o en un muy mal estado.
- 2. Elementos.** Se refiere a cualquier objeto, herramienta, equipo, material o producto que se encuentra en el área de trabajo, se puede colocar la cantidad deseada por la empresa.
 - 3. Elemento.** Se debe colocar el nombre elemento o elementos que se van a evaluar, a modo de ejemplo en la matriz se colocó pintura, papelería, muebles.
 - 4. Área de valoración.** Es el sitio donde se va a generar la evaluación de los elementos, teniendo en cuenta, su utilidad, frecuencia de uso, y condición, en la matriz aparece una lista desplegable con los números que se le asignó a cada categoría y que el evaluador la pueda seleccionar. En la figura 25 se relaciona la lista desplegable para este caso de la categoría utilidad.

Figura 25. Lista desplegable de las categorías

Elemento	Utilidad	Fr
Pintura	2	
Papelería	1	
Mueble	2	
	3	
	4	

Fuente: propia

5. **Valoración.** Se refiere al promedio que hay entre la utilidad, frecuencia de uso, y condición.
6. **Clasificación.** Según el resultado indicado en la valoración, la matriz arroja si el elemento cumple con las condiciones necesarias para mantenerlo en el proceso, revisar si es útil, si se puede reemplazar o si es necesario eliminarlo, para esto se tienen en cuenta los siguientes rangos de valoración:

Mantener	que la valoración haya dado un resultado entre 0 y 1
Revisar	que la valoración haya dado un resultado mayor a 1 e igual a 2
Reemplazar	que la valoración haya dado un resultado mayor a 2 e igual a 3
Eliminar	que la valoración haya dado un resultado mayor a 3 e igual a 4

A continuación, se especifican que condiciones debe cumplir el elemento, según la clasificación dada por la matriz.

- **Mantener:** los elementos que se encuentran en buenas condiciones y son útiles para el trabajo diario de la empresa deben ser mantenidos y almacenados en un lugar adecuado.
 - **Revisar:** los elementos que necesitan algún tipo de reparación o mantenimiento se deben revisar para determinar si es posible su recuperación y uso futuro en la empresa.
 - **Reemplazar:** los elementos que se encuentran en mal estado y no se pueden reparar o son obsoletos deben ser reemplazados por nuevos elementos que cumplan con las necesidades de la empresa.
 - **Eliminar:** los elementos que no tienen utilidad para la empresa y ocupan espacio innecesario deben ser eliminados adecuadamente, ya sea vendiéndolos, reciclándolos o desechándolos de manera responsable.
7. **Observaciones.** Es el espacio para colocar los comentarios adicionales encontrados del elemento evaluado.
8. **Área de firma.** Se refiere tanto a la persona encargada de evaluar el elemento como a la persona que encontró el elemento en su lugar de trabajo. Se debe colocar el nombre y la firma.

Posterior a la clasificación de los objetos, materiales, herramientas, utensilios, equipos, instrumentos, entre otros, ya hay claridad sobre los que se van a mantener en el proceso y los que definitivamente deben eliminarse. Pero con respecto a los elementos que se deben revisar para validar realmente su utilidad o validar si se deben reemplazar se propone una herramienta llamada tarjeta roja, la cual se sugiere ser colocada en los elementos que según la matriz de clasificación arrojaron

un resultado de revisar o reemplazar con el fin de obtener una valoración más detalladamente y tomar la decisión correcta si se dejan en la planta o eliminan.

Figura 26. Tarjeta roja. Propuesta

		Creado por: Paula Martínez - Sorleni Arango		VERSIÓN-1	
TARJETA ROJA 5S					
NOMBRE DEL ARTÍCULO:				FECHA INICIO:	
RESPONSABLE:				FECHA FIN:	
PROCESO:				CANTIDAD:	
					OBSERVACIONES
CATEGORÍA	1. Maquinaria			<input type="checkbox"/>	
	2. Accesorios y herramientas			<input type="checkbox"/>	
	3. Instrumento de medición			<input type="checkbox"/>	
	4. Materia prima			<input type="checkbox"/>	
	5. Producto terminado			<input type="checkbox"/>	
	6. Equipo de oficina			<input type="checkbox"/>	
	7. Otros			<input type="checkbox"/>	
RAZONES	1. No se necesitan			<input type="checkbox"/>	
	2. No se necesita pronto			<input type="checkbox"/>	
	3. Se puede utilizar			<input type="checkbox"/>	
	4. Sirve para otro proceso			<input type="checkbox"/>	
	5. Material de desperdicio			<input type="checkbox"/>	
	6. Uso desconocido			<input type="checkbox"/>	
	7. Excedente			<input type="checkbox"/>	
	8. Obsoleto			<input type="checkbox"/>	
	9. Contaminante			<input type="checkbox"/>	
	10. Otro			<input type="checkbox"/>	
MÉTODO DE ELIMINACIÓN	1. Dejar en la planta			<input type="checkbox"/>	
	2. Tirar			<input type="checkbox"/>	
	3. Vender			<input type="checkbox"/>	
	4. Reciclar			<input type="checkbox"/>	
	5. Mover áreas externas autorizada(s)			<input type="checkbox"/>	
	6. Mover a otra área			<input type="checkbox"/>	
	5. Mover a almacén			<input type="checkbox"/>	

Fuente: propia

En la figura 26, se identifica el diseño realizado para la empresa MANESCO S.A.S, el cual va a tener la siguiente información:

- **Nombre del artículo:** se debe especificar que elemento, artículo, herramienta, maquina, producto, que según la valoración de la matriz de clasificación dio como resultado revisar o reemplazar y se le va a realizar la segunda apreciación.
- **Fecha inicio-fin:** se indica en día-mes-año en el que se clasifica el artículo.
- **Responsable:** persona que identifica el artículo.
- **Proceso:** indicar a que proceso pertenece el artículo.
- **Categoría:** se debe marcar en el cuadro que tipo de articulo es, en caso de que se hallen varios artículos iguales, se debe especificar en las observaciones cuantos se clasificaron con el fin de no generar exceso de tarjetas rojas.
- **Razones:** seleccionar el motivo(s) por lo que se requiere eliminar este artículo.
- **Método de eliminación:** seleccionar el tipo de acción que se tomará para poder eliminar el artículo, o si se decide dejar en el proceso. En caso de no estar la opción en los caracteres especificar en las observaciones.

La tarjeta roja diseñada, puede ser personalizada según las características específicas de los elementos que se estén manejando. Esto incluye la posibilidad de modificar tanto la categoría en la que se clasifica el elemento, como las razones que se enumeran para su eliminación, así como el método a utilizar para llevar a cabo la eliminación de este.

Una vez que se han seleccionado los elementos que se quedan en el proceso de acuerdo con la matriz de clasificación y las tarjetas rojas, se procede a devolver estos elementos al proceso y se debe asegurar que estén debidamente organizados. Es importante recordar que estos elementos se han evaluado y clasificado en función de su importancia y utilidad en el proceso, por lo que deben ser manejados con cuidado y mantenidos en buenas condiciones.

Por otro lado, los elementos que han sido seleccionados para eliminación según la decisión tomada mediante la tarjeta roja y la matriz deben ser retirados del área de trabajo, para esto se diseña una plantilla de registro de eliminación de elementos, la cual permite tener una visión clara de los elementos que han sido eliminados y los motivos por los que se tomó la decisión de hacerlo.

Tabla 15. Plantilla de registro de eliminación del elemento

		Registro de eliminación del elemento				Versión:01
		Elaborado por : Paula Andrea Martínez - Sorleni Arango Muñoz				
Identificación de los elemento(s):	Indique el nombre del elemento o elementos, descripción breve.					
	Indique el nombre del elemento o elementos, descripción breve.					
	Indique el nombre del elemento o elementos, descripción breve.					
Motivo de eliminación:	Indique la razones por las cuales se ha decidido eliminar el elemento, según la matriz de clasificación y las tarjetas rojas.					
Método de eliminación: <small>Seleccione la opción de eliminación.</small>	Tirar	Vender	Reciclar	Mover áreas externas autorizada(s)	Mover a otra área	Mover a almacén
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fecha y hora de eliminación:	Indique la fecha y hora exacta en que se realizó la eliminación.					
Responsable de la eliminación:	Indique el nombre del responsable que realizó la eliminación					
Observaciones:	Espacio para agregar cualquier otra información relevante.					

Fuente: propia

En la tabla 15, se presenta el diseño de la plantilla de registro de eliminación junto con su descripción correspondiente. Esta plantilla ha sido diseñada para que el encargado de diligenciarla pueda hacerlo de manera precisa y completa, además se puede usar para varios elementos. Al utilizar esta plantilla, se genera una trazabilidad del elemento eliminado, lo que permite un seguimiento detallado de las acciones tomadas en relación con dicho elemento.

Luego de completar este paso, se continúa con la segunda fase del proceso de mejora, conocida como “ordenar”.

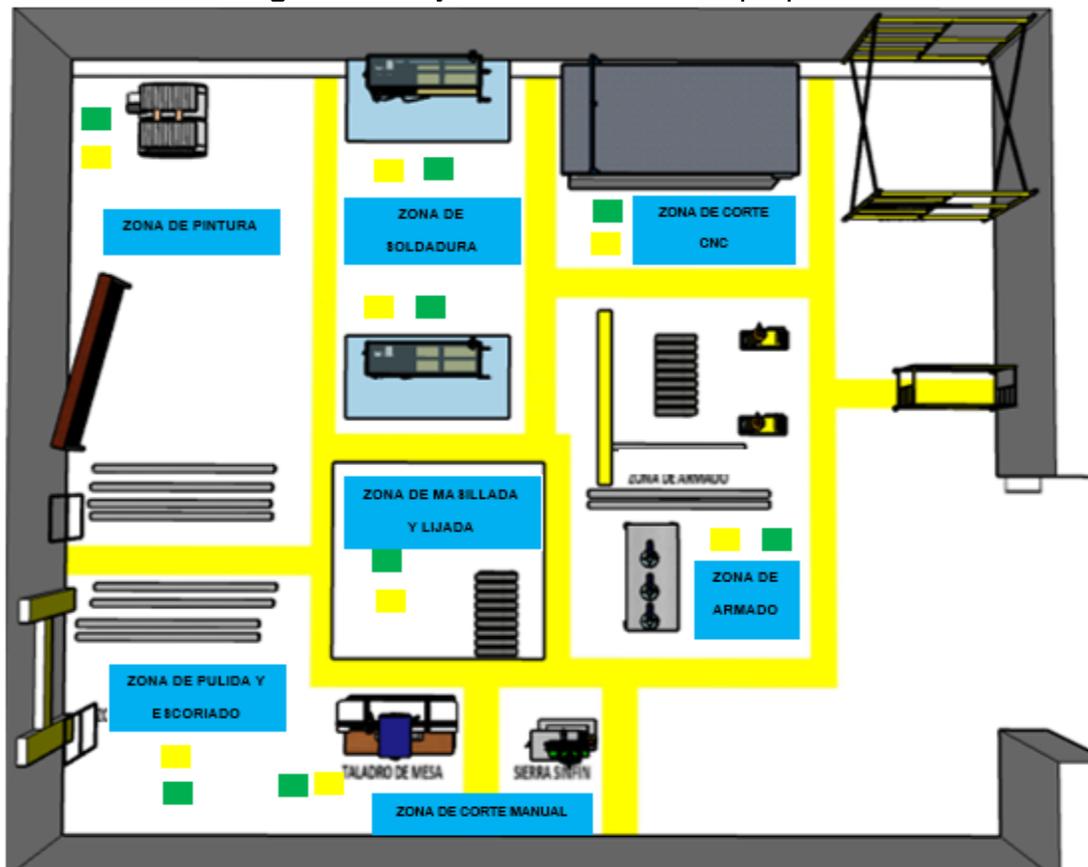
2. Seiton (Ordenar):

El segundo paso de la metodología 5S se refiere a la organización, tanto del puesto de trabajo como de las herramientas, maquinaria y elementos que se utilizan durante el proceso de producción. Por esta razón, al mantener una organización adecuada en el área de trabajo, se reduce la probabilidad de errores en la selección de materiales o en la ejecución de tareas, lo que a su vez disminuye la posibilidad de generar piezas defectuosas. Además, permite a la organización asegurar que los materiales y herramientas necesarias para cada tarea estén fácilmente accesibles, lo que reduce el tiempo de búsqueda y la probabilidad de utilizar materiales o herramientas incorrectas.

Es por esto, que mediante el uso de herramientas basadas en la técnica poka-yoke, se van a diseñar y proponer instrumentos de organización, que faciliten la ubicación y acceso fácil y rápido a los elementos necesarios para la ejecutar la actividad, y permita a los colaboradores reducir el tiempo de búsqueda y minimizar la generación de reprocesos.

Inicialmente se le sugiere a la empresa demarcar el área de trabajo de acuerdo con el proceso que se realiza, y por medio de tarjetas de colores señalar la maquinaria y las herramientas que son necesarias para realizar este proceso lo que permitirá identificar con claridad los espacios y materiales que se utilizan allí. Es por esto, que según lo observado en la etapa de diagnóstico, se diseñó un layout del lugar donde se lleva a cabo el proceso de fabricación y pintura, mediante la herramienta Sketchup, con el fin de demarcar las zonas de trabajo, e identificar de manera más fácil las áreas donde se podrían organizar las herramientas y materiales utilizados en cada proceso.

Figura 27. Layout de demarcación propuesto



Fuente: propia

En la figura 27, se puede apreciar la propuesta de demarcación que se ha elaborado, la cual ha sido dividida en zonas de trabajo de acuerdo con lo que se ha observado en la empresa. Además, se diseñó una señalización por colores, de la siguiente manera: azul para las zonas de trabajo, verde para las herramientas, y amarillo para las maquinas, la cual se indica a continuación:

- Se le sugiere a la empresa señalar o indicar la zona de trabajo, de acuerdo con la actividad o proceso que se realiza en ella. Para esto, en la figura 28, se relaciona la tarjeta, la cual se puede adecuar conforme con el proceso realizado.

Figura 28. Diseño señalización zonas de trabajo



Fuente: adaptado de Canva, 2023a

- Se sugiere que cada zona de trabajo, se le asigne un lugar específico para colocar las herramientas y elementos necesarios, que han sido clasificados en la primera S, para realizar la actividad. En la figura 29, se indica la tarjeta diseñada.

Figura 29. Diseño señalización zona de herramientas



Fuente: adaptado de Canva, 2023b

Se le sugiere a la empresa asignar señalización a la maquinaria, en la cual se indique las instrucciones de cómo debe utilizarse, en que procesos o actividades se puede manipular, los elementos necesarios para su uso, y si necesita una medida de seguridad específica. En la figura 30, se hace alusión a la propuesta de la señalización.

Figura 30. Diseño señalización para la maquinaria



Fuente: adaptado de Canva, 2023c

- Se sugiere que las tarjetas en caso de ser impresas sean en un material resistente y duradero, para así evitar su deterioro.

Una vez realizado el paso anterior e indicado la zona de ubicación de las herramientas, la cual va a ser en cada zona de trabajo, se sugiere en cada una de ellas, utilizar herramientas Poka-yoke. Para esto se propone el shadowboard ("tablero de sombras"), ya que es una herramienta visual que permite a los operarios tanto nuevos o con poca experiencia, como a los que tienen más experticia, identificar la herramienta que necesita para realizar la operación, con el fin de disminuir errores por desconocimiento, inexperiencia o descuido. La herramienta se expone a continuación.

Figura 31. Tablero de sombras



Fuente: adaptado de Depelteau, 2010

En la figura 31, se muestra la adaptación de un tablero de sombras, para este caso se sugiere asignar las herramientas a cada proceso y realizar la señalización conforme al paso anterior. A modo de ejemplo se asignó en la parte superior de la figura el color azul para indicar el proceso de armado, y verde para indicar que son herramientas. Mediante el tablero, se indica el nombre de cada herramienta y la representación gráfica de cada una, además, permite que se encuentren rápidamente cuando se necesiten y su devolución se hará con la misma rapidez al dejar de utilizarla, ya que el instrumento facilita su localización y uso. También, ayuda a reducir el desorden al proporcionar una ubicación específica para cada herramienta y equipo, lo que ayuda a mantener un orden visual en el lugar de trabajo, también, influye en el ahorro de tiempo porque al tener las herramientas o equipos organizados y a la vista, se reduce el tiempo necesario para buscarlos o identificarlos. Asimismo, se previenen las pérdidas porque se tiene un lugar específico para cada herramienta, adicional a esto, al tener las herramientas o equipos expuestos en el tablero de sombras, es más fácil detectar si alguno necesita mantenimiento o reparación, lo que puede prolongar su vida útil y mejorar su desempeño. Por último, el uso de un tablero de sombras también puede mejorar la seguridad en el lugar de trabajo, ya que se reduce el riesgo de accidentes causados por herramientas o equipos mal colocados o desordenados.

Es importante considerar, que el tablero de sombras sugerido se puede adecuar según las zonas de trabajo y la clasificación de las herramientas necesarias para éste. Pero también se puede generar un tablero de sombras general para todo el proceso de fabricación y pintura y seleccionar las herramientas de todo el proceso y ubicarlas en un sitio estratégico de fácil acceso a todos los colaboradores.

Una vez organizadas las herramientas y los puestos de trabajo se proceden con el tercer paso el cual hace referencia a la limpieza.

3. Seiso (Limpieza e Inspección)

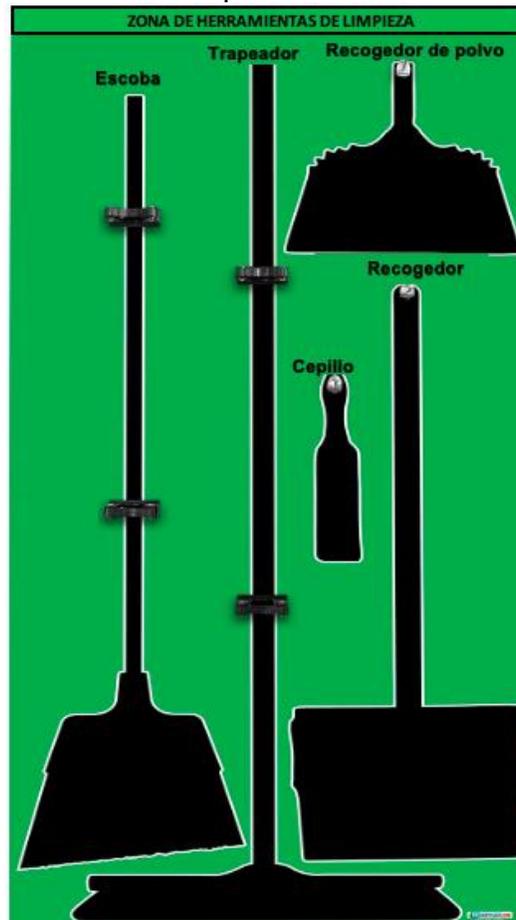
Seiso, dentro de las 5S, se refiere a mantener la limpieza y el orden en los equipos herramientas y áreas de trabajo, buscando que están limpios y ordenados, con el fin de detectar problemas como la presencia de partículas de suciedad o polvo en las piezas, que pueden causar defectos en el producto final.

Es por esto, que una limpieza adecuada y regular en las áreas de producción de una empresa ayudan a reducir los reprocesos. Según Morioka & Echterhoff (2005):

La limpieza adecuada de las maquinarias y herramientas ayuda a prevenir la acumulación de virutas de metal y otros residuos que pueden contaminar las piezas producidas y generar fallas, ayudando a garantizar que las piezas producidas cumplan con las especificaciones de calidad y reducir la necesidad de reprocesos.

Por lo tanto, con el propósito, de mantener un ambiente de trabajo limpio y ordenado en el área de pintura y fabricación, inicialmente se sugiere adecuar una zona para las herramientas de limpieza la cual debe estar cerca al área de trabajo, de manera que sea fácilmente accesible y visible para los colaboradores, además debe estar organizada. A continuación, se hace alusión a un tablero de sombras para las herramientas de limpieza, el cual no ocuparía mucho espacio.

Figura 32. Tablero de sombras para la zona de herramientas de aseo.



Fuente: adaptado de Amazon, 2023

En la figura 32, se muestra un ejemplo de tablero de sombras aplicado a la zona de herramientas de limpieza, también se puede adecuar un tablero para los elementos de protección personal, en estos se indicarían el nombre y su respectiva figura. Van a facilitar su identificación, además, evita que se pierdan o se mezclen con otras herramientas y ayuda a mantener el orden en el área de trabajo.

Posteriormente, es recomendable organizar y programar las actividades de limpieza. Para ello, se diseña un cronograma en el que se puede indicar el tiempo y las actividades que deben realizarse. Esta herramienta proporciona una visión

clara de las tareas que se deben llevar a cabo y cuándo hacerlo. A continuación, se muestra el cronograma de limpieza diseñado.

Tabla 16. Propuesta cronograma de limpieza

MANESCO		CRONOGRAMA LIMPIEZA							
ZONA DE TRABAJO		ÁREA: FABRICACIÓN Y PINTURA							
ZONA DE CORTE MANUAL Y CNC	Frecuencia	Diaria	X	EPP (Equipo de protección personal)	Escriba aquí, los elementos de protección necesarios para elaborar la tarea	Herramientas de limpieza	Escriba aquí, los elementos de limpieza necesarios para elaborar la tarea	Proceso	Escriba aquí, la forma correcta de realizar el proceso
		semanal							
		Mensual							
		Trimestral							
		Semestral							
Encargado: <i>Nombre de la persona encargada</i>									
ZONA DE ARMADO	Frecuencia	Diaria		EPP (Equipo de protección personal)	Escriba aquí, los elementos de protección necesarios para elaborar la tarea	Herramientas de limpieza	Escriba aquí, los elementos de limpieza necesarios para elaborar la tarea	Proceso	Escriba aquí, la forma correcta de realizar el proceso
		semanal							
		Mensual							
		Trimestral							
		Semestral							
Encargado: <i>Nombre de la persona encargada</i>									
ZONA DE SOLDADURA	Frecuencia	Diaria		EPP (Equipo de protección personal)	Escriba aquí, los elementos de protección necesarios para elaborar la tarea	Herramientas de limpieza	Escriba aquí, los elementos de limpieza necesarios para elaborar la tarea	Proceso	Escriba aquí, la forma correcta de realizar el proceso
		semanal							
		Mensual							
		Trimestral							
		Semestral							
Encargado: <i>Nombre de la persona encargada</i>									
ZONA DE PINTURA	Frecuencia	Diaria		EPP (Equipo de protección personal)	Escriba aquí, los elementos de protección necesarios para elaborar la tarea	Herramientas de limpieza	Escriba aquí, los elementos de limpieza necesarios para elaborar la tarea	Proceso	Escriba aquí, la forma correcta de realizar el proceso
		semanal							
		Mensual							
		Trimestral							
		Semestral							
Encargado: <i>Nombre de la persona encargada</i>									
ZONA DE PULIDO Y ESCORIADO	Frecuencia	Diaria		EPP (Equipo de protección personal)	Escriba aquí, los elementos de protección necesarios para elaborar la tarea	Herramientas de limpieza	Escriba aquí, los elementos de limpieza necesarios para elaborar la tarea	Proceso	Escriba aquí, la forma correcta de realizar el proceso
		semanal							
		Mensual							
		Trimestral							
		Semestral							
Encargado: <i>Nombre de la persona encargada</i>									
ZONA DE MASILLADA Y LIJADA	Frecuencia	Diaria		EPP (Equipo de protección personal)	Escriba aquí, los elementos de protección necesarios para elaborar la tarea	Herramientas de limpieza	Escriba aquí, los elementos de limpieza necesarios para elaborar la tarea	Proceso	Escriba aquí, la forma correcta de realizar el proceso
		semanal							
		Mensual							
		Trimestral							
		Semestral							
Encargado: <i>Nombre de la persona encargada</i>									

Fuente: propia

En la tabla 16, se indica el diseño del cronograma de limpieza, el cual es una herramienta que sirve para garantizar la correcta ejecución de las actividades de limpieza en el proceso de fabricación y pintura, además, sirve como un manual porque en el ítem procesos se puede detallar de manera clara y específica los procedimientos a seguir para llevar a cabo las actividades de limpieza de manera segura y eficiente. Se recomienda que todos los colaboradores participen en la descripción de las tareas que se deben realizar y en la definición de las herramientas y equipos de protección personal necesarios para llevar a cabo la limpieza de manera eficiente y segura. Posteriormente se va a dar una breve descripción de cómo está conformado el cronograma.

Zonas de trabajo: hace referencia a los subprocesos de fabricación y pintura.

Frecuencia: se refiere a la cantidad de veces que se llevará a cabo la actividad o tarea de limpieza en un período determinado, para este caso se divide en diario, semanal, mensual trimestral, semestral, se debe marcar con una “X”, según la frecuencia de la limpieza.

Equipos de protección personal: se deben indicar los elementos de protección necesarios para llevar a cabo la limpieza, ejemplo, guantes, gafas de protección visual, tapabocas.

Herramientas de limpieza: se deben indicar las herramientas necesarias para realizar la actividad de limpieza, escoba, estopas, cepillo de alambre, entre otros, dependiendo del área.

Proceso: Es necesario especificar como realizar la actividad de limpieza en cada zona, a continuación, se muestra un ejemplo para el área de corte:

- Verificar que la máquina de corte manual esté apagada y desconectada de la fuente de energía antes de iniciar la limpieza.
- Retirar las piezas de metal sobrantes, virutas y escombros que se hayan generado durante el proceso de corte con una escoba y una pala.
- Utilizar un cepillo de cerdas duras para eliminar el exceso de residuos que puedan estar adheridos a la máquina de corte y a la mesa de trabajo.
- Limpiar las áreas de difícil acceso utilizando una estopa o un trapo húmedo.
- Revisar las herramientas utilizadas para el corte manual, como las sierras o los cuchillos, y limpiarlas de acuerdo con las instrucciones del fabricante para prolongar su vida útil.
- Verificar que los contenedores de residuos estén vacíos y colocar bolsas nuevas para su posterior eliminación.
- Asegurarse de que todo el equipo de protección personal esté en buen estado y listo para su uso en la siguiente operación de corte manual.
- Realizar una inspección visual final de la zona de trabajo para asegurarse de que no haya residuos o materiales peligrosos que puedan poner en riesgo la salud y seguridad de los trabajadores.

Es importante recordar que el cronograma de limpieza puede ajustarse según las necesidades específicas de la empresa. Puede ser creado de manera general y no necesariamente dividido por zonas, sino de acuerdo con las necesidades particulares. También es posible eliminar o agregar tareas que sean necesarias para la empresa.

Adicional, es fundamental involucrar a los colaboradores en la definición del proceso de limpieza, porque son ellos quienes conocen mejor los detalles de cada área y los

desafíos que enfrentan en su trabajo diario, además, los operarios se sienten más comprometidos y responsables de mantener limpias sus áreas de trabajo.

Por último, es importante destinar una zona para la eliminación de los desechos encontrados en la limpieza, por lo tanto, será necesario habilitar una zona de recolección de basura y residuos. Esta zona debe estar claramente identificada y separada de las zonas de trabajo y de las áreas de almacenamiento de materiales y herramientas. Sería Ideal, que la zona de recolección de residuos estuviera cercana a la salida de la empresa, para facilitar el transporte y el manejo de los residuos. Además, se deben proveer recipientes adecuados para la disposición de residuos orgánicos, inorgánicos y peligrosos, según sea el caso.

Figura 33. Sugerencia recipientes y zona de recolección de desechos.



Fuente: Alcaldía mayor de Bogotá, 2010

En la figura 33, se muestra un ejemplo para la zona de recolección de desechos, el recipiente rojo para materiales peligrosos, recipiente verde para residuos biodegradables y recipiente gris para residuos reciclables con sus respectivos colores. Así mismo, los recipientes de almacenamiento de los desechos deben ser resistentes, duraderos y fáciles de limpiar. Además, deben estar diseñados para evitar derrames y fugas, con tapas herméticas y sellos seguros para evitar la liberación de olores y la propagación de insectos y roedores.

Una vez propuesto este paso, se procede con la tercera etapa de la metodología, la cual es "estandarización".

4. Seiketsu (Estandarización)

En esta etapa, se busca desarrollar herramientas y materiales auxiliares que sean útiles para fomentar un enfoque consciente y metodológico en las tareas y procedimientos del área de fabricación y pintura en la empresa MANESCO S.A.S. Esto implica crear un conjunto de recursos que permitan a cualquier encargado llevar a cabo la operación en cualquier puesto de trabajo, sin importar su nivel de experiencia o conocimiento específico.

Además, es importante que estas herramientas y materiales auxiliares sean intuitivos y fáciles de entender para los colaboradores, lo que facilitará su uso y promoverá una mayor eficiencia en el desempeño de las tareas y procedimientos. De esta manera, se logrará una mayor estandarización de los procesos y se reducirá el riesgo de errores o equivocaciones en la ejecución de las tareas.

Inicialmente se diseña un diagrama de flujo, el cual se basa en la información recopilada durante el diagnóstico del proceso. Además, se plantea la implementación de inspecciones en cada etapa del proceso, con el objetivo de verificar que cada fase anterior se haya realizado correctamente antes de continuar con la siguiente. Esto permitirá la detección temprana de problemas y su solución lo antes posible, minimizando los reprocesos y reduciendo el tiempo y los costos del proceso. Según Luca (2016) “el costo de reparar un producto en la etapa de producción es aproximadamente 10 veces menor que repararlo después de haber sido entregado al cliente.”, es por esto, que para el diagrama de flujo diseñado se sugiere una serie de decisiones enfocadas a revisar o inspeccionar la pieza metálica.

El diagrama de flujo propuesto se presenta como una herramienta visual que muestra de manera clara y detallada el paso a paso de todo el proceso de fabricación y pintura. Esto permitirá una mayor comprensión por parte de los colaboradores y ayudará a identificar y corregir cualquier problema o retraso en el proceso de manera más eficiente. A continuación, se presenta el diagrama de flujo propuesto para una mejor visualización.

Figura 34. Diseño de diagrama de flujo para el proceso de fabricación y pintura.

No ACTIVIDAD	RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA ACTIVIDAD	RECURSOS
		INICIO		
1	Diseñador-ingeniero	Diseño de estructura	Se realiza el diseño de la estructura metálica, según especificaciones del cliente, se prepara la lista de materiales necesarios para la fabricación.	Software de diseño, especificaciones del cliente, software de lista de materiales, planos aprobados
2	Ingeniero - jefe de planta	Revisar requerimiento del cliente	Se realiza la previa revisión del diseño solicitado por el cliente, si se cuenta con el requerimiento del mismo se procede a realizar el proceso en la empresa, de lo contrario se contrata un tercero para llevar a cabo dicho requerimiento. Si: se pasa a la actividad de compra de material. No: se pasa la cotización a un tercero.	Plano general, de fabricación.
3	Encargado de compras	Compra de material	Se realiza la orden de compra de los materiales necesarios, se envía al proveedor.	Software de ordenes de compras, cotizaciones aprobadas.

No ACTIVIDAD	RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA ACTIVIDAD	RECURSOS
4	Encargado de compras	Recibir de material	Se recibe el material enviado por el proveedor.	Software de ordenes de compras, cotizaciones aprobadas.
5	Jefe de planta- Encargado de compras	Revisar el material	Se realiza la previa revisión del material solicitado al proveedor. Si: el material cumple con el requerimiento que se solicito, se pasa a la actividad de almacenamiento de material . No: se devuelve al proveedor, para realizar el cambio del material	Orden de compra
6	Encargado del almacén	Almacenamiento de material	Recibir los materiales, registrar la entrada en los inventarios, y hacer el almacenamiento de los mismos.	Guía de remisión, orden de compra, software de inventario.
7	Auxiliar de armado	Corte de material	*Se selecciona el material a cortar y se verifica que se encuentre en buenas condiciones. Las sierras pueden ser manuales o automáticas y pueden tener diferentes tamaños y características según el tipo de corte. *Se inicia el corte con la sierra seleccionada, siguiendo las marcas realizadas previamente en el material. *Retirar la pieza de la mesa de trabajo o prensa. Luego, se procede a medir y marcar la pieza a cortar según las especificaciones del diseño. *Se selecciona la sierra adecuada para el tipo de material y el tipo de corte que se desea realizar.	Máquina de corte, piezas de metal, equipo de protección personal (EPP)
8	Jefe de planta - Auxiliar de armado	Revisar la pieza cortada	La pieza cumple con las especificaciones: Si: se pasa a la actividad de armado, unión de las piezas. No: se devuelve a la actividad corte de material.	Instrumentos de medición (regla, calibre, etc.), planos de diseño, EPP
9	Armador- auxiliar de armado	Armado, unión de las piezas	* Se verifica la alineación de las piezas y se aseguran en su lugar para facilitar la actividad de ensamble. *Unir las piezas cortadas de acuerdo con el diseño.	Piezas de metal cortadas, equipo de sujeción, herramientas manuales
10	Jefe de planta- Armador- Soldador	Revisar la pieza armada	Verificar que el ensamble cumple con las especificaciones del diseño La pieza cumple con las especificaciones: Si: se pasa a la actividad de soldar las piezas armadas.. No: se devuelve a la actividad de armado, unión de las piezas.	Instrumentos de medición (regla, calibre, etc.), planos de diseño, EPP
11	Soldador	Soldar las piezas armadas	*Seleccionar el tipo de soldadura de adecuado para las piezas y la aplicación específica según especificación de los planos. *Preparar el equipo de soldadura, ajustando la corriente, el voltaje y otros parámetros según especificaciones de soldadura . Unión de las piezas de metal ensambladas mediante soldadura. *posicionar las piezas a ser soldadas en la posición correcta para que la soldadura sea uniforme y de alta calidad. Se realiza soldadura, utilizado la corriente y el voltaje necesario para fundir el material y unir las piezas. *Después de completar la soldadura, las piezas deben enfriarse llenamente para evitar tensiones y distorsiones.	Equipo de soldadura, material de soldadura, EPP
12	Jefe de planta - Soldador- auxiliar de pintura	Revisar la pieza soldada	Verificar que la soldadura cumple con las especificaciones del diseño La pieza cumple con las especificaciones: Si: se pasa a la actividad de pulido y grateado. No: se devuelve a la actividad de soldar las piezas armadas.	Instrumentos de medición (regla, calibre, etc.), planos de diseño, EPP

No ACTIVIDAD	RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA ACTIVIDAD	RECURSOS
13	Auxiliar de pintura	Pulido y grateado	<p>*Selecciona las herramientas y los abrasivos adecuados para el tipo de metal y la textura deseada.</p> <p>*Se realiza el grateado de la pieza para eliminar cualquier imperfección en la superficie.</p> <p>*Se realiza el pulido de la pieza para lograr la textura deseada.</p>	Pulidora, gratas, discos de pulir /granallado, piezas de metal ensambladas, EPP
14	Jefe de planta- Pintor -Auxiliar de pintura	Revisar la pieza pulida	<p>Verificación de que las piezas están pulidas y libres de residuos de soldadura.</p> <p>La pieza cumple con las especificaciones:</p> <p>Si: se pasa a la actividad de masillado y lijada.</p> <p>No: se devuelve a la actividad de pulido y grateado.</p>	Instrumentos de medición (regla, calibre, etc.), planos de diseño, EPP
15	Pintor -Auxiliar de pintura	Masillado y lijada	<p>*Selecciona las herramientas y los abrasivos adecuados para el tipo de metal y la textura deseada.</p> <p>*Se realiza el grateado de la pieza para eliminar cualquier imperfección en la superficie.</p> <p>*Se realiza el pulido de la pieza para lograr la textura deseada.</p>	Pulidora, gratas, discos de pulir /granallado, piezas de metal ensambladas, EPP
16	Jefe de planta- Pintor -Auxiliar de pintura	Revisar la pieza masillado	<p>Verificar que la soldadura cumple con las especificaciones del diseño</p> <p>La pieza cumple con las especificaciones:</p> <p>Si: se pasa a la actividad de aplicación de anticorrosivo.</p> <p>No: se devuelve a la actividad de masillado y lijado.</p>	Instrumentos de medición (regla, calibre, etc.), planos de diseño, EPP
17	Pintor -Auxiliar de pintura	Aplicación de anticorrosivo	<p>*Elegir el anticorrosivo adecuado según el tipo de metal las especificaciones y condiciones de diseño.</p> <p>*En caso de que el anticorrosivo requiera ser mezclado, se debe seguir las instrucciones del fabricante para garantizar la proporción adecuada.</p> <p>*Aplicar el anticorrosivo mediante rodillo, brocha o pistola de pintura según especificaciones.</p> <p>*Se debe aplicar una capa uniforme sobre la superficie y evitarla formación de burbujas o zonas sin cubrir.</p> <p>*Poner a secar la pieza.</p>	Anticorrosivo, equipo de aplicación (aerógrafo compresor) EPP
18	Jefe de planta- Pintor -Auxiliar de pintura	Revisar la pieza	<p>Realizar la verificación que la pieza este libre de impurezas.</p> <p>La pieza cumple con las especificaciones:</p> <p>Si: se pasa a la actividad de lijada de la pieza.</p> <p>No: se devuelve a la actividad de aplicación de anticorrosivo.</p>	Instrumentos de medición (regla, calibre, etc.), planos de diseño, EPP
19	Pintor -Auxiliar de pintura	Lijada de pieza	<p>*Seleccionar la lija según el tipo de superficie a lijar .</p> <p>*Lijar la pieza de manera uniforme y con movimientos en una sola dirección o según especificaciones.</p>	Papel lija de gano fijo, paño limpio, solvente de limpieza
20	Jefe de planta- Pintor -Auxiliar de pintura	Revisar la pieza	<p>Realizar la verificación que la pieza este libre de restos de masilla.</p> <p>La pieza cumple con las especificaciones:</p> <p>Si: se pasa a la actividad de aplicación de pintura y acabado.</p> <p>No: se devuelve a la actividad de lijada de pieza.</p>	Papel lija de gano fijo, paño limpio, solvente de limpieza
21	Pintor -Auxiliar de pintura	Aplicación de pintura de acabado	<p>*Se mezcla la pintura de acuerdo a las especificaciones del fabricante y se asegura que tenga la consistencia adecuada para su aplicación.</p> <p>*Se aplica la pintura con el equipo adecuado.</p> <p>*Se deja secar la pintura.</p>	Pintura de acabado, disolvente, mezclador, aerógrafo, compresor de aire, boquilla EPP.
22	Pintor -Jefe de planta	Revisar la pieza pintada	<p>Realizar la verificación total de la pieza, que cumpla con los espesores y adherencia.</p> <p>La pieza cumple con las especificaciones:</p> <p>Si: se pasa a la actividad de almacenamiento de producto terminado.</p> <p>No: se devuelve a la actividad de aplicación de pintura de acabado.</p>	Instrumentos de medición

No ACTIVIDAD	RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA ACTIVIDAD	RECURSOS
23	Almacenista - jefe de planta	Almacenamiento de producto terminado	Empacar y etiquetar el producto terminado en caso de ser necesario, almacenar el producto terminado en el área correspondiente.	Equipo de elevación herramienta de sujeción.
		FIN		

Fuente: Propia

En la figura 34, se indica el diagrama de flujo diseñado para la empresa MANESCO S.A.S, el cual está compuesta por los siguientes Ítems:

- **Número de actividad:** es un número que se asigna a cada actividad en el diagrama de flujo para identificarla de manera única y ordenada, estas deben ser secuenciales.
- **Responsable:** es la persona o el departamento que es responsable de realizar la actividad en cuestión.
- **Actividad:** es la acción específica que se realiza en el proceso de fabricación o pintura. Para este caso se coloca la figura que hace alusión a la actividad.
- **Descripción detallada de la actividad:** es una explicación de la actividad, además se incluyeron los pasos específicos que se deben seguir para realizar el subproceso correctamente.
- **Recursos:** son los elementos necesarios para realizar la actividad, que pueden incluir herramientas, materiales, maquinaria, equipo.

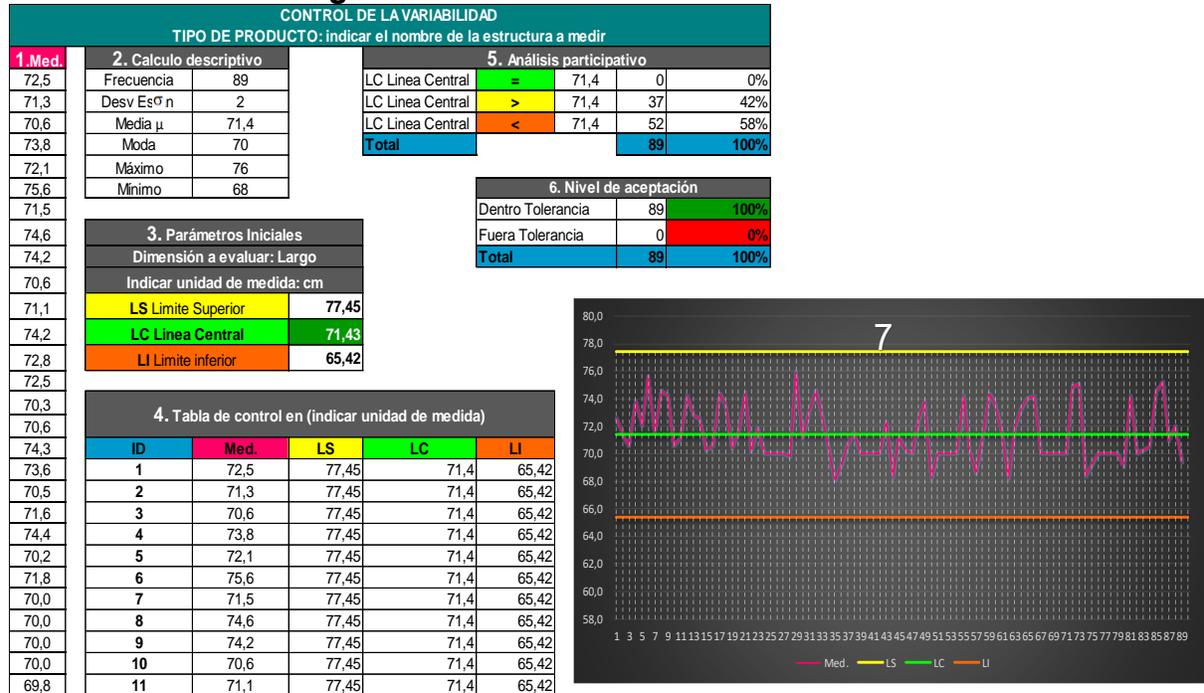
Se puede observar en el diagrama de flujo, que se han propuesto 10 inspecciones a lo largo de la fabricación y pintura de la estructura metálica. La finalidad de estas inspecciones es garantizar que cada fase del proceso se haya realizado correctamente y así evitar posibles errores o defectos en el producto final. La implementación de estas inspecciones permite que la estructura, una vez terminada, tenga una mayor calidad y cumpla con los requisitos y especificaciones del cliente. En consecuencia, se pretende que cuando la estructura llegue al sitio de montaje, no genere reprocesos y el proceso de instalación se realice de manera eficiente y efectiva. Hay que tener en cuenta que la empresa puede descartar las inspecciones que para ellos no sean necesarias.

Adicionalmente, se diseña una hoja de control de variabilidad, la cual permitirá evaluar al finalizar el proceso si la estructura cumple con las especificaciones o parámetros iniciales definidos por el área de diseño. Con esta herramienta se podrá monitorear, identificar y corregir desviaciones y reducir la variabilidad en la fabricación, lo que permite mejorar la calidad del producto final y la satisfacción del cliente.

Esta herramienta apoya el proceso de estandarización porque permite evaluar el desempeño del proceso en términos de variabilidad y ajustar la pieza en caso de ser necesario. Además, según expone Carro y González (2012) “la hoja de control de variabilidad es una herramienta valiosa para la capacitación de los operarios al

mostrarles la variabilidad en el proceso y cómo sus acciones pueden afectar la calidad del producto final”, a continuación, se muestra el diseño de la plantilla.

Figura 35. Plantilla control de variabilidad



Fuente: propia

En la figura 35, se muestra el formato con un ejemplo de la hoja de control de variabilidad. Para su ejecución es necesario tomar una muestra, esta consiste en seleccionar de manera aleatoria un subconjunto de individuos o elementos de la población para realizar las mediciones o análisis deseados, para el caso de la empresa pueden ser piezas o estructuras que se deseen evaluar.

Para la generación de esta plantilla se trabajó con los gráficos de control para variables con respecto al promedio, porque se va a basar en la medición de características de calidad tales como peso, longitud, dimensiones físicas, entre otras, además, permiten controlar el valor promedio de la característica de calidad en las muestras.

A continuación, se detallarán los componentes que conforman la hoja de variabilidad

- 1. Med:** se refiere todas las medidas de las muestras tomadas, estas se deben digitar.
- 2. Calculo descriptivo:** se refiere a las medidas estadísticas que se utilizan para analizar los datos recopilados la tabla Med. Estas medidas proporcionan información sobre la distribución de los datos, los datos se cargan

automáticamente, mediante un conjunto de fórmulas diligenciadas en Excel. Para este caso se utilizan:

- **Frecuencia:** cantidad de veces que ocurre un valor o dato en un conjunto de datos, se utiliza la fórmula =CONTAR (), la cual cuenta la cantidad de medidas (Med.) que se hayan ingresado en la tabla de control
 - **Desv Están:** medida de dispersión o variabilidad de un conjunto de datos respecto a su media. Una desviación estándar alta indica que los datos están más dispersos alrededor de la media, mientras que una desviación estándar baja indica que los datos están más concentrados alrededor de la media, se utiliza la fórmula =DESVESTP () de las medidas ingresadas (Med.).
 - **Media:** es el valor numérico que se obtiene al sumar todos los datos y dividir el resultado entre el número total de datos, representa el valor típico o promedio del conjunto de datos, se calcula con =PROMEDIO () de las medidas ingresadas (Med.)
 - **Moda:** es el valor o valores que aparecen con mayor frecuencia en un conjunto de datos, se utiliza =MODA () con base en las medidas ingresadas (Med.).
 - **Máximo:** es la medida más alta en un conjunto de datos, se calcula con =MAX () y el rango es las medidas ingresadas (Med.).
 - **Mínimo:** es la medida más bajo en un conjunto de datos se calcula con =MIN () y el rango es las medidas ingresadas (Med.).
3. **Parámetros iniciales:** se refiere a los límites o rangos aceptables dentro de los cuales se permite cierta variación o desviación de una especificación. Para el caso de la fabricación de productos, se establecen dimensiones físicas como la longitud, el ancho, el grosor, el diámetro, etc. Hay que tener en cuenta, que se debe abordar el mismo producto y la misma dimensión física.

Para el cálculo de los límites superior e inferior y la línea central, se tuvo en cuenta las fórmulas del gráfico de control para variables $\bar{\bar{X}}$, porque muestra el comportamiento o la variabilidad de las mediciones en relación a la línea central. Además, permite monitorear si las mediciones se encuentran dentro de los límites establecidos.

A continuación, se indica como se realiza el cálculo de LC, LS, LI:

- **LC (línea central)** se refiere a la media (promedio) de todas las medidas tomadas, se carga automáticamente según el resultado de la media que aparece en el cálculo descriptivo. Aunque, también la puede definir la empresa.
- **Ls (límite superior):** se refiere al valor máximo permitido para aceptar la pieza o estructura. Para el cálculo del límite superior se tuvo en cuenta la siguiente fórmula:

$$LC = \bar{X} = \mu$$

$$LSC = \bar{X} + 3\sigma / n$$

Siendo:

σ : Desviación estándar definido en el punto 2. Calculo descriptivo
 n: el total de datos medidos, para el ejemplo n=89 muestras tomadas

Todos los datos ya se encuentran definidos en la plantilla de control de variabilidad y se cargarían automáticamente.

- **Li (límite inferior):** se refiere al valor mínimo permitido para aceptar la pieza o estructura. Para el cálculo del límite inferior se tuvo en cuenta la siguiente formula:

$$LC = \bar{X} = \mu$$

$$LSC = \bar{X} - 3\sigma / n$$

Siendo:

σ : Desviación estándar definido en el punto 2. Calculo descriptivo
 n: el total de datos medidos, para el ejemplo n=89 muestras tomadas

Todos los datos ya se encuentran definidos en la plantilla de control de variabilidad y se cargarían automáticamente.

Figura 36. Ejemplo parámetros iniciales

3. Parámetros Iniciales	
Dimensión a evaluar: Largo	
Indicar unidad de medida: cm	
LS Limite Superior	77,45
LC Linea Central	71,43
LI Limite inferior	65,42

Fuente: propia

En la figura 36, se hace alusión a un ejemplo de los parámetros iniciales, el LC indica la medida de la pieza perfecta o el promedio obtenido de las medidas tomadas, el cual se calculó en el criterio 2. Calculo descriptivo, para este caso la pieza perfecta debería medir 71.43 cm. Por lo tanto, siguiendo con el ejemplo, la pieza perfecta o LC debe mide 71.43 cm, pero se puede aceptar una pieza que mida máximo 77.45 cm correspondientes al LS Límite superior y que mida mínimo 65.42 cm que corresponde al LI Límite inferior.

Además, está el sitio donde se debe ingresar la unidad de medida y dimensiones que se desean evaluar.

Es importante destacar que los métodos específicos para calcular los límites y la línea de tendencia pueden variar dependiendo del contexto y la técnica estadística utilizada.

4. Tabla de control en (indicar unidad de medida): en la opción que expresa “indicar unidad de medida” se debe eliminar la información que está en paréntesis y asignar la unidad de medida que se está trabajando (cm, mm, mt, entre otros). Adicionalmente la tabla de control muestra los límites superior e inferior, que son aceptables para el proceso, además de la dimensión nominal. Estos límites y la unidad de medida son definidos previamente en la tabla de parámetros por el área de diseño. La tabla de control se utiliza para comparar estas dimensiones y límites con las medidas tomadas de una muestra aleatoria. Esta tabla está compuesta por:

- **Id:** es la identificación de la medida
- **Med:** consiste en una selección de elementos o productos tomados al azar del proceso. Estas muestras se someten a mediciones y se comparan con los límites superior e inferior, así como con la dimensión nominal, para determinar si el proceso está dentro de los límites aceptables de variación. La cantidad de mediciones las puede definir el área de diseño, es decir indicar cuantos productos necesita que se evalúen. Se cargan automáticamente del criterio 1. Med
- **Ls, Di, Li:** hacen referencia a los límites de aceptación de la pieza, se cargan automáticamente de los parámetros iniciales, y son iguales para todas las medidas tomadas, (figura 37).

Figura 37. Ejemplo tabla de control.

4. Tabla de control en (indicar unidad de medida)				
ID	Med.	LS	LC	LI
1	72,5	77,45	71,4	65,42
2	71,3	77,45	71,4	65,42
3	70,6	77,45	71,4	65,42
4	73,8	77,45	71,4	65,42
5	72,1	77,45	71,4	65,42
6	75,6	77,45	71,4	65,42
7	71,5	77,45	71,4	65,42
8	74,6	77,45	71,4	65,42
9	74,2	77,45	71,4	65,42
10	70,6	77,45	71,4	65,42
11	71,1	77,45	71,4	65,42
12	74,2	77,45	71,4	65,42
13	72,8	77,45	71,4	65,42
14	72,5	77,45	71,4	65,42

Fuente: propia

En la tabla 37, se exponen 14 datos, de las 89 muestras tomadas aleatoriamente a modo de ejemplo, aunque pueden ser las que el área de diseño considere necesarias, las cuales se completan automáticamente del criterio Med y de los parámetros iniciales. También, se utiliza para generar el grafico de control.

5. Análisis participativo: analiza cuantos productos son iguales, mayores o menores a la LC línea central, es decir a la medida exacta, adicional indica el porcentaje de participación. Esta se diligencia automáticamente analizando los datos ingresados en los parámetros iniciales y la tabla de control.

Figura 38. Ejemplo del Análisis Participativo

5. Análisis participativo				
LC Línea Central	=	71,4	0	0%
LC Línea Central	>	71,4	37	42%
LC Línea Central	<	71,4	52	58%
Total			89	100%

Fuente: propia

En la figura 38, se muestra un ejemplo, en el que se evaluaron 89 productos, de los cuales hay 0 producto que son iguales a la medida ideal o en este caso a la media de todos los datos, para este caso 71.4 cm de largo, de los productos, 37 productos

están por encima de la medida perfecta y que 52 son menores a la medida perfecta, lo que corresponde al 58%.

6. Nivel de aceptación: esta indica la cantidad de productos que cumple con los parámetros iniciales, es decir que no superan el límite superior ni el límite inferior, es decir que pueden ser aceptados por el cliente. Además, indica la cantidad de productos que no cumplen y que lo más probable sea que los clientes no los reciba porque no cumple con las especificaciones. Se diligencia automáticamente analizando los datos ingresados en los parámetros iniciales y la tabla de control.

Figura 39. Ejemplo Nivel de aceptación

6. Nivel de aceptación		
Dentro Tolerancia	89	100%
Fuera Tolerancia	0	0%
Total	89	100%

Fuente: propia

Siguiendo con el ejemplo, en la figura 39:

- **Dentro tolerancia:** se refiere a los productos que cumplen o están dentro de los niveles de aceptación, para este caso de 89 productos que fueron evaluados mediante el control de variabilidad, 89 productos están dentro del nivel de tolerancia lo que corresponde al 100% de los productos.
- **Fuera Tolerancia:** indica los productos que no cumplen con los parámetros o con los niveles aceptación. A modo de ejemplo de los 89 productos evaluados, ninguno esta por fuera de los parámetros iniciales.

Hay que tener en cuenta que la variabilidad no se elimina, sino que se controla, para que este dentro de los parámetros de tolerancia que el equipo de diseño o el cliente consideren que son aceptables.

7. Gráfico del comportamiento de las medidas: se muestra el gráfico control que presenta el comportamiento o la variabilidad de todas las mediciones con respecto a la línea central, el límite superior y el límite inferior. Cabe destacar que las medidas que se encuentran por fuera de la línea amarilla y la línea naranja son productos que no cumplen con los niveles de aceptación establecidos. Aunque para el ejemplo todos los productos cumplen con los parámetros iniciales. Este se genera automáticamente.

Hay que tener en cuenta, que lo único que se debe digitar en la plantilla son las medidas correspondientes al criterio 1. Med, ya que la información restante se genera automáticamente, puesto que todas las fórmulas necesarias están

predefinidas en la plantilla, lo que simplifica el proceso de análisis y presentación de datos.

Este instrumento es de gran importancia ya que permite identificar, a partir de una muestra seleccionada, cuáles productos cumplen y cuántos no. De esta manera, se genera un indicador de control que permite tomar medidas correctivas y preventivas para mejorar la calidad del proceso y del producto final. Además, se puede aplicar para evaluar la variabilidad del proceso con respecto al tiempo, a la variabilidad de los materiales y con diferentes unidades de medidas que la empresa necesite, desde que todas sean iguales ejemplo comparar centímetros con centímetros, minutos con minutos, entre otros.

Adicionalmente, dado que el proceso presenta rotación del personal porque los operarios deben alternarse entre la planta y el sitio de montaje, y se contrata personal con muy poca experiencia o sin ésta, se diseña un plan de capacitación para que los trabajadores de la empresa adquieran las habilidades y conocimientos necesarios para llevar a cabo sus tareas de manera efectiva y eficiente.

Además, mediante un plan de capacitación se puede ayudar a reducir los reprocesos al proporcionar a los empleados las habilidades y conocimientos necesarios para realizar sus tareas de manera efectiva desde el principio, además, la capacitación también ayuda a los empleados a identificar y corregir errores de manera más eficiente, lo que permite reducir la cantidad de tiempo y recursos necesarios para realizar un trabajo.

En la tabla 17, se hace referencia al diseño del plan de capacitación en cual va enfocado a empleados nuevos.

Tabla 17. Diseño plan de capacitación empleados nuevos.

PLAN DE CAPACITACIÓN EMPLEADOS NUEVOS		Versión:01
Objetivos: Capacitar al personal nuevo de la empresa MANESCO S.A.S sobre la realización de sus tareas de manera efectiva y eficiente. Asegurar que el personal nuevo comprenda los procedimientos de trabajo, los estándares de calidad y seguridad establecidos por la empresa. Fomentar la integración del personal nuevo en el equipo de trabajo y en la cultura organizacional de la empresa.		
Duración: Indicar el tiempo de duración de la capacitación. Ejemplo 25 de mayo - 30 de mayo		
Lugar/instalación: Indicar el lugar de capacitación. Ejemplo Instalaciones de la empresa		
Fecha Inicio: Indicar la fecha y la hora destinadas para la capacitación		Hora Inicio:
Fecha Fin:		Hora fin:
Desarrollo de la capacitación.		
Proceso de incorporación: 1. Recorrido por las instalaciones: Se debe realizar un recorrido por las instalaciones de la empresa, mostrando diferentes departamentos, áreas de trabajo y puntos de interés, como salas de reuniones, cafetería, etc. 2. Introducción a los compañeros de trabajo: se debe facilitar la interacción del empleado con sus compañeros de trabajo, presentándolos y fomentando las conexiones iniciales. 3. Revisión de beneficios y recursos: se debe explicar los beneficios ofrecidos por la empresa, como planes de seguro médico, planes de jubilación, programas de bienestar 4. Conocimiento del área de trabajo: se brindará información detallada sobre las áreas de trabajo, los equipos y herramientas que se utilizan.		
Presentación y orientación 1. Presentación de la empresa: Realizar una presentación detallada sobre la empresa, su historia, misión, visión, valores y objetivos estratégicos. Esto ayuda al empleado a comprender el propósito y la cultura de la organización 2. Estructura organizativa: Presentar la estructura organizativa de la empresa, incluyendo los diferentes departamentos, equipos y sus funciones 3. Políticas y procedimientos internos: Proporcionar información detallada sobre las políticas y procedimientos internos de la empresa, como las políticas de recursos humanos, políticas de seguridad y salud ocupacional, ética empresarial 4. Información sobre clientes y mercado: Compartir información relevante sobre los clientes objetivo, el mercado en el que opera la empresa y las tendencias del sector.		
Introducción a Procesos y Procedimientos 1. Asignación de mentores o compañeros de trabajo: Designar a un mentor o compañero de trabajo experimentado para que acompañe al empleado en sus primeros días y lo guíe a través de los procesos y procedimientos de la organización 2. Observación directa: Permitir que el colaborador observe a colegas y expertos mientras realizan sus tareas, permitiéndole aprender mediante la observación directa. 3. Uso de herramientas: Introducir al empleado en las herramientas utilizadas para el proceso.		
Evaluación y seguimiento: 1. Evaluación final: se realizará una evaluación final para medir el nivel de aprendizaje y comprensión del personal nuevo sobre los temas impartidos. 2. Retroalimentación constructiva: Proporcionar retroalimentación regular y constructiva al empleado sobre su desempeño. Destacar los aspectos positivos y ofrecer sugerencias para mejorar en áreas específicas. La retroalimentación debe ser clara, específica y basada en hechos observables.		
Competencias: Comprender los procedimientos de trabajo y los estándares de calidad y seguridad establecidos por la empresa. Realizar tareas específicas en el área de trabajo de manera efectiva y eficiente. Trabajar en equipo y fomentar la integración en la cultura organizacional de la empresa.		
Recursos: Proyector, computador, presentación en PowerPoint Pizarrón, marcadores, materiales de trabajo Cuestionarios de evaluación, bolígrafos. Herramientas propias del procesos (flexómetros, maquinaria) Indicar si se necesitan recursos adicionales		
Asistentes a la capacitación: Indicar nombre(s)		Persona encargada de la capacitación: Indicar nombre(s)

Fuente: propia

En la tabla 17, se presenta el formato del plan de capacitación diseñado para la empresa, en la cual ya se han definido los objetivos, además, se colocó un sitio para que se indique la duración, el lugar y la fecha, los cuales se sugiere que sean definidos por la empresa, también, se ha detallado una serie de actividades para el desarrollo del plan, los cuales pueden presentar modificaciones según la necesidad de la empresa. Dado que el plan está definido para personas nuevas se sugiere que la capacitación se realice de la siguiente manera:

- **Durante la primera semana:** es común proporcionar una capacitación básica durante los primeros días o la primera semana del empleo.
- **Antes de comenzar las tareas asignadas:** si el empleado va a asumir tareas específicas o utilizar herramientas o sistemas particulares, es importante proporcionar capacitación específica antes de que comience a desempeñar esas funciones, esta inducción se sugiere que sea proporcionada por el jefe de planta. Esto garantizará que el colaborador adquiera los conocimientos necesarios para realizar su trabajo de manera efectiva y eficiente.

Además, se indican las competencias que se quieren alcanzar con este plan, los recursos que necesitan, y el sitio para ingresar los nombres de las personas que van a participar en la capacitación tanto como la persona en cargada de la capacitación como el que la recibe.

Adicionalmente, se diseña un plan de capacitación para que los colaboradores, conozcan la metodología de las 5S, se propone que la formación sea tanto para colaboradores nuevos como antiguos, para que así, conozcan sobre los beneficios que pueden obtener de su aplicación y en cómo mantener la filosofía de las 5s a lo largo del tiempo.

Es por esto, que se sugiere realizarla de la siguiente manera:

- **Capacitación inicial:** se debe realizar una capacitación inicial sobre las 5S cuando se implementa por primera vez en la organización. Esta capacitación se centra en introducir los conceptos básicos de las 5S, su importancia y los beneficios que conlleva.
- **Reforzamiento periódico:** después de la capacitación inicial, se recomienda realizar capacitaciones de refuerzo periódicas para mantener vivo el conocimiento y recordar a los empleados la importancia de seguir practicando las 5S en su trabajo diario. Estas capacitaciones de refuerzo pueden llevarse a cabo cada seis meses o anualmente, según las necesidades de la empresa, (tabla 18).

Tabla 18. Plan de capacitación 5s

	PLAN DE CAPACITACIÓN 5S
Objetivos: Comprender los fundamentos y los beneficios de la implementación de las 5S. Conocer los pasos y herramientas para la implementación de las 5S. Adquirir habilidades y competencias para la aplicación de las 5S en el entorno laboral.	
Duración: Indicar el tiempo de duración de la capacitación. Ejemplo 25 de mayo - 30 de mayo	
Lugar/instalación: Indicar el lugar de capacitación. Ejemplo Instalaciones de la empresa	
Fecha Inicio: Indicar la fecha y la hora destinadas Hora Inicio: Fecha Fin: para la capacitación Hora fin:	
Desarrollo de la capacitación.	
1. Presentación interactiva sobre los fundamentos de las 5S y su aplicación en el entorno laboral. 2. Talleres prácticos para la aplicación de las 5S en situaciones específicas de la empresa. 3. Dinámicas en grupo para fomentar el trabajo en equipo y la colaboración en la implementación de las 5S. 4. Ejercicios individuales de reflexión para evaluar los avances en la implementación de las 5S.	
Clasificar 1. Presentación sobre la importancia de la clasificación y cómo identificar elementos necesarios e innecesarios en el área de trabajo. 2. Ejercicios prácticos de clasificación de objetos y materiales en grupos de "necesario" y "no necesario".	
Ordenar 1. Explicación de cómo organizar herramientas, equipos y materiales de manera eficiente y segura. 2. Actividad práctica para establecer un sistema de orden y etiquetado en el área de trabajo.	
Limpiar 1. Presentación sobre la importancia de la limpieza regular y cómo mantener un entorno de trabajo limpio y seguro. 2. Realización de un ejercicio práctico de limpieza profunda en el área de trabajo, incluyendo la eliminación de desechos y la organización del espacio.	
Estandarizar 1. Explicación de la importancia de establecer estándares de trabajo y cómo documentar los procedimientos y las instrucciones necesarios.	
Mantener 1. Presentación sobre la importancia del mantenimiento regular de los estándares establecidos y cómo crear un sistema de seguimiento y mejora continua.	
Competencias:	
1. Adquirir habilidades de clasificación y organización. 2. Crear conciencia de limpieza y seguridad en el entorno de trabajo. 3. Obtener la capacidad para seguir estándares y procedimientos establecidos	
Recursos:	
Proyector, computador, presentación en PowerPoint Pizarrón, marcadores, materiales de trabajo Presentación de diapositivas con contenido relevante. Materiales impresos con información sobre las 5S y ejercicios prácticos. Herramientas de clasificación, etiquetado y limpieza. Indicar si se necesitan recursos adicionales	
Asistentes a la capacitación: Indicar nombre(s)	Persona encargada de la capacitación: Indicar nombre(s)

Fuente: propia

Para la tabla 18, se definieron los objetivos basados en las 5S, se precisó un sitio para colocar la duración, lugar y las fechas en las cuales se va a dictar la capacitación, se sugiere que sean determinadas por la empresa. Además, se fijaron una serie de actividades tanto a nivel general, como para profundizar en cada S. Estos formatos se pueden adaptar las necesidades de la empresa y se les puede realizar el cambio que ésta considere necesarios.

Una vez completada esta fase, se procede con el paso de la disciplina. Esta etapa, se enfoca en mantener y fortalecer los cambios realizados durante la implementación de las 5S.

5. Shitsuke (Disciplina)

La disciplina es esencial para mantener el éxito de los pasos anteriores. Si los empleados no mantienen los nuevos estándares de orden y limpieza, se producirá una degradación en la calidad y la eficiencia de la organización. La disciplina también fomenta un mayor sentido de responsabilidad y compromiso por parte de los empleados, lo que conduce a una cultura empresarial más fuerte y un ambiente de trabajo más agradable.

Para evaluar las cuatro S anteriores, se ha elaborado una lista de verificación que permitirá llevar un registro detallado y verificar que se han completado todas las tareas necesarias para cumplir con el objetivo de permitir que la empresa lleve un control de la metodología y las herramientas propuestas. A continuación, se presenta la lista de chequeo diseñada específicamente para la empresa:

Tabla 19. Propuesta lista de chequeo evaluación de las 5s

		LISTA DE CHEQUEO 5S			
ÁREA:		RESPONSABLE:		FECHA:	
EVALUACIÓN No. ____					
Fase de las 5S	PUNTOS A EVALUAR	REGISTRO FOTOGRÁFICO	CUMPLE		OBSERVACIONES
			Si	No	
SEIRI Clasificar	¿Existen elementos innecesarios en la zona de trabajo?				
	¿Se han eliminado los elementos no necesarios?				
	¿Se han establecido áreas para almacenar y clasificar los elementos necesarios?				
	¿Se han etiquetado correctamente los elementos clasificados?				
SEITON Ordenar	¿Se han definido los lugares para cada elemento en el lugar de trabajo?				
	¿Los elementos están organizados de manera sistemática?				
	¿Los elementos están ubicados en los lugares adecuados para su uso y acceso?				
	¿Se han implementado medidas para mantener los lugares de trabajo organizados?				
SEISO Limpiar	¿Se han definido los estándares de limpieza para cada área?				
	¿Se han establecido procedimientos para la limpieza diaria?				
	¿Se han identificado y eliminado fuentes de suciedad y desorden?				
	¿Se han establecido rutinas de inspección y mantenimiento de la limpieza?				
SEIKETSU Estandarizar	¿Se han documentado los estándares y procedimientos de las 3S anteriores?				
	¿Se han establecido indicadores de desempeño para el mantenimiento de las 5S?				
	¿Se han implementado sistemas de monitoreo y auditorías para asegurar el cumplimiento de las 5S?				
	¿Se ha creado una cultura de mejora continua para mantener y mejorar las 5S?				

Fuente: propia

La tabla 19 se refiere a la propuesta de la lista de chequeo, la cual servirá como una herramienta para verificar el cumplimiento de los estándares establecidos en las etapas anteriores y promover la disciplina. Se sugiere que sea utilizada después de implementar la metodología, con el fin de obtener una evaluación adecuada de las fases. A continuación, se indican las características de la lista de chequeo:

- **Responsable:** indicar el nombre del encargado de realizar la tarea.
- **Fases de las 5s:** hace referencia a los pasos de la metodología.
- **Puntos a evaluar:** se presentan una serie de preguntas enfocadas en cada paso las 5s, las cuales se pueden adaptar y modificar de acuerdo a las necesidades específicas de la empresa.
- **Registro fotográfico:** se debe tomar fotografías, las cuales van a servir como medio de registro y documentación de que si se está realizando o no la actividad.
- **Cumple:** esta columna se utiliza para indicar si se han cumplido o no las tareas correspondientes en cada fase. Marcar con una X
- **Observaciones:** espacio en el que se pueden realizar anotaciones, comentarios o sugerencias sobre la implementación de las 5S.

El uso de la lista de chequeo es importante porque permite llevar un registro de las tareas realizadas en cada fase y verificar si se han cumplido los propósitos de la metodología.

Por último, con esta propuesta de mejora enfocada en las 5S y el uso de las herramientas e instrumentos diseñados específicamente para la empresa, se busca que MANESCO S.A.S, pueda llevar a cabo una prueba piloto con el objetivo de analizar la viabilidad y efectividad de la implementación de las 5S en su entorno laboral.

8. RECOMENDACIONES

Durante la ejecución de la propuesta de mejora, se generan una serie de recomendaciones tanto para la empresa MANESCO S.A.S según los hallazgos encontrados en las diferentes etapas de la propuesta, como para la institución Universitaria Pascual bravo, las cuales se indican a continuación.

Para la empresa MANESCO S.A.S

Durante el diagnóstico inicial realizado al proceso de fabricación y pintura de la empresa MANESCO S.A.S, se presenta una oportunidad de mejora que permita contribuir con la reducción de los reprocesos, se recomienda implementar la propuesta utilizando la metodología de las 5S en combinación con técnicas Poka - Yoke, porque se fomentaría una cultura en la empresa enfocada a la organización, al aumento de la calidad de sus productos y trabajo en equipo, lo que ayuda a motivar a los empleados a colaborar en la implementación de mejoras y a asumir un mayor compromiso con la calidad del trabajo.

Se le recomienda a MANESCO S.A.S crear una cultura organizacional que motive, fomente y celebre la innovación y el pensamiento creativo de los colaboradores. Esto se logra a través de la comunicación constante de la visión y los objetivos de la empresa, promoviendo la retroalimentación y la colaboración entre los equipos, e incentivando el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Así mismo, establecer un sistema de reconocimiento y recompensas por ideas innovadoras y desempeño excepcional, como premios monetarios, ascensos y oportunidades de desarrollo profesional, puede resultar motivador. Además, ofrecer programas de capacitación y desarrollo profesional que fomenten la adquisición de nuevas habilidades y conocimientos puede contribuir a la innovación.

Se le recomienda que, en el momento de hacer una convocatoria, la empresa establezca requisitos claros para los candidatos en cuanto a educación, experiencia, habilidades y conocimientos técnicos. Además, se puede utilizar pruebas de evaluación de habilidades para medir las habilidades y conocimientos técnicos de los candidatos en relación con el trabajo que se les va a asignar. Las entrevistas estructuradas también son importantes para evaluar las habilidades sociales, de comunicación y de trabajo en equipo de los candidatos. Ofrecer programas de capacitación y desarrollo puede ayudar a los empleados a adquirir las habilidades necesarias para desempeñar su trabajo con éxito y también puede ser una forma efectiva de retener a los empleados. Por último, la experiencia laboral previa de los candidatos puede ser una señal de su capacidad para realizar el trabajo y debe ser considerada en el proceso de selección.

Para la Institución Universitaria Pascual Bravo.

Es necesario que la Institución Universitaria considere incluir en sus planes de estudio la realización de salidas de campo para los estudiantes. Estas salidas pueden ser de gran beneficio para los estudiantes, ya que permiten aplicar los conocimientos adquiridos en clase en un ambiente real y tangible. Además, las salidas de campo pueden ser una forma efectiva de motivar a los estudiantes y aumentar su interés en la asignatura, lo que a su vez puede mejorar el desempeño académico. También puede ser una oportunidad para que los estudiantes interactúen con profesionales del campo y obtengan una perspectiva más amplia de la industria.

Se recomienda que la Institución considere la experiencia en la industria como un criterio importante al momento de seleccionar y contratar a sus docentes. Contar con docentes que han trabajado en el campo puede tener varios beneficios para los estudiantes, ya que les permite tener acceso a una perspectiva más práctica y aplicada de la materia, lo que puede mejorar significativamente su comprensión y desempeño en el futuro. Los docentes con experiencia en la industria suelen ser una fuente valiosa de oportunidades para los estudiantes, ya que pueden proporcionar información actualizada sobre las tendencias y demandas del mercado laboral, y pueden ofrecer consejos y recomendaciones útiles para la búsqueda de empleo.

Se recomienda a la institución que aumente la cantidad de tiempo que los estudiantes tienen para reunirse con sus asesores durante el desarrollo del trabajo de grado. Es común que el proceso de investigación y escritura de un trabajo de grado sea un proceso largo y complejo que requiere de tiempo y esfuerzo considerables. Por lo tanto, permitir más tiempo para las asesorías proporciona a los estudiantes la oportunidad de profundizar su comprensión del tema y la metodología de investigación.

Se sugiere establecer un adecuado empalme entre los temas tratados en la asignatura de Seminario de Investigación, que se enfoca en desarrollar el anteproyecto, y la asignatura de Proyecto de Grado, con el fin de evitar la falta de continuidad entre los docentes que asesoran ambos trabajos. En muchos casos, los profesores que asesoran el anteproyecto no entregan los avances realizados a los docentes que asesoran el trabajo de grado final, lo que genera problemas en la estructuración y ajuste del proyecto. Por tanto, se recomienda establecer una continuidad adecuada entre estas dos asignaturas, y que se compartan los avances del anteproyecto con los docentes de la asignatura de Proyecto de Grado. De esta manera, se logrará una estandarización en los temas y normas de ambos trabajos, y se garantizará una mejor orientación y seguimiento del proyecto de grado.

Se recomienda a la institución, que el mismo asesor del anteproyecto de grado también acompañe el proyecto final. Al mantener la continuidad, el estudiante puede evitar retrasos o contratiempos que podrían surgir si un nuevo consejero asumiera el proyecto. Además, trabajar con la misma persona(s) garantiza la coherencia del trabajo final con el anteproyecto, dado que este ya conoce los objetivos y expectativas del estudiante. También puede ser más eficiente, puesto que ya está familiarizado con el proyecto y puede ahorrar tiempo en explicaciones. Así mismo, puede mejorar la calidad del trabajo final, puesto que él puede ofrecer comentarios y críticas constructivas para guiar al estudiante en su proceso de mejora, lo que puede ser beneficioso para la continuidad, coherencia, eficiencia y calidad del trabajo del estudiante.

9. CONCLUSIONES

Durante el proceso de elaboración de la propuesta de mejora, se han podido generar conclusiones que se basan en las diferentes fases establecidas para cumplir con los objetivos del proyecto.

En primer lugar, a través del diagnóstico realizado en la empresa, se logró identificar la principal oportunidad de mejora en el proceso de fabricación y pintura. Esta oportunidad fue reconocida mediante una observación detallada de los procesos y mediante diálogos con el personal operativo involucrado en dichas actividades, lo que permitió compilar información valiosa. Además, se diseñaron herramientas específicas que facilitaron la recopilación de la información obtenida. Además, mediante la aplicación de las herramientas diseñadas, se obtuvo información precisa y detallada del jefe de planta, los colaboradores y las investigadoras, acerca de las principales causas que generan la oportunidad de mejora.

En segundo lugar, se realizó el análisis de las herramientas, con las cuales se obtuvo información precisa y detallada del jefe de planta, el personal operativo y las investigadoras, acerca de las principales causas que generan la oportunidad de mejora. En éstas, se logra compactar toda la información y se procede con el análisis de las principales causas que generan los reprocesos, con el fin de encontrar una propuesta que logre atacar la mayoría de las causas encontradas en el análisis.

En tercer lugar, se procedió a la elaboración de la propuesta de mejora que busca optimizar la calidad de los productos, al disminuir los reprocesos en el área de fabricación y pintura. La propuesta se centró en el diseño de herramientas de mejora continua, combinando la metodología de las 5S con herramientas Poka-yoke, al abordar tanto los aspectos físicos como los errores humanos que pueden ocasionar reprocesos. Estas herramientas e instrumentos fueron desarrollados para obtener un entorno de trabajo más eficiente y comprometido.

Finalmente, la integración de todas las etapas del proceso de investigación permitió obtener el diseño de una propuesta que contribuye a la disminución de los reprocesos en el área de fabricación y pintura en la empresa MANESCO S.A.S, mediante el diseño herramientas enfocadas en las 5s, en la estandarización, la capacitación del personal, entre otras, para poder garantizar que los procesos se lleven a cabo de manera uniforme y que el personal cuente con las habilidades y conocimientos necesarios para desempeñar sus funciones de manera eficiente, lo que posibilita la mejora continua y la calidad en los productos. Es por esto, que es de vital importancia verificar la viabilidad de la propuesta mediante una prueba piloto.

10.REFERENCIAS

- Alcaldía mayor de Bogotá. (2010). *Guía para la gestión y manejo Integral de residuos Industria Metalmecánica*.
https://www.ambientebogota.gov.co/documents/10184/2113710/guia_metal_mecanica.pdf/98b5c24c-4024-45cc-9301-bac0d8f77388
- Amazon. (2023). *Tablero de sombras elementos de limpieza*.
https://www.amazon.com/-/es/NMC-SBK108AL-5S-resistente-combinado/dp/B081QMFKSG/ref=sr_1_2?__mk_es_US=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=1DC79CDKME010&keywords=tablero+s+de+sombras&qid=1685490890&sprefix=tableros+de+sombras%2Caps%2C569&sr=8-2
- Amendola. (2021). *Las 5S como metodología clave dentro de la Excelencia Operativa de las empresas*. [Archivo PDF].
<https://www.pmmlearning.com/wp-content/uploads/2021/04/Articulo-Las-5S-como-metodologia-clave-dentro-de-la-Excelencia-Operativa-de-las-empresas.pdf>
- Angarita, D., y Castiblanco, Y. (2019). *Propuesta de mejora para la reducción de reprocesos de fabricación e instalación en la empresa Cocinas Aimco SAS utilizando la metodología Lean Six Sigma*. [Tesis de Pregrado, Universidad de la Salle] Universidad de La Salle.
https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_industrial/132/
- Bernabeu, E., Sellés, M., y Gisbert, V. (2012). *Los gráficos de control por atributos* [Archivo PDF]. https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2012/06/2.-Graf_Atributos.pdf
- Canva (2023a). *Plantillas de soldadura*.
<https://www.canva.com/templates/?query=herramientas>
- Canva (2023b). *Plantillas de herramientas*.
<https://www.canva.com/templates/?query=soldadura>
- Canva (2023c). *Plantillas de maquinaria industrial*.
<https://www.canva.com/templates/?query=maquinaria%20industrial>
- Carro, R. y González, D. (2012). *Control estadístico de proceso*. Universidad Nacional del Mar de la plata
http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1617/1/12_control_estadistico.pdf
- Casas, J., Repullo, J., y Donado, C. (2003). *La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos* [Archivo PDF].
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7681866/pdf/main.pdf>
- Castillo, J. y Carreño, D. (2021). *Diseño metodológico para la caracterización de procesos, caso empresas metalmeccánicas del departamento de Boyacá*.
<https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/download/2706/3478?inline=1>
- Chávez, E., y Huayllasco, D. (2022). *Modelo Lean manufacturing de gestión de producción. Make to order basado en QRM para reducir los tiempos de entrega de pedidos en Pymes metalmeccánicas*. [Tesis de Pregrado,

- Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654978>
- Chevalier, A. (1998). *Tecnología del diseño y fabricación de piezas metálicas*. ED LIMUSA.
- De La Cruz, F., y Sánchez, A. (2021). *Herramientas lean y su efecto en la productividad de la empresa metalmeccánica rectificaciones*. [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo.]
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76439>
- Delgado, D., Cobo, D., Pérez, K., Pilacuan, R., y Rocha, M. (2013). *El diagrama de Ishikawa como herramienta de calidad en la educación: una revisión de los últimos 7 años*. [Archivo PDF]. https://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf
- Depelteau. (2010). *Cómo los shadow boards le ayudan a ser más competitivo*. https://www.flexpipeinc.com/us_es/como-los-shadow-boards-le-ayudan-a-ser-mas-competitivo/
- Equipo editorial. (5 de agosto de 2021). La encuesta. <https://concepto.de/encuesta/>.
- Gándara, F. (2014). *Herramientas de calidad y el trabajo en equipo para disminuir la reprobación escolar*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94432996003>
- Gerson, H. (2017). Diagrama de Flujo. [Diapositiva PowerPoint]. <https://es.scribd.com/document/466459693/DIAGRAMA-DE-FLUJO-GERSON-LACHO-CHANCHA>
- González, M. (2007). Implementación de control estadístico de proceso en una empresa metalmeccánica construcción [Tesis de Posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México]. https://repositorio.unam.mx/contenidos/implementacion-de-control-estadistico-de-proceso-en-una-empresa-metalmeccanica-3453456?c=0elwOg&d=false&q=*&i=1&v=1&t=search_0&as=0
- González, R., y Bernal, J. (2012). *Check list - Listas de chequeo*. <https://www.pdcahome.com/check-list/>
- Guaila, C. (2013). *Mejoramiento de la Productividad en la Empresa induacero Cía. Ltda. en Base al Desarrollo e Implementación de la Metodología 5s Vsm, Herramientas Dellean Manufacturing*. [Archivo PDF]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/30>
- Hernández, J., y Ruiz, J. (2016). *Mejora de la eficiencia en la producción de productos metálicos mediante la reducción de reprocesos*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/9171>
- Hirano, H. (1990). *POKA-YOKE (Spanish): Mejorando la Calidad del Producto Evitando los Defectos*. Productivity Press
- Ishikawa, K. (1989). *Introducción al control de calidad*. Ed. Díaz de Santos.
- Juran, J. (1992). *Juran on quality by design: the new steps for planning quality into goods and services*. Free Press.
- Kume, H. (2002). *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*. Grupo Editorial Norma. <https://books.google.com.pe/books?id=x4PnjSZYzMEC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

- Luca, L. (2016). *A new model of Ishikawa diagram for quality*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [Archivo PDF]. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/161/1/012099/pdf>
- Manene, L. (28 de julio de 2011). *Los diagramas de flujo: su definición, objetivo*. <https://luismiguelmanene.wordpress.com/2011/07/28/los-diagramas-de-flujo-su-definicion-objetivo-ventajas-elaboracion-fases-reglas-y-ejemplos-de-aplicaciones/#:~:text=Un%20diagrama%20de%20flujo%20es,pict%C3%B3rica%20de%20un%20procedimiento%20administrativo>.
- Mariñas, D., y Vejarano, E. (2019). *Aplicación del sistema Lean Manufacturing en el incremento de la productividad en una empresa metal mecánica de producción de ollas de aluminio*. [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica del Perú.] <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3035740>
- Martínez, J., y Valencia, J. (2016). *Propuesta de disminución de los reprocesos en la fábrica*. [Tesis de Pregrado, Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium] <https://repository.unicatolica.edu.co/handle/20.500.12237/1113>
- Martínez, Y. (2022). *Ingeniería de métodos*. <https://www.ingenieriademetodos.com/productividad-y-calidad/>
- Mcname, P., & Celona, J. (2001). *Decision Analysis for the Professional*. Smartorg Inc
- Méndez de Paula, G. (2012). *Cadena metalmecánica en América Latina: importancia económica, oportunidades y amenazas*. *Asociación Latinoamericana del Acero*. [Archivo PDF]. https://www.andi.com.co/Uploads/CADENA%20METALMECANICA%20EN%20AMERICA%20LATINA%202012_636536157790078356.pdf
- Montgomery, D. C. (2012). *Introduction to Statistical Quality Control*. John Wiley & Sons, Inc.
- Morioka, L., & Echterhoff, S. (2005). *Metalworking Metals: Safety and Health Best Practices Manual*. <https://www.osha.gov/metalworking-fluids/manual/s>
- Palaneeswaran. (2006). *Reducing rework to enhance project performance levels*. [Archivo PDF]. https://www.researchgate.net/publication/228496555_Reducing_rework_to_enhance_project_performance_levels
- Parra, L. (2017). *Disminución de procesos en la fabricación de productos soldados en una empresa del sector metalmecánico del país*. [Tesis de Magíster. Escuela Superior Politécnica del Litoral] <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/38115?show=full>
- Pereira, B., y Orellana, D. (2015). *Para qué sirven las encuestas? análisis de caso*. Universidad Nacional de Mar del Plata. <https://es.scribd.com/document/574963561/Dialnet-ParaQueSirvenLasEncuestasAnalisisDeCaso-6329279>
- Pérez, V., y Quintero, L. (2017). *Metodología dinámica para la implementación de 5's en el área de producción de las organizaciones*. <https://www.redalyc.org/pdf/1513/151354939009.pdf>

- Pérez, M. (2017). *Implementación de herramientas de control de calidad en MYPEs de confecciones y aplicación de mejora continua PHRA*. [Archivo PDF]. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81653909013.pdf>
- Project Management Institute. (2017). *A Guide to the Project Management*. <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/PMBOK>
- Rajadell, M. y Sánchez, J. L. (2010). *Lean manufacturing: La evidencia de una necesidad*. Ediciones Díaz de Santos.
- Rayo, D., Casallas, P., y Góngora, P. (2021). *Diseño de un sistema de información y control para la reducción de productos no conformes en una empresa metalmecánica*. [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Javeriana] [https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/45523/Document o.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/45523/Document%20o.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rendon, H. (2013). *Control estadístico de calidad*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de minas.
- Rodríguez, M., y Wong, J. (2018). *Propuesta de mejora para reducir los retrasos en la entrega de pedidos*. Universidad peruana de ciencias Aplicadas. [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654994>
- Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta Edición. MC Graw Hill Education.
- Shingo, S. (1986). *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke*. CRC Press
- Sistema Nacional de Competitividad. (2016). *Agenda Nacional de Competitividad e Innovación 2014 –2018*. <https://www.snc.gov.co>
- Soliz, C. (2018). *Implementación de la herramienta Poka Yoke para mejorar la productividad en el área de producción en la Empresa BERAMED E.I.R.L. construcción* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/32613/Soliz_C CJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/32613/Soliz_C%20CJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Suárez, M. (2008). *Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la mejora continua*. *Pecunia* [Archivo PDF]. <https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/1378/3117757%5B1%5D.pdf?sequence=1>
- Villaseñor, A., y Galindo. (2007). *Conceptos y reglas de Lean Manufacturing*. (Primera Ed.). Ed Limusa
- Winarso, K., & Jufriyanto, M. (2020). Rework Reduction and Quality Cost Analysis of Furniture Production Processes Using the House of Risk (HOR). Indonesia. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1569/3/032022/meta>.

11. ANEXOS

ANEXO 1. Certificación de trabajo de grado empresa Manesco S.A.S.



Sabaneta, 24 de mayo de 2023

Señores:

Institución Universitaria Pascual Bravo

Asunto: Certificación de trabajo de grado.

Andrés Felipe Pareja Higueta en calidad de representante legal de la empresa MANESCO SAS. Identificada con NIT 900648190-8, certifica que Sorleni Arango Muñoz identificada con cedula de ciudadanía 38.212.028 y Paula Andrea Martínez Graciano identificada con cedula de ciudadanía 1.128.477.085, realizaron su trabajo de grado en el área de fabricación y pintura generando una propuesta de mejora para la reducción de los reprocesos

Con esta propuesta se puede evidenciar la gran oportunidad de mejora que tiene la empresa en sus procesos. De ante mano se les agradece a las estudiantes por el interés presentado al momento de presentar esta propuesta.

Atentamente,  _____

Andres Felipe Pareja Higueta
Representante legal