



**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**  
**SEDE GUAYAQUIL**  
**CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**PLAN DE CONTROL DE PRODUCCIÓN PARA LA MEJORA DEL ÁREA DE  
MECANIZADO DE UNA EMPRESA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE  
MAQUINARIAS**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Industrial

AUTORES: Miguel Steeven Hidalgo Santana

Erika Rocío Tumbaco Intriago

TUTOR: Ing. Tania Catalina Rojas Párraga, Mg.

Guayaquil-Ecuador

2023

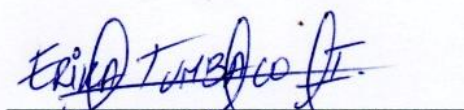
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Nosotros, **Miguel Steeven Hidalgo Santana** con documento de identificación N° 0930813738 y **Erika Rocío Tumbaco Intriago** con documento de identificación N° 0953641099 manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 15 de agosto del año 2023

  
\_\_\_\_\_  
**Miguel Steeven Hidalgo Santana**  
0930813738

  
\_\_\_\_\_  
**Erika Rocío Tumbaco Intriago**  
0953641099

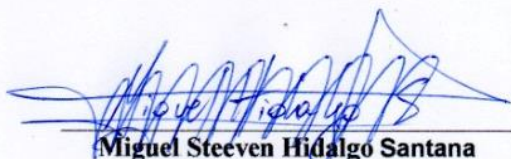
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, **Miguel Steeven Hidalgo Santana** con documento de identificación N° 0930813738 y **Erika Rocío Tumbaco Intriago** con documento de identificación N° 0953641099, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Plan de Control de Producción para la Mejora del Área de Mecanizado de una Empresa de Diseño y Construcción de Maquinarias”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

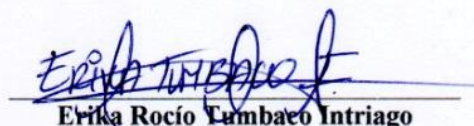
Guayaquil, 15 de agosto del año 2023

Atentamente,



**Miguel Steeven Hidalgo Santana**

0930813738



**Erika Rocío Tumbaco Intriago**

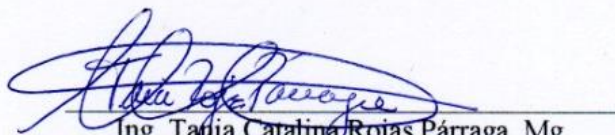
0953641099

**CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, **Ing. Tania Catalina Rojas Párraga, Mg.** con documento de identificación N° 0919958363 docente de la Universidad POLITECNICA SALESIANA DE GUAYAQUIL, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “Plan de Control de Producción para la Mejora del Área de Mecanizado de una Empresa de Diseño y Construcción de Maquinarias”, realizado por **Miguel Steeven Hidalgo Santana** con documento de identificación N° 0930813738 y por **Erika Rocío Tumbaco Intriago** con documento de identificación N° 0953641099, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **Proyecto Técnico** que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 de agosto del año 2023

Atentamente,



Ing. Tania Catalina Rojas Párraga, Mg.

0919958363

## DEDICATORIA

Este proyecto técnico va dedicado en primer lugar a Dios ya que a él le debo la vida, la salud, el cuidado y la sabiduría otorgada para culminar este proyecto con éxito. En segundo lugar, a toda mi familia, principalmente a mis padres que fueron y seguirán siendo mis primeros maestros, mis pilares fundamentales en mi formación personal y profesional. A mis hermanos a quienes quiero inspirar a que persigan sus sueños, sus metas y nunca desmayen en el intento, que sepan que la vida es para los valientes que luchan, que perseveran hasta conseguir lo que se proponen. En tercer lugar, a mis hijos; Nicolás y Emma quienes son mi motivación, mi motor de vida y es en ellos en quien pienso cuando me propongo una meta sea a corto o largo plazo, sin duda quiero ser el mejor ejemplo de superación y perseverancia que puedan tener en su vida, y sobre todo que se sientan orgullosos del padre que tienen a su lado.

Miguel Steeven Hidalgo Santana

Dedico este proyecto a Dios con mucha alegría y nostalgia por brindarme la salud y fuerzas necesarias para seguir adelante con una de mis mayores metas personales. A mis padres quienes fueron el empuje necesario para empezar y culminarlo. Por darme el apoyo necesario en muchas ocasiones que lo necesitaba. Por darme una mano amiga con mi hijo para que continúe con los estudios universitarios.

A mi hijo Mathias quien está muy orgulloso y mucho más feliz que su mami será una Ingeniera. Por ser mi gran motivación diaria por culminar esta carrera y no dejar de estudiar a lo largo de todos los semestres.

A nuestros docentes quienes también en semestres nos motivaban a seguir adelante, quienes con ejemplos de ellos mismos nos aconsejaban lo duro del camino mientras trabajas y estudias, quienes nos brindaban sus conocimientos y experiencias en las materias dadas.

A mí también por tener esas fuerzas, ganas, resiliencia por culminar esta meta tan anhelada y tener esas abreviaturas delante de mi nombre. “Ing. Erika”. Para demostrarle a mi hijo y familia que los sueños y anhelos si se cumplen que no fue fácil sin duda alguna pero no decaí en el proceso.

Erika Rocío Tumbaco Intriago

## AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a mi padre por su apoyo incondicional en esta travesía llamada carrera profesional, agradezco desde el corazón sus consejos, su experiencia y por recordarme siempre que yo puedo conseguir mi título profesional y mucho más si tan solo me lo propongo, que los límites son mentales únicamente y que no existe impedimento alguno para alguien con hambre de triunfo. Agradezco a mi madre que desde siempre ha sido mi apoyo emocional, mi consejera, mi amiga, la que siempre encontró la forma de levantarme el ánimo y de hacerme sentir especial por más dura o dificultosa que pareciera la situación, aquella que me recordaba lo importante que era que culmine mi carrera y que no me rinda en el camino, aquella que a pesar de la distancia y de vivir en otro país me hizo sentir su apoyo incondicional siempre.

A mis docentes, a los grandes profesionales que aportaron con su granito de arena a lo largo de mi formación profesional transmitiéndome sus conocimientos y experiencias.

A mi Tutora de proyecto, la cual desde el principio estuvo dispuesta a ayudarme a sacar el proyecto adelante con la paciencia y el profesionalismo que la caracteriza.

A la UPS por permitirme ser parte de tan prestigiosa institución a la cual admiro y llevo en mi corazón.

Miguel Steeven Hidalgo Santana

Primeramente, agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de concluir con éxitos este proyecto de titulación luego de 5 años de arduo esfuerzo constante y así continuar con esta primera meta personal frente a todos los obstáculos que se han presentado en el camino, por brindarme la salud a mí y en unión de toda mi familia.

A mis padres quienes fueron el motor principal de continuar con los estudios de tercer nivel, quienes me alentaban en muchas ocasiones que quise rendirme y mucho más pasando una pandemia mundial donde el trabajo fue escaso.

A mi hijo Mathias quien fue la personita quien me dio ese otro motivo de continuar esta carrera, quien me esperaba y me preguntaba casi todas las noches como me fue en la universidad, con quien dormía con la luz encendida en muchas ocasiones por realizar las tareas. Él es el motivo por el cual no puedo rendirme, siendo yo el ejemplo de superación en su vida.

A mi tutora de tesis quien fue la guía principal para la culminación del proyecto, quien nos brindó sus conocimientos y apoyo durante todo el desarrollo de esta investigación.

A mis compañeros de aula por todos los buenos momentos compartidos durante estos años que nos queda como anécdotas en un futuro de nuestra vida universitaria.

Erika Rocío Tumbaco Intriago



## RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como principal objetivo aplicar un plan de control de producción para la mejora del área de mecanizado de una empresa de diseño y construcción de maquinarias. Dicho plan ayudará a mejorar las operaciones de producción de la empresa *Dicomahi S.A.* reduciendo tiempos de fabricación, eliminación de los duplicados en las órdenes de compra de materia prima, organización en el área de mecanizado y la mejora en la calidad de los productos metalmecánicos fabricados en la empresa.

La falta de un control efectivo en el proceso de manufactura de componentes mecanizados, desde la compra de la materia prima hasta el producto final, ha ocasionado problemas como desperdicio de materiales y recursos, así como una coordinación deficiente entre los departamentos de compra, bodega y mecanizado, lo que ha conducido a adquisiciones no planificadas y un uso ineficiente de los recursos financieros.

Ante la problemática existente en la empresa, se tomaron diversas acciones partiendo con la identificación de las causas del problemas, luego una descripción de las operaciones que se realizan en el área de mecanizado, un análisis de los productos de mayor frecuencia de fabricación, el levantamiento de un inventario de materia prima, una metodología para establecer orden en el área de trabajo mediante las 5S. También fue necesario la implementación de un software que integre el registro de inventario para un mejor control de stocks de materia primas, productos en procesos y terminados relacionados al área de mecanizado.

Se implementó un plan para el proceso de compras para optimizar las compras de materia prima en el área de mecanizado, mejorando la comunicación entre los departamentos de mecanizado, compras y la bodega. Las 5S mejoraron las condiciones en el área de mecanizado mediante un ordenamiento completo de materiales y herramientas. El software

facilitó el análisis de disponibilidad de materia prima, agilizando las decisiones de compra y eliminando duplicados en las órdenes de compra, mitigando la pérdida de tiempo laboral en la espera de la materia prima.

**Palabras clave:** Control de producción, mecanizado, optimización, inventario, coordinación.

## ABSTRACT

The main objective of this research project is to apply a production control plan to improve the machining area of a machinery design and construction company. This plan will help to improve the production operations of Dicomahi S.A. by reducing manufacturing times, eliminating duplicates in raw material purchase orders, organization in the machining area and improving the quality of the metal-mechanical products manufactured in the company.

The lack of effective control in the manufacturing process of machined components, from the purchase of raw materials to the final product, has caused problems such as waste of materials and resources, as well as poor coordination between the purchasing, warehouse and machining departments, which has led to unplanned acquisitions and inefficient use of financial resources.

Faced with the existing problems in the company, several actions were taken, starting with the identification of the causes of the problems, then a description of the operations performed in the machining area, an analysis of the most frequently manufactured products, a raw material inventory, a methodology to establish order in the work area through the 5S. It was also necessary to implement a software that integrates the inventory register for a better control of raw material, product and product stocks of raw materials, products in process and finished products related to the machining area.

A plan for the purchasing process was implemented to optimize raw material purchases in the machining area, improving communication between the machining, purchasing and warehouse departments. The 5S improved conditions in the machining area through a complete ordering of materials and tools. The software facilitated the analysis of raw material availability, streamlining purchasing decisions and eliminating duplicate purchase orders, mitigating the loss of labor time waiting for raw material.

**Keywords:** Production control, machining, optimization, inventory, coordination.

## INDICE

PORTADA.....	I
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	IV
DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTO.....	VII
RESUMEN .....	IX
ABSTRACT.....	XI
INDICE.....	XII
INDICE DE TABLAS .....	XV
INDICE DE FIGURAS.....	XVI
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	3
1. PROBLEMÁTICA.....	3
1.1 ANTECEDENTES.....	3
1.2 IMPORTANCIA Y ALCANCES.....	6
1.3 DELIMITACIÓN.....	8
1.3.1 COORDENADAS GEOGRÁFICAS .....	9
1.3.2 DESCRIPCIÓN CONTEXTUAL DE LA EMPRESA.....	9

1.4	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	11
1.5	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
1.6	OBJETIVO GENERAL .....	11
1.7	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
CAPITULO II.....		13
2.	MARCO TEORICO.....	13
2.1	Gestión de la producción .....	13
2.1.1	<i>Conceptos básicos de gestión de la producción.....</i>	13
2.1.2	<i>Tipos de sistemas de producción .....</i>	14
2.2	Introducción al área de mecanizado.....	15
2.2.1	<i>Definición y funciones del área de mecanizado .....</i>	15
2.2.2	<i>Importancia del mecanizado en la industria de diseño y construcción de maquinarias</i>	16
2.2.4	<i>Conceptos fundamentales de control de calidad.....</i>	18
2.2.5	<i>Técnicas y herramientas de control de calidad aplicables al mecanizado.....</i>	21
2.2.6	<i>Normas y estándares de calidad .....</i>	22
2.3	Diagramas metodológicos .....	23
2.3.1	<i>Diagrama de Pareto .....</i>	23
2.3.2	<i>Diagrama Ishikawa .....</i>	24
CAPITULO III.....		47
MARCO METODOLOGICO .....		47
CAPITULO IV.....		82
RESULTADOS.....		82

CRONOGRAMA .....	98
PRESUPUESTO .....	99
CONCLUSIONES .....	100
RECOMENDACIONES .....	102
BIBLIOGRAFÍA.....	103
ANEXOS .....	105

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categorías de causas en un problema.....	25
Tabla 2. Productos y servicios de la empresa.....	49
Tabla 3. Análisis de productos fabricados en empresa Dicomahi S.A.....	50
Tabla 4. Demanda de productos solicitados por mes al área de mecanizado.....	52
Tabla 5. Clasificación de productos de acuerdo al análisis ABC.....	54
Tabla 6. Anotación de frecuencia de parámetros críticos .....	59
Tabla 7. Resumen de frecuencia de parámetros críticos .....	59
Tabla 8. Pérdidas de tiempo de trabajo .....	60
Tabla 9. Desperdicio de material.....	60
Tabla 10. Duplicidad de pedidos.....	61
Tabla 11. Afectaciones en calidad del producto.....	61
Tabla 12. Tabla con valores para diagrama de Pareto.....	62
Tabla 13. Inventario de bodega .....	65
Tabla 14. Inventario requerido para rodillo clasificador de camarón .....	68
Tabla 15. Datos para desarrollo de plan maestro de producción.....	72
Tabla 16. Datos para desarrollo de MRP .....	76
Tabla 17. Criterios de puntaje para modelo de evaluación .....	76
Tabla 18. Evaluación antes y después de implementación de las 5S.....	86
Tabla 19. Plan Maestro de Producción.....	92
Tabla 20. Resumen de MRP para rodillo clasificador de camarón .....	93
Tabla 21. Presupuesto de la investigación.....	99
Tabla 22. Análisis MRP de rodillo clasificador de camarón.....	107
Tabla 23. Análisis MRP de rodillo clasificador de camarón: Varilla inox de 4 pulgadas .....	107

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Exportaciones Nacionales FOB (Miles USD) .....	7
Figura 2. Ubicación Geográfica de compañía Dicomahi S.A. ....	9
Figura 3. Etapas de diagrama de Pareto .....	24
Figura 4. Diagrama General Ishikawa.....	25
Figura 5. Diagrama organizacional del Área de Mecanizado .....	26
Figura 6. Flujograma de diseño y construcción de pieza mecanizada .....	28
Figura 7. Cortadora de hilo .....	32
Figura 8. Fresadora Lagun .....	33
Figura 9. Torno paralelo con bancada de 2 metros de largo .....	34
Figura 10. Torno paralelo con bancada de 2.5 metros de largo .....	34
Figura 11. Torno paralelo con bancada de 3 metros de largo .....	35
Figura 12. Torno paralelo con bancada de 5 metros de largo .....	36
Figura 13. Torno paralelo con bancada de 6 metros de largo .....	37
Figura 14. Taladro de pedestal Heller .....	38
Figura 15. Cepilladora.....	39
Figura 16. Sierra industrial tipo vaivén.....	40
Figura 17. Rectificadora Pulidora abrillantadora Weinig .....	41
Figura 18. Calibrador pie de rey manual.....	42
Figura 19. Calibrador pie de rey digital .....	43
Figura 20. Micrómetro o tornillo de palmer.....	44
Figura 21. Reloj comparador de centros .....	45
Figura 22. Sierra manual .....	46
Figura 23. Gráfica de barra de productos solicitados por mes .....	55



Figura 24. Diagrama de Pareto de aspectos críticos en área de mecanizado .....	62
Figura 25. Diagrama de Ishikawa.....	64
Figura 26. Proceso de fabricación de un rodillo clasificador de camarón .....	69
Figura 27. Soldado de puntas o muñequillas.....	70
Figura 28. Pulido y abrillantado.....	70
Figura 29. Rodillo superabrillantado.....	70
Figura 30. Rodillo clasificador de camarón .....	70
Figura 31. Diagrama actual para compras de materia prima para el área de mecanizado .....	71
Figura 32. Formato para evaluación de 5S.....	76
Figura 33. Evaluación 5S estado inicial de Bodega .....	77
Figura 34. Evaluación 5S estado inicial de Mecanizado.....	77
Figura 35. Diagrama Propuesta para Compras de Materia Prima para Área de Mecanizado..	85
Figura 36. Evaluación de 5S en Bodega.....	88
Figura 37. Evaluación de 5S en Mecanizado .....	88
Figura 38. Aplicación de Tarjetas Rojas en Mecanizado.....	89
Figura 39. Implementación de 5S en Bodega .....	89
Figura 40. Organización de consumibles en bodega.....	90
Figura 41. Perchas con consumibles organizado.....	90
Figura 42. Implementación de 5S en Mecanizado .....	90
Figura 43. Implementación de 5S en Mecanizado .....	90
Figura 44. Check List de limpieza en Mecanizado .....	91
Figura 45. Check List de limpieza en Bodega.....	91
Figura 46. Interfaz de software para inventario de bodega .....	96
Figura 47. Usuario de Bodega usando programa .....	96

Figura 48. Interfaz de software para inventario de compras .....	97
Figura 49. Usuario de Departamento de Compras .....	97
Figura 50. Formato de check list para bodega.....	105
Figura 51. Formato de check list para mecanizado .....	106
Figura 52. Implementación de 5S en Bodega .....	110
Figura 53. Señalización de las 5S en las paredes de áreas intervenidas.....	110

## TITULO

Plan de control de producción para la mejora del área de mecanizado de una empresa de diseño y construcción de maquinarias.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Mecanizado:** Proceso de manufactura que implica la remoción de material de una pieza para darle forma, precisión y acabado.

**Órdenes de Pedidos:** Documentos que especifican la cantidad y detalles de los productos solicitados por los clientes.

**Parámetros Estandarizados:** Valores predefinidos que sirven como referencia para mantener la calidad y consistencia en la producción.

**Técnica de las 5S:** Metodología de organización y gestión visual que se enfoca en crear un entorno de trabajo eficiente y libre de desperdicios.

**Inventario:** Registro detallado de los activos y recursos disponibles en una empresa, incluyendo materias primas, productos en proceso y productos terminados.

**Software de Gestión de Inventario:** Aplicación informática utilizada para registrar, rastrear y administrar los niveles de inventario de una organización.

**Registro de Inventario:** Documento que muestra las cantidades y ubicaciones de los productos en un almacén o espacio de almacenamiento.

**Control de Stocks:** Proceso de seguimiento y gestión de la cantidad de productos en inventario para evitar exceso o falta de existencias.

**Capacidad de Producción:** Máxima producción que una empresa puede lograr en un período de tiempo determinado, considerando recursos y limitaciones.

**Proceso de Compras:** Conjunto de pasos y actividades para adquirir materiales y suministros necesarios para la producción.

**Precisión en el Diseño:** Calidad de un diseño que asegura que los componentes se ajusten y funcionen correctamente, minimizando errores y ajustes posteriores.

## INTRODUCCIÓN

En el dinámico mundo industrial, la eficiencia en los procesos de producción se convierte en un factor clave para el éxito y la competitividad de las empresas. En particular, en el ámbito de diseño y construcción de maquinarias para la industria alimenticia, la precisión y calidad en la producción de partes y piezas mecanizadas son elementos fundamentales que influyen directamente en la satisfacción del cliente y en la rentabilidad del negocio.

La empresa objeto de estudio, una reconocida organización con más de 20 años de presencia en el mercado ecuatoriano ha logrado posicionarse como líder en el campo de las construcciones metal-mecánicas y como fabricante destacado de maquinarias y equipos para la industria camaronera. Sin embargo, a pesar de su crecimiento progresivo, el área de mecanizado ha experimentado dificultades en su proceso productivo, lo que ha resultado en pérdidas económicas considerables y un impacto negativo en la rentabilidad de la empresa.

La falta de un control adecuado en la producción de partes y piezas mecanizadas, desde la recepción de la materia prima hasta el producto terminado, ha generado problemas como la presencia de pérdidas de materiales, desperdicios y pérdida de herramientas. Además, la comunicación y coordinación entre las áreas de compras, bodega y mecanizado ha sido deficiente, lo que ha llevado a la adquisición no planificada de materia prima y al derroche de recursos económicos.

Ante este panorama, resulta imperativo para la empresa desarrollar un Plan de Control de Producción que permita mejorar el área de mecanizado. Dicho plan tiene como objetivo principal optimizar la eficiencia, reducir los costos operativos y garantizar la calidad en los procesos de producción de partes y piezas mecanizadas. Para lograrlo, se requerirá un análisis exhaustivo de los procesos actuales, la identificación de puntos críticos y áreas de oportunidad,

así como la implementación de mejoras y la promoción de una cultura de mejora continua en el personal involucrado.

Para esto, el desarrollo de esta investigación se estructurará en secciones. En la primera sección se plantea la descripción del problema, justificación de la investigación, objetivos, delimitación de la investigación y descripción de la empresa objetivo de esta investigación, puntos que hacen posible el desarrollo lógico y coherente de la propuesta; esto se realiza con la finalidad de presentar la situación inicial de la empresa. Luego, en la segunda sección, se elabora el marco teórico que recopila las bases teóricas consultada en diferentes autores que permitirá un estudio profundo de todas las áreas y actores que aborda esta investigación.

En la tercera sección se describe la metodología empleada para el desarrollo de los objetivos de esta investigación. En una cuarta sección se presentará los resultados o hallazgos realizados en esta investigación. Finalmente, en la cuarta sección se realizará las conclusiones y recomendaciones respectivas.

A través de este estudio, se espera contribuir al fortalecimiento de la empresa, no solo en términos de eficiencia y rentabilidad, sino también en la consolidación de su reputación como un referente en el diseño y construcción de maquinarias de precisión para la industria alimenticia. El éxito en la implementación del Plan de Control de Producción se traducirá en una mejora significativa en la gestión de recursos, la optimización de procesos y la generación de ahorros económicos, impulsando así la competitividad y sostenibilidad de la empresa en un entorno cada vez más exigente.

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMÁTICA

#### 1.1 ANTECEDENTES

El área de mecanizado es fundamental en una empresa de diseño y construcción de maquinarias para la industria alimenticia. Esta área se encarga de transformar la materia prima en productos terminados, y su precisión en la producción de partes y piezas mecanizadas es un distintivo que ha llevado a la empresa a consolidarse como líder en el mercado ecuatoriano de construcciones metal-mecánicas y como fabricante destacado de maquinarias y equipos para la industria camaronera.

La compañía *Dicomahi S.A.* objeto de este estudio se enfrenta a diversos desafíos que afectan su desempeño en el área de mecanizado. Uno de los problemas fundamentales y de raíz es la falta de organización tanto a nivel administrativo como en el campo de trabajo. Esta falta de organización impacta negativamente en todos los procesos productivos y constituye el origen de las demás problemáticas presentes en la empresa.

A pesar del crecimiento progresivo de la empresa en los últimos 20 años y de la ampliación de sus servicios industriales, se ha evidenciado que el área de mecanizado presenta deficiencias en su proceso productivo. En la actualidad, no existe un control adecuado en la producción de las partes y piezas mecanizadas, desde la recepción de la materia prima proveniente de los proveedores hasta su almacenamiento en la bodega y posterior traslado al área de mecanizado. Esta falta de control ha ocasionado pérdidas económicas considerables debido a la presencia de pérdidas de materiales, desperdicios y pérdida de herramientas en el área. Estas pérdidas que se reflejan en los libros contables de la empresa y afectan su rentabilidad, son originadas por los siguientes problemas identificados :

Desperdicio de material.- En el área de mecanizado, específicamente donde se ubican el torno y la fresadora, existe una falta de claridad en las instrucciones proporcionadas a los torneros y fresadores. Por ejemplo, puede haber una falta de especificaciones técnicas detalladas, dibujos o planos confusos, falta de comunicación efectiva entre los ingenieros de diseño y los operadores de las máquinas. Debido a esta falta de claridad en las instrucciones se deriva una falta de una cultura de aprovechamiento eficiente lo cual incluye malas prácticas como el desperdicio de sobrantes de material, la falta de reutilización de piezas o componentes, la falta de control en el consumo de material, entre otros. Debido a esto, se generan gastos innecesarios en la adquisición de material a causa de errores, retrasos, descartes y compras innecesarias. Este hecho conlleva a un aumento en los costos de inversión para la producción de las piezas.

Pérdidas de tiempo de trabajo.- En relación con las pérdidas de tiempo de trabajo, se ha observado que cuando los torneros requieren material para llevar a cabo el mecanizado de las piezas en lugar de seguir el proceso establecido de solicitar el material a través del departamento de bodega, algunos torneros optan por dirigirse directamente al departamento de compras para adquirirlo. Esto conlleva a una falta de comunicación interna, resultando en compras ineficientes de material que ya se encuentra disponible en el inventario de la bodega.

Como consecuencia de esta falta de comunicación y de no seguir el proceso adecuado, el departamento de compras se ve en la necesidad de informar que existe material en bodega y se debe utilizar antes de utilizar el recientemente adquirido. Esta confusión genera un tiempo considerable de resolución, durante el cual las máquinas de mecanizado permanecen paralizadas afectando la eficiencia y productividad del área de mecanizado.

Mala organización de la empresa.- Como ya se expresó anteriormente, la mala organización de la empresa se evidencia en la falta de claridad en las instrucciones, la falta de



comunicación interna y los retrasos en la toma de decisiones, lo que afecta negativamente la eficiencia y productividad del área de mecanizado.

Afectaciones en la calidad del producto.- Las afectaciones en la calidad del producto son evidentes en el área de mecanizado debido a un desempeño deficiente por parte de los operarios. En ocasiones, los operarios reciben llamados de atención o críticas que afectan su motivación y actitud hacia su trabajo. Como resultado, realizan sus labores con desgana y falta de compromiso, lo que tiene un impacto directo en la calidad de las piezas mecanizadas.

Las piezas que se producen en esta área requieren una precisión milimétrica para cumplir con los estándares de calidad establecidos. Sin embargo, cuando los operarios ejecutan sus tareas de forma inadecuada o descuidada, se producen piezas mal procesadas. Estos errores en el proceso de mecanizado afectan negativamente la calidad del producto final.

Es fundamental reconocer que la precisión y la calidad de las piezas mecanizadas son aspectos críticos en cualquier proceso de producción. La falta de compromiso y la mala ejecución de los operarios contribuyen directamente a la disminución de la calidad del producto, lo que puede tener consecuencias perjudiciales para la reputación de la empresa y la satisfacción del cliente.

En este contexto, la empresa ha reconocido la importancia de mantener su estatus de precisión en la producción de partes y piezas mecanizadas, así como la necesidad de implementar correctivos para mejorar el proceso productivo en el área de mecanizado. Además, es crucial establecer un control adecuado que brinde soluciones eficientes para reducir los costos de operación y generar ahorros económicos en toda la organización. En este sentido, se ha identificado que la comunicación y coordinación entre las partes involucradas, como compras, bodega y mecanizado, es deficiente, lo que conduce a la adquisición no planificada de materia prima y al desperdicio de la misma y de materiales/herramientas.

La mala organización desde el inicio del proceso productivo genera una serie de complicaciones que se extienden a lo largo de todas las etapas. La ausencia de la aplicación de metodologías como el Kaizen y las 5S, que promueven la mejora continua y una organización eficiente, es evidente en la empresa. Además, el sistema de trabajo actual se encuentra colapsado, lo que agrava aún más los problemas operativos.

Esta falta de organización y deficiencia en el sistema de trabajo tiene un impacto directo en la calidad, eficiencia y costos de producción de las partes y piezas mecanizadas.

## **1.2 IMPORTANCIA Y ALCANCES**

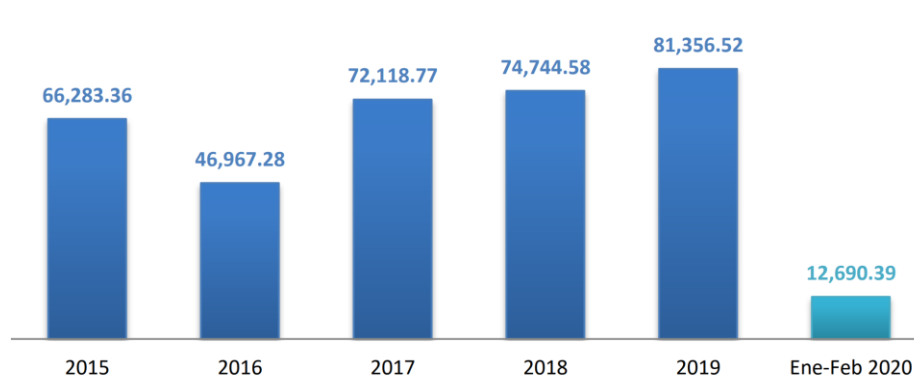
El sector metalmecánico desempeña un papel fundamental en el desarrollo económico de Ecuador, siendo estratégico para fomentar la producción nacional y reducir la dependencia de las importaciones. De acuerdo con los datos macroeconómicos del Banco Central del Ecuador (BCE), la fabricación de metales y productos derivados del metal tuvo un crecimiento del 1.3% en el 2018 y se acercó al 0.6% para el año 2019. Aunque ha experimentado un crecimiento moderado en los últimos años, representa una parte significativa del PIB manufacturero y general del país. Contribuye con insumos clave para otras industrias y genera una considerable cantidad de empleos directos e indirectos, estimándose en 80 millones y 400 millones de empleo respectivamente (Banco Central del Ecuador, (BCE), 2020).

En la Figura 1 se presenta una gráfica de las exportaciones nacionales de la industria de manufactura asociada a las industrias básicas de hierro y acero. El informe fue presentado por la Corporación Financiera Nacional (CFN, 2020) e indica que, en los últimos 3 años previos al informe, en el periodo comprendido entre 2017 y 2019, las exportaciones nacionales aumentaron notablemente siendo el 2019 el año de mayores exportaciones de productos manufacturados con 81,356.32 dólares estadounidenses. Esto indica un incremento en las

exportaciones de productos manufacturados asociados a la industria de hierro y acero, lo que supone un impacto positivo en el impulso económico del país, así como el desarrollo industrial.

### Figura 1

Exportaciones Nacionales FOB (Miles USD)



*Nota.* Gráfico de barras de Exportaciones Nacionales de las Industrias Básicas de Manufactura por año, desde 2015 hasta febrero 2020. El título de la gráfica refiere a las exportaciones del país en el periodo comprendido, expresadas en miles de dólares estadounidenses. Extraído de Banco Central del Ecuador, (BCE), 2020.

La presente investigación reviste una gran importancia para la empresa compañía *Dicomahi S.A.*, ya que aborda una problemática que afecta directamente su proceso productivo y rentabilidad. En primer lugar, busca lograr una mayor eficiencia operativa en la empresa. Mediante la reducción del desperdicio de material, la optimización de los tiempos de trabajo y la mejora en la organización, se busca optimizar los recursos y reducir los costos de producción. Esto tiene un impacto directo en la rentabilidad de la empresa y en su capacidad para mantenerse competitiva en el mercado.

Además, esta investigación busca generar un impacto positivo en toda la organización, no solo en el área de mecanizado. Al implementar un enfoque sistemático y efectivo en la gestión de costos operativos, se generarán ahorros económicos que se reflejarán en la rentabilidad global de la empresa. Asimismo, la mejora continua y la adopción de prácticas

eficientes de producción se convertirán en un hábito laboral para los colaboradores, promoviendo una cultura de excelencia y optimización en todos los procesos.

El alcance de esta investigación se extiende tanto a nivel interno de la empresa objeto de estudio como a nivel externo en el sector de diseño y construcción de maquinarias. Internamente, se busca impactar en la organización y gestión del área de mecanizado, optimizando los procesos de producción, reduciendo pérdidas económicas y mejorando la calidad de las partes y piezas mecanizadas. Además, se pretende promover una reestructuración del sistema de trabajo y la adopción de metodologías eficientes que impulsen la mejora continua.

A nivel externo, esta investigación busca generar conocimiento y mejores prácticas aplicables a otras empresas del sector. Los resultados obtenidos y las recomendaciones brindadas podrán ser utilizados como referencia para aquellas organizaciones que enfrenten problemáticas similares en sus procesos de mecanizado. De esta manera, se contribuirá al avance y desarrollo de la industria de diseño y construcción de maquinarias, fomentando la eficiencia, la calidad y la competitividad en el sector.

### **1.3 DELIMITACIÓN**

La presente investigación se realizará en la compañía *Dicomahi S.A.* dedicada al diseño, construcción, automatización de equipos, maquinarias y líneas de proceso aplicando nuevas tecnologías para la industria alimenticia, pesquera, camaronera y plástica. Esta empresa se encuentra ubicada entre las calles Fray Enrique Vacas Galindo, Gral. Julio Andrade Rodríguez, y El Oro, en la ciudad de Guayaquil.

La delimitación temporal para el desarrollo de esta investigación fue de 4 meses correspondientes a los meses de febrero a junio del 2023.

### 1.3.1 COORDENADAS GEOGRÁFICAS

En la Figura 2 se presenta una captura satelital extraída de Google Earth (2022) de una vista aérea de la ubicación de las instalaciones de planta de la compañía Dicomahi S.A. Las coordenadas geográficas de la misma son las siguientes: 2°12'14" S ; 79°55'46" W.

**Figura 2**

Ubicación Geográfica de compañía *Dicomahi S.A.*



*Nota.* Imagen satelital de la ubicación geográfica de la empresa Dicomahi S.A. Captura de imagen extraída de Google Earth del 8 de diciembre del 2022.

### 1.3.2 DESCRIPCIÓN CONTEXTUAL DE LA EMPRESA

En la ciudad de Guayaquil, en el año 1981 bajo la administración del Sr. Miguel Hidalgo Salazar formó un pequeño taller de mecanizado, conocido como Taller Hidalgo quien en sus inicios contaba con unas pocas máquinas de torno. Sus primeros clientes eran conductores de vehículos averiados que buscaban la fabricación de piezas de mecanizado a bajo costo. Rápidamente Taller Hidalgo se dio a conocer a nivel industrial donde las empresas de esta rama buscaban sus servicios de mecanizado, por la rapidez, precisión y calidad que representaban.

En el año 2007 con una clara visión, y bajo la administración de su hijo el Ing. Miguel Hidalgo Saldarreaga forma la compañía *Dicomahi S.A.* quien tiene como objetivo brindar servicios enfocados al sector industrial, una empresa que reúne a un grupo de profesionales altamente capacitados dedicados al diseño, construcción y mantenimiento de equipos y maquinarias para el sector alimentario, pesquero, camaronero, plástico, entre otros.

En el año 2011 *Dicomahi S.A.* fue galardonado con el premio The bizz awards, el mismo que es una premiación empresarial internacional que reúne y reconoce a las empresas líderes de todo el mundo que contribuyen al crecimiento de la economía local y mundial. En la actualidad *Dicomahi S.A.* es pionero en cuanto al diseño y construcción de maquinarias para la industria alimenticia se refiere, con una amplia lista de clientes consolidados que respaldan satisfactoriamente la trayectoria y la calidad que ésta brinda.

**1.3.2.1 Misión.** Diseñar, construir, automatizar equipos, maquinarias y líneas de proceso aplicando nuevas tecnologías para la industria alimenticia, pesquera, camaronera y plástica, con rapidez, eficiencia y profesionalismo adaptándonos a la necesidad de cada cliente para su entera satisfacción.

**1.3.2.2 Visión.** Crecimiento exponencial avalados por la excelencia de nuestros servicios y clientes, convirtiéndonos en referente nacional e internacional en cuanto a diseño y construcción de maquinarias para la industria en general.

**1.3.2.3 Normativas que rigen la empresa para estándares de calidad.** En la actualidad, la empresa aplica algunas de las normativas ecuatorianas del sector sidergico y metal-mecánico, específicamente asociadas a las Normas Técnicas Ecuatorianas (NTE), del Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) que garanticen un estándar de calidad en sus procesos y producción de piezas metalmecánicas. Las NTE-INEN bases de la empresa son las siguientes:

- RTE INEN 131 “Seguridad e Higiene de Maquinaria para Procesamiento de Alimentos”.
- Soldadura. Requisitos de calidad para soldadura. Por fusión de materiales metálicos NTE INEN 600.
- NTE INEN 128 Soldadura manual de tubos por arco eléctrico. Calificación de operarios soldadores.
- NTE INEN 2470 Tubos de acero al carbono con costura, negros y galvanizados para conducción de fluidos. Requisitos.
- NTE INEN 662 Definiciones y designación de los principales productos siderúrgicos. Clasificación.

#### **1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuáles son las principales deficiencias y desafíos en el control de producción del área de mecanizado en una empresa de diseño y construcción de maquinarias, y cómo se pueden abordar para mejorar la productividad, calidad y eficiencia en el proceso de mecanizado?

#### **1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.6 OBJETIVO GENERAL**

Aplicar un plan de control de producción para la mejora del área de mecanizado de una empresa de diseño y construcción de maquinarias.

#### **1.7 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar un procedimiento de compras de materia prima del área de mecanizado para la eliminación de los duplicados en las órdenes de pedidos.
- Establecer parámetros estandarizados mediante la aplicación de la técnica de las 5s para ordenar y mejorar la producción del área de mecanizado.

- Diseñar un plan de producción mediante la implementación de un software que integre el registro de inventario para un mejor control de stocks de materia primas, productos en procesos y terminados relacionados al área de mecanizado.



## CAPITULO II

### 2. MARCO TEORICO

#### 2.1 Gestión de la producción

##### 2.1.1 *Conceptos básicos de gestión de la producción*

La administración de la producción constituye una disciplina esencial en cualquier entidad dedicada a la manufactura de artículos o provisión de servicios. Esta se apoya en una serie de principios fundamentales que posibilitan la optimización de los recursos disponibles y la mejora de la eficacia en los procedimientos productivos. Según lo expresado por Chase, Jacobs y Aquilano (2019), uno de los conceptos primordiales en la gestión de la producción es la planificación, la cual involucra la definición de metas a largo y corto plazo, la identificación de las demandas de producción y la elaboración de estrategias para atender los requerimientos del mercado. La planificación engloba aspectos tales como la solicitud de productos, la capacidad productiva, el control de los inventarios y la asignación de recursos, con el propósito de asegurar una producción eficaz y puntual.

Otro principio fundamental en la gestión de la producción es la supervisión, que radica en la medición y evaluación del rendimiento de los procedimientos productivos, con el propósito de garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad y eficacia establecidos. Según Slack, Chambers y Johnston en 2016, la supervisión implica la constante vigilancia de indicadores cruciales, como la productividad, el desempeño, la utilización de recursos y el cumplimiento de plazos, con el fin de detectar desviaciones y emprender medidas correctivas de manera oportuna. Adicionalmente, la supervisión provee información valiosa para la toma de decisiones, posibilitando la realización de ajustes y mejoras constantes en los procedimientos de producción.

La administración de la producción también engloba la noción de mejora ininterrumpida, la cual se fundamenta en la constante búsqueda de eficiencia y excelencia a través de la identificación y eliminación de ineficiencias y actividades que carecen de valor añadido. De acuerdo Shingo (1989), la mejora continua se concentra en optimizar los procesos, acortar los tiempos de producción, elevar la productividad y fomentar la participación de todos los integrantes de la organización en la exploración de soluciones innovadoras. Además, la administración de la producción incorpora conceptos como la normalización de procedimientos, el control de la cadena de suministro y la aplicación de prácticas que abarcan la calidad global, con el propósito de alcanzar niveles superiores de eficacia y capacidad en el mercado.

### ***2.1.2 Tipos de sistemas de producción***

En las organizaciones, se emplean diversos tipos de sistemas de producción, cada uno con atributos particulares que se adecuan a las especificidades de los productos o servicios. Uno de los modelos más frecuentes es la producción en serie, que se cimienta en la elaboración de grandes cantidades de productos estandarizados mediante líneas de montaje altamente automatizadas. Según Jacobs y Chase (2019), la producción en serie facilita el logro de economías de escala y la disminución de los costos por unidad, ya que los recursos se aprovechan al máximo y se acorta el tiempo de manufactura. Este enfoque es típico en la confección de productos de consumo masivo, como aparatos eléctricos, automóviles y dispositivos electrónicos

Un método adicional de producción es el sistema de manufactura por lotes, que conlleva la creación de productos en grupos o lotes de menor magnitud. De acuerdo a Slack, Chambers y Johnston en 2016, este enfoque se emplea cuando se demanda cierto grado de adaptabilidad para producir distintas variantes o modelos de un producto. En la manufactura por lotes, se

implementan ajustes en los equipos y modificaciones en los procedimientos para adecuarse a las variadas especificaciones de cada conjunto. Este tipo de sistema es característico en industrias como la alimentaria, textil y en la producción de artículos personalizados, donde se satisfacen requerimientos con atributos específicos.

Además, se presenta el sistema de manufactura bajo demanda que se enfoca en la creación de productos personalizados o adaptados según las necesidades y preferencias individuales de cada cliente. Conforme a Krajewski, Ritzman y Malhotra (2015), este enfoque conlleva una mayor flexibilidad y adaptabilidad en los procesos de producción, ya que cada solicitud es singular y exige una atención particular. La manufactura bajo demanda implica una interacción más intensa con los clientes, desde la recepción de pedidos hasta la entrega definitiva del artículo. Este tipo de sistema se emplea en ámbitos como la confección a medida, la producción de mobiliario personalizado y la fabricación de equipamientos y maquinaria especializada.

## **2.2 Introducción al área de mecanizado**

### **2.2.1 *Definición y funciones del área de mecanizado***

La sección de mecanizado se define como el departamento dentro de una organización encargado de ejecutar procedimientos de modelado y alteración de materiales utilizando maquinaria como tornos, fresadoras y rectificadoras. Su tarea principal es la creación de piezas y elementos con la precisión y calidad necesarias para distintos ámbitos industriales. Conforme a Gargallo-Castaño y Garcés-Aranda en 2017, el mecanizado es considerado una fase crítica en la cadena de producción, ya que es en esta etapa donde se llevan a cabo operaciones como el corte, el torneado, el fresado y el rectificado, que permiten obtener las formas y dimensiones deseadas en las piezas. Asimismo, el departamento de mecanizado desempeña un rol

significativo en la optimización de los procesos, la mejora de la eficacia y la disminución de costos en la producción industrial.

Las responsabilidades del departamento de mecanizado abarcan un variado conjunto de tareas que contribuyen al logro de los objetivos de producción y excelencia. Según Camarinha-Matos, Afsarmanesh y Ortiz (2019), algunas de las funciones primordiales del área de mecanizado comprenden la programación y ajuste de las máquinas herramientas, la preparación de las herramientas de corte y sujeción, el monitoreo y control de los procesos de mecanizado, y la verificación y evaluación de la calidad de las piezas manufacturadas. Además, el departamento de mecanizado también desempeña una función esencial en la planificación y dirección de la producción, la elección de los materiales adecuados, la optimización de los tiempos de ciclo y la implementación de medidas de seguridad en el entorno laboral. Estas responsabilidades, fusionadas con una dedicación constante hacia la mejora continua y la innovación tecnológica, permiten que el área de mecanizado aporte de manera significativa a la eficiencia y competitividad de una empresa en el mercado industrial.

### ***2.2.2 Importancia del mecanizado en la industria de diseño y construcción de maquinarias***

El mecanizado juega un rol esencial en la industria de desarrollo y construcción de maquinaria debido a su relevancia en la producción de elementos y partes precisas que resultan cruciales para el funcionamiento de los equipos y maquinarias elaborados. Según González-Tejera y Lorenzo-Castrillo (2016), el mecanizado brinda la capacidad de transformar materias primas en productos finalizados con tolerancias ajustadas y superficies de alta calidad, lo que asegura la efectividad, confiabilidad y resistencia de las máquinas producidas. Adicionalmente, el mecanizado posibilita la creación de geometrías intrincadas y la fabricación de piezas personalizadas que se ajustan a las necesidades particulares de los proyectos de diseño y construcción de maquinaria.

En la industria de diseño y construcción de maquinaria, asegurar la exactitud y la excelencia de las partes producidas mediante el proceso de mecanizado es de primordial importancia para lograr un desempeño óptimo de los equipos y para satisfacer las expectativas de los clientes. Conforme a Barcena-Sánchez et al. (2018), el mecanizado brinda la capacidad de alcanzar dimensiones y acabados superficiales precisos, los cuales resultan esenciales para el correcto ensamblaje y funcionamiento de los sistemas mecánicos. Además, la habilidad de mecanizar una diversidad de materiales, como metales, plásticos y compuestos, proporciona flexibilidad en el proceso de diseño y construcción de maquinaria, permitiendo la selección de los materiales más idóneos para cada aplicación específica. En resumen, el mecanizado desempeña una función crítica en la industria de diseño y construcción de maquinaria al garantizar la calidad, exactitud y funcionalidad de los componentes y piezas utilizados en la producción de equipos y maquinaria altamente eficaces.

### **2.2.3 Herramientas y técnicas en la gestión de la producción**

La administración de la producción se apoya en una variedad de métodos y técnicas que posibilitan el aumento de la eficacia y la calidad de los procedimientos. De acuerdo con Smith y Jacobson (2015), ciertas herramientas recurrentes comprenden el esquema de flujo de procesos, la evaluación de la capacidad de producción, el diseño de experimentos (DOE), la gestión de inventario y el plan de control de producción. Estas herramientas contribuyen a la identificación de cuellos de botella, la mejora de la planificación, la reducción de los tiempos de producción y la optimización de los recursos.

La herramienta del diagrama de flujo de procesos es ampliamente empleada en la gestión de la producción. Según Slack, Chambers y Johnston (2010), "un diagrama de flujo de procesos se refiere a una representación gráfica de las actividades involucradas en un proceso, mostrando las conexiones entre ellas y los movimientos de materiales o información" (p. 155).

Este enfoque brinda una perspectiva visual y clara del proceso, lo cual simplifica la detección de posibles cuellos de botella, ineficiencias y zonas con margen de mejora. Posibilita que los encargados de la producción comprendan cómo se desarrolla el proceso y cómo interactúan las distintas fases.

El análisis de la aptitud de producción es otra herramienta relevante en la gestión de la producción. Conforme a Chase, Jacobs y Aquilano (2013), "el análisis de la aptitud implica evaluar la capacidad a largo plazo de un sistema, mientras que el análisis de carga se refiere a la evaluación de la capacidad a corto plazo de un sistema" (p. 418). Esta herramienta permite establecer si la capacidad actual de producción es suficiente para cumplir con la demanda y si se necesitan ajustes o mejoras en el proceso. Se utilizan técnicas estadísticas y de modelado para valorar la aptitud de los recursos, como maquinaria, personal y espacio físico, y determinar si son adecuados para manejar la carga de trabajo.

El método de diseño de experimentos (DOE) es una técnica empleada para investigar y optimizar los aspectos cruciales que inciden en la producción. Según Montgomery (2012), "DOE se apoya en la noción de que un experimento cuidadosamente planificado puede proporcionar información acerca de cómo los elementos clave afectan una respuesta, y posibilita la adquisición de conocimiento sobre las relaciones de causa y efecto" (p. 18). Esta técnica involucra la manipulación deliberada de los factores y la observación de los resultados en la variable de respuesta. Facilita la identificación de las variables de mayor influencia en el proceso de mecanizado y permite establecer las modificaciones óptimas para alcanzar la calidad y eficiencia deseada. El DOE contribuye a la reducción de la variabilidad y al aumento del rendimiento del proceso a través del análisis sistemático de los elementos que lo afectan.

#### ***2.2.4 Conceptos fundamentales de control de calidad***

La gestión de calidad abarca todas las acciones en las cuales se emplean enfoques para elaborar, sostener y perfeccionar la excelencia de los productos o servicios ofrecidos por una empresa en particular. Las técnicas y procedimientos que se desarrollan en la gestión de calidad engloban: las especificaciones y el diseño del producto o servicio, la producción, las evaluaciones y un análisis del uso; todos estos aspectos en términos de la conformidad a las especificaciones y el respeto a las mismas (Besterfield, 2009, pág. 3).

De igual manera, es importante destacar que el control de calidad debe ser considerado como una inversión que genera rendimientos adecuados y en la que están involucrados todos los miembros activos del equipo de una empresa. Esto se debe a la exigencia de los clientes, quienes valoran un producto o servicio de excelencia, lo cual demanda que los departamentos de ingeniería, producción y personal ejecuten una serie de acciones que abarcan desde la modificación del producto hasta inspecciones constantes de calidad que evalúan el artículo hasta que este cumpla completamente con las expectativas del consumidor (Cabezón, 2014).

Las bases del control de calidad se asientan en filosofías y conceptos, tal es el caso de la Administración de la Calidad Total (TQM, por sus siglas en inglés, Total Quality Management), la cual se define como la utilización de enfoques cuantitativos y recursos humanos con el propósito de elevar los procesos dentro de una compañía y satisfacer las necesidades actuales y futuras del cliente. La TQM emplea tácticas, instrumentos y la máxima dedicación del personal en virtud de una metodología particular para perfeccionar en todos los aspectos el sistema productivo y de excelencia de una empresa (Besterfield, 2009).

Dentro del ámbito del control de calidad, otro principio relevante es el Control Estadístico del Proceso (SPC, por sus siglas en inglés, Statistical Process Control), una herramienta que posibilita la evaluación y comprensión de los datos obtenidos de los procesos de control de calidad. Según Besterfield, el SPC es solamente un componente de una

perspectiva general, ya que existe un elemento esencial del control estadístico de calidad conocido como Control Estadístico del Proceso (SPC, de Statistical Process Control) (Besterfield, 2009).

Por otro lado, la estandarización de procesos es un componente esencial del control de calidad. Según Oakland (2003), "la estandarización es el proceso de establecer procedimientos y prácticas uniformes para garantizar la consistencia y la calidad en cada etapa del proceso" (p. 172). La estandarización ayuda a minimizar la variabilidad y a mantener la calidad en los productos y servicios. Implica la documentación y comunicación clara de los procedimientos, especificaciones y criterios de aceptación. La estandarización también facilita la mejora continua al proporcionar una base para la comparación y la identificación de desviaciones. Además, la estandarización permite la transferencia de conocimientos y la capacitación eficiente del personal, lo que contribuye a la consistencia y a la mejora de la calidad en el mecanizado de piezas.

Así mismo, la gestión de la calidad total Total Quality Management (TQM) es una filosofía que promueve la participación y el compromiso de todos los miembros de una organización en la mejora continua de la calidad. Según Juran y Gryna (1993), "TQM se basa en el principio de que la calidad es responsabilidad de todos y que la mejora continua es fundamental para alcanzar la excelencia" (p. 4). Esta filosofía implica el establecimiento de estándares de calidad, la formación y capacitación del personal, la implementación de prácticas de mejora continua y la promoción de una cultura de calidad en toda la organización. TQM se centra en la satisfacción del cliente, la eliminación de desperdicios y la mejora de los procesos, y utiliza herramientas como el control de procesos, la resolución de problemas y la retroalimentación del cliente para lograr una calidad superior.



Además, es importante resaltar que el Statistical Process Control (SPC), por sus siglas en inglés) constituye una metodología fundamental en la gestión de calidad. Según Montgomery (2012), "Statistical Process Control implica la utilización de técnicas estadísticas para supervisar y regular la variabilidad de un proceso" (p. 3). Esta técnica posibilita la detección de desviaciones sustanciales en el rendimiento del proceso y la adopción de medidas correctivas antes de que se generen productos que no cumplan con los estándares. El SPC hace uso de representaciones gráficas, como las cartas de control, para visualizar las fluctuaciones del proceso y determinar si el proceso se encuentra bajo control estadístico. Asimismo, el SPC provee herramientas como el análisis de capacidad del proceso y el análisis de las causas fundamentales para identificar las fuentes de variabilidad y mejorar la eficiencia del proceso.

El Control Estadístico de Procesos (SPC) se aplica también al ámbito del mecanizado para supervisar y regular la variabilidad de las características relacionadas con la calidad. De acuerdo con Montgomery (2012), "la implementación del SPC en el proceso de mecanizado implica la utilización de técnicas estadísticas, como gráficos de control y evaluaciones de capacidad, con el propósito de detectar desviaciones significativas y asegurar que el proceso se mantenga bajo dirección" (p. 3). Las representaciones gráficas de control son instrumentos visuales que ayudan a detectar configuraciones o direcciones inusuales en la información relacionada con la calidad, lo que indica la presencia de variabilidad extraordinaria en el proceso. El SPC permite llevar a cabo acciones correctivas y preventivas para sostener el proceso dentro de los límites predeterminados y lograr una coherencia en la excelencia de las piezas sometidas al proceso de mecanizado.

### ***2.2.5 Técnicas y herramientas de control de calidad aplicables al mecanizado***

Dentro del contexto del mecanizado, se cuentan con diversas estrategias y recursos de gestión de calidad que pueden ser empleados para asegurar la exactitud y la excelencia de las

partes manufacturadas. Según Montgomery (2012), ciertas de las tácticas habituales comprenden el proceso de inspección por muestreo, las gráficas de control, el análisis de aptitud de proceso, Failure Modes and Effects Analysis (FMEA), y la utilización de dispositivos de medición en metrología para la evaluación y corroboración de las dimensiones y tolerancias.

La verificación de dimensiones es una práctica frecuentemente empleada en el control de calidad de operaciones de mecanizado. Según a Groover (2010), "la verificación de dimensiones abarca la medición y validación de las magnitudes de las piezas mecanizadas a través de la utilización de instrumentos de medición altamente precisos" (p. 509). Esta estrategia garantiza el cumplimiento de las tolerancias dimensionales preestablecidas en los planos de diseño para las piezas. Dispositivos como calibradores, micrómetros y comparadores ópticos son utilizados para llevar a cabo las mediciones y para verificar la congruencia de las piezas. La verificación de dimensiones se efectúa tanto durante el proceso de mecanizado, con el fin de identificar irregularidades tempranas, como posteriormente a la producción, para corroborar la calidad definitiva de las piezas.

### **2.2.6 Normas y estándares de calidad**

En el ámbito del mecanizado de piezas, se requiere adhesión a regulaciones y directrices particulares con el propósito de asegurar la excelencia y la conformidad con los criterios preestablecidos. Por ejemplo, la norma ISO 9001:2015 define los preceptos y requisitos de un sistema de administración de calidad aplicables a todas las organizaciones. Adicionalmente, existen regulaciones específicas para el proceso de mecanizado, como la ISO 286-2, que fija las tolerancias dimensionales y geométricas para las piezas sometidas a este proceso.

La norma ISO 9001 es una pauta de carácter globalmente aceptado que define los requisitos de un sistema de administración de calidad. Conforme a la Organización Internacional de Normalización (ISO) (2015), "la norma ISO 9001 introduce un enfoque

metódico para la gestión de la calidad, haciendo hincapié en la satisfacción del cliente, el progreso incesante y el respeto de los requerimientos legales y normativos" (p. 1). Esta regulación es aplicable a todas las entidades, abarcando inclusive a las compañías especializadas en el mecanizado, y establece estándares para la planificación, el control y la supervisión de los procedimientos productivos, así como para el acatamiento de las pautas de calidad. El cumplimiento de la norma ISO 9001 demuestra el compromiso de la organización en relación con la calidad y la constante mejora.

Dentro del contexto del procesamiento de componentes, se encuentran regulaciones específicas concernientes a la tolerancia dimensional y la calidad de las superficies sometidas a mecanizado. Por ejemplo, la norma ISO 286-2 (2010) establece las variaciones admisibles para las dimensiones nominales de diámetro, longitud y espesor, y suministra tablas y ecuaciones para la determinación de las tolerancias correspondientes. Estas directrices garantizan la intercambiabilidad y la compatibilidad de los componentes mecanizados, facilitando un adecuado funcionamiento y ensamblaje de los productos concluyentes.

## **2.3 Diagramas metodológicos**

### **2.3.1 *Diagrama de Pareto***

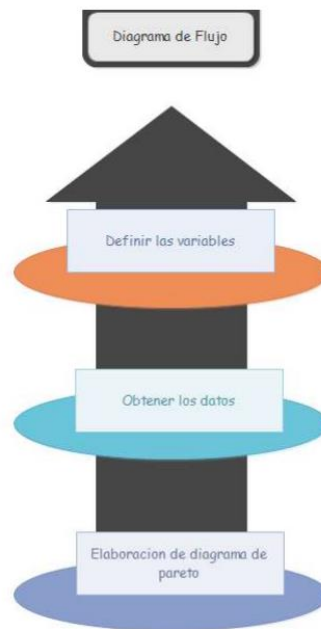
Es una representación visual de barras diseñada para examinar información que ya ha sido clasificada. Esta herramienta permite identificar la raíz del problema y su origen. Uno de los propósitos de este gráfico es optimizar las condiciones de un proyecto con un esfuerzo mínimo. En este gráfico, el número de imperfecciones se divide en categorías, como fenómenos o causas, y los datos se organizan en función del tamaño o magnitud. Finalmente, se representa un valor acumulado mediante una línea en el gráfico (Martínez, 2023).

Según Gándara (2014), se describe un diagrama de Pareto como una ilustración visual que muestra las causas de un problema organizadas de manera ascendente, reflejando su

relevancia cuantificada en relación a la frecuencia. La Figura 3 ilustra un esquema de las etapas de un diagrama de Pareto propuesto por Torres y Lavayen (2017).

### Figura 3.

Etapas de diagrama de Pareto



*Nota.* Diagrama de flujo de las etapas del diagrama de Pareto. Extraído de: Torres y Lavayen, 2017.

#### 2.3.2 Diagrama Ishikawa

El gráfico de Ishikawa, conocido también como "gráfico de causa y efecto" o "gráfico de espina de pescado", es una herramienta visual empleada para reconocer y examinar las potenciales razones detrás de un problema o un resultado no favorable. Kaoru Ishikawa, un especialista en calidad y administración de calidad, ideó esta técnica en los años 1960 (Mancero, 2015).

El diagrama de Ishikawa se utiliza para ayudar a comprender las relaciones entre las causas potenciales de un problema y sus efectos o resultados observados. Consiste en un gráfico que se asemeja a una espina de pescado, donde el problema o resultado no deseado se coloca en el extremo derecho del diagrama y las causas potenciales se ramifican desde una línea

central. El profesor Ishikawa clasifica las diversas causas de un problema en cinco categorías amplias conocidas como "las 5M". Estas categorías se las detalla en la Tabla 1 (Mancero, 2015).

**Tabla 1**

*Categorías de causas en un problema*

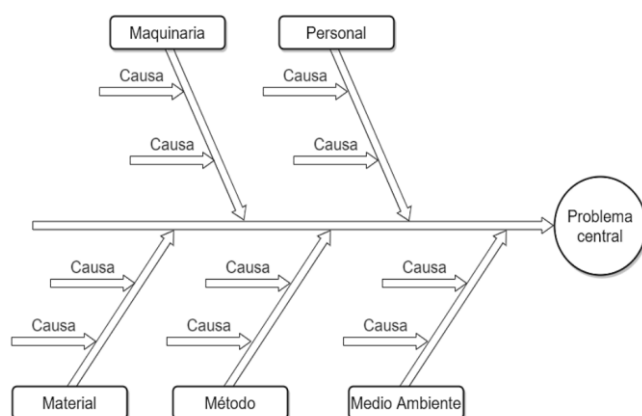
<b>Materia</b>	engloba todo aquello que es consumible o útil para el proyecto, como materias primas, papel, agua, electricidad, entre otros elementos necesarios.
<b>Medio</b>	se refiere al entorno o contexto en el cual se desarrolla el proyecto y puede tener un impacto en el mismo. Esto incluye el lugar de trabajo, espacios verdes y otros factores ambientales relevantes.
<b>Métodos</b>	abarca los procesos existentes, el flujo de información, la investigación y desarrollo, los modos operacionales utilizados y otros aspectos relacionados con la gestión y organización del proyecto.
<b>Material o Máquina</b>	se refiere al material necesario utilizado en el proyecto, como locales eventuales, piezas de repuesto, equipamiento, material informático, software, tecnologías, máquinas o equipos de gran tamaño. Esta categoría a menudo requiere una inversión económica
<b>Mano de obra</b>	hace referencia a los recursos humanos involucrados en el proyecto y a la cualificación del personal que participa en su ejecución

Adaptado de Mancero, 2015. Elaboración de autores.

En la Figura 4 se presenta un esquema generalizado del diagrama propuesto por por Burgasí, Cobo, Pérez, Pilacuan y Rocha (2021).

**Figura 4.**

Diagrama General Ishikawa



*Nota.* Extraído de: Burgasí, Cobo, Pérez, Pilacuan y Rocha (2021).

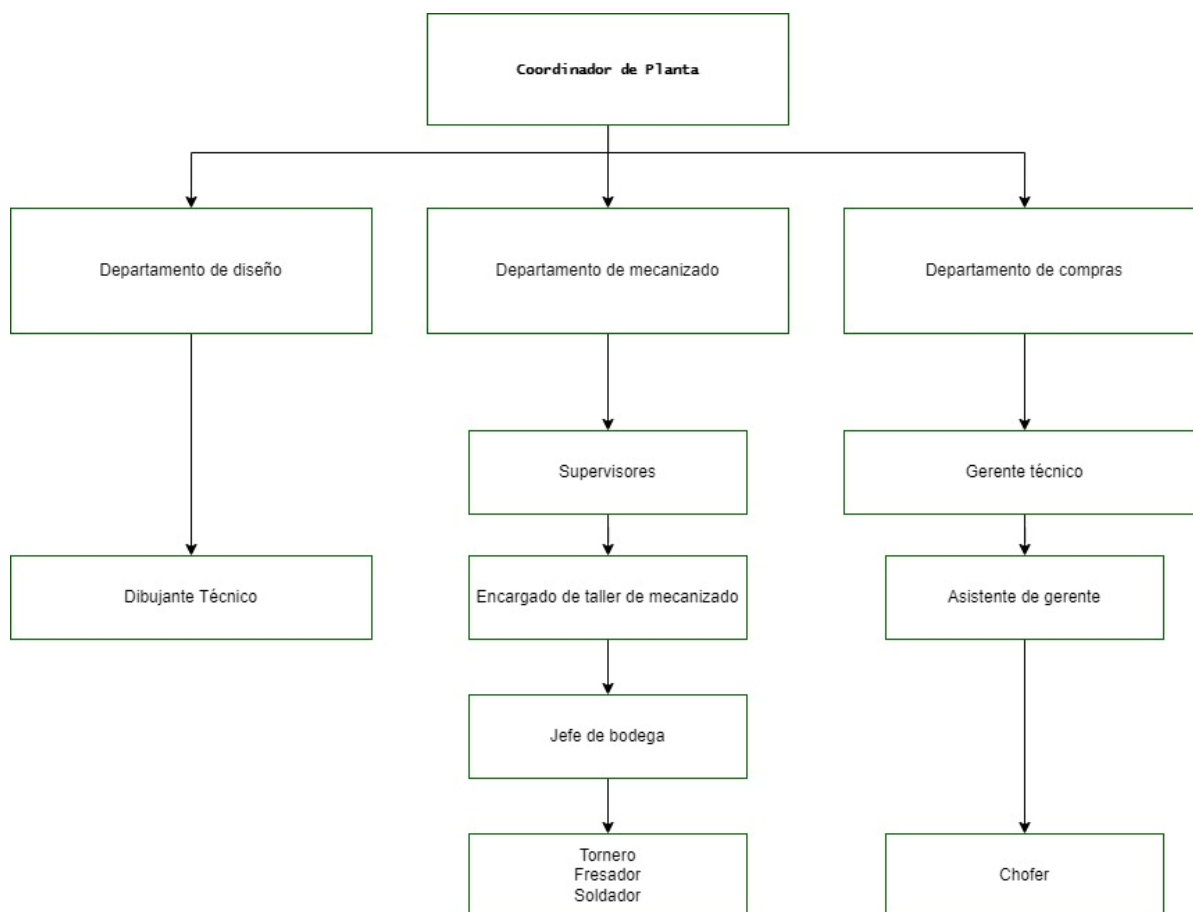
## 2.4 Marco Contextual

### 2.4.1 Descripción de la empresa

A continuación, en la Figura 5 se presenta el Diagrama organizacional de la empresa de diseño y construcción de maquinarias *Dicomahi S.A.*

**Figura 5**

Diagrama organizacional del Área de Mecanizado



*Nota.* Diagrama de organización del área de mecanizado en la empresa Dicomahi S.A. Elaboración Propia

La empresa en estudio está estructurada en diferentes áreas con actividades específicas que se integran para dar continuidad a todas las operaciones de la empresa. Encabezando la parte funcional de la empresa se encuentra el Coordinador de Planta, quien es responsable de la producción. Sus funciones incluyen recibir los trabajos o pedidos de los clientes, tomar las

especificaciones técnicas requeridas, dibujar bocetos y tomar medidas. Además, se encarga de supervisar las cotizaciones de los productos solicitados y entregar el precio al cliente.

En el Departamento de Diseño, el Dibujante Técnico se encarga de digitalizar los bocetos utilizando software especializado, para crear dibujos de alta precisión. También se encarga de aclarar cualquier detalle necesario para el pedido.

Posteriormente, en el Departamento de Mecanizado, se llevan a cabo las operaciones físicas mecanizadas de la empresa. Esta área está supervisada por los Supervisores de Mecanizado y el Encargado del Taller de Mecanizado, quienes dirigen el proceso y dan instrucciones a los torneros, fresadores, soldadores y al resto del personal del taller. En este departamento también se encuentra el Jefe de Bodega, encargado de llevar un registro de los materiales que entran y salen, así como gestionar la logística de almacenamiento de los productos terminados.

El Departamento de Compras es dirigido por el Gerente Financiero, quien cuenta con asistencia técnica. Ellos se encargan de la contabilidad de la empresa, así como de gestionar las compras y los pagos necesarios. Además, elaboran las facturas para los clientes y llevan un registro contable general de la empresa. Finalmente, el Gerente Financiero coordina al chofer de la empresa, quien se encarga del transporte de los materiales comprados, la entrega de pedidos a los clientes y otras actividades relacionadas con las necesidades de la empresa.

#### ***2.4.2 Proceso de fabricación de piezas mecánicas***

En la Figura 6 se presenta un diagrama que ilustra la secuencia del proceso productivo de piezas mecánicas. Este diagrama se desarrolló utilizando técnicas de investigación, como la observación directa y entrevistas con operarios y funcionarios de la empresa. Su objetivo principal fue aclarar la situación actual del área de mecanizado, proporcionando una visión general que abarca desde la recepción de la orden de trabajo por parte de la coordinación de





### **2.4.3 Descripción de Flujograma**

**Proceso 1.-** El coordinador de planta emite una asignación de trabajo, el cual ha sido receptado por la empresa y comprometido a cumplir con un plazo de entrega determinado.

**Proceso 2.-** La orden de trabajo es dirigida al departamento de diseño donde personal de ingeniería y técnicos de diseño elaboran los planos de diseño y detalles de construcción de las piezas mecánicas requeridas. El diseño es desarrollado en un software de dibujo, específicamente AutoCad, donde se realiza según los requerimientos especificados por coordinación de planta.

**Proceso 3.-** Los técnicos responsables del diseño de las piezas realizan la entrega de los planos y especificaciones técnicas al responsable del taller de mecanizado, al mismo que de forma oral se le da indicaciones sobre el trabajo y el plazo de entrega. El responsable de taller de mecanizado acepta los planos y realiza un análisis visual de los mismos.

**Proceso 4.-** El tornero encargado es informado del trabajo solicitado y recibe los planos de diseño y especificaciones técnicas por parte del encargado de taller. El tornero analiza las piezas requeridas y los materiales que se necesitan para su fabricación en el área del taller.

**Proceso 5.-** Si en el taller no existe el material suficiente para la elaboración de la pieza mecánica solicitada, el tornero solicita de forma oral la materia prima en el departamento de compras.

**Proceso 6.-** El departamento de compras realiza la cotización de la materia prima consultando la disponibilidad y precio de todos los materiales con diferentes proveedores de la ciudad. Los proveedores más regulares de la empresa son: Iván Bohman, Megametales, Tuval S.A., FeHierro S.A., Acerimallas S.A.

**Proceso 7.-** Tras la cotización en diferentes proveedores, el departamento de compras determina cual proveedor tiene disponible todos los materiales necesarios y presenta una mejor

oferta de los materiales requeridos. Luego se realiza la autorización de la compra al proveedor correspondiente.

**Proceso 8.-** La materia prima comprada es enviada desde el proveedor hasta la empresa donde es recibida por el encargado de bodega. El material es colocado en un sitio donde solo se ubica material para un trabajo en específico.

**Proceso 9.-** En bodega se registra la materia prima ingresada y la misma es entregada al tornero que solicitó dicho material en el taller de mecanizado. Esta entrega de bodega a taller no es expresamente registrada de forma escrita.

**Proceso 10.-** Una vez que el tornero ha recibido los materiales necesarios para la fabricación de la pieza mecánica, nuevamente evalúa los planos de diseño y construcción y según los tipos de trabajo que se requiera selecciona al personal cualificado para cumplir con el objetivo de fabricación.

**Proceso 11.-** Luego de asignar el personal para la fabricación de la pieza mecánica y de haber especificado la actividad que debe desarrollar cada uno, el tornero encargado debe asegurar el correcto funcionamiento de todas las máquinas de la empresa que se van a utilizar en la elaboración de la pieza. Si existe alguna irregularidad en alguna máquina de este proceso, se cancela el trabajo hasta el arreglo de la maquina averiada.

**Proceso 12.-** En este paso se desarrolla prácticamente la fabricación física de la pieza mecánica. Esta actividad la desarrollan diferentes operarios especializados en actividades concretas como soldadores, torneadores, fresadores, cepilladores y pulidores, inspectores de calidad. Las máquinas que se utilizan en este proceso se describen en el Diagrama de Maquinas del área de mecanizado.

**Proceso 13.-** Cuando la pieza mecánica está concluida, esta es entregada al solicitante u encargado de turno.

**Proceso 14.-** La pieza fabricada es sometida a una inspección de calidad, donde se corroboran medidas, precisión y cumplimiento de parámetros técnicos solicitados.

**Proceso 15.-** Si la pieza pasa el control de calidad se emite una orden de entrega.

**Proceso 16.-** La pieza es entregada en bodega para su almacenamiento hasta entrega.

**Proceso 17 y 18.-** Si la pieza no es de carácter prioritario de entrega, se queda almacenada en bodega hasta que el cliente se acerque a retirarla. Si la pieza es de carácter prioritario de entrega, se pone a disposición los camiones de entrega de la empresa y se envía al cliente.

**Proceso 19.-** El proceso finaliza con la firma de recepción del pedido por parte del cliente.

#### ***2.4.4 Descripción de componentes en área de mecanizado***

#### ***2.4.5 Maquinaria***

##### **Cortadora de hilo CNC**

La cortadora de hilo CNC es una maquinaria utilizada en el área de mecanizado. Este tipo de máquina está diseñada para realizar cortes precisos y controlados mediante el uso de un hilo metálico conductor que se mueve a alta velocidad y que es sometido a una descarga eléctrica.

La cortadora de hilo CNC utiliza el control numérico computarizado (CNC, por sus siglas en inglés) para controlar la trayectoria del hilo y llevar a cabo los cortes programados. El CNC permite automatizar y controlar con gran precisión los movimientos del hilo, lo que garantiza cortes suaves y exactos en diferentes materiales, como metales y materiales conductores.

En la Figura 7 se presenta esta máquina que es especialmente útil para cortar piezas con formas complejas o perfiles intrincados que serían difíciles de lograr con otros métodos de

corte. El hilo conductor de la cortadora se ajusta a las especificaciones del diseño, lo que permite crear cortes precisos y detallados en los materiales.



Figura 7. Cortadora de hilo  
Elaboración propia

### **Fresadora Lagun**

En la Figura 8 se presenta la maquina Lagun, es una reconocida marca de fresadoras que se caracteriza por su calidad, precisión y durabilidad. La fresadora Lagun es una máquina versátil que se utiliza para realizar diversos tipos de operaciones de fresado, como el fresado de superficies planas, fresado de ranuras, fresado de perfiles, fresado de engranajes y muchos otros procesos de mecanizado. Esta máquina puede trabajar con una amplia gama de materiales, incluyendo metales, plásticos y otros materiales sólidos.

La fresadora Lagun cuenta con un cabezal vertical o horizontal que puede ser ajustado en diferentes ángulos y posiciones, lo que permite realizar cortes en múltiples direcciones. También tiene una mesa de trabajo robusta y precisa donde se sujetan las piezas a mecanizar.

La máquina está equipada con un sistema de avance automático y una variedad de velocidades de corte, lo que permite ajustar y controlar la velocidad y la profundidad de corte de acuerdo con las necesidades específicas de cada operación. Además, la fresadora Lagun puede estar equipada con un control numérico computarizado (CNC) que brinda mayor precisión y automatización en los procesos de fresado.



Figura 8. Fresadora Lagun  
Elaboración propia

### **Torno paralelo con bancada de 2 metros de largo**

En la Figura 9 se muestra un torno paralelo con bancada de 2 metros de largo es una máquina herramienta utilizada en el área de mecanizado para realizar operaciones de torneado en piezas de trabajo de diferentes materiales. Este tipo de torno se caracteriza por tener una bancada larga, que es la estructura sobre la cual se desplaza el carro porta-herramientas y la pieza a mecanizar.

El torno paralelo con bancada de 2 metros de largo permite trabajar con piezas de mayor longitud en comparación con tornos de bancada más corta. Esto es especialmente útil para el mecanizado de ejes largos, barras, tubos u otras piezas que requieren un espacio adicional para el torneado.

La bancada del torno proporciona la estabilidad y rigidez necesarias para realizar los cortes de manera precisa y controlada. El carro porta-herramientas se desplaza a lo largo de la bancada y sostiene la herramienta de corte, que puede ser un portaherramientas de torneado, una cuchilla o una broca, dependiendo del tipo de mecanizado requerido.



Figura 9. Torno paralelo con bancada de 2 metros de largo  
Elaboración propia

### **Torno paralelo con bancada de 2.5 metros de largo**

En la Figura 10 se presenta un torno paralelo con bancada de 2.5 metros de largo es una máquina herramienta utilizada en el área de mecanizado para realizar operaciones de torneado en piezas de trabajo de mayor longitud. Este tipo de torno se caracteriza por tener una bancada más larga, lo que proporciona espacio adicional para el mecanizado de piezas más grandes y de mayor longitud.

El torno paralelo con bancada de 2.5 metros de largo cuenta con una estructura robusta y una bancada extendida que brinda estabilidad y rigidez necesarias para realizar cortes precisos. El carro porta-herramientas se desplaza a lo largo de la bancada y sostiene la herramienta de corte, permitiendo realizar el torneado de la pieza.



Figura 10. Torno paralelo con bancada de 2.5 metros de largo  
Elaboración propia

### **Torno paralelo con bancada de 3 metros de largo**

En la Figura 11, se muestra un torno paralelo con bancada de 3 metros de largo es una máquina herramienta utilizada en el área de mecanizado para realizar operaciones de torneado en piezas de trabajo de gran longitud. Este tipo de torno se caracteriza por tener una bancada larga de 3 metros, lo que proporciona un amplio espacio para el mecanizado de piezas largas y pesadas.

El torno paralelo con bancada de 3 metros de largo está diseñado con una estructura robusta y una bancada extendida que brinda estabilidad y rigidez necesarias para realizar cortes precisos en piezas de mayor longitud. La bancada proporciona un soporte sólido para la pieza de trabajo y el carro porta-herramientas, permitiendo el movimiento suave y controlado durante el proceso de mecanizado.



Figura 11. Torno paralelo con bancada de 3 metros de largo  
Elaboración propia

### **Torno paralelo con bancada de 5 metros de largo**

En la Figura 12 visualizamos un torno paralelo con bancada de 5 metros de largo es una máquina herramienta utilizada en el área de mecanizado para realizar operaciones de torneado en piezas de trabajo de dimensiones excepcionalmente largas. Este tipo de torno se caracteriza por tener una bancada muy larga de 5 metros, lo que proporciona un amplio espacio para el mecanizado de piezas de gran longitud y tamaño.

El torno paralelo con bancada de 5 metros de largo está diseñado con una estructura robusta y una bancada extendida que brinda estabilidad y rigidez necesarias para realizar cortes precisos en piezas de gran longitud. La bancada proporciona un soporte sólido para la pieza de trabajo y el carro porta-herramientas, permitiendo el movimiento suave y controlado durante el proceso de mecanizado.



Figura 12. Torno paralelo con bancada de 5 metros de largo  
Elaboración propia

### **Torno paralelo con bancada de 6 metros de largo**

En la Figura 13 se visualiza un torno paralelo con bancada de 6 metros de largo es una máquina herramienta utilizada en el área de mecanizado para realizar operaciones de torneado en piezas de trabajo de dimensiones excepcionalmente largas. Este tipo de torno se caracteriza por tener una bancada muy larga de 6 metros, lo que proporciona un amplio espacio para el mecanizado de piezas de gran longitud y tamaño.

El torno paralelo con bancada de 6 metros de largo está diseñado con una estructura robusta y una bancada extendida que brinda estabilidad y rigidez necesarias para realizar cortes precisos en piezas de gran longitud. La bancada proporciona un soporte sólido para la pieza de trabajo y el carro porta-herramientas, permitiendo el movimiento suave y controlado durante el proceso de mecanizado.





Figura 13. Torno paralelo con bancada de 6 metros de largo  
Elaboración propia

### **Taladro de pedestal Heller**

En la Figura 14 se presenta un taladro de pedestal Heller es una máquina tipo herramienta utilizada en el área de mecanizado para realizar perforaciones en diferentes materiales. Heller es una reconocida marca de taladros que se caracteriza por su calidad y rendimiento.

El taladro de pedestal Heller se compone de una columna vertical que sostiene un cabezal de perforación. El cabezal de perforación puede ajustarse en altura y ángulo para adaptarse a diferentes requerimientos de perforación. También cuenta con una mesa de trabajo ajustable donde se coloca la pieza a perforar.

La máquina está equipada con un motor que impulsa el husillo de perforación, permitiendo la rotación de la broca a alta velocidad para realizar la perforación en el material. Además, suele contar con un sistema de avance automático que facilita la penetración gradual de la broca en el material, proporcionando mayor precisión y comodidad durante el proceso.

El taladro de pedestal Heller es utilizado en talleres de mecanizado, industrias manufactureras y en proyectos de construcción donde se requiere realizar perforaciones precisas en diferentes materiales, como metal, madera, plástico, entre otros. Se utiliza en la

fabricación de piezas, montaje de estructuras y otras aplicaciones donde se necesite perforar agujeros de tamaño y posición específicos.

Este tipo de taladro es apreciado por su robustez, estabilidad y capacidad para realizar perforaciones con precisión. La utilización del taladro de pedestal Heller permite ahorrar tiempo y esfuerzo en comparación con las perforaciones manuales, ya que proporciona un mayor control y repetibilidad en los agujeros perforados.



Figura 14. Taladro de pedestal Heller  
Elaboración propia

### **Cepilladora**

En la Figura 15 se muestra una cepilladora es una máquina herramienta utilizada en el área de mecanizado para realizar el proceso de cepillado o planeado de superficies planas en piezas de trabajo. También se le conoce como máquina cepilladora o máquina planeadora.

La cepilladora se compone de una bancada larga y plana sobre la cual se desliza un carro porta-herramientas. El carro porta-herramientas sostiene una herramienta de corte llamada cuchilla o cepillo, la cual realiza el cepillado de la superficie de la pieza.

El funcionamiento de la cepilladora consiste en hacer avanzar el carro porta-herramientas a lo largo de la bancada mientras la cuchilla realiza el corte. Esto permite que la

cuchilla remueve material de la superficie de la pieza, dejándola más plana y suave. La profundidad y el ancho del corte pueden ajustarse según las necesidades de mecanizado.

Las cepilladoras pueden ser operadas manualmente o equipadas con un sistema de avance automático para facilitar el proceso. Algunas cepilladoras también pueden tener la capacidad de realizar cortes en ángulo, lo que permite realizar trabajos más complejos.



Figura 15. Cepilladora  
Elaboración propia

### **Sierra industrial tipo vaivén**

En la Figura 16 se visualiza una sierra industrial tipo vaivén es una máquina herramienta utilizada en el área de mecanizado y en la industria del carpintería para realizar cortes precisos y eficientes en metal.

La sierra industrial tipo vaivén se caracteriza por su movimiento de vaivén o recíproco de la hoja de sierra, que se desplaza hacia arriba y hacia abajo en un movimiento rápido. Este tipo de movimiento permite realizar cortes rápidos y precisos en el material.

La máquina está compuesta por una estructura robusta que sostiene un motor eléctrico o una fuente de energía que impulsa el movimiento de vaivén de la hoja de sierra. Además,

cuenta con una mesa de trabajo donde se coloca el material a cortar, y un sistema de sujeción para asegurar el material durante el corte.

La hoja de sierra utilizada en la sierra industrial tipo vaivén puede ser intercambiable, lo que permite adaptarse a diferentes tipos de cortes y materiales. Existen hojas de sierra específicas para cortes en madera, metal, plástico y otros materiales, así como hojas con diferentes tamaños y configuraciones de dientes para obtener resultados óptimos en cada aplicación.



Figura 16. Sierra industrial tipo vaivén  
Elaboración propia

### **Rectificadora Pulidora abrillantadora Weinig**

En la Figura 17 se muestra una máquina específicamente diseñada para el tratamiento de superficies metálicas. Estas máquinas utilizan herramientas abrasivas y técnicas de pulido para obtener un acabado suave y brillante en piezas de metal. Las rectificadoras y pulidoras en la industria puede ser utilizada para eliminar imperfecciones, como rebabas, marcas de mecanizado o arañazos, así como para mejorar la precisión dimensional y el aspecto estético de las piezas metálicas.

Esta máquina está equipada con discos o ruedas abrasivas de diferente dureza y grano, así como sistemas de control para ajustar la velocidad, presión y otros parámetros del proceso de rectificando y pulido.

En la industria metalmecánica, las rectificadoras y pulidoras son ampliamente utilizadas en la fabricación de componentes y piezas de precisión, así como en la reparación y restauración de piezas metálicas. Además, también se emplean en aplicaciones específicas, como el pulido de moldes, matrices y herramientas de corte.

Es importante tener en cuenta que existen varias marcas y modelos de rectificadoras y pulidoras utilizadas en la industria metalmecánica, por lo que es recomendable buscar información específica sobre las máquinas disponibles en este sector en particular.



Figura 17. Rectificadora Pulidora abrillantadora Weing  
Elaboración propia

#### **2.4.6 Herramientas menores**

##### **Calibrador pie de rey manual**

Se muestra la Figura 18, un calibrador de pie de rey manual, también conocido como calibrador vernier o calibre vernier, es un instrumento de medición utilizado para obtener mediciones precisas de dimensiones lineales en objetos pequeños. Es una herramienta

comúnmente utilizada en la industria, talleres de mecanizado, laboratorios y otros entornos donde se requiere una medición precisa.

El calibrador de pie de rey manual consta de una regla principal con una escala graduada en unidades de longitud, como milímetros o pulgadas. En una parte móvil de la regla principal, llamada cursor o nonio, se encuentran grabadas marcas adicionales que permiten mediciones más precisas que las ofrecidas por la escala principal.

El funcionamiento del calibrador de pie de rey manual se basa en el principio del vernier, que utiliza la diferencia entre las divisiones de la escala principal y el nonio para medir con mayor precisión. Al cerrar las mandíbulas del calibrador alrededor de un objeto, se puede leer la medida directamente en la escala principal y en el nonio. Al combinar las lecturas de ambos, se obtiene una medición precisa de la longitud del objeto.



Figura 18. Calibrador pie de rey manual  
Elaboración propia

### **Calibrador pie de rey digital**

Se muestra en la Figura 19, un calibrador de pie de rey digital, también conocido como calibrador vernier digital o calibre digital, es un instrumento de medición utilizado para obtener mediciones precisas de dimensiones lineales en objetos pequeños, pero con la ventaja de tener una lectura digital clara y fácil de leer.

A diferencia del calibrador de pie de rey manual, el calibrador de pie de rey digital no utiliza una escala vernier para obtener mediciones precisas. En su lugar, cuenta con una pantalla digital incorporada que muestra la lectura exacta de la medición.

El calibrador de pie de rey digital tiene una estructura similar al calibrador de pie de rey manual, con una regla principal y una parte móvil que se desliza a lo largo de la regla. Sin embargo, en lugar de leer las marcas graduadas en la escala principal y el nonio, se lee directamente la medición en la pantalla digital.

Este tipo de calibrador suele ofrecer una precisión de lectura de hasta 0.01 mm o 0.0005 pulgadas, lo que permite mediciones muy precisas. Además, muchos calibradores de pie de rey digitales también tienen funciones adicionales, como la capacidad de cambiar entre unidades de medida (milímetros y pulgadas), la capacidad de establecer cero en cualquier posición y la capacidad de retener y almacenar mediciones para su posterior referencia.

El calibrador de pie de rey digital es apreciado por su facilidad de uso y su capacidad para proporcionar mediciones precisas de forma rápida y eficiente. La lectura digital elimina la necesidad de interpretar marcas graduadas y reduce los errores de lectura, lo que lo hace especialmente útil en entornos donde se requieren mediciones rápidas y exactas.



Figura 19. Calibrador pie de rey digital  
Elaboración propia

### **Micrómetro o tornillo de palmer**

En la Figura 20 se presenta el micrómetro, también conocido como tornillo de palmer, es un instrumento de medición utilizado para obtener mediciones precisas de dimensiones lineales, especialmente en objetos de tamaño pequeño. Es una herramienta comúnmente

utilizada en la industria, talleres de mecanizado y laboratorios donde se requiere una alta precisión en las mediciones.

El micrómetro consta de una estructura principal que contiene un tornillo de precisión con una escala grabada en él. El tornillo se mueve hacia adentro o hacia afuera cuando se gira un mango o una rueda en un extremo del instrumento. La escala en el tornillo está calibrada en unidades muy pequeñas, como milésimas de milímetro o diezmilésimas de pulgada, dependiendo del sistema de unidades utilizado.

Al cerrar las mordazas del micrómetro alrededor de un objeto, el tornillo se aplica con precisión en la superficie del objeto, lo que permite obtener una medición precisa de su tamaño. El micrómetro generalmente tiene dos mordazas, una fija y una móvil, que se deslizan hacia adentro o hacia afuera a medida que se gira el tornillo.

La lectura de la medición en un micrómetro se realiza mediante una escala adicional llamada nonio o vernier. El nonio muestra una serie de marcas que indican fracciones muy pequeñas de la unidad principal de medida. Alineando las marcas del nonio con las marcas de la escala principal, se obtiene una lectura precisa de la dimensión del objeto medido.



Figura 20. Micrómetro o tornillo de palmer  
Elaboración propia



## Reloj comparador de centros

En la Figura 21 se presenta, el reloj comparador de centros, también conocido como indicador de centrado o centrador de piezas, es un instrumento de medición utilizado para determinar la posición exacta del centro de una pieza o componente en relación con un punto de referencia. Es una herramienta comúnmente utilizada en la industria de fabricación, mecanizado y metrología.

El reloj comparador de centros consta de un dial o indicador de lectura y una punta de contacto que se desplaza sobre la superficie de la pieza. La punta de contacto puede ser un punto o una aguja, dependiendo del tipo de reloj comparador utilizado. La punta de contacto se coloca en el centro de la pieza que se va a medir, y el reloj comparador se ajusta a cero en esa posición. Al mover la pieza o componente, el reloj comparador registra los desplazamientos relativos de la punta de contacto y muestra la medida en la escala o dial. Esto permite determinar con precisión la distancia y la posición del centro de la pieza en relación con el punto de referencia establecido. Se utiliza para alinear y centrar piezas en operaciones de mecanizado, como torneado, fresado, rectificado, entre otros. Es especialmente útil en el proceso de centrado de piezas cilíndricas, como ejes, casquillos y rodamientos, para garantizar que el centro de la pieza esté alineado correctamente.



Figura 21. Reloj comparador de centros  
Elaboración propia

## Sierra manual

En la Figura 22 se muestra una sierra manual es una herramienta utilizada para cortar materiales, como madera, metal, plástico u otros tipos de materiales, de forma manual. Es una herramienta básica y comúnmente utilizada para trabajos que requieren cortes precisos.



Figura 22. Sierra manual  
Elaboración propia

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLOGICO

#### 3.1 Tipo de Investigación

Dada la naturaleza de este trabajo, se optó por un enfoque descriptivo de investigación, que permitió obtener una visión clara del estado actual de la empresa de diseño y construcción de maquinarias. El objetivo principal de esta etapa descriptiva fue realizar un diagnóstico exhaustivo de la problemática identificada en el área de mecanizado. A través de este diagnóstico, se pudo determinar las deficiencias y desafíos existentes, y así proponer una solución adecuada para mejorar el proceso de mecanizado.

Este enfoque descriptivo proporcionó una base sólida para analizar y comprender los aspectos clave de la empresa, incluyendo su estructura organizativa, los recursos disponibles, los procedimientos actuales y las interacciones entre los diferentes actores involucrados en el área de mecanizado.

#### 3.2 Enfoque de la investigación

La investigación que se está llevando a cabo, que consiste en aplicar un plan de control de producción para mejorar el área de mecanizado de una empresa de diseño y construcción de maquinarias, tendría un enfoque práctico o aplicado.

El enfoque práctico o aplicado implica la aplicación directa de los conocimientos teóricos y conceptuales en un contexto real con el objetivo de resolver problemas o mejorar situaciones específicas. En este caso, el propósito de la investigación es implementar un plan de control de producción en el área de mecanizado de la empresa, lo cual implica llevar a la práctica los conocimientos teóricos sobre gestión de la producción, control de calidad, planificación y programación, entre otros.

Este enfoque es apropiado porque el objetivo principal de este trabajo es abordar una problemática concreta y proponer soluciones prácticas y efectivas. Al aplicar el plan de control de producción, se estará evaluando la viabilidad, efectividad y repercusiones reales en la mejora del área de mecanizado de la empresa. Además, este enfoque práctico permitirá obtener resultados tangibles y medibles que podrán ser implementados directamente en la empresa, generando un impacto real en la productividad y calidad del proceso de mecanizado.

### ***3.2.1 Investigación de campo***

La investigación de campo implica recopilar datos de primera mano directamente en el entorno real y específico en el que se llevará a cabo el estudio.

A continuación, se menciona algunas formas en las que aplicara la investigación de campo en este trabajo:

**Observación directa:** Se puede realizar observaciones directas en el área de mecanizado para recopilar información sobre los procesos, las prácticas actuales, las interacciones entre los operarios y los desafíos que enfrentan. La observación permitirá obtener información detallada y contextualizada sobre la situación actual.

**Cuestionarios o encuestas:** Se puede diseñar cuestionarios o encuestas estructuradas para recopilar datos cuantitativos o cualitativos de los empleados del área de mecanizado. Estas herramientas ayudarán a obtener información sobre la percepción de los empleados, su nivel de satisfacción, sus conocimientos y habilidades, y su opinión sobre posibles mejoras.

**Análisis de datos de producción:** Se puede recopilar y analizar datos de producción existentes, como el rendimiento de las máquinas, la tasa de desperdicio, los tiempos de mecanizado y los indicadores de calidad. Esto te proporcionará una visión objetiva de los problemas y desafíos en el área de mecanizado, y permitirá identificar áreas específicas que requieren mejoras.

### 3.2.2 Universo y muestra

Se considera como universo de la investigación a todo el personal que labora en la empresa de diseño y construcción de maquinaria, compuesto por 42 personas.

### 3.2.3 Técnicas e Instrumentos de Investigación

Las técnicas e instrumentos de evaluación son herramientas y métodos utilizados para recopilar datos, medir variables y evaluar el impacto de intervenciones o cambios en una investigación (Yin, 2017). Entre estas técnicas se empleó el diagrama de Pareto y el diagrama de Ishikawa, los cuales permitió visualizar las diferentes causas potenciales que inciden en el problema de investigación.

## 3.3 Desarrollo metodológico

### 3.3.1 Productos que ofrece la empresa

La empresa *Dicomahi S.A* se dedica a la fabricación de productos para la industria camaronera, industria alimenticia e industria plástica. Además, ofrece servicios de mantenimiento industrial, montaje industrial y, mecanizado de precisión. En la Tabla 2 se resume la variedad de productos y servicios que se ofrece.

**Tabla 2**

*Productos y servicios de la empresa*

<b>Sectores</b>	<b>Industria camaronera</b>	<b>Industria alimenticia</b>	<b>Industria plástica</b>	<b>Servicios de mecanizado de precisión</b>
<b>Productos</b>	glaseador cascada	cortadora de wafer-galleta	envolvedora de rollos plásticos	bases en acero inoxidable con bocines de bronce
	rodillos clasificadores de camarón	envasadora volumétrica	perforadora de funda para banano	bocines inoxidables bipartidos
	rodillos auxiliares	lavadora de moldes		fabricación de piñón en acero transmisión
	mesa de descabezado de camarón	molino pulverizador		fabricación de piñones helicoidales en bronce fosfórico y acero inoxidable

	volteador de bins	transportador inclinado con banda intralox thermdrive		fabricación de rodillo troquelador de masa
	clasificadora de camarón	transportador tipo Z con banda intralox thermdrive		guías de nylon
		transportadores curvos		pinos en acero inoxidable
		transportadores línea de galletas María		pinos inoxidables roscados exterior e interior
				piñón de nylon

*Nota.* Tabla comparativa de los productos mecanizados y servicios que ofrece la empresa

*Dicomahi S.A.* de acuerdo con los diferentes sectores industriales. Elaboración propia.

### 3.3.2 Análisis de demanda de productos

A continuación, se presenta la Tabla 3 que ofrece un análisis detallado de la demanda mensual de los productos fabricados por la empresa *Dicomahi S.A.* A través de la misma, se destaca el panorama completo de la contribución de cada producto al flujo de ingresos de la empresa, permitiendo una comprensión precisa de la distribución y relevancia de cada artículo en el mercado. Los datos presentados en esta tabla son esenciales para comprender la dinámica de la demanda y el impacto financiero de cada producto dentro del conjunto diverso que ofrece *Dicomahi S.A.*

**Tabla 3**

*Análisis de productos fabricados en empresa Dicomahi S.A.*

Código	Producto	Precio Unitario	Unidades por mes	Ingreso mensual	Representativo de ingresos mensual
cam012	clasificadora de camarón	\$115.000,00	3	\$345.000,00	33,6%
cam021	rodillos clasificadores de camarón	\$3.500,00	48	\$168.000,00	16,4%
cam016	lavadora de moldes	\$50.000,00	2	\$100.000,00	9,8%
cam019	perforadora de funda para banano	\$8.500,00	10	\$85.000,00	8,3%
cam026	volteador de bins	\$14.000,00	5	\$70.000,00	6,8%

cam017	mesa de descabezado de camarón	\$20.000,00	3	\$60.000,00	5,9%
cam014	envasadora volumétrica	\$8.500,00	7	\$59.500,00	5,8%
cam020	rodillos auxiliares	\$2.300,00	24	\$55.200,00	5,4%
cam011	glaseador cascada	\$6.000,00	4	\$24.000,00	2,3%
cam013	cortadora de wafer-galleta	\$4.500,00	4	\$18.000,00	1,8%
cam018	molino pulverizador	\$4.000,00	3	\$12.000,00	1,2%
cam023	transportador tipo Z con banda intralox thermdrive	\$9.000,00	1	\$9.000,00	0,9%
cam022	transportador inclinado con banda intralox thermdrive	\$8.000,00	1	\$8.000,00	0,8%
cam025	transportadores línea de galletas María	\$3.000,00	2	\$6.000,00	0,6%
cam024	transportadores curvos	\$3.000,00	1	\$3.000,00	0,3%
cam015	envolvedora de rollos plásticos	\$2.800,00	1	\$2.800,00	0,3%
<b>TOTAL</b>			<b>119</b>	<b>\$1.025.500,00</b>	<b>100 %</b>

*Nota.* Análisis de demanda de productos fabricados por mes de la empresa *Dicomahi S.A.*

Elaboración propia.

**Diversificación de Productos:** La empresa *Dicomahi S.A.* fabrica una variedad de productos en su cartera, que van desde máquinas especializadas hasta componentes auxiliares. Esto demuestra su versatilidad en el mercado y su capacidad para satisfacer diferentes necesidades de sus clientes.

**Enfoque en Productos de Alto Valor:** Aunque la cantidad de unidades varía, los productos con mayor precio, como la "Clasificadora de Camarón 6K lb/h" y la "Lavadora de Moldes", contribuyen significativamente al ingreso total mensual. Esto sugiere un enfoque en productos de alto valor y mayor rentabilidad.

**Productos de Alta Frecuencia:** La "Pieza Mecanizada Rodillos Clasificadores de Camarón" destaca con la producción más alta de 48 unidades al mes. Esto podría indicar una demanda constante y una oportunidad para optimizar aún más su proceso de producción.

**Distribución de Ingresos:** El producto "Clasificadora de Camarón 6K lb/h" es el que más contribuye a los ingresos mensuales con un 33,6%, seguido por "Rodillos Clasificadores

de Camarón" con un 16,4%. Esto refleja la importancia de estas dos líneas de productos para la empresa.

**Productos Especializados:** La empresa fabrica productos altamente especializados como la "Clasificadora de Camarón 6K lb/h" y la "Lavadora de Moldes". Estos productos, a pesar de su precio elevado, pueden estar respaldados por una demanda específica y una ventaja competitiva en el mercado.

**Oportunidades de Crecimiento:** La demanda constante de productos como la "Pieza Mecanizada Rodillos Clasificadores de Camarón" y la "Clasificadora de Camarón 6K lb/h" puede indicar oportunidades de crecimiento en estas áreas, a través de mejoras de procesos y expansión de la producción.

### 3.3.3 Frecuencia de productos elaborados

La Tabla 4 proporciona una visión detallada de la cantidad de unidades solicitadas por mes para cada producto en la línea de producción de *Dicomahi S.A.* Este análisis es fundamental para comprender las demandas y necesidades específicas de los clientes en relación con cada producto, permitiendo una planificación y gestión más efectiva de la producción y el inventario.

**Tabla 4**

*Demanda de productos solicitados por mes al área de mecanizado*

<b>Producto</b>	<b>Unidades solicitadas por mes</b>
rodillos clasificadores de camarón	48
rodillos auxiliares	24
perforadora de funda para banano	6
volteador de bins	5
glaseador cascada	4
cortadora de wafer-galleta	4
envolvedora de rollos plásticos	4
clasificadora de camarón	3
envasadora volumétrica	3
mesa de descabezado de camarón	2
molino pulverizador	2



lavadora de moldes	1
transportador inclinado con banda intralox thermodrive	1
transportador tipo Z con banda intralox thermodrive	1
transportadores curvos	1
transportadores línea de galletas María	1
<hr/>	
Elaboración propia	

A continuación, se presenta un análisis detallado de la demanda de productos por mes al área de mecanizado:

**Productos de Alta Demanda:** Al observar la Tabla 4, es evidente que ciertos productos son solicitados en cantidades significativas. Por ejemplo, "rodillos auxiliares" y "rodillos clasificadores de camarón" son productos que se demandan en grandes cantidades, con 24 y 48 unidades solicitadas por mes, respectivamente. Esto sugiere que estos productos son esenciales para las operaciones y el rendimiento de la empresa. Cabe resaltar que ambos productos son parte fundamental de una maquina clasificadora de camarón.

**Productos Específicos y Puntuales:** Algunos productos muestran una demanda más específica y puntual. Por ejemplo, "lavadora de moldes" y "mesa de descabezado de camarón" tienen una demanda de 1 y 2 unidades por mes, respectivamente. Estos productos podrían ser más especializados o utilizados en momentos específicos de la producción.

**Diversificación de la Demanda:** La Tabla 4 revela una variedad de demandas para diferentes productos. Mientras que algunos productos tienen una demanda moderada, otros tienen una demanda más alta o más baja. Esta diversificación puede influir en las decisiones de producción, como la asignación de recursos y la programación.

A continuación, se muestra en la Figura 23 un gráfico de barras donde se puede observar que el producto "Rodillos clasificadores de camarón" junto con "Rodillos auxiliares" son los de mayor demanda, teniendo una representación significativa entre las piezas mecanizadas que fabrica la empresa.

### 3.3.4 Análisis ABC para clasificación de productos

Mediante el análisis ABC se identificó los productos que son críticos para el mejoramiento de la línea de producción. Mediante esta se obtiene la categorización por zona de los productos que indica cuales son los más representativos de acuerdo con cada letra identificada que puede ser “A” los productos más significativos (0-80%), “B” los productos medianamente significativos (80-90%), y “C” los productos menos significativos (95 – 100%). En la Tabla 5 se detalla dicho análisis.

**Tabla 5**

*Clasificación de productos de acuerdo al análisis ABC*

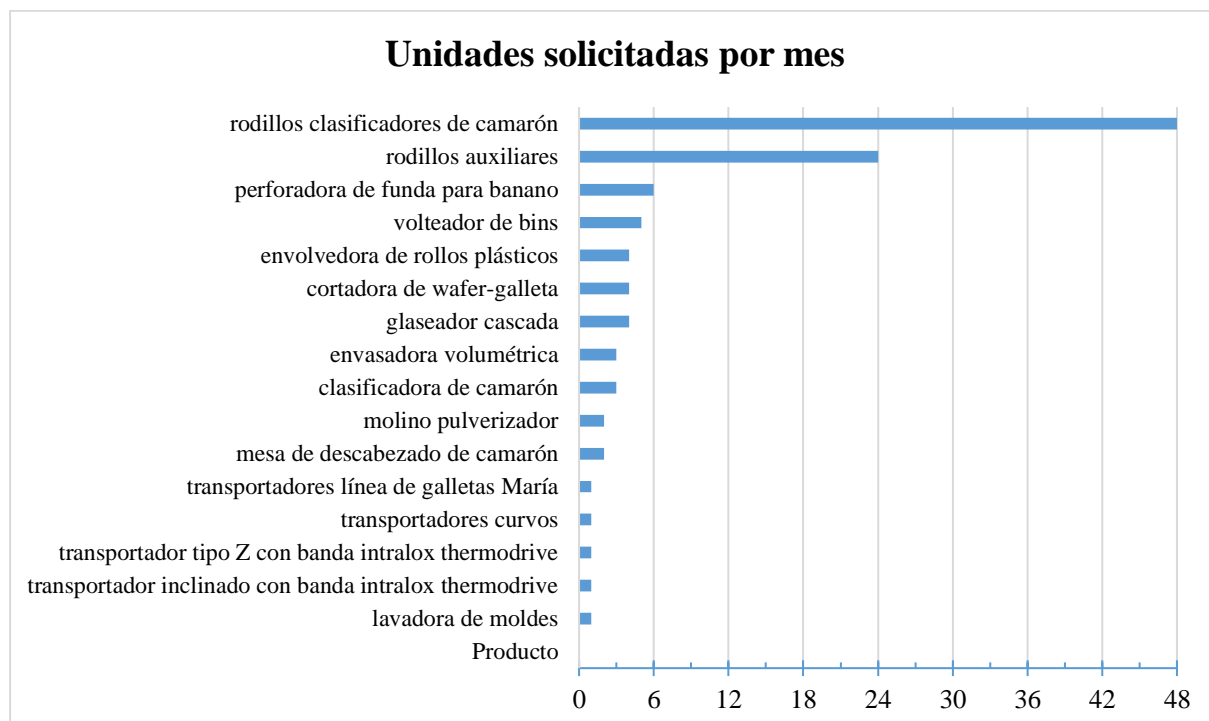
Producto	Rubro económico/mes	Representativo de producción	Porcentaje Acumulado	Zona
clasificadora de camarón	\$345.000,00	34%	34%	A
rodillos clasificadores de camarón	\$168.000,00	16%	50%	A
lavadora de moldes	\$100.000,00	10%	60%	A
perforadora de funda para banano	\$85.000,00	8%	68%	A
volteador de bins	\$70.000,00	7%	75%	A
mesa de descabezado de camarón	\$60.000,00	6%	81%	B
envasadora volumétrica	\$59.500,00	6%	87%	B
rodillos auxiliares	\$55.200,00	5%	92%	B
glaseador cascada	\$24.000,00	2%	94%	B
cortadora de wafer-galleta	\$18.000,00	2%	96%	C
molino pulverizador	\$12.000,00	1%	97%	C
transportador tipo Z con banda intralox thermodrive	\$9.000,00	1%	98%	C
transportador inclinado con banda intralox thermodrive	\$8.000,00	1%	99%	C
transportadores línea de galletas María	\$6.000,00	1%	99%	C
transportadores curvos	\$3.000,00	0%	100%	C
envolvedora de rollos plásticos	\$2.800,00	0%	100%	C
<b>Total</b>	<b>\$1.025.500,00</b>	<b>100%</b>		

Elaboración propia.

En la Figura 23 se observa una gráfica de barras en la cual se identifica a los productos “rodillos clasificadores de camarón” y “rodillos auxiliares” como los productos significativamente más solicitados en el mes de producción.

**Figura 23.**

Gráfica de barra de productos solicitados por mes



Elaboración propia

### 3.3.5 Criterio de selección de producto de estudio

En el marco de esta investigación, se dirige la atención hacia el estudio y análisis de uno de los productos de mayor relevancia en el repertorio de la empresa. Por consiguiente, la elección recae sobre el producto "Rodillos Clasificadores de Camarón". La justificación de esta selección específica se encuentra fundamentada en varios criterios que subrayan la importancia del estudio de esta pieza metalmeccánica. A continuación, se desarrollan y presentan estos criterios, que confieren un enfoque sólido y bien justificado de la selección de estudio:

**Relevancia Estratégica:** Los "Rodillos Clasificadores de Camarón" tienen un papel fundamental en el funcionamiento de la "Clasificadora de Camarón 6K lb/h", una de las piezas

más destacadas en la cartera de productos de *Dicomahi S.A.* Dada su importancia en el producto estrella de la empresa, analizar en detalle su fabricación y producción se alinea con la estrategia de maximizar la calidad y eficiencia de productos clave.

**Contribución a los Ingresos:** Los "Rodillos Clasificadores de Camarón" representan un porcentaje significativo de los ingresos totales, contribuyendo con un 16,4% del ingreso mensual total de la empresa, según el análisis presentado en la Tabla 3. Su influencia en los resultados financieros sugiere que optimizar su fabricación podría tener un impacto positivo en la rentabilidad general de la empresa.

**Demanda Sostenida:** La alta producción mensual de "Rodillos Clasificadores de Camarón", con 48 unidades, señala una demanda constante de este componente. Esto sugiere que cualquier mejora en su proceso de producción podría tener un efecto directo en la capacidad de satisfacer la demanda del mercado y, por ende, aumentar la satisfacción del cliente.

**Conexión con Procesos Críticos:** Los "Rodillos Clasificadores de Camarón" implican la interacción entre áreas críticas de la empresa, como mecanizado, compras y proveedores. Analizar su fabricación proporcionará una comprensión más profunda de la interdependencia de estas áreas y permitirá identificar oportunidades de optimización en cada etapa del proceso.

**Posicionamiento Competitivo:** Al mejorar la fabricación de un componente central en la "Clasificadora de Camarón 6K lb/h", la empresa puede fortalecer su ventaja competitiva al garantizar la calidad, la eficiencia y la confiabilidad del producto final. Esto contribuirá a consolidar la posición de *Dicomahi S.A.* como líder en la industria de diseño y construcción de maquinarias.

**Potencial de Innovación:** El enfoque en los "Rodillos Clasificadores de Camarón" brinda la oportunidad de explorar innovaciones tecnológicas y procesuales en la fabricación de piezas críticas. Las mejoras en la calidad y eficiencia podrían llevar a la creación de nuevos

métodos de fabricación o a la implementación de tecnologías avanzadas, beneficiando tanto a la empresa como a sus clientes.

### ***3.3.6 Análisis de cadena de producción y selección de producto de estudio***

Se llevó a cabo un análisis mediante la observación directa en áreas críticas de la empresa, abarcando la oficina de compras, el área de mecanizado y la bodega. A lo largo de un periodo de cuatro semanas, se ejecutó al menos un proceso completo, focalizándose especialmente en el proceso de creación de los Rodillos Clasificadores de Camarón.

En la oficina de compras, se trazó un seguimiento exhaustivo del proceso que abarcó desde la solicitud de material y la cotización de la materia prima, hasta la compra y su posterior entrega en la bodega. Por otro lado, en el área de mecanizado, se centró la observación en la recepción de la materia prima, la asignación de tareas a los trabajadores, la revisión de las máquinas y la manufactura de las piezas. Este proceso involucra diversos tipos de maquinaria, incluyendo tornos, fresadoras, cepillos y cortadoras de hilos. Finalmente, en el área de bodega, se examinó el protocolo de almacenamiento de las piezas manufacturadas y el manejo de los excedentes.

### ***3.3.7 Definición de aspectos críticos para diagrama de Pareto***

Se identificó las variables del problema, las cuales se clasifico como parámetros críticos, siendo aquellos aspectos más relevantes en cuanto se pudo observar en el estudio del proceso. Los parámetros críticos del proceso de mecanizado que se determinaron son los siguientes: pérdidas de tiempo de trabajo, desperdicio de material, duplicidad de pedidos y afectaciones en calidad del producto.

***Pérdidas de tiempo de trabajo:*** Estas se observaron en parte de los torneros y fresadores, quienes debido al desorden de su área de trabajo perdían tiempo en buscar y localizar herramientas que necesitaban. Contestaban llamadas en horario de trabajo, perdiendo varios

minutos de labor en diferentes etapas del proceso. La falta de comprensión de los planos y especificaciones técnicas, se traducían en el tornero o fresador llamando al coordinador para consultar nuevamente y aclarar dudas sobre especificaciones técnicas de fabricación, esto también represento una perdida considerable de trabajo en la fabricación del rodillo, de forma innecesaria puesto que con anterioridad el coordinador sociabilizo las especificaciones técnicas del producto.

***Desperdicio de material:*** Durante el proceso de fabricación se deben hacer recortes a la materia prima, en lo cual se observó que no se siguió un procedimiento adecuado para optimizar las partes de los materiales usados como tubos y planchas. Los cortes realizados no fueron calculados para que la superficie de la materia prima fuera optimizada lo máximo posible. Los sobrantes fueron retirados, puesto que no se los podrá utilizar más en el proceso en ejecución.

***Duplicidad de pedidos:*** Cuando en el área de mecanizado requiere de materia prima para la fabricación de una pieza mecánica, el encargado de esta área solicita la compra del material directamente al departamento de compras, sin antes verificar la disponibilidad del mismo material en bodega. Esta problemática deriva en la duplicidad de pedidos, la cual sucede al no contarse con una base inventariara en la cual consultar rápidamente el requerimiento de material en la bodega.

***Afectaciones en calidad del producto:*** Finalizado el producto es sometido a control de calidad, donde un técnico revisa que no exista desperfectos en la pieza mecánica antes de la entrega. Uno de los principales enfoques de este control es en el pulido y balanceado; puesto que, el rodillo clasificador de tallas de camarón debe tener un pulido tipo espejo, de lo contrario el rodillo va a maltratar al camarón. En esta revisión, el coordinador determinó que el rodillo no estaba completamente pulido y se debió volver a pulirlo. La repetición de esta actividad conlleva 4 horas más de trabajo.

Con los parámetros críticos definidos se procedió a organizarlos con respecto a su frecuencia de forma descendente. Esta última, se determinó contando el número de ocurrencias de cada variable mediante observación directa en un periodo de 4 semanas laborables correspondientes al mes de junio del 2023. A continuación, se presenta en las Tabla 6 y 7 el resumen de la frecuencia de casa aspecto.

**Tabla 6**

*Anotación de frecuencia de parámetros críticos*

<b>Parámetro Críticos</b>	<b>Número de ocurrencias</b>
Pérdidas de tiempo de trabajo	III III III
Desperdicio de material	III III
Duplicidad de pedidos	III
Afectaciones en calidad del producto	IIII

*Nota.* Número de ocurrencia de cada parámetro crítico en un periodo de 4 semanas. Elaboración propia.

**Tabla 7**

*Resumen de frecuencia de parámetros críticos*

<b>Parámetro Críticos</b>	<b>Detalle del problema</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Pérdidas de tiempo de trabajo</b>	Los operadores hacen mucho uso del celular, se distraen fácilmente	15
<b>Desperdicio de material</b>	Los retazos de materiales no se usan correctamente o no se le da un uso adecuado	10
<b>Duplicidad de pedidos</b>	Mecanizado realiza el requerimiento directamente a compras saltándose el filtro de bodega	5
<b>Afectaciones en calidad del producto</b>	El acabado en el mecanizado del producto no es el adecuado, lo que provoca un retrabajo	4

Elaboración propia.

### **3.3.8 Afectación económica de parámetros críticos**

En base a la frecuencia determinada mediante observación de cada parámetro crítico, se calcula el impacto económico que deriva de cada problemática. Para ello, la frecuencia de cada variable se lleva a una unidad medible en cada una de ella; así tenemos que las unidad medible del parámetro “Pérdidas de tiempo de trabajo” es el tiempo en horas desperdiciado, de

“Desperdicio de material” son los kilogramos (Kg) de material desperdiciados, de “Duplicidad de pedidos” es el valor económico en dólares (\$) empleado en la compra duplicada del material, de “Afectaciones en calidad del producto” se obtuvo mediante la valoración de los materiales o consumibles empleados en la rectificación de calidad de un producto y las horas de trabajo empleado que representa la corrección del producto para cumplir el estándar de calidad. De esta forma se traduce la frecuencia observada en términos de Impacto Económico. A continuación, en las Tablas 8, 9, 10 y 11 se presenta los valores económicos que representa cada problemática.

**Tabla 8***Pérdidas de tiempo de trabajo*

Semanas	N. de observaciones	Tiempo desperdiciado en h/Semana	Costo de h. de trabajo	Total de impacto económico
semana 1	7	8	\$ 6,25	\$ 50,00
semana 2	4	6	\$ 6,25	\$ 37,50
semana 3	2	5	\$ 6,25	\$ 31,25
semana 4	2	2	\$ 6,25	\$ 12,50
<b>Total</b>	<b>15</b>			<b>\$ 131,25</b>

*Nota.* Impacto económico derivado de la frecuencia de parámetro “Pérdidas de tiempo de trabajo”.  
Elaboración propia.

**Tabla 9***Desperdicio de material*

Semanas	N. de observaciones	Kg de acero inoxidable desperdiciados/semana	Costo acero inox/Kg	Total de impacto económico
semana 1	4	81	\$3,75	\$303,75
semana 2	1	35	\$3,75	\$131,25
semana 3	1	67	\$3,75	\$251,25
semana 4	4	90	\$3,75	\$337,50
<b>Total</b>	<b>10</b>			<b>\$ 1.023,75</b>

*Nota.* Impacto económico derivado de la frecuencia de parámetro “Desperdicio de material”.  
Elaboración propia.



**Tabla 10***Duplicidad de pedidos*

Semanas	N. de observaciones	Aceros y materia prima	Consumibles	Total de impacto económico
semana 1	1	\$1.200,00	\$287,00	\$1.487,00
semana 2	2	\$850,00	-	\$850,00
semana 3	1	\$1.925,00	\$420,00	\$2.345,00
semana 4	1	-	\$589,00	\$589,00
<b>Total</b>	<b>5</b>			<b>\$ 5.271,00</b>

*Nota.* Impacto económico derivado de la frecuencia de parámetro “Duplicidad de pedidos”. Elaboración propia.

**Tabla 11***Afectaciones en calidad del producto*

Semanas	N. de observaciones	Compra de materiales y consumibles por retrabajo	Horas de retrabajo	Costo de hora de trabajo	Total de impacto económico
semana 1	1	\$125,00	2	\$6,25	\$137,50
semana 2	1	\$248,74	3	\$6,25	\$267,49
semana 3	1	\$584,85	6	\$6,25	\$622,35
semana 4	1	\$179,85	1	\$6,25	\$186,10
<b>Total</b>	<b>4</b>				<b>\$ 1.213,44</b>

*Nota.* Impacto económico derivado de la frecuencia de parámetro “Afectaciones en calidad del producto”. Elaboración propia.

**3.3.9 Construcción de diagrama de Pareto**

Con base a la frecuencia observada en cada aspecto crítico se procede a realizar el cálculo del total acumulado, la composición porcentual y el porcentaje acumulado de cada parámetro. En la Tabla 12 se presentan estos valores.

**Tabla 12**

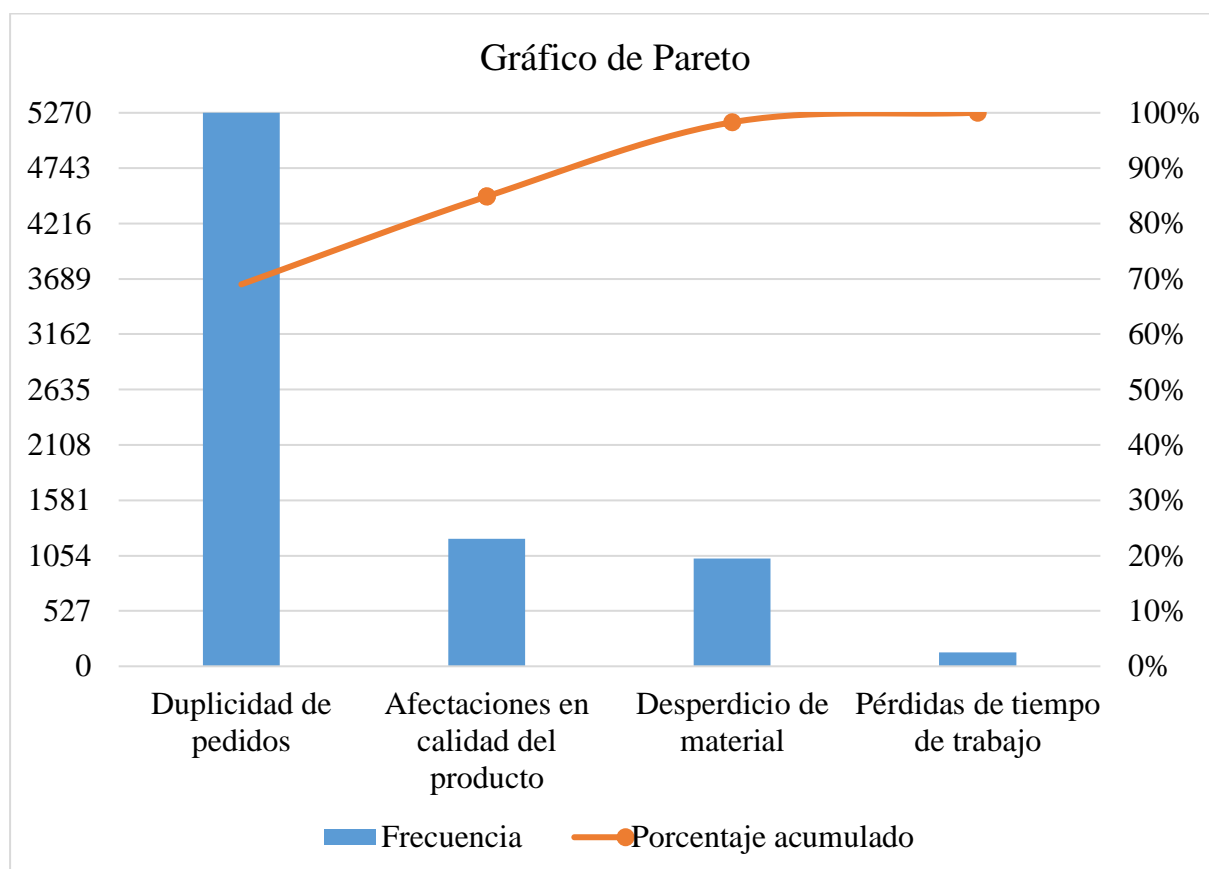
Tabla con valores para diagrama de Pareto

Parámetro Críticos	Frecuencia	Afectación económica \$	Total acumulado	Composición Porcentual	Porcentaje acumulado
Duplicidad de pedidos	5	5.271,00	5.271,00	69%	69%
Afectaciones en calidad del producto	4	1.213,00	6.484,00	16%	85%
Desperdicio de material	10	1.023,75	7.507,75	13%	98%
Pérdidas de tiempo de trabajo	15	131,25	131,25	2%	100%
<b>Total de sumatoria de frecuencia</b>	<b>34</b>	<b>\$ 7639,00</b>		<b>100%</b>	

Elaboración propia.

**Figura 24.**

Diagrama de Pareto de aspectos críticos en área de mecanizado

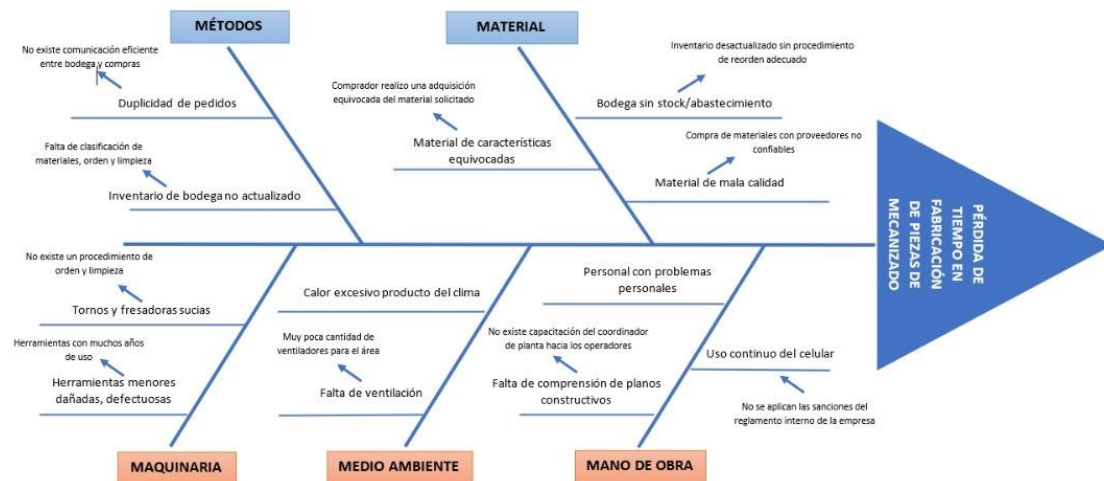


Elaboración propia.

En la Figura 24 del diagrama de Pareto, las barras representan la frecuencia de cada problema, y están ordenadas de mayor a menor de izquierda a derecha. La línea muestra el porcentaje acumulado, indicando la contribución relativa de cada problema al total acumulado. Según el gráfico de Pareto, el problema más significativo es "duplicidad de pedido", con una afectación económica de \$ 5.271 y un porcentaje acumulado del 69%.

### ***3.3.10 Diagrama de Ishikawa***

La Figura 25 presenta el desarrollo del diagrama de Ishikawa, que brinda una visión integral de los desafíos que impactan el área de mecanizado en la empresa de diseño y construcción de maquinarias. Este diagrama fue construido con los usuarios de los departamentos de compra, el área de mecanizado y bodega, quienes identificaron diversos aspectos negativos que abarcan desde la solicitud de compra de materiales hasta la producción de piezas mecánicas. Las irregularidades más notorias son representadas como causas en el diagrama, mientras que los efectos correspondientes se presentan como consecuencias. De esta forma, se establece una relación causa-efecto, originando un diagrama completo. Además, este enfoque también facilita la identificación de los agentes o procesos involucrados en cada relación causa-efecto. En última instancia, el diagrama arroja luz sobre los elementos más significativos que originan deficiencias en el área de mecanizado de la empresa. Proporciona una comprensión visual de los problemas clave que afectan el proceso, desde la solicitud de materiales hasta la producción de componentes mecánicos.

**Figura 25.***Diagrama de Ishikawa*

*Nota.* Identificación de causas y efectos determinados en la observación directa de los procedimientos para fabricado de piezas metalmecánicas. Elaboración propia.

### **3.3.11 Diseño de un procedimiento de compras de materia prima del área de mecanizado para la eliminación de los duplicados en las órdenes de pedidos**

#### **3.3.11.1 Análisis de situación actual**

El levantamiento del inventario realizado el 11 de julio de 2023 ofrece una instantánea esencial de la situación actual de los recursos y materiales en posesión de *Dicomahi S.A.* Este análisis permite comprender en detalle los activos disponibles en la empresa en términos de valor y cantidad, lo que resulta fundamental para la planificación estratégica y la toma de decisiones informadas.

La Tabla 13 presenta el listado de materia prima con que cuenta la empresa hasta la fecha del levantamiento del mismo. El análisis de la situación actual, respaldado por el inventario, establece la base para el desarrollo del plan de control de producción. La comprensión profunda de los recursos disponibles y su distribución en términos de valor y cantidad es esencial para abordar los desafíos presentes y futuros, y para asegurar que la

producción y la gestión de inventario sean optimizadas en línea con los objetivos estratégicos de *Dicomahi S.A.*

### 3.3.11.1.1 *Inventario actual materiales en bodega*

**Tabla 13**

Inventario de bodega

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor mercado</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Unidades disponibles</b>	<b>Valorizado</b>
TRI4C40	Tubo redondo de 4" x 6m cedula 40 calidad 316	\$295,75	u	120	\$35.490,00
EIR11260	Eje inox de 1 1/2" x 600mm	\$50,00		50	\$2.500,00
BAC412	Brida A/C de 4" x 1/2"	\$40,00	u	50	\$2.000,00
PLI4	Plancha de 4mm inox - 1.22X2.44	\$354,61	u	5	\$1.773,05
VRI46	Varilla inox de 4" x 6mm	\$85,00	u	20	\$1.700,00
PLI3	Plancha de 3mm inox - 1.22X2.44	\$268,88	u	5	\$1.344,40
PLI2	Plancha de 2mm inox - 1.22X2.44	\$198,41	u	5	\$992,05
TR212C40	Tubo red 2 1/2 en cedula 40	\$227,23	u	4	\$908,92
PLI15	Plancha de 1,5mm inox - 1.22X2.44	\$135,24	u	5	\$676,20
GA6M3	Gas argon 6m3	\$120,00	u	5	\$600,00
PLI12	Plancha de 1,2mm inox - 1.22X2.44	\$108,86	u	5	\$544,30
BRI112	Barra inox de 1 1/2	\$260,26	u	2	\$520,52
TCI33	Tubo cuadrados inox de 3" x 3mm x 6m	\$242,57	u	2	\$485,14
PAI2	Plancha antideslizantes inox 2mm - 1.22X2.44	\$240,00	u	2	\$480,00

BRBF212	Barra bronce fosforico red 2 1/2 x 32 cm	\$211,00	u	2	\$422,00
PLI1	Plancha de 1mm inox - 1.22X2.44	\$77,27	u	5	\$386,35
PAI4	Plancha antideslizantes inox 4mm - 1.22X2.44	\$380,80	u	1	\$380,80
PAI15	Plancha antideslizantes inox 1,5mm - 1.22X2.44	\$190,00	u	2	\$380,00
EI1841	Electrodo inox 1/8 / 4.1kg	\$79,00	u	4	\$316,00
PAI3	Plancha antideslizantes inox 3mm - 1.22X2.44	\$298,98	u	1	\$298,98
BRBF235	Barra bronce fosforico red 2" x 35 cm	\$258,63	u	1	\$258,63
A7210857	Acero 7210 x 8" x 57 milímetros	\$58,73	u	4	\$234,92
VAI3325	Varilla aporte inox. 308L 3/32 X 5kg	\$58,00	u	4	\$232,00
TG332	Tungsteno 3/32 x6	\$32,00	u	7	\$224,00
BRI114	Barra inox de 1 1/4	\$218,40	u	1	\$218,40
TCI22	Tubo cuadrado inox. 2" x 2 mm. X 6m	\$100,00	u	2	\$200,00
EIR312700	Eje inox de 3 1/2diam x 700 mm largo	\$181,24	u	1	\$181,24
VAI1165	Varilla aporte inox. 308L 1/16 X 5kg	\$45,00	u	4	\$180,00
A7096032	Acero 709 de 60 diametro x 32 centímetros	\$34,35	u	5	\$171,75
TG116	Tungsteno 1/16 x6	\$17,00	u	10	\$170,00
BRBD212	Barra bronce dulce red 2 1/2 x 32 cm	\$146,08	u	1	\$146,08
PII14	Platina inox de 1" x 1/4	\$36,22	u	4	\$144,88
AI118	Angulo inox 1"x 1/8	\$36,12	u	4	\$144,48

TRI21215	Tubo redondo sanitario inox de 2 1/2 x6m	\$141,18	u	1	\$141,18
PII1238	Platina inox 1 1/2 x 3/8	\$66,08	u	2	\$132,16
CHPI1	Chumaceras inox pared de 1" con perforaciones	\$30,00	u	4	\$120,00
VBS18	Varilla de bronce para soldar 1/8 - metro	\$27,00	m	4	\$108,00
VAIU116	Varilla aporte inox. 308L 1/16 X unidad	\$0,80	u	125	\$100,00
AI11218	Angulo inox 1 1/2 x 1/8	\$43,66	u	2	\$87,32
C90I112	Codos inox 1 1/2 x 90 soldables	\$4,41	u	15	\$66,15
TCI11215	Tubo cuadrado inox. 1 1/2" x 1,5mm. X 6m	\$57,43	u	1	\$57,43
AI403	Angulo a/i l/c 40 x 3	\$55,45	u	1	\$55,45
TI61212	Torta inox 6 1/2 de diámetro x 12mm	\$27,30	u	2	\$54,60
TRI11215	Tubo redondo inox de 1 1/2" x 1,5mm x6m	\$47,64	u	1	\$47,64
PII1418	Platina ac inox - 1 1/4"x1/8" (30x3) x 6m	\$22,50	u	2	\$45,00
VRI58	Varilla inox 5/8	\$41,63	u	1	\$41,63
AI11418	Angulo ac inox 1 1/4"x1/8" (30x3) x 6m	\$40,00	u	1	\$40,00
TCI115	Tubo redondo inox de 1" x 1,5mm x 6m	\$25,51	u	1	\$25,51
VRI38	Varilla inox 3/8	\$16,00	u	1	\$16,00
<b>Total de Inventario</b>					\$55.843,16

*Nota.* Se detalla a continuación el levantamiento del inventario disponible en bodega del área de mecanizado. Elaboración propia.

### 3.3.12 Elaboración de un rodillo clasificador de tallas de camarón

#### 3.3.12.1 Materiales requeridos

A continuación, se presenta en la Tabla 14 el inventario de la materia prima necesaria para elaborar una unidad de rodillo de camarón.

**Tabla 14**

*Materiales requeridos para rodillo clasificador de camarón*

<b>Rodillo clasificador de camarón</b>					
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor de mercado</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Unidades requeridas</b>	<b>Valorizado</b>
VRI46	Varilla inox de 4" x 6mm	\$85,00	u	4	\$340,00
TRI4C40	Tubo redondo de 4" x 6m cedula 40 calidad 316	\$295,75	u	1	\$295,75
BAI412	Brida A/I de 4\$ x 1/2"	\$55,00	u	2	\$110,00
EIR11260	Eje inox de 1 1/2" x 600mm	\$50,00	u	2	\$100,00
BAC412	Brida A/C de 4" x 1/2"	\$40,00	u	2	\$80,00
GA6M3	Gas argón 6m3	\$120,00	u	0,5	\$60,00
TG116	Tungsteno 1/16 x 6	\$17,00	u	0,5	\$8,50
VAIU116	Varilla aporte inox. 308L 1/16 X unidad	\$0,80	u	10	\$8,00
				<b>Total</b>	\$1.002,25

Elaboración Propia.

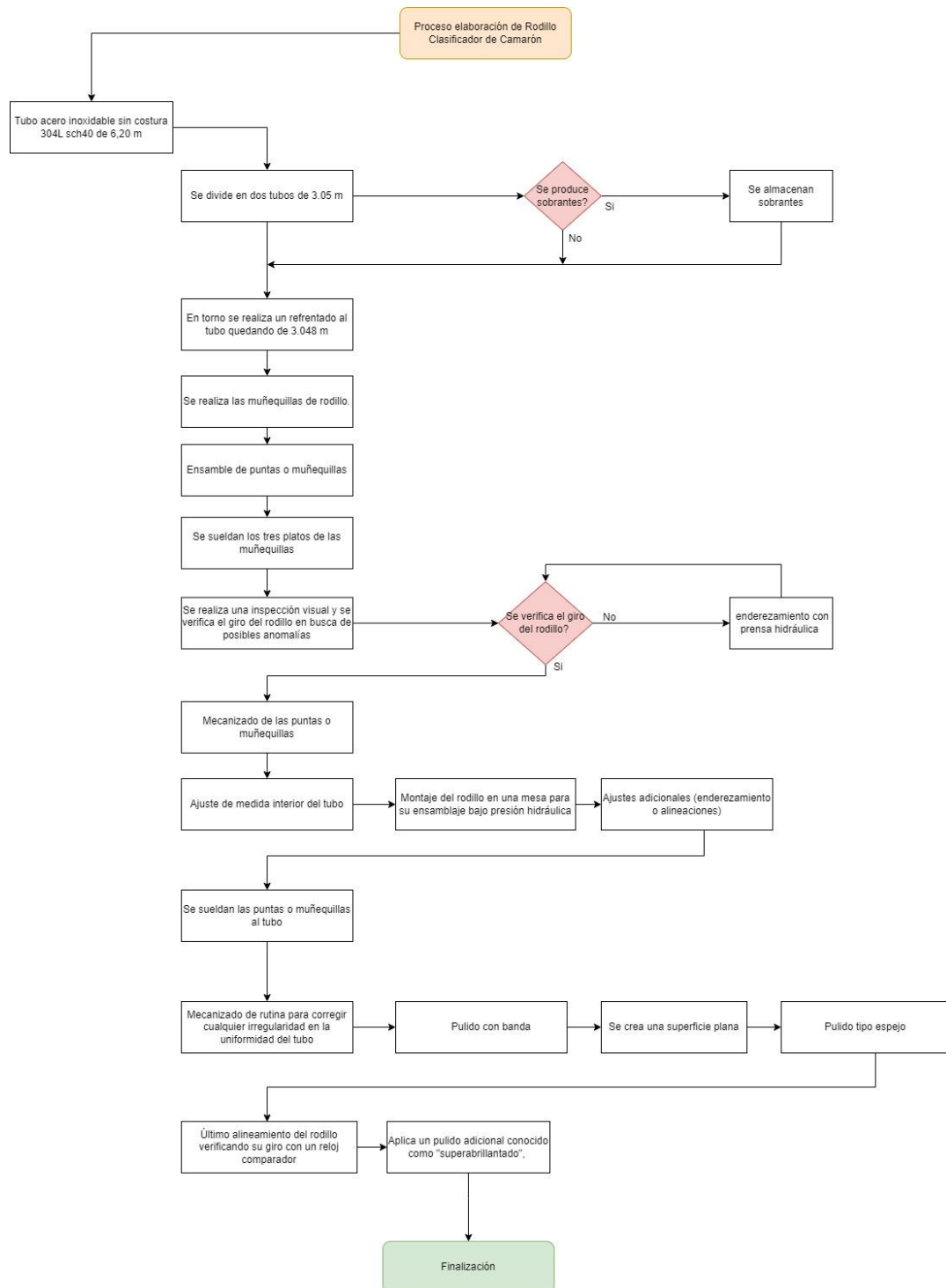
#### 3.3.12.2 Proceso de fabricación de un rodillo clasificador de camarón

El proceso de fabricación de un rodillo clasificador para tallas de camarón comienza con la recepción de un tubo de acero inoxidable sin costura 304L sch40 importado de China, con una longitud inicial de 6.20 metros. En la Figura 26 se muestra el flujograma del proceso, mientras que en las Figuras 27, 28, 29 y 30 corresponden a imágenes de partes del proceso realizado durante la fabricación mecanizada de la pieza.



Figura 26

## Proceso de fabricación de un rodillo clasificador de camarón



*Nota.* El flujograma corresponde a un resumen del proceso de fabricación de un rodillo clasificador de camarón. El mismo solo contempla las operaciones realizadas en el área de mecanizado. Elaboración propia.

**Figura 27.***Soldado de puntas o muñequillas*

Fuente: Elaboración propia

**Figura 28.***Pulido y abrillantado*

Fuente: Elaboración propia

**Figura 29.***Rodillo superabrillantado*

Fuente: Elaboración propia

**Figura 30.***Rodillo clasificador de camarón*

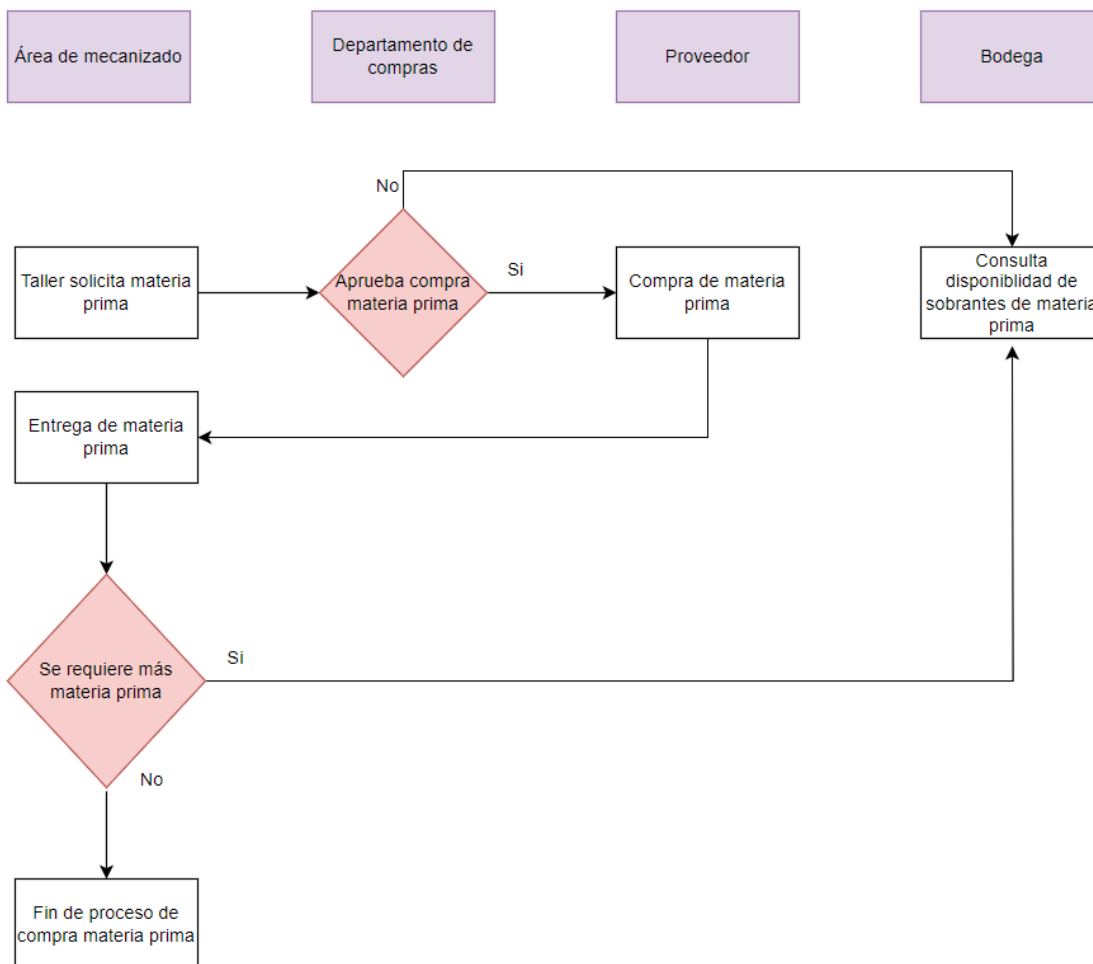
Fuente: Dicomahi S.A.

### 3.3.12.3 Proceso de compras de materia prima para el área de mecanizado

En la Figura 31 se representa el flujo que la empresa sigue para administrar la adquisición de la materia prima requerida por el área de mecanizado. En esta ilustración, se detectan incoherencias susceptibles de mejora, como la solicitud de material por parte del taller de mecanizado directamente al departamento de compras sin verificar previamente la disponibilidad en bodega. Asimismo, se evidencia que después de la compra, el proveedor suministra el material directamente al área de mecanizado sin pasar por el proceso de ingreso en bodega ni por un inventario previo.

**Figura 31.**

*Diagrama actual para compras de materia prima para el área de mecanizado*



Elaboración propia.

### 3.3.12.4 Plan de Control de Producción

Para el desarrollo el plan de control de producción se procedió de forma metodológica a obtener los datos necesarios para efectuarlo tomando como referencia uno de los productos más representativos objeto de este estudio (rodillo clasificador de camarón). De esto, cabe resaltar que la empresa *Dicomahí S.A.* proporciono los datos de pronóstico y pedidos de clientes, valores los cuales obtuvieron en base a un registro histórico de ventas de los últimos 6 meses. Además, en el área de bodega, se corroboró que el inventario inicial de “rodillo clasificador de camarón” inicial fue de 20. La producción de lotes que maneja la empresa es de 30 unidades semanales.

A continuación, en la Tabla 15 se presenta los datos proporcionados por la empresa:

**Tabla 15**

*Datos para desarrollo de plan maestro de producción*

<b>Inventario Inicial</b>		<b>Tamaño de Lote</b>	
20		30	
<b>Semanas</b>	<b>Pronóstico</b>	<b>Pedido de clientes</b>	
Semana 1	12	10	
Semana 2	12	15	
Semana 3	12	14	
Semana 4	12	16	

Fuente: *Dicomahí S.A.* Elaboración propia.

**Pronóstico y Pedido de Clientes:** El departamento de ventas proporcionó los pronósticos de demanda para el producto "rodillo clasificador de camarón". Estos pronósticos reflejan las expectativas de ventas para cada semana. Además, se obtuvo información sobre los pedidos reales realizados por los clientes para el mismo producto.

**Inventario Inicial:** El inventario inicial se obtuvo al verificar las unidades disponibles del producto terminado en bodega. Es la cantidad de “rodillo clasificador de camarón” en stock.

**Inventario Final:** El inventario final se calculó restando las cantidades vendidas (pedidos de clientes) y las cantidades producidas (MPS) del inventario inicial.

**Plan Maestro de Producción (MPS):** Se generó un plan maestro de producción basado en la demanda pronosticada y los pedidos de clientes. El MPS indica cuántos productos deben producirse en cada semana para satisfacer la demanda prevista.

**Disponible para Promesa (DPP):** El DPP representa la cantidad de productos disponibles para prometer a los clientes. Se calculó restando los pedidos de clientes confirmados de la cantidad disponible después de restar el inventario inicial y el MPS.

#### **3.3.12.5 Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP)**

Para una planificación del requerimiento de materiales se plantea desarrollar el MRP respecto al producto “rodillo clasificador de camarón”, para lo cual se define las siguientes variables para el posterior cálculo:

**Recopilación de Datos:** Se recolectaron los datos pertinentes para el producto "Rodillo clasificador de camarón" y sus componentes. Estos datos incluyen la disponibilidad actual en inventario, el tiempo de espera estimado para la adquisición, el tamaño de lote de producción y la recepción programada.

**Disponibilidad actual en inventario:** Es la cantidad de unidades de cada elemento del que se compone el rodillo clasificador de camarón, incluyendo la cantidad del producto terminado.

**Tiempo de espera:** Es el tiempo que se provee para realizar la compra del material necesario, este tiempo incluye desde la solicitud del material hasta la entrega del mismo en

bodega. Depende en gran parte del trámite efectuado en compras y en la disponibilidad del proveedor.

**Recepción programada:** Son pedidos que van a llegar en determinada semana.

**Inventario de seguridad:** Es una cantidad definida por la empresa de la cantidad mínima con la que debe contar el inventario de cierto material, para poder compensar alguna contingencia. En este caso, la empresa hace pedidos al exterior de "Tubo redondo de 4" x 6m cedula 40 calidad 316", y demoran 2 semanas en llegar, por ello el inventario de seguridad mínimo de este elemento es 10. Eso quiere decir que se debe de abastecer del componente antes de que este llegue a 10 en el inventario.

**Generación del Plan MRP:** A continuación, en la Tabla 16 se presenta los valores recopilados para la elaboración del MRP del rodillo clasificador de camarón.

**Tabla 16**

Datos para desarrollo de MRP

Listado Materiales	Disponibilidad	Tiempo de Espera (sem)	Tamaño de Lote	Recepción Programada	Inventario Seguridad
<b>RODILLO CLASIFICADOR</b>	20	1	30	N/A	N/A
Varilla inox de 4" x 6mm	20	1	50	N/A	N/A
Tubo redondo de 4" x 6m cedula 40 calidad 316	120	1	150	N/A	10
Brida A/I de 4" x 1/2"	45	1	50	N/A	N/A
Eje inox de 1 1/2" x 600mm	50	1	50	N/A	N/A
Brida A/C de 4" x 1/2"	50	1	75	N/A	N/A

Elaboración propia.

### ***3.3.13 Parámetros estandarizados bajo la aplicación de las 5S***

#### **➤ Implementación de las 5S en el Área de Mecanizado y Bodega**

Para lograr mejoras en la producción del área de mecanizado mediante la implementación de la metodología de las 5S, se siguió un proceso detallado en varias etapas. Cabe resaltar que la empresa *Dicomahi S.A.* no contaba con aplicación de 5S en ninguna de sus áreas operativas. A continuación, se resume las etapas que se siguió como metodología para lograr la implementación de las 5S en las áreas de mecanizado y bodega.

Inicialmente, se diseñó un formato de auditoría para la evaluación de las 5S, con el propósito de comprender la situación actual previo de la aplicación de esta metodología en la empresa. Este modelo de formato de evaluación se aplicó tanto en el área de bodega como en el área de mecanizado. La estructura del formato de evaluación se presenta en la

Figura **32**, y se organiza en cinco bloques que se centran en las distintas fases de implementación conocidas como las "S": clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina.

Cada bloque contiene cuatro ítems para evaluar. La calificación otorgada a cada ítem varía de 0 a 5, con los criterios de evaluación detallados en la

Tabla **17** En esta escala, 0 representa la calificación más baja y 5 la calificación más alta posible para cada ítem de evaluación. Cada bloque puede obtener una calificación máxima de 20 puntos, y al final se suma la puntuación de los bloques para obtener el puntaje total correspondiente a la evaluación de las 5S en el área examinada. Este puntaje puede alcanzar un máximo de 100, lo que indicaría una implementación completa y exitosa de las 5S en el área evaluada.



Figura 32.

## Formato para evaluación de 5S

PROGRAMA 5S		FORMULARIO DE AUDITORIA												
		ÁREA												
		FECHA												
		RESPONSABLE DEL ÁREA												
S	N°	Item a evaluar	Valor asignado					Observaciones						
			N/A	0	1	2	3	4	5					
SELECCIONAR	1	Las máquinas, equipos y herramientas ¿son necesarias, están operables y en condiciones?												
	2	Las mesas de trabajo, armarios, maquinas y equipos ¿se encuentran libres de productos innecesarios, elementos personales y/o elementos de otro sector?												
	3	¿Se encuentra en el área la documentación necesaria tales como, documento de inspección o seguimiento, reportes, etc.?												
	4	¿Los sectores comunes del área/planta se encuentran libres de objetos que afecten la circulación?												
Puntaje (Max 20 puntos)														
ORDEN	1	¿Se encuentran ordenados y debidamente identificados los cables, mangueras y elementos de seguridad, materiales de repuestos, herramientas de trabajo, etc.?												
	2	¿La ubicación y devolución de herramientas, materiales y equipos están demarcados y destinados a tal fin? ¿Se utilizan letras, números, dibujos y colores para identificar que son los lugares apropiados para los residuos, desechos y entre otros.?												
	3	¿Están definidas las ubicaciones de máquinas y existen sectorizaciones? ¿Se encuentran claramente identificados los corredores de circulación?												
	4	¿Se encuentran ordenadas las herramientas, y los documentos técnicos? ¿Se encuentran ordenados los elementos de limpieza?												
Puntaje (Max 20 puntos)														
LIMPIEZA	1	¿Están limpios y funcionales los armarios, estanterías, herramientas, mesas de trabajo, maquinas y equipos?												
	2	¿Cuál es el grado de limpieza de los espacios comunes? ¿Se encuentran identificados y ubicados los desperdicios?												
	3	¿Las paredes, ventanas, puertas, pisos, iluminarias estan limpio/a(s), libres de aceite, virutas o residuos de otro tipo y en buen estado?												
	4	¿Existe una rutina de limpieza, plan o seguimiento alguno?												
Puntaje (Max 20 puntos)														
ESTANDARIZAR	1	¿Se aplican las 3 primeras 5S? ¿Existe un tablero de planificación y/o seguimiento de 5S?												
	2	¿Existen procedimientos y/o estándares para mantener el lugar limpio y ordenado? ¿Estan establecidos los responsables de mantener y mejorar el orden y limpieza del lugar?												
	3	¿Las acciones de mejora están formalizadas y comunicadas?												
	4	¿Se utiliza el control visual como herramienta?												
Puntaje (Max 20 puntos)														
DISCIPLINA	1	¿El personal esta capacitado en 5S y cumplen las normas y procedimientos de la empresa? ¿Usan los EPP correspondientes?												
	2	¿Se forman equipos de trabajo para realizar mejoras? ¿El personal mantiene su sector sin la exigencia de un superior? ¿La documentación del área está actualizada?												
	3	¿Se evidencia compromiso de todos los responsables en cada sector de trabajo?												
	4	¿Se cumple con la planificación de la implementación de 5S? ¿Los indicadores son favorables en el tiempo?												
Puntaje (Max 20 puntos)														
Puntaje Final (%)														

Elaboración propia.

Tabla 17

## Criterios de puntaje para modelo de evaluación

Criterios de Evaluación		
5	Mejor práctica o no hay ningún hallazgo en la evaluación	100 %
4	Casi mejores prácticas, pero no adecuada	80%
3	Ejecutado en la mayor parte del área, pero necesitamos mejorar	60%
2	Ejecutado en alguna parte del área	40%
1	Ejecutado en escasa parte del área	20%
0	No ejecutado en absoluto o no apreciable a simple vista	0%

Elaboración propia.

Posteriormente, el día 3 de agosto de 2023 se realizó la Auditoria de evaluación para conocer el estado actual de la empresa en la aplicación de las 5S. En la Figura 33 se muestra el informe del formulario de auditoria para 5S en la Bodega mientras que, en la Figura 34 se presenta el mismo formulario evaluado en el área de Mecanizado.

**Figura 33.**  
*Evaluación 5S estado inicial de Bodega*

**PROGRAMA 5S FORMULARIO DE AUDITORIA**  
 AREA: Bodega  
 FECHA: 3/8/2023  
 RESPONSABLE DEL AREA: Miguel Hidalgo

S/N	Item a evaluar	Valor puntaje					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	Las máquinas, equipos y herramientas (con necesarias, están operables y en condiciones?		2				
2	Las mesas de trabajo, armarios, maquinas y equipos ¿se encuentran libres de productos innecesarios, elementos personales y/o elementos de otro sector?		1				
3	¿Se encuentra en el área la documentación necesaria tales como, documento de inspección o seguimiento, reportes, etc.?		0				
4	¿Los sectores comunes del área/planta se encuentran libres de objetos que afecten la circulación?		0				
Puntaje (Max 20 puntos)		3 Ptos					

S/N	Item a evaluar	Valor puntaje					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿Se encuentran ordenados y debidamente identificados los cables, mangueras y elementos de seguridad, materiales de repuesto, herramientas de trabajo, etc.?		1				
2	¿La ubicación y disposición de herramientas, materiales y equipos están demarcados y destinados a tal fin? ¿Se utilizan letras, números, dibujos y colores para identificar que son los lugares apropiados para los residuos, desechos y entre otros?		1				
3	¿Están definidas las ubicaciones de máquinas y existen rectorizaciones? ¿Se encuentran claramente identificados los corredores de circulación?		1				
4	¿Se encuentran ordenadas las herramientas, y los documentos técnicos? ¿Se encuentran ordenados los elementos de limpieza?		1				
Puntaje (Max 20 puntos)		4 Ptos					

S/N	Item a evaluar	Valor puntaje					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿Están limpios y funcionales los armarios, estanterías, herramientas, mesas de trabajo, maquinas y equipos?				3		
2	¿Cuál es el grado de limpieza de los espacios comunes? ¿Se encuentran identificados y ubicados los desperdicios?				1		
3	¿Las paredes, ventanas, puertas, pisos, luminarias están limpias?, libros de aceite, virutas o residuos de otro tipo y en buen estado?				1		
4	¿Existe una rutina de limpieza, plan o seguimiento alguno?				0		
Puntaje (Max 20 puntos)		5 Ptos					

S/N	Item a evaluar	Valor puntaje					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿Se aplican las 3 primeras 5S? ¿Existe un tablero de planificación y/o seguimiento de 5S?				0		
2	¿Existen procedimientos y/o estándares para mantener el lugar limpio y ordenado? ¿Están establecidos los responsables de mantener y mejorar el orden y limpieza del lugar?				1		
3	¿Las acciones de mejora están formalizadas y comunicadas?				1		
4	¿Se utiliza el control visual como herramienta?				0		
Puntaje (Max 20 puntos)		3 Ptos					

S/N	Item a evaluar	Valor puntaje					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿El personal esta capacitado en 5S y cumplen las normas y procedimientos de la empresa? ¿Usan los EPP correspondientes?				1		
2	¿Se forman equipos de trabajo para realizar mejoras? ¿El personal mantiene su sector sin la exigencia de un superior? ¿La documentación del área está actualizada?				0		
3	¿Se evidencia compromiso de todos los responsables en cada sector de trabajo?				1		
4	¿Se cumple con la planificación de la implementación de 5S? ¿Los indicadores son favorables en el tiempo?				0		
Puntaje (Max 20 puntos)		4 Ptos					

Criterios de evaluación		100%	80%	60%	40%	20%	0%
3	Mejor Práctica o no hay ningún hallazgo en la evaluación	100%					
4	Con Mejores Prácticas, pero no adherido	80%					
5	Implementado en la mayor parte del área, pero necesitamos mejorar	60%					
6	Implementado en alguna parte del área	40%					
7	Implementado en pocas partes del área	20%					
8	No implementado en absoluto o no apreciable a simple vista	0%					

Puntaje Final (%): 16 Ptos 46%

Elaboración propia.

**Figura 34.**  
*Evaluación 5S estado inicial de Mecanizado*

**PROGRAMA 5S FORMULARIO DE AUDITORIA**  
 AREA: Mecanizado  
 FECHA: 3/8/2023  
 RESPONSABLE DEL AREA: Miguel Hidalgo

S/N	Item a evaluar	Valor puntaje					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	Las máquinas, equipos y herramientas (con necesarias, están operables y en condiciones?				3		
2	Las mesas de trabajo, armarios, maquinas y equipos ¿se encuentran libres de productos innecesarios, elementos personales y/o elementos de otro sector?				3		
3	¿Se encuentra en el área la documentación necesaria tales como, documento de inspección o seguimiento, reportes, etc.?				0		No existe
4	¿Los sectores comunes del área/planta se encuentran libres de objetos que afecten la circulación?				4		
Puntaje (Max 20 puntos)		10 Ptos					

S/N	Item a evaluar	Valor puntaje					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿Se encuentran ordenados y debidamente identificados los cables, mangueras y elementos de seguridad, materiales de repuesto, herramientas de trabajo, etc.?				3		
2	¿La ubicación y disposición de herramientas, materiales y equipos están demarcados y destinados a tal fin? ¿Se utilizan letras, números, dibujos y colores para identificar que son los lugares apropiados para los residuos, desechos y entre otros?				1		
3	¿Están definidas las ubicaciones de máquinas y existen rectorizaciones? ¿Se encuentran claramente identificados los corredores de circulación?				1		
4	¿Se encuentran ordenadas las herramientas, y los documentos técnicos? ¿Se encuentran ordenados los elementos de limpieza?				1		
Puntaje (Max 20 puntos)		6 Ptos					

S/N	Item a evaluar	Valor puntaje					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿Están limpios y funcionales los armarios, estanterías, herramientas, mesas de trabajo, maquinas y equipos?				3		
2	¿Cuál es el grado de limpieza de los espacios comunes? ¿Se encuentran identificados y ubicados los desperdicios?				3		
3	¿Las paredes, ventanas, puertas, pisos, luminarias están limpias?, libros de aceite, virutas o residuos de otro tipo y en buen estado?				2		
4	¿Existe una rutina de limpieza, plan o seguimiento alguno?				1		
Puntaje (Max 20 puntos)		9 Ptos					

S/N	Item a evaluar	Valor puntaje					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿Se aplican las 3 primeras 5S? ¿Existe un tablero de planificación y/o seguimiento de 5S?				0		
2	¿Existen procedimientos y/o estándares para mantener el lugar limpio y ordenado? ¿Están establecidos los responsables de mantener y mejorar el orden y limpieza del lugar?				1		
3	¿Las acciones de mejora están formalizadas y comunicadas?				1		
4	¿Se utiliza el control visual como herramienta?				2		
Puntaje (Max 20 puntos)		4 Ptos					

S/N	Item a evaluar	Valor puntaje					Observaciones
		1	2	3	4	5	
1	¿El personal esta capacitado en 5S y cumplen las normas y procedimientos de la empresa? ¿Usan los EPP correspondientes?				1		
2	¿Se forman equipos de trabajo para realizar mejoras? ¿El personal mantiene su sector sin la exigencia de un superior? ¿La documentación del área está actualizada?				1		
3	¿Se evidencia compromiso de todos los responsables en cada sector de trabajo?				1		
4	¿Se cumple con la planificación de la implementación de 5S? ¿Los indicadores son favorables en el tiempo?				0		
Puntaje (Max 20 puntos)		4 Ptos					

Criterios de evaluación		100%	80%	60%	40%	20%	0%
3	Mejor Práctica o no hay ningún hallazgo en la evaluación	100%					
4	Con Mejores Prácticas, pero no adherido	80%					
5	Implementado en la mayor parte del área, pero necesitamos mejorar	60%					
6	Implementado en alguna parte del área	40%					
7	Implementado en pocas partes del área	20%					
8	No implementado en absoluto o no apreciable a simple vista	0%					

Puntaje Final (%): 32 Ptos 32%

Elaboración propia.

Luego de realizar las evaluaciones de diagnóstico en las áreas de mecanizado y bodega, el siguiente paso fue establecer el procedimiento que se llevó a cabo para implementar cada una de las etapas de las 5S en los espacios de trabajo. Esta metodología se diseñó para optimizar la organización y eficiencia de los espacios de trabajo, fomentando la seguridad, la productividad y la calidad en el proceso de mecanizado. A continuación, se describe el proceso paso a paso de cada etapa de implementación de las 5S delineando las acciones tomadas para lograr una transformación exitosa en la dinámica operativa y la cultura de trabajo:

## **Etapa 1: Clasificación (Seiri)**

En esta fase inicial, se procedió a realizar la clasificación meticulosa de todos los elementos presentes en las áreas de bodega y mecanizado. Durante este proceso, se llevaron a cabo identificaciones de herramientas, materiales, equipos e insumos, determinando cuáles eran esenciales para la operación y cuáles resultaban superfluos. Aquellos elementos no esenciales se retiraron del área con el propósito de reducir la congestión y optimizar el acceso a los elementos críticos, utilizando tarjetas rojas para su identificación visual.

Entre los elementos identificados para ser retirados se encuentran aquellos que no se consideran esenciales para el área de torno, tales como los tanques de oxígeno y acetileno destinados a cortes con fuego. Si bien son componentes útiles para ciertas aplicaciones, se determinó que no eran esenciales para el proceso de mecanizado. En consonancia con esta evaluación, se procedió a marcar estos elementos con tarjetas rojas, señalando claramente su estado no esencial y permitiendo su posterior reubicación o retiro, lo cual contribuyó a una disposición más eficiente y despejada en el área de torno. A continuación, se detalla que elemento corresponde dentro de la clasificación por categorías.

### **Categorías:**

#### **➤ Herramientas mayores**

Soldadora MIG

Taladro percutor

Taladro de pedestal portable

Mandril para torno de gran tamaño

#### **➤ Herramientas menores**

Máquina de soldar

Amoladora

Taladro

Caladora

➤ **Accesorios y/o consumibles**

Calibrador

Micrómetro

Flexómetro

Escuadra

Goniómetro

Tanques de oxígeno

Tanques de argón

Discos de corte 4 pulgada y media

Discos de corte de 7 pulg

Boquillas para antorchas tig

Boquillas para

Pernos, tornillos y tuercas

Retazos de acero inoxidable

Sobrantes de nilón y tipos de polímeros

## **Etapa 2: Organización (Seiton)**

En la segunda etapa, se trabajó en la organización la bodega y el área de mecanizado. Los elementos esenciales se dispusieron de manera ordenada y eficiente, utilizando sistemas de almacenamiento adecuados. Se asignaron ubicaciones específicas para cada elemento, lo que facilitó su identificación rápida y redujo el tiempo de búsqueda.

## **Etapa 3: Limpieza (Seiso)**

La etapa de limpieza implicó una limpieza profunda y sistemática del área. Se eliminaron los residuos, se limpiaron las superficies y se establecieron procedimientos regulares

de limpieza. Esto no solo mejoró el entorno de trabajo, sino que también contribuyó a una mayor seguridad y eficiencia al reducir el riesgo de accidentes y el tiempo de inactividad.

#### **Etapa 4: Estandarización (Seiketsu)**

Para asegurar la sostenibilidad de las mejoras logradas hasta el momento, se implementaron estándares y procedimientos claros. Se documentaron las ubicaciones de los elementos, los métodos de organización y los protocolos de limpieza. Esto garantizó que todos los trabajadores compartieran una comprensión uniforme de cómo mantener el área ordenada y eficiente.

#### **Etapa 5: Disciplina (Shitsuke)**

La última etapa se centró en la disciplina y el compromiso continuo con los principios de las 5S. Se establecieron sistemas de seguimiento y retroalimentación para monitorear la adherencia a los estándares establecidos. Se promovió la responsabilidad individual y colectiva para mantener la organización y limpieza del área.

### ***3.3.14 Selección de Software***

#### **Análisis de Requisitos y Selección del Software:**

Se identificó las necesidades y objetivos específicos del área de mecanizado en términos de gestión de inventarios, producción y control de procesos.

Se investigó y evaluó diferentes opciones de software disponibles en el mercado que se adapten a las necesidades de la empresa y el área de mecanizado.

#### **Instalación de software:**

La selección del software derivó en el “Almyta ABC”. Se procedió a instalar dicho programa en los equipos de cómputo del departamento de compras y en bodega. La instalación del programa es sencilla y en la página de descarga se puede seguir las instrucciones de descarga e instalación.

**Configuración y Personalización del Software:**

Se realizó la configuración inicial del software.

Se personalizó las funcionalidades y parámetros del software de acuerdo con las especificidades del área de mecanizado y las necesidades de la empresa.

**Carga de Datos:**

Se transfirió los datos existentes, como inventarios, órdenes de compra, productos en proceso y productos terminados, al nuevo software.

Se validó la integridad y precisión de los datos migrados para evitar errores en la implementación.

**Capacitación y Formación:**

Se proporcionó capacitación a los empleados del área de mecanizado, bodega y compras sobre cómo utilizar eficazmente el software.

Se enseñó a los usuarios cómo registrar y gestionar inventarios, llevar a cabo órdenes de producción, realizar seguimiento de pedidos y aprovechar las características del software para mejorar la eficiencia.

**Pruebas y Validación:**

Se realizó pruebas exhaustivas del software en diferentes escenarios, desde la creación de órdenes de producción hasta la gestión de inventarios y la generación de informes.

**Implementación y Monitoreo Continuo:**

Finalmente se implementó el software en el área de mecanizado, bodega y compras, asegurándose de que todos los usuarios estén familiarizados y cómodos con su uso.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS

En esta sección se presentará los resultados obtenidos de la investigación sobre “plan de control de producción para la mejora del área de mecanizado de una empresa de diseño y construcción de maquinarias” efectuado en la empresa *Dicomahi S.A.* Los hallazgos descritos en este capítulo son resultado del proceso metodológico desarrollado en función de cada objetivo planteado en este trabajo

#### **4.1 Diseño de un procedimiento de compras de materia prima del área de mecanizado para la eliminación de los duplicados en las órdenes de pedidos.**

Con base en el levantamiento y análisis de información recopilada acerca de los procesos realizados en el área de mecanizado de la empresa de diseño y construcción de maquinarias, se han obtenido los siguientes resultados.

Se realizó un levantamiento de inventario y una clasificación de la frecuencia de producción mecanizada obteniéndose el producto de mayor importancia mediante un análisis ABC, bajo este criterio se seleccionó el “rodillo clasificador de camarón” como objeto de estudio y análisis, al mismo que se realizó una explosión de materiales para su estudio y comprensión.

Se realizó un seguimiento exhaustivo del proceso de producción de piezas mecanizadas, desde el pedido hasta el almacenaje o la entrega al cliente. Este proceso fue detallado en el apartado de metodología. Cabe destacar que la empresa carecía de un diagrama que representara los procesos involucrados en el área de mecanizado. Tras la descripción de este procedimiento, se llevó a cabo un análisis detallado de la frecuencia de los productos más solicitados, lo que condujo a la conclusión de que la pieza mecanizada "rodillo de camarón" es la más fabricada,

con una frecuencia de 48 piezas al mes. Esta pieza forma parte de una máquina clasificadora de camarón.

Los productos que tienen una alta demanda en términos de unidades solicitadas por mes también suelen estar entre los que generan mayores ingresos para la empresa. Los mismos son “Rodillos clasificadores de camarón” con una demanda de 48 unidades al mes representado ingresos mensuales de \$168.000 y los “Rodillos auxiliares” con 24 unidades fabricadas por mes que representan \$55.200. Cabe resaltar que ambas piezas mecanizadas son parte de una “Máquina Clasificadora de Camarón”. La comprensión de la frecuencia de productos elaborados fue esencial para una planificación eficiente de la producción y la gestión de inventario. Los productos de alta demanda requerirán una mayor atención para garantizar que las cantidades necesarias estén disponibles y listas para su entrega.

En este contexto, la investigación se centró específicamente en el proceso de elaboración del "rodillo de camarón", el cual se produce con una frecuencia destacada y es esencial en una máquina de alta complejidad e importancia económica para la empresa. Dicha investigación involucró una descripción minuciosa del proceso de fabricación, que abarca áreas cruciales como mecanizado, departamento de compras, proveedores y bodega de la empresa. Estas áreas son fundamentales en la producción del área de mecanizado. Esta investigación permitió comprender el procedimiento de compras de materia prima para el área de mecanizado, tal como se describe en el flujograma titulado "Proceso Actual de Compras para el Área de Mecanizado", y posteriormente, analizar dicho proceso con el objetivo de proponer un nuevo procedimiento de compras para el área de mecanizado, con el fin de reducir los duplicados en las órdenes de pedido. Esto se alinea con el primer objetivo específico de esta investigación.

El proceso gestionado por la empresa de diseño presenta ciertos aspectos críticos que contribuyen a la duplicación de órdenes de pedido. Por ejemplo, el área de mecanizado emite

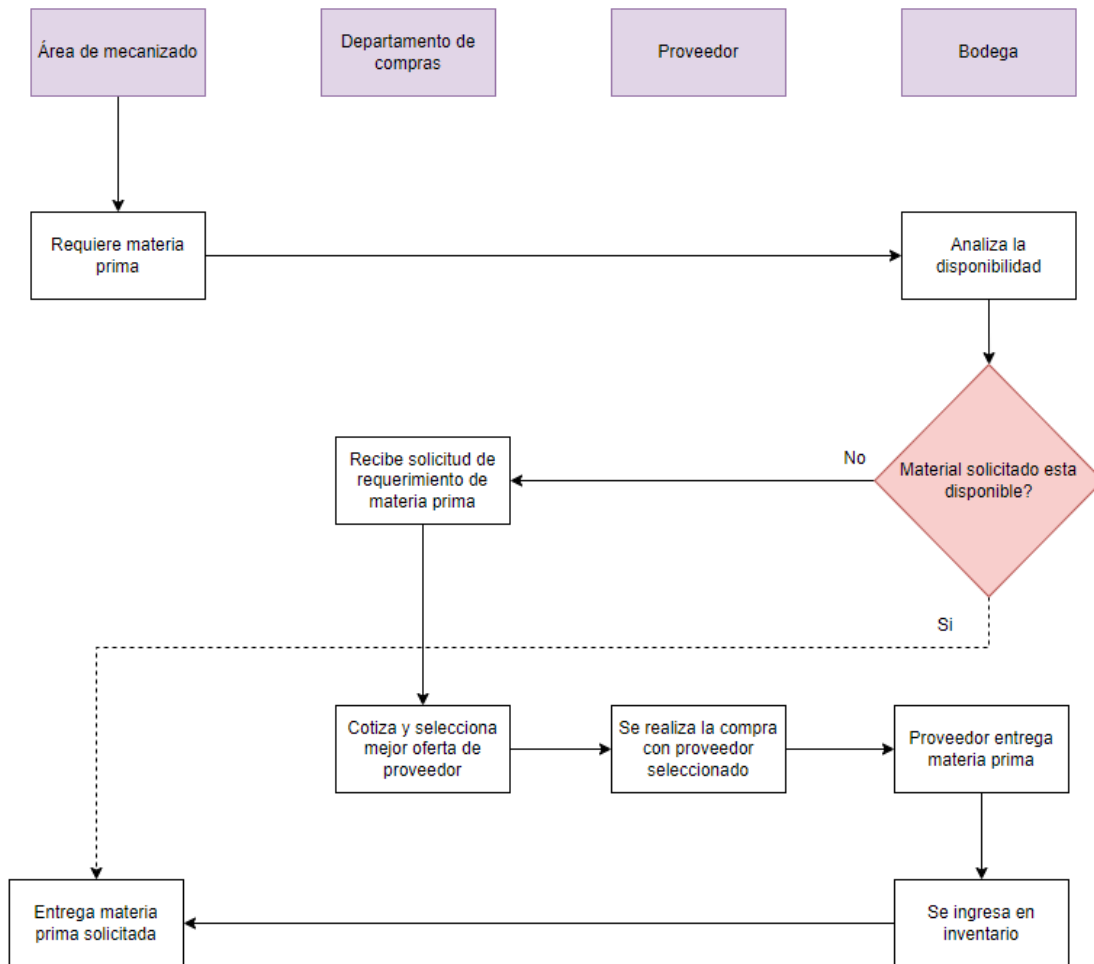


solicitudes de materia prima directamente al departamento de compras, sin consultar previamente la disponibilidad de dicha materia prima en la bodega. Además, la falta de un inventario en el área de bodega complica la búsqueda de la materia prima necesaria para el taller de mecanizado.

El procedimiento propuesto para la adquisición de materia prima en el área de mecanizado, con el propósito de eliminar las órdenes de pedido duplicadas, se presenta en la Figura 35. En este procedimiento se han implementado mejoras con respecto al enfoque que tradicionalmente sigue la empresa. En este sentido, al recibir un pedido de piezas mecanizadas, se requiere consultar la disponibilidad de la materia prima necesaria en la bodega. Una vez obtenida esta información, se coordina con el departamento de compras la adquisición de la materia prima faltante. Además, se ha agregado un paso en el procedimiento que involucra la entrega de la materia prima por parte del proveedor al departamento de bodega, para que sea debidamente registrada en el inventario.

**Figura 35.**

*Diagrama de Propuesta para Compras de Materia Prima para el Área de Mecanizado*



Elaboración propia.

#### **4.2 Establecer parámetros estandarizados mediante la aplicación de la técnica de las 5s para ordenar y mejorar la producción del área de mecanizado.**

La ejecución de la metodología 5S en el área de mecanizado ha arrojado resultados notables que respaldan la búsqueda constante de mejoras y la optimización de los procedimientos. Se llevó a cabo una auditoría previa y posterior a la implementación en las áreas de mecanizado y bodega, lo que permitió un análisis comparativo integral.

La evaluación de las áreas de bodega y departamento de compras, tanto antes como después de la aplicación de la metodología 5S, brinda una visión nítida de la mejora en diversos indicadores cruciales de eficiencia y orden. Los resultados obtenidos en cada evaluación previa y posterior en las áreas de mecanizado y bodega se presentan en la Tabla 18, proporcionando un panorama tangible de la transformación alcanzada. Este enfoque comparativo ofrece una comprensión sólida de la eficacia de la implementación de las 5S en ambos entornos de trabajo.

**Tabla 18**

Evaluación antes y después de implementación de las 5S

Área evaluada	Parámetros de evaluación	Evaluación AI		Evaluación DI	
		Puntos	Porcentual	Puntos	Porcentual
<b>Mecanizado</b>	Clasificación	10	10 %	20	20 %
	Orden	6	6 %	20	20 %
	Limpieza	9	9 %	20	20 %
	Estandarización	4	4 %	19	19 %
	Disciplina	3	3 %	18	18 %
	<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>32%</b>	<b>97</b>	<b>97%</b>
<b>Bodega</b>	Clasificación	3	3 %	18	18 %
	Orden	4	4 %	20	20 %
	Limpieza	5	5 %	20	20 %
	Estandarización	3	3 %	20	20 %
	Disciplina	1	1 %	19	19 %
	<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>16 %</b>	<b>97</b>	<b>97%</b>

*Nota.* AI\* Evaluación antes de implementarse las 5S; DI\* Evaluación después de implementarse las 5S.

En el área de Mecanizado, se evidenció una mejora sustancial en todos los aspectos evaluados. En términos de Clasificación, la puntuación aumentó del 10% al 20%, lo que demuestra que la selección cuidadosa de elementos esenciales y la eliminación de elementos no necesarios resultó en una mayor eficiencia y acceso a los recursos de mayor importancia. El Orden, la Limpieza y Estandarización también experimentaron incrementos notables, lo que indica una reorganización efectiva, una limpieza más rigurosa y la introducción de estándares para el mantenimiento. Además, la Disciplina, que refleja el compromiso con la metodología,

aumentó del 3% al 18%, demostrando una mayor responsabilidad y adhesión a los principios de las 5S.

Por otro lado, en el área de Bodega, también se observaron mejoras considerables en los parámetros evaluados. La Clasificación mejoró del 3% al 18%, señalando un enfoque más preciso en la selección de elementos relevantes. La Orden y Limpieza aumentaron al 20%, reflejando una organización más eficaz y una limpieza sistemática. La Estandarización también alcanzó el 20%, indicando la introducción de normas para mantener la organización y eficiencia. Al igual que en Mecanizado, la Disciplina aumentó, en este caso, del 1% al 19%, indicando una mayor responsabilidad y consistencia en la adherencia a los principios de las 5S.

En conjunto, estas evaluaciones subrayan el impacto positivo de la implementación de las 5S en las áreas de bodega y mecanizado, con mejoras evidentes en la organización, eficiencia y compromiso con la metodología. Los resultados sugieren un aumento significativo en la puntuación total, del 32% en mecanizado y 16% en bodega al 97%, para ambas áreas, lo que indica una transformación exitosa en la gestión y operación cotidiana.

A continuación, en la Figura 36 se presenta la hoja del Formulario de Auditoría de cumplimiento de las 5S ejecutado en Bodega y en la Figura 37 del área de Mecanizado. La misma fue realizada el 17 de agosto del 2023, en la cual se constató la implementación rigurosa de las 5S.

**Figura 36**  
Evaluación de 5S en Bodega

**FORMULARIO DE AUDITORIA**  
ÁREA: Bodega  
FECHA: 17/8/2023  
RESPONSABLE DEL ÁREA: Miguel Hidalgo

SELECCIÓN	1	2	3	4	5	Observaciones
1. Las máquinas, equipos y herramientas ¿son necesarias, están operables y en condiciones?				4	5	
2. Las mesas de trabajo, armarios, máquinas y equipos ¿se encuentran libres de productos innecesarios, elementos personales y/o elementos de otro sector?				4	5	
3. ¿Se encuentra en el área la documentación necesaria tales como, documento de inspección o seguimiento, reportes, etc.?				4	5	
4. ¿Los sectores comunes del área/planta se encuentran libres de objetos que afecten la circulación?						
Puntaje (Max 20 puntos): 18 Ptos						
ORDEN	1	2	3	4	5	Observaciones
1. ¿Se encuentran ordenados y debidamente identificados los cables, mangueras y elementos de seguridad, materiales de repuestos, herramientas de trabajo, etc.?					5	
2. ¿La ubicación y devolución de herramientas, materiales y equipos están demarcados y destinados a tal fin?					5	
3. ¿Se utilizan letras, números, dibujos y colores para identificar que son los lugares apropiados para los residuos, desechos y entre otros?					5	
4. ¿Están definidas las ubicaciones de máquinas y existen sectorizaciones? ¿Se encuentran claramente identificados los corredores de circulación?					5	
5. ¿Se encuentran ordenadas las herramientas, y los documentos técnicos? ¿Se encuentran ordenados los elementos de limpieza?					5	
Puntaje (Max 20 puntos): 20 Ptos						
LIMPIEZA	1	2	3	4	5	Observaciones
1. ¿Están limpios y funcionales los armarios, estanterías, herramientas, mesas de trabajo, máquinas y equipos?					5	
2. ¿Cuál es el grado de limpieza de los espacios comunes? ¿Se encuentran identificados y ubicados los desperdicios?					5	
3. ¿Las paredes, ventanas, puertas, pisos, luminarias están limpias/atis, libres de aceite, virutas o residuos de otro tipo y en buen estado?					5	
4. ¿Existe una rutina de limpieza, plan o seguimiento alguno?					5	
Puntaje (Max 20 puntos): 20 Ptos						
ESTANDARIZAR	1	2	3	4	5	Observaciones
1. ¿Se aplican las 3 primeras 3S? ¿Existe un tablero de planificación y/o seguimiento de 5S?					5	
2. ¿Existen procedimientos y/o estándares para mantener el lugar limpio y ordenado? ¿Están establecidos los responsables de mantener y mejorar el orden y limpieza del lugar?					5	
3. ¿Las acciones de mejora están formalizadas y comunicadas?					5	
4. ¿Se utiliza el control visual como herramienta?					5	
Puntaje (Max 20 puntos): 20 Ptos						
DISCIPLINA	1	2	3	4	5	Observaciones
1. ¿El personal está capacitado en 5S y cumplen las normas y procedimientos de la empresa? ¿Usan los EPP correspondientes?					5	
2. ¿Se forman equipos de trabajo para realizar mejoras? ¿El personal mantiene su sector sin la exigencia de un supervisor? ¿La documentación del área está actualizada?				4	5	
3. ¿Se evidencia compromiso de todos los responsables en cada sector de trabajo?					5	
4. ¿Se cumple con la planificación de la implementación de 5S? ¿Los indicadores son favorables en el tiempo?					5	
Puntaje (Max 20 puntos): 19 Ptos						
Puntaje Final (%): 97 Ptos 97%						

Criterios de evaluación	100%
1. Mayor Practica o no hay ningún trabajo en la evaluación	100%
2. Cumplido en la mayor parte del área, pero necesitan mejorar	80%
3. Ejecutado en alguna parte del área	60%
4. Ejecutado en pocas partes del área	20%
5. No ejecutado en absoluto o no es aplicable a simple vista	0%

Elaboración propia.

**Figura 37**  
Evaluación de 5S en Mecanizado

**FORMULARIO DE AUDITORIA**  
ÁREA: Mecanizado  
FECHA: 17/8/2023  
RESPONSABLE DEL ÁREA: Miguel Hidalgo

SELECCIÓN	1	2	3	4	5	Observaciones
1. Las máquinas, equipos y herramientas ¿son necesarias, están operables y en condiciones?					5	
2. Las mesas de trabajo, armarios, máquinas y equipos ¿se encuentran libres de productos innecesarios, elementos personales y/o elementos de otro sector?					5	
3. ¿Se encuentra en el área la documentación necesaria tales como, documento de inspección o seguimiento, reportes, etc.?					5	
4. ¿Los sectores comunes del área/planta se encuentran libres de objetos que afecten la circulación?					5	
Puntaje (Max 20 puntos): 20 Ptos						
ORDEN	1	2	3	4	5	Observaciones
1. ¿Se encuentran ordenados y debidamente identificados los cables, mangueras y elementos de seguridad, materiales de repuestos, herramientas de trabajo, etc.?					5	
2. ¿La ubicación y devolución de herramientas, materiales y equipos están demarcados y destinados a tal fin?					5	
3. ¿Se utilizan letras, números, dibujos y colores para identificar que son los lugares apropiados para los residuos, desechos y entre otros?					5	
4. ¿Están definidas las ubicaciones de máquinas y existen sectorizaciones? ¿Se encuentran claramente identificados los corredores de circulación?					5	
5. ¿Se encuentran ordenadas las herramientas, y los documentos técnicos? ¿Se encuentran ordenados los elementos de limpieza?					5	
Puntaje (Max 20 puntos): 20 Ptos						
LIMPIEZA	1	2	3	4	5	Observaciones
1. ¿Están limpios y funcionales los armarios, estanterías, herramientas, mesas de trabajo, máquinas y equipos?					5	
2. ¿Cuál es el grado de limpieza de los espacios comunes? ¿Se encuentran identificados y ubicados los desperdicios?					5	
3. ¿Las paredes, ventanas, puertas, pisos, luminarias están limpias/atis, libres de aceite, virutas o residuos de otro tipo y en buen estado?					5	
4. ¿Existe una rutina de limpieza, plan o seguimiento alguno?					5	
Puntaje (Max 20 puntos): 20 Ptos						
ESTANDARIZAR	1	2	3	4	5	Observaciones
1. ¿Se aplican las 3 primeras 3S? ¿Existe un tablero de planificación y/o seguimiento de 5S?					5	
2. ¿Existen procedimientos y/o estándares para mantener el lugar limpio y ordenado? ¿Están establecidos los responsables de mantener y mejorar el orden y limpieza del lugar?				4	5	
3. ¿Las acciones de mejora están formalizadas y comunicadas?					5	
4. ¿Se utiliza el control visual como herramienta?					5	
Puntaje (Max 20 puntos): 19 Ptos						
DISCIPLINA	1	2	3	4	5	Observaciones
1. ¿El personal está capacitado en 5S y cumplen las normas y procedimientos de la empresa? ¿Usan los EPP correspondientes?					5	
2. ¿Se forman equipos de trabajo para realizar mejoras? ¿El personal mantiene su sector sin la exigencia de un supervisor? ¿La documentación del área está actualizada?				4	5	
3. ¿Se evidencia compromiso de todos los responsables en cada sector de trabajo?					5	
4. ¿Se cumple con la planificación de la implementación de 5S? ¿Los indicadores son favorables en el tiempo?					5	
Puntaje (Max 20 puntos): 19 Ptos						
Puntaje Final (%): 97 Ptos 97%						

Criterios de evaluación	100%
1. Mayor Practica o no hay ningún trabajo en la evaluación	100%
2. Cumplido en la mayor parte del área, pero necesitan mejorar	80%
3. Ejecutado en alguna parte del área	60%
4. Ejecutado en pocas partes del área	20%
5. No ejecutado en absoluto o no es aplicable a simple vista	0%

Elaboración propia.

Las acciones correctivas tomadas tras el diagnóstico previo y que por consiguiente permitieron lograr una implementación exitosa de las 5S en la empresa fueron las siguientes:

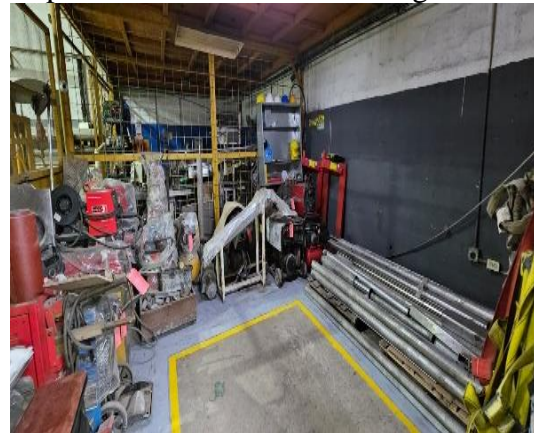
A través de la etapa de Clasificación (Seiri), se logró una meticulosa distinción entre los elementos esenciales y no esenciales, focalizando recursos en herramientas, equipos críticos para la producción, equipos y materiales innecesarios en el área de trabajo. Se aplicó el distintivo de tarjetas rojas a herramientas y materiales que no correspondieron al entorno de trabajo como se observa en la Figura 38 y 39, que luego fueron designados en otro lugar. Esta selección precisa derivó en una mayor eficiencia y agilidad en las operaciones al reducir la sobrecarga y facilitar el acceso a los elementos cruciales.

**Figura 38.**  
Aplicación de Tarjetas Rojas en Mecanizado



Elaboración propia.

**Figura 39.**  
Implementación de 5S en Bodega



Elaboración propia.

La segunda etapa, Organización (Seiton), ha impulsado una disposición ordenada y eficaz de los elementos esenciales, aprovechando sistemas de almacenamiento aptos y ubicaciones estratégicas; en pequeñas gavetas se colocó consumibles (pernos, tuercas, anillos) organizados por tamaño (pulgadas) y por tipo (acero negro o inoxidable), además se le colocó rótulos de acuerdo a la identificación que contiene cada gaveta, como se puede apreciar en las Figura 40 y 41. De esta forma se ha culminado en una drástica disminución del tiempo de búsqueda y un flujo de trabajo más fluido, lo que ha optimizado la productividad general del área. Se realizó un pintado de líneas señaléticas, Figura 42 y 43. Este cambio ha no solo reducido el riesgo de accidentes, sino también ha minimizado los tiempos de inactividad, lo que se traduce en una producción más efectiva y continua.

**Figura 40**  
Organización de consumibles en bodega



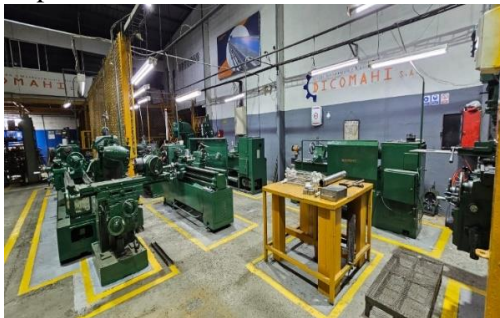
Elaboración propia

**Figura 41**  
Perchas con consumibles organizado



Elaboración propia

**Figura 42.**  
Implementación de 5S en Mecanizado



Elaboración propia.

**Figura 43.**  
Implementación de 5S en Mecanizado



Elaboración propia.

Asimismo, la etapa de Limpieza (Seiso) ha resultado en un ambiente de trabajo significativamente más limpio y eficiente, gracias a la erradicación de residuos y la implementación de procedimientos regulares de limpieza. Para asegurar la constante limpieza de las área involucradas, se realizó un Check List de limpieza, en el que la persona designada por mes es responsable de cumplir con las actividades correspondientes. En las Figuras 44 y 45 se presenta la auditoría realizada para verificar el cumplimiento de la etapa de Limpieza dentro de las 5S en el área de mecanizado y de bodega.

**Figura 44**

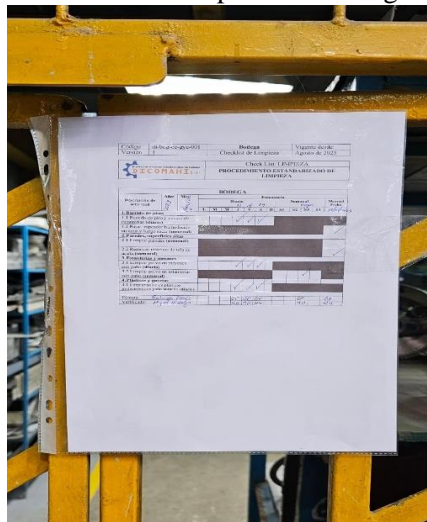
Check List de limpieza en Mecanizado



Nota. Elaboración propia.

**Figura 45**

Check List de limpieza en Bodega



Nota. Elaboración propia.

La etapa de Estandarización (Seiketsu) ha desempeñado un papel importante en la consolidación de estas mejoras. La documentación de ubicaciones y protocolos de limpieza ha establecido pautas claras y uniformes para el mantenimiento de la organización y la eficiencia. Este enfoque estandarizado ha garantizado una ejecución coherente y sostenible de los cambios implementados. Por último, la Disciplina (Shitsuke) ha cimentado el éxito continuo al fomentar la responsabilidad individual y colectiva en la preservación de la organización y limpieza del área de mecanizado y bodega. Este enfoque ha contribuido a mantener los estándares establecidos y a promover una cultura de mejora continua en la producción. En la Figura 52 se corrobora la etapa de disciplina al realizar un monitoreo varios días después de la implementación se observa que el área correspondiente a bodega mantiene su orden y limpieza.

### 4.3 Desarrollo de un plan de control de producción

#### 4.3.1 Plan Maestro de Producción

Con base a los datos de inventario inicial, pronóstico de ventas y pedidos de clientes, proporcionados por la empresa *Dicomahi S.A.* se elaboró un plan maestro de producción, a continuación, en la Tabla 19 se presentan los resultados obtenidos y su respectivo análisis.



**Tabla 19***Plan Maestro de Producción*

<b>Rodillo Clasificador de Camarón</b>		<b>Piezas</b>			
Inventario Inicial		20			
Tamaño del Lote		30			
		<b>SEMANAS</b>			
<b>PARAMETROS</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	
<b>Inventario Inicial</b>	20	8	23	9	
<b>Pronóstico</b>	12	12	12	12	
<b>Pedido de clientes</b>	10	15	14	16	
<b>Inventario Final</b>	8	23	9	23	
<b>MPS</b>	0	30	0	30	
<b>DPP</b>	10	1	0	14	

Elaboración propia.

En la primera semana, el inventario inicial de 20 unidades se reduce por la demanda de 10 unidades de pedidos de clientes y se produce 0 unidades según el plan maestro de producción (MPS), dejando un inventario final de 10 unidades. En la segunda semana, se recibe un pronóstico de 12 unidades y se confirman 15 unidades de pedidos de clientes, lo que resulta en una producción de 30 unidades según el MPS. Esto aumenta el inventario final a 23 unidades. En la tercera semana, el pronóstico y los pedidos de clientes son iguales a 12 y 14 unidades cada uno, lo que conduce a una producción nula según el MPS y mantiene el inventario final en 9 unidades. En la cuarta semana, se pronostican y confirman 12 y 16 unidades respectivamente, lo que lleva a una producción de 30 unidades según el MPS y aumenta el inventario final a 23 unidades.

El enfoque del plan de producción parece ser mantener un nivel de inventario constante para satisfacer la demanda prevista y los pedidos de clientes. La producción varía según las necesidades de la demanda y los pedidos reales. Es importante destacar que, en las semanas

donde no hay producción planificada ( $MPS = 0$ ), se está utilizando el inventario disponible para satisfacer la demanda.

Este enfoque puede ayudar a equilibrar la producción con la demanda y evitar tanto la escasez como el exceso de inventario. Sin embargo, es necesario monitorear cuidadosamente la variabilidad de la demanda y los cambios en los pedidos de clientes para realizar ajustes adecuados en el plan de producción y mantener un flujo eficiente de productos.

#### **4.3.2 MRP**

En base al listado de materiales del rodillo clasificador de camarón, se desarrolló la Planificación de Requerimiento de Materiales para mantener el inventario que satisface este producto siempre en el almacén de la empresa. La finalidad es planificar la cantidad de material que se requiere cada semana y mantener el stock en bodega. A continuación, en la Tabla 20 se presenta el resumen del MRP desarrollado para el rodillo clasificador de camarón.

**Tabla 20**

Resumen de MRP para rodillo clasificador de camarón

<b>SEMANA</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>
RODILLO CLASIFICADOR	5	14	16	14
Varilla inox de 4" x 6mm	62	66	56	48
Tubo redondo de 4" x 6m cedula 40 calidad 316	5	14	16	4
Brida A/I de 4\$ x 1/2"	0	25	32	24
Eje inox de 1 1/2" x 600mm	0	20	28	29
Brida A/C de 4" x 1/2"	5	15	31	25

Elaboración propia

En la Tabla 20 se presenta la cantidad requerida de cada elemento por semana. En la Semana 1 (S1), se observa que las cantidades requeridas para el "Rodillo Clasificador" son 5 unidades, lo que indica la demanda inicial. Las necesidades de la "Varilla inox de 4" x 6mm"

son significativamente más altas, con 62 unidades, lo que sugiere que este componente tiene una mayor demanda inicial. Los demás elementos también tienen demandas iniciales específicas. En la Semana 2 (S2), las necesidades del "Rodillo Clasificador" aumentan a 14 unidades, lo que puede reflejar un aumento en la demanda de los clientes. La "Varilla inox de 4" x 6mm" disminuye en cantidad a 66 unidades, mientras que el "Tubo redondo de 4" x 6m cedula 40 calidad 316" y la "Brida A/I de 4" x 1/2" experimentan un aumento en sus necesidades. En la Semana 3 (S3), las cantidades requeridas para el "Rodillo Clasificador" siguen aumentando, llegando a 16 unidades. La "Varilla inox de 4" x 6mm" disminuye nuevamente a 56 unidades, y otros componentes como el "Tubo redondo de 4" x 6m cedula 40 calidad 316" y la "Brida A/C de 4" x 1/2" también experimentan variaciones en sus necesidades. En la Semana 4 (S4), las cantidades necesarias para el "Rodillo Clasificador" disminuyen ligeramente a 14 unidades. La "Varilla inox de 4" x 6mm" sigue disminuyendo a 48 unidades, mientras que otros elementos tienen variaciones en sus cantidades.

El MRP revela patrones de demanda y necesidades de materiales a lo largo de las 4 semanas. Se observa que la demanda del producto "Rodillo Clasificador de Camarón" varía en cada semana, lo que puede indicar fluctuaciones en la demanda del mercado o en los pedidos de los clientes. Los componentes como la "Varilla inox de 4" x 6mm" tienen demandas iniciales más altas y fluctuaciones en sus necesidades, lo que podría sugerir una mayor importancia en la gestión y adquisición de este material. Los cambios en las necesidades de los otros componentes pueden reflejar la planificación y el ajuste continuo del plan de producción en función de la demanda y la disponibilidad de los materiales.

#### **4.4 Implementación de un software que integre el registro de inventario para un mejor control de stocks de materia primas, productos en procesos y terminados relacionados al área de mecanizado.**

En línea con el tercer objetivo del plan de control de producción en el área de mecanizado de una empresa de diseño y construcción de maquinarias, se llevó a cabo la implementación del software “Almyta ABC”. Este software, altamente especializado y adaptado a las necesidades del contexto industrial, desempeña un papel fundamental en la optimización y el control de las operaciones. El software ofrece una solución integral al gestionar el registro de inventario, clientes, proveedores y las transacciones de compra y venta de productos.

La implementación de esta herramienta tecnológica mejoró positivamente la administración de la empresa, permitiendo un seguimiento minucioso de los niveles de inventario de materias primas, productos en proceso y productos terminados relacionados con el área de mecanizado. Además, la incorporación de los registros de clientes y proveedores facilita la gestión de relaciones comerciales y la toma de decisiones informadas. La funcionalidad de compra y venta de productos a través del software ha agilizado el proceso y proporcionado una visión más clara de los flujos financieros y las tendencias comerciales.

La integración del Plan Maestro de Control (PMS) y de la Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP) en el software permite una sincronización fluida entre la planificación estratégica a nivel macro y las necesidades operativas a nivel micro. El PMS aborda la planificación a largo plazo, definiendo objetivos y estrategias generales, mientras que el MRP se enfoca en la gestión más detallada y en tiempo real de los materiales y recursos necesarios para la producción.

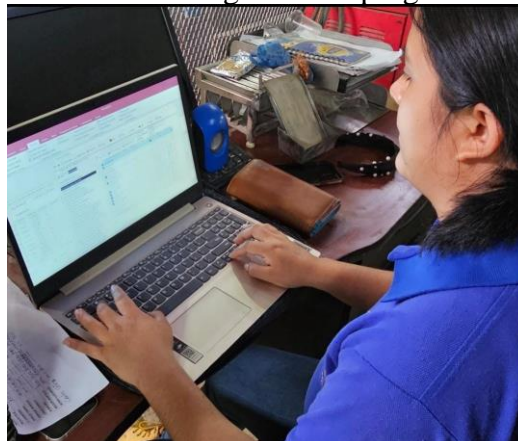
En la Figura 46 se presenta la interfaz del software “Almyta ABC” que se instaló en el equipo de cómputo del área de bodega. En esta área el software brinda ayuda en la gestión de inventario para precisar rápidamente de un producto; la disponibilidad, cantidad y ubicación en el almacén de bodega. De esta forma, los resultados de esta implementación en bodega optimizan el tiempo de búsqueda de un material solicitado y esto a la vez permite que el departamento de mecanizado pueda consultar rápidamente la disponibilidad de materia prima en bodega, antes de solicitar el mismo al departamento de compras. Tras la instalación del programa en el equipo de cómputo de bodega, se realizó una capacitación a quienes serían los usuarios de este programa, en la Figura 47 se muestra a la encargada de bodega usando el software.

**Figura 46.**  
Interfaz de software para inventario de bodega

Producto	Descripción	Cantidad	Ubicación
1001	Aluminio	100	Bodega
1002	Acero	200	Bodega
1003	Plástico	50	Bodega
1004	Latón	150	Bodega
1005	Cobre	80	Bodega
1006	Aluminio	120	Bodega
1007	Acero	180	Bodega
1008	Plástico	60	Bodega
1009	Latón	140	Bodega
1010	Cobre	90	Bodega
1011	Aluminio	110	Bodega
1012	Acero	170	Bodega
1013	Plástico	55	Bodega
1014	Latón	135	Bodega
1015	Cobre	85	Bodega
1016	Aluminio	115	Bodega
1017	Acero	175	Bodega
1018	Plástico	58	Bodega
1019	Latón	138	Bodega
1020	Cobre	88	Bodega

Elaboración propia.

**Figura 47.**  
Usuario de Bodega usando programa



Elaboración propia.

La implementación del software en el departamento de compras integró el inventario en stock del área de bodega, lo cual fue de gran ayuda al contar con una base digitalizada de inventarios constantemente actualizado que influyo mucho en la toma de decisiones y redujo drásticamente la duplicidad de pedidos en las ordenes de compras solicitadas por el área de mecanizado. Tras la instalación del programa en el equipo de cómputo del departamento de



## 5. CRONOGRAMA

<b>CRONOGRAMA DEL PROYECTO TÉCNICO</b>	
<b>Proyecto Técnico:</b>	“PLAN DE CONTROL DE PRODUCCIÓN PARA LA MEJORA DEL ÁREA DE MECANIZADO DE UNA EMPRESA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MAQUINARIAS”
<b>Integrantes del Proyecto Técnico:</b>	Miguel Steeven Hidalgo Santana Erika Rocío Tumbaco Intriago
<b>Fecha de inicio:</b>	2/05/2023
<b>Fecha de culminación:</b>	21/08/2023

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES A REALIZAR																	
ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Mayo				Junio				Julio				Agosto			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
<b>1</b>	<b>Actividades preliminares</b>																
1.1	Visita de reconocimiento en la empresa Dicomah S.A																
1.2	Levantamiento de información mediante observación directa																
1.3	Diagnóstico e identificación de problemas																
1.4	Revisión de literatura																
<b>2</b>	<b>Desarrollo de procedimiento de compras para área de mecanizado</b>																
2.1	Identificación de productos y servicios de la empresa																
2.2	Levantamiento de inventario de materia prima en bodega																
2.3	Explotación de materiales de producto de mayor demanda																
2.4	Descripción de proceso de fabricación en el área de mecanizado																
2.5	Análisis de proceso actual de compras																
2.6	Propuesta para procedimiento de compra																
<b>3</b>	<b>Implementación de 5S</b>																
3.1	Estudio de implementación parámetros estandarizados bajo normas de las 5S																
3.2	Auditoría de cumplimiento de 5S en estado inicial																
3.3	Capacitación a empleados de la empresa sobre la aplicación de 5S																
3.4	Implementación de 5S																
3.5	Auditoría de cumplimiento de 5S en estado final																
<b>4</b>	<b>Implementación de software</b>																
4.1	Búsqueda y selección de software ajustado a las necesidades de la empresa																
4.2	Instalación y análisis de software																
4.3	Importación de inventario actual de bodega a software																
4.4	Instrucción de manejo de software a usuarios de bodega y compras																
4.5	Monitoreo de aplicación y funcionamiento de software																
<b>5</b>	<b>Redacción de informe</b>																
5.1	Elaboración de informe final																
5.2	Presentación de proyecto técnico																

Elaboracion propia.

## 6. PRESUPUESTO

**Tabla 21**

*Presupuesto de la investigación*

ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Costo	Totales
1	Pintura	Caneca	5	\$70,00	\$ 350,00
2	Solventes	Galón	12	\$7,00	\$ 84,00
3	Brochas de 3 pulg	Unidad	7	\$ 2,50	\$17,50
4	Rodillos para pintar 1 ½ pulg x 3	Unidad	4	\$ 5,00	\$ 20,00
5	Cintas de papel	Unidad	20	\$ 1,50	\$ 30,00
6	Señaléticas PVC adhesivas	Unidad	10	\$10,00	\$100,00
7	Suministros de oficina (resma papel, marcadores, plumas, etc)	Global	1	\$200,00	\$ 200,00
8	Equipos de protección personal (EPP)	Global	1	\$100,00	\$100,00
9	Luminarias	Global	1	\$100,00	\$100,00
10	Movilización	Global	10	\$7,00	\$ 70,00
11	Refrigerios	Global	1	\$200,00	\$ 200,00
	<b>Total</b>				<b>\$ 1.271,00</b>

Elaboración Propia



## 7. CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en la implementación de un plan de control de producción para la mejora del área de mecanizado de una empresa de diseño y construcción de maquinarias, se procede a realizar las siguientes conclusiones:

La implementación exitosa de un procedimiento de compras de materia prima en el área de mecanizado, con el objetivo de eliminar duplicados en las órdenes de pedidos ha demostrado ser un paso fundamental en la optimización de la operación de la empresa. Para lograr esto se tuvo que realizar un levantamiento del inventario de la empresa, estudiar los productos con mayor frecuencia de pedido, dar seguimiento al proceso de fabricación que involucró los departamentos de compras, bodega y el área de mecanizado.

A través de la meticulosa revisión y reestructuración de los procesos de adquisición, se ha logrado una significativa mejora en la eficiencia y coordinación de los recursos. La eliminación de duplicados en las órdenes de pedidos ha evitado la redundancia de esfuerzos y recursos, resultando en una asignación más efectiva de la materia prima. La propuesta del procedimiento de compras de materia prima para el área de mecanizado también ha contribuido a una mayor claridad en la comunicación entre los departamentos involucrados en el proceso de compras, lo que ha conducido a una toma de decisiones más ágil y una gestión más eficiente de los inventarios.

La implementación de la metodología de las 5S en el área de mecanizado y bodega, arrojó resultados significativamente positivos, validando la efectividad de esta estrategia en el control de la organización y gestión de procesos derivados del área de mecanizado de la empresa. La evaluación a través de un formulario, del antes y después de la implementación de las 5S proporcionó una visión cuantificable de la mejora en las áreas cruciales. La evaluación del antes fue de 32% y 16% para las áreas de mecanizado y bodega respectivamente, y tras la

implementación de la metodología se obtuvo una calificación de 97% de cumplimiento de las 5S. Tras esta implementación se optimizó los espacios de trabajo, se redujo el tiempo de búsqueda de materiales y herramientas, y se promovió prácticas de trabajo estandarizadas.

Se logró implementar con éxito el software “Almyta ABC” en los departamentos de compras y bodega, lo cual marcó un hito significativo en la mejora de la gestión y control de inventarios en el área de mecanizado de la empresa. La carencia previa de una solución de software que gestione, registre e integre los inventarios con los procesos de compras generaba decisiones deficientes que ocasionalmente resultaban en la duplicidad de órdenes de pedido; dicha problemática se resolvió de forma eficiente con la implementación del programa. También se logró una mayor visibilidad y control sobre la existencia de materia prima, productos en proceso y productos terminados. El software ha demostrado su capacidad para unificar información crítica en un solo sistema integrado, lo que ha simplificado la planificación de la producción, la gestión de los niveles de inventario y la capacidad de respuesta ágil a las demandas del mercado.

La integración del Plan Maestro de Control y la Planificación de Requerimiento de Materiales con el software "Almyta ABC" ha fortalecido la capacidad de la empresa para gestionar sus operaciones y recursos de manera más eficiente y estratégica. Esta implementación ha brindado beneficios tangibles, como la reducción de inventarios innecesarios, la disponibilidad continua de materia prima y la eliminación de interrupciones en la cadena de suministro. La capacidad de anticipar y planificar de manera proactiva ha llevado a una mejora en la eficiencia, reduciendo costos operativos y tiempos de producción. Con este plan de control, el área de mecanizado tiene una base sólida donde verificar cuantos y cuando productos se deben de fabricar.

## 8. RECOMENDACIONES

Con base a los resultados obtenidos y conclusiones generadas en la implementación de un plan de control de producción para la mejora del área de mecanizado de una empresa de diseño y construcción de maquinarias, se procede a realizar las siguientes recomendaciones:

Implementar la propuesta de procedimiento de compras de materia prima para el área de mecanizado, ya que esta propuesta optimiza el proceso y analiza la disponibilidad del material en bodega, así como también, mejora la comunicación entre los departamentos de compras y el área de mecanizado evitando duplicidad en los pedidos de materia prima.

Establecer un programa de auditorías periódicas para asegurarse de que los estándares de las 5S se mantengan a lo largo del tiempo. Estas auditorías permitirán identificar cualquier desviación y tomar medidas correctivas de manera oportuna.

Trabajar en la integración más profunda del software "Almyta ABC" con otros sistemas o herramientas utilizadas en la empresa. Esto podría incluir la sincronización con sistemas de planificación de recursos empresariales para una gestión completa de la producción y los recursos.

Para la efectividad del Plan de Control de Producción, se debe establecer una mejor comunicación entre las diferentes áreas que directa o indirectamente están involucradas con el área de mecanizado, como bodega, departamento de compras y ventas. La comunicación entre estos departamentos es esencial para efectuar de forma precisa el plan de control de producción, ya que esto permitirá compartir información, afrontar problemáticas y mejorar la toma de decisiones.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Banco Central. (2019). Sectorial Construcción Y Sector Metalmecánico – Junio, 2019. <https://www.bankwatchratings.com/noticias/200-sectorial-construccion-y-sector-metalmecanico-junio-2019>
- Barcena, M.L., Vizán, J. y Barandiaran, A. (2018). 3D Printing Technologies for the Design and Construction of Machines. In *Industrial Engineering in the Industry 4.0 Era* (pp. 277-299). Springer.
- Burgasí, Cobo, Pérez, Pilacuan y Rocha. 2021. El diagrama de Ishikawa como herramienta de calidad en la educación: una revisión de los últimos 7 años. *Revista electrónica Tambara*, ISSN 2588-0977. Edición 14, N° 84, pp1212-1230. Ecuador.
- Camarinha-Matos, L., Afsarmanesh, H. and Ortiz, A. (2019). Resource-Driven Coordination in Production Networks: A Holonic Perspective. In *Handbook of Research on Design, Control, and Modeling of Swarm Robotics* (pp. 27-50). IGI Global.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R. y Aquilano, N. J. (2013). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministro* (13ª ed.). McGraw-Hill.
- Chase, R.B., Jacobs, F.R., Aquilano, N.J. (2019). *Administración de producción y operaciones: manufactura y servicios*. McGraw-Hill.
- Gargallo-Castaño, F. and Garcés-Aranda, M.A. (2017). La tecnología en los procesos de mecanizado. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos*, (124), 90-111.
- González-Tejera, M.A. and Lorenzo-Castrillo, J. (2016). La industria del mecanizado y la fabricación avanzada. *Interconnect@ndo*, 3(2), 110-116.
- Groover, M. P. (2010). *Fundamentals of modern manufacturing: Materials, processes, and systems* (4th ed.). Wiley.
- International Organization for Standardization (ISO). (2015). *ISO 9001:2015 Quality management systems - Requirements*. ISO.
- Ishikawa, K. (1985). *What is Total Quality Control? The Japanese Way*. Prentice-Hall.


- ISO. (2010). ISO 286-2:2010 Geometrical product specifications (GPS) - ISO code system for tolerances on linear sizes - Part 2: Tables of standard tolerance classes and limit deviations for holes and shafts. ISO.
- Jacobs, F.R., Chase, R.B. (2019). Administración de operaciones y cadena de suministro. McGraw-Hill.
- Juran, J. M. y Gryna, F. M. (1993). Planificación y análisis de calidad de Juran para la calidad empresarial (5ª ed.). McGraw-Hill.
- Krajewski, L.J., Ritzman, L.P., Malhotra, M.K. (2015). Administración de operaciones: estrategia y análisis. Pearson Educación.
- Montgomery, DC (2012). Introducción al control estadístico de la calidad. John Wiley e hijos.
- Montgomery, DC (2012). Introducción al control estadístico de la calidad (7ª ed.). John Wiley e hijos.
- Norma ISO 286-2. (2010). Especificaciones geométricas de productos (GPS) - Sistema de códigos ISO para tolerancias en tamaños lineales - Parte 2: Tablas de clases de tolerancia estándar y desviaciones límite para agujeros y ejes. Organización Internacional de Normalización.
- Norma ISO 9001:2015. (2015). Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos. Organización Internacional de Normalización.
- Oakland, JS (2003). Gestión de la calidad total: Texto con casos (3ª ed.). Butterworth-Heinemann.
- Shingo, S. (1989). A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint. Productivity Press.
- Slack, N., Chambers, S. y Johnston, R. (2010). Administración de operaciones (6ª ed.). Pearson Educación.
- Slack, N., Chambers, S., Johnston, R. (2016). Administración de operaciones. Pearson Educación.
- Smith, P. y Jacobson, J. (2015). Desarrollo de productos Lean: una guía para gerentes. Prensa de productividad.
- Yin, R. K. (2017). Case study research and applications: Design and methods. Sage Publications.

## 10. ANEXOS

Figura 50.

Formato de check list para bodega

Código	di-bog-ec-gye-001	<b>Bodega</b>	Vigente desde:
Versión	1	Checklist de Limpieza	Agosto de 2023

	Check List: LIMPIEZA
	PROCEDIMIENTO ESTANDARIZADO DE LIMPIEZA


BODEGA														
Descripción de actividad	Año:	Mes:	Frecuencia											
			Diario							Semanal				Mensual Fecha
			L	M	M	J	V	S	D	S1	S2	S3	S4	
<b>1. Barrido de pisos</b>														
1.1 Barrido de piso y debajo de estanterías ( <b>diario</b> )														
1.2 Pasar trapeador humedecido en agua y luego secar ( <b>mensual</b> )														
<b>2. Paredes, superficies altas</b>														
2.1 Limpiar paredes ( <b>mensual</b> )														
2.2 Remover residuos de tela de araña ( <b>mensual</b> )														
<b>3. Estanterías y mesones</b>														
3.1 Limpiar polvo en mesones con paño ( <b>diario</b> )														
3.2 Limpiar polvo en estanterías con paño ( <b>semanal</b> )														
<b>4. Plásticos y gavetas</b>														
4.1 Limpiar polvo en plásticos protectores con paño húmedo ( <b>diario</b> )														
Ejecuta:														
Verificado:														

Elaboración propia.

Figura 51.

Formato de check list para mecanizado

Código	di-bog-ec-gye-001	<b>Mecanizado</b>	Vigente desde:
Versión	1	Checklist de Limpieza	Agosto de 2023

	Check List: LIMPIEZA
	<b>PROCEDIMIENTO ESTANDARIZADO DE LIMPIEZA</b>

<b>MECANIZADO</b>														
Descripción de actividad	Año:	Mes:	Frecuencia											
			Diario							Semanal				Mensual Fecha
			L	M	M	J	V	S	D	S1	S2	S3	S4	
<b>5. Barrido de pisos</b>														
1.1 Barrido de piso y debajo de estanterías ( <b>diario</b> )														
1.2 Pasar trapeador humedecido en agua y luego secar ( <b>mensual</b> )														
<b>6. Paredes, superficies altas</b>														
2.1 Limpiar paredes ( <b>mensual</b> )														
2.2 Remover residuos de tela de araña ( <b>mensual</b> )														
<b>7. Estanterías y mesones</b>														
3.1 Limpiar polvo en mesones con paño ( <b>diario</b> )														
3.2 Limpiar polvo en estanterías con paño ( <b>semanal</b> )														
<b>8. Plásticos y gavetas</b>														
4.1 Limpiar polvo en plásticos protectores con paño húmedo ( <b>diario</b> )														
Ejecuta:														
Verificado:														

Elaboración propia.

**Tabla 22**

Análisis MRP de rodillo clasificador de camarón

	DISPONIBILIDAD	20	TL=	30	T: 1
<b>RODILLO CLASIFICADOR DE CAMARON</b>					
SEMANA		1	2	3	4
REQUERIMIENTO BRUTO RECEPCIONES PROGRAMADAS		10	15	14	16
PROYECCIÓN DE DISPONIBILIDAD	20	10	0	0	0
INVENTARIO SEGURIDAD		0	0	0	0
REQUERIMIENTOS ANTES DE INVENTARIO DE SEGURIDAD		0	0	0	0
REQUERIMIENTOS NETOS		0	0	0	0
LIBERACIÓN PLANIFICADA DEL PEDIDO		5	14	16	14

Elaboración propia.

**Tabla 23**

Análisis MRP de rodillo clasificador de camarón: Varilla inox de 4 pulgadas

	DISPONIBILIDAD	20	TL=	50	T: 1
<b>VARILLA INOX DE 4" x 6mm</b>					
SEMANA		1	2	3	4
REQUERIMIENTO BRUTO RECEPCIONES PROGRAMADAS		20	56	64	56
PROYECCIÓN DE DISPONIBILIDAD	20	0	6	8	8
INVENTARIO SEGURIDAD		0	0	0	0
REQUERIMIENTOS ANTES DE INVENTARIO DE SEGURIDAD		0	0	0	0
REQUERIMIENTOS NETOS		0	0	0	0
LIBERACIÓN PLANIFICADA DEL PEDIDO		62	66	56	48

Elaboración propia.



**Tabla 24**

Análisis MRP de rodillo clasificador de camarón: Tubo redondo de 4 pulgadas

	DISPONIBILIDAD	120	TL=	0	T: 2
<b>TUBO REDONDO DE 4" x 6m</b>					
SEMANA		1	2	3	4
REQUERIMIENTO BRUTO		5	14	16	14
RECEPCIONES PROGRAMADAS			1		
PROYECCIÓN DE DISPONIBILIDAD	120	115	107	105	107
INVENTARIO SEGURIDAD		0	0	0	0
REQUERIMIENTOS ANTES DE INVENTARIO DE SEGURIDAD		0	0	0	0
REQUERIMIENTOS NETOS		0	0	0	0
LIBERACIÓN PLANIFICADA DEL PEDIDO		5	14	16	4

Elaboración propia.

**Tabla 25**

Análisis MRP de rodillo clasificador de camarón: Brida A/I

	DISPONIBILIDAD	45	TL=	50	T: 1
<b>BRIDA A/I de 4" x 1/2"</b>					
SEMANA		1	2	3	4
REQUERIMIENTO BRUTO		10	28	32	28
RECEPCIONES PROGRAMADAS					
PROYECCIÓN DE DISPONIBILIDAD	45	35	7	0	4
INVENTARIO SEGURIDAD		0	0	0	0
REQUERIMIENTOS ANTES DE INVENTARIO DE SEGURIDAD		0	0	0	0
REQUERIMIENTOS NETOS		0	0	0	0
LIBERACIÓN PLANIFICADA DEL PEDIDO		0	25	32	24

Elaboración propia.

**Tabla 26**

Análisis MRP de rodillo clasificador de camarón: Eje inoxidable de 1 1/2"

	DISPONIBILIDAD	50	TL=	50	T: 1
<b>EJE INOX de 1 1/2" x 600mm</b>					
SEMANA		1	2	3	4
REQUERIMIENTO BRUTO		10	28	32	28
RECEPCIONES PROGRAMADAS					
PROYECCIÓN DE DISPONIBILIDAD	50	40	12	0	0
INVENTARIO SEGURIDAD		0	0	0	0
REQUERIMIENTOS ANTES DE INVENTARIO DE SEGURIDAD		0	0	0	0
REQUERIMIENTOS NETOS		0	0	0	0
LIBERACIÓN PLANIFICADA DEL PEDIDO		0	20	28	29

Elaboración propia.

**Tabla 27**

Análisis MRP de rodillo clasificador de camarón: Brida A/C

	DISPONIBILIDAD	50	TL=	75	T: 1
<b>BRIDA DE A/C de 4" x 1/2"</b>					
SEMANA		1	2	3	4
REQUERIMIENTO BRUTO		10	28	32	28
RECEPCIONES PROGRAMADAS					
PROYECCIÓN DE DISPONIBILIDAD	50	40	17	0	3
INVENTARIO SEGURIDAD		0	0	0	0
REQUERIMIENTOS ANTES DE INVENTARIO DE SEGURIDAD		0	0	0	0
REQUERIMIENTOS NETOS		0	0	0	0
LIBERACIÓN PLANIFICADA DEL PEDIDO		5	15	31	25

Elaboración propia.

**Figura 52.**  
Implementación de 5S en Bodega



Elaboración propia.

**Figura 53.**  
Señalización de las 5S en las paredes de áreas intervenidas



Elaboración propia.