



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ingeniería Industrial

REPORTE FINAL PARA ACREDITAR LA RESIDENCIA PROFESIONAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PRESENTA:

LUIS OSVALDO DE VELASCO MACIAS

CARRERA:

INGENIERIA INDUSTRIAL

***ESTIMACIÓN DE COSTOS POR PIEZAS CON NÚMEROS DE PARTE 155J1-
E1 Y 142N1-C2001 BASADO EN CONSUMIBLES DE LAS OPERACIONES.***



Manufacturas Industriales CEJ SA de CV

Nombre del asesor externo
Ing. Karina Guerrero Gómez

Nombre del asesor Interno
Ing. Jaime Rodarte Martínez

Diciembre 2024

Índice

<i>CAPÍTULO 1: PRELIMINARES</i>	3
2. <i>Agradecimientos</i>	3
3. <i>Resumen</i>	4
<i>Lista de Tablas</i>	5
<i>Lista de Figuras</i>	8
<i>CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO</i>	9
5.- <i>Introducción</i>	9
6. <i>Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente</i>	10
7. <i>Problemas a resolver, priorizándolos</i>	15
8. <i>Justificación</i>	17
9. <i>Objetivos (General y Específicos)</i>	19
<i>CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO</i>	20
10. <i>Marco Teórico (fundamentos teóricos)</i>	20
<i>CAPÍTULO 4: DESARROLLO</i>	45
11. <i>Procedimiento y descripción de las actividades realizadas</i>	45
<i>CAPÍTULO 5: RESULTADOS</i>	70
12. <i>Resultados</i>	70
<i>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES</i>	88
13. <i>Conclusiones del Proyecto</i>	88
<i>CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS</i>	91
14. <i>Competencias desarrolladas y/o aplicadas</i>	91
<i>CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN</i>	95
15. <i>Fuentes de información</i>	95
<i>CAPÍTULO 9: ANEXOS</i>	97
17. <i>Anexos</i>	97
18. <i>Registros de Productos</i>	109

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES

2. Agradecimientos.

Quiero dedicar estas líneas a expresar mi más sincera gratitud a todas las personas que me han apoyado durante esta etapa tan importante de mi vida académica y profesional. En primer lugar, agradezco profundamente a mi abuelo y a mi madre, quienes han sido los pilares fundamentales en mi vida. Su esfuerzo, amor y sacrificios me han permitido alcanzar este logro. Gracias, abuelo, por enseñarme el valor del trabajo duro y la perseverancia; y gracias, mamá, por tu apoyo incondicional y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Este logro es tanto mío como de ustedes.

Extiendo mi agradecimiento a mi asesor académico, cuyo acompañamiento y orientación fueron esenciales para el desarrollo de este proyecto. Sus consejos y conocimientos no solo enriquecieron mi aprendizaje, sino que también me ayudaron a superar los retos que enfrenté a lo largo de este proceso.

De manera especial, quiero reconocer a la ingeniera Karina Guerrero, quien desempeñó un papel crucial como mi asesora externa en la empresa. Su disposición para compartir su experiencia y su guía constante fueron clave para la realización exitosa de este proyecto. Agradezco su paciencia, profesionalismo y confianza, que me motivaron a dar siempre lo mejor de mí.

Por último, pero no menos importante, agradezco a la empresa MAINDSTEEL por darme la oportunidad de realizar mis residencias profesionales en sus instalaciones. Este proyecto no solo me permitió aplicar los conocimientos adquiridos en la universidad, sino también desarrollar nuevas habilidades y enfrentar desafíos reales en un entorno industrial. Gracias por abrirme las puertas y brindarme los recursos necesarios para cumplir con los objetivos planteados.

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento. Este logro es un reflejo del apoyo y confianza que me han brindado.

3. Resumen.

El presente reporte documenta el desarrollo del proyecto titulado "Estimación de costos por piezas con números de parte 155J1-E1 y 142N1-C2001 basado en consumibles de las operaciones". Este trabajo se llevó a cabo con el propósito de diseñar un modelo preciso para calcular costos por operación, integrar herramientas de control de inventarios y establecer un análisis detallado de los consumibles en una línea de producción industrial. A través de este proyecto, se implementaron metodologías como el análisis de costos en tiempo real, la clasificación ABC de consumibles y principios de manufactura esbelta, todo ello enfocado en optimizar recursos y reducir desperdicios.

Durante la ejecución del proyecto, se lograron resultados significativos. Se crearon instrucciones de trabajo detalladas para procesos específicos, un registro exhaustivo de consumibles utilizado en operaciones diarias y un cálculo integral de costos por pieza, lo que permitió identificar áreas clave de mejora. Para el número de parte 155J1-E1, el costo por pieza osciló desde \$29.76 hasta \$33.16, mientras que para el número de parte 142N1-C2001, se registró un incremento de \$11.48 a \$12.60. Además, se diseñaron herramientas de registro y control para consumibles de alto impacto económico, como discos de fibra, grasa industrial y guantes de hilaza, cuya implementación no solo mejoró la gestión de inventarios, sino que sentó las bases para futuros proyectos de optimización.

Este trabajo no solo cumplió con los objetivos planteados, sino que también dejó en claro la importancia de extender este modelo a otros números de parte dentro de la empresa. Aunque solo se analizaron dos piezas debido a las limitaciones de tiempo, los resultados obtenidos demuestran que el enfoque es escalable y replicable, permitiendo a la organización mejorar su competitividad en mercados globales al optimizar el uso de recursos y reducir costos operativos. Este proyecto representa un paso crucial hacia la implementación de estrategias de gestión sustentable y de mejora continua en la planta.

Lista de Tablas

Ilustración 2. 1 Líneas de negocio MAINDSTEEL. Fuente: MAINDSTEEL. 2024	10
Ilustración 2. 2 Principales productos MAINDSTEEL. Fuente: MAINDSTEEL. 2024	11
Ilustración 2. 3 Principales Clientes MAINDSTEEL. Fuente: MAINDSTEEL. 2024	11
Ilustración 2. 4 Exterior de la planta MAINDSTEEL. Fuente: MAINDSTEEL. 2024	12
Ilustración 2. 5 Interior de la planta MAINDSTEEL. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.....	13
Ilustración 2. 6 Organigrama oficial de la empresa MAINDSTEEL. Fuente: MAINDSTEEL. 2024	13
Ilustración 3. 1 La división del trabajo. Fuente: Google Imágenes. 2024.....	21
Ilustración 3. 2 La síntesis de MARSHALL. Fuente: Google Imágenes. 2024	24
Ilustración 3. 3 La síntesis de MARSHALL equilibrio. Fuente: Google Imágenes. 2024	24
Ilustración 4. 1 Encendido y Hoja de mantenimiento. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.....	47
Ilustración 4. 2 Prueba RED RABIT. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	47
Ilustración 4. 3 Colocación de tubo de guía. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.....	47
Ilustración 4. 4 Proceso de aboquillado. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.....	48
Ilustración 4. 5 Medición del tubo. Fuente: MAINDSTEEL. 2024	48
Ilustración 4. 6 Inspección final de pieza. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.....	49
Ilustración 4. 7 Proceso formado de U. Fuente: MAINDSTEEL. 2024	50
Ilustración 4. 8 Proceso formado de Z. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.....	51
Ilustración 4. 9 Proceso Ranurado. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	52
Ilustración 4. 10 Proceso Ranurado. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	53
Ilustración 4. 11 Proceso Pulido. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	54
Ilustración 4. 12 Proceso de Alineación. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.....	55
Ilustración 4. 13 Proceso Formado de U. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	56
Ilustración 4. 14 Proceso Formado de U. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	57
Ilustración 4. 15 Proceso Alineación. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	57
Ilustración 4. 16 Proceso Formado de Angulo. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.....	58
Ilustración 4. 17 Proceso Planchado y Ranurado. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.....	59
Ilustración 4. 18 Proceso Inspección del producto. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	60
Ilustración 4. 19 Contenedores Materia Prima. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	62

Ilustración 4. 20 Principales consumibles identificados. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	62
Ilustración 4. 21 Plataforma MAINDSTEEL. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	63
Ilustración 4. 22 Búsqueda de consumibles. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	64
Ilustración 4. 23 Producción Diaria No. de parte 155J1. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	66
Ilustración 4. 24 Producción diaria No. de parte 142N1 en plataforma MAINDSTEEL. Fuente: MAINDSTEEL. 2024	66
Ilustración 4. 25 Formato de registro cambio de navajas. Fuente: Elaboración propia. 2024.	68
Ilustración 4. 26 Formato puesto en planta. Fuente: Elaboración propia. 2024.	68
Ilustración 4. 27 Reporte final. Fuente: Elaboración propia. 2024.	69
Ilustración 4. 28 Formato llenado en planta. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	85
Ilustración 5. 1 Instrucción de trabajo Aboquillado. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	70
Ilustración 5. 2 Instrucción de trabajo Formado de U. Fuente: MAINDSTEEL. 2024. ...	71
Ilustración 5. 3 Instrucción de trabajo Formado de Z. Fuente: MAINDSTEEL. 2024. ...	71
Ilustración 5. 4 Instrucción de trabajo Ranurado. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	72
Ilustración 5. 5 Instrucción de trabajo Pulido. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	72
Ilustración 5. 6 Instrucción de trabajo Alineación. Fuente. MAINDSTEEL. 2024.	73
Ilustración 5. 7 Instrucción de trabajo Formado de U. Fuente: MAINDSTEEL. 2024. ...	73
Ilustración 5. 8 Instrucción de trabajo Alineación. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	74
Ilustración 5. 9 Instrucción de trabajo Formado de ángulo. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	74
Ilustración 5. 10 Instrucción de trabajo Planchado y Ranurado. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	75
Ilustración 5. 11 Instrucción de trabajo Inspección del producto. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	75
Ilustración 5. 12 Formato Firmado. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	86
Ilustración 5. 13 Formato Firmado 2. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	87
Anexo 1 Diagrama de Gantt de actividades. Fuente: Elaboración Propia. 2024.	97
Anexo 2 Instrucción de trabajo 5.1. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	98
Anexo 3 Instrucción de trabajo 5.2. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	99
Anexo 4 Instrucción de trabajo 5.3. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	100
Anexo 5 Instrucción de trabajo 5.4. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	101

Anexo 6 Instrucción de trabajo 5.5. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	102
Anexo 7 Instrucción de trabajo 5.6. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	103
Anexo 8 Instrucción de trabajo 5.7. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	104
Anexo 9 Instrucción de trabajo 5.9. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	105
Anexo 10 Instrucción de trabajo 5.10. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	106
Anexo 11 Instrucción de trabajo 5.11. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	107
Anexo 12 Carta de Terminación. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	108

Lista de Figuras

Tabla 4. 1 Cronograma de actividades. Fuente: Elaboración Propia. 2024.	45
Tabla 5. 1 Llenado de consumibles 155JI-E1. Fuente: Elaboración Propia. 2024.....	76
Tabla 5. 2 Llenado de consumibles 155J1-E1 2. Fuente: Elaboración Propia. 2024. ...	77
Tabla 5. 3 Llenado de consumibles 142N1-C2001. Fuente: Elaboración Propia. 2024.	77
Tabla 5. 4 Llenado de consumibles 142N1-C2001 2. Fuente: Elaboración Propia. 2024.	78
Tabla 5. 5 Número de Afilados. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	78
Tabla 5. 6 Costo Unitario Consumibles. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	79
Tabla 5. 7 Costo Unitario Consumibles. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	79
Tabla 5. 8 Vaciado de producción diaria 155J1. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.....	80
Tabla 5. 9 Vaciado de producción diaria 142N1. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.....	80
Tabla 5. 10 Costo total y costo por pieza del 155J1-E1. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	81
Tabla 5. 11 Seguimiento del aumento del costo total por pieza del 155J1-E1 Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	82
Tabla 5. 12 Costo total y costo por pieza del número de parte 142N1. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	83
Tabla 5. 13 Seguimiento del aumento del costo total por pieza del 142N1. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.	84

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

5.- Introducción

El presente informe técnico se desarrolla en colaboración con la empresa Manufacturas Industriales CEJ S.A. de C.V., una empresa comprometida con el suministro de componentes de alta calidad para la industria automotriz. Con una amplia trayectoria en la fabricación de partes para producción, la empresa ha logrado consolidarse en el mercado gracias a su enfoque integral que abarca desde el diseño inicial de los productos hasta su maquinado, ensamble y prueba final, garantizando la durabilidad y consistencia de cada pieza fabricada.

El objetivo principal de este proyecto es la estimación de costos por pieza para los números de parte 155J1-E1 y 142N1-C2001. El análisis se centrará exclusivamente en los consumibles involucrados en las operaciones de manufactura, tomando como base los datos generados durante el periodo comprendido entre agosto y diciembre de 2024. Este enfoque permitirá obtener una visión clara y precisa de los costos asociados a cada pieza, sin incluir factores externos, con el fin de optimizar los procesos y generar un informe detallado que sirva como referencia para futuras proyecciones de costos.

Para llevar a cabo este análisis, se emplearán diversas herramientas que facilitarán la recopilación, procesamiento y evaluación de datos. Entre ellas se incluyen hojas de cálculo avanzadas, como Microsoft Excel o Google Sheets, que permitirán el registro y análisis detallado de los consumibles y los costos asociados. También se utilizará software de gestión de manufactura (ERP), que permitirá obtener datos en tiempo real de las operaciones y del uso de los consumibles en el proceso. Además, se recurrirá a sistemas de monitoreo de producción, utilizando sensores y herramientas de medición que registren el uso de materiales durante las diferentes etapas de fabricación.

Este conjunto de herramientas permitirá proporcionar un análisis preciso y detallado, orientado a la optimización de los costos de fabricación de componentes automotrices en Manufacturas Industriales CEJ S.A. de C.V.

6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.

Maindsteel, una organización destacada en la industria de manufactura de precisión. Desde su fundación en 2006, Maindsteel se ha posicionado como un referente en la fabricación de productos metálicos que cumplen con los más altos estándares de calidad. Cada pieza que produce es cuidadosamente diseñada y forjada utilizando tecnologías avanzadas, lo que garantiza la durabilidad, confiabilidad y eficiencia de sus productos. La experiencia acumulada a lo largo de los años y la pericia técnica de su equipo han permitido a Maindsteel convertirse en un actor clave dentro de la industria, proporcionando soluciones adaptadas a una amplia gama de sectores. (Ver la ilustración 2.1)

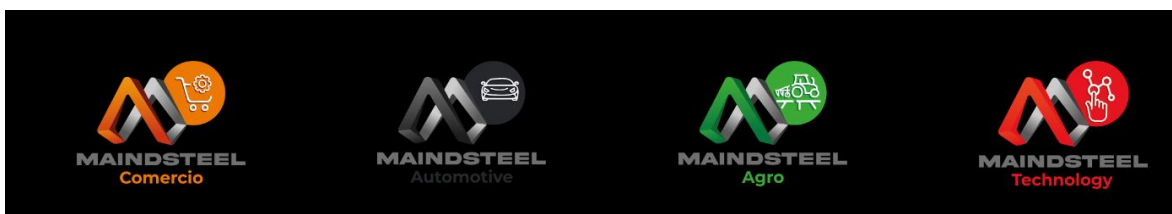


Ilustración 2. 1 Líneas de negocio MAINDSTEEL. Fuente: MAINDSTEEL. 2024

Entre las áreas que componen la empresa, se encuentran los departamentos de diseño, ingeniería, producción, control de calidad y comercialización. Cada uno de estos departamentos cumple un rol fundamental en el proceso productivo y en la entrega de productos que superan las expectativas del cliente. El área de diseño se enfoca en el desarrollo de modelos y prototipos innovadores, asegurando que cada componente cumpla con las especificaciones requeridas por los clientes. La ingeniería se encarga de aplicar las mejores prácticas y tecnologías en los procesos de manufactura para optimizar la eficiencia. El área de producción trabaja directamente en la fabricación de los productos, utilizando maquinaria avanzada y técnicas modernas para garantizar precisión en cada etapa. El control de calidad monitorea todo el proceso productivo, asegurándose de que los productos cumplan con las normas y estándares exigidos por la industria. Finalmente, el departamento de comercialización se ocupa de la promoción y venta de los productos, integrando estrategias innovadoras y plataformas digitales para llegar a una amplia base de consumidores.

Los productos principales de Maindsteel incluyen una amplia gama de piezas metálicas especializadas, principalmente para los sectores automotriz, de maquinaria industrial, y construcción. Estos productos son reconocidos por su resistencia y calidad, lo que ha permitido a Maindsteel establecer relaciones comerciales sólidas con grandes empresas de estos sectores. Además de fabricar piezas, la empresa ofrece soluciones integrales, que abarcan desde el diseño personalizado hasta la implementación de tecnologías avanzadas y procesos de producción sostenibles, ajustándose a las demandas cambiantes del mercado. (Ver la ilustración 2.2)



Ilustración 2. 2 Principales productos MAINDSTEEL. Fuente: MAINDSTEEL. 2024

6.1 Principales Clientes (Ver la ilustración 2.3)



Ilustración 2. 3 Principales Clientes MAINDSTEEL. Fuente: MAINDSTEEL. 2024

6.2 Puesto del residente y actividades

El residente ocupará una posición clave dentro del área de procesos de producción, específicamente en la estimación de costos y análisis de los procesos de manufactura. Este rol implicará una interacción constante con los departamentos de producción y control de calidad, para obtener datos relevantes que permitan realizar estimaciones precisas sobre el consumo de materiales y los costos asociados a cada pieza producida. Entre las actividades que desarrollará el residente se incluyen la recolección de datos sobre el uso de consumibles durante el proceso de fabricación, el análisis de la eficiencia productiva y la implementación de herramientas que permitan optimizar el uso de recursos en las diferentes líneas de producción. También colaborará con el departamento de ingeniería para evaluar mejoras en los procesos de manufactura y el impacto que estas mejoras podrían tener en la reducción de costos y en la sostenibilidad de las operaciones.

El residente será responsable de desarrollar informes detallados que resuman los hallazgos de su análisis y propongan soluciones que optimicen la relación entre costo y eficiencia en la producción de piezas metálicas. Este trabajo será clave para el éxito del proyecto, ya que proporcionará a la empresa información crucial para mejorar sus operaciones y mantenerse competitiva en un mercado altamente exigente.

Manufacturas Industriales CEJ SA de CV es una empresa con ubicación en Calle municipio de calvillo #103, Parque industrial del valle de Aguascalientes. CP. 20358 San Francisco de los Romo. (Ver las ilustraciones 2.4 y 2.5)

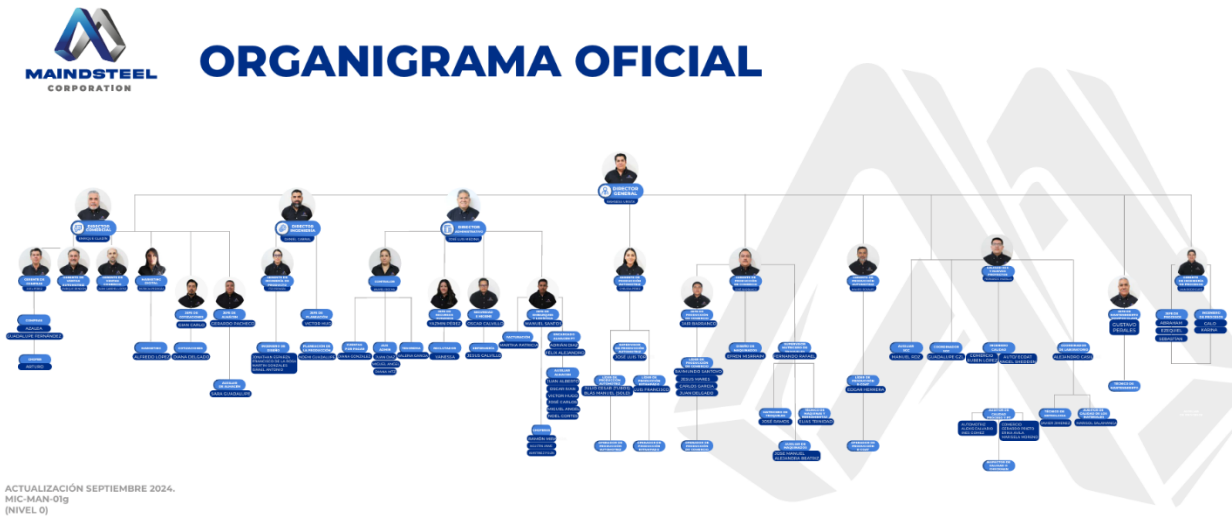


Ilustración 2. 4 Exterior de la planta MAINDSTEEL. Fuente: MAINDSTEEL. 2024



Ilustración 2. 5 Interior de la planta MAINDSTEEL. Fuente: MAINDSTEEL. 2024

6.3 Organigrama de la empresa (Ver la ilustración 2.6)



ACTUALIZACIÓN SEPTIEMBRE 2024.
MIC-MAN-01g
[NIVEL 0]

Ilustración 2. 6 Organigrama oficial de la empresa MAINDSTEEL. Fuente: MAINDSTEEL. 2024

6.4 Misión

Pasión por vivir, crear y crecer.

6.5 Visión

Ser la máxima expresión de un potencial ilimitado.

6.6 Política de Calidad

Trascendemos creando soluciones integrales, comprometidos con la plena satisfacción del cliente evolucionado a través de la innovación; cumpliendo las normas y estándares de calidad establecidos y mejorando continuamente nuestros procesos, productos y servicios.

6.7 Valores de la Empresa

Maindsteel se rige por un conjunto de valores fundamentales que guían todas sus operaciones y decisiones, garantizando que la empresa mantenga su liderazgo en la industria de manufactura de precisión. Estos valores son el pilar de su cultura organizacional y reflejan su compromiso con la calidad, la innovación y la sostenibilidad.

- Calidad
- Innovación
- Sostenibilidad
- Responsabilidad
- Excelencia operativa
- Compromiso con el cliente
- Trabajo en equipo

7. Problemas a resolver, priorizándolos.

En el sector metalmeccánico, la competitividad de las empresas depende en gran medida de su capacidad para optimizar los procesos de fabricación y mantener un control eficiente de los costos de producción. Un aspecto crucial para asegurar la rentabilidad y mejorar la eficiencia operativa es la estimación precisa de los costos asociados a la fabricación de los componentes. Sin un análisis detallado de estos costos, es difícil para las empresas planificar de manera efectiva y mantener un control financiero que les permita competir en un mercado altamente dinámico y globalizado.

En este contexto, el proyecto "Estimación de costos por piezas con números de parte 155J1-E1 y 142N1-C2001 basado en consumibles de las operaciones" surge de la necesidad de proporcionar a la empresa una comprensión más precisa y detallada de los costos de fabricación. Al identificar y analizar los consumibles utilizados en las diferentes etapas del proceso productivo, se pretende estimar el costo total por pieza de manera más exacta, lo que aportará múltiples beneficios tanto en la planificación financiera como en la eficiencia operativa de la empresa.

Uno de los principales problemas que enfrentan las empresas del sector es la variabilidad en los costos de los insumos y consumibles. Los cambios constantes en los precios de materias primas y herramientas pueden afectar significativamente los márgenes de ganancia, complicando la fijación de precios competitivos. Este proyecto se enfoca en abordar este problema mediante un análisis detallado del uso de consumibles, lo que permitirá a la empresa entender con mayor claridad dónde se originan las fluctuaciones y cómo mitigarlas.

Además, la falta de una estimación precisa de costos limita la capacidad de la empresa para tomar decisiones estratégicas en áreas como la fijación de precios, la negociación con proveedores y la planificación de compras de materiales. Contar con un análisis detallado proporcionará a la empresa una herramienta clave para mejorar la toma de decisiones y asegurar una mejor gestión de los recursos financieros, optimizando así sus operaciones.

Otro problema importante que se busca resolver es la ineficiencia en el uso de recursos. El proyecto permitirá a la empresa obtener una visión detallada del consumo de materiales, energía y mano de obra en cada fase de la producción. Esto no solo ayudará

a identificar áreas en las que se puede estar desperdiciando recursos, sino que también permitirá implementar mejoras en los procesos productivos para reducir costos y aumentar la productividad. Por ejemplo, si se detecta un consumo de materiales superior al estimado en alguna etapa de fabricación, esto podría indicar la necesidad de ajustar procedimientos o de recalibrar las máquinas para asegurar un uso más eficiente de los recursos.

Asimismo, al identificar los consumibles más costosos, la empresa podrá priorizar la búsqueda de soluciones para optimizar su uso o reemplazarlos por alternativas más rentables sin comprometer la calidad del producto final. Este enfoque no solo mejorará los márgenes de ganancia, sino que también incrementará la competitividad de la empresa, permitiéndole ofrecer precios más competitivos en el mercado sin sacrificar su rentabilidad.

Finalmente, otro problema que se abordará con este proyecto es la falta de control sobre el impacto ambiental de las operaciones de la empresa. Al analizar y reducir el desperdicio de consumibles, la empresa no solo reducirá costos, sino que también disminuirá su huella ecológica, alineándose con las crecientes exigencias de sostenibilidad en el sector. Esto es clave para mantenerse competitiva en un entorno donde los clientes y socios comerciales valoran cada vez más la responsabilidad ambiental.

8. Justificación

La solución del problema planteado en el proyecto “Estimación de costos por piezas con números de parte 155J1-E1 y 142N1-C2001 basado en consumibles de las operaciones” es de vital importancia para la empresa, ya que se enmarca dentro de la optimización de sus procesos productivos y el control eficiente de los costos de producción. En el sector metalmecánico, la capacidad de gestionar los costos de manera precisa es un factor clave para asegurar la rentabilidad y la competitividad en un mercado cada vez más exigente. Al identificar de manera detallada los consumibles involucrados en cada etapa del proceso de fabricación, la empresa podrá obtener una visión clara y específica de los costos reales por pieza, permitiéndole mejorar significativamente su planificación financiera.

Uno de los beneficios más inmediatos que este proyecto ofrecerá a la empresa es la optimización de la toma de decisiones estratégicas. Una estimación precisa de los costos permitirá establecer precios de venta más competitivos, negociar de manera más efectiva con proveedores y planificar mejor las compras de insumos y consumibles. Esta información será crucial para evitar pérdidas económicas derivadas de costos inesperados y fluctuaciones en los insumos, lo que repercutirá directamente en los márgenes de ganancia. Además, con un análisis claro de los consumibles más costosos, la empresa podrá priorizar acciones para optimizar su uso o buscar alternativas más económicas, sin comprometer la calidad del producto.

En términos de ahorros y mejora de la producción, este proyecto también será fundamental. Al tener un control más riguroso sobre los consumibles utilizados en cada fase del proceso de fabricación, desde el corte hasta el ensamblaje, la empresa podrá detectar posibles fuentes de desperdicio o ineficiencia. Esta identificación permitirá implementar mejoras que no solo reducirán los costos de producción, sino que también incrementarán la productividad de la planta. Por ejemplo, si se observa un consumo excesivo de materiales en alguna etapa del proceso, esto podría conducir a ajustes en los procedimientos o en la calibración de las máquinas para asegurar un uso más eficiente de los recursos. Esta mejora continua es esencial en un entorno competitivo donde la eficiencia puede ser un diferenciador clave.

En cuanto a los beneficios para el residente que desarrolla este proyecto, la participación en un análisis detallado de costos en un entorno productivo real permitirá adquirir una serie de habilidades valiosas. Entre ellas se encuentran la capacidad para realizar análisis financieros y operativos, el manejo de herramientas y metodologías de estimación de costos, así como el entendimiento profundo de los procesos productivos en el sector metalmecánico. El residente también fortalecerá sus competencias en la resolución de problemas complejos, dado que este proyecto involucra no solo la recolección y análisis de datos, sino también la identificación de áreas de mejora y la propuesta de soluciones viables para optimizar los procesos.

Además, el residente desarrollará habilidades en el uso de herramientas tecnológicas avanzadas para el análisis de costos, tales como software especializado en gestión de recursos y optimización de procesos. Estas habilidades no solo serán valiosas para el proyecto en cuestión, sino que también dotarán al residente de una ventaja competitiva en su futura carrera profesional, proporcionándole una comprensión integral de cómo los análisis financieros y productivos pueden influir en la rentabilidad de una empresa.

Finalmente, la implementación de este proyecto contribuirá a mejorar la sostenibilidad operativa de la empresa. Al reducir el desperdicio de consumibles y optimizar el uso de recursos, no solo se disminuirán los costos de producción, sino que también se reducirá el impacto ambiental, lo cual es un objetivo cada vez más importante para las empresas que buscan adaptarse a las normativas de sostenibilidad y eficiencia energética. Este enfoque integral permitirá que la empresa no solo sea más eficiente y competitiva, sino también más responsable en términos medioambientales, un aspecto valorado por clientes y socios comerciales.

9. Objetivos (General y Específicos)

9.1 Objetivo general

Determinar el costo total por cada pieza obtenida en todas las operaciones involucradas en su fabricación. Esto incluye la identificación, cuantificación y análisis de los consumibles utilizados en cada etapa del proceso productivo de las piezas con los números de parte 155J1-E1 y 142N1-C2001. El objetivo es obtener una estimación precisa de los costos que permita mejorar la toma de decisiones estratégicas en la empresa, tales como la fijación de precios, la negociación con proveedores y la optimización de los procesos productivos.

9.2 Objetivos específicos

- Identificar y clasificar los consumibles utilizados en cada operación de fabricación, con un detalle del 95% de los insumos empleados.
- Cuantificar el consumo de materiales y mano de obra para al menos el 90% de las piezas fabricadas en el periodo de análisis.
- Calcular el costo unitario de cada consumible con un margen de error inferior al 5%, abarcando el 100% de los materiales involucrados en la fabricación.
- Desarrollar un informe que incluya un análisis detallado de costos con recomendaciones para la reducción de al menos el 8% en el costo total por pieza.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).

La industria metalmecánica, como muchas otras, se enfrenta al desafío de equilibrar la eficiencia operativa y la competitividad en un mercado global. La capacidad de optimizar los procesos de producción y gestionar los costos de manera eficiente es crucial para garantizar la rentabilidad. El presente proyecto, centrado en la “Estimación de costos por piezas con números de parte 155J1-E1 y 142N1-C2001 basado en consumibles de las operaciones”, busca ofrecer una solución tangible a estos retos.

La estimación de costos es una herramienta fundamental en la toma de decisiones estratégicas. Este marco teórico se sustenta en la teoría de Costeo Basado en Actividades (ABC), que permite una mejor asignación de los costos indirectos, y en principios de optimización de procesos derivados de teorías clásicas como la teoría de costos de producción, la manufactura esbelta, y la teoría de restricciones. A lo largo de este documento, se analizarán los principales aportes de autores como Adam Smith (1776), Alfred Marshall (1890), Kaplan y Cooper (1988), Shigeo Shingo (1989) y Eliyahu Goldratt (1984), quienes han brindado un marco conceptual robusto para la estimación de costos en la producción industrial.

10. 1 Teoría de costos en la producción industrial

10.1.1 Adam Smith y la Teoría de la Producción

La obra de Adam Smith (1776), "La riqueza de las naciones", constituye uno de los pilares más influyentes en el desarrollo de la teoría económica moderna, particularmente en lo que respecta a los costos de producción. Smith plantea una perspectiva fundamental sobre cómo los costos de producción están directamente vinculados al trabajo y los insumos necesarios para generar bienes. Aunque su enfoque inicial era más amplio, la relevancia de sus ideas sigue siendo palpable en análisis contemporáneos, especialmente en sectores industriales como la manufactura metalmecánica, donde la eficiencia y el control de costos son primordiales para la competitividad.

El valor del trabajo como determinante del costo de producción

Una de las contribuciones clave de Smith fue su teoría del valor trabajo, según la cual el valor de un bien está determinado, en gran medida, por la cantidad de trabajo incorporado en su producción. Esta teoría es relevante para la producción industrial, ya

que el trabajo constituye una parte significativa de los costos totales. En este contexto, Smith sostiene que los costos de producción pueden dividirse en tres componentes principales: trabajo, capital y tierra. Sin embargo, enfatiza que el trabajo, entendido como el esfuerzo humano necesario para transformar los insumos en productos finales, es el factor más crucial en la determinación del costo de un bien (Smith, 1776).

En la industria metalmecánica, esta teoría aún se aplica. El trabajo requerido para fabricar piezas y componentes, como las estudiadas en el presente proyecto (155J1-E1 y 142N1-C2001), incluye diversas fases de producción, como corte, ensamblaje, pulido y ajuste de tolerancias, todas las cuales requieren mano de obra especializada. Smith argumentaría que la productividad de esa mano de obra, y por tanto el costo de las piezas, podría mejorar a través de la división del trabajo.

10.1.2 División del trabajo y su impacto en la eficiencia y los costos

El concepto de división del trabajo, uno de los principios más célebres de Adam Smith, juega un papel central en la modernización de los procesos productivos. Según Smith, la especialización del trabajo, que permite a los trabajadores concentrarse en tareas específicas y repetitivas, conduce a un aumento considerable de la productividad. En "La riqueza de las naciones", Smith utiliza el famoso ejemplo de una fábrica de alfileres, donde un solo trabajador, realizando todas las tareas por sí mismo, podría fabricar solo unos cuantos alfileres al día. Sin embargo, si la producción se divide en tareas especializadas, con un trabajador realizando solo una operación repetitiva, la producción de alfileres puede aumentar dramáticamente (Smith, 1776). (Ver la ilustración 3.1)



Ilustración 3. 1 La división del trabajo. Fuente: Google Imágenes. 2024

Este principio se ha trasladado a prácticamente todas las áreas de la industria moderna, incluidas las operaciones metalmeccánicas. En este sector, la especialización en tareas como el corte de metales, el maquinado y el ensamblaje de piezas permite a las empresas aumentar su eficiencia. La división del trabajo no solo mejora la productividad, sino que también facilita la optimización de los consumibles empleados en cada fase de producción, lo que, a su vez, reduce los costos totales.

En el caso específico de la producción de piezas 155J1-E1 y 142N1-C2001, la implementación de la división del trabajo permite un uso más eficiente de los consumibles como lubricantes, abrasivos y discos de corte. Al dividir las operaciones en etapas especializadas, los operarios pueden gestionar mejor los insumos en cada fase, optimizando su uso y reduciendo el desperdicio. Este enfoque está alineado con el principio de Smith de mejorar la eficiencia mediante la especialización.

10.1.3 Impacto de la división del trabajo en la reducción de costos

Smith sugiere que la especialización del trabajo también facilita la creación de máquinas y herramientas diseñadas específicamente para cada tarea, lo que resulta en una mayor eficiencia y una reducción de costos. Al mejorar la destreza de los trabajadores y reducir el tiempo perdido entre tareas, la producción se vuelve más rápida y económica. Esta reducción en los tiempos de producción y en los costos de insumos está directamente relacionada con la capacidad de la empresa para ofrecer precios más competitivos en el mercado.

En la manufactura metalmeccánica, la aplicación de máquinas especializadas para tareas como el corte CNC, el torneado o el fresado optimiza el uso de recursos, como herramientas de corte y fluidos refrigerantes, lo que se traduce en una reducción de costos por unidad producida. Smith destacaría que la introducción de maquinaria especializada es un factor clave para reducir los costos asociados al uso de insumos y materiales en las distintas etapas del proceso de producción.

Además, el aumento de la productividad derivado de la especialización y el uso de maquinaria permite reducir los costos laborales por unidad producida, ya que cada trabajador es capaz de producir más bienes en menos tiempo. Esto es relevante para el presente proyecto, en el que la mejora en la estimación de costos no solo implica un análisis detallado de los consumibles, sino también la optimización de los tiempos de producción y la gestión del trabajo especializado.

10.1.4 Limitaciones y críticas a la teoría de Smith

A pesar de la importancia de la teoría de Adam Smith, su visión del valor trabajo ha sido criticada y complementada por economistas posteriores. David Ricardo y Karl Marx, por ejemplo, ampliaron la teoría del valor trabajo, señalando que no solo el trabajo, sino también el capital y la tecnología influyen en los costos de producción. Además, en la economía moderna, factores como la innovación tecnológica, las economías de escala y la globalización han cambiado la forma en que se asignan los costos en la producción industrial.

En el contexto de la manufactura moderna, las limitaciones de la teoría de Smith se manifiestan en la complejidad de los procesos productivos actuales, donde el costo de los insumos no siempre se relaciona de manera directa con el trabajo físico involucrado. En la producción de piezas metalmecánicas, los costos de capital, como el mantenimiento de maquinaria y las inversiones en tecnología avanzada, juegan un papel significativo. Aun así, el énfasis de Smith en la eficiencia del trabajo y la reducción de costos mediante la especialización sigue siendo relevante, particularmente en sectores industriales donde la mano de obra y los consumibles representan una parte sustancial de los costos totales.

10.1.5 Relevancia de la teoría de Smith en la industria metalmecánica contemporánea

A pesar de las críticas y limitaciones, los principios de Adam Smith siguen teniendo un impacto significativo en la industria manufacturera. La especialización del trabajo, que permite una mayor eficiencia y una reducción de los costos de producción, sigue siendo un principio organizativo clave en las fábricas modernas. Además, la idea de que los costos de los insumos, incluidos el trabajo y los materiales, deben ser gestionados de manera eficiente para garantizar que la rentabilidad sigue siendo válida.

En la industria metalmecánica, los conceptos de Smith son especialmente aplicables en la gestión de consumibles y el análisis de costos asociados a cada fase de la producción. Al dividir el proceso de fabricación en etapas especializadas y analizar el uso de insumos en cada una de ellas, las empresas pueden identificar oportunidades para reducir costos y mejorar la eficiencia. Este enfoque está directamente alineado con los principios de Smith sobre la división del trabajo y la reducción de costos mediante la especialización.

10.2 Alfred Marshall y la teoría de los costos marginales

(Alfred Marshall 1890), en su obra “Principios de Economía”, introdujo la teoría de los costos marginales, que complementó el análisis de Smith al distinguir entre costos fijos y costos variables. Marshall argumentaba que los costos variables aquellos que fluctúan en función del volumen de producción deben ser analizados con especial atención, ya que determinan la capacidad de las empresas para ajustar sus estrategias de producción en función de las condiciones del mercado.

La teoría de costos marginales de Marshall es especialmente útil en el análisis de los consumibles utilizados en la producción de piezas en la industria metalmeccánica. Estos consumibles representan costos variables, que dependen directamente del volumen de producción. Este proyecto utiliza este marco para evaluar cómo las variaciones en el uso de consumibles impactan el costo total de producción y cómo estos costos pueden ser optimizados mediante una mejor planificación y gestión de recursos. (Ver en las ilustraciones 3.2 y 3.3)

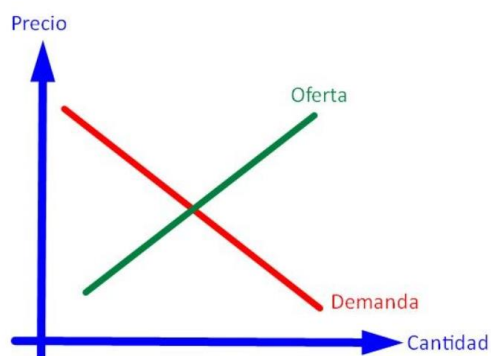


Ilustración 3. 2 La síntesis de MARSHALL. Fuente: Google Imágenes. 2024

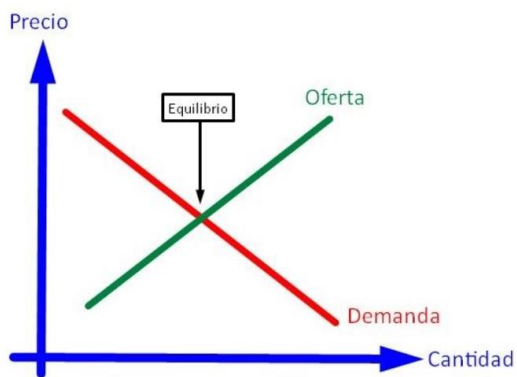


Ilustración 3. 3 La síntesis de MARSHALL equilibrio. Fuente: Google Imágenes. 2024

10.3 El costeo basado en actividades (abc) y su impacto en la manufactura

El modelo de Costeo Basado en Actividades (ABC), desarrollado por (Kaplan y Cooper 1988), representó un avance significativo en la estimación de costos en entornos de producción complejos. Tradicionalmente, los costos indirectos como el uso de energía, herramientas y materiales se asignaban en función del volumen de producción, lo que podía generar distorsiones importantes en la estimación de costos reales. El modelo ABC busca asignar estos costos en función de las actividades específicas que consumen recursos, lo que proporciona una visión más precisa y detallada del costo real de los productos.

(Kaplan y Cooper 1988), en su obra "Cost & Effect: Using Integrated Cost Systems to Drive Profitability and Performance", explican cómo el costeo basado en actividades puede ayudar a las empresas a identificar las fuentes de ineficiencia en sus procesos productivos. Al aplicar este modelo en la industria metalmeccánica, se pueden identificar con mayor precisión los costos asociados al uso de consumibles en cada etapa de la producción, lo que permite a la empresa tomar decisiones informadas sobre la optimización de recursos y la reducción de desperdicios.

Este modelo es particularmente útil en la estimación de costos de piezas específicas, como las piezas 155J1-E1 y 142N1-C2001, ya que permite analizar los consumibles utilizados en cada fase de la producción, desde el corte inicial del metal hasta el ensamblaje final. La aplicación del modelo ABC en este proyecto permitirá a la empresa identificar áreas donde se pueden realizar mejoras en la eficiencia y reducir los costos asociados a los consumibles.

El Costeo Basado en Actividades (ABC) es un enfoque de gestión contable que revolucionó la manera en que las empresas calculan y asignan los costos de producción, especialmente en entornos manufactureros con procesos complejos. Desarrollado por Robert Kaplan y Robin Cooper en la década de 1980, este modelo de costeo introdujo una metodología más precisa para asignar los costos indirectos y generales en función de las actividades que realmente consumen recursos. En su obra "Cost & Effect: Using Integrated Cost Systems to Drive Profitability and Performance" (Kaplan & Cooper, 1988), los autores presentaron este enfoque como una solución a las ineficiencias del costeo tradicional, donde los costos indirectos se distribuían según métricas simples como el

volumen de producción o las horas de mano de obra, generando distorsiones en la verdadera asignación de recursos.

10.3.1 Orígenes y evolución del costeo basado en actividades (ABC)

Antes del surgimiento del modelo ABC, los sistemas tradicionales de costeo distribuían los costos indirectos como energía, herramientas, mantenimiento y administración en función de medidas generales, como las unidades producidas o las horas de trabajo. Este método, aunque sencillo, a menudo resultaba en distorsiones significativas, ya que asignaba los costos generales de manera uniforme a todos los productos, independientemente de las actividades reales que cada uno demandara. Esto generaba dos grandes problemas: subcosteo de productos complejos y sobrecosteo de productos simples.

Kaplan y Cooper desarrollaron el modelo ABC como una solución a estos problemas, enfocándose en las actividades que consumen recursos y asignando los costos en función del uso de estas actividades. Según el enfoque ABC, los costos indirectos no deben asignarse simplemente en función del volumen de producción, sino que deben relacionarse directamente con las actividades específicas que generan esos costos. Este enfoque permite a las empresas obtener una visión más precisa del costo real de cada producto, mejorando la capacidad para tomar decisiones informadas sobre precios, eficiencia y optimización de recursos.

10.3.2 Aplicación del ABC en la industria manufacturera

La industria manufacturera, especialmente en sectores como el metalmecánico, donde los procesos productivos son altamente especializados y complejos, se ha beneficiado enormemente del enfoque ABC. En este tipo de entornos, cada actividad en la cadena de producción tiene costos asociados que no siempre son proporcionales al volumen de producción. Por ejemplo, actividades como el mantenimiento de maquinaria, el almacenamiento de materiales, y el uso de herramientas y consumibles pueden variar considerablemente según la naturaleza del producto fabricado.

Al aplicar el modelo ABC en un contexto manufacturero, las empresas pueden asignar costos más detalladamente a los productos en función de las actividades que consumen los recursos. Cada actividad como el corte de metal, el ensamblaje, o el tratamiento de superficies tiene un costo asociado que debe ser calculado y asignado en proporción a

su uso en la producción de cada pieza. Este enfoque ofrece una visión más precisa de los costos de producción y, por lo tanto, facilita una mejor gestión de los recursos.

En el caso específico de la producción de piezas metalmecánicas con números de parte 155J1-E1 y 142N1-C2001, el modelo ABC permite desglosar y analizar los costos relacionados con cada fase del proceso productivo, desde el uso de energía en el corte de metal hasta los consumibles empleados en el ensamblaje y los tratamientos de superficies. Este análisis detallado facilita la identificación de oportunidades de ahorro y eficiencia.

10.3.3 Beneficios del ABC para la optimización de recursos

El modelo ABC no solo ofrece una asignación más precisa de los costos, sino que también ayuda a las empresas a identificar ineficiencias en sus procesos productivos. Al comprender qué actividades consumen más recursos, las organizaciones pueden tomar decisiones estratégicas para reducir el desperdicio, mejorar la productividad y optimizar el uso de los insumos. (Kaplan y Cooper 1988) argumentan que el ABC es particularmente efectivo para identificar actividades que no agregan valor al producto final, pero que consumen recursos significativos, lo que permite eliminarlas o reducirlas. Este enfoque es crucial en industrias como la metalmecánica, donde los consumibles como abrasivos, gases de corte, herramientas de corte y lubricantes representan una parte importante del costo de producción. Al analizar estas actividades bajo el prisma del ABC, las empresas pueden identificar las etapas de producción donde se están utilizando recursos en exceso y aplicar mejoras para aumentar la eficiencia. Por ejemplo, si el consumo de energía o de materiales es elevado en una fase específica de la producción, el análisis basado en actividades permite a la empresa tomar medidas correctivas, como optimizar la calibración de las máquinas o buscar alternativas más eficientes para los consumibles.

Un caso práctico del impacto del ABC en la reducción de costos es el análisis del uso de herramientas de corte en la fabricación de piezas metálicas. El costo de herramientas como brocas, discos de corte o fresas varía dependiendo de la duración de la operación y el tipo de material que se procesa. Al desglosar estos costos según cada operación, la empresa puede identificar áreas donde las herramientas se están utilizando de manera ineficiente o donde se podrían implementar mejores prácticas para prolongar la vida útil de las mismas, reduciendo así el costo por pieza.

10.3.4 Limitaciones del costeo basado en actividades

Aunque el modelo ABC ofrece numerosos beneficios en la estimación precisa de costos, también presenta ciertas limitaciones. Una de las principales críticas es la complejidad y costo de implementar este sistema, especialmente en empresas con procesos productivos muy diversificados o con grandes volúmenes de productos. El sistema requiere la recolección de datos detallados sobre todas las actividades de producción y el uso de recursos, lo que puede ser costoso y demandar mucho tiempo. Además, el mantenimiento del sistema ABC puede requerir recursos adicionales, ya que los costos y las actividades deben ser monitoreados y actualizados constantemente.

Otra limitación es la dificultad de cuantificar ciertos costos indirectos en términos de actividades específicas. En algunos casos, los costos generales como el mantenimiento de maquinaria o el alquiler de instalaciones pueden no estar directamente relacionados con actividades productivas individuales, lo que puede complicar su asignación precisa.

10.3.5 Impacto del ABC en la toma de decisiones estratégicas

A pesar de sus limitaciones, el modelo ABC proporciona una herramienta valiosa para mejorar la toma de decisiones estratégicas en las empresas. Al ofrecer una visión más clara de los costos reales asociados a cada producto y a cada actividad de producción, el ABC permite a los gerentes tomar decisiones más informadas en áreas como la fijación de precios, la negociación con proveedores y la planificación de la producción. Además, el ABC facilita la identificación de productos o procesos no rentables, permitiendo a la empresa eliminar o mejorar actividades que no generan valor.

En el caso del presente proyecto, que tiene como objetivo estimar los costos de producción de piezas específicas en la industria metalmeccánica, el ABC es una herramienta clave para garantizar que los costos se asignen de manera justa y precisa. La empresa podrá utilizar los datos obtenidos para optimizar sus procesos productivos y mejorar su competitividad en el mercado global. Además, el enfoque ABC permitirá identificar áreas donde se pueden realizar mejoras en términos de eficiencia, reduciendo los costos y mejorando los márgenes de ganancia.

10.4 Manufactura esbelta y reducción de desperdicios: el enfoque de shingo

La manufactura esbelta, o lean manufacturing, desarrollada por (Shigeo Shingo 1989), es otro enfoque clave en la optimización de costos en la producción. La manufactura esbelta se centra en la eliminación de desperdicios, cualquier recurso que no agrega

valor directo al producto final, lo que incluye el uso ineficiente de materiales, tiempo de producción y energía. En su libro “A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint”, Shingo explicó cómo la implementación de principios esbeltos puede ayudar a las empresas a reducir costos, mejorar la eficiencia y aumentar la competitividad.

En el contexto del presente proyecto, la identificación de fuentes de desperdicio en el uso de consumibles es una aplicación directa de los principios de Shingo. Al analizar detalladamente los consumibles utilizados en la producción de las piezas objetivo, se pueden identificar áreas donde los materiales son malgastados o donde el uso de herramientas y maquinaria no está optimizado. La reducción de estos desperdicios no solo contribuirá a reducir los costos de producción, sino que también mejorará la eficiencia operativa y el rendimiento general de la empresa.

10.5 Teoría de restricciones (toc) y su aplicación en la producción industrial

(Eliyahu Goldratt 1984) introdujo la Teoría de las Restricciones (TOC) en su libro “La Meta”, donde expuso que cualquier proceso productivo está limitado por una o más restricciones que impiden que la producción alcance su máximo potencial. Goldratt argumentaba que la identificación y eliminación de estas restricciones es clave para mejorar la eficiencia y reducir costos.

En la producción de piezas metalmecánicas, las restricciones pueden estar relacionadas con el uso ineficiente de consumibles, la ineficacia de los procesos de ensamblaje, o incluso la falta de sincronización entre diferentes fases de la producción. Al aplicar los principios de la TOC en este proyecto, se podrán identificar las principales restricciones que limitan la eficiencia en el uso de consumibles, lo que permitirá a la empresa implementar mejoras específicas en sus procesos productivos.

10.5.1 Supuestos y limitaciones del modelo de estimación de costos

El modelo de estimación de costos basado en actividades asume que la empresa tiene acceso a datos detallados sobre cada etapa del proceso productivo, lo que permite una asignación precisa de los costos indirectos. Sin embargo, este modelo también tiene algunas limitaciones. Por ejemplo, (Kaplan y Cooper 1988) señalaron que la recolección de datos detallados puede ser costosa y consumir mucho tiempo, lo que puede limitar su aplicación en empresas más pequeñas o en industrias donde los recursos son escasos.

Además, el modelo ABC asume que los precios de los insumos y consumibles se mantendrán relativamente estables a lo largo del tiempo, lo cual no siempre es cierto en la práctica. En un entorno de mercado globalizado, los precios de los materiales pueden fluctuar significativamente, lo que puede dificultar la precisión en la estimación de costos. El modelo de Costeo Basado en Actividades (ABC), como muchos otros modelos contables y económicos, se basa en una serie de supuestos para su funcionamiento efectivo. Si bien es un enfoque innovador que ha ayudado a mejorar la precisión en la asignación de costos en procesos productivos complejos, también enfrenta limitaciones que deben ser consideradas al momento de su aplicación. Los supuestos y limitaciones de este modelo pueden afectar su implementación y la interpretación de sus resultados, especialmente en sectores industriales donde los procesos son dinámicos y los insumos varían en costo y disponibilidad. A continuación, se exploran en mayor profundidad algunos de los principales supuestos y limitaciones del modelo de estimación de costos basado en actividades.

10.5.2 Supuestos clave del modelo ABC

Uno de los supuestos fundamentales del modelo ABC es que la empresa tiene acceso a datos detallados y precisos sobre cada actividad involucrada en el proceso de producción. Esto incluye no solo datos sobre los costos directos (como mano de obra y materiales), sino también sobre los costos indirectos y generales, como el uso de energía, mantenimiento de maquinaria, herramientas, entre otros. Para que el modelo funcione correctamente, se asume que la empresa puede rastrear y desglosar con precisión los costos relacionados con cada etapa del proceso productivo.

En este sentido, el modelo asume que todas las actividades dentro de la empresa están claramente definidas y pueden ser medidas en términos de su consumo de recursos. Por ejemplo, se espera que la empresa pueda identificar cuánto material y cuánta energía se consume en cada operación de producción (como el corte, soldadura, ensamblaje, etc.), y que pueda asignar estos costos de manera proporcional al uso de estos recursos.

Este supuesto plantea un desafío importante: en muchas empresas, especialmente las más pequeñas o aquellas con procesos de producción altamente diversificados, la recopilación de datos detallados puede ser un proceso costoso y complicado. Según (Kaplan y Cooper 1988), la implementación del sistema ABC requiere una inversión significativa en tecnología y recursos humanos para garantizar que los datos recopilados

sean precisos y actualizados. Esto implica que empresas que no cuenten con sistemas robustos de gestión de información podrían enfrentar dificultades para implementar este modelo con éxito.

10.5.3 Estabilidad en los precios de insumos y consumibles

Otro supuesto clave del modelo es la estabilidad de los precios de los insumos y consumibles a lo largo del tiempo. El sistema ABC se basa en el análisis de los costos de las actividades en un momento determinado, y asume que estos costos se mantendrán relativamente constantes en el futuro cercano. En otras palabras, el modelo asume que los precios de los materiales, energía, herramientas y otros consumibles no fluctuarán drásticamente entre el momento en que se realiza el análisis de costos y el momento en que los productos son fabricados y vendidos.

Este supuesto puede ser problemático en entornos de mercado globalizados, donde los precios de los insumos pueden variar significativamente debido a factores externos, como fluctuaciones en los precios de las materias primas, cambios en las tarifas arancelarias, o alteraciones en la oferta y demanda global. Por ejemplo, en la industria metalmeccánica, los precios de materiales clave como el acero o el aluminio pueden experimentar grandes variaciones en función de las condiciones del mercado internacional, afectando la precisión de las estimaciones de costos realizadas bajo el modelo ABC.

10.5.4 Complejidad en la recolección de datos

Una de las principales limitaciones del modelo ABC, tal como lo señalaron (Kaplan y Cooper 1988), es la complejidad y costo asociados con la recopilación de los datos detallados necesarios para su implementación. El modelo requiere que la empresa realice un seguimiento exhaustivo de las actividades y recursos consumidos en cada etapa del proceso productivo, lo que puede ser una tarea ardua y que consume mucho tiempo, especialmente en empresas con procesos de producción diversificados o con un alto nivel de personalización en sus productos.

La implementación de un sistema ABC eficiente también puede requerir la inversión en software especializado y en la formación del personal para garantizar que se recopilen y analicen correctamente los datos necesarios. Esto implica que, para algunas empresas, especialmente las pequeñas o medianas (PYMES), el costo de implementar y mantener un sistema ABC puede ser prohibitivo, lo que limita su capacidad para adoptar este

enfoque de costeo. En entornos con recursos financieros y humanos limitados, la empresa puede verse obligada a utilizar aproximaciones o métodos de costeo más simples, aunque menos precisos.

Además, en industrias donde los procesos productivos son altamente automatizados o en empresas donde se fabrican grandes volúmenes de productos, la recolección de datos para cada actividad puede ser especialmente difícil. Por ejemplo, en una planta de producción que utiliza maquinaria automatizada para realizar varias actividades al mismo tiempo, puede resultar complicado desglosar y asignar los costos de energía y mantenimiento de manera precisa a cada actividad específica.

10.5.5 Dificultad para asignar costos indirectos no medibles

El modelo ABC también enfrenta dificultades a la hora de asignar costos indirectos que no son directamente medibles en términos de actividades específicas. Por ejemplo, algunos costos generales, como los gastos administrativos, el mantenimiento de instalaciones, o los costos de seguridad, no están directamente relacionados con actividades productivas específicas y, por lo tanto, son difíciles de asignar con precisión a los productos utilizando el modelo ABC.

En muchos casos, estos costos generales deben ser prorrateados entre todas las actividades, lo que puede llevar a asignaciones menos precisas y generar distorsiones en los cálculos de costos totales. Esto es especialmente relevante en industrias donde los costos indirectos representan una parte significativa del total de costos, como ocurre en sectores donde la energía o el mantenimiento de equipos es un factor crítico de producción.

(Kaplan y Cooper 1988) también señalaron que el modelo ABC puede ser inadecuado para empresas con procesos altamente interdependientes, donde las actividades no se pueden desglosar de manera clara. Por ejemplo, en industrias donde varias actividades se realizan simultáneamente en una línea de producción, puede resultar difícil asignar costos individuales a cada actividad de manera precisa.

10.5.6 Automatización de la recolección de datos

Una forma de reducir los costos y la complejidad de la recopilación de datos es mediante la implementación de sistemas automatizados de gestión de información. Las empresas pueden utilizar sensores y tecnología de seguimiento en tiempo real para monitorear el uso de recursos y la realización de actividades productivas, lo que reduce la necesidad

de intervención manual y mejora la precisión de los datos. Esto es particularmente útil en entornos de producción automatizados, donde las máquinas pueden generar datos sobre el consumo de energía, la velocidad de producción y otros factores críticos de costos.

10.5.7 Revisión y actualización regular del modelo

Otra estrategia para mitigar la inflexibilidad del modelo es implementar un sistema de revisión y actualización periódica de los costos asignados a las actividades. Esto garantiza que los cambios en los procesos productivos o en los precios de los insumos se reflejen en el sistema ABC, lo que mejora la precisión de las estimaciones de costos a lo largo del tiempo.

10.5.8 Aplicaciones prácticas del modelo en la industria metalmecánica

El modelo de Costeo Basado en Actividades ha sido ampliamente aplicado en la industria manufacturera, incluyendo sectores como la automotriz, aeronáutica y metalmecánica. En estos sectores, donde los procesos productivos son complejos y los costos indirectos representan una proporción significativa de los costos totales, el ABC ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la precisión en la estimación de costos y optimizar el uso de recursos.

En el presente proyecto, la aplicación del modelo ABC permitirá a la empresa obtener una visión más detallada de los costos asociados a la producción de las piezas 155J1-E1 y 142N1-C2001. Este análisis proporcionará una base sólida para la toma de decisiones estratégicas en relación con la gestión de recursos y la optimización de procesos.

El marco teórico presentado proporciona una base sólida para el análisis y estimación de costos en la industria metalmecánica, centrándose en el uso de consumibles a lo largo del proceso productivo. La combinación de teorías clásicas, como la teoría de costos de producción de Adam Smith y la teoría de costos marginales de Alfred Marshall, con enfoques modernos como el Costeo Basado en Actividades (ABC), la manufactura esbelta de Shigeo Shingo y la Teoría de las Restricciones (TOC) de Eliyahu Goldratt, ofrece un marco conceptual robusto para la optimización de costos en la producción de piezas metalmecánicas.

10.6 Introducción al modelo de cálculo de costos por operación en procesos industriales

En los sistemas de producción industrial, el cálculo de costos es una herramienta clave que permite desglosar y analizar detalladamente los recursos invertidos en cada proceso. Este enfoque permite a las empresas cuantificar de manera precisa los costos relacionados con los materiales, la mano de obra y otros insumos necesarios para cada operación de producción. Con estos datos, los gestores pueden optimizar la distribución de recursos y reducir costos innecesarios, promoviendo una operación eficiente y rentable. Esta visión integral del cálculo de costos ha sido fundamental en la industria manufacturera, donde la precisión en los costos impacta directamente en la rentabilidad de la producción.

10.6.1 Fundamentos de la contabilidad de costos de producción

La contabilidad de costos se basa en un modelo analítico que divide los costos de producción en tres categorías principales: materiales, mano de obra y costos indirectos. Según Horngren, Datar y Rajan (2018) en su obra Contabilidad de Costos, "la precisión en la asignación de costos permite identificar posibles áreas de mejora en la operación". Este enfoque metodológico facilita una revisión detallada de cada gasto dentro del proceso de producción. La asignación precisa de costos es fundamental, pues permite determinar qué áreas de producción son eficientes y cuáles pueden requerir ajustes.

Horngren et al. señalan también que este modelo no solo incluye costos directos (como los materiales específicos utilizados en la producción), sino que también considera costos indirectos, como el mantenimiento de la maquinaria y otros gastos generales asociados a la operación. Este modelo permite que las empresas no solo identifiquen los costos totales, sino que puedan también evaluar costos por cada fase o pieza producida, algo que es vital para procesos industriales que requieren seguimiento minucioso en cada etapa.

Además, Horngren et al. argumentan que la contabilidad de costos debe incorporar tanto costos fijos (aquellos que permanecen constantes independientemente de la producción, como el alquiler de la planta) como variables (los que fluctúan en función del volumen de producción). Esta clasificación facilita un análisis comparativo entre periodos productivos, permitiendo que los gestores puedan realizar ajustes con base en proyecciones realistas y mantener un control sobre los costos a lo largo del tiempo.

10.6.2 Implicaciones en la gestión de operaciones

Los modelos de costos proporcionan a los gestores herramientas cruciales para la toma de decisiones estratégicas. Cuando el volumen de producción y el uso de recursos son controlados y monitoreados a través de la contabilidad de costos, es posible tomar decisiones informadas que optimicen los recursos y, por ende, la rentabilidad de la empresa. Según Drury (2013) en *Management and Cost Accounting*, “una contabilidad de costos detallada ayuda a los gestores a proyectar mejor las finanzas futuras y a adaptar sus estrategias conforme a la demanda y el flujo de recursos”. Este control minucioso permite a las empresas evitar excesos de inventario o gastos innecesarios en materiales, mejorando así su competitividad en el mercado.

Drury también destaca que los modelos de costos facilitan la planificación a largo plazo y la elaboración de presupuestos precisos, ya que cada fase del proceso se evalúa y documenta de manera estructurada. Esto permite identificar los elementos de mayor costo e implementar estrategias para reducir gastos en áreas específicas. En industrias de manufactura, donde los márgenes de ganancia pueden ser limitados, esta precisión en el control de costos es vital para mantener la estabilidad financiera.

Adicionalmente, Kaplan y Norton (2004) en su libro *Strategy Maps: Converting Intangible Assets into Tangible Outcomes*, explican cómo el seguimiento detallado de los costos en las operaciones permite una mejor comprensión de los activos intangibles (como la experiencia técnica del personal o el conocimiento de los procesos) que también aportan valor a la empresa. Mediante un control de costos detallado, los gestores pueden optimizar no solo los recursos tangibles, sino también mejorar el uso de esos activos intangibles para incrementar la eficiencia en el proceso productivo.

10.7 Teoría de control de inventario y optimización de consumibles

La gestión y control de inventarios desempeña un papel fundamental en la eficiencia operativa de las empresas industriales, especialmente cuando se trata de optimizar el uso de consumibles. Un enfoque efectivo en el manejo de inventarios no solo contribuye a reducir los costos generales, sino que asegura la disponibilidad continua de materiales esenciales para el proceso de producción, evitando así interrupciones que puedan afectar la rentabilidad y la productividad de la planta. Diversos autores han desarrollado teorías y metodologías para mejorar el control y la administración de inventarios, así como para clasificar los consumibles de acuerdo con su relevancia y uso. Estas teorías

y prácticas han sido implementadas con éxito en distintas industrias, destacando la importancia de contar con un modelo adecuado y eficiente para la gestión de recursos.

10.7.1 Administración de inventarios en procesos industriales

En el contexto industrial, el control de inventarios es crucial para asegurar la disponibilidad de los materiales necesarios en cada fase del proceso de producción. Según Schroeder (2008) en su libro *Operations Management*, “el control de inventario no solo se enfoca en reducir costos, sino también en garantizar la disponibilidad de materiales para evitar interrupciones”. Este enfoque es esencial en industrias con procesos de fabricación en los que las interrupciones pueden generar pérdidas significativas y retrasos en la cadena de suministro. La administración de inventarios busca equilibrar los costos de mantener un inventario adecuado con la necesidad de contar con un suministro continuo de materiales.

Schroeder también describe varios sistemas de inventario que pueden ser implementados en una planta industrial, cada uno con características específicas que los hacen adecuados para distintas necesidades operativas:

Sistema de Inventario Perpetuo: Este sistema lleva un registro continuo de los niveles de inventario, actualizándolos después de cada movimiento de entrada o salida. De esta manera, se tiene un control en tiempo real, lo cual es especialmente útil en entornos de alta demanda y consumo variable.

Sistema de Revisión Periódica: En este sistema, los inventarios se revisan a intervalos de tiempo específicos, y en cada revisión se decide si es necesario realizar pedidos adicionales para reponer los niveles de stock. Este enfoque es común en procesos donde el consumo de materiales es más predecible y los costos de almacenamiento son elevados.

La elección de uno de estos sistemas depende de las características específicas del proceso productivo y de la demanda de los materiales utilizados en la planta. Por ejemplo, el sistema de inventario perpetuo suele ser más adecuado en entornos donde el consumo de materiales es variable y difícil de predecir, mientras que el sistema de revisión periódica puede ser efectivo en plantas con una demanda constante y previsibilidad en los insumos.

10.7.2 Clasificación de consumibles y métodos de control

Para facilitar el control y manejo eficiente de los consumibles, estos suelen clasificarse en distintas categorías según su relevancia y frecuencia de uso dentro de la planta. La implementación de una clasificación de consumibles permite a las empresas priorizar aquellos materiales de mayor costo y uso frecuente, dedicando un mayor esfuerzo al monitoreo y gestión de estos recursos. Este tipo de clasificación es esencial en industrias donde los costos de almacenamiento y reposición pueden tener un impacto significativo en la rentabilidad.

Un método ampliamente utilizado para la clasificación de consumibles es la metodología ABC, la cual clasifica los materiales en tres categorías: A, B y C, en función de su valor y la frecuencia con la que deben ser monitoreados. Según Wild (2002) en su libro *Best Practice in Inventory Management*, “los consumibles de mayor costo (A) requieren un monitoreo constante, mientras que los de menor costo (C) pueden tener controles menos rigurosos”. De esta forma:

Categoría A: Incluye los consumibles de mayor valor o costo, los cuales representan una proporción significativa del gasto total de la empresa. Estos materiales requieren un monitoreo y control riguroso, ya que cualquier variación en su consumo o costo puede tener un impacto considerable en los resultados financieros de la empresa.

Categoría B: Comprende consumibles de costo y valor medio. Aunque no son tan críticos como los de categoría A, aún requieren de una gestión moderada para asegurar su disponibilidad y evitar excesos de inventario que podrían aumentar los costos de almacenamiento.

Categoría C: Incluye aquellos consumibles de bajo costo y frecuencia de uso menos significativa. Estos materiales no representan un riesgo financiero elevado, por lo que pueden ser gestionados con menos rigor y almacenarse en mayores cantidades para evitar la necesidad de reabastecimiento frecuente.

Otra metodología complementaria que puede emplearse en el control de inventarios es el método XYZ, que clasifica los consumibles según su variabilidad en la demanda. En este caso, los materiales se dividen en tres categorías:

Categoría X: Incluye aquellos materiales cuya demanda es estable y fácil de predecir. Estos consumibles pueden planificarse con mayor facilidad, permitiendo una optimización de inventario basada en la regularidad del consumo.

Categoría Y: Agrupa los consumibles con una demanda moderadamente variable, que pueden requerir un control y monitoreo frecuente para evitar la falta de suministro.

Categoría Z: Consiste en materiales cuya demanda es altamente variable e impredecible. Estos consumibles suelen requerir un nivel de inventario de seguridad más alto para evitar problemas de desabastecimiento en momentos de demanda inesperada.

La combinación de los métodos ABC y XYZ permite una gestión integral del inventario, donde se pueden identificar los consumibles de mayor valor y frecuencia de uso, así como aquellos que presentan una demanda variable. De esta forma, las empresas pueden ajustar sus estrategias de reabastecimiento y optimización de recursos, minimizando tanto los costos de almacenamiento como las interrupciones en el proceso productivo.

10.8 Optimización de recursos en procesos industriales

La optimización de recursos en los procesos industriales es esencial para reducir costos, mejorar la eficiencia y maximizar la rentabilidad de las operaciones. En este contexto, se destacan diversas metodologías y filosofías que buscan lograr un uso eficiente de los recursos mediante la reducción de desperdicios, la mejora continua de los procesos y la minimización de tiempos de espera. En particular, los modelos de Manufactura Esbelta, Justo a Tiempo (JIT) y Kaizen son estrategias clave que han demostrado ser efectivas en industrias de todo el mundo.

10.8.1 Teorías de manufactura esbelta y justo a tiempo (JIT)

La Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) y el modelo Justo a Tiempo (JIT) son teorías complementarias que se centran en optimizar los recursos mediante la eliminación de desperdicios y la sincronización de procesos. Ambos modelos fueron desarrollados en Japón y aplicados inicialmente en la industria automotriz, específicamente en Toyota, donde se buscaba maximizar la eficiencia y reducir costos en la producción.

El modelo JIT, desarrollado por Taiichi Ohno y aplicado en Toyota, está fundamentado en la reducción de los tiempos de espera y las cantidades de inventario, promoviendo un flujo continuo y efectivo de los recursos. Como describe Ohno en *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production* (1988), el JIT tiene como objetivo la "eliminación total de desperdicios", logrando una reducción de costos a largo plazo. En este sentido, Ohno enfatiza la importancia de producir solo lo que se necesita, en el

momento que se necesita, y en la cantidad exacta, evitando acumulaciones innecesarias de inventario y mejorando el flujo de producción. Esta metodología busca sincronizar la producción con la demanda, reduciendo tiempos de espera y minimizando el desperdicio de materiales y recursos humanos.

Entre las principales características del modelo JIT destacan:

Producción sincronizada con la demanda: Los productos se fabrican solo cuando se requiere, evitando la acumulación de inventario y asegurando una respuesta rápida a las demandas del mercado.

Eliminación de desperdicios: El enfoque JIT prioriza la eliminación de actividades que no aportan valor al producto final, incluyendo el exceso de inventario, tiempos de espera, defectos de producción y procesos redundantes.

Mejora continua: El JIT fomenta una cultura de mejora continua, en la que cada trabajador participa activamente en la identificación de problemas y en la implementación de soluciones que optimicen el proceso de producción.

Por otro lado, la Manufactura Esbelta, que abarca principios del JIT, extiende su enfoque hacia todos los aspectos de la organización. Según Womack y Jones (1996) en su obra Lean Thinking, la manufactura esbelta se basa en la identificación y eliminación de todos los elementos que no agregan valor al producto final, optimizando el flujo de trabajo y mejorando la calidad. Este modelo se basa en cinco principios fundamentales:

Identificación de valor: Enfocarse en aquellos elementos que realmente añaden valor desde la perspectiva del cliente.

Mapeo del flujo de valor: Visualizar y analizar todas las etapas del proceso para identificar los pasos que no aportan valor y eliminarlos.

Creación de flujo: Asegurar que el proceso fluya sin interrupciones desde el inicio hasta el final, evitando cuellos de botella.

Producción al ritmo de la demanda: Producir en función de la demanda real del mercado, evitando la sobreproducción y el exceso de inventario.

Mejora continua: Buscar constantemente oportunidades para mejorar la eficiencia y la calidad.

Ambos modelos, JIT y manufactura esbelta, han demostrado ser efectivos en la reducción de costos, la mejora de la calidad y la optimización de recursos en procesos

industriales, permitiendo a las empresas mantenerse competitivas y adaptarse a los cambios en la demanda del mercado.

10.8.2 Ventajas del modelo kaizen en la mejora continua

El modelo Kaizen es otra metodología que promueve la optimización de recursos en procesos industriales mediante la filosofía de mejora continua. Kaizen, que significa "mejora" en japonés, se centra en la idea de que cada empleado, independientemente de su nivel jerárquico, debe participar activamente en la búsqueda de mejoras en los procesos productivos. Esta filosofía ha sido ampliamente adoptada en la industria manufacturera por sus beneficios en la productividad, la eficiencia y la reducción de costos.

Según Slack, Chambers y Johnston (2010) en su libro Administración de Producción y Operaciones, el modelo Kaizen “no solo mejora la productividad, sino que también promueve una cultura organizacional en la que cada trabajador tiene un rol activo en el proceso de optimización”. La implementación de Kaizen permite reducir no solo el desperdicio de materiales, sino también de tiempo y esfuerzo humano, lo cual es especialmente valioso en entornos industriales donde el desperdicio de tiempo representa altos costos operativos.

Las principales ventajas del modelo Kaizen en la mejora continua son:

Participación activa de los empleados: Kaizen fomenta una cultura de colaboración en la que todos los empleados son responsables de buscar y proponer mejoras, lo cual incrementa la motivación y el compromiso con la organización.

Reducción de desperdicios: La filosofía Kaizen se centra en eliminar cualquier tipo de desperdicio, ya sea en materiales, tiempo, espacio o esfuerzo humano. Esto contribuye a optimizar el uso de recursos y a reducir los costos operativos.

Mejora en la calidad y la eficiencia: Al implementar mejoras constantes en los procesos, Kaizen asegura una mayor calidad en los productos finales y una mayor eficiencia en las operaciones. Esto se traduce en productos de mejor calidad y en tiempos de producción más cortos.

Adaptabilidad y flexibilidad: Kaizen permite que las empresas se adapten rápidamente a los cambios en la demanda del mercado o en los requisitos de producción, ya que promueve una mentalidad de mejora constante y de adaptación al cambio.

Desarrollo de una cultura de mejora continua: Uno de los aspectos más destacados del modelo Kaizen es que promueve una cultura organizacional orientada hacia la mejora continua, lo cual es beneficioso para el crecimiento y desarrollo sostenible de la empresa.

10.9 Principales supuestos y limitaciones del modelo de cálculo de costos

En los modelos de cálculo de costos utilizados en la industria, existen diversos supuestos y limitaciones que pueden afectar su precisión y aplicabilidad. A continuación, se analizan dos de los principales factores que impactan en la estabilidad y actualización de estos modelos.

10.9.1 Estabilidad de costos y factores externos

Uno de los supuestos comunes en los modelos de cálculo de costos es la estabilidad de los precios de materiales y consumibles a lo largo del tiempo. Sin embargo, en la práctica, este supuesto resulta ser una limitación significativa, ya que los precios pueden fluctuar debido a factores externos, como cambios en la oferta y demanda, variaciones estacionales o crisis económicas. Según Simons (2010) en su libro *Performance Measurement & Control Systems for Implementing Strategy*, “los modelos tradicionales de costos requieren ajustes continuos para adaptarse a las fluctuaciones del mercado y cambios en la demanda”. Esta afirmación resalta la importancia de contar con un sistema de actualización en el modelo de costos que permita reflejar las variaciones del mercado. En entornos industriales, especialmente en aquellos que manejan productos o materiales de alta volatilidad de precios, la falta de estabilidad de costos puede representar un desafío en el cálculo de la rentabilidad y viabilidad del proyecto. Esto implica que, en proyectos de largo plazo, los cálculos iniciales de costos pueden quedar obsoletos si no se actualizan con regularidad, afectando la precisión de los análisis financieros y la toma de decisiones. Para mitigar esta limitación, algunas empresas implementan sistemas de monitoreo de costos en tiempo real que les permiten ajustar su estrategia conforme cambian las condiciones de mercado, reduciendo la dependencia en el supuesto de estabilidad.

10.9.2 Factores externos e impacto de la inflación en los costos

Otro aspecto relevante en la limitación de los modelos de cálculo de costos es el impacto de la inflación en el costo de materiales y consumibles. La inflación es un factor externo que incrementa los costos de manera continua y, sin ajustes, puede distorsionar significativamente los análisis de costos proyectados. En este sentido, Kaplan y Norton

(2004), en su obra *Strategy Maps: Converting Intangible Assets into Tangible Outcomes*, proponen la implementación de índices ajustables dentro de la contabilidad de costos para reflejar de manera más precisa las variaciones de precios en un periodo determinado.

Estos índices permiten realizar una actualización periódica de los precios de insumos y consumibles de acuerdo con la tasa de inflación, proporcionando un reflejo más preciso de la realidad económica. Al considerar la inflación como un factor ajustable en los modelos de costos, las organizaciones pueden mantener el control de sus gastos operativos y realizar comparaciones realistas entre los periodos productivos. Además, este enfoque reduce el riesgo de realizar estimaciones inexactas que puedan comprometer la rentabilidad del proyecto a largo plazo.

Ambas limitaciones subrayan la importancia de implementar estrategias de actualización de costos y adaptar los modelos a los cambios del entorno económico. Esto asegura que las decisiones basadas en estos modelos sean robustas y adecuadas para enfrentar los retos que los factores externos puedan representar.

10.10 Metodología de análisis comparativo de costos

La metodología de análisis comparativo de costos es esencial en la administración industrial, ya que facilita la comprensión de las variaciones de costos a lo largo del tiempo, permite anticipar los efectos de fluctuaciones en el uso de materiales y consumibles, y optimiza la planificación y control de recursos. A continuación, se detallan las herramientas y ventajas que ofrece este enfoque en proyectos industriales.

10.10.1 Herramientas de comparación de costos

Para un análisis preciso de los costos en distintos escenarios, se emplean herramientas de análisis comparativo como el análisis de sensibilidad y el análisis de escenarios. Estas herramientas permiten identificar y prever el comportamiento de los costos en respuesta a cambios en variables clave. De acuerdo con Kaplan y Atkinson (1998) en *Advanced Management Accounting*, el análisis de sensibilidad consiste en “examinar cómo varían los resultados financieros cuando se modifica una variable específica”, mientras que el análisis de escenarios implica evaluar múltiples posibilidades de costos futuros bajo diferentes condiciones.

En el contexto del proyecto, la utilización de estas herramientas ayudó a anticipar variaciones en los costos por pieza en función del consumo de materiales y las políticas

de inventario. Este enfoque permitió ajustes en la planificación, permitiendo que la administración mantuviera un control efectivo sobre los gastos. Por ejemplo, el análisis de sensibilidad mostró cómo el aumento en el consumo de ciertos consumibles, como discos de corte o guantes de seguridad, impactaría en los costos totales. A su vez, el análisis de escenarios brindó una visión más amplia de las proyecciones de costos, posibilitando decisiones estratégicas más informadas.

10.10.2 Ventajas de un sistema de control de costos en tiempo real

La implementación de un sistema de control de costos en tiempo real es crucial para la eficiencia operativa, ya que permite la actualización continua de los costos de materiales y consumibles, mejorando la respuesta ante fluctuaciones en el inventario y el uso de recursos. Este enfoque asegura que los gestores puedan tomar decisiones inmediatas basadas en datos actuales, evitando sobrecostos inesperados y ajustando el flujo de materiales de forma óptima.

Como señala Porter (1985) en *Competitive Advantage*, “la capacidad de monitorear en tiempo real los costos permite a las empresas tener una ventaja competitiva” al permitir una gestión eficaz de los recursos y un aumento en la eficiencia de las operaciones. Al obtener una visión instantánea de los costos, las empresas pueden identificar oportunidades para reducir el desperdicio, ajustarse a presupuestos establecidos y mejorar la rentabilidad de cada operación. Además, un sistema de control de costos en tiempo real ayuda a predecir la demanda de ciertos consumibles, facilitando el manejo de inventarios y evitando la falta de recursos o el almacenamiento excesivo.

Ambas herramientas, el análisis de sensibilidad y el control de costos en tiempo real, proporcionan un marco integral para evaluar y gestionar los costos de producción, favoreciendo la optimización continua de los recursos y ayudando a las organizaciones a adaptarse a los cambios del mercado. La metodología comparativa de costos se convierte así en un pilar para la toma de decisiones informadas en el ámbito de la gestión de operaciones industriales.

10.11 Aportes teóricos y estudios previos sobre optimización de consumos

Dekker y Roodbergen (2012) en *Inventory Control and Optimization* han demostrado que un control riguroso de los consumibles impacta directamente en la eficiencia de la producción. Estos estudios sugieren que las empresas que implementan sistemas de control de inventarios bien estructurados logran reducir desperdicios y mejorar su

rentabilidad. Para implementar esta teoría, se ha optado por crear un registro detallado de los consumibles y un sistema de control en la planta.

10.11.1 Implementación de registros en procesos productivos

Basado en estudios recientes, un control detallado de los consumibles permite anticipar necesidades y planificar adquisiciones de manera más efectiva. Este tipo de registro no solo ayuda a optimizar el uso de los materiales, sino también a evitar paros en la producción. En el contexto de nuestro proyecto, la implementación de registros diarios ha facilitado la identificación de consumibles de mayor uso, permitiendo así reducir los costos.

10.12 Propuestas de mejora en el uso de recursos

El Kaizen, como enfoque de mejora continua, tiene su origen en la cultura japonesa y se centra en la participación de todos los trabajadores. Como describe Ohno (1988), este modelo permite mejorar la calidad de los productos y optimizar los recursos en cada proceso. En nuestro proyecto, la adopción de formatos específicos para monitorear consumos sigue este principio, promoviendo una gestión proactiva de los recursos y evitando su desperdicio.

10.12.1 Aplicación práctica del kaizen y la mejora continua en la industria

La implementación de mejoras continuas ha demostrado ser efectiva en el contexto de los procesos industriales, permitiendo reducciones de costo en cada etapa productiva. Liker (2004) en *The Toyota Way* argumenta que "el Kaizen permite a las organizaciones hacer ajustes de bajo costo y alto impacto", convirtiéndose en un modelo eficiente para reducir desperdicios sin necesidad de realizar grandes inversiones.

CAPÍTULO 4: DESARROLLO

11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

En este capítulo se presenta el desarrollo del proyecto “Estimación de costos por piezas con números de parte 155J1-E1 y 142N1-C2001 basado en consumibles de las operaciones”, llevado a cabo en la empresa Manufacturas Industriales CEJ S.A. de C.V. Durante el proceso, se realizaron una serie de actividades clave que permitieron alcanzar los objetivos establecidos.

Primero, se llevó a cabo un análisis detallado de los procesos de fabricación, seguido de la identificación y clasificación de los consumibles utilizados en cada etapa. Posteriormente, se calculó el costo por operación, integrándose estos resultados para obtener el costo total por pieza. Asimismo, se identificaron oportunidades de optimización en los procesos productivos con el fin de mejorar la eficiencia y reducir costos. Finalmente, se elaboró un informe final que recoge los resultados y conclusiones del proyecto. (Véase el cronograma de actividades en la tabla 4.1) Para una mejor vista (Ver anexo 1)

11.1 Cronograma de actividades

Tabla 4. 1 Cronograma de actividades. Fuente: Elaboración Propia. 2024.

NO. DE ACTIVIDAD	INICIO	FINAL
Análisis de los procesos de fabricación	01/08/2024	30/09/2024
Identificación y clasificación de los consumibles	01/09/2024	30/09/2024
Cálculo de costos por operación	01/10/2024	31/10/2024
Integración del costo total por pieza	01/10/2024	31/10/2024
Identificación de oportunidades de optimización	01/11/2024	20/11/2024
Elaboración del informe final	21/11/2024	29/11/2024

11.2 Actividad 1 análisis de los procesos de fabricación

El análisis de los procesos de fabricación fue la primera actividad realizada, cuyo propósito era comprender detalladamente cada una de las etapas involucradas en la producción de las piezas con números de parte 155J1-E1 y 142N1-C2001. Este análisis incluyó tanto la revisión documental como la observación directa en la planta de producción.

En primer lugar, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la documentación interna proporcionada por la empresa, la cual detallaba los procedimientos establecidos para la fabricación de las piezas. Esta documentación permitió identificar las fases clave del proceso productivo, desde el corte de materiales hasta el ensamblaje final. Además, se realizó una observación directa en la planta de producción, lo que facilitó la identificación de las máquinas, herramientas y materiales específicos utilizados en cada etapa del proceso. De esta manera, se obtuvo una comprensión profunda de las operaciones realizadas en la fábrica, lo que resultó fundamental para el desarrollo de las actividades posteriores del proyecto.

A continuación, se muestra la explicación de los procesos de cada uno de los números de parte mencionados en el documento.

11.3 Proceso 155J1-E1

11.3.1 Aboquillado

El proceso de aboquillado para la pieza con número de parte 155J-E1 consistió en varias etapas detalladas, que iniciaron con la preparación de la máquina y la validación del sensor de presencia de aboquillado. A continuación, se describen los pasos que se siguieron:

Preparación del equipo: Se giró el selector en el tablero hacia la posición “ENCENDIDO”, tanto en el tablero de control como en la máquina, para iniciar el proceso de aboquillado. Posteriormente, se llenó la hoja de mantenimiento correspondiente (MIC-MPT-01d o MIC-PAR-10a), de acuerdo con la aplicación. (Ver la ilustración 4.1)



Ilustración 4. 1 Encendido y Hoja de mantenimiento. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

Validación del sensor de presencia de aboquillado: Se utilizó una pieza de prueba (RED RABIT) para verificar que el sensor de presencia de aboquillado funcionaba correctamente. Este paso fue fundamental para asegurar que la máquina detectara la pieza durante el proceso. (Ver la ilustración 4.2)



Ilustración 4. 2 Prueba RED RABIT. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

Colocación del tubo en la guía: Se colocó el tubo sobre la guía y se desplazó hasta el tope, momento en el cual se activó el formador presionando los botones verdes con ambas manos. Este procedimiento hizo que el clamp cerrara y abriera, completando el ciclo normal de aboquillado. (Ver la ilustración 4.3)

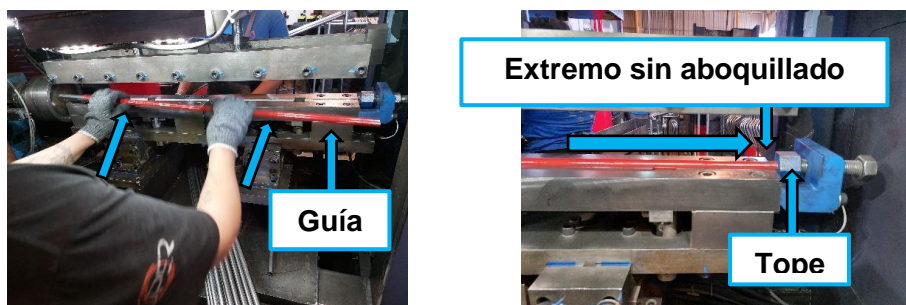


Ilustración 4. 3 Colocación de tubo de guía. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

Proceso de aboquillado: Posteriormente, se tomó un tubo del contenedor o carro y se colocó en la máquina para iniciar el proceso de aboquillado. El tubo se colocó sobre la guía, se desplazó hasta el tope, y nuevamente se activó el formador con ambas manos. El ciclo incluyó el cierre del clamp, el proceso de aboquillado y la apertura del clamp, lo que indicaba la finalización del ciclo. (Ver la ilustración 4.4)

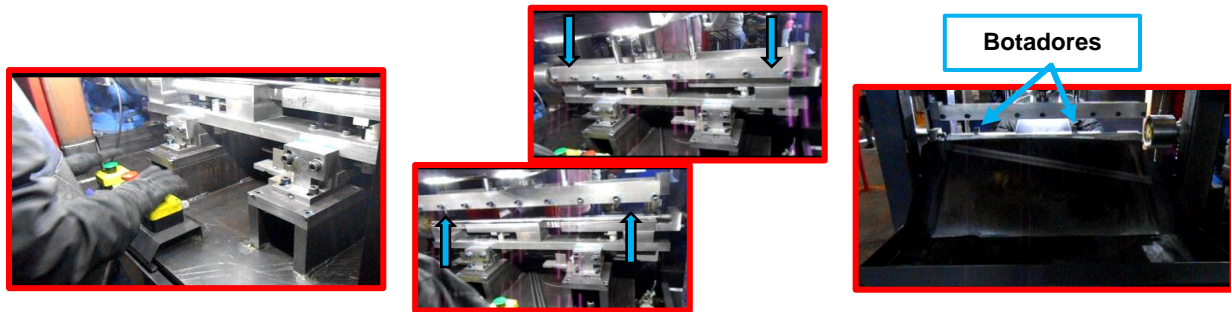


Ilustración 4. 4 Proceso de aboquillado. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

Liberación y medición del tubo: Después de que el ciclo de aboquillado se completó en ambos extremos, el tubo fue liberado mediante dos botadores y desplazado por una rampa para su inspección. Se procedió a medir la pieza utilizando los registros correspondientes (MIC-ACA-10 01a) y verificar el barreno con la herramienta GO-NO GO. (Ver la ilustración 4.5)

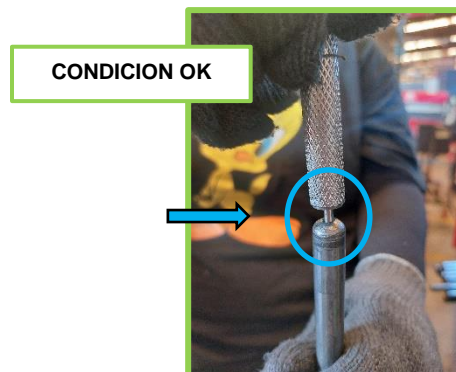


Ilustración 4. 5 Medición del tubo. Fuente: MAINDSTEEL. 2024

Inspección final de calidad: Finalmente, se inspeccionaron ambos extremos del tubo con un Holder. Si el Holder entraba libremente, la pieza se consideraba como "OK". Si no entraba o se atoraba, la pieza era rechazada (NG). (Ver la ilustración 4.6)

CONDICIÓN



CONDICIÓN

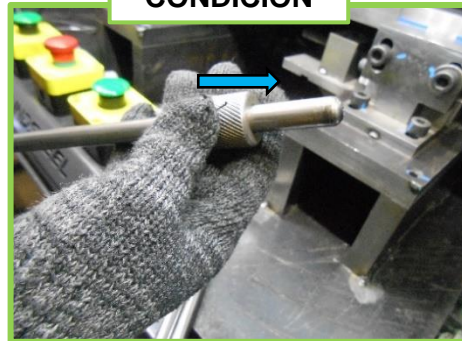


Ilustración 4. 6 Inspección final de pieza. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

11.3.2 Formado de U

El proceso de formado en U para la pieza con número de parte 155J-E1 se llevó a cabo siguiendo una serie de pasos detallados para garantizar la precisión y calidad del producto final. En primer lugar, el tubo fue colocado en el lado izquierdo de la dobladora, donde fue deslizado a través de los dados formadores. El operador alineó y giró el tubo, asegurando que la costura quedara de frente, lo que permitió una correcta orientación del tubo para el proceso de formado.

Una vez alineado, se verificó que el tubo llegara al tope, el cual contaba con un sensor que detectaba su posición. Si el tubo no alcanzaba el tope, el ciclo de formado no se activaba, evitando así errores en la formación de la pieza. Con el tubo en posición correcta, el operador activó el formador mediante la presión simultánea de los botones verdes con ambas manos. El ciclo de formado incluyó dos fases: el clamp cerró y el formador bajó para dar la forma en U, y luego el formador regresó a su posición inicial, liberando el clamp.

Una vez completado el ciclo, la pieza fue liberada y cayó sobre una banda transportadora que la llevó a la siguiente fase del proceso. Durante el transporte, la pieza fue medida conforme a los registros establecidos (MIC-ACA-10 01a) y, posteriormente, presentada en una plantilla de inspección. El operador desplazó el carro de la plantilla por los interiores de la pieza para verificar que el largo fuera el correcto. Si el carro se detenía correctamente en los interiores, se confirmaba que las dimensiones eran adecuadas.

Finalmente, en caso de que se detectara algún desajuste en las dimensiones o en la calidad de la pieza durante la inspección, el operador debía informar de inmediato a su jefe directo para proceder con las correcciones necesarias. Este proceso fue fundamental para asegurar que las piezas se formaran correctamente y cumplieran con los estándares de calidad requeridos. (Ver la ilustración 4.7)

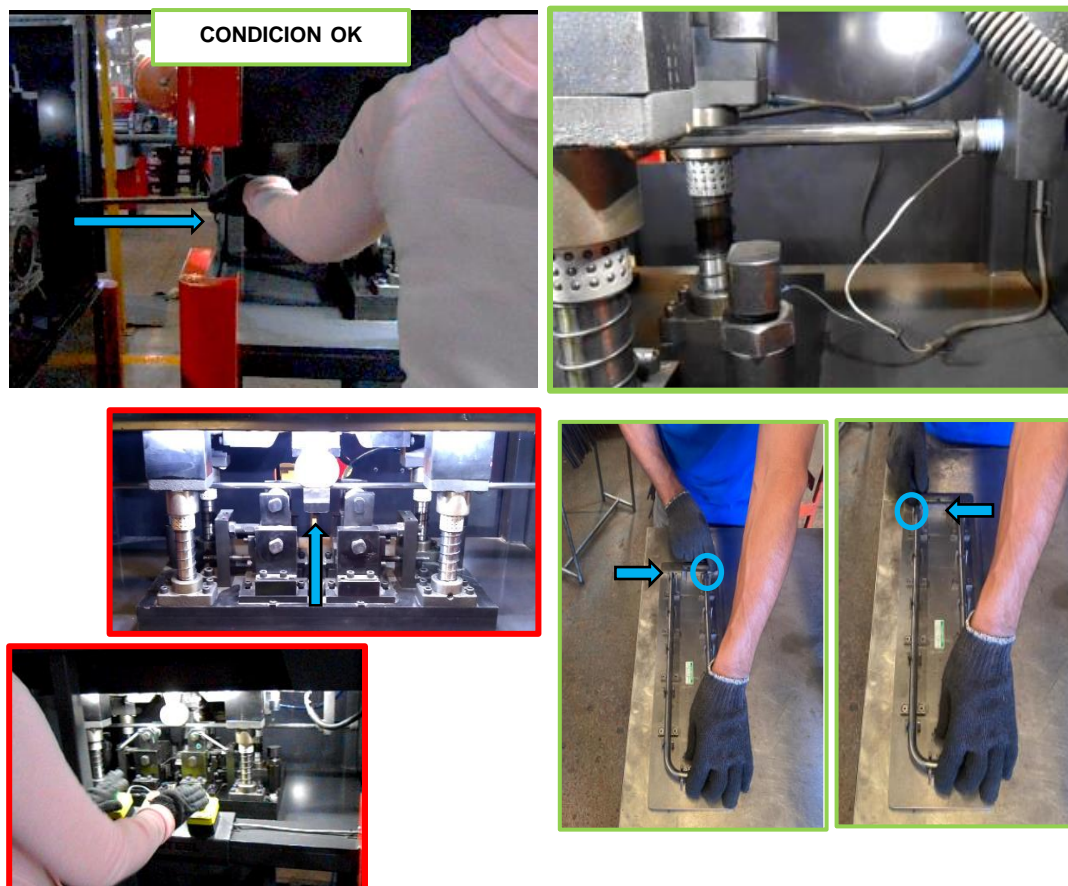


Ilustración 4. 7 Proceso formado de U. Fuente: MAINDSTEEL. 2024

11.3.3 Formado de Z

El proceso de formado en Z para la pieza con número de parte 155J-E1 comenzó con la verificación de la orientación correcta de la costura del tubo, asegurando que estuviera hacia arriba. La pieza previamente formada en "U" fue colocada en la división 1 del troquel, en la parte frontal de la prensa, garantizando que la pieza estuviera completamente alineada con el tope, sin quedar despegada. Este paso fue crucial para asegurar la precisión en el formado, tanto en la división 1 como en la división 2.

Una vez colocada la pieza en el troquel, el operador activó el formador presionando simultáneamente los botones verdes con ambas manos. El ciclo de formado inició con el cierre del clamp y el descenso del formador, seguido por el regreso del formador y la apertura del clamp. Con el ciclo completo, el operador retiró la pieza de la división 2 y la examinó visualmente para detectar posibles marcas en la zona A (la vista principal de la pieza). Si la pieza no presentaba marcas, era considerada como una pieza "OK", mientras que las piezas con marcas se consideraban "NG" (no conformes). En caso de detectar piezas con marcas, el operador debía informar a su jefe directo.

Posteriormente, la pieza formada fue colocada en el transportador y medida según el registro (MIC-ACA-10 01a), verificando que las dimensiones fueran correctas. Simultáneamente, se colocó otra pieza en la división 1 del troquel, repitiendo el proceso de asegurar que la pieza llegara al tope y activando el formador para realizar el ciclo completo de cerrado y formado.

El operador continuó repitiendo este ciclo para cada pieza, asegurando siempre que las piezas estuvieran correctamente alineadas con el tope del troquel antes de activar el formador. Finalmente, las piezas formadas fueron retiradas de la prensa y trasladadas al siguiente proceso en el transportador, asegurándose de que cumplieran con los estándares de calidad exigidos. (Ver la ilustración 4.8)

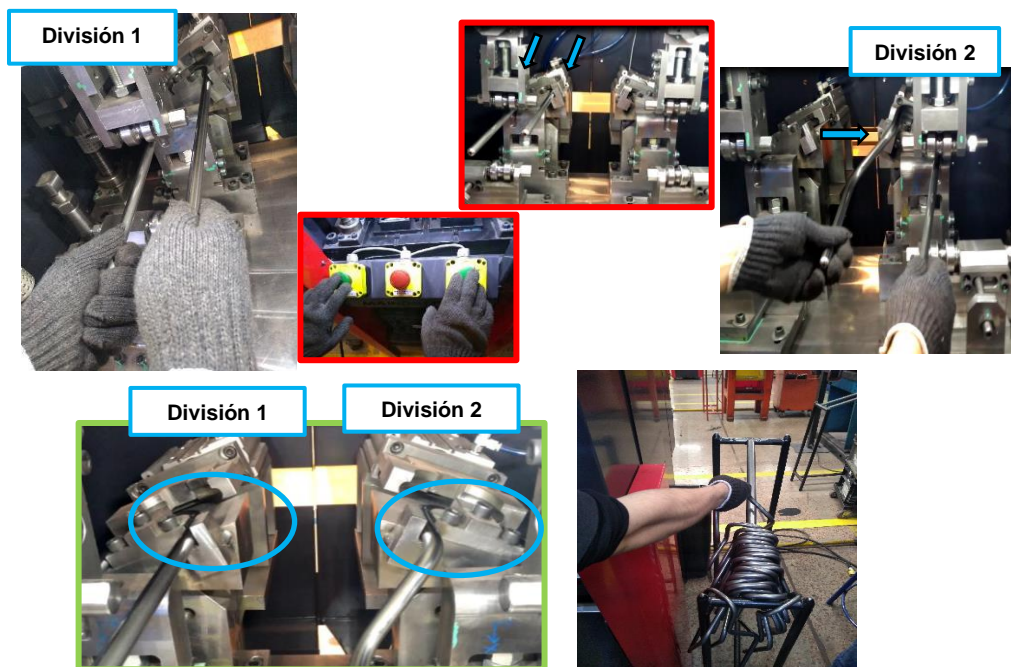


Ilustración 4. 8 Proceso formado de Z. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

11.3.4 Ranurado

El proceso de ranurado de la pieza con número de parte 155J-E1 comenzó con la colocación de la pieza en la parte frontal de la máquina ranuradora, asegurándose de que llegara completamente al tope, ubicado en la parte interna de la máquina. El operador verificó que la pieza no quedara suelta ni en movimiento antes de proceder. Una vez que la pieza estuvo bien posicionada, se activó la ranuradora mediante los botones verdes de accionamiento.

El ciclo de ranurado se desarrolló en varias etapas. Primero, se cerró el clamp neumático, asegurando la fijación de la pieza. Luego, el eje de la ranuradora se desplazó de derecha a izquierda para realizar el primer corte, y posteriormente regresó, desplazándose de izquierda a derecha para completar el ciclo de ranurado. Una vez finalizado el proceso, el clamp neumático se abrió, permitiendo que el operador retirara la pieza ranurada de la máquina.

Tras retirar la pieza, se colocó en el transportador y se procedió a medirla según el registro correspondiente (MIC-ACA-10 01a) para asegurar que las dimensiones fueran correctas. Posteriormente, el operador tomó la plantilla de verificación de largo de extremos y presentó la pieza para comprobar que las ranuras coincidieran correctamente con el pin de referencia de la plantilla. En caso de que las ranuras no encajaran correctamente, se debía informar al jefe directo para que se revisara el proceso anterior y se tomaran las medidas necesarias. Este paso aseguraba que las piezas cumplieran con las especificaciones de calidad requeridas antes de pasar al siguiente proceso. (Ver las ilustraciones 4.9 y 4.10)

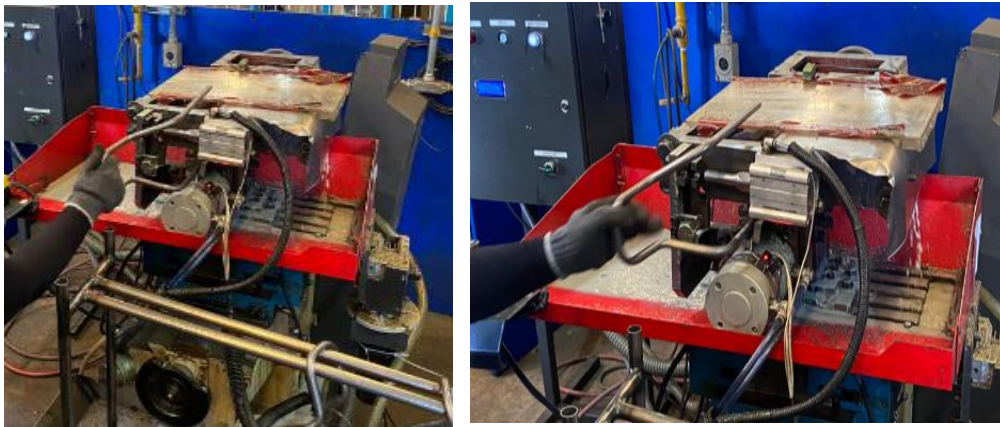


Ilustración 4. 9 Proceso Ranurado. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.



Ilustración 4. 10 Proceso Ranurado. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

11.3.5 Pulido

El proceso de pulido para la pieza con número de parte 155J-E1 inició con la colocación de la pieza en la mesa de pulido. El operador tomó la pieza y la colocó de manera vertical, apoyándola sobre la superficie de la mesa para garantizar estabilidad durante el proceso de pulido.

Con la pieza lista, se utilizó una pulidora neumática para eliminar las rebabas presentes en las esquinas, prestando especial atención para evitar pulir en exceso o dañar la superficie de la pieza. El objetivo era desbastar de manera uniforme sin comprometer la integridad de las ranuras o las superficies lisas de la pieza.

Una vez que la pieza estuvo debidamente pulida, se verificó que las ranuras no presentaran daños, asegurándose de que no estuvieran deformadas ni desalineadas. Esta inspección fue clave para garantizar que el pulido no afectara las características funcionales de las ranuras. También se revisó que la pieza no tuviera rayones, golpes o marcas visibles en las zonas críticas, especialmente en las patas, las cuales debían mantenerse libres de cualquier imperfección.

En el caso de encontrar alguna imperfección en la superficie, como rayones o golpes profundos, el operador volvía a usar la pulidora para corregir el área afectada. Después de completar el pulido y la inspección visual, la pieza se colocaba en el transportador, para luego ser llevada al carro de material de producto terminado, donde quedaba lista para su siguiente etapa en el proceso de fabricación o para su inspección final. (Ver la ilustración 4.11)

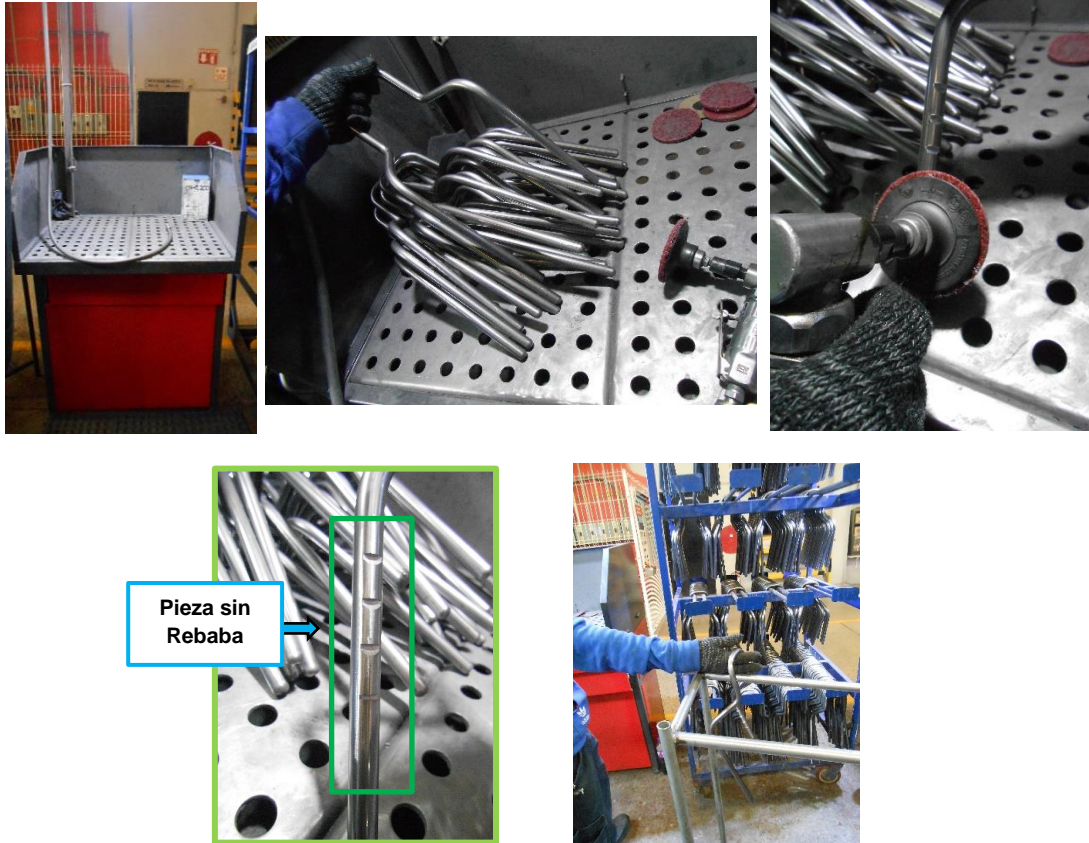


Ilustración 4. 11 Proceso Pulido. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

11.3.6 Alineación

El proceso de alineación para la pieza con número de parte 155J-E1 comenzaba cuando la pieza regresaba del cromado. Primero, se realizaba una revisión visual utilizando un Holder en ambos extremos de la pieza, para verificar que las cuatro ranuras estuvieran presentes y en buen estado. También se inspeccionaba visualmente la zona A y B de la pieza para asegurar que no hubiera defectos cosméticos, siguiendo el catálogo de defectos de apariencia para cabeceras. Asimismo, se revisaban las patas de la pieza para verificar que el aboquillado no presentara fallos o deformaciones, también acorde al catálogo de defectos.

Si la pieza no presentaba defectos, se colocaba en el transportador identificado con el color verde, lo cual indicaba que la pieza había superado esta etapa de inspección visual. Luego, la pieza se tomaba del transportador y se desplazaba sobre una superficie plana hasta que llegaba al gauge de altura, para verificar si la altura era correcta. Si la pieza

topaba en el gauge, se colocaba en un soporte y se aplicaba presión hacia abajo según fuera necesario para ajustarla.

Posteriormente, se desplazaba la pieza nuevamente sobre la superficie plana para verificar que pasara correctamente por el gauge de altura. Si la pieza cumplía con este paso, se presentaba en la plantilla de inspección para continuar con el proceso de validación.

Durante esta inspección, se utilizaba un GO-NO GO para validar la posición de las ranuras. El operador desplazaba el GO-NO GO a lo largo de la pieza para asegurarse de que la ranura estuviera en la posición correcta, y también revisaba la altura de la cabecera. Si la pieza pasaba todas las revisiones, se colocaba en el carro de Producto Terminado (PT). Finalmente, se aplicaba una marca de garantía en la parte superior de la cabecera utilizando un plumón negro, indicando que la pieza estaba lista y aprobada para su uso final. (Ver la ilustración 4.12)



Ilustración 4. 12 Proceso de Alineación. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

11.4 Proceso 142N1-C2001

11.4.1 Formado de U

El proceso para la pieza con número de parte 142N1-C2001 comenzaba con el llenado de la hoja de mantenimiento correspondiente, ya sea MIC-MPT-01d o MIC-PAR-10a, según aplicara. Posteriormente, se verificaba la hoja viajera del material a procesar (MIC-ACA-08a) y se tomaba el tubo del contenedor.

El siguiente paso era desplazar el tubo hacia el formador del clamp e insertarlo en la guía indicada, también conocida como "bala", desplazándolo de derecha a izquierda. Era esencial verificar que la costura del tubo quedara hacia arriba durante el desplazamiento. El tubo debía llegar al final de la carrera hasta el tope inicial.

Para realizar el primer formado, el operador presionaba el botón verde, lo cual accionaba el ciclo de formado. Durante este ciclo, el clamp se cerraba y el formador giraba en sentido de las manecillas del reloj. Una vez completado este paso, el clamp se abría y el formador regresaba a su posición original girando en sentido contrario a las manecillas del reloj. Todo el ciclo se realizaba de forma automática en una sola operación.

Luego, el tubo se desplazaba hacia el tope final, de manera que el extremo quedaba sobre el soporte. El operador volvía a presionar el botón verde para activar el segundo formado, que seguía un ciclo similar al primero: el clamp se cerraba, el formador giraba en sentido de las manecillas del reloj, el clamp se abría y el formador retornaba a su posición original, nuevamente girando en sentido contrario a las manecillas del reloj.

Después de completar ambos formados, el tubo se desplazaba hacia la derecha para retirarlo del formador. Finalmente, la pieza ya formada se colocaba en el transportador, quedando lista para su inspección o el siguiente paso en el proceso de producción. (Ver las ilustraciones 4.13 y 4.14)



Ilustración 4. 13 Proceso Formado de U. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.



Ilustración 4. 14 Proceso Formado de U. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

11.4.2 Alineación

El proceso de alineación para la pieza con número de parte 142N1-C2001 comenzaba con una revisión visual para asegurar que la pieza no presentara desalineación. El operador presionaba ambos lados de la pieza sobre una superficie plana para comprobar que las patas estuvieran correctamente alineadas. Si las patas estaban alineadas, se continuaba con el siguiente paso del proceso. En caso de que uno de los extremos de la pieza estuviera levantado, se debía insertar la pieza en la ranura de la máquina y presionar hacia arriba o hacia abajo, según lo requiriera la pieza, para corregir la desalineación.

Una vez alineada la pieza, se volvía a colocar sobre la superficie plana para repetir el procedimiento de revisión. Si las patas continuaban desalineadas, se repetía el ajuste en la ranura hasta que quedaran alineadas. Luego, se presentaba la pieza en la plantilla periférica, donde debía pasar libremente.

Si la pieza entraba correctamente en la plantilla, se verificaba que la longitud de las patas estuviera dentro de las tolerancias establecidas. Finalmente, sin retirar la pieza de la plantilla, el operador revisaba de forma visual que los extremos de las patas estuvieran dentro de los límites permitidos. Una vez confirmada la alineación, la pieza se colocaba en el transportador para su procesamiento posterior. (Ver la ilustración 4.15)



Ilustración 4. 15 Proceso Alineación. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

11.4.3 Formado de ángulo

En el proceso de formado de ángulo para la pieza con número de parte 142N1-C2001, el primer paso consistía en colocar el tubo formado sobre las guías, asegurándose de que la costura estuviera orientada hacia abajo y que el tubo estuviera bien posicionado y alineado sobre las guías. El tubo debía llegar completamente hasta el tope antes de proceder.

Una vez posicionado correctamente, el operador activaba el formador presionando simultáneamente los botones verdes de accionamiento con ambas manos. Al iniciar el ciclo, el troquel bajaba y subía para realizar el formado de ángulo en la pieza.

Al terminar el ciclo, se retiraba el tubo formado y se verificaba que la pieza presentara los formados correctos en cada uno de los extremos. Si la pieza estaba en buenas condiciones, se colocaba en el carro de material terminado. En caso de no haber un carro disponible, se utilizaba el transportador para trasladar la pieza a la siguiente etapa del proceso. (Ver la ilustración 4.16)

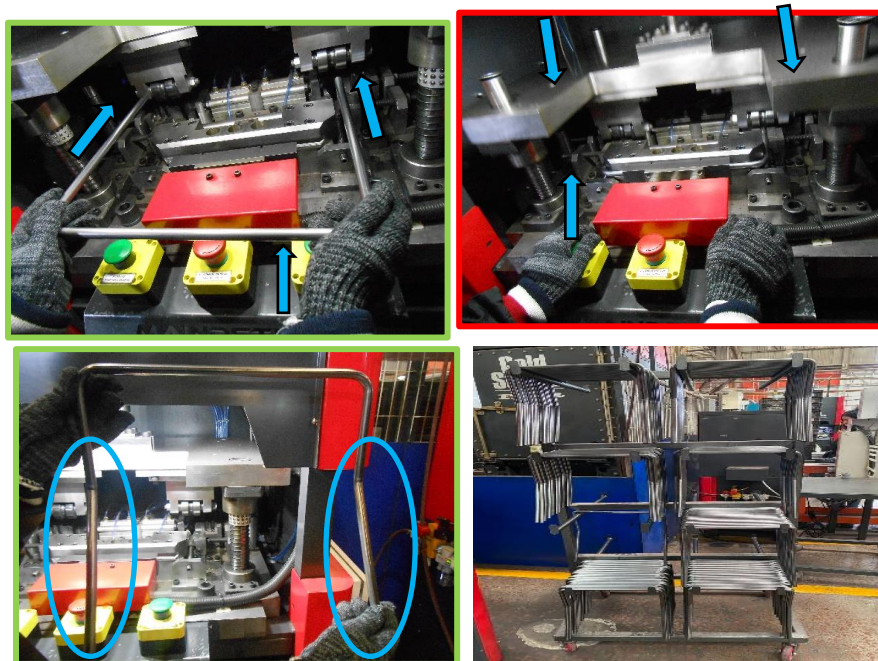


Ilustración 4. 16 Proceso Formado de Angulo. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

11.4.4 Planchado y Ranurado

En el proceso de planchado y ranurado para la pieza con número de parte 142N1-C2001, se iniciaba verificando que la pieza quedara correctamente posicionada entre los pines del estampado, con la costura orientada hacia arriba. Una vez asegurada la posición adecuada de la pieza, el operador accionaba los botones negros al mismo tiempo para activar el proceso, lo que hacía que el troquel superior bajara y realizara el estampado. Al finalizar el ciclo, cuando el troquel subía nuevamente, la pieza se retiraba con ambas manos, y se verificaba que no presentara ningún daño físico ni que estuviera fuera de las especificaciones. Si la pieza cumplía con todos los criterios, se colocaba en el carro destinado al flujo de material. En caso de que presentara algún defecto, era clasificada como pieza NG (No Good).

Durante este proceso, el scrap generado caía en una caja ubicada en la parte trasera de la máquina, y el operador tenía la responsabilidad de retirar dicho scrap con una brocha, manteniendo limpia la zona de trabajo. (Ver la ilustración 4.17)



Ilustración 4. 17 Proceso Planchado y Ranurado. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

11.4.5 Inspección del producto

En el proceso de inspección del producto para la pieza con número de parte 142N1-C2001, se colocaba la parte recta de la pieza sobre la guía de la plantilla de inspección, asegurándose de posicionar el resto de la pieza sobre las guías para validar la ranura. Si la pieza no entraba debido al ancho, era necesario abrirla y volver a presentarla. Si la pieza entraba correctamente en las guías, se procedía al siguiente paso.

La ranura de cada pata debía asentarse correctamente en la cuchilla, y se cerraban manualmente los clamps 1 y 2, ubicados a cada lado de la pieza. Luego, se revisaba la longitud de la ranura utilizando la herramienta GO-NOGO, desplazando esta herramienta por la pata de la pieza. Si las patas pasaban el primer escalón, la pieza era considerada OK; si pasaban el segundo escalón, se clasificaba como NG.

También se verificaba la posición del planchado de la pieza utilizando pernos especiales para esta función. Si el planchado entraba en la ranura, la pieza era OK; si no, era NG y debía retrabajarse. Tras esta verificación, se abrían los clamps manuales, se desplazaba el bloque hacia el operador, y se retiraba la pieza de la plantilla. Finalmente, la pieza se medía conforme al formato MIC-ACA-10-01a y se colocaba en el carro de producto terminado.

Se desplazaba el bloque para validar también la altura de la pieza durante el proceso de inspección. (Ver la ilustración 4.18)

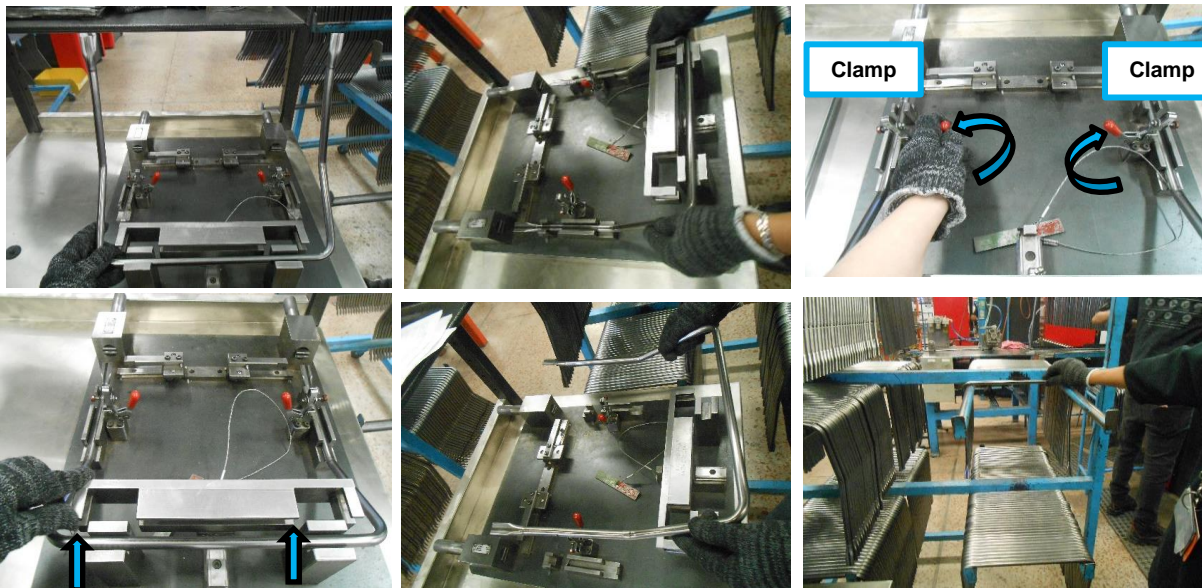


Ilustración 4. 18 Proceso Inspección del producto. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

11.5 Actividad 2 identificación y clasificación de los consumibles

Una vez finalizado el análisis de los procesos de fabricación, se procedió a la identificación y clasificación de todos los consumibles utilizados en cada una de las operaciones involucradas en la producción de los números de parte 155J1-E1 y 142N1-C2001. Estos consumibles incluyeron desde materiales y materias primas hasta herramientas especializadas y mano de obra directa, los cuales fueron cruciales para cada etapa del proceso.

Entre los consumibles identificados, se incluyeron elementos como el afilado de discos para ranura, discos ranurados específicos como el 155J1-E1201 L21B, discos de fibra mediana, herramientas neumáticas como el moto tool angular de 90° a 22000 RPM de uso pesado, así como los costos asociados a la mano de obra y el uso de equipos de protección personal (guantes tipo japonés de hilaza, lentes de seguridad, y tapones auditivos).

Además, se incluyeron otros insumos necesarios para el correcto funcionamiento de la maquinaria, tales como el aceite DTE24 Mobil, grasa EP2 y EP0, aceite soluble para máquinas y lubricantes especiales como el Coolube 3.78L. También se consideraron consumibles más generales como marcadores Pentel Paint Marker, navajas de corte, y recursos esenciales como la luz eléctrica y el aire comprimido. Por último, se identificaron aquellos consumibles relacionados con el mantenimiento y refaccionamiento periódico de la maquinaria.

Una vez identificados estos consumibles, se realizó una clasificación que diferenciaba aquellos que son consumidos de manera constante, como los materiales y el salario del personal, de aquellos que presentan un desgaste más gradual, como las herramientas y equipos. Esta clasificación permitió un cálculo más preciso del uso y reemplazo de cada recurso, mejorando así la gestión de los insumos en el proceso de producción. (Véase en las ilustraciones 4.19 y 4.20, algunos consumibles recabados)



Ilustración 4. 19 Contenedores Materia Prima. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.



Ilustración 4. 20 Principales consumibles identificados. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

11.6 Actividad 3 cálculo de costos por operación

En la actividad de cálculo de costos por operación, se utilizó la información recopilada sobre los consumibles para estimar los costos asociados a cada una de las operaciones dentro del proceso de fabricación. El cálculo se realizó siguiendo un esquema detallado para asegurar la precisión en la asignación de costos por cada unidad producida.

Primero, se calculó el costo de materiales, determinando el valor de los materiales utilizados por cada pieza fabricada. Esto incluyó metales, aceites y otros insumos esenciales para la producción.

Luego, se estimó el costo de herramientas y maquinaria, tomando en cuenta el desgaste o vida útil de los equipos utilizados, como discos de corte y pulidoras, distribuyendo su costo entre la cantidad de piezas producidas durante su ciclo de uso.





Finalmente, se asignó el costo de mano de obra, distribuyendo el salario de los operarios entre las piezas producidas, en función del tiempo dedicado a cada operación específica dentro del proceso de fabricación.




Para obtener la información exacta sobre los consumibles y sus costos, se consultó la plataforma de MAINDSTEEL, accediendo al apartado de gestión de materiales y seleccionando el inventario de materia prima (MP). De esta forma, se pudo determinar con precisión el costo unitario de los consumibles utilizados en la producción de las piezas, facilitando un cálculo total del costo por operación y, en última instancia, el costo unitario de cada pieza fabricada. (Véase en las ilustraciones 4.21 la plataforma MAINDSTEEL y en el 4.22 algunas imágenes de la búsqueda de consumibles)

Etiqueta	Ver	Editar	Eliminar	No. de Parte	Descripción	No. de Parte Proveedor	Descripción Proveedor	Disponible almacén	Reservado para folios	Existenci
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	103-01050	LAMINA DECAPADA CAL 14 (4 X10)			502	0	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	11-05014	BAG 4 X 6			0	0	



Ilustración 4. 21 Plataforma MAINDSTEEL. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

Inventario MP

INVENTARIO MP Agregar nuevo producto NO MOSTRAR TEMPORAL NO MOSTRAR ELIMINADOS    

Etiqueta	Ver	Editar	Eliminar	No. de Parte	Descripción	No. de Parte Proveedor	Descripción Proveedor	Disponible almacén	Reservado para folios	Existencia
				CN-S122						
				CN-S122	GUANTE TIPO JAPONES hilaza			39	0	

Inventario MP

INVENTARIO MP Agregar nuevo producto NO MOSTRAR TEMPORAL NO MOSTRAR ELIMINADOS    

Proveedor	Stock Min.	Stock Max.	Unidad	Precio de compra / Costo	Precio estándar	Moneda	Incoming	Tipo de Producto	Familia	Almacén
0	150	500	PAR	\$6.9900	\$6.0000	MXN	<input type="checkbox"/>	INDIRECTO		AJUSTADO MARZO-ABRIL 2021

INVENTARIO MP Agregar nuevo producto NO MOSTRAR TEMPORAL NO MOSTRAR ELIMINADOS    

Editar	Eliminar	No. de Parte	Descripción	No. de Parte Proveedor	Descripción Proveedor	Disponible almacén	Reservado para folios	Existencia	Material en tránsito
		CN-S131							
		CN-S131	TAPON AUDITIVO / P,C			86	0	86	0

Inventario MP

INVENTARIO MP Agregar nuevo producto NO MOSTRAR TEMPORAL NO MOSTRAR ELIMINADOS    

Proveedor	Stock Min.	Stock Max.	Unidad	Precio de compra / Costo	Precio estándar	Moneda	Incoming	Tipo de Producto	Familia	Almacén
0	50	50	PZ	\$4.0000	\$0.0000	MXN	<input type="checkbox"/>	INDIRECTO		

Ilustración 4. 22 Búsqueda de consumibles. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

11.7 Actividad 4 integración de costo total por piezas

En la actividad de integración del costo total por pieza, una vez que se calcularon los costos por operación de los números de parte 155J1-E1 y 142N1-C2001, se procedió a sumar todos los costos relacionados con las operaciones necesarias para producir una unidad de cada pieza. Se consideraron los costos de materiales, herramientas y mano de obra, lo que permitió generar reportes detallados con el desglose de cada uno de estos rubros. Esta integración fue clave para obtener el costo final por pieza, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones dentro de la empresa.

Además, para agregar valor al proyecto, se realizó un análisis comparativo de los costos obtenidos con piezas producidas en periodos anteriores o componentes similares, con el objetivo de evaluar si los costos actuales estaban dentro de los márgenes esperados o si era necesario hacer ajustes en el proceso de producción. Esta comparación permitió identificar oportunidades de optimización en el uso de recursos.

De igual manera, como parte fundamental del cálculo del costo total, primero se buscó la información de la producción diaria de las piezas. Para el número de parte 155J1-E1, se encontró el registro en un formato de discos ranurados, mientras que la producción del 142N1-C2001 se obtuvo de la plataforma MAINDSTEEL. Esta información fue esencial, ya que era necesario contar con la producción completa de los días dentro del periodo de medición para poder realizar un cálculo preciso del costo total por pieza. Asimismo, se incorporaron los costos indirectos, como el consumo de energía eléctrica, el mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas, así como la depreciación de la maquinaria utilizada durante el proceso de fabricación. Todos estos factores contribuyeron a un cálculo más completo del costo total por pieza. (Véase en la siguiente ilustración 4.23 la hoja de discos ranurados para la producción del 155J1-E1 y la ilustración 4.24 de la búsqueda de la producción diaria del 142N1 en la plataforma MAINDSTEEL).

# ORDEN	FECHA	TUBO	Nº DE PZAS FABRICADAS	Nº DE PZAS	CONDICIÓN DE LAS PZAS (AFILADO O SUPER)	PRODUCCIÓN DE PZAS	FECHA DE CAMBIO DE PZAS	REMARKS DEL USUARIO
24-9-24	1	S006	10	10	Afilado	1,300		
25-9-24	1	S006	10	10	Afilado	1,150		
20-9-24	1	S008	04	04	Afilado	0	29/9/24	Continuar de donde se estaba.
2-10-24	1	S008	04	04	Afilado	800		
3-10-24	1	S008	04	04	Afilado	1,050		
4-10-24	1	S008	04	04	Afilado	1,075		
7-10-24	1	S008	04	04	Afilado	1,950		
8-10-24	1	S008	04	04	Afilado	1,850		
9-10-24	1	S008	04	04	Afilado	2,085		
10-10-24	1	S008	04	04	Afilado	2,150		
11-10-24	1	S008	04	04	Afilado	1,900		
14-10-24	1	S008	04	04	Afilado	2,025		
15-10-24	1	S008	04	04	Afilado	2,075		
16-10-24	1	S008	04	04	Afilado	2,025		

PRODUCCIÓN DIARIA 155J1

Ilustración 4. 23 Producción Diaria No. de parte 155J1. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

SISTEMA DE MONITOREO MAINDSTEEL | 17-10-2024 8:51:35

Dashboard

AUTOMOTRIZ

- Tubos
- Reportes OEE
- Configuración PPH
- P.Programada || Scrap
- Consulta Producción**
- Estampado

Consulta Producción Tubos Automotriz

Tipo de consulta: [v]

09/10/2024

DIARIA

09 - 10 - 2024

Generar Excel

Search: 142N1

MÁQUINA	PART NUMBER	OPERACIÓN	P. PROGRAMADA	PRODUCCIÓN	SCRAP	PIEZAS OK	OBJETIVO PRODUCCIÓN	OEE
DT1006	142N1-C2001	Formado Ángulo	0	2379	0	0	0 %	170.32 %

SISTEMA DE MONITOREO MAINDSTEEL | 17-10-2024 8:54:58

Dashboard

AUTOMOTRIZ

- Tubos
- Reportes OEE
- Configuración PPH
- P.Programada || Scrap
- Consulta Producción**
- Estampado

Consulta Producción Tubos Automotriz

Tipo de consulta: [v]

14/10/2024

DIARIA

14 - 10 - 2024

Generar Excel

Search: 142N1

MÁQUINA	PART NUMBER	OPERACIÓN	P. PROGRAMADA	PRODUCCIÓN	SCRAP	PIEZAS OK	OBJETIVO PRODUCCIÓN	OEE
DT1006	142N1-C2001	Formado Ángulo	0	2289	0	0	0 %	176.75 %

Ilustración 4. 24 Producción diaria No. de parte 142N1 en plataforma MAINDSTEEL. Fuente: MAINDSTEEL. 2024

11.8 Actividad 5 identificación de oportunidades de optimización

Se identificaron oportunidades de optimización, se analizaron los datos recopilados y los costos asociados a los procesos productivos. A partir de este análisis, se identificaron áreas clave para mejorar la eficiencia y reducir costos. Entre las principales propuestas de mejora, se incluyeron acciones específicas para optimizar el uso de consumibles, tales como la reducción de desperdicios y una mejor administración de los materiales.

Además, se emitieron recomendaciones para mejorar la eficiencia en el uso de la maquinaria y herramientas, con el fin de alargar su vida útil y reducir el desgaste prematuro. Por último, se realizaron sugerencias orientadas a optimizar la distribución y aprovechamiento de la mano de obra, asegurando que cada operación fuera más eficiente sin comprometer la calidad del producto final. Estas acciones fueron clave para identificar oportunidades de optimización dentro del proceso de producción y lograr una reducción en los costos operativos.

Una de las oportunidades más importantes detectadas fue la falta de control sobre el consumo de navajas de corte utilizadas por las máquinas. No se contaba con un registro exacto de cuántas navajas se consumían ni del tiempo de duración de las mismas. Para solucionar este problema, se creó un formato de llenado específico para llevar el control de las navajas de corte. Dicho formato fue implementado en la planta y colocado en el rack correspondiente, donde el encargado de realizar el cambio de navajas debía registrarlo cada vez que fuera necesario un reemplazo. (Véase en las ilustraciones 4.25 y 4.26)

		REGISTRO DE CAMBIO DE NAVAJAS				
FECHA	NO. DE MAQUINA	NO. DE NAVAJAS	CONDICIÓN DE NAVAJAS	CANTIDAD DE PIEZAS	FECHA DE CAMBIO DE NAVAJAS	MOTIVO DEL CAMBIO

Ilustración 4. 25 Formato de registro cambio de navajas. Fuente: Elaboración propia. 2024.



Ilustración 4. 26 Formato puesto en planta. Fuente: Elaboración propia. 2024.

11.9 Actividad 6 elaboración de informe final

En la fase final del proyecto, se elaboró el informe final que consolidó toda la información y los resultados obtenidos durante el desarrollo del mismo. Este informe incluyó una descripción detallada de los procesos de fabricación de los números de parte analizados, asegurando que cada paso del proceso estuviera claramente documentado. Además, se presentaron los resultados de los cálculos de costos por operación y por pieza, que permitieron obtener un panorama preciso del costo total de producción.

El informe también incorporó un análisis comparativo de los costos, en el cual se evaluaron los gastos actuales en relación con periodos anteriores y con otros componentes similares. Este análisis fue crucial para identificar áreas donde se podrían realizar mejoras o ajustes en los costos de producción. Todo este contenido fue organizado y presentado de manera clara, con el fin de que la información pudiera ser utilizada para la toma de decisiones estratégicas dentro de la empresa, contribuyendo a una mayor eficiencia y reducción de costos en el futuro describiendo cada una de las actividades realizadas en el periodo del proyecto. (Véase en la ilustración 4.27)



Reporte Final de Resultados

Resultados de la Actividad 1: Análisis de los Procesos de Fabricación

En la actividad de análisis de los procesos de fabricación, se lograron avances significativos al desarrollar instrucciones de trabajo detalladas para cada uno de los procesos correspondientes a los números de parte 155J-E1 y 142N1-C2001. Estas instrucciones permitieron que los operadores siguieran el procedimiento adecuado, garantizando que cada etapa se realizara de acuerdo con los estándares de calidad establecidos. Además, las instrucciones incluyeron indicaciones específicas que mejoraron la comprensión y ejecución de las tareas, lo que optimizó el flujo de trabajo y redujo errores durante la producción.

Resultados de la Actividad 2: Identificación y Clasificación de los Consumibles

Se creó un documento en Excel que registraba diariamente los consumibles utilizados en cada operación, lo que permitió llevar un control detallado de su uso. Este registro diario, implementado en colaboración con los jefes de área, incluyó insumos como guantes, lentes, aceites, grasas y herramientas. Esta metodología facilitó la gestión de los recursos y permitió identificar patrones de consumo, mejorando la planificación de los inventarios y optimizando el uso de los insumos en función de las necesidades reales de la producción.

Resultados de la Actividad 3: Cálculo de Costos por Operación

Se traspasaron los datos de consumibles obtenidos de la plataforma MAINDSTEEL a un documento Excel, donde se añadieron los precios unitarios de cada consumible y se convirtieron de dólares a pesos mexicanos. Esta conversión fue crucial para garantizar la uniformidad del análisis final y facilitar el cálculo de los costos totales por operación y por pieza. Esta actividad permitió obtener un costo detallado por cada unidad producida, proporcionando una visión clara y precisa de los costos asociados a cada operación del proceso de fabricación.

Resultados de la Actividad 4: Integración de Costo Total por Piezas

La integración de los costos totales permitió calcular el costo final por pieza para los números de parte 155J1-E1 y 142N1-C2001. Para el número de parte 155J1-E1, el costo total ascendió a \$2,213,938.46 pesos en los dos meses de medición, con un costo por pieza de \$33.16 pesos. Para el número de parte 142N1-C2001, el costo total fue de \$1,107,946.20 pesos, con un costo por pieza de \$12.60 pesos. Los consumibles más utilizados fueron discos de fibra y guantes de hilaza, mientras que el consumible de mayor costo fue el disco de ranurado para el 155J1-E1, y la grasa EP0 Mobil 19L para el 142N1-C2001. Estos resultados permitieron una evaluación clara de los costos por pieza, siendo fundamentales para la optimización de recursos en la producción.



Resultados de la Actividad 5: Identificación de Oportunidades de Optimización

Una de las áreas de mejora más importantes fue la falta de control sobre el consumo de navajas de corte. Se implementó un formato específico para llevar el control de los cambios de navajas, que fue colocado en el rack correspondiente en la planta. A partir de este control, se obtuvieron datos precisos sobre la frecuencia de los reemplazos y la cantidad de navajas consumidas, lo que permitió una mejor gestión de este recurso. Este formato continuará utilizándose para obtener más información valiosa que contribuya a la optimización del uso de las navajas en el futuro.

Firma:

Ing. Karina Guerrero Gómez
Departamento de Procesos

Ilustración 4. 27 Reporte final. Fuente: Elaboración propia. 2024.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

12. Resultados

12.1 Resultados actividad 1 análisis de los procesos de fabricación

Correspondiente a los resultados, se presentaron los avances logrados en la actividad de análisis de los procesos de fabricación. Se crearon instrucciones de trabajo detalladas para cada uno de los procesos involucrados en los números de parte 155J-E1 y 142N1-C2001. Estas instrucciones fueron diseñadas con el objetivo de que los operadores pudieran seguir el procedimiento correcto de manera precisa, asegurando que cada etapa del proceso se realice conforme a los estándares establecidos. Además, se incluyeron indicaciones específicas que facilitaron la comprensión y ejecución de las tareas, optimizando el flujo de trabajo y reduciendo posibles errores durante la producción. (Véase el ejemplo de las instrucciones de trabajo elaboradas en las siguientes ilustraciones 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11) Para una mejor vista de las instrucciones (Ver anexos del 2 al 11)

12.1.1 Instrucciones de trabajo del 155J1-E1

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO																	
PROCESO	MAQUINA	Nº DE MAQUINA	OPERACIÓN	NIVEL	FECHA	RESPONSABLE	ELABORADO	REVISÓ									
Aboquillado 1 y 2 (155J-E1)	ABOQUILLADORA OJISI	ABOQ01	12	7	28/09/2024	Control de Presión	Luis Durand De Valdes Mesa	Ing. Ezequiel Guerrero Gomez									
OBJETIVO: Garantizar la calidad de aboquillado en el proceso de aboquillado a través de los procedimientos de trabajo elaborados en sus instrucciones de trabajo.	ALCANCE: Área de Producción, Área de Mantenimiento.	IDENTIFICACIÓN VISUAL: SEGURO CALIDAD PROCESO POKAYOKE	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS: Procedimientos, Control de Producto (CP) Procedimientos (MPC, JAC, L, H) Procedimientos, Inspecciones y Pruebas (MPC, JAC, L, H) Procedimientos, Identificación de Producto (MPC, JAC, L, H) Procedimientos, Lista de Inspección, Fabricación e Inspección a seguir (MPC, JAC, L, H)		MATERIALES A UTILIZAR: EQUIPO DE SEGURIDAD (EPP) EQUIPO DE MANTENIMIENTO PARA EL PROCESO			EQUIPO DE SEGURIDAD (EPP): - Botón de seguridad - Guantes de látex - Aviso de seguridad - Señal de seguridad - Señal de advertencia									
Identificar el área de trabajo				Identificación de partes													
				<table border="1"> <tr> <td>CLAMP</td> <td>TOPE</td> <td>ABOQUILLADO CONTROL</td> <td>ABOQUILLADO SIN CONTROL</td> </tr> <tr> <td>SEÑAL DE PELIGRO</td> <td>SEÑALIZADO</td> <td>PISTA RED AZUL PARA VALORES DE CONTROL</td> <td>CONTRASEÑA PARA MAXIMOS MANTENIMIENTO</td> </tr> </table>				CLAMP	TOPE	ABOQUILLADO CONTROL	ABOQUILLADO SIN CONTROL	SEÑAL DE PELIGRO	SEÑALIZADO	PISTA RED AZUL PARA VALORES DE CONTROL	CONTRASEÑA PARA MAXIMOS MANTENIMIENTO		
CLAMP	TOPE	ABOQUILLADO CONTROL	ABOQUILLADO SIN CONTROL														
SEÑAL DE PELIGRO	SEÑALIZADO	PISTA RED AZUL PARA VALORES DE CONTROL	CONTRASEÑA PARA MAXIMOS MANTENIMIENTO														

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES:		
1	2	3
Colocar el selector en sentido de las manecillas del reloj a la posición: "ENCENDIDO".	Colocar el selector en sentido de las manecillas del reloj a la posición: "ENCENDIDO", del botón.	Levantar la hoja de mantenimiento (MPC-MPT 014 o MPC-040-Una según se aplique).
4	5	6
Realizarlo al inicio de turno	Colocar el tubo sobre la guía.	Desplazar el tubo hasta que llegue a tope.
<p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p>		

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
7	8	9
Activar el detector presionando simultáneamente los botones verdes de accionamiento con ambas manos.	Ingresar a control de ciclo control "Clamp", after el clamp. Retornar el ciclo normal como el paso 8 primer aboquillado.	Activar el detector presionando simultáneamente los botones verdes de accionamiento con ambas manos por segundo paso.
10	11	12
Lo que hará es solo cerrar "clamp" y abrir el "clamp".	No realizar el aboquillado por que el sensor detecta la falta del aboquillado.	Después de haber el cierre de presión de aboquillado. Tener el año del control de ciclo y colocado en la máquina.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
13	14	15
Tensar el tubo para colocarlo en la guía.	Colocar el tubo sobre la guía.	Desplazar el tubo hasta que llegue a tope.
16	17	18
Activar el detector presionando simultáneamente los botones verdes de accionamiento con ambas manos.	Esperar a terminar el ciclo (Cerrar "Clamp" y abrir el "Clamp").	Retirar el tubo de la guía.

Ilustración 5. 1 Instrucción de trabajo Aboquillado. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO								
PROCESO	MAQUINA	Nº. DE MAQUINA	OPERACIÓN	NIVEL	FECHA	RESPONSABLE	ELABORO	REVISÓ
Formado de "U" 15121-2120	PRENSA U-1512	DT660	28	C	28/09/2024	Control de Proceso	Luis Oviedo De Valeros Masías	Ing. Karina Guerrero Osorio
OBJETIVO:	ALCANCE:	IDENTIFICACION VISUAL:	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS:	MATERIALES A UTILIZAR:	EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA EL PROCESO:	EQUIPO DE SEGURIDAD (EPP):		
Controlar la calidad de acuerdo a las especificaciones del proceso de formado de U a través de los instrumentos de medición establecidos en una certificación de calibración.	Área de Producción, Área de Mantenimiento	<p>SEGURIDAD</p> <p>CALIDAD</p> <p>PROCESO</p> <p>POKAYOKE</p>	<p>Procedimientos: Control de Producto NO Conforme (NIC-AC-3.13)</p> <p>Procedimientos: Inspección y Prueba (NIC-AC-3.10)</p> <p>Procedimientos: Identificación de Producto (NIC-AC-3.09)</p> <p>Procedimientos: Lista de Inspección, Fabricación e Inspección (LISI-IMP-02)</p>	<p>•1511-E-1201-ARTIM</p> <p>•AC3120AR-10701-Da</p> <p>•17.17.2-Previsión de Formado U</p>	<p>•Máquina prensa U-1512</p> <p>•Herramienta de inspección (NIC-AC-320)</p>	<p>•Lentes de seguridad</p> <p>•Casaca de trabajo</p> <p>•Uso de seguridad</p> <p>•Español anti-choque</p>		
Identificar el área de trabajo				Identificación de parte:				

MIC-PROC-014 (REV. 12)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
7	8	9
 Ajustar y pasar el tubo, dejando la cinta de freno al operador.	 Asegurarse que el tubo llegue al tope. El tope tiene un sensor para detectar el tubo.	 Si el tubo no se llega al tope, no permitir el ciclo para el formado.
10	11	12
 Activar el formador presionando simultáneamente los botones verdes de accionamiento con ambas manos.	 Esperar a terminar el ciclo (3-secs clamp, haga el formador, 2-secs el formador y abra el clamp).	 Cuando se libera la pieza, con cuidado hacia la banda transportadora.

MIC-PROC-014 (REV. 12)

Ilustración 5.2 Instrucción de trabajo Formado de U. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES:		
1	2	3
 Oír el selector en sentido de las manecillas del reloj a la posición "ENCENDIDO".	 Oír el selector en sentido de las manecillas del reloj a la posición "ENCENDIDO" del tablero.	 Llevar la hoja de mantenimiento (NIC-MPT-014 o NIC-PAB-10a) según se aplique.
4	5	6
 Verificar la hoja viajera del material a procesar (NIC-ACA-05a). Tomar el tubo de abanico del desequilibrado.	 Colocar el tubo por el lado izquierdo de la dobladora.	 Deslizar el tubo por los dados formadores.

MIC-PROC-014 (REV. 12)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
13	14	15
 La pieza se desplaza por la banda transportadora. Tomar y emitir la pieza sobre el engrase (NIC-ACA-101a).	 Presentar la pieza en la plantilla de inspección.	 Verificar la pieza desplazando el canto de la plantilla en ambos sentidos de la pieza.
16	17	18
 El canto se detiene en los interiores de la pieza. El ángulo de la pieza es correcto.	 EN CASO DE QUE LA PIEZA ESTE DESALINEADA O NO ESTE EN LA PLANTILLA POR MOTIVO DEL ANCHO O LARGO, REPETIR INMEDIATAMENTE A SU JEFE.	 EN CASO DE QUE LA PIEZA ESTE DESALINEADA O NO ESTE EN LA PLANTILLA POR MOTIVO DEL ANCHO O LARGO, REPETIR INMEDIATAMENTE A SU JEFE.
<p>NOTA: En caso de que exista algún desajuste avisar a su jefe directo.</p>		

MIC-PROC-014 (REV. 12)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO								
PROCESO	MAQUINA	Nº. DE MAQUINA	OPERACIÓN	NIVEL	FECHA	RESPONSABLE	ELABORO	REVISÓ
Formado de "Z" 15121-2120	PRENSA Z-1512	DT660	28	C	28/09/2024	Control de Proceso	Luis Oviedo De Valeros Masías	Ing. Karina Guerrero Osorio
OBJETIVO:	ALCANCE:	IDENTIFICACION VISUAL:	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS:	MATERIALES A UTILIZAR:	EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA EL PROCESO:	EQUIPO DE SEGURIDAD (EPP):		
Controlar la calidad de acuerdo a las especificaciones del proceso de formado de Z a través de los instrumentos de medición establecidos en una certificación de calibración.	Área de Producción, Área de Mantenimiento	<p>SEGURIDAD</p> <p>CALIDAD</p> <p>PROCESO</p> <p>POKAYOKE</p>	<p>Procedimientos: Control de Producto NO Conforme (NIC-AC-3.13)</p> <p>Procedimientos: Inspección y Prueba (NIC-AC-3.10)</p> <p>Procedimientos: Identificación de Producto (NIC-AC-3.09)</p> <p>Procedimientos: Lista de Inspección, Fabricación e Inspección (LISI-IMP-02)</p>	<p>•1511-E-1201-ARTIM</p> <p>•AC3120AR-10701-Da</p> <p>•17.17.2-Previsión de Formado U</p>	<p>•Máquina prensa Z-1512</p> <p>•DT660</p>	<p>•Lentes de seguridad</p> <p>•Casaca de trabajo</p> <p>•Uso de seguridad</p> <p>•Español anti-choque</p>		
Identificar el área de trabajo				Identificación de parte:				

MIC-PROC-014 (REV. 12)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
7	8	9
 Ajustar y pasar el tubo, dejando la cinta de freno al operador.	 Activar el formador presionando simultáneamente los botones verdes de accionamiento con ambas manos.	 Esperar a terminar el ciclo (3-secs clamp y haga el formador, 2-secs el formador y abra el clamp).
10	11	12
 Retirar la pieza formada de la división 1 del troquel por la parte frontal de la prensa.	 Colocar la pieza formada en la división 2 del troquel por la parte frontal de la prensa.	 Asegurarse que la pieza llegue al tope.

MIC-PROC-014 (REV. 12)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES:		
1	2	3
 Oír el selector en sentido de las manecillas del reloj a la posición "ENCENDIDO".	 Oír el selector en sentido de las manecillas del reloj a la posición "ENCENDIDO" del tablero.	 Llevar la hoja de mantenimiento (NIC-MPT-014 o NIC-PAB-10a) según se aplique.
4	5	6
 Verificar la hoja viajera del material a procesar (NIC-ACA-05a). Tomar el tubo del transportador.	 Verificar que la cinta valla hacia arriba.	 Colocar la pieza 1 formada en "U" en la división 1 del troquel por la parte frontal de la prensa.

MIC-PROC-014 (REV. 12)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
13	14	15
 Tomar una pieza formada en "U" del transportador.	 Colocar la pieza 1 formada en "U" en la división 1 del troquel por la parte frontal de la prensa.	 Asegurarse que la pieza llegue al tope. NO debe de quedar despegada del tope.
16	17	18
 La condición de que llegue a tope, es para la pieza colocada en la división 1 y 2.	 Activar el formador presionando simultáneamente los botones verdes de accionamiento con ambas manos.	 Esperar a terminar el ciclo (3-secs clamp y haga el formador, 2-secs el formador y abra el clamp).

MIC-PROC-014 (REV. 12)

Ilustración 5.3 Instrucción de trabajo Formado de Z. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO								
PROCESO	MAQUINA	Nº DE MAQUINA	OPERACIÓN	NIVEL	FECHA	RESPONSABLE	ELABORO	REVISÓ
Ranurado 1020-E230	RANURADORA D-020	D7380	40	D	2019/2024	Control de Procesos	León Oviedo De Yébenes Matías	Igor Kuznetsov Gerasim Gerasim
OBJETIVO:	ALCANCE:	IDENTIFICACIÓN VISUAL:	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS:	MATERIALES A UTILIZAR:	EQUIPO Y HERRAMIENTAS PARA EL PROCESO:	EQUIPO DE PROTECCIÓN (EPP):		
Controlar la calidad de acuerdo con los requisitos de proceso de ranurado, a través de las inspecciones (dimensiones establecidas en el proceso) de ranurado de trabajo.	Área de Producción, Área de Mantenimiento	SEGURIDAD CALIDAD PROCESO POKAYOKE	Procedimientos: Control de Producción (M) Control (MPC-ACA-17); Procedimientos, Inspecciones y Pruebas (MPC-ACA-17); Procedimientos, Identificación de Producción (MPC-ACA-18); Procedimientos: Línea de Inspección, Fabricación (MPC-ACA-19); Procedimientos (MPC-AMP-21)	*1101-E-230-ANEM ACU 01/04/1039 (MPC-17) T.2. Documento detallado en: ...	*Máquina Ranuradora D-020 *Plano de verificación de rango de control *Herramienta de trabajo.	Lentes de seguridad Guantes de látex Botas de seguridad Tapones auditivos.		
Identificar el área de trabajo				Identificación de partes.				

MPC-PE-024 (REV. 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
7-Activar la ranuradora posicionando las botonas visible de accionamiento.	8-Exponer a terminar el ciclo (3-5e cierra el clamp automático).	9-5e desplaza el eje de derecha a izquierda.
10-Después de regresar y se desplaza el eje de izquierda a derecha.	11-3-5e abre el clamp automático.	12-Retirar la pieza por la parte frontal de la ranuradora.

MPC-PE-024 (REV. 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
1- Colocar el selector en posición de las manecillas del reloj a la posición "ENCENDIDO".	2- Limpiar la boja de mantenimiento (DSC-APT-014 o DSC-PAR-104) según se aplique.	3- Verificar la boja vigas del material a través de DSC-ACA-016. Tomar la pieza del transportador.
4- Colocar la pieza por la parte frontal de la maquina ranuradora.	5- La pieza debe ser fijada a un eje de conexión en la parte superior. El eje superior el modelo debe colocarse en un punto tal que se vea necesario.	6- Pieza a tope.

MPC-PE-024 (REV. 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
13- Colocar la pieza ranurada en el transportador. Tomar la pieza acorde al registro (DSC-ACA-1014).	14- Una vez que la pieza está ranurada, tomar la plantilla de verificación de largo de entrada.	15- Presentar una pieza en la plantilla de verificación de largo de entrada.
16- Verificar que las piezas estén correctamente en el eje de referencia para una de la plantilla.	17- En caso de no las piezas no colocadas inferior a tu eje de referencia para inferior al proceso anterior.	18- LA FRECUENCIA DE USO DE PLANTILLA ES CADA 2 HORAS. EL OPERADOR DEBEA DETENER EL PROCESO EN LOS SIGUIENTES CAMBIOS: CAMBIO DE DISCO: SE DEBEA REALIZAR CADA 2 HORAS DE EMPENDIMIENTO A LA VEZ VISUAL DE LA ESTEREA DE LA ANUALIDAD, AJUSTAR A PROPIOS PASOS EL CORREO. CAMBIO DE LUBRICANTE: SE DEBEA REALIZAR CUANDO SE ENCUENTRE EN SU ÚLTIMO MOMENTO POR CANTIDAD DE ESTE, AVISAR AL LÍDER PARA EL COMPROBADO.

MPC-PE-024 (REV. 1)

Ilustración 5. 4 Instrucción de trabajo Ranurado. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO								
PROCESO	MAQUINA	Nº DE MAQUINA	OPERACIÓN	NIVEL	FECHA	RESPONSABLE	ELABORO	REVISÓ
Pulido 1020-E230	PULIDORA SEMIAUTOMATA	NA	50	D	2019/2024	Control de Procesos	León Oviedo De Yébenes Matías	Igor Kuznetsov Gerasim Gerasim
OBJETIVO:	ALCANCE:	IDENTIFICACIÓN VISUAL:	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS:	MATERIALES A UTILIZAR:	EQUIPO Y HERRAMIENTAS PARA EL PROCESO:	EQUIPO DE PROTECCIÓN (EPP):		
Controlar la calidad de acuerdo con los requisitos de proceso de pulido a través de las inspecciones (dimensiones establecidas en el proceso) de pulido de trabajo.	Área de Producción.	SEGURIDAD CALIDAD PROCESO POKAYOKE	Procedimientos: Control de Producción (M) Control (MPC-ACA-17); Procedimientos, Inspecciones y Pruebas (MPC-ACA-17); Procedimientos, Identificación de Producción (MPC-ACA-18); Procedimientos: Línea de Inspección, Fabricación (MPC-ACA-19); Procedimientos (MPC-AMP-21)	*1101-E-230-ANEM ACU 01/04/1039 (MPC-17) T.2. Documento detallado en: ...	*Máquina pulidora *Discos de pulido *Herramienta de trabajo.	Lentes de seguridad Guantes de látex Botas de seguridad Tapones auditivos.		
Identificar el área de trabajo				Identificación de partes.				

MPC-PE-024 (REV. 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
7-Una vez pulido el área de ranurado, verificar que la ranura no presente daño ni ranura o ranura no recta.	8-Condiciones OK, imagen 1 y 3D imagen 2.	9- Revisar que la pieza no tenga alguna ranura, golpe o rasadura en la zona crítica de las patas que sea visible.
10- En el caso de que tenga alguna ranura, golpe o rasadura (Profundidad o muy marcado), en la zona crítica.	11- Tomar la pulidora y pulir la zona afectada.	12- Pieza pulida.

MPC-PE-024 (REV. 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
1- Verificar la boja vigas del material a través de DSC-ACA-016. Tomar la pieza del transportador.	2- Colocar la pieza en la mesa de pulido.	3- Tomar la pieza a pulir y colocarla de manera vertical, apoyándose de la ranura.
4- Pieza sin pulir.	5- Tomar la pulidora automática y desbastar la rebaba de las esquinas. El filo pulido debe ser o-dado la pieza.	6- Pieza pulida.

MPC-PE-024 (REV. 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
13- Colocar la pieza en el transportador y después se colocará en el carro de material de producto terminado.		

MPC-PE-024 (REV. 1)

Ilustración 5. 5 Instrucción de trabajo Pulido. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO							
PROCESO	MÁQUINA	Nº DE MÁQUINA	OPERACION	NIVEL	FECHA	RESPONSABLE	REVISÓ
Atenuación LUTLE/ENI		NA	7	II	26/05/2024	Caarel de Praves	Levi Oviedo De Villaverde Maestas
OBJETIVO: Controlar la calidad de nuestro producto en el proceso de alineación a través de la Inspección de Calidad establecida en esta instrucción de trabajo.	ALCANCE: Área de Producción.	IDENTIFICACIÓN VISUAL: SEGURO CALIENTE PROCESO POKAYOKE	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS: Procedimiento Control de Producción (MPC) (MPC-AC-A-17) Procedimiento Inspección y Pruebas (MPC-AC-A-18) Procedimiento Identificación de Productos (MPC-AC-A-06)	MATERIALES A UTILIZAR: 1. ISO 9001:2015 (MPC-AC-A-18) 2. T.2. Tratamiento del proceso de comando	EQUIPO Y HERRAMIENTAS PARA EL PROCESO: - Mesa con soporte de aluminio. - *Herrido de inspección (12x12x200). - *Hilo. - *Herrido negro.	EQUIPO DE PROTECCIÓN EPP: - Casco de seguridad. - Guantes de látex. - Botas de seguridad. - Zapatos antistáticos.	
Identificar el área de trabajo				Identificación de partes:			

MPC-FCG-001 (NIVEL II)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO			
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES:			
1	2	3	4
5	6	7	8
Revisar de nuevo visual la pieza si y si que se vea defecto. Acordar al cualquier de defectos de apariencia por solucionar.			
Revisar de nuevo visual la pieza si y si que se vea defecto. Acordar al cualquier de defectos de apariencia por solucionar.			
Revisar de nuevo visual la pieza si y si que se vea defecto. Acordar al cualquier de defectos de apariencia por solucionar.			

MPC-FCG-001 (NIVEL II)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
7	8	9
10	11	12
Colocar la pieza en el soporte y presionar hacia abajo según la guía de la pieza.		
Desplazar la pieza sobre la superficie plana hasta llegar al gauge, para revisar la altura.		
Desplazar la pieza sobre la superficie plana hasta llegar al gauge, para revisar la altura.		
En caso de que la pieza toque en el gauge de otros, retirar el gauge.		
Desplazar momentáneamente la pieza sobre la superficie plana. Si la pieza pasa correctamente, poner el gauge.		
Presentar la pieza en la plantilla de inspección.		

MPC-FCG-001 (NIVEL II)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
13	14	15
16	17	18
Desplazar el go no go para validar la posición de la rosca.		
Verificar que la pieza viene correctamente.		
Revisar la longitud de la posición de la rosca con el GO/NOGO. Desplazar el go-no-go por la parte de la pieza.		
Revisar que la altura de la calavera.		
NOTA		
SI EXISTE ALGUNA DUDA DEL USO DE LA PLANTILLA DE INSPECCIÓN, REVISAR LA HOJA DE INSTRUCCIÓN DE USO DE PLANTILLA, PARA VALIDAR CADA UNO DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE LA MISMA, ASÍ COMO LA CONDICIÓN DE PASA O NO PASA O REVISADO CON EL PERSONAL DE CALIDAD.		
Colocar la pieza en el caso de PT.		

MPC-FCG-001 (NIVEL II)

Ilustración 5. 6 Instrucción de trabajo Alineación. Fuente. MAINDSTEEL. 2024.

12.1.2 Instrucciones de trabajo del 142N1-C2001

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO							
PROCESO	MÁQUINA	Nº DE MÁQUINA	OPERACION	NIVEL	FECHA	RESPONSABLE	REVISÓ
Formado de U ¹ 142N1-C2001	DOBLADORA DE U	365-07	15	C	23/09/2024	Caarel de Praves	Levi Oviedo De Villaverde Maestas
OBJETIVO: Controlar la calidad de nuestro producto en el proceso de Formado de U a través de la Inspección de Calidad establecida en esta instrucción de trabajo.	ALCANCE: Área de Producción Área de Mantenimiento	IDENTIFICACIÓN VISUAL: SEGURO CALIENTE PROCESO POKAYOKE	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS: Procedimiento Control de Producción (MPC) (MPC-AC-A-17) Procedimiento Inspección y Pruebas (MPC-AC-A-18) Procedimiento Identificación de Productos (MPC-AC-A-06) Procedimiento Error de Inspección, Subinspección y supervisión (MPC-AC-A-07)	MATERIALES A UTILIZAR: 1. ISO 9001:2015 (MPC-AC-A-18) 2. T.2. Tratamiento del proceso de comando	EQUIPO Y HERRAMIENTAS PARA EL PROCESO: - *Manguito de Aluminio de 12" con rosca.	EQUIPO DE PROTECCIÓN EPP: - Casco de seguridad. - Guantes de látex. - Botas de seguridad. - Zapatos antistáticos.	
Identificar el área de trabajo				Identificación de partes:			

MPC-FCG-001 (NIVEL II)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
1	2	3
4	5	6
Limar la barra de mantenimiento (MPC-00PT-014 o MPC-AD-230) según se aplica.		
Verificar la baja visibilidad del material a procesar (MPC-AC-A-05). Terminar el tubo del contenedor.		
Desplazar el tubo en el momento del clavo e insertar el tubo en la guía indicada (tubo de derecha a izquierda).		
Verificar que el tubo al ser desplazado por la barra quede en la costura hacia arriba.		
El tubo debe llegar al final de la carrera del tope inicial.		
Presionar el botón verde para accionar el 1er formador.		

MPC-FCG-001 (NIVEL II)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
7	8	9
10	11	12
Desplazar a terminar el ciclo 1. Se cierra el clavo y el formador gira en sentido de las manecillas del reloj.		
2. Abre el clavo, 3. Retirar a presión cualquier pieza en estado de alerta a la izquierda del tubo, todo el tiempo que se vea rojo.		
Desplazar el tubo hacia el tope final, cuando el extremo sobresalga de la zona de apoyo.		
2. Abre el clavo, 3. Retirar a presión cualquier pieza en estado de alerta a la izquierda del tubo, todo el tiempo que se vea rojo.		

MPC-FCG-001 (NIVEL II)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
13	14	15
16	17	18
Retirar la pieza, desplazándola hacia la derecha.		
Colocar la pieza formada en el transportador.		

MPC-FCG-001 (NIVEL II)

Ilustración 5. 7 Instrucción de trabajo Formado de U. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO								
PROCESO	MAQUINA	Nº DE MAQUINA	OPERACIÓN	NIVEL	FECHA	RESPONSABLE	ELABORO	REVISÓ
Atención 142N1-C201	MESA DE INSPECCIÓN	NA	15.10	C	13/09/2024	Control de Procesos	Luis Oviedo De Valdes Macías	Ing. Karina Guerrero Gues
OBJETIVO:	ALCANCE:	IDENTIFICACIÓN VISUAL:	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS:	MATERIALES A UTILIZAR:	EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA EL PROCESO:	EQUIPO DE SEGURIDAD (EPP):		
Garantizar la calidad de nuestro producto en el proceso de alineación de la pieza de la Manufactura directamente establecida en esta instrucción de trabajo.	Área de Producción.	<ul style="list-style-type: none"> ■ SEGURIDAD ■ CALIDAD ■ PROCESO ■ 5S/KAIZEN 	Procedimientos, Control de Producto NO Conformes (MCC-ACA-17); Procedimientos, Inspecciones y Pruebas (MCC-ACA-10); Procedimientos, Identificación de Producto (MCC-ACA-06).	142N1-C201; STXN1 LA Dna. 12 EEL, Pólvora para formar en "U".	- Escala métrica y de planimetría con marca para alineación.	- Lentes de seguridad (Gorro de trabajo). - Botas de seguridad. - Tapones auditivos.		
Identificar el área de trabajo			Identificación de parte.					

MCC-PRO-GUA (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES:		
1	2	3
Verificar la hoja vigiera del material a procesar (0.5CC-ACA-04a). Tomar la pieza del transportador.	Revisar que la pieza no presente desalineación presionando un lado y el otro en la superficie plana.	Si las patas están alineadas, como muestra la imagen, continuar con el paso del "4" al "6".
4	5	6
Si las patas no están alineadas (uno de los extremos de la pieza está desalineado), continuar con el paso 5.	Insertar la pieza en la RANURA y presionar hacia arriba e hacia abajo según pida la pieza.	Una vez que está alineada la pieza, presentar nuevamente la pieza en la superficie plana.

MCC-PRO-GUA (NIVEL 1)

Ilustración 5. 8 Instrucción de trabajo Alineación. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO								
PROCESO	MAQUINA	Nº DE MAQUINA	OPERACIÓN	NIVEL	FECHA	RESPONSABLE	ELABORO	REVISÓ
FORMADO DE ANGULO DEL 142N1-C201	PRENSA E-42N1	DT104	20	D	13/09/2024	Control de Procesos	Luis Oviedo De Valdes Macías	Ing. Karina Guerrero Gues
OBJETIVO:	ALCANCE:	IDENTIFICACIÓN VISUAL:	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS:	MATERIALES A UTILIZAR:	EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA EL PROCESO:	EQUIPO DE SEGURIDAD (EPP):		
Garantizar la calidad de nuestro producto en el proceso de formación de ángulo a través de los lineamientos directamente establecidos en esta instrucción de trabajo.	Área de Producción. Área de Mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> ■ SEGURIDAD ■ CALIDAD ■ PROCESO ■ 5S/KAIZEN 	Procedimientos, Control de Producto NO Conformes (MCC-ACA-17); Procedimientos, Inspecciones y Pruebas (MCC-ACA-10); Procedimientos, Identificación de Producto (MCC-ACA-06); Procedimientos, Línea de Impresión, Substrato e Impresión a color (MCC-APP-01).	*42N1-C201; STXN1 LA Dna. 12 1010 Pólvora para formar en "U".	Máquina de formar en ángulo. Escala de ángulo.	- Lentes de seguridad (Gorro de trabajo). - Botas de seguridad. - Tapones auditivos.		
Identificar el área de trabajo			Identificación de parte.					

MCC-PRO-GUA (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES:		
1	2	3
Conse el selector en sentido de las manecillas del reloj a la posición "ENCENDIDO".	Conse el selector en sentido de las manecillas del reloj a la posición "ENCENDIDO", del robot.	Linear la hoja de mantenimiento (0.5CC-APT-014 o MCC-PAR-104) según se aplique.
4	5	6
Verificar la hoja vigiera del material a procesar (0.5CC-ACA-04a). Tomar el tubo del transportador.	Colocar el tubo formado sobre las guías, con la COSTURA hacia abajo.	El tubo formado tiene que quedar bien posicionado sobre las guías.

MCC-PRO-GUA (NIVEL 1)

7	8	9
La pieza formada tiene que llegar a tope.	Activar el formador presionando simultáneamente los botones verde de accionamiento con ambas manos.	Esperar a terminar el ciclo: 1- Bajar y subir el troquel.
10	11	12
Una vez que termina el ciclo, retirar el tubo formado.	Verificar que la pieza tenga los formados de cada uno de los extremos.	Colocar la pieza en el carro de material formado, cuando de que se le encuentre espacio disponible en él para pasar al transportador.

MCC-PRO-GUA (NIVEL 1)

13	14	
Conse el selector en sentido opuesto de las manecillas del reloj a la posición "APAGADO", del robot.	Conse el selector en sentido opuesto a las manecillas del reloj a la posición "APAGADO".	

MCC-PRO-GUA (NIVEL 1)

Ilustración 5. 9 Instrucción de trabajo Formado de ángulo. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO											
PROCESO	MAQUINA	Nº DE MAQUINA	OPERACION	NIVEL	FECHA	RESPONSABLE	ELABORO	REVISO			
Planchado y Ranurado IAINI-C2001	XANOLJ CP-110	2613P, 2613M	30	E	13/09/2024	Control de Proceso	Luis Oviedo De Valverde Moreno	Ing Karlos Guerrero Gomez			
OBJETIVO:	ALCANCE:	IDENTIFICACION VISUAL:	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS:	MATERIALES A UTILIZAR:	EQUIPO Y HERRAMIENTAS PARA EL PROCESO:	EQUIPO DE SEGURIDAD (EPP):					
Garantizar la calidad de accesorio producido en el proceso de planchado y ranurado controlando el cumplimiento de los requisitos establecidos en las especificaciones de trabajo.	Área de Producción, Área de Mantenimiento.	SEGURIDAD: CALIDAD: PROCESO: POKAYOKE:	Procedimientos: Control de Producto NO Cumple (MDC-ACA-15), Procedimientos: Inspecciones y Pruebas (MDC-ACA-10), Procedimientos: Identificación de Producto (MDC-ACA-05), Procedimientos: Lista de Herramientas, Utilización y Mantenimiento (MDC-ACA-02).	+ 14201-C2001 Procedimiento de PLANCHADO Y RANURADO	+ 1 controlador de flujo + Caja de Paj para material + Caja para scrap + Máquina para ranurar + Espinas auxiliares.	León de seguridad Gorro de hilado Bata de seguridad Faja (Bata con mangas puestas) + Espinas auxiliares.					
Identificar el área de trabajo				Identificación de parte:							

MDC-PCA-001(1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES:		
1	2	3
Linear la hoja de mantenimiento (MDC-NPT-014 o MDC-PAF-16a) según se explique.	1 Seleccionar "C RESETE", 2 Seleccionar "T RESETE" para colorear en "0" el contador.	Confirmar con la altura de presión sea la correcta (0.1.5mm) con tolerancia de +/-2mm.
4	5	6
Verificar la hoja (veriga del material) a procesar (MDC-ACA-05a). Tomar pieza.	Calentar la pieza en el entrapado, verificando que la costura quede hacia arriba.	Verificar que la pieza quede entre los pies.

MDC-PCA-001(2)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
7	8	9
Accesar los botones según el mismo tiempo para abrir el proceso de entrapado (veriga: respectar NPT).	Remover el proceso (buzón volte) entre la pieza en sus 40 minutos y verificar que sea el botón correcto.	NOTA AL TERMINO DE CADA PIEZA EL OPERADOR DEBERA LIMPIAR CON UNA BROCHA LAS PARTES DEL ENTAPADO PARA RETIRAR CUALQUIER SCRAP, EVITANDO ALGUNAS DEFORMACIONES EN LA PIEZA.
10	11	12
PIEZA OK	EL OPERADOR DEBERA DE ESTAR AL PENDIENTE DE LA ACUMULACION DE SCRAP EN LA PARTE TRASERA DEL TROCENOR (NOT DEBERA ACUMULARSE) EN CASO DE ESTAR ACUMULADO DEBERA RETIRARSE (PASO 15).	Colocar la pieza en el carro para Buzo de material.
NOTA Si la pieza presenta algún tipo de defecto o no cumple con las especificaciones, para descartarse a ser pieza NG.		

MDC-PCA-001(3)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
13	14	15
SCRAP		
Acumulado de scrap en la plantilla.	El operador deberá retirar el scrap con la brocha según este.	El scrap está acumulado en la caja que se encuentra en la parte trasera de la plantilla.
16	17	18
MOTOR STOP	OFF	OFF
Apagar la máquina utilizando el botón STOP "MAYOR" (TVP) del tablero de control.	Presionar el botón "MAYOR MOTOR" a presión. OFF (apagado el botón control de las máquinas del área).	Presionar el botón "MAYOR MOTOR" a presión. OFF (apagado el botón control de las máquinas del área).

MDC-PCA-001(4)

Ilustración 5. 10 Instrucción de trabajo Planchado y Ranurado. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO									
PROCESO	MAQUINA	Nº DE MAQUINA	OPERACION	NIVEL	FECHA	RESPONSABLE	ELABORO	REVISO	
Inspección del producto IAINI-C2001	MESA DE INSPECCION	NA	40	C	13/09/2024	Control de Proceso	Luis Oviedo De Valverde Moreno	Ing Karlos Guerrero Gomez	
OBJETIVO:	ALCANCE:	IDENTIFICACION VISUAL:	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS:	MATERIALES A UTILIZAR:	EQUIPO Y HERRAMIENTAS PARA EL PROCESO:	EQUIPO DE SEGURIDAD (EPP):			
Garantizar la calidad de accesorio producido en el proceso de inspección del producto a través de los procedimientos y herramientas establecidas en las especificaciones de trabajo.	Área de Producción.	SEGURIDAD: CALIDAD: PROCESO: POKAYOKE:	Procedimientos: Control de Producto NO Cumple (MDC-ACA-15), Procedimientos: Inspecciones y Pruebas (MDC-ACA-10), Procedimientos: Identificación de Producto (MDC-ACA-05).	+ 14201-C2001 SEMA 11, 10, 12 (101) Superior de aluminio y ranurado.	Mesa de inspección Plantilla de inspección Bata de seguridad Espinas auxiliares.	León de seguridad Gorro de hilado Bata de seguridad Faja (Bata con mangas puestas) + Espinas auxiliares.			
Identificar el área de trabajo				Identificación de parte:					

MDC-PCA-001(5)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES:		
1	2	3
Verificar la hoja (veriga del material) a procesar (MDC-ACA-05a). Tomar el rollo del transportador.	Revisar la hoja de uso de plantilla.	Colocar la ranura de la pieza sobre la guía, para validar la plantilla de inspección.
4	5	6
Si no entra la pieza en las guías por control del ancho, girar la pieza.	Presentar la pieza al operador y si entra sin problema en las guías, seguir con el siguiente paso.	Desplazar el bloque para validar la altura de la pieza en las guías.

MDC-PCA-001(6)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
7	8	9
La ranura de cada una de las patas debe de estar en la costilla.	Colocar el clamp manual 1 y 2 y situarlo en cada lado de la ranura.	Retirar la plantilla de inspección de la ranura de entrapado. Desplazar el bloque para la pieza.
10	11	12
Las patas deben de pasar el primer escalón si la pieza OK.	Si las patas pasan el segundo escalón es pieza NG.	Retirar la posición del planchado con los pesos especiales para la función.

MDC-PCA-001(7)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
13	14	15
PIEZA OK	PIEZA NG	Clamp 1, Clamp 2
Desplazar el bloque hacia enfrente del operador, para poder retirar la pieza.	Si el planchado de la pieza no entra en la ranura, es pieza NO. Se tiene que retrabajar.	Abrir el clamp manual 1 y 2 y situarlo en cada lado de la pieza.
16	17	18
Desplazar el bloque hacia enfrente del operador, para poder retirar la pieza.	Retirar la pieza de la plantilla. Tomar una pieza y medir de acuerdo al formato (MDC-ACA-10-01a).	NOTA SI EXISTE ALGUNA DUDA DEL USO DE LA PLANTILLA DE INSPECCION, REVISAR LA HOJA DE INSTRUCCION DE USO DE PLANTILLA PARA VALIDAR CADA UNO DE LOS PUNTOS CRITICOS DE LA MISMA, ASI COMO LA CONDICION DE PASA O NO PASA O REVISARLO CON EL PERSONAL DE CALIDAD.

MDC-PCA-001(8)

Ilustración 5. 11 Instrucción de trabajo Inspección del producto. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

12.2 Resultados actividad 2 identificación y clasificación de los consumibles

En la actividad de identificación y clasificación de los consumibles, se creó un documento propio en Excel con el objetivo de llevar un control detallado de los consumibles utilizados en cada operación. Este documento consistía en una tabla donde se registraban diariamente los consumibles entregados y utilizados, permitiendo un seguimiento preciso del uso de recursos.

Para obtener la información, se implementó un proceso en el cual se le preguntaba al jefe de área qué consumibles se habían utilizado durante la jornada. Esto incluía desde artículos de protección personal como guantes y lentes de seguridad, hasta otros insumos como aceite, grasa y herramientas. Posteriormente, los datos proporcionados por el jefe de área se registraban en el documento Excel, lo que facilitaba la gestión y el control de los consumibles empleados en las operaciones diarias.

Este registro diario permitió llevar un historial preciso de los consumos, lo que no solo ayudaba a mantener un inventario actualizado, sino que también permitía identificar patrones de uso y optimizar la gestión de recursos en función de las necesidades reales del área de producción. (Véase el llenado de los consumibles del 155J1-E1 en las tablas 5.1 y 5.2 y del 142N1-C2001 en las 5.3 y 5.4)

12.2.1 No. de parte 155J1-E1

Tabla 5. 1 Llenado de consumibles 155JI-E1. Fuente: Elaboración Propia. 2024.

	04/10/2024	05/10/2024	06/10/2024	07/10/2024	08/10/2024	09/10/2024	10/10/2024	11/10/2024	12/10/2024	13/10/2024	14/10/2024	15/10/2024	16/10/2024
AFILADO DE JGO DE DISCO P/ RANURA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
DISCO RANURADO 155J1-E1201 L21B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
DISCO DE FIBRA MEDIANO GUINDA / P.C 3'	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
RECONSTRUIDO. U9875 MOTO TOOL NEUM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SALARIO DE PERSONAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GUANTE TIPO JAPONES HILAZA	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
LENTE DE SEGURIDAD / P.C	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
TAPON AUDITIVO / P.C	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
LUZ ELECTRICA Y AIRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REFACCIONAMIENTO, PERIODO DE TIEMPO DE CAMBIO	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
MATERIA PRIMA	1200	1200	1200	1200	1200	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ACEITE DTE24 Mobil 19L	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GRASA EP2 MOBIL 16Kg	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GRASA EPO MOBIL 19L	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACEITE FRL 19L	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COOLUBE 3.78L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

	17/10/2024	18/10/2024	19/10/2024	20/10/2024	21/10/2024	22/10/2024	23/10/2024	24/10/2024	25/10/2024	26/10/2024	27/10/2024	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024	31/10/2024	01/11/2024	02/11/2024	03/11/2024	04/11/2024
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Tabla 5. 2 Llenado de consumibles 155J1-E1 2. Fuente: Elaboración Propia. 2024.

05/11/2024	06/11/2024	07/11/2024	08/11/2024	09/11/2024	10/11/2024	11/11/2024	12/11/2024	13/11/2024	14/11/2024	15/11/2024	16/11/2024	17/11/2024	18/11/2024	19/11/2024	20/11/2024	21/11/2024	22/11/2024	23/11/2024
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

24/11/2024	25/11/2024	26/11/2024	27/11/2024	28/11/2024	29/11/2024	30/11/2024	01/12/2024
0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	3	3	3	3	3	3
0	0	0	0	0	2	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	3	0	0	3
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0

12.2.2 No. de parte 142N1-C2001

Tabla 5. 3 Llenado de consumibles 142N1-C2001. Fuente: Elaboración Propia. 2024.

	04/10/2024	05/10/2024	06/10/2024	07/10/2024	08/10/2024	09/10/2024	10/10/2024	11/10/2024	12/10/2024	13/10/2024	14/10/2024	15/10/2024	16/10/2024			
ACEITE SOLUBLE PARA MAQUINAS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0			
MARCADOR PENTEL PAINT MARKER AZUL	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0			
GUANTE TIPO JAPONES HILAZA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
LENTES DE SEGURIDAD / P.C	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0			
TAPON AUDITIVO / P.C	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0			
NAVAJAS DE CORTE	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0			
LUZ ELECTRICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
REFACCIONAMIENTO, PERIODO DE TIEMPO DE CAMBIO	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0			
MATERIA PRIMA	1200	1200	1200	1200	1200	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000			
SALARIO DE PERSONAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
ACEITE DTE24 Mobil 19L	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
GRASA EP2 MOBIL 16Kg	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
GRASA EPO MOBIL 19L	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
ACEITE FRL 19L	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
17/10/2024	18/10/2024	19/10/2024	20/10/2024	21/10/2024	22/10/2024	23/10/2024	24/10/2024	25/10/2024	26/10/2024	27/10/2024	28/10/2024	29/10/2024	30/10/2024	31/10/2024	01/11/2024	02/11/2024
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1300	1300	1300	1300	1300
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Tabla 5. 4 Llenado de consumibles 142N1-C2001 2. Fuente: Elaboración Propia. 2024.

03/11/2024	04/11/2024	05/11/2024	06/11/2024	07/11/2024	08/11/2024	09/11/2024	10/11/2024	11/11/2024	12/11/2024	13/11/2024	14/11/2024	15/11/2024	16/11/2024	17/11/2024	18/11/2024	19/11/2024
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
1300	1300	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

20/11/2024	21/11/2024	22/11/2024	23/11/2024	24/11/2024	25/11/2024	26/11/2024	27/11/2024	28/11/2024	29/11/2024	30/11/2024	01/12/2024
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

12.3 Resultados actividad 3 cálculo de costos por operación

En la actividad de gestión de datos y costos para el capítulo 5, se realizó el traspaso de la información al documento de Excel, donde se agregaron los precios unitarios de los consumibles en las filas correspondientes. Se vaciaron los datos obtenidos de la plataforma MAINDSTEEL, incluyendo los detalles de cada consumible, y se añadió el número de parte de cada uno para facilitar su identificación dentro del proceso. Además, se procedió a hacer la conversión de los precios de dólares a pesos mexicanos, ya que todo el análisis final debía presentarse en moneda nacional. Esto permitió que todos los costos de los consumibles estuvieran expresados en pesos, garantizando la uniformidad en el documento y facilitando el cálculo de los costos totales por operación y pieza. (Véase en las tablas 5.5 el número de afilados, del 155J1-E1 llenado de consumibles, tabla 5.6 y en la tabla 5.7 de 142N1-C2001)

Tabla 5. 5 Número de Afilados. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

NUMERO DE DISCO	AFILADO	NUMERO DE AFILADOS PENDIENTES
S008	4	7
S007	2	9
S004	8	3
S006	10	1
S009	4	7
TOTAL		27

Tabla 5. 6 Costo Unitario Consumibles. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

155J1-E1201		
NO. DE PARTE	CONSUMIBLES	COSTO UNITARIO
CN-C1068	AFILADO DE JGO DE DISCO P/ RANURA	\$ 7,560.00
M80-0205001	DISCO RANURADO 155J1-E1201 L21B	\$ 23,956.80
CN-C200	DISCO DE FIBRA MEDIANO GUINDA / P.C 3" GRIT. MED S2303 NORTON VORTEX	\$ 30.09
CN-C129-1	RECONSTRUIDO. UP875 MOTO TOOL NEUMATICO 1/4" ANGULAR 90° 22000 RPM USO PESADO URREA	\$ 1,479.18
Pendiente	SALARIO DE PERSONAL	\$ -
CN-S122	GUANTE TIPO JAPONES HILAZA	\$ 6.99
CN-S003	LENTES DE SEGURIDAD / P.C	\$ 14.95
CN-S131	TAPON AUDITIVO / P.C	\$ 4.00
Pendiente	LUZ ELECTRICA Y AIRE	\$ -
Pendiente	REFACCIONAMIENTO, PERIODO DE TIEMPO DE CAMBIO	\$ -
	MATERIA PRIMA	\$ 29.76
DTE24	ACEITE DTE24 Mobil 19L	\$ 3,970.00
EP2	GRASA EP2 MOBIL 16Kg	\$ 3,333.00
EPO	GRASA EPO MOBIL 19L	\$ 15,713.60
ISO VG32	ACEITE FRL 19L	\$ 1,349.00
M80-0409005	COOLUBE 3.78L	\$ 2,318.40

Tabla 5. 7 Costo Unitario Consumibles. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

142N1-C2001		
NO. DE PARTE	CONSUMIBLES	COSTO UNITARIO
CN-C878	ACEITE SOLUBLE PARA MAQUINAS	\$ 91.14
CN-O792	MARCADOR PENTEL PAINT MARKER AZUL	\$ 28.00
CN-S122	GUANTE TIPO JAPONES HILAZA	\$ 6.99
CN-S003	LENTES DE SEGURIDAD / P.C	\$ 14.95
CN-S131	TAPON AUDITIVO / P.C	\$ 4.00
	NAVAJAS DE CORTE	\$ 720.00
Pendiente	LUZ ELECTRICA Y AIRE	\$ -
Pendiente	REFACCIONAMIENTO, PERIODO DE TIEMPO DE CAMBIO	\$ -
	MATERIA PRIMA	\$ 11.48
Pendiente	SALARIO DE PERSONAL	
DTE24	ACEITE DTE24 Mobil 19L	\$ 3,970.00
EP2	GRASA EP2 MOBIL 16Kg	\$ 3,333.00
EPO	GRASA EPO MOBIL 19L	\$ 15,713.60
ISO VG32	ACEITE FRL 19L	\$ 1,349.00

12.4 Resultados actividad 4 integración de costo total por piezas

Se vació la información en el documento de Excel correspondiente a la producción de cada uno de los números de parte que se había recopilado previamente durante la fase de desarrollo. Utilizando fórmulas en la hoja de cálculo, se calcularon tanto el costo total como el costo por pieza de cada uno de los números de parte, además de los costos totales de cada consumible, convertidos a pesos mexicanos. (Véase en la tabla 5.8 el vaciado de la producción del 155J1 y la tabla 5.9 del 142N1 el vaciado de la producción diaria)

Tabla 5. 8 Vaciado de producción diaria 155J1. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES
Fechas	01/10/2024	02/10/2024	03/10/2024	04/10/2024	05/10/2024	06/10/2024	07/10/2024	08/10/2024	09/10/2024	10/10/2024	11/10/2024	12/10/2024	13/10/2024	14/10/2024
Produccion	1	800	1050	1075	0	0	1950	1850	2085	2150	1900	0	0	1025
Retrabajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scrap	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Objetivo	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1	1000	1000	1000	1000	1000
Cumplimiento	0.001	0.8	1.05	1.075	0	0	1.95	1.85	2.085	2.15	1.9	0	0	1.025
Diferencia	999	200	-50	-75	1000	1000	-950	-850	-2084	-1150	-900	1000	1000	-25
Total producido	1	800	1050	1075	0	0	1950	1850	2085	2150	1900	0	0	1025
Acumulado	1	801	1851	2926	2926	2926	4876	6726	8811	10961	12861	12861	12861	13886
Total	1	801	1851	2926	2926	2926	4876	6726	8811	10961	12861	12861	12861	13886

VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
15/11/2024	16/11/2024	17/11/2024	18/11/2024	19/11/2024	20/11/2024	21/11/2024	22/11/2024	23/11/2024	24/11/2024	25/11/2024	26/11/2024	27/11/2024	28/11/2024	29/11/2024	30/11/2024
1075	0	0	1950	1850	2085	2150	1900	0	0	1025	2075	800	1050	1075	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1
108%	0%	0%	195%	185%	209%	215%	190%	0%	0%	103%	208%	80%	105%	108%	0%
-75	1	1000	-950	-850	-1085	-1150	-900	1	1000	-25	-1075	200	-50	-75	1
1075	0	0	1950	1850	2085	2150	1900	0	0	1025	2075	800	1050	1075	0
50806	50806	50806	52756	54606	56691	58841	60741	60741	60741	61766	63841	64641	65691	66766	66766
50806	50806	50806	52756	54606	56691	58841	60741	60741	60741	61766	63841	64641	65691	66766	66766

Tabla 5. 9 Vaciado de producción diaria 142N1. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES
Fechas	01/10/2024	02/10/2024	03/10/2024	04/10/2024	05/10/2024	06/10/2024	07/10/2024	08/10/2024	09/10/2024	10/10/2024	11/10/2024	12/10/2024	13/10/2024	14/10/2024
Produccion	1	1987	900	2190	0	0	1970	2046	2379	1917	2243	0	0	2289
Retrabajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scrap	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Objetivo	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1	1000	1000	1000	1000	1000
Cumplimiento	0%	199%	90%	219%	0%	0%	197%	205%	237900%	192%	224%	0%	0%	229%
Diferencia	999	-987	100	-1190	1000	1000	-970	-1046	-2378	-917	-1243	1000	1000	-1289
Total producido	1	1987	900	2190	0	0	1970	2046	2379	1917	2243	0	0	2289
Acumulado	1	1988	2888	5078	5078	5078	7048	9094	11473	13390	15633	15633	15633	17922
Total	1	1988	2888	5078	5078	5078	7048	9094	11473	13390	15633	15633	15633	17922

JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
14/11/2024	15/11/2024	16/11/2024	17/11/2024	18/11/2024	19/11/2024	20/11/2024	21/11/2024	22/11/2024	23/11/2024	24/11/2024	25/11/2024	26/11/2024	27/11/2024	28/11/2024	29/11/2024	30/11/2024
1987	900	2190	0	0	1970	2046	2379	1917	2243	0	0	2289	2480	1987	2379	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	1000	1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1
199%	90%	219000%	0%	0%	197%	205%	238%	192%	224300%	0%	0%	229%	248%	199%	238%	0%
100	-2189	1000	1000	-970	-1046	-1379	-917	-2242	1000	1000	-1289	-1480	-987	-1379	1	0
1987	900	2190	0	0	1970	2046	2379	1917	2243	0	0	2289	2480	1987	2379	0
65178	66078	68268	68268	68268	70238	72284	74663	76580	78823	78823	78823	81112	83592	85579	87958	87958
65178	66078	68268	68268	68268	70238	72284	74663	76580	78823	78823	78823	81112	83592	85579	87958	87958

Para el número de parte 155J1, el costo total ascendió a \$2,213,938.46 pesos en los dos meses en que se midieron los consumibles, con un costo por pieza de \$33.16 pesos, que era el objetivo principal del cálculo. Cabe destacar que, conforme se fueron agregando los consumibles utilizados a lo largo de los días, el costo base por pieza comenzó en \$29.76 pesos y fue incrementando hasta alcanzar los \$33.16 pesos.

Para el 155J1, los consumibles más utilizados fueron los discos de fibra y los guantes de hilaza. El consumible con mayor costo fue el disco de ranurado, con un total de \$95,827.20 pesos, y el gasto en materia prima fue de \$1,986,956.16 pesos. Todos estos cálculos se realizaron en moneda nacional (pesos mexicanos). (Véase en las tablas 5.10 y 5.11 el costo total y costo por pieza del número de parte 155J1, así como el seguimiento del aumento del costo por pieza)

Tabla 5. 10 Costo total y costo por pieza del 155J1-E1. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

TOTAL	C. TOTAL	C. POR PIEZA
4	\$ 30,240.00	\$ 0.45
4	\$ 95,827.20	\$ 1.44
600	\$ 18,054.00	\$ 0.27
1	\$ 1,479.18	\$ 0.02
0	\$ -	\$ -
168	\$ 1,174.32	\$ 0.02
8	\$ 119.60	\$ 0.00
9	\$ 36.00	\$ 0.00
0	\$ -	\$ -
21	\$ -	\$ -
66766	\$ 1,986,956.16	\$ 29.76
3	\$ 11,910.00	\$ 0.18
3	\$ 9,999.00	\$ 0.15
3	\$ 47,140.80	\$ 0.71
3	\$ 4,047.00	\$ 0.06
3	\$ 6,955.20	\$ 0.10
SUMA	\$2,213,938.46	\$ 33.16

Tabla 5. 11 Seguimiento del aumento del costo total por pieza del 155J1-E1 Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

AFILADO DE JGO DE DISCO P/ RANURA	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	
DISCO RANURADO 15511-E1201 L21B	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	
DISCO DE FIBRA MEDIANO GUIUDA / P.C 3"	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	
GRIT. MED S2303 NORTON VORTEX					\$																	0.21	0.18	0.18	
RECONSTRUIDO. UP875 MOTO TOOL																									
NEUMATICO 1/4" ANGULAR 90° 22000 RPM	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	
USO PESADO URREA																									
SALARIO DE PERSONAL	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	
GUANTE TIPO JAPONES HILAZA	\$	-	\$	-	\$	-	\$	0.01	\$	0.01	\$	0.01	\$	0.01	\$	0.01	\$	0.01	\$	0.01	\$	0.01	\$	0.01	
LENTE DE SEGURIDAD / P.C	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	0.00	
TAPON AUDITIVO / P.C	\$	-	\$	-	\$	-	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	
LUZ ELECTRICA Y AIRE	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	
REFACCIONAMIENTO, PERIODO DE TIEMPO DE CAMBIO	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	
MATERIA PRIMA	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	
ACEITE DTE24 Mobil 19L	\$	-	\$	-	\$	-	\$	1.36	\$	1.36	\$	1.36	\$	0.81	\$	0.59	\$	0.45	\$	0.36	\$	0.31	\$	0.31	
GRASA EP2 MOBIL 16Kg	\$	-	\$	-	\$	-	\$	1.14	\$	1.14	\$	1.14	\$	0.68	\$	0.50	\$	0.38	\$	0.30	\$	0.26	\$	0.26	
GRASA EP2 MOBIL 19L	\$	-	\$	-	\$	-	\$	5.37	\$	5.37	\$	5.37	\$	3.22	\$	2.34	\$	1.78	\$	1.43	\$	1.22	\$	1.22	
ACEITE FRL 19L	\$	-	\$	-	\$	-	\$	0.46	\$	0.46	\$	0.46	\$	0.28	\$	0.20	\$	0.15	\$	0.12	\$	0.10	\$	0.10	
COOLUBE 3.78L	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	
COSTO PIEZA TOTAL	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	38.10	\$	38.10	\$	38.10	\$	34.77	\$	33.39	\$	32.54	\$	32.20	\$	31.84	\$	31.84	
\$	-	\$	0.47	\$	0.45	\$	0.42	\$	0.40	\$	0.40	\$	0.36	\$	0.33	\$	0.31	\$	0.28	\$	0.26	\$	0.26	\$	0.25
\$	1.73	\$	1.50	\$	1.43	\$	1.35	\$	1.27	\$	1.27	\$	1.15	\$	1.06	\$	0.97	\$	0.89	\$	0.83	\$	0.83	\$	0.80
\$	0.18	\$	0.16	\$	0.14	\$	0.13	\$	0.25	\$	0.24	\$	0.24	\$	0.24	\$	0.22	\$	0.20	\$	0.18	\$	0.25	\$	0.23
\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
\$	0.01	\$	0.01	\$	0.01	\$	0.01	\$	0.01	\$	0.01	\$	0.02	\$	0.02	\$	0.02	\$	0.02	\$	0.01	\$	0.01	\$	0.02
\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00
\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00
\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76
\$	0.31	\$	0.29	\$	0.25	\$	0.24	\$	0.22	\$	0.21	\$	0.21	\$	0.19	\$	0.17	\$	0.16	\$	0.15	\$	0.14	\$	0.13
\$	0.26	\$	0.24	\$	0.21	\$	0.20	\$	0.19	\$	0.18	\$	0.18	\$	0.16	\$	0.15	\$	0.13	\$	0.12	\$	0.12	\$	0.11
\$	1.22	\$	1.13	\$	0.98	\$	0.94	\$	0.88	\$	0.83	\$	0.83	\$	0.75	\$	0.69	\$	0.63	\$	0.58	\$	0.55	\$	0.53
\$	0.10	\$	0.10	\$	0.08	\$	0.08	\$	0.07	\$	0.07	\$	0.07	\$	0.06	\$	0.06	\$	0.05	\$	0.05	\$	0.05	\$	0.05
\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
\$	31.85	\$	33.42	\$	33.42	\$	33.38	\$	33.30	\$	33.10	\$	33.10	\$	32.79	\$	32.54	\$	32.31	\$	32.19	\$	32.03	\$	31.96
\$	0.30	\$	0.45	\$	0.45	\$	0.45	\$	0.43	\$	0.42	\$	0.40	\$	0.39	\$	0.37	\$	0.37	\$	0.37	\$	0.36	\$	0.45
\$	1.45	\$	1.41	\$	1.41	\$	1.41	\$	1.36	\$	1.32	\$	1.27	\$	1.22	\$	1.18	\$	1.18	\$	1.18	\$	1.16	\$	1.44
\$	0.27	\$	0.27	\$	0.27	\$	0.27	\$	0.26	\$	0.25	\$	0.24	\$	0.27	\$	0.26	\$	0.26	\$	0.26	\$	0.25	\$	0.27
\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
\$	0.02	\$	0.02	\$	0.02	\$	0.02	\$	0.02	\$	0.02	\$	0.02	\$	0.02	\$	0.02	\$	0.02	\$	0.02	\$	0.02	\$	0.02
\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00
\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00	\$	0.00
\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76	\$	29.76
\$	0.16	\$	0.16	\$	0.16	\$	0.16	\$	0.15	\$	0.15	\$	0.14	\$	0.13	\$	0.13	\$	0.13	\$	0.13	\$	0.12	\$	0.18
\$	0.13	\$	0.13	\$	0.13	\$	0.13	\$	0.13	\$	0.12	\$	0.12	\$	0.11	\$	0.11	\$	0.11	\$	0.11	\$	0.10	\$	0.15
\$	0.63	\$	0.62	\$	0.62	\$	0.62	\$	0.60	\$	0.58	\$	0.55	\$	0.53	\$	0.52	\$	0.52	\$	0.52	\$	0.51	\$	0.71
\$	0.05	\$	0.05	\$	0.05	\$	0.05	\$	0.05	\$	0.05	\$	0.05	\$	0.04	\$	0.04	\$	0.04	\$	0.04	\$	0.04	\$	0.06
\$	0.14	\$	0.14	\$	0.14	\$	0.14	\$	0.13	\$	0.13	\$	0.12	\$	0.12	\$	0.11	\$	0.11	\$	0.11	\$	0.11	\$	0.10
\$	32.92	\$	33.00	\$	33.00	\$	33.00	\$	32.88	\$	32.78	\$	32.67	\$	32.60	\$	32.51	\$	32.51	\$	32.54	\$	32.49	\$	33.16

Por otro lado, para el número de parte 142N1, el costo total fue de \$1,107,946.20 pesos, con un costo por pieza de \$12.60 pesos. Al igual que en el caso del 155J1, el costo por pieza comenzó en \$11.48 pesos y aumentó hasta los \$12.60 conforme se agregaron los consumibles utilizados durante los días de producción, como también se muestra en la ilustración.

Además, se realizó la sumatoria de cada consumible utilizado. En el caso del 142N1, los consumibles más utilizados fueron las navajas de corte y los guantes de hilaza, mientras que el consumible que generó mayor gasto fue la GRASA EP0 MOBIL 19L, con un total de \$47,140.80 pesos. La materia prima representó un costo de \$1,009,757.84 pesos. (Véase en las tablas 5.12 y 5.13 el costo total y costo por pieza del número de parte 142N1, así como el seguimiento del aumento del costo por pieza)

Tabla 5. 12 Costo total y costo por pieza del número de parte 142N1. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

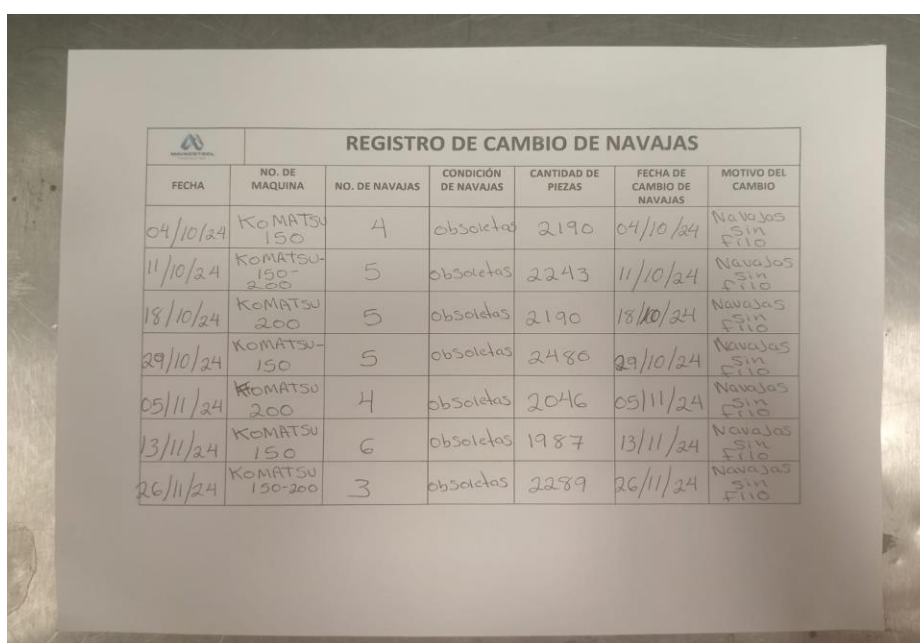
TOTAL	C. TOTAL	C. POR PIEZA
5	\$ 455.70	\$ 0.01
8	\$ 224.00	\$ 0.00
174	\$ 1,216.26	\$ 0.01
8	\$ 119.60	\$ 0.00
9	\$ 36.00	\$ 0.00
32	\$ 23,040.00	\$ 0.26
0	\$ -	\$ -
21	\$ -	\$ -
87958	\$ 1,009,757.84	\$ 11.48
0	\$ -	\$ -
3	\$ 11,910.00	\$ 0.14
3	\$ 9,999.00	\$ 0.11
3	\$ 47,140.80	\$ 0.54
3	\$ 4,047.00	\$ 0.05
SUMA	\$ 1,107,946.20	\$ 12.60

12.5 Resultados actividad 5 identificación de oportunidades de optimización

Una de las oportunidades más importantes que se detectaron durante el análisis fue la falta de control sobre el consumo de navajas de corte utilizadas por las máquinas. No existía un registro exacto que indicara cuántas navajas se consumían ni cuál era su tiempo de duración. Para resolver este problema, se creó un formato de llenado específico con el fin de llevar un control adecuado de las navajas de corte. Este formato fue implementado en la planta y colocado en el rack correspondiente, donde el encargado de realizar el cambio de navajas debía registrarlo cada vez que se realizaba un reemplazo.

A partir de esta implementación, los resultados fueron notables, ya que la información recabada del formato permitió conocer con precisión la frecuencia de los cambios de navajas y cuántas se gastaban en cada reemplazo. Esta información resultó valiosa para optimizar el uso de las navajas y mejorar la gestión de este consumible, además de proporcionar datos concretos para futuras decisiones en la planta. (Véase en la ilustración 4.27)

El formato seguirá utilizándose para obtener más datos importantes que complementen la información existente y permitan un mayor control y optimización en el uso de las navajas de corte.



REGISTRO DE CAMBIO DE NAVAJAS						
FECHA	NO. DE MAQUINA	NO. DE NAVAJAS	CONDICIÓN DE NAVAJAS	CANTIDAD DE PIEZAS	FECHA DE CAMBIO DE NAVAJAS	MOTIVO DEL CAMBIO
04/10/24	KOMATSU 150	4	obsoletas	2190	04/10/24	Navajas sin filo
11/10/24	KOMATSU-150-200	5	obsoletas	2243	11/10/24	Navajas sin filo
18/10/24	KOMATSU 200	5	obsoletas	2190	18/10/24	Navajas sin filo
29/10/24	KOMATSU-150	5	obsoletas	2480	29/10/24	Navajas sin filo
05/11/24	KOMATSU 200	4	obsoletas	2046	05/11/24	Navajas sin filo
13/11/24	KOMATSU 150	6	obsoletas	1987	13/11/24	Navajas sin filo
26/11/24	KOMATSU 150-200	3	obsoletas	2289	26/11/24	Navajas sin filo

Ilustración 4. 28 Formato llenado en planta. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

12.6 Resultados actividad 6 elaboración de informe final

Tras la revisión del informe final, este fue firmado por la encargada del departamento de procesos y aprobado, logrando así el objetivo del proyecto. El documento incluía todos los análisis de costos, el detalle de los consumibles y las propuestas de optimización establecidas a lo largo del desarrollo. Con este proceso, se logró sentar las bases para futuros análisis de costos en otros números de parte, permitiendo que este mismo enfoque sea replicado en el cálculo y optimización de otros componentes de la empresa en adelante. (Véase en las ilustraciones 5.12 y 5.13 el reporte final firmado)



Reporte Final de Resultados

Resultados de la Actividad 1: Análisis de los Procesos de Fabricación

En la actividad de análisis de los procesos de fabricación, se lograron avances significativos al desarrollar instrucciones de trabajo detalladas para cada uno de los procesos correspondientes a los números de parte 155J-E1 y 142N1-C2001. Estas instrucciones permitieron que los operadores siguieran el procedimiento adecuado, garantizando que cada etapa se realizara de acuerdo con los estándares de calidad establecidos. Además, las instrucciones incluyeron indicaciones específicas que mejoraron la comprensión y ejecución de las tareas, lo que optimizó el flujo de trabajo y redujo errores durante la producción.

Resultados de la Actividad 2: Identificación y Clasificación de los Consumibles

Se creó un documento en Excel que registraba diariamente los consumibles utilizados en cada operación, lo que permitió llevar un control detallado de su uso. Este registro diario, implementado en colaboración con los jefes de área, incluyó insumos como guantes, lentes, aceites, grasas y herramientas. Esta metodología facilitó la gestión de los recursos y permitió identificar patrones de consumo, mejorando la planificación de los inventarios y optimizando el uso de los insumos en función de las necesidades reales de la producción.

Resultados de la Actividad 3: Cálculo de Costos por Operación

Se traspasaron los datos de consumibles obtenidos de la plataforma MAINDSTEEL a un documento Excel, donde se añadieron los precios unitarios de cada consumible y se convirtieron de dólares a pesos mexicanos. Esta conversión fue crucial para garantizar la uniformidad del análisis final y facilitar el cálculo de los costos totales por operación y por pieza. Esta actividad permitió obtener un costo detallado por cada unidad producida, proporcionando una visión clara y precisa de los costos asociados a cada operación del proceso de fabricación.

Resultados de la Actividad 4: Integración de Costo Total por Piezas

La integración de los costos totales permitió calcular el costo final por pieza para los números de parte 155J1-E1 y 142N1-C2001. Para el número de parte 155J1-E1, el costo total ascendió a \$2,213,938.46 pesos en los dos meses de medición, con un costo por pieza de \$33.16 pesos. Para el número de parte 142N1-C2001, el costo total fue de \$1,107,946.20 pesos, con un costo por pieza de \$12.60 pesos. Los consumibles más utilizados fueron discos de fibra y guantes de hilaza, mientras que el consumible de mayor costo fue el disco de ranurado para el 155J1-E1, y la grasa EP0 Mobil 19L para el 142N1-C2001. Estos resultados permitieron una evaluación clara de los costos por pieza, siendo fundamentales para la optimización de recursos en la producción.

Ilustración 5. 12 Formato Firmado. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.



Resultados de la Actividad 5: Identificación de Oportunidades de Optimización

Una de las áreas de mejora más importantes fue la falta de control sobre el consumo de navajas de corte. Se implementó un formato específico para llevar el control de los cambios de navajas, que fue colocado en el rack correspondiente en la planta. A partir de este control, se obtuvieron datos precisos sobre la frecuencia de los reemplazos y la cantidad de navajas consumidas, lo que permitió una mejor gestión de este recurso. Este formato continuará utilizándose para obtener más información valiosa que contribuya a la optimización del uso de las navajas en el futuro.

Firma:

Ing. Karina Guerrero Gómez
Departamento de Procesos

Ilustración 5. 13 Formato Firmado 2. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

13. Conclusiones del Proyecto

El proyecto de estimación de costos de producción para las piezas 155J1-E1 y 142N1-C2001 proporcionó un enfoque integral para el cálculo detallado de costos, la optimización de recursos y el control de inventarios. La hipótesis inicial, que planteaba la posibilidad de lograr una mayor precisión en la estimación de costos mediante la implementación de un sistema detallado de categorización y monitoreo de consumibles, fue ampliamente respaldada. Los resultados muestran que la gestión precisa de los consumibles no solo optimiza el uso de recursos, sino que también facilita una asignación de costos más ajustada a la realidad operativa, incrementando así la eficiencia en la producción. Además, el desarrollo e implementación de un sistema de control de inventarios y consumibles permitió mantener una visibilidad constante de los costos, optimizando la relación entre disponibilidad de recursos y demanda en el proceso productivo.

Uno de los resultados más destacados fue la precisión en la estimación del costo por pieza, la cual se logró mediante la categorización de consumibles en niveles de relevancia y frecuencia, utilizando metodologías como la clasificación ABC y el sistema de inventario en tiempo real. La implementación de este modelo de control de costos mostró que es posible identificar consumibles claves, como guantes de hilaza, discos de fibra y grasas específicas, y enfocarse en su uso y optimización. Este enfoque no solo facilitó el ajuste de inventarios, sino que permitió tener un control detallado del costo individual por pieza en cada etapa del proceso. Al final del proyecto, el costo total por pieza del número de parte 155J1-E1 llegó a \$33.16 pesos, partiendo de un costo base de \$29.76, mientras que para el número de parte 142N1-C2001, el costo por pieza aumentó de \$11.48 a \$12.60. Estas variaciones reflejan la precisión y capacidad de ajuste del sistema de costos, confirmando que el modelo desarrollado responde adecuadamente a los cambios en el uso de consumibles.

En términos de limitaciones, el proyecto se encontró con ciertas barreras en relación con la estabilidad de los costos de consumibles y materiales. La naturaleza fluctuante de los precios en el mercado, especialmente en consumibles claves de alta demanda, evidenció

la necesidad de contar con ajustes constantes en los datos de costos para mantener la precisión de los análisis a largo plazo. Además, la investigación se centró únicamente en dos números de parte debido a la duración limitada del proyecto, lo cual restringió la posibilidad de implementar el modelo en una mayor variedad de productos. Sin embargo, esta limitación abre una oportunidad para que futuras investigaciones aborden la aplicación del modelo en un espectro más amplio de piezas, lo cual permitiría a la empresa obtener un control integral de los consumibles en toda su línea de producción, que abarca más de 100 números de parte. Esta extensión no solo proporcionaría una visión más detallada de la demanda de consumibles, sino que también optimizaría la compra de materiales y reduciría aún más los costos.

El proyecto también mostró que el sistema de inventario en tiempo real es una herramienta crítica para la industria, dado que permite a los gestores tomar decisiones informadas con respecto a la disponibilidad de recursos y el impacto de estos en los costos. No obstante, la implementación de esta herramienta en toda la planta podría enfrentar desafíos relacionados con la infraestructura y la capacitación del personal para la correcta actualización de datos. Por ello, aunque el modelo es replicable y ha demostrado ser efectivo en estos dos números de parte, una aplicación a gran escala requeriría una evaluación de recursos adicionales y tiempo para asegurar una integración sin interrupciones en la operación de la planta.

Finalmente, se recomienda que, en investigaciones futuras, se incluyan aspectos como el tiempo de vida útil de cada consumible y su influencia en el costo total por pieza, factores que, aunque fuera del alcance de este proyecto, son cruciales para optimizar el uso de recursos en el mediano y largo plazo. Además, es de interés explorar cómo otros modelos de control de inventarios y análisis de costos, como la gestión dinámica de inventarios y el análisis predictivo de demanda, podrían integrarse en el proceso para mejorar la previsión y reducción de costos. Con esto, la empresa podría implementar un sistema de costos y control de inventarios flexible y adaptable, que no solo optimice la producción de piezas específicas, sino que también permita abordar de manera eficiente las variaciones en demanda y costos en un entorno de producción industrial complejo. Este proyecto cumplió con su objetivo de optimizar la gestión de costos y consumibles en los números de parte seleccionados, brindando una base sólida que servirá para

futuros estudios e implementaciones a mayor escala en la empresa. Este modelo contribuye significativamente al control de inventarios y al monitoreo detallado de los costos por pieza, elementos esenciales para la competitividad en el mercado actual y la sustentabilidad de la producción en la industria.

CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

A lo largo de este proyecto de residencia profesional, pude desarrollar y aplicar diversas competencias que resultaron fundamentales para llevar a cabo las actividades y objetivos propuestos. En este proceso, fue necesario aplicar conocimientos de ingeniería y habilidades administrativas, así como metodologías cuantitativas y cualitativas, que me permitieron analizar e interpretar datos, optimizar procesos y facilitar la toma de decisiones en un contexto industrial. A continuación, se presentan las competencias desarrolladas durante el proyecto:

7.1 Aplicación de habilidades directivas y de ingeniería en la toma de decisiones

Aplicé habilidades tanto directivas como técnicas de ingeniería para diseñar un sistema de monitoreo y estimación de costos por pieza, alineado con la realidad operativa de la planta. Gracias a un enfoque sistémico, logré integrar los datos obtenidos y analizarlos de forma que facilitara una toma de decisiones efectiva. Este enfoque también consideró la sustentabilidad y el uso eficiente de los recursos, contribuyendo a que el proyecto no solo se centrara en resultados inmediatos, sino que también tuviera un impacto positivo a largo plazo en la organización.

7.2 Diseño e innovación en estructuras administrativas y procesos

Diseñé e innové en procesos de control de inventarios y estimación de costos mediante la implementación de clasificaciones de consumibles y metodologías de inventario como el sistema ABC. Esto permitió un enfoque estratégico que mejora la eficiencia de los procesos de suministro de materiales y optimiza el costo por pieza en cada operación. Al adaptar estos métodos a las necesidades específicas de la organización, logré que el proyecto contribuyera directamente a la competitividad de la empresa en su sector.

7.3 Gestión eficiente de recursos organizacionales

Gestioné los recursos de manera eficiente, trabajando con visión compartida y en colaboración con los departamentos de compras y producción. Este enfoque no solo mejoró la precisión de los costos por operación, sino que también garantizó que los bienes y servicios entregados fueran de calidad y estuvieran alineados con las expectativas de la empresa. Enfocarme en una gestión responsable de los recursos

también contribuyó a establecer prácticas operativas más sostenibles y a optimizar la relación costo-beneficio en cada proceso.

7.4 Aplicación de métodos cuantitativos y cualitativos

Utilicé métodos cuantitativos, como el análisis de costos, y cualitativos, tales como la observación directa y entrevistas, para analizar e interpretar datos cruciales en el proceso de producción. Estas herramientas permitieron modelar los sistemas de control de inventarios de una manera que asegura la mejora continua y permite cumplir con estándares de calidad exigentes. Además, estos métodos facilitaron el monitoreo y control de costos en tiempo real, haciendo posible tomar decisiones basadas en información precisa y actualizada.

7.5 Desarrollo y gestión de proyectos de mejora en un mercado competitivo

Durante este proyecto, desarrollé y emprendí un modelo de gestión de costos que optimiza el uso de consumibles en el contexto competitivo de la industria manufacturera. La capacidad de identificar oportunidades de mejora y llevarlas a cabo en un entorno de producción fue fundamental para establecer prácticas sostenibles y rentables. Este enfoque estratégico también promueve el desarrollo de proyectos futuros que pueden replicarse en otras áreas de la planta, impulsando una cultura de mejora continua en la organización.

7.6 Implementación de programas de seguridad y eficiencia operativa

Con el fin de fortalecer el entorno laboral y reducir riesgos, implementé medidas de monitoreo en el uso de consumibles críticos, promoviendo un ambiente de trabajo seguro y eficiente. La optimización en el uso de materiales, especialmente aquellos de alto riesgo, permite a la empresa garantizar no solo la seguridad de los empleados, sino también la calidad en la producción.

7.7 Gestión de sistemas de calidad para mejorar procesos

Gestioné un sistema de control de calidad en la cadena de suministro de consumibles, que ayudó a asegurar la precisión en el cálculo de costos. Esta gestión de calidad no solo permitió cumplir con los objetivos del proyecto, sino que también impulsó un liderazgo estratégico y un compromiso ético con la mejora continua. La capacidad de implementar y mantener sistemas de calidad en cada etapa del proceso fue esencial para asegurar el éxito y sostenibilidad del modelo de costos.

7.8 Conocimiento de normativas legales en la industria

Apliqué las normativas legales correspondientes al manejo y registro de inventarios, asegurando que los procedimientos estuvieran en conformidad con las leyes y reglamentos aplicables. Este conocimiento me permitió diseñar y ajustar el sistema de control de inventarios de manera ética y responsable, contribuyendo a un entorno laboral y operativo legalmente seguro.

7.9 Liderazgo y dirección de equipos de trabajo

Dirigí y coordiné equipos interdepartamentales, promoviendo una cultura de colaboración y mejora continua. Mediante el liderazgo en el análisis y optimización de los costos, cada integrante del equipo comprendió su rol en el logro de los objetivos, fortaleciendo así el crecimiento integral de la organización. Este liderazgo fue clave para asegurar el éxito del proyecto y fomentar una cultura de compromiso y responsabilidad.

7.10 Análisis financiero para identificar oportunidades de mejora

Interpreté la información financiera de los costos de producción, identificando oportunidades de ahorro y mejor rendimiento en el uso de consumibles. El análisis de costos a nivel de consumible y por pieza facilitó detectar áreas de mejora en los procesos productivos, lo que permite tomar decisiones de inversión más informadas que incrementan la rentabilidad.

7.11 Uso de tecnologías de información para la toma de decisiones

Utilicé nuevas tecnologías para el monitoreo y registro de inventarios, lo cual optimizó la toma de decisiones en el control de costos. Estas herramientas tecnológicas permitieron almacenar y analizar información en tiempo real, facilitando el acceso a datos relevantes para realizar ajustes en la planificación de inventarios.

7.12 Aplicación de métodos de investigación para desarrollar modelos de control de costos

Utilicé métodos de investigación cualitativa y cuantitativa para desarrollar y mejorar el modelo de control de costos y consumibles. La investigación aplicada fue clave para crear un sistema de monitoreo en tiempo real, adaptable a las necesidades de la empresa, promoviendo la innovación y la sustentabilidad en la gestión de inventarios.

7.13 Gestión de la cadena de suministro con enfoque en procesos

Gestioné la cadena de suministro de consumibles con un enfoque orientado a procesos que incrementó la productividad y redujo los costos asociados. Este enfoque permitió no solo optimizar el flujo de materiales, sino también mejorar la eficiencia de la producción, alineándose con los objetivos de la organización para mejorar su competitividad en el mercado.

7.14 Análisis de variables económicas para la toma estratégica de decisiones

Analicé variables económicas, como el impacto de la inflación y fluctuaciones de mercado, para hacer ajustes en los costos de consumibles. Este análisis fue crucial para mantener la precisión en los costos y adaptarse a los cambios del mercado, optimizando la rentabilidad de la empresa.

7.15 Solución de problemas con una visión estratégica

Apliqué herramientas y técnicas para resolver problemas en la gestión de inventarios y costos, siempre con un enfoque estratégico. Este enfoque no solo facilitó la solución de problemas a corto plazo, sino que también contribuyó a la creación de soluciones sostenibles, alineadas con los objetivos de largo plazo de la organización.

El desarrollo de estas competencias no solo facilitó el cumplimiento exitoso de los objetivos del proyecto, sino que también me permitió crecer profesionalmente, ampliando mis conocimientos y habilidades en áreas claves de gestión y optimización industrial. La experiencia adquirida durante este proyecto será fundamental para enfrentar nuevos desafíos en mi carrera, consolidando mis capacidades para aplicar soluciones efectivas en la industria.

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

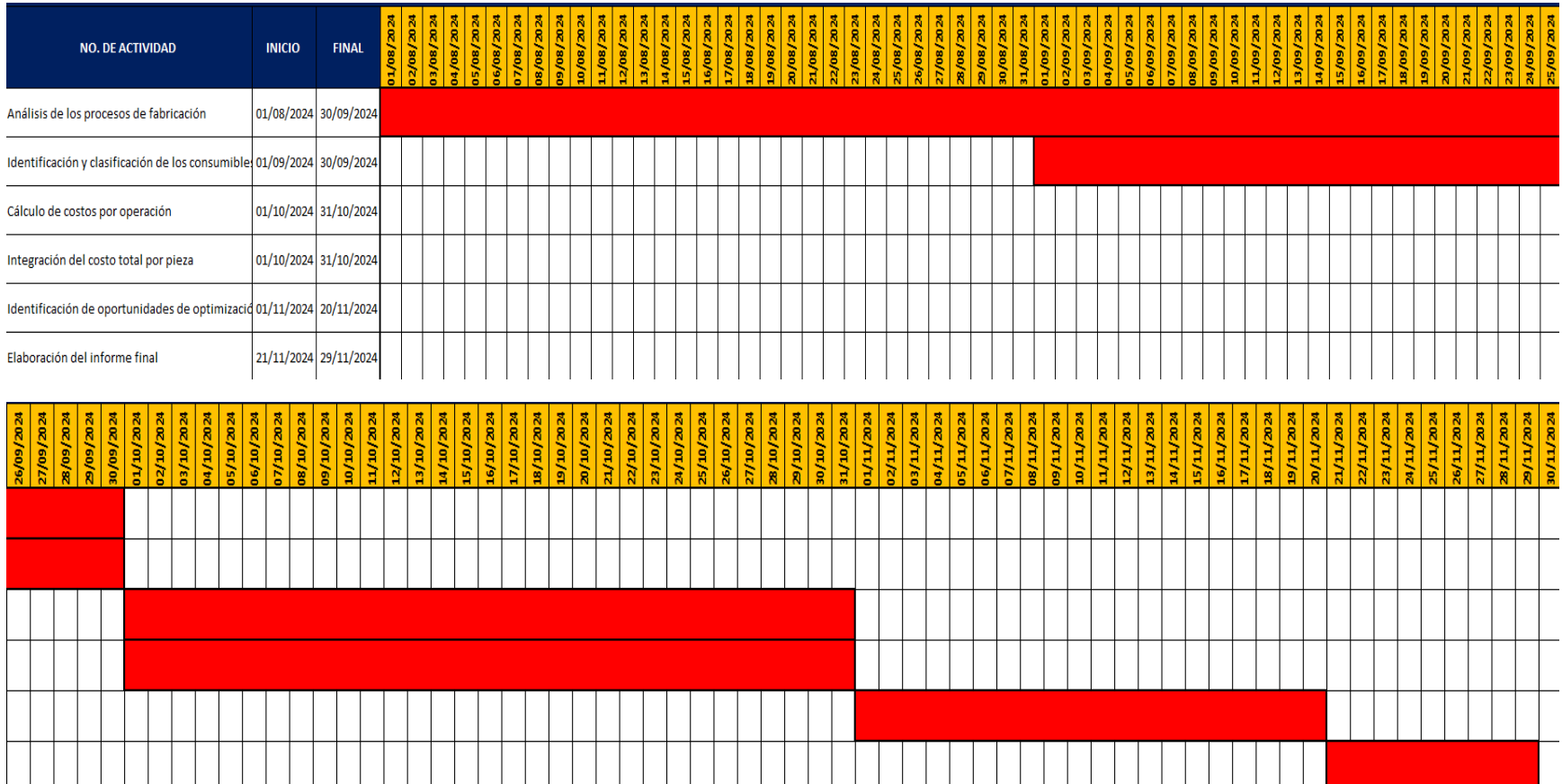
15. Fuentes de información

1. Ballou, R. H. (2004). *Business Logistics/Supply Chain Management: Planning, Organizing, and Controlling the Supply Chain* (5th ed.). Pearson Education.
2. Chopra, S., & Meindl, P. (2019). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation* (7th ed.). Pearson.
3. Christopher, M. (2016). *Logistics and Supply Chain Management* (5th ed.). Pearson.
4. Cokins, G. (2001). *Activity-based costing and management*. Wiley.
5. Dekker, R., & Roodbergen, K. J. (2012). *Inventory control and optimization: Theory and practice*. *European Journal of Operational Research*, 222(3), 392-401.
6. Drury, C. (2013). *Management and Cost Accounting* (8th ed.). Cengage Learning.
- Garrison, R. H., Noreen, E. W., & Brewer, P. C. (2021). *Managerial Accounting* (17th ed.). McGraw-Hill Education.
7. Hammer, M., & Champy, J. (2006). *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution* (Revised ed.). Harper Business.
8. Heizer, J., & Render, B. (2019). *Principles of Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management* (11th ed.). Pearson.
9. Hill, T. (2000). *Manufacturing Strategy: Text and Cases* (2nd ed.). McGraw-Hill.
10. Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2008). *Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management* (3rd ed.). McGraw-Hill.
11. Horngren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. V. (2018). *Contabilidad de costos: Un enfoque gerencial* (16ª ed.). Pearson.
12. Horngren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. V. (2018). *Contabilidad de costos* (16ª ed.). Pearson.
13. Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2020). *Operations and Supply Chain Management* (15th ed.). McGraw-Hill Education.

14. Kaplan, R. S., & Cooper, R. (1998). *Cost & effect: Using integrated cost systems to drive profitability and performance*. Harvard Business School Press.
15. Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2004). *Strategy Maps: Converting Intangible Assets into Tangible Outcomes*. Harvard Business Review Press.
16. Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.
17. Meredith, J. R., & Shafer, S. M. (2020). *Operations Management for MBAs (6th ed.)*. Wiley.
18. Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
19. Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Free Press.
20. Schroeder, R. G. (2008). *Operations management: Contemporary concepts and cases (4th ed.)*. McGraw-Hill Education.
21. Simons, R. (2010). *Performance measurement & control systems for implementing strategy*. Pearson Education.
22. Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). *Operations management (6th ed.)*. Pearson Education.
23. Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). *Administración de Producción y Operaciones (6ª ed.)*. Pearson.
24. Smith, A. (1776). *La riqueza de las naciones*. Project Gutenberg. <https://www.gutenberg.org/ebooks/3300>
25. Stevenson, W. J. (2021). *Operations Management (14th ed.)*. McGraw-Hill Education.
26. Taylor, F. W. (1911). *The principles of scientific management*. Project Gutenberg. <https://www.gutenberg.org/ebooks/6435>
27. Tersine, R. J. (1994). *Principles of Inventory and Materials Management (4th ed.)*. Pearson Education.
28. Wild, T. (2002). *Best practice in inventory management (2nd ed.)*. Routledge.

CAPÍTULO 9: ANEXOS

17. Anexos



Anexo 1 Diagrama de Gantt de actividades. Fuente: Elaboración Propia. 2024.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO								
PROCESO:	MAQUINA:	Nº. DE MAQUINA:	OPERACIÓN:	NIVEL:	FECHA:	RESPONSABLE:	ELABORO:	REVISÓ:
Abobillado 1 y 2 155J1-E1201	ABOQUILLADORA Q-55J1	ABO1002	12	F	20/09/2024	Control de Procesos	Luis Orlando De Velasco Macías	Iag. Karina Guerrero Gomez
OBJETIVO:	ALCANCE:	IDENTIFICACION VISUAL:	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS:	MATERIALES A UTILIZAR:	EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA EL PROCESO:	EQUIPO DE SEGURIDAD (EPP):		
Garantizar la calidad de nuestros productos en el proceso de aboquillado a través de los lineamientos claramente establecidos en esta instrucción de trabajo.	Área de Producción. Área de Mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> ■ SEGURIDAD ■ CALIDAD ■ PROCESO ■ POKAYOKE 	Procedimiento: Control de Producción NO Costos (MIC-ACA-13). Procedimiento: Inspecciones y Puebas (MIC-ACA-19). Procedimiento: Identificación de Productos (MIC-ACA-08). Procedimiento: Lista de limpieza, lubricación e inspección a equipos (MIC-ARR-01).	<ul style="list-style-type: none"> • 155J1-E1201 -AS1M AS13 (SAE 1020) Dna. 12.7 F.2. 	<ul style="list-style-type: none"> • Máquina ABOQUILLADORA Q-55J1 • Pila GO / NO GO • GO • Pila RED RABIT 	<ul style="list-style-type: none"> -Lentes de seguridad -Guantes de hilitera. -Botas de seguridad. -Tapones auditivos. 		
Identificar el área de trabajo			Identificación de partes.					

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
7	8	9
Activar el formador presionando simultáneamente los botones verdes de accionamiento con ambas manos.	Esperar a terminar el ciclo (cerrar clasp) y abrir el clasp. Realizar el ciclo normal como si fuera el primer aboquillado.	Activar el formador presionando simultáneamente los botones verdes de accionamiento con ambas manos por segunda vez.
10	11	12
Lo que hará es solo cerrar clasp y abrir el clasp.	No realizará el aboquillado por que el sensor detectará la falta del aboquillado.	Después de validar el sensor de presencia de aboquillado. Tomar el tubo del contenedor e insertarlo en la máquina.

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)


INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES:		
1	2	3
Girar el selector en sentido de las manecillas del reloj a la posición "ENCENDIDO".	Girar el selector en sentido de las manecillas del reloj a la posición "ENCENDIDO", del tablero.	Llevar la hoja de mantenimiento (MIC-MPT-01d ó MIC-PAR-10a) según se aplique.
4	5	6
Realizarlo al inicio de turno		
Tomar la pila RED RABIT, para verificar el funcionamiento correcto del sensor de presencia de aboquillado.	Colocar el tubo sobre la guía.	Desplazar el tubo hasta que llegue a tope.

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)



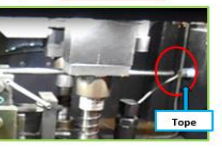

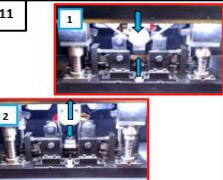

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
13	14	15
Tomar el tubo para colocarlo en la guía	Colocar el tubo sobre la guía.	Desplazar el tubo hasta que llegue a tope.
16	17	18
Activar el formador presionando simultáneamente los botones verdes de accionamiento con ambas manos.	Esperar a terminar el ciclo (cerrar clasp) y abrir el clasp.	Retirar el tubo de la guía.

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)






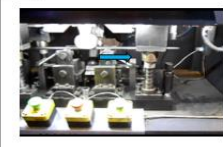
Anexo 2 Instrucción de trabajo 5.1. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO								
PROCESO:	MAQUINA:	Nº. DE MAQUINA:	OPERACIÓN:	NIVEL:	FECHA:	RESPONSABLE:	ELABORADO:	REVISO:
Formado de "U" 155J1-E1201	PRESA U-55J1	DT1003	25	E	20/09/2024	Control de Proceso	Luis Ovraldo De Velasco Méndez	Ing. Karina Osarens Gómez
OBJETIVO:	ALCANCE:	IDENTIFICACIÓN VISUAL	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS:	MATERIALES A UTILIZAR:	EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA EL PROCESO:	EQUIPO DE SEGURIDAD (EPP):		
Garantizar la calidad de piezas producidas en el proceso de formado de U a través de los lineamientos claramente establecidos en esta instrucción de trabajo.	Área de Producción. Área de Mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> ■ SEGURIDAD ■ CALIDAD ■ PROCESO ■ POKAYOKE 	Procedimiento, Control de Proceso/NO Conforme (MIC-ACA-13). Procedimiento, Inspecciones y Pruebas (MIC-ACA-10). Procedimiento, Identificación de Producto (MIC-ACA-08). Procedimiento, Lista de limpieza, fabricación e inspección a equipo (MIC-MPP-01).	*155J1-E1201-ASTM A513 (SAE 1020) Dm. 12.7 x 1.3. Proveniente aboquillado.	*Máquina prensa U DT1003. *Plantilla de inspección, 155J1-E1201	<ul style="list-style-type: none"> -Lentes de seguridad. -Guantes de lona. -Botas de seguridad. -Tapones auditivos. 		
Identificar el área de trabajo				Identificación de partes.				
								





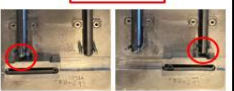

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
7	8	9
		
Costura	CONDICION OK Tope	CONDICION NG Tope
Alinear y girar el tubo, dejando la costura de frente al operador.	Asegúrese que el tubo llegue al tope. El tope tiene un sensor para detectar el tubo.	Si el tubo no se llega a tope, no permitirá dar el ciclo para el formado.
10	11	12
		
Activar el formador presionando simultáneamente los botones verdes de accionamiento con ambas manos.	Esperar a terminar el ciclo: (1-cerrar clamp, baja el formador, 2-regresa el formador y abre el clamp).	Cuando se libera la pieza, cae caerá hacia la banda transportadora.


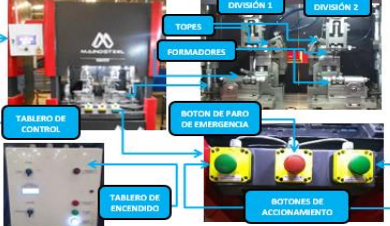
MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES:		
1	2	3
		
Girar el selector en sentido de las manecillas del reloj a la posición "ENCENDIDO".	Girar el selector en sentido de las manecillas del reloj a la posición "ENCENDIDO", del tablero.	Llenar la hoja de mantenimiento (MIC-MPT-01d o MIC-PAR-10a) según se aplique.
4	5	6
		
Verificar la hoja viajera del material a procesar (MIC-ACA-08a). Tomar el tubo del abastecedor del aboquillado.	Colocar el tubo por el lado izquierdo de la dobladora.	Deslizar el tubo por los dados formadores.

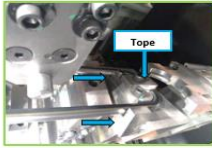
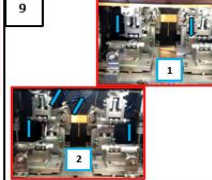


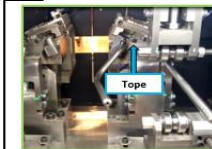
MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
13	14	15
	LA FRECUENCIA DE USO DE PLANTILLA ES DE CADA HORA. 	
La pieza se desplazará por la banda transportadora. Tomar y medir la pieza acorde al registro (MIC-ACA-1001a).	Presentar la pieza en la plantilla de inspección.	Verificar la pieza desplazando el carro de la plantilla en ambos interiores de la pieza.
16	17	18
CONDICION OK 	1/ EN CASO DE QUE LA PIEZA ESTE DESALINEADA O NO ENTRE EN PLANTILLA POR MOTIVO DEL ANCHO O LARGO, REPORTAR INMEDIATAMENTE A SU JEFE. CONDICION NG PATAS CORTAS 	EN CASO DE QUE LA PIEZA ESTE DESALINEADA O NO ENTRE EN PLANTILLA POR MOTIVO DEL ANCHO O LARGO, REPORTAR INMEDIATAMENTE A SU JEFE. CONDICION NG PATAS LARGAS 
El carro se detiene en los interiores de la pieza. El largo de la pieza es correcta.	NOTA: En caso de que exista algún desajuste avisar a su jefe directo.	NOTA: En caso de que exista algún desajuste avisar a su jefe directo.







MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO								
PROCESO:	MAQUINA:	Nº. DE MAQUINA:	OPERACIÓN:	NIVEL:	FECHA:	RESPONSABLE:	ELABORO:	REVISÓ:
Formado de "Z" 155ZJ.E1201	PRENSA Z-55ZJ	DT1006	30	C	20/09/2024	Control de Procesos	Leisi Ovalado de Velasco Macías	Ing. Karina Guerrero Gomez
OBJETIVO:	ALCANCE:	IDENTIFICACIÓN VISUAL	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS:	MATERIALES A UTILIZAR:	EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA EL PROCESO:	EQUIPO DE SEGURIDAD (EPP):		
Garantizar la calidad de piezas producidas en el proceso de formado de Z a través de los lineamientos claramente establecidos en esta instrucción de trabajo.	Área de Producción. Área de Mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> ■ SEGURIDAD ■ CALIDAD ■ PROCESO ■ POKAYOKE 	Procedimiento, Control de Producto ND Confirme (MIC-ACA-13). Procedimiento, Inspecciones y Pruebas (MIC-ACA-09). Procedimiento, Identificación de Producto (MIC-ACA-08). Procedimiento, Lista de limpieza, fabricación e inspección a equipo (MIC-MPT-01).	+155ZJ-E1201-ASTM A313 (SAE 1020) Ina. 12.7 1.2. Pevimiento formado en U.	-Maquina prensa Z-55ZJ DT1006.	-Leaves de seguridad -Guantes de huleza. -Botas de seguridad. -Tapones auditivos.		
Identificar el área de trabajo			Identificación de partes.					
								


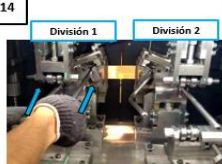
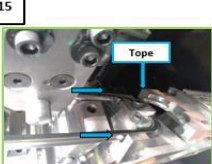
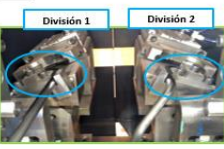
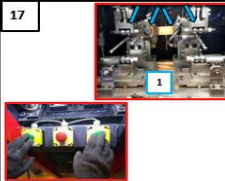
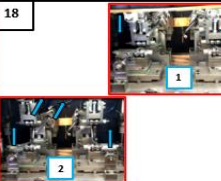
MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
<p>7</p>  <p>Topo</p> <p>Asegure que la pieza llegue al topo, NO debe de quedar despegada del topo.</p>	<p>8</p>  <p>1</p> <p>Active el formador presionando simultáneamente los botones verdes de accionamiento con ambas manos.</p>	<p>9</p>  <p>1</p> <p>2</p> <p>Esperar a terminar el ciclo (1-cerrar clamp y baja el formador, 2-regresa el formador y abre el clamp).</p>
<p>10</p>  <p>División 1</p> <p>Retirar la pieza formada de la división 1 del troquel por la parte frontal de la prensa.</p>	<p>11</p>  <p>División 2</p> <p>Colocar la pieza formada en la división 2 del troquel por la parte frontal de la prensa.</p>	<p>12</p>  <p>Topo</p> <p>Asegurarse que la pieza llegue al topo.</p>

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)


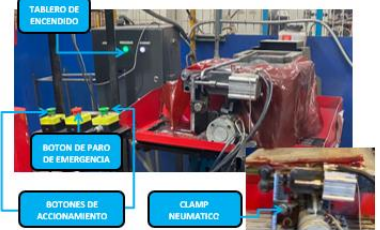
INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES:		
<p>1</p>  <p>Girar el selector en sentido de las manecillas del reloj a la posición "ENCENDIDO".</p>	<p>2</p>  <p>Girar el selector en sentido de las manecillas del reloj a la posición "ENCENDIDO", del tablero.</p>	<p>3</p>  <p>Llenar la hoja de mantenimiento (MIC-MPT-01d ó MIC-PAR-10a) según se aplique.</p>
<p>4</p>  <p>Verificar la hoja vigiera del material a procesar (MIC-ACA-08a). Tomar el tubo del transportador.</p>	<p>5</p>  <p>Costura</p> <p>Verificar que la costura valla hacia arriba.</p>	<p>6</p>  <p>División 1</p> <p>Colocar la pieza 1 formada en "U" en la división 1 del troquel por la parte frontal de la prensa.</p>

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)


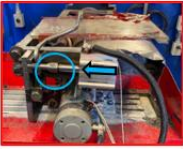




INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
<p>13</p>  <p>Tomar otra pieza formada en "U" del transportador.</p>	<p>14</p>  <p>División 1</p> <p>División 2</p> <p>Colocar la pieza 1 formada en "U" en la división 1 del troquel por la parte frontal de la prensa.</p>	<p>15</p>  <p>Topo</p> <p>Asegurarse que la pieza llegue al topo, NO debe de quedar despegada del topo.</p>
<p>16</p>  <p>División 1</p> <p>División 2</p> <p>La condición de que llegue a topo, es para las piezas colocadas en la división 1 y 2.</p>	<p>17</p>  <p>1</p> <p>2</p> <p>Active el formador presionando simultáneamente los botones verdes de accionamiento con ambas manos.</p>	<p>18</p>  <p>1</p> <p>2</p> <p>Esperar a terminar el ciclo (1-cerrar clamp y baja el formador, 2-regresa el formador y abre el clamp).</p>

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)







Anexo 4 Instrucción de trabajo 5.3. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO								
PROCESO:	MAQUINA:	Ns. DE MAQUINA:	OPERACIÓN:	NIVEL:	FECHA:	RESPONSABLE:	ELABORO:	REVISÓ:
Kasurado 15571-E1201	RAMURADORA D-6511	DT1045	40	D	20/09/2024	Control de Proceso	Luis Orvaldo De Velasco Matías	Ing. Karina Guerrero Gomez
OBJETIVO:	ALCANCE:	IDENTIFICACIÓN VISUAL	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS:	MATERIALES A UTILIZAR:	EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA EL PROCESO:	EQUIPO DE SEGURIDAD (EPP):		
Garantizar la calidad de nuestros productos en el proceso de ramurado a través de los lineamientos claramente establecidos en esta instrucción de trabajo.	Área de Producción. Área de Mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> ■ SEGURIDAD ■ CALIDAD ■ PROCESO ■ POKAYOKE 	Procedimiento, Control de Producto NO Conforme (MIC-ACA-13). Procedimiento, Inspecciones y Pruebas (MIC-ACA-10). Procedimiento, Identificación de Producto (MIC-ACA-08). Procedimiento, Lista de limpieza, lubricación e inspección a equipo (MIC-MPT-021).	• 1551- E1201-ASTM AS13 (SAE 1029) Dia. 12.7 T.2. Previamente doblado en Z.	•Maquina Ramuradora D-5511 •Plantilla de verificación de largo de extremos. •Discos de ramurado.	<ul style="list-style-type: none"> •Lentes de seguridad •Guantes de látex. •Botas de seguridad. •Tapones auditivos. 		
Identificar el área de trabajo				Identificación de partes.				
								




MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">7</div>  <p>Activar la ramuradora presionando los botones verdes de accionamiento.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">8</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">1</div>  <p>Esperar a terminar el ciclo: (1-5e cierra el clamp neumático).</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">9</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">2</div>  <p>2-Se desplaza el eje de derecha a izquierda.</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">10</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">3</div>  <p>3-Despues regresa y se desplaza el eje de izquierda a derecha.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">11</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">4</div>  <p>4-Se abre el clamp neumático.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">12</div>  <p>Retirar la pieza por la parte frontal de la ramuradora.</p>

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES:		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">1</div>  <p>Girar el selector en sentido de las manecillas del reloj a la posición "ENCENDIDO".</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">2</div>  <p>Llenar la hoja de mantenimiento (MIC-MPT-01d ó MIC-PAR-10a) según se aplique.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">3</div>  <p>Verificar la hoja viajera del material a procesar (MIC-ACA-08a). Tomar la pieza del transportador.</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">4</div>  <p>Colocar la pieza por la parte frontal de la maquina ramuradora.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">5</div>  <p>La pieza tiene que llegar a tope (el tope se encuentra en la parte interna de la maquina) el operador deberá verificar que no quede suelto o en movimiento.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">6</div>  <p>Pieza a tope.</p>

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">13</div>  <p>Colocar la pieza ramurada en el transportador. Tomar y medir la pieza acorde al registro (MIC-ACA-1001a).</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">14</div>  <p>Una vez que la pieza está ramurada, tomar la plantilla verificación de largo de extremos.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">15</div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px;"> <p>LA FRECUENCIA DE USO DE PLANTILLA ES CADA 2 HORAS.</p> </div>  <p>Presentar una pieza en la plantilla de verificación de largo de extremos.</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">16</div>  <p>Verificar que las ramuras sienten correctamente en el pin de referencia para cota de la plantilla.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">17</div>  <p>En caso de no las ramuras no coincida informar a tu jefe directo para informar al proceso anterior.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">18</div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px;"> <p>EL OPERADOR DEBERA ESTAR AL PENDIENTE DE LOS SIGUIENTES CAMBIOS:</p> <p>CAMBIO DE DISCOS: SE DEBERA REALIZAR CADA 16 MIL CICLOS APROXIMADAMENTE (LA AYUDA VISUAL ES LA ESTETICA DE LAS RAMURAS, AVISAR A PROCESOS PARA EL CAMBIO.</p> <p>CAMBIO/RELLENO DE LUBRICANTE: SE DEBERA REALIZAR CUANDO SE ENCUENTRE EN LAS 150Z COMO MINIMO O POR DEBIDO DE ESTE, AVISAR AL LIDER PARA EL CAMBIO/RELLENO.</p> </div> <p>NOTA</p>

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

Anexo 5 Instrucción de trabajo 5.4. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO								
PROCESO:	MAQUINA:	Nº. DE MAQUINA:	OPERACIÓN:	NIVEL:	FECHA:	RESPONSABLE:	ELABORO:	REVISO:
Pañido 155J1-E1201	PULIDORA NEUMÁTICA	NA	50	D	20/09/2024	Control de Procesos	Luis Ordoñez De Velasco Macías	Ing. Karina Guerrero Gezas
OBJETIVO:	ALCANCE:	IDENTIFICACION VISUAL:	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS:	MATERIALES A UTILIZAR:	EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA EL PROCESO:	EQUIPO DE SEGURIDAD (EPP):		
Garantizar la calidad de nuestros productos en el proceso de pulido a través de los lineamientos claramente establecidos en esta instrucción de trabajo.	Área de Producción.	<p>SEGUIDAD</p> <p>CALIDAD</p> <p>PROCESO</p> <p>POKAYOKE</p>	Procedimiento, Control de Producto NO Contiene (MPC-ACA-13). Procedimiento, Inspecciones y Pruebas (MPC-ACA-16). Procedimiento, Identificación de Producto (MPC-ACA-08).	<p>•155J1-E1201-ASTM A513 (SAE 1020) Dia. 12.7 T.2. Previamente taraxado.</p> <p>•Pulidora neumática.</p> <p>•Disco de fibra mediante guinda.</p> <p>•Mesa de pulido.</p>	<p>•Lentes de seguridad</p> <p>•Guantes de látex.</p> <p>•Botas de seguridad.</p> <p>•Tapones auditivos.</p>			
Identificar el área de trabajo			Identificación de partes.					

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
<p>7</p> <p>Ranura sin daño, ranura recta</p> <p>1</p>	<p>8</p> <p>Ranura dañada, ranura no recta</p> <p>3</p>	<p>9</p>
Una vez pulida el área de ranurado, verificar que las ranuras no presenten daño en ranura o ranura no recta.	Condición OK, imagen 1 y NG imagen 2.	Revisar que la pieza no tenga alguna raya, golpe o tallón en la zona crítica de las partes que sea visible.
<p>10</p>	<p>11</p>	<p>12</p>
En el caso de que tenga alguna raya, golpe o tallón (Profundo y muy marcado) en la zona crítica.	Tomar la pulidora y pulir la zona afectada.	Pieza pulida.

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES:		
<p>1</p>	<p>2</p>	<p>3</p>
Verificar la hoja vigiera del material a procesar (MIC-ACA-08a). Tomar la pieza del transportador	Colocar la pieza en la mesa de pulido.	Tomar la pieza a pulir y colocarla de manera vertical, apoyándose de la superficie.
<p>4</p> <p>Pieza con Rebaba</p>	<p>5</p>	<p>6</p> <p>Pieza sin Rebaba</p>
Pieza sin pulir.	Tomar la pulidora neumática y debastar la rebaba de las esquinas. Evitar pulir demás o dañar la pieza.	Pieza pulida.

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
<p>13</p>		
Colocar la pieza en el transportador y después se colocará en el carro de material de producto terminado.		

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

Anexo 6 Instrucción de trabajo 5.5. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO								
PROCESO:	MAQUINA:	Nº. DE MAQUINA:	OPERACIÓN:	NIVEL:	FECHA:	RESPONSABLE:	ELABORO:	REVISÓ:
Alberción 1551-E1201	MESA DE INSPECCION	N/A	70	Z	20/09/2024	Control de Proceso	Luis Orvaldo De Velasco Macías	Ing. Karlas Guerrero Gomez
OBJETIVO:	ALCANCE:	IDENTIFICACION VISUAL	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS:	MATERIALES A UTILIZAR:	EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA EL PROCESO:	EQUIPO DE SEGURIDAD (EPP):		
Garantizar la calidad de nuestros productos en el proceso de alberción a través de los lineamientos claramente establecidos en esta instrucción de trabajo.	Área de Producción.	<ul style="list-style-type: none"> ■ SEGURIDAD ■ CALIDAD ■ PROCESO ■ POKAYOKE 	Procedimiento, Control de Producto NO Conforme (MIC-ACA-13) Procedimiento, Inspecciones y Pruebas (MIC-ACA-10) Procedimiento, Identificación de Producto (MIC-ACA-08)	<ul style="list-style-type: none"> • 1551-E1201-ASTM A513 (SAE 1020) Dma 12.7 T.2. Previamente del proceso de cromado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mesa con soporte de alberción. • Plantilla de inspección 1551-E1201. • Holdér. • Marcador negro. 	<ul style="list-style-type: none"> -Lentes de seguridad -Guantes de lútex. -Botas de seguridad. -Tapones auditivos. 		
Identificar el área de trabajo			Identificación de partes.					

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
7	8	9
Una vez que la pieza se revisó por detalles de defectos, tomarla del transportador	Desplazar la pieza sobre la superficie plana hasta llegar al gauge, para revisar la altura	En caso de que la pieza tope en el gauge de altura, realizar el paso 6
10	11	12
Colocar la pieza en el soporte y presionar hacia abajo según lo pida la pieza.	Desplazar suavemente la pieza sobre la superficie plana, si la pieza pasa correctamente por el gauge.	Presentar la pieza en la plantilla de inspección.

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES:		
1	2	3
Verificar la hoja viajera del material a procesar (MIC-ACA-08a). Tomar la pieza del transportador	Una vez que la pieza regresa del cromado, revisar la pieza con el Holdér en ambos extremos.	Revisar de manera visual que la pieza contenga las 4 ramuras.
4	5	6
Revisar de manera visual la zona A y B que no tenga defectos cosimétricos. Acordar al catálogo de defectos de apariencia más sobresalen.	Revisar de manera visual la zona el aboquillado de ambas para no tenga defectos. Acordar al catálogo de defectos de apariencia más sobresalen.	En caso de que la pieza no tenga defectos colocarla en el transportador en color verde.

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
13	14	15
Desplazar el go no go para validar la posición de la ramura.	Verificar que la pieza sienta correctamente.	Revisar la longitud en la posición de la ramura con el GO-NOGO. Desplazar el go-no go por la pata de la pieza.
16	17	18
	<p style="border: 1px solid green; padding: 5px; text-align: center;">SI EXITE ALGUNA DUDA DEL USO DE LA PLANTILLA DE INSPECCIÓN, REVISAR LA HOJA DE INSTRUCCIÓN DE USO DE PLANTILLA, PARA VALIDAR CADA UNO DE LOS PUNTOS CRITICOS DE LA MISMA, ASI COMO LA CONDICIÓN DE PASA O NO PASA O REVISARLO CON EL PERSONAL DE CALIDAD.</p>	
Revisar que la altura de la cabecera.	NOTA	Colocar la pieza en el carro de PT.

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

Anexo 7 Instrucción de trabajo 5.6. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO								
PROCESO:	MAQUINA:	No. DE MAQUINA:	OPERACIÓN:	NIVEL:	FECHA:	RESPONSABLE:	ELABORO:	REVISÓ:
Formado de "U" 142X-C2001	DOBLADORA DE U	205-057	15	C	23/09/2024	Control de Procesos	Luis Ovalado De Velasco Macías	Ing. Karina Guerrero Gómez
Garantizar la calidad de nuestros productos en el proceso de Formado de U a través de los lineamientos claramente establecidos en esta instrucción de trabajo.	ALCANCE: Área de Producción. Área de Mantenimiento.	IDENTIFICACIÓN VISUAL 	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS: Procedimiento, Control de Producto NO Conforme (MIC-ACA-13). Procedimiento, Inspecciones y Pruebas (MIC-ACA-10). Procedimiento, Identificación de Producto (MIC-ACA-06). Procedimiento, Lista de limpieza, fabricación e inspección a equipo (MIC-MPT-01).	MATERIALES A UTILIZAR: 142X1-C2001- STKM11.5 Dia: 12 T018 Long: 973 +/- 0.3mm.	EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA EL PROCESO: Máquina dobladora de "U" automática.	EQUIPO DE SEGURIDAD (EPP): -Zonas de seguridad -Guantes de hilaza. -Botas de seguridad. -Tapones auditivos.		
Identificar el área de trabajo				Identificación de partes.				

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
1	2	3
Llenar la hoja de mantenimiento (MIC-MPT-01d o MIC-PAR-10a) según se aplique.	Verificar la hoja viajera del material a procesar (MIC-ACA-06a). Tomar el tubo del contenedor.	Desplazar el tubo en el formador del clamp e insertar el tubo en la guía indicada (tubo) de derecha a izquierda.
4	5	6
COSTURA	TOPE INICIAL	
Verificar que el tubo al ser desplazado por la balsa quede con la costura hacia arriba.	El tubo debe llegar al final de la carrera del tope inicial.	Presionar el botón verde para accionar el 1er formado.

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
7	8	9
Durante el proceso no colocar las manos en el área de trabajo		TOPE FINAL SOPORTE
Esperar a terminar el ciclo. 1. Se cierra el clamp y el formador gira en sentido de las manecillas del reloj.	2. Abre el clamp; 3. Regresa a su posición original girando en sentido contrario a las manecillas del reloj. Todo se hace en el mismo ciclo.	Desplazar el tubo hacia el tope final, quedando el extremo sobre el soporte.
10	11	12
Presionar el botón verde para accionar el 2do formado.	Esperar a terminar el ciclo 1. Se cierra el clamp y el formador gira en sentido de las manecillas del reloj.	2. Abre el clamp; 3. Regresa a su posición original girando en sentido contrario a las manecillas del reloj. Todo se hace en el mismo ciclo.

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
13	14	
Retire la pieza, desplazándola hacia la derecha.	Colocar la pieza formada en el transportador.	

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

Anexo 8 Instrucción de trabajo 5.7. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO								
PROCESO:	MAQUINA:	No. DE MAQUINA:	OPERACIÓN:	NIVEL:	FECHA:	RESPONSABLE:	ELABORO:	REVISO:
FORMADO DE ANGULO DEL 14NLC2001	PRESA Z-42N1	DT1006	20	D	23/09/2024	Control de Proceso	Luis Oviedo De Velasco Macías	Ing. Karina Guerrero Gomez
OBJETIVO: Garantizar la calidad de nuestros productos en el proceso de formado de ángulo a través de los lineamientos claramente establecidos en esta instrucción de trabajo.	ALCANCE: Área de Producción. Área de Mantenimiento.	IDENTIFICACION VISUAL SEGUIDAD CALIDAD PROCESO POKAYOKE	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS: Procedimiento, Control de Producto NO Conforme (MIC-ACA-13). Procedimientos, Inspecciones y Pruebas (MIC-ACA-10). Procedimiento, Identificación de Producto (MIC-ACA-08). Procedimiento, Lista de limpieza, lubricación e inspección a equipos (MIC-MPT-01).	MATERIALES A UTILIZAR: • 14NLC2001. S1KM11A Dia. 12 T0.8 Previamente formado en "U".	EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA EL PROCESO: Máquina dobladora neumática de ángulo.	EQUIPO DE SEGURIDAD (EPP): Lentes de seguridad. Guantes de látex. Batas de seguridad. Tapones auditivos.		
Identificar el área de trabajo				Identificación de partes.				

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
7	8	9
La pieza formada tiene que llegar a tope.	Activar el formador presionando simultáneamente los botones verdes de accionamiento con ambas manos.	Esperar a terminar el ciclo. 1- Bajar y sube el troquel.
10	11	12
Una vez que termino el ciclo, retirar el tubo formado.	Verificar que la pieza tenga los formados de cada uno de los extremos.	Colocar la pieza en el carro de material terminado, cuando se encuentre sin uso disponible, se deberá usar el transportador.

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES:		
1	2	3
Girar el selector en sentido de las manecillas del reloj a la posición "ENCENDIDO".	Girar el selector en sentido de las manecillas del reloj a la posición "ENCENDIDO", del tablero.	Llenar la hoja de mantenimiento (MIC-MPT-01d ó MIC-PAR-10a) según se aplique.
4	5	6
Verificar la hoja vigiera del material a procesar (MIC-ACA-08a). Tomar el tubo del transportador.	Colocar el tubo formado sobre las guías, con la COSTURA hacia abajo.	El tubo formado tiene que quedar bien posicionado sobre las guías.

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
13	14	
Girar el selector en sentido opuesto de las manecillas del reloj a la posición "APAGADO", del tablero.	Girar el selector en sentido opuesto a las manecillas del reloj a la posición "APAGADO".	

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

Anexo 9 Instrucción de trabajo 5.9. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO								
PROCESO:	MAQUINA:	Nº DE MAQUINA:	OPERACIÓN:	NIVEL:	FECHA:	RESPONSABLE:	ELABORO:	REVISÓ:
Planchado y Ranurado 142NI-C2001	YANGLI CFI-110	205-107, 205-106	30	E	23/09/2024	Control de Procesos	Luis Osvaldo De Velasco Macías	Iag. Karina Guerrero Gomez
OBJETIVO:	ALCANCE:	IDENTIFICACION VISUAL:	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS:	MATERIALES A UTILIZAR:	EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA EL PROCESO:	EQUIPO DE SEGURIDAD (EPP):		
Garantizar la calidad de nuestra producción en el proceso de planchado y ranurado a través de los instrumentos claramente establecidos en esta instrucción de trabajo.	Área de Producción. Área de Mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> ■ SEGURIDAD ■ CALIDAD ■ PROCESO ■ POKAYOKE 	Procedimiento, Control de Producto NO Conformes (MIC-ACA-13). Procedimiento, Inspecciones y Pruebas (MIC-ACA-10). Procedimiento, Identificación de Producto (MIC-ACA-08). Procedimiento, Lista de limpieza, lubricación e inspección a equipos (MIC-MPT-01).	• 142NI-C2001 • Presurizado • Proceso en FORMADO DE ANGELO	• Controlador de Scrap. • Carro de flujo para material. • Caja para scrap. • Brocha para retirar scrap.	• Lentes de seguridad • Guantes de látex. • Botas de seguridad. • Faja (En caso de trabajo pesado) • Tapones auditivos.		
Identificar el área de trabajo			Identificación de partes.					

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO					
7		8		9	<p>AL TERMINO DE CADA PIEZA EL OPERADOR DEBERA LIMPIAR CON UNA BROCHA LAS GUIAS DEL ESTAMPADO PARA RETIRAR CUALQUIER SCRAP, EVITANDO ALGUNA DEFORMACION EN LA PIEZA.</p>
<p>Accionar los botones negros al mismo tiempo para activar el proceso de estampado (troquel bajar hoja).</p>		<p>Terminando el proceso (troquel sube) retirar la pieza con ambas manos y verificar que este en buenas condiciones.</p>		<p>NOTA</p>	
10	<p>PIEZA OK</p>	11	<p>EL OPERADOR DEBERÁ DE ESTAR AL PENDIENTE DE LA ACUMULACIÓN DE SCRAP EN LA PARTE TRASERA DEL TROQUEL (NO DEBERÁ ACUMULARSE) EN CASO DE ESTAR ACUMULADO DEBERÁ RETIRARSE (PASO 13).</p>		
<p>Si la pieza presenta algún daño físico o se encuentra fuera de especificación, pasa directamente a ser pieza NG.</p>		<p>NOTA</p>		<p>Colocar la pieza en el carro para flujo de material.</p>	

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO					
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES:					
1		2	<p>1. Selección: "C RESET". 2. Selección: "T RESET" para colocar en "0" el contador.</p>	3	<p>Confirmar que la altura de presión sea la correcta (331.5mm) con tolerancia de +/-2mm.</p>
<p>Llevar la hoja de mantenimiento (MIC-MPT-01d o MIC-PAR-10a) según se aplique.</p>			4	5	6
			<p>COSTURA</p>		
<p>Verificar la hoja viajera del material a procesar (MIC-ACA-08a). Tomar pieza.</p>			<p>Colocar la pieza en el estampado, verificando que la costura quede hacia arriba.</p>		<p>Verificar que la pieza quede entre los pines.</p>

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO			
13		14	15
<p>SCRAP</p>		<p>El scrap estará cayendo en la caja que se encuentra en la parte trasera de la máquina.</p>	
<p>Acumulamiento de scrap en la plantilla.</p>			<p>El operador deberá retirar el scrap con la brocha hacia atrás.</p>
16		17	18
<p>MOTOR STOP</p>		<p>OFF</p>	
<p>Apagar la máquina oprimiendo el botón rojo "MOTOR STOP" del tablero de control.</p>			<p>Posicionar el switch "MAIN MOTOR" a posición "OFF" agitando el lado contrario de los manecillas del botón.</p>
<p>Posicionar el switch "CONTROL SUPPLY" a posición "OFF" agitando el lado contrario de los manecillas del botón.</p>			<p>Finalmente posicionar el switch "CONTROL SUPPLY" a posición "OFF" agitando el lado contrario de los manecillas del botón.</p>

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

Anexo 10 Instrucción de trabajo 5.10. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO								
PROCESO:	MAQUINA:	Nº. DE MAQUINA:	OPERACIÓN:	NIVEL:	FECHA:	RESPONSABLE:	ELABORO:	REVISÓ:
Inspección del producto L2N1-C2001	MESA DE INSPECCIÓN	N/A	40	C	23/09/2024	Control de Procesos	Luis Ovalado De Valero Marín	Ing. Karina Guerrero Gomez
OBJETIVO:	ALCANCE:	IDENTIFICACIÓN VISUAL:	PROCEDIMIENTOS REFERENCIALES Y/O RELACIONADOS:	MATERIALES A UTILIZAR:	EQUIPO Y HERRAMIENTA PARA EL PROCESO:	EQUIPO DE SEGURIDAD (EPP):		
Garantizar la calidad de nuestros productos en el proceso de inspección del producto a través de los lineamientos claramente establecidos en esta instrucción de trabajo.	Área de Producción.	<ul style="list-style-type: none"> ■ SEGURIDAD ■ CALIDAD ■ PROCESO ■ POKAYOKE 	Procedimiento, Control de Producto (N) Conforme (MIC-ACA-11) Procedimientos, Inspecciones y Pruebas (MIC-ACA-09) Procedimiento, Identificación de Producto (MIC-ACA-08)	*42N1-C2001; SISTEMA Dia. 12 TO 8 Previamente planchado y laminado.	Mesa de inspección Plantilla de inspección. Soporte de alineación	<ul style="list-style-type: none"> -Lentes de seguridad -Guantes de hilaza. -Botas de seguridad. -Tapones auditivos. 		
Identificar el área de trabajo			Identificación de partes.					

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
7		La ramura de cada una de las patas debe de sentir en la cuchilla.
8		Cerrar el clamp manual 1 y 2 situados en cada lado de la pieza.
9		Revisar la longitud en la posición de la ramura con el GO-NOGO. Desplazar el go-no go por la pata de la pieza.
10		Las patas deben de pasar el primer escalón es pieza OK.
11		Si las patas pasan el segundo escalón es pieza NG.
12		Revisar la posición del planchado con los pesos especiales para la función.

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES:		
1		Verificar la hoja vigiera del material a procesar (MIC-ACA-08a). Tomar el tubo del transportador.
2		Revisar la hoja de uso de plantilla
3		Colocar la parte recta la pieza sobre la guía de la plantilla de inspección.
4		Colocar lo restante de la pieza sobre las guías, para validar la ramura. Si entra sin problema pasar al paso 6
5		Si no entra la pieza en las guías por motivo del ancho, abrir la pieza.
6		Presentar la pieza moviéndola y si entra sin problema en las guías, seguir con el siguiente paso.
7		Desplazar el bloque para validar la altura de la pieza.

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
13		Desplazar el perno de tal forma que, si el planchado de la pieza entra en la ramura, es pieza OK.
14		Si el planchado de la pieza no entra en la ramura, es pieza NG. Se tiene que retrabajar.
15		Abrir el clamp manual 1 y 2 situados en cada lado de la pieza.
16		Desplazar el bloque hacia enfrente del operador, para poner retirar la pieza.
17		Retirar la pieza de la plantilla. Tomar una pieza y medir de acuerdo al formato (MIC-ACA-10-01a).
18	<p>SI EXITE ALGUNA DUDA DEL USO DE LA PLANTILLA DE INSPECCIÓN, REVISAR LA HOJA DE INSTRUCCIÓN DE USO DE PLANTILLA, PARA VALIDAR CADA UNO DE LOS PUNTOS CRITICOS DE LA MISMA, ASI COMO LA CONDICIÓN DE PASA O NO PASA O REVISARLO CON EL PERSONAL DE CALIDAD.</p>	
NOTA		

MIC-PRC-01a (NIVEL 1)

Anexo 11 Instrucción de trabajo 5.11. Fuente: MAINDSTEEL. 2024.



San Francisco de los Romo, Ags., a 26 de diciembre del 2024

CARTA DE TERMINACIÓN
Dr. José Ernesto Olvera González
Director Del Instituto Tecnológico
De Pabellón De Arteaga

At'n: MC Angie Johanna Zamora López
Jefa del Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación

PRESENTE

Por medio de la presente me permito informarle que el **C. LUIS OSVALDO DE VELASCO MACIAS**, alumno de la carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, con No. De control **201050250** de la institución que dignamente Usted representa, concluyó satisfactoriamente sus **ESTADIAS PROFESIONALES** en la empresa **MANUFACTURAS INDUSTRIALES CEJ, S.A DE C.V.**, con el nombre del proyecto **"ESTIMACIÓN DE COSTOS POR PIEZAS CON NÚMEROS DE PARTE 155J1-E1 Y 142N1-C2001 BASADO EN CONSUMIBLES DE LAS OPERACIONES"** en el área de **PROCESOS**, bajo la supervisión de la Ing. Karina Guerrero Gómez.

De acuerdo a lo anterior el **C. LUIS OSVALDO DE VELASCO MACIAS**, presto dichos servicios desde el día 26 de agosto del 2024 hasta el 26 de diciembre del 2024, donde cubrió un total de **500 horas**.

Sin más por el momento quedo de Usted como su atento y seguro servidor.

ATENTAMENTE
LIC. YAZMÍN LISSETE PEREZ SOTO,
JEFA DE RECURSOS HUMANOS



MANUFACTURAS INDUSTRIALES CEJ, S.A. DE C.V.
RFC: MIC060209151

☎ 449 158 1709 🌐 www.maindsteel.com.mx 📱
📍 Municipio de Calvillo #103 Parque Industrial del Valle de Aguascalientes, San Francisco de los Romo, Aguascalientes, Ags.

Anexo 12 Carta de Terminación. Fuente: MAINDSTEEL. 2024

18. Registros de Productos

En el proyecto titulado "Estimación de costos por piezas con números de parte 155J1-E1 y 142N1-C2001 basado en consumibles de las operaciones", no aplica este apartado, ya que no se generaron desarrollos innovadores, productos patentables ni contenido sujeto a derechos de autor. El objetivo del proyecto se centra únicamente en el análisis y estimación de costos de consumibles, por lo que no contempla actividades relacionadas con registros de propiedad intelectual ni transacciones de compra-venta de activos del proyecto.