

POSGRADOS

Maestría en **PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES**

RPC-SO-30-NO.506-2019

Opción de Titulación:

Proyecto de titulación con componentes de investigación aplicada y/o de desarrollo

Tema:

Desarrollo de una propuesta de producción de asaderos para camping desmontable en la empresa CCH Laser Servicios Metalmecánicos

Autor(es)

Edison Steve Chamorro Alvarez

Director:

Luis Fernando Toapanta Ramos

QUITO – Ecuador

2026



Autor(es):



Edison Steve Chamorro Alvarez
Ingeniero Mecánico
Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales
por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Quito.
echamorroa@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Luis Fernando Toapanta Ramos
Docente investigador de la Universidad Politécnica Salesiana
Doctor en ingeniería
ltoapanta@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

.2026© Universidad Politécnica Salesiana.

QUITO– ECUADOR – SUDAMÉRICA

Edison Steve Chamorro Alvarez

**DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE PRODUCCIÓN DE ASADEROS PARA CAMPING
DESMONTABLE EN LA EMPRESA CCH LASER SERVICIOS METALMECÁNICOS**

DEDICATORIA

A mi esposa Karina, por su impulso y apoyo para dar este paso en mi vida académica, así como por su comprensión y paciencia en cada etapa de este proceso.

A mi hija Zoe, cuyo amor y ternura fueron mi mayor motivación para culminar este camino.

A mi hijo Thiago, cuya presencia en mi vida es una inspiración constante y para recordarte que el esfuerzo y la perseverancia siempre dan fruto.

Dedico este logro a ustedes, que son mi razón de ser y la fuerza que me impulsa cada día.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Doctor Luis Fernando Toapanta, director de tesis, por su guía, paciencia y valiosos aportes que hicieron posible la culminación de este trabajo.

A mi esposa, por su apoyo constante, por estar a mi lado en los momentos de mayor esfuerzo y por darme la motivación para seguir adelante. A mi hijo Thiago y a mi hija Zoe, porque en ellos encontré la inspiración y el motor que me impulsaron a concluir esta meta académica.

Extiendo también mi gratitud a mi familia y amigos, por sus palabras de ánimo y respaldo incondicional.

Finalmente, a la Universidad y a mis docentes de la Maestría en Producción y Operaciones Industriales, por compartir su conocimiento, su guía y su acompañamiento durante este proceso formativo.

Tabla de Contenido

Resumen	10
Abstract	11
1. Introducción	12
1.1 Objetivo general.....	13
1.2 Objetivo específico	13
1.3 Justificación	13
2. Determinación del problema	15
2.1 Estado de arte	15
3. Marco teórico referencial.....	17
3.1 Introducción a Lean Manufacturing	17
3.2 Principios clave de Lean Manufacturing aplicables a la producción	18
3.2.1 Eliminación de desperdicios (Muda).....	19
3.2.2 Mejora continua (Kaizen).....	21
3.2.3 Producción Justo a Tiempo (JIT).....	22
3.3 Herramientas Lean para la optimización del proceso productivo	22
3.3.1 Mapa del Flujo de Valor (VSM): análisis y optimización de la cadena de producción	23
3.3.2 Las 5S para la organización y eficiencia del entorno de trabajo	24
3.4 Procesos específicos en la fabricación de asaderos desmontables.....	27
3.4.1 Selección de materiales para asaderos desmontables.....	27
3.4.2 Corte láser.....	27
3.4.3 Pintura electroestática	29
3.4.4 Ensamblaje: optimización de tiempos de ensamblaje y control de calidad en el producto final	31
3.5 Evaluación de la viabilidad económica del proyecto.....	32
3.5.1 Cálculo de costos de producción: desglosando los costos directos e indirectos.....	32
3.5.2 Determinación del punto de equilibrio: análisis de rentabilidad	32
4. Materiales y metodología.....	34
4.1 Caracterización del entorno productivo actual	34
4.2 Levantamiento de requisitos técnicos del producto.....	34
4.3 Diseño y validación del proceso de producción	35

4.3.1	Proceso de montaje y desmontaje	36
4.3.2	Estabilidad estructural.....	37
4.3.3	Peso total de la estructura	37
4.3.4	Tiempo total estimado de fabricación	38
4.4	Cálculo de costos y evaluación económica de la propuesta	38
5.	Resultados y discusión	40
5.1.	Situación actual	40
5.2.	Levantamiento de requisitos técnicos	43
5.2.1.	Especificaciones dimensionales y tolerancias	43
5.2.2.	Selección de materiales.....	46
5.2.3.	Condiciones de exposición y uso	47
5.3.	Diseño y validación de línea de producción para asaderos de camping 48	
5.3.1.	Mapa del Flujo de Valor (VSM) del proceso de producción de asaderos de camping	49
5.3.2.	Diagrama esquemático de las áreas de trabajo	52
5.3.3.	Diagrama de flujo de proceso productivo para asaderos de camping	54
5.4.	Costo y evaluación económica de la propuesta.....	56
5.4.1.	Materia prima	57
5.4.2.	Personal directo de producción	58
5.4.3.	Costos energéticos asociados	59
5.4.4.	Gastos de mantenimiento de maquinaria.....	64
5.4.5.	Costos generales de la planta.....	64
5.4.6.	Costo total estimado por unidad	65
5.4.7.	Punto de equilibrio (BEP) estimado	65
5.4.8.	Rentabilidad y retorno de inversión (ROI).....	66
5.4.9.	Análisis general respecto a viabilidad económica.....	68
6.	Conclusiones.....	70
7.	Recomendaciones	71
8.	Referencias.....	73
9.	Anexos	78

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ciclo PHVA procesos de Lean Manufacturing [4].</i>	17
<i>Figura 2. Ciclo MUDA para procesos de manufactura [6].</i>	19
<i>Figura 3. Flujo de material e información en la cadena de valor [11].</i>	23
<i>Figura 4. Representación de la 1° S [13].</i>	24
<i>Figura 5. Representación de la 2° S [13].</i>	25
<i>Figura 6. Representación de la 3° S [13].</i>	25
<i>Figura 7. Representación de la 4° S [13].</i>	26
<i>Figura 8. Representación de la 5° S [13].</i>	26
<i>Figura 9. Corte láser en metal de bajo espesor [16].</i>	28
<i>Figura 10. Gráfico esquemático del corte láser y sus elementos [16].</i>	28
<i>Figura 11. Aplicación de pintura electrostática [18].</i>	30
<i>Figura 12. Gráfico esquemático de la aplicación de pintura electrostática y sus elementos [19].</i>	30
<i>Figura 13. Proceso de levantamiento de requisitos técnicos del producto.</i>	34
<i>Figura 14. Criterios de validación técnica del asadero portable de camping</i>	35
<i>Figura 15. Criterios de validación técnica del asadero portable de camping</i>	38
<i>Figura 16. Propuesta de mejora de capacidad instalada</i>	41
<i>Figura 17. Diagrama de flujo de situación actual en CCH Láser Servicios Metalmecánicos</i>	42
<i>Figura 18. Plano general de elementos del asadero de camping de CCH Láser Servicios Metalmecánicos</i>	43
<i>Figura 19. Dimensiones de cada elemento del asadero de camping</i>	45
<i>Figura 20. Imagen de conjunto del producto ya ensamblado</i>	46
<i>Figura 21. Diagrama de flujo de situación actual en CCH Láser Servicios Metalmecánicos</i>	50
<i>Figura 22. Esquema referencial de la propuesta para CCH Láser Servicios Metalmecánicos</i>	52
<i>Figura 23. Diagrama de flujo del proceso productivo de asaderos de camping de CCH Láser Servicios Metalmecánicos</i>	55
<i>Figura 24. Dimensiones de la plancha de acero ASTM A-36</i>	57

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Procesos actuales vs Procesos propuestos de manera interna.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 2. Comparativa de propiedades en materiales para asaderos desmontables [28] [14]......</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 3. Criterios técnicos del asadero desmontable.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 4. Proceso productivo para los asaderos de camping.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 5. Información técnica de las máquinas cortadoras de láser.</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 6. Consumo efectivo de las máquinas cortadoras de láser.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 7. Sumatoria de los valores por hora de energía de producción.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 8. Costos asociados para la producción de los asaderos en aspectos energéticos.....</i>	<i>65</i>

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1. Piezas previo al ensamblaje del asadero de camping.....</i>	<i>78</i>
<i>Anexo 2. Ensamble de la base con soportes laterales.....</i>	<i>78</i>
<i>Anexo 3. Ensamble de soportes del carbón al conjunto.....</i>	<i>79</i>
<i>Anexo 4. Ensamble de soportes del carbón al conjunto.....</i>	<i>79</i>
<i>Anexo 5. Cotización material base acero A-36 para fabricación de asaderos .</i>	<i>80</i>
<i>Anexo 6. Porcentaje de aprovechamiento del material en máquina cortadora de láser.....</i>	<i>81</i>
<i>Anexo 7. Características técnicas de la máquina cortadora de láser 1.....</i>	<i>82</i>
<i>Anexo 8. Características técnicas de la máquina cortadora de láser 2.....</i>	<i>82</i>

**DESARROLLO DE UNA
PROPUESTA DE PRODUCCIÓN DE
ASADEROS PARA CAMPING
DESMONTABLE EN LA EMPRESA
CCH LASER SERVICIOS
METALMECÁNICOS**

Autor(es):

EDISON STEVEN CHAMORRO ALVAREZ

Resumen

El presente estudio se enfoca en el desafío de la empresa CCH Laser Servicios Metalmecánicos que, a pesar de tener tecnología de punta y capacidad instalada, no poseen una línea propia de productos, dependiendo enteramente de los servicios que ofrecen externamente de corte y pintura, que le dan la sostenibilidad económica. Esta situación obstaculiza su crecimiento, reduciendo su competitividad en el sector metalmecánico; por lo que se detectó la necesidad de diseñar e implementar un producto distinto para utilizar sus recursos. El objetivo principal de la investigación era definir los requerimientos técnicos y materiales, además diseñar una línea de producción. También evaluar la viabilidad económica de la fabricación de asaderos desmontables para camping, con medidas estandarizadas de 60x30x40 cm. La metodología empleada combina análisis descriptivo y aplicado, incluyendo herramientas de Lean Manufacturing como VSM, 5S y la eliminación de mudas. Igualmente, diseño asistido por computadora y un estudio económico basado en el cálculo de costos unitarios, punto de equilibrio BEP y el retorno de inversión ROI. Los resultados mostraron que el acero A-36 es lo más idóneo por su resistencia, se lo puede conseguir a bajo costo en comparación con el acero inoxidable. Cuantitativamente, se calculó un costo unitario rentable, un ROI positivo con ventas de 40 al mes, y un BEP acertado. En conclusión, introducir esta línea es viable, técnica y económicamente, diversifica el negocio, y da más valor al mercado de artículos de camping en Ecuador.

Palabras clave: asaderos desmontables, corte láser, Lean Manufacturing, producción metalmecánica, viabilidad económica

Abstract

The present study focuses on the challenge of the company CCH Laser Metalmeccanic Services that, despite having pointed and installed capacity technology, do not have their own product line, depending entirely on the services offered by externally cutting and painting, which give it economic sustainability. This situation hinders its growth, reducing its competitiveness in the metalworking sector; Therefore, the need to design and implement a different product to use its resources was detected. The main objective of the research was to define the technical and material requirements, also to design a production line. Also evaluate the economic viability of the manufacture of detachable roasters for camping, with standardized measures of 60x30x40 cm. The methodology used combines descriptive and applied analysis, including lean manufacturing tools such as VSM, 5S and molt elimination. Likewise, computer -assisted design and an economic study based on the calculation of unit costs, BEP equilibrium point and the ROI investment return. The results showed that A-36 steel is the most suitable for its resistance, it can be achieved at low cost compared to stainless steel. Quantitatively, a profitable unit cost was calculated, a positive ROI with sales from 40 to month, and a successful BEP. In conclusion, introducing this line is viable, technically and economically, diversifies the business, and gives more value to the camping articles in Ecuador.

Keywords: detachable barbecues, laser cut, manufacturing, metalworking production, economic viability

1. Introducción

En los últimos años, el interés por las actividades al aire libre ha experimentado un crecimiento significativo a nivel mundial. Según estudios de mercado, la industria de productos para camping y actividades al aire libre ha mostrado un aumento sostenido debido a factores como la tendencia hacia el turismo sostenible, la búsqueda de experiencias recreativas en contacto con la naturaleza y el crecimiento del sector de deportes y aventura. En este contexto, la demanda de equipos funcionales, compactos y resistentes ha llevado a la innovación en el diseño de artículos específicos para este segmento.

Uno de los elementos esenciales para una experiencia de camping exitosa es la preparación de alimentos en exteriores. En este sentido, los asaderos desmontables se presentan como una solución práctica, ya que combinan portabilidad, facilidad de uso y durabilidad. No obstante, muchos de los pocos modelos existentes en el mercado presentan limitaciones en términos de ergonomía, calidad de materiales o facilidad de ensamblaje.

La empresa CCH Laser Servicios Metalmecánicos, con experiencia en procesos industriales como corte láser por fibra y CO₂, pintura electrostática, barolado de tubos y planchas, así como corte y doblaje de metales, cuenta con la infraestructura necesaria para desarrollar una línea de productos propia dentro del segmento de artículos para camping. A través de este proyecto, se busca diseñar e implementar una propuesta de producción de asaderos desmontables, optimizando los recursos técnicos y humanos disponibles, con el objetivo de diversificar la oferta comercial de la empresa y fortalecer su posicionamiento en el mercado.

1.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta de producción de asaderos para camping desmontable en la empresa CCH Laser Servicios Metalmecánicos.

1.2 Objetivo específico

- Definir los requerimientos técnicos y materiales necesarios para la producción de asaderos desmontables para camping, acorde a las capacidades y recursos de la empresa CCH Laser Servicios Metalmecánicos.
- Diseñar una la línea de producción de asaderos para camping desmontable con dimensiones 60x30x40cm para la gestión de materia prima y maquinaria.
- Evaluar la viabilidad económica de la implementación de una línea de producción de asaderos para camping desmontables en la empresa CCH Laser Servicios Metalmecánicos.

1.3 Justificación

Crear una propuesta para fabricar asaderos desarmables para acampar en CCH Laser Servicios Metalmecánicos es reamente importante. Su impacto beneficia de manera directa a la empresa y el mercado de artículos de camping. Esta idea ampliará el catálogo, ofreciendo productos propios, no solo metalmecánica a terceros, aprovechando la infraestructura y maquinaria, optimizarán recursos sin grandes inversiones iniciales, demostrando la viabilidad del proyecto.

Desde el punto de vista técnico, fabricar estos asaderos optimizará el proceso productivo usando Lean Manufacturing, reduciendo desperdicios y costes [1]. Además, innovarán el diseño y materiales para un producto durable, portátil y fácil de armar, cumpliendo con los estándares de calidad, asegurando la competitividad.

Económicamente este proyecto abre una puerta a la expansión, capitalizando la creciente demanda de artículos para acampar creando flamantes fuentes de ingresos para la empresa. Al fabricar productos propios del taller, menguará la dependencia de terceros, concediendo estabilidad a la organización, frente a las fluctuaciones de la demanda de servicios metalmecánicos. Además, se van a sopesar la rentabilidad y los márgenes de ganancia con la idea de asegurar la viabilidad financiera de este proyecto.

Finalmente, el proyecto también tendrá un impacto social y ambiental bien favorable. El diseño de ese asador desmontable duradero y reutilizable, ayudará a un consumo más responsable, acompasado con las tendencias de sostenibilidad y reducción de desechos [2]. Igualmente, la puesta en marcha de la producción generará nuevos empleos, impulsando el desarrollo económico tanto de la empresa como de la comunidad.

2. Determinación del problema

2.1 Estado de arte

El mercado de equipamiento para acampada se encuentra en crecimiento, todo por el turismo verde y el tiempo libre al aire libre. Este boom a su vez disparó la demanda de productos específicos, en especial, los asadores portátiles. No obstante, la oferta actual flaquea en productos que combinen ligereza, durabilidad, fácil transporte, y montaje. La mayoría de los asadores hoy día no son de total utilidad para el usuario o tienen fallos de diseño, afectando su rendimiento y vida útil. Así, hay una gran oportunidad para un producto que responda a esto y aproveche el crecimiento del mercado.

Además, la empresa CCH Laser Servicios Metalmecánicos, que se dedica al corte láser, pintura electrostática y otros trabajos metalmecánicos, tiene un problema: no tiene línea propia de productos. A pesar de su infraestructura moderna y capacidad de producción importante, la empresa sobrevive en gran medida gracias a clientes externos para generar ingresos.

Esa dependencia limita mucho la habilidad de la empresa para expandir sus ingresos, no permitiendo que aproveche todo su potencial. Sin productos propios, diferenciarse en el mercado es difícil y expandirse a nuevos mercados, se frena el crecimiento y la competitividad.

La diversificación del catálogo de CCH Laser, con asadores desarmables, abre una brecha para aumentar la competitividad y la salud económica a largo plazo. El desarrollo de este nuevo producto no solo haría más fácil diferenciarse en un mercado en auge, sino que también usaría mejor los recursos tecnológicos y productivos. Fabricando un artículo nuevo y de gran calidad, CCH Laser conseguiría más clientes y hallaría nuevas fuentes de ingresos, dando valor a la empresa.

Viendo lo anterior, el estudio busca plantear una iniciativa para fabricar asadores desarmables, tratando de usar de mejor forma los recursos y determinando su factibilidad, técnica y económica. El proyecto busca, por lo tanto, no solo impulsar la competitividad de las empresas, sino también fomentar la innovación en el mercado de artículos para acampar, satisfaciendo una necesidad del cliente y afianzando las proyecciones de crecimiento a futuro para la compañía.

De esta manera, el proyecto pretende, no solo mejorar la competitividad empresarial, sino también colaborar con la innovación en el ámbito de los productos de camping, abordando una necesidad de los consumidores y fortaleciendo las expectativas de crecimiento futuro para la empresa.

3. Marco teórico referencial

Existen varios programas de implementación y herramientas de Lean Manufacturing conocido como prácticas Lean. En el transcurso de la implementación existen varios desafíos a la hora de implementarles y sobre todo mantenerlas. Culturalmente, los trabajadores y empresas tienen diferentes motivaciones, comunicación y compromisos.

3.1 Introducción a Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing, también llamado "producción ajustada", es una estrategia abarcadora, que va todo sobre la mejora continua del sistema de producción, y tiene la intención básica de eliminar el desperdicio. Dicho desperdicio es lo que se considera cualquier actividad que gasta recursos sin agregar valor real al producto, lo cual, el cliente no está dispuesto a pagar por ello. Esta mirada impulsa a las organizaciones a revisar y remodelar sus procesos de producción para hacerlos más eficientes, versátiles, y centrados en la calidad [3]. En la Figura 1 se puede visualizar los principios fundamentales del Lean Manufacturing basados en el ciclo PHVA.



Figura 1. Ciclo PHVA procesos de Lean Manufacturing [4].

El ciclo PHVA Planificar-Hacer-Verificar-Actuar en Lean Manufacturing permite la mejora continua, aplicada estructuradamente. Primero, Planificación, donde identifican los procesos más importantes, necesitando intervención; después, la fase Hacer, allí implementan herramientas como las 5S y estandarización; luego, en Verificación, cuantifican resultados, realizan auditorías; por último, Actuar consolidan las mejoras, a través de capacitación constante para el personal [4].

Para lograr estas metas, el Lean Manufacturing se basa en una variedad de herramientas prácticas, provenientes sobre todo de Japón, tales como TPM Mantenimiento Productivo Total, 5S Orden y Limpieza, SMED reducción de tiempos de cambio, Kanban gestión visual de flujo, Kaizen, mejora continua, Heijunka nivelación de la producción, y Jidoka, automatización con supervisión humana [5].

Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) se convirtió en toda una filosofía, embebida en la optimización productiva. Básicamente, este método se enfoca en reducir desperdicios y, también, en la mejora constante, para darle el máximo valor al cliente final. A pesar de esto, las compañías enfrentan desafíos al aplicarlo, destacando la adaptación cultural y operacional.

Los fundamentales principios de Lean Manufacturing incluyen la erradicación de desperdicios, el perfeccionamiento constante, la manufactura justo a tiempo, y la calidad arraigada. En la producción de asadores desarmables, estas normas pudieran disminuir los tiempos de montaje, elevar la calidad del producto final y optimizar el uso de maquinaria y mano de obra.

3.2 Principios clave de Lean Manufacturing aplicables a la producción

El Lean Manufacturing, cimentado en ciertos principios, busca potenciar el valor entregado al cliente, disminuyendo considerablemente las acciones consideradas innecesarias. Tales directrices perfeccionan la eficiencia productiva y robustecen la perdurabilidad de los procesos a lo largo del tiempo. Respecto a la manufactura de asaderos desmontables, la

implementación de estos preceptos es de gran interés, permitiendo la obtención de bienes competitivos, duraderos y financieramente accesibles. A continuación, se esbozan los pilares que orientan la optimización de la producción: la eliminación del desperdicio (Muda), la constante superación (Kaizen) y la manufactura Justo a Tiempo (JIT).

3.2.1 Eliminación de desperdicios (Muda)

La identificación precisa y la correspondiente corrección de las variadas formas de desperdicio en aspectos de sobreproducción, la espera, el transporte, el sobreprocesamiento, el inventario, defectos, movimientos superfluos y el mal aprovechamiento de los recursos humanos es fundamental para mejorar la eficiencia y reducir los costos en cualquier proceso de producción. Al quitar estos desperdicios, las organizaciones pueden optimizar sus recursos y elevar la calidad de sus productos y servicios, lo que solidifica su competitividad en el mercado, lo cual genera un impacto positivo tanto en los costos como en la satisfacción del cliente. En la Figura 2 se muestra el modelo cíclico MUDA y cada uno de los aspectos que contiene.



Figura 2. Ciclo MUDA para procesos de manufactura [6].

La *sobreproducción* es un desperdicio que emerge al fabricar más de lo necesario, incluso al invertir en equipos superando las demandas. Producir demasiado es perjudicial, aunque el proceso parezca andar bien, se crean

bienes inservibles en realidad, consumiendo recursos y sin valor añadido. También implica desperdiciar materia prima, esto por consiguiente aumenta los costos, tanto en transporte como en almacenaje. Frecuentemente, el exceso de máquinas es causa de sobreproducción; los operarios, preocupados por la posible baja en producción, operan sin control sobrepasando las verdaderas necesidades, generando exceso de materiales [7].

Las *esperas* se dan cuando el tiempo perdido es causado por procesos mal diseñados, o que son ineficaces. A menudo, los flujos de trabajo no están bien optimizados, lo que ocasiona que unos trabajadores esperen, inactivos mientras otros se ven abrumados por el trabajo [7].

Por otro lado, hablando del *transporte*, el desperdicio aparece cuando se debe manipular o mover los materiales sin una razón aparente. En una producción eficiente, es importante que las máquinas estén muy cerca una de otra y que los materiales se muevan directamente, sin esperas ni tenerlos guardados entre estaciones. Hay que pensar bien las rutas de transporte y la ubicación de las máquinas, intentando reducir al mínimo esos movimientos que no sirven; cada vez que se manipulan, aumenta el riesgo de daño y se gasta más [7].

El *sobreprocesamiento* pasa cuando se hacen cosas extra que no suman valor al producto; ya sea usar más material del necesario o hacer procesos innecesarios; esto engloba ejemplos tales como emplear selladores de más, añadir puntos de soldadura sin necesidad, o pintar zonas que ni requieren atención. Actividades, que sin duda disparan los costes y la producción, pero sin resultar en una mayor calidad final del producto, por ende, precisa una adaptación a las necesidades únicas del cliente [7].

El desperdicio en inventario se muestra con la *acumulación*, con el amontonamiento innecesario de materias primas y bienes, excediendo las necesidades de producción inmediata. Un almacenamiento desmedido de inventario denota un proceso productivo con notables altibajos, donde los bienes se amontonan, aguardando ser procesados. Si bien la posesión de

inventarios simula solucionar desabastecimientos, en realidad encubre fallos en el flujo, implicando gastos adicionales y no solucionando ineficiencias [7]

Los fallos en los productos son, sin lugar a duda, un desperdicio notable en la industria, de hecho, conlleva trabajos añadidos resultado de errores evitables desde el comienzo. Un proceso manufacturero sin fallos es crucial para garantizar que los productos finales cumplan con los estándares de calidad necesarios. Esos fallos causan costos extra, pidiendo retrabajos, pruebas, o correcciones, retrasando la producción y aumentando los gastos operativos [7].

Desplazamiento innecesario: Este desperdicio ocurre cuando los trabajadores hacen movimientos sin utilidad, como recorrer largas distancias para buscar herramientas, ajustar equipos, o cambiar posiciones. Cada movimiento extra consume tiempo precioso, incluso podría causar fatiga en los empleados, afectando la productividad. Adaptar las estaciones de trabajo y el diseño del área laboral podría disminuir estas movilizaciones y mejorar la eficiencia general [7].

Capital humano desaprovechado: Este tipo de desperdicio se refiere a la poca utilización de las habilidades y conocimientos de los trabajadores. Si no se da a los empleados la capacitación adecuada o tareas que usen sus talentos, se pierde una valiosa oportunidad para optimizar los procesos [7].

3.2.2 Mejora continua (Kaizen)

El concepto Kaizen, promovido vastamente por Toyota, involucra un ciclo incesante de perfeccionamiento, con pequeños constantes cambios, incluyendo cada nivel organizacional. Dichos avances, enfocados en optimizar y eliminar desperdicio, se ponen en marcha de manera continua, siguiendo esquemas como el PDCA y las 5S. Un estudio reciente sugiere que Kaizen evolucionó, superando una estrategia centrada solo en la eficiencia; ahora integra la sostenibilidad y la digitalización, destacando su creciente importancia en las industrias de hoy [8].

En la realidad, Kaizen motiva la activa participación de todos los empleados, que detectan áreas con potencial de mejora en su día a día y participan en su implementación. Esta filosofía a provisto beneficios notables; un estudio indica que las compañías que aplican Kaizen usualmente, podrían mejorar sus indicadores operativos entre un 25 a 30 %, al mismo tiempo que consolidan una cultura laboral más dinámica y adaptable.

3.2.3 Producción Justo a Tiempo (JIT)

El sistema Just It Time (JIT) o “*justo a tiempo*” en español, una filosofía revolucionaria en gestión de inventarios y producción; este método apunta, primordialmente a manufacturar y distribuir componentes precisamente en el momento que son críticos, lo que aminora existencias y evita la sobreproducción. Esa metodología baja los costos ligados al almacenamiento y eleva la eficiencia operativa. La implementación del JIT se asocia a mejoras en indicadores financieros, como el ROI, la rentabilidad sobre ventas y la rotación de activos, y mostrando, a la vez, la eficiencia operativa y la sostenibilidad económica [9].

A pesar de sus ventajas notables, el JIT tiene obstáculos propios, comprendida la dependencia de los proveedores y la exigencia de una cadena de suministro veloz y confiable. Su éxito radica en una sincronización exacta entre la demanda y el abastecimiento, una comunicación constante con los proveedores, y una conexión con las prácticas Lean dentro de la fábrica.

3.3 Herramientas Lean para la optimización del proceso productivo

En el ámbito de la manufactura de asadores portátiles para acampar, Lean Manufacturing resulta ser un camino para detectar y eliminar esas tareas innecesarias, desde la recepción de insumos hasta el ensamblaje total del artículo. Todo esto busca ser adaptado a la situación técnica y administrativa de la empresa CCH Laser Servicios Metalmecánicos.

Existen dos metodologías dentro del contexto Lean con especial importancia: el Mapa del Flujo de Valor (VSM) y el sistema de las 5S, por su aptitud para

diagnosticar, ilustrar, ordenar y pulir tanto los procesos como los entornos de producción.

3.3.1 Mapa del Flujo de Valor (VSM): análisis y optimización de la cadena de producción

La herramienta Value Stream Mapping (VSM) o “*Mapa del Flujo de Valor*”, sirve para identificar pérdidas en el proceso de producción. Este diagrama visual muestra el flujo de trabajo y así se pueden ver los deshechos, por tanto, permitiendo mejoras. El VSM, se centra en descubrir los desperdicios presentes en el proceso de producción y aplica los principios de Lean, para la manufactura con mucha más atención en la producción de artículos termoformados [10].

Es una herramienta visual que se diseña para ilustrar gráficamente las operaciones, flujos de información y procesos que transforman un producto o servicio de acuerdo a lo descrito en la Figura 3. A diferencia de esas metodologías formales o teóricas, el VSM muestra cómo esas operaciones realmente suceden en el trabajo. Su implementación es de interés para analizar los procesos de negocios, algo que a menudo la dirección, los responsables de operaciones o calidad necesitan para optimizar la eficiencia y detectar oportunidades de mejora que podrían pasar desapercibidas [11].



Figura 3. Flujo de material e información en la cadena de valor [11].

Esta herramienta, de naturaleza cualitativa, se usa en entornos de Lean Manufacturing. Aunque sencilla, y se puede hacer con lápiz y papel, su utilidad no se reduce; facilita una visualización clara del flujo de materiales e información, identificando desperdicios, cuellos de botella y actividades que no agregan valor [12].

3.3.2 Las 5S para la organización y eficiencia del entorno de trabajo

Se establecen 5 actividades sencillas, conectadas, revelando una progresión sensata. El personal debe ejecutarlas en sus puestos de trabajo, con el objetivo de mejorar el orden, la limpieza, evitando pérdidas de todo tipo.

1. Seiri (Clasificar)

Es en esta fase, donde la importancia recae en separar, distinguir lo esencial de lo que sobra, en el contexto de trabajo. Dejar ir, descartar útiles, papeles o aparatos que no se usan muy a menudo es el objetivo. Esto libera espacio y permite alcanzar fácilmente aquello que es realmente necesario. Una buena clasificación, ayuda a disminuir el desorden, impulsa la eficiencia y reduce el riesgo de errores, todo evitando la acumulación de cosas que no sirven en las distintas áreas de trabajo [12].

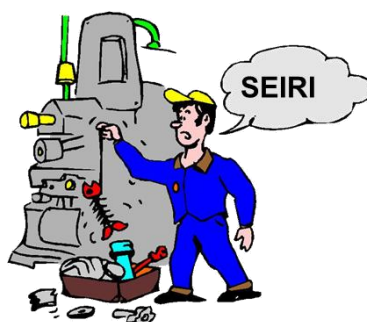


Figura 4. Representación de la 1° S [13].

2. Seiton (Ordenar)

Luego de clasificar lo esencial, toca ordenar, colocarlos de manera sistematizada, donde estén fáciles de usar y siempre al alcance. Seiton utiliza la famosa regla de "un lugar para cada cosa, y cada cosa en su sitio". Acelera

el trabajo, reduce el tiempo perdido buscando cosas y permite, al instante, ver si algo falta o anda mal [12].



Figura 5. Representación de la 2° S [13].

3. Seiso (Limpiar)

Seiso es sinónimo de limpiar bien, a fondo la zona de trabajo, las máquinas, herramientas y superficies, no solo por la limpieza, sino también para detectar problemas, fugas o ese desgaste que podría afectar el trabajo de los equipos. Esta etapa promueve una cultura de inspección visual, extendiendo la vida útil de los bienes, también mejora la seguridad y el ambiente de trabajo [12].



Figura 6. Representación de la 3° S [13].

4. Seiketsu (Estandarizar)

Esta etapa busca estandarizar y establecer rutinas para mantener las condiciones de las primeras tres S. Implica crear horarios de limpieza, definir responsabilidades, colocar señalización visual y documentar procedimientos,

asegurando la consistencia de las acciones. Seiketsu convierte las mejores prácticas en hábitos sólidos, apoyando el orden y eficiencia [12].



Figura 7. Representación de la 4° S [13].

5. Shitsuke (Disciplina)

La última S trata de la disciplina y el compromiso del equipo en el cumplimiento de los estándares. Requiere fomentar una cultura de responsabilidad individual, y respeto por las normas, garantizando la perdurabilidad del sistema 5S. Se impulsa el autocontrol, el liderazgo y la mejora continua, pilares del actuar diario en las empresas [12].



Figura 8. Representación de la 5° S [13].

Aplicar estos 5 principios de manera sistemática, logran transformar los entornos de trabajo en espacios más ordenados, seguros y productivos durante las jornadas laborales.

3.4 Procesos específicos en la fabricación de asaderos desmontables

3.4.1 Selección de materiales para asaderos desmontables

En la selección del material óptimo para la construcción de asaderos desmontables, se consideraron primordialmente dos alternativas, el acero estructural ASTM A-36 y el acero inoxidable grado 304 o 316.

El acero A-36 destaca notablemente por su óptima soldabilidad y maquinabilidad sencilla. Además, posee un elevado límite elástico que le resulta perfecto para estructuras sujetas a tensiones térmicas importantes. Investigaciones actuales afirman que A-36 es muy empleado dada su módico precio y habilidad para crear componentes desmontables duraderos. Asimismo, su buena conductividad térmica coopera en la dispersión del calor, algo esencial en asaderos [14].

Por otro lado, el acero inoxidable, aunque ofrece una resistencia mayor contra la corrosión y mayor estabilidad superficial, representa un desembolso bastante más elevado. Sus características mecánicas son superiores en cuanto a resistencia a la tracción; aunque es importante saber que, en escenarios como asaderos desmontables, la ecuación costo-beneficio favorece al A-36 si se aplican recubrimientos protectores como galvanizado o pintura electrostática.

3.4.2 Corte láser

El corte láser un proceso de mecanizado térmico que no es común, funciona con un haz láser denso en energía, esto permite cortar cosas con alta precisión. La técnica se basa en cómo el material absorbe el láser, calentándose rápidamente, casi fundiéndose o vaporizándose totalmente. Gases como oxígeno, nitrógeno, o argón a veces se usan para quitar lo fundido y mejorar el corte, dependiendo del material y cómo se configure [15].

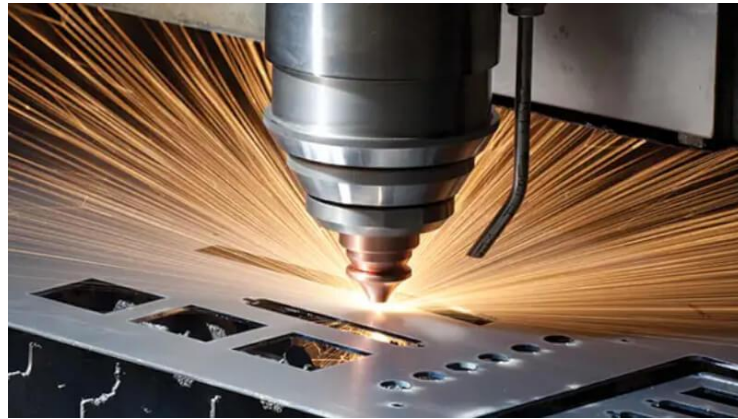


Figura 9. Corte láser en metal de bajo espesor [16].

Un beneficio muy bueno del corte láser es su capacidad de hacer cortes súper finos y exactos sin tocar nada, reduciendo el desgaste de herramientas y las oportunidades de que el material se deforme. Además, se automatiza muy bien con sistemas CNC, lo que permite hacer muchas cosas iguales de forma muy rápida. El resultado del corte, que tan rápido es, y el ahorro de energía varían mucho. Estos factores incluyen la fuerza del láser, la velocidad a la que corta, y la presión del gas además de la distancia focal del haz [15].

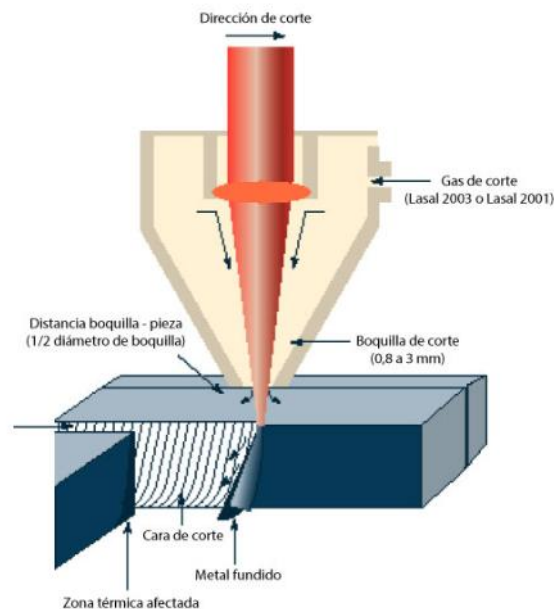


Figura 10. Gráfico esquemático del corte láser y sus elementos [16].

La Figura 10 muestra un diagrama sobre el proceso de corte láser con gas asistido, comúnmente usado para cortar metales con precisión. El láser, en

rojo, es fundamental y se enfoca en un único punto en la superficie del material. Este haz, emitido por un láser, se concentra usando lentes, alcanzando gran densidad de energía justo en ese punto [15]. La boquilla de corte, usualmente de 0.8 a 3 mm de ancho, guía el láser y el gas asistente como oxígeno, nitrógeno o aire comprimido. El gas actúa doblemente: cuida las lentes del cabezal, y empuja el metal fundido fuera del corte. La distancia ideal entre la boquilla y la pieza es, como, la mitad del diámetro de la boquilla para tener buen enfoque y que el gas fluya bien [17].

Al tener contacto el láser con la superficie, el material alcanza el punto de fusión o sino la vaporización; eso provoca una Zona Térmicamente Afectada (ZTA), área del material con cambios debido al calor, aunque no necesariamente se funde. Y así, el resultado se resumía en un corte preciso, aparte de una leve deformación por el calor, consiguiendo una superficie de altísima calidad. El metal fundido, quitado velozmente por la fuerza del láser y el gas, con ello, el corte sigue ininterrumpidamente a través del material, de manera impecable y acorde a la dirección preestablecida en la máquina CNC [17].

3.4.3 Pintura electrostática

La pintura electrostática, es un proceso de recubrimiento empleando cargas eléctricas para poner pintura en polvo, encima de superficies metálicas como se muestra en la Figura 11. El polvo de pintura se electrifica y se pega a la superficie, con carga contraria. Más tarde, en un horno el recubrimiento se solidifica para crear una capa fuerte, que dura bastante. Es muy bueno para asegurar una cobertura pareja, larga y de buena calidad. Es importante, cuando haces productos metálicos que necesiten protección contra el óxido y el uso, por ejemplo, muebles de afuera, electrodomésticos y partes de coches.



Figura 11. Aplicación de pintura electrostática [18].

El polvo de pintura se electrifica y se pega a la superficie, con carga contraria. Más tarde, en un horno el recubrimiento se solidifica para crear una capa fuerte, que dura bastante. Es muy bueno para asegurar una cobertura pareja, larga y de buena calidad. Es importante, cuando haces productos metálicos que necesiten protección contra el óxido y el uso, por ejemplo, muebles de afuera, electrodomésticos y partes de coches.

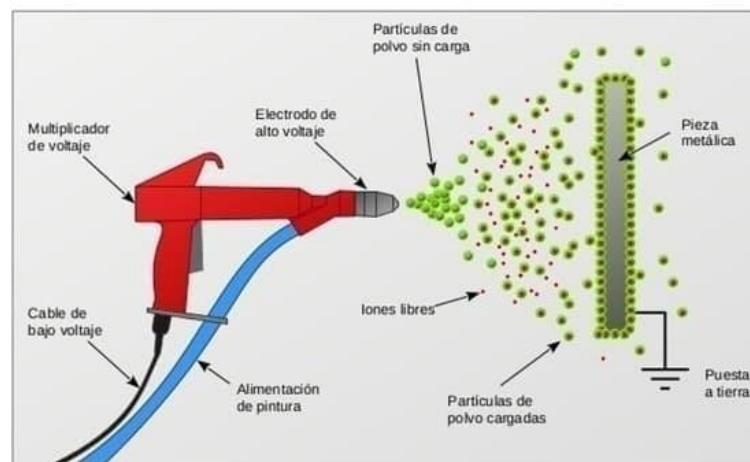


Figura 12. Gráfico esquemático de la aplicación de pintura electrostática y sus elementos [19].

La atomización electrostática, un método popular para aplicar recubrimientos en la industria metalmeccánica y automotriz porque mejora la eficiencia y la calidad de la superficie. Este proceso implica crear un campo eléctrico de alta tensión, a menudo entre 30 y 140 kV, dentro de la pistola rociadora, dando una carga negativa a las partículas del recubrimiento [20].

Esas partículas, debido a la repulsión que experimentan entre sí y la atracción hacia las superficies conectadas a tierra, se distribuyen uniformemente sobre la pieza, logrando el efecto envolvente deseado. Esto hace que sea más fácil cubrir, no sólo la parte frontal, sino también bordes y respaldos en componentes con diseños complejos, ahorrando múltiples aplicaciones. Además, la atomización electrostática hasta podría reducir un 30 % el desperdicio de material, en comparación con métodos tradicionales, gracias a su alta tasa de transferencia, que supera el 85 %, ayudando a optimizar recursos y una menor emisión de compuestos volátiles al medio ambiente [20].

3.4.4 Ensamblaje: optimización de tiempos de ensamblaje y control de calidad en el producto final

Construir un artículo desarmable como un asador desmontable, resulta crucial. Sus partes, concebidas para fácil montaje y desmontaje, se unen para funcionar. Este ensamble emplea Diseño para el Ensamblaje y Diseño para el Desensamble que simplifican las conexiones. Buscan menos elementos, facilitando tanto la construcción como su remoción por el cliente [21]. Integrar estas metodologías en diseño inicial promueve la modularidad; un montaje más eficiente así ayuda a preservar la funcionalidad e integridad del producto, tras usos y separaciones múltiples.

Desde una perspectiva enfocada en Lean Manufacturing, el ensamble optimiza al eliminar desperdicios, especialmente esos relacionados con las esperas, los movimientos innecesarios, y el inventario acumulado [22]. Para ilustrar, emplear herramientas como el VSM y los diagramas de espagueti simplifican la detección y erradicación de tiempos perdidos y rutas inútiles en la línea de producción. Implementando un diseño eficaz, estandarizando tareas e instruyendo al personal con montaje modular y desmontable, se reduce notablemente el WIP (Work in Progress) o “*trabajo en progreso*” mejorando el flujo de trabajo, y esto conlleva una mayor eficiencia del proceso, junto con menos errores en el producto final.

3.5 Evaluación de la viabilidad económica del proyecto

3.5.1 Cálculo de costos de producción: desglosando los costos directos e indirectos

Calcular los costes de producción es de interés para fijar el precio de venta y determinar la rentabilidad de cualquier proceso productivo. Los costes directos abarcan las materias primas y la mano de obra asignadas directamente al producto finalizado; por otro lado, los costes indirectos también referidos como gastos generales incluyen energía depreciación de equipos mantenimiento y la administración, imposibles de atribuir de forma específica a cada unidad producida [23]. Una perspectiva actual sugiere el uso de sistemas de costeo como el de costes por órdenes o el costeo basado en actividades que habilitan estimaciones más precisas de los costes indirectos al asignarlos basándose en consumos reales con lo que se mejora el control financiero y se facilita la toma de decisiones estratégicas [24].

De manera habitual el cálculo de costos de fabricación se encuentra determinado por la ecuación 1.

$$\text{Costo unitario} = \frac{(\text{Material directo} + \text{Mano de obra directa} + \text{Costos indirectos asignados})}{\text{Unidades producidas}} \quad (1)$$

Esto ayuda a definir de manera clara cada componente del costo y hacer un seguimiento detallado respecto a la eficiencia operativa y el uso de recursos [25].

3.5.2 Determinación del punto de equilibrio: análisis de rentabilidad

El punto de equilibrio esencialmente indica el volumen de producción o ventas donde los ingresos agregados se emparejan a los costes totales fijos y variables; la compañía entonces no experimenta ni ganancias ni pérdidas. Esto se calcula mediante la ecuación 2.

$$\text{BEP}(\text{unidades}) = \frac{\text{Costos Fijos Totales}}{\text{Precio de Venta por Unidad} - \text{Costo Variable por Unidad}} \quad (2)$$

El análisis subyacente sirve para la planificación financiera estratégica al lanzar nuevos productos. Siguiendo a [26], tanto los modelos tradicionales como sus versiones ampliadas facilitan la determinación del punto de equilibrio, incluso dentro de entornos industriales caracterizados por múltiples productos, a través de la programación lineal que interconecta los volúmenes de producción y los márgenes, modelados como funciones constantes. Adicionalmente, un estudio publicado en el Eurasian Journal of Business and Management [27] pone de relieve cómo el punto de equilibrio actúa como una herramienta de considerable valor estratégico para la evaluación de la rentabilidad mínima, integrando de manera holística ingresos, costos y el volumen de producción.

En la aplicación concreta, el entendimiento del BEP facilita el diseño de estrategias precisas para establecer precios, esto ayuda a determinar el volumen mínimo indispensable, requerido para cubrir los costos operativos, también una buena planificación de inversiones.

4. Materiales y metodología

4.1 Caracterización del entorno productivo actual

Se emprenderá un análisis del contexto operativo de la empresa CCH Laser Servicios Metalmecánicos. Se registrarán los bienes disponibles, por ejemplo la maquinaria (corte láser, pintura electrostática), el personal técnico presente, los procesos operativos vigentes, y el espacio físico disponible. Esta evaluación ayudará a determinar las ventajas y desventajas que son de interés para el estudio, lo cual impactará en la posibilidad de establecer una línea de producción propia para asadores desmontables. Esta información será levantada por medio de observación directa in situ y análisis de máquinas y planos de la planta.

4.2 Levantamiento de requisitos técnicos del producto

Se identifican características físicas, funcionales y de ensamblaje requeridas para el producto: Dentro de esto se incluirán los descritos en la Figura 13.



Figura 13 Proceso de levantamiento de requisitos técnicos del producto

Este levantamiento se lo realiza para poder establecer la ficha técnica del producto una vez este sea fabricado y distribuido a los adquirientes, lo que tendrá un efecto positivo por conceptos de control de calidad a nivel nacional.

4.3 Diseño y validación del proceso de producción

Para poder diseñar el proceso productivo será necesario utilizar herramientas como:

- Mapa de flujo de valor (VSM)
- Distribución de la planta (diagrama esquemático).
- Diagrama de flujo (secuencia de operaciones para el corte láser, pintura electrostática y ensamblaje y posterior almacenamiento)

Aquí como complemento también serán utilizados los principios de las 5S y eliminación de mudas (desperdicios), sabiendo que esto ayuda con el medio ambiente.

A partir de aquí, se evalúa si la propuesta de diseño satisface las demandas funcionales y estructurales inicialmente especificadas. La construcción de este prototipo cuenta con criterios técnicos, los cuales se encuentran descritos en la Figura 14.



Figura 14. Criterios de validación técnica del asadero portable de camping

En este estudio, se valida la funcionalidad del asadero desmontable a través de un análisis técnico que toma en cuenta el diseño, los estándares estructurales y las regulaciones de ingeniería, en vez de recurrir a simulaciones numéricas o pruebas físicas. Gracias a que el estudio es preoperativo, se utilizó la comprobación de planos, el examen dimensional, la inspección de tolerancias de fabricación, la resistencia teórica del A-36 y los lineamientos ergonómicos fijadores para productos portátiles. Este método de validación documental posibilita garantizar que el diseño satisfaga los requisitos mínimos de estabilidad, durabilidad y facilidad de montaje establecidos para un primer prototipo.

Un proceso admitido en investigaciones de pre-prototipo es la validación documental fundamentada en diseño CAD, normativa técnica, resistencia teórica y análisis dimensional. Este procedimiento se utiliza con el propósito de establecer una factibilidad técnica preliminar antes de la producción física (Shigley, 2020; ISO 8887; ISO 12944).

4.3.1 Proceso de montaje y desmontaje

Este criterio evalúa la simplicidad con que el usuario puede montar y desmontar la estructura del asador, sin recurrir a herramientas especializadas. A continuación se evaluará:

- Cantidad de piezas y sus uniones: se pretende simplificar al máximo la cantidad de componentes para disminuir el tiempo de montaje, obviamente.
- Mecanismos de ensamble: es fundamental verificar que las conexiones (pernos, encajes, bisagras) aseguren la solidez estructural y toleren múltiples ciclos de armado/desarmado, sin comprometer su funcionalidad.
- Ergonomía del proceso: El montaje no debería exigir esfuerzos considerables; se sugiere un esfuerzo menor a 150 N, siguiendo las normativas de ergonomía para la manipulación manual.
- Tiempo estimado de montaje: Para asegurar la portabilidad y practicidad, el tiempo de montaje deberá ser inferior a 10 minutos.

El proceso de montaje fue validado a través del análisis del despiece, la revisión de las interferencias, el conteo de uniones y la estimación del recorrido de los usuarios en el plano técnico. A pesar de que no se llevaron a cabo pruebas reales, el diseño cumple con los estándares básicos de ergonomía y asegura que el ensamblaje sea factible sin instrumentos especializados, en plazos razonables conforme a las especificaciones de productos parecidos.

4.3.2 Estabilidad estructural

La estabilidad será, por tanto, valorada con pruebas de carga rigurosas y simulaciones intensivas de tensiones, todo en los puntos críticos del asador:

- Distribución del peso: se confirmará la resistencia de la estructura ante cargas verticales mínimas de 20 kg, las cuales serán distribuidas de manera no uniforme, reflejando el uso real con carbón y alimentos.

A pesar de que no se realizaron a cabo ensayos físicos de carga ni simulaciones FEA, la estabilidad estructural se basa en los valores teóricos de resistencia del acero A-36 (250–400 MPa en tracción y aproximadamente 250 MPa de fluencia) y en los espesores proyectados para las áreas críticas. La carga mínima de 20 kg, considerada como referencia, está muy por debajo de la capacidad estructural del material, aun teniendo en cuenta los factores de seguridad para estructuras metálicas ($FS \approx 2-3$). Así, el diseño garantiza que el prototipo podrá resistir las condiciones habituales de uso (comida, utensilios, carbón) sin poner en peligro su integridad estructural.

4.3.3 Peso total de la estructura

Un factor crítico en la portabilidad es el peso:

- Peso propuesto: el asadero aspirará estar entre 10 y 15 kg, logrando que sea transportable para un usuario normal.
- Materiales elegidos: emplear acero A-36 (densidad 7.85 g/cm^3) ofrece mucha firmeza, sin embargo, incrementa el peso; por esto, el diseño buscará reducir grosores en áreas no cruciales y seleccionar perfiles optimizados.

- Evaluación comparativa de materiales: se analizará la relación peso/resistencia del acero inoxidable versus el A-36, prefiriendo este último por su menor precio y manipulación sencilla, aun cuando exija revestimientos contra la corrosión.

4.3.4 Tiempo total estimado de fabricación

Este principio facilitará la determinación de la viabilidad manufacturera en la corporación, quedando descrito en la Figura...

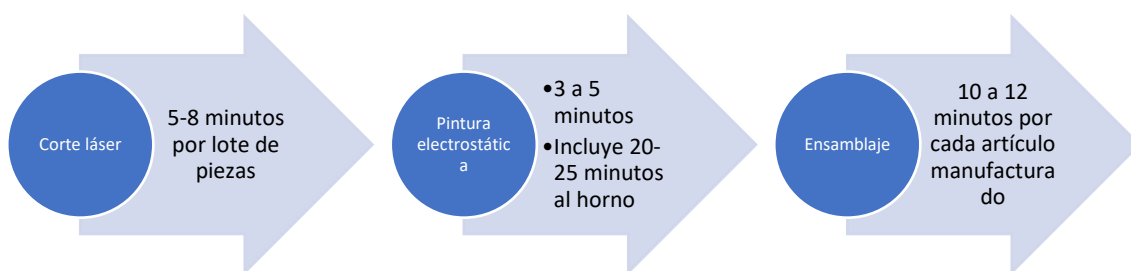


Figura 15. Criterios de validación técnica del asadero portable de camping

Cada unidad manufacturada demandaría entre 50 y 60 minutos, un tiempo aceptable para la producción en series cortas. Un estudio cronométrico con diagramas de flujo contrastara los resultados con simulaciones del flujo productivo se usarán.

4.4 Cálculo de costos y evaluación económica de la propuesta

Se analizarán los gastos totales directos e indirectos relacionados con la elaboración del artículo, esto incluirá:

- El precio de la materia prima (acero A-36)
- El personal directo de producción
- La energía consumida en cada fase
- Gastos de mantenimiento y de uso de la maquinaria
- Los costos generales de la planta

Con estas cifras se calculará el Costo Unitario de Producción y, acto seguido, el Punto de Equilibrio (BEP) será estimado. Por último, la rentabilidad

prevista se estudiará, usando como base los volúmenes de producción y los valores del mercado de artículos para camping.

Una vez proyectado esto, se puede estimar el retorno de inversión ROI.

5. Resultados y discusión

5.1. Situación actual

La empresa CCH Laser Servicios Metalmecánicos, operando en la actualidad, posee maquinaria de última generación tecnológica equipos de corte láser CNC, cabinas de pintura electrostática y estaciones de ensamblaje son la prueba. A pesar de ello, esos recursos se destinan predominantemente a brindar servicios metalmecánicos generales a terceros. En otras palabras, si bien la capacidad está disponible, la distribución de las máquinas y el flujo laboral no se enfocan en crear un producto propio.

Como resultado, los procesos que forman la fabricación de asaderos desmontables corte de piezas, revestimiento de superficies, y montaje final solamente forman parte de los procesos que se realizan para proveer servicios a clientes externos, teniendo ganancias pero conceptos de servicios mínimos, en relación a lo que daría un producto propuesto por la empresa. Dicha circunstancia merma la competitividad de la empresa, también limita su capacidad de actuación en el mercado de productos para acampar.

Se tiene planteado reconfigurar la capacidad instalada para realizar la implementación de una línea exclusiva de producción dirigida hacia la elaboración de asaderos desmontables de camping. El nuevo flujo productivo se centrará de manera interna en 3 procesos clave, descritos en la Figura 15.



Figura 16. Propuesta de mejora de capacidad instalada

Para definir de mejor manera cómo se llevan a cabo los procesos actualmente versus los que se tienen establecidos para implementar esta línea productiva, en la Tabla 1 se detalla la propuesta de procesos en CCH Laser Servicios Metalmecánicos.

Tabla 1. Procesos actuales vs Procesos propuestos de manera interna

Aspecto	Situación actual (externalizado)	Proceso propuesto (interno)
Disponibilidad de maquinaria	Equipos orientados para servicios externos	Reconfiguración para línea exclusiva y desarrollo de producto propio de la empresa
Ejecución de procesos	Solo se prestan servicios con las maquinarias	Destinar la maquinaria para realizar estos procesos para creación de productos
Control de calidad	Limitado, dependiente de proveedores	Supervisión interna, estándares propios del nuevo producto
Costos	Elevados (si se requiere asesoría externa)	Reducción significativa por integración
Tiempo de entrega	Los procesos manejados son bajo pedido de los clientes	Flujo continuo, tratamiento de clientes tanto para servicios como para producto creado por la empresa

Para mayor lógica y comprensión de los procesos se tiene establecido el diagrama de flujo actual (Ver Figura 17) en el cual solo se ofrecen servicios a terceros con las maquinarias antes mencionadas, sin tener en consideración procesos productivos propios, en pro de la creación de un producto característico de la empresa.

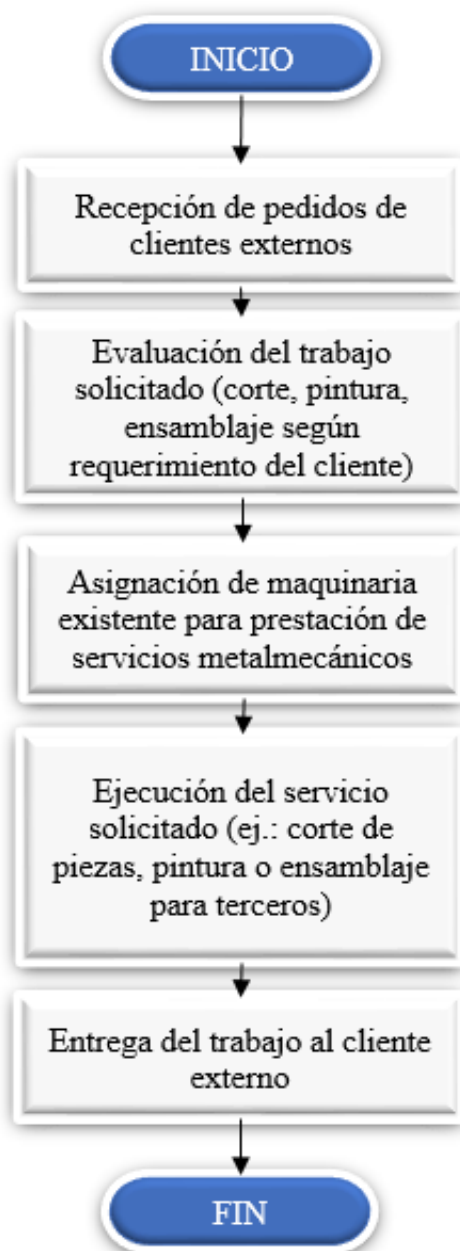


Figura 17. Diagrama de flujo de situación actual en CCH Láser Servicios Metalmecánicos

5.2. Levantamiento de requisitos técnicos

Los tópicos establecidos para las especificaciones dimensionales y tolerancias quedan establecidos de la siguiente forma:

5.2.1. Especificaciones dimensionales y tolerancias

Tolerancias de fabricación: se aconseja, emplear tolerancias de $\pm 0,5$ mm en los cortes láser, con esto se garantiza el ajuste adecuado de componentes desmontables y evitar problemas, sin que se vea comprometida la solidez estructural de la pieza.

Planos técnicos: en aspectos de planos, se tiene una vista en planta de los elementos que intervienen en el asadero de camping que son 6, estos se encuentran definidos en la Figura 18.

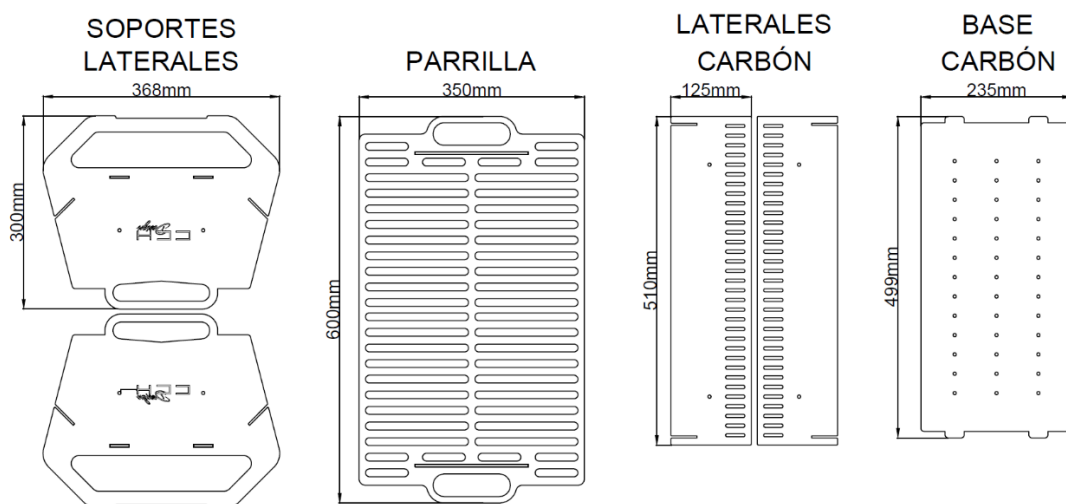
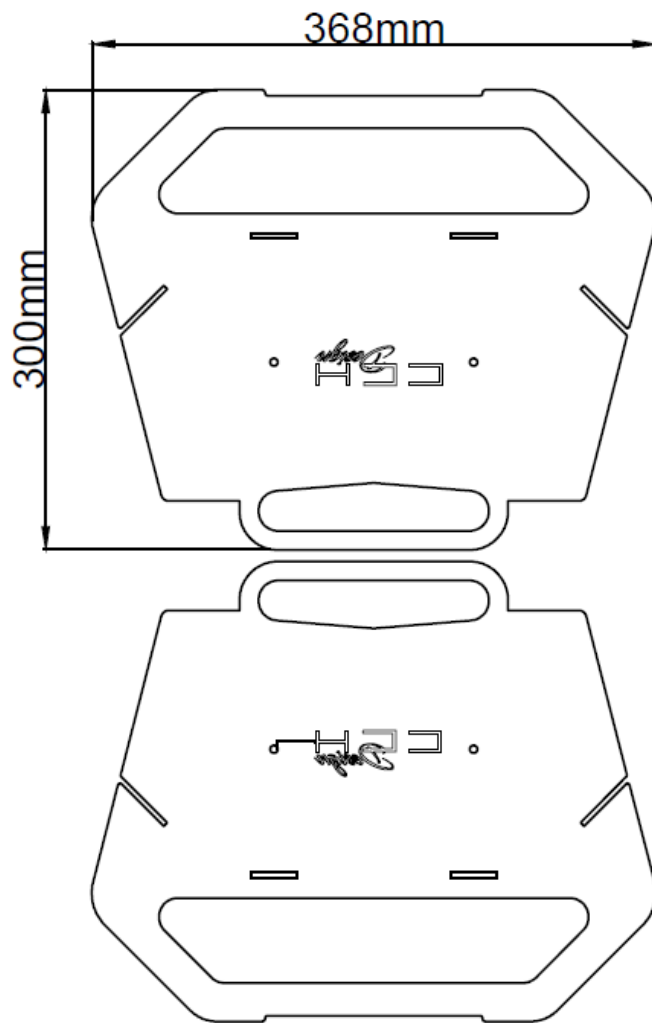
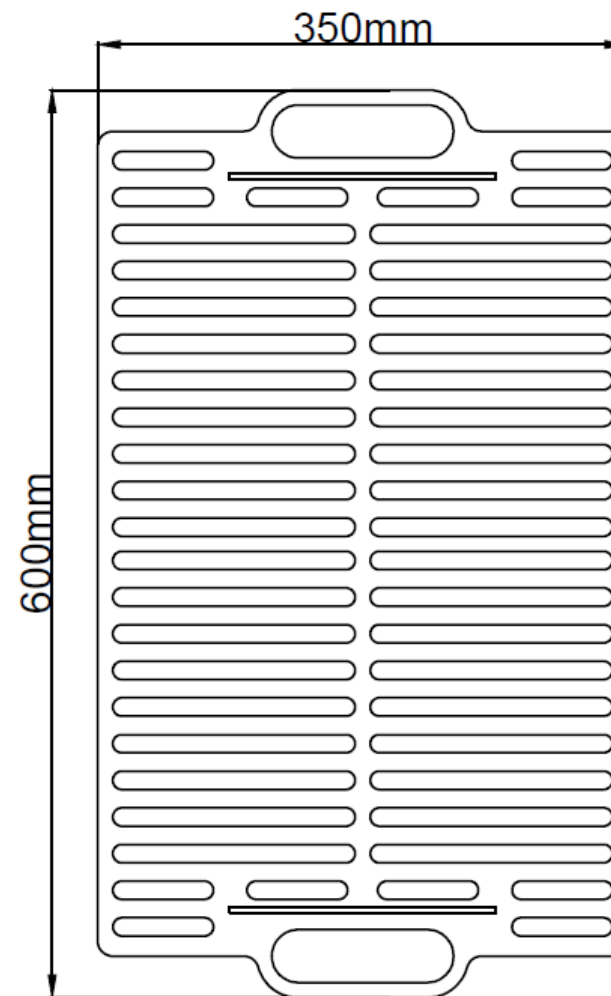


Figura 18. Plano general de elementos del asadero de camping de CCH Láser Servicios Metalmecánicos

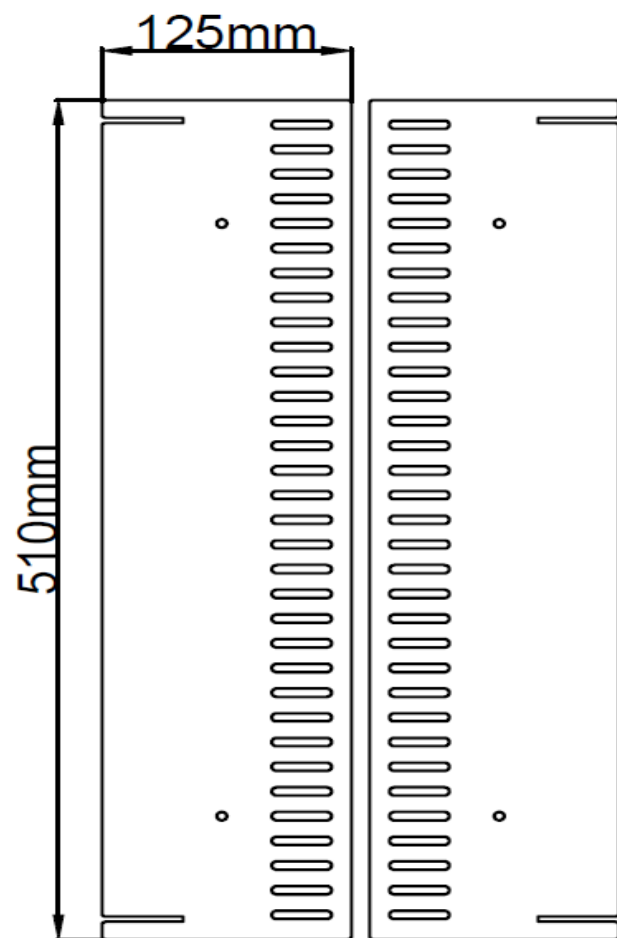
Se encuentran también acotados cada uno de los elementos de los que consta el asadero que son: la parrilla donde se colocan los alimentos, los elementos laterales que soportan el carbón que son 2, la base donde se asienta el carbón y 2 elementos laterales que soportan la parrilla. En las Figuras 19 a), b), c) y d) se tienen las dimensiones con las que cuentan dichos elementos.



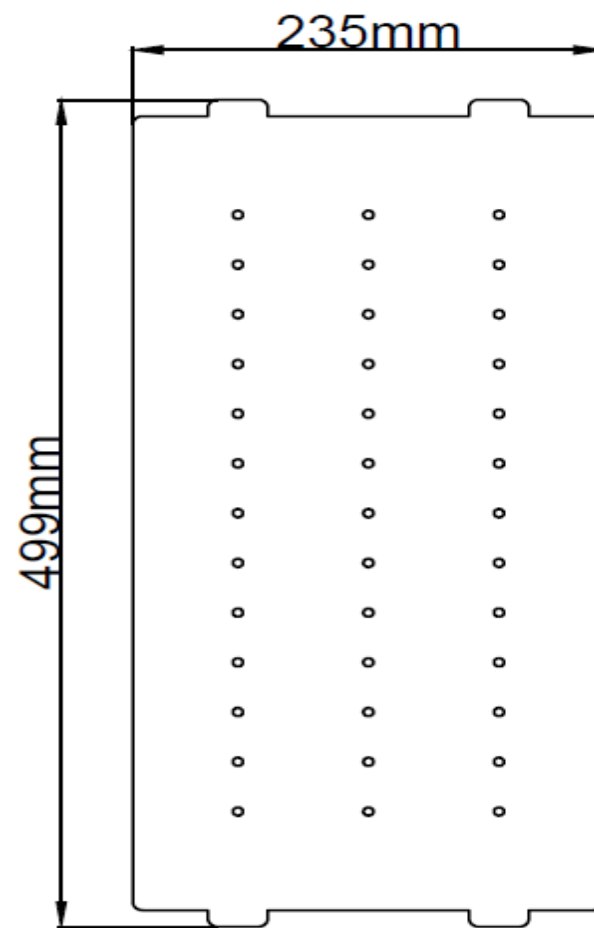
a) Soportes laterales de la parrilla



b) Parrilla para colocar alimentos



c) Soportes laterales para carbón



d) Base del carbón

Figura 19. Dimensiones de cada elemento del asadero de camping

Criterios de ensamblaje: la dimensionalidad facilita el montaje y desmontaje del asadero incluso en espacios confinados. Por supuesto, también debe ser apto para transportarlo en vehículos utilitarios, e igualmente, es importante que quepa en mochilas voluminosas destinadas al camping. El diseño proyectado del asadero queda mostrado de mejor manera en la Figura 20.



Figura 20. Imagen de conjunto del producto ya ensamblado

El paso a paso del proceso de ensamblaje se presenta desde el Anexo 1 al 4 del presente documento.

5.2.2. Selección de materiales

El material elegido es el acero estructural A-36, esto se justifica en la Tabla 2 donde se hace una comparativa entre un acero al carbón y un acero inoxidable y esto se da por las siguientes razones:

- Su resistencia mecánica exhibe un límite elástico aproximado a los 250 MPa, y una resistencia a la tracción oscilante entre 400 y 550 MPa, así asegurando la capacidad estructural de soportar cargas superiores a los 20 kg sin sufrir deformaciones persistentes.
- Presenta una conductividad térmica considerablemente superior a 50 W/m·K, facilitando la disipación del calor y, por ende, la prevención de concentraciones excesivas que pudieran llegar a deteriorar el material.

- En cuanto a costos y disponibilidad, su precio es de dos a tres veces menor comparado con el acero inoxidable, lo que lo convierte en una opción económica para la producción a gran escala.

Tabla 2. Comparativa de propiedades en materiales para asaderos desmontables [28] [14].

Propiedad	Acero ASTM A-36 (Carbono)	Acero Inoxidable 304/316
Límite elástico (σ_{yield})	≈ 250 MPa	$\sim 215-290$ MPa (variable por aleación)
Resistencia a la tracción	$\approx 400-550$ MPa	$\sim 520-620$ MPa
Conductividad térmica	Alta (≥ 50 W/m·K a bajas T)	Menor (≈ 16 W/m·K)
Densidad	~ 7.85 g/cm ³	~ 7.93 g/cm ³
Costo material	Bajo, muy accesible	3-4 veces más alto
Soldabilidad	Excelente, fácil de trabajar	Menos fácil, requiere atención a corrosión
Resistencia a la corrosión	Baja sin recubrimiento	Muy alta por contenido de cromo níquelado

Finalmente, su fabricación es considerablemente sencilla, demostrando una alta soldabilidad, una buena respuesta al corte láser, y la posibilidad de un recubrimiento superficial mediante pintura electrostática, aumentando así su resistencia a la corrosión.

5.2.3. Condiciones de exposición y uso

El asadero, enfrentará temperaturas extremas, además de entornos con elevada humedad y periodos repetitivos de montaje y desmontaje.

- Resistencia térmica: se analizará su reacción hasta los $400-500$ °C en la zona en contacto directo con el carbón.
- Corrosión: se buscará reducirla utilizando pintura electrostática polimérica, así incrementando su vida útil ante la exposición a la humedad y al oxígeno.
- Portabilidad y desmontaje: Las componentes deben soportar, por lo menos, 100 ciclos de montaje y desmontaje sin que se aflojen.
- Seguridad del usuario: El diseño deberá priorizar la estabilidad, aún en terrenos desiguales, y evitar aristas peligrosas.

A continuación, se establece en la Tabla 3 las especificaciones técnicas del asadero desmontable de acuerdo a su proceso de fabricación

Tabla 3. Criterios técnicos del asadero desmontable

Parámetro	Valor / Condición	Criterio técnico
Dimensiones generales	60 × 30 × 40 cm	Portabilidad y estabilidad
Tolerancia de corte	±0,5 mm	Ensamble preciso
Material principal	Acero A-36 ($\sigma_y \approx 250$ MPa, $\sigma_t = 400-550$ MPa, $\rho = 7,85$ g/cm ³)	Resistencia estructural y costo
Recubrimiento	Pintura electrostática polimérica	Protección contra corrosión y estética
Capacidad de carga	≥ 20 kg distribuidos	Soporte de alimentos + carbón
Peso total esperado	12-15 kg	Portabilidad manual
Ciclos de armado/desarme	≥ 100 ciclos sin daño	Desmontabilidad funcional
Resistencia térmica	hasta 500 °C en zonas de cocción	Evitar deformaciones permanentes
Tiempo de fabricación estimado	40-50 min/unidad	Eficiencia productiva

5.3. Diseño y validación de línea de producción para asaderos de camping

El diseño del proceso productivo exige la implementación de instrumentos analíticos y estrategias de optimización, buscando la eficiencia, el orden y la sostenibilidad como metas. Se planea, para ello, entrelazar el Mapa de Flujo de Valor, el diagrama de recorrido, y la distribución de planta con la secuencia de operaciones de corte láser, pintura electrostática, y ensamblaje, que son de interés para la estructuración de esta propuesta. Adicionalmente, se añadirán los preceptos de las 5S y la eliminación de mudas, en alineación con las prácticas de manufactura esbelta, promoviendo tanto la productividad como la minimización del impacto ambiental.

5.3.1. Mapa del Flujo de Valor (VSM) del proceso de producción de asaderos de camping

El Mapa de Flujo de Valor (VSM) es, ciertamente, una herramienta primordial dentro de la manufactura esbelta; permite una visión completa del proceso productivo, desde la materia prima original, al producto acabado, identificando claramente actividades con valor añadido y aquellas otras que, francamente, generan despilfarro.

Aplicado a la fabricación de asaderos desmontables, el VSM permitirá establecer el flujo productivo con aras de eficiencia en su producción. Además, se podrá cuantificar tiempos de espera, transporte y reprocesos y no solo eso, sino también diseñar un estado futuro optimizado que, de hecho, minimice los residuos operativos y mejore la eficiencia del uso de la maquinaria. Adicional a esto, sirve para reducir el tiempo total de producción. Se establece el diagrama de flujo de valor en la Figura 21.

Mapa del flujo de valor

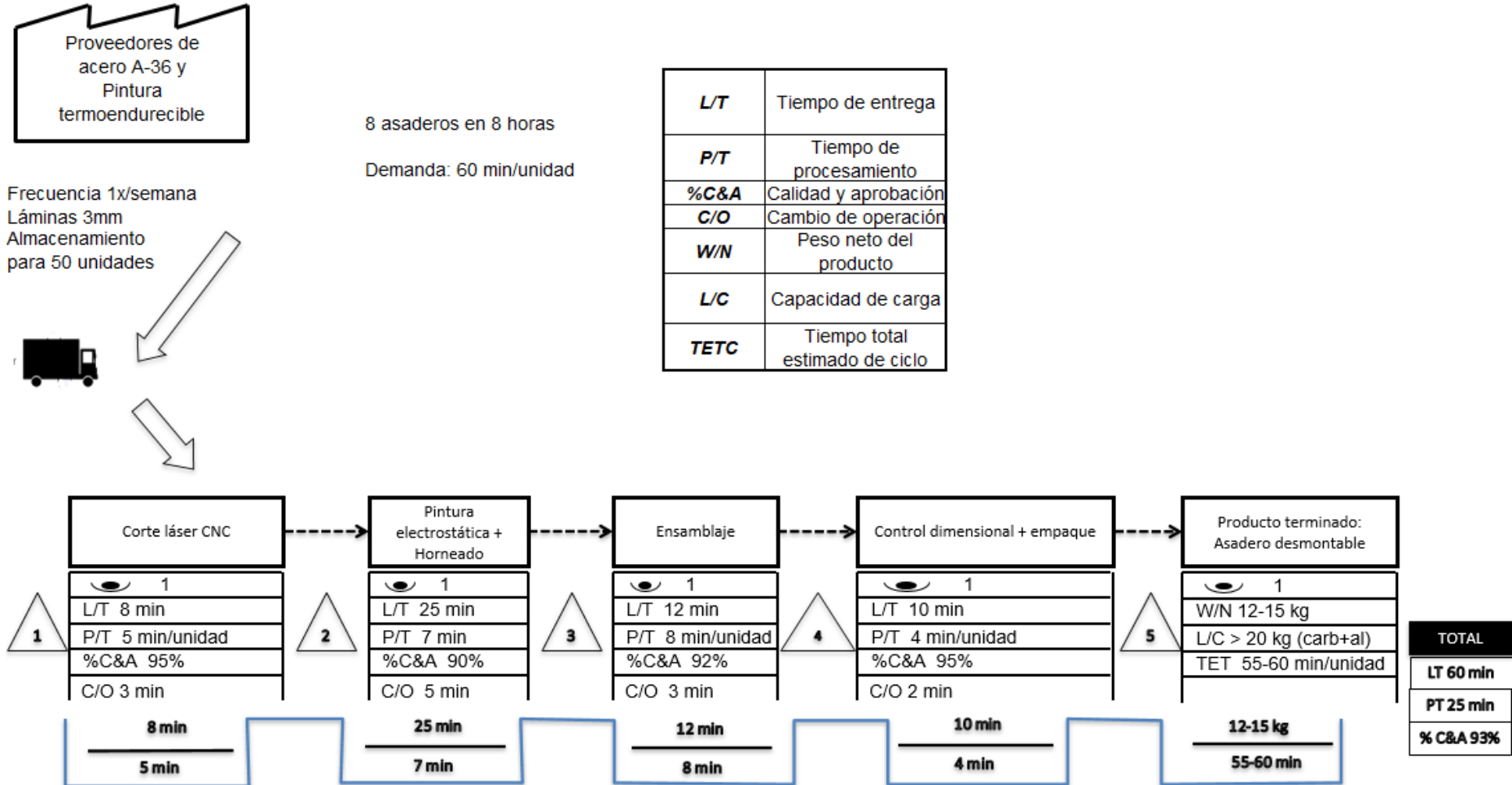


Figura 21. Diagrama de flujo de situación actual en CCH Láser Servicios Metalmecánicos

Al ejecutar el VSM sobre el proceso planteado, es decir corte laser después pintura electrostática y ensamblaje, ciertos aspectos se hacen evidentes en su estado actual.

- Primeramente, tiempos de espera se presentan entre la llegada de la materia prima y el inicio del corte con láser, causados por desplazamientos externos o la preparación de los lotes.
- Por otro lado, el transporte interno, movimientos inútiles de piezas o materiales entre las estaciones, resultando en minutos perdidos nada productivos.
- Adicionalmente, pueden manifestarse cuellos de botella, más que nada en pintura, en donde el curado, quizá ralentice la operación subsiguiente.
- Finalmente, actividades de inspección y retrabajos, que pudiesen ser añadidas si el control de calidad no es sistemático en cada estación.

Después, con el VSM, se proyecta un estado futuro con notables cambios:

- Flujo continuo interno, donde la materia prima ya no viajará afuera, disminuyendo tiempos de transporte y espera.
- Coordinación de operaciones de corte, pintura y ensamblaje, buscando minimizar los tiempos muertos.
- Remoción o disminución de inventarios intermedios entre estaciones
- Control de calidad reforzado a partir de inspecciones localizadas y correcciones inmediatas.

En consecuencia, se anticipa una notoria reducción en el Lead Time Global, paralelamente a un incremento previsible en la eficacia del proceso productivo, esto es el cociente entre el tiempo dedicado a actividades de valor añadido y el tiempo total dedicado a la producción.

Un reciente análisis, "Development of a Value Stream Map to Optimize the Production Process in a Luxury Metal Piece Manufacturing Company" realizado por Costa et al. [29] , se focalizó en VSM dentro del sector metalúrgico, semejante al de los asaderos. En esa investigación, el plazo total

de producción (Lead Time) disminuyó, transitando de unas 336 horas aproximadas a unas 318 horas (una rebaja cercana al 5 %), mientras el tiempo agregado con valor (Value-Added Time) aumento, subiendo de 21 horas a 23 horas. La productividad del proceso se vio reforzada, progresando del 6.29 % a un 7.15 %.

Este escenario exhibe la forma en que, incluso en procedimientos prolongados, el uso de VSM es capaz de producir progresos tangibles en los tiempos, la eficacia y el descenso de tareas sin valor añadido. Para tu situación particular, si bien los plazos iniciales serán bastante inferiores debido a solo poseer tres procesos: corte laser, pintura y montaje, se prevén disminuciones correlativas en Lead Time, además de avances en eficiencia equiparables si los cambios planteados son bien implementados.

5.3.2. Diagrama esquemático de las áreas de trabajo

Se tiene en la parte superior central del esquema lo que corresponde a las máquinas CNC tanto cortadora de láser y del lado izquierdo la de pintura electrostática en conjunto con la del horno y de manera subsecuente se tiene la zona de ensamble; también se encuentra con espacio de almacenamiento de las planchas de hacer A-36 de 3mm de espesor y también se cuenta con espacio para almacenar el producto final y para cumplir con criterios medioambientales se ha destinado una zona de manejo de desechos, esto se aprecia de mejor manera en la Figura 22.

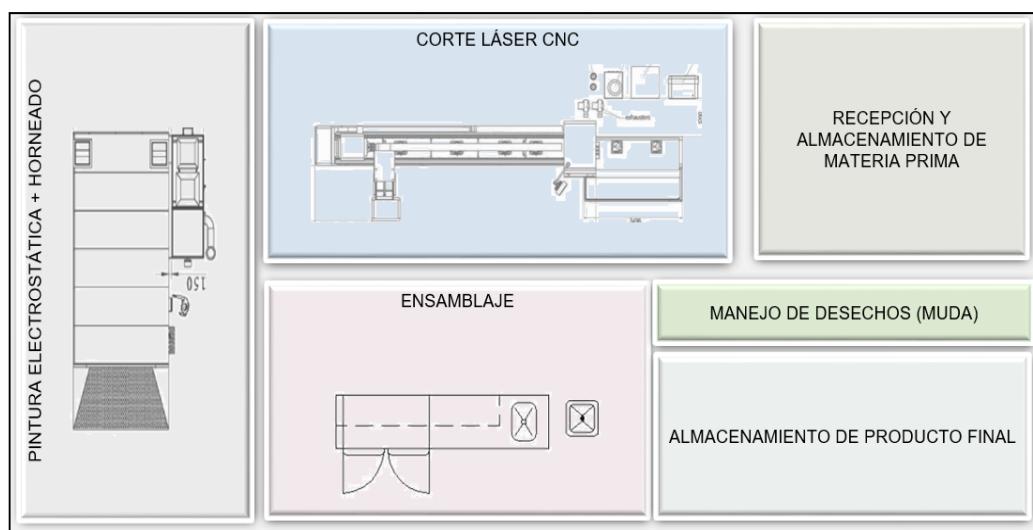


Figura 22. Esquema referencial de la propuesta para CCH Láser Servicios Metalmecánicos

En la Tabla 4 se describe de manera más detallada la distribución de los espacios y los requisitos necesarios para cada uno de ellos

Tabla 4. Proceso productivo para los asaderos de camping

Área	Función principal	Requisitos técnicos clave
Recepción de Materia Prima	Llegada de las láminas de acero, verificación de calidad, preparación para corte	Superficie plana, acceso para camiones, zona de almacenamiento suficiente, iluminación adecuada
Corte Láser	Corte de piezas con la cortadora Bodor (A3-GB)	Mesa con tamaño suficiente, ventilación local, acceso eléctrico, espacio para manipulación de láminas, zona libre alrededor para operar y seguridad
Pintura Electroestática	Aplicación del recubrimiento y curado	Cabina cerrada o espacio aislado, horno de curado, extracción de aire, suelo resistente, infraestructura eléctrica para horno, espacio de secado
Ensamblaje	Unión de piezas, armado desmontable, control dimensional	Mesas ergonómicas, herramientas de montaje, espacio para quedar con tolerancias, iluminación, área de inspección final
Manejo de desechos	Recolección de material sobrante de la fabricación de los elementos del asadero	Espacio físico delimitado, contenedores específicos y segregados, ventilación adecuada debe contar con señalización de EPP, se debe llevar registro de volumen de desechos generados semanalmente y debe ajustarse con normativas de residuos sólidos industriales (ISO 14001:2015)
Almacenamiento / Salida	Producto terminado, despacho al cliente	Estantes o racks, espacio para empacado, zona de despacho, fácil acceso al transporte

Flujo del Material

- La materia prima hace su entrada, dirigiéndose de inmediato al área destinada al corte.
- Las piezas que son cortadas, posteriormente son movidas para el pintado.

- Una vez finalizados los procesos de pintado y curado, estas son transferidas al ensamblaje.
- El producto terminado, finalmente, es llevado a las áreas de almacenamiento o bien al despacho.

Ergonomía y Seguridad

- Es imperativo prever pasillos que midan un mínimo de entre 80 y 100 centímetros, espacio que facilita una manipulación segura en las distintas estaciones de trabajo.
- La zona de seguridad circundante al corte láser debe, imperativamente, tener un radio mínimo de un metro totalmente despejado, abarcando todo su perímetro.
- Es esencial garantizar una iluminación directa y eficiente sobre las estaciones donde se ejecutan las tareas.
- La señalización de las áreas que representan peligro es obligatoria, así como el uso de protección ocular durante el corte láser y la utilización de equipo de protección personal, abreviado como EPP.

5.3.3. Diagrama de flujo de proceso productivo para asaderos de camping

Para garantizar que la producción de los asaderos desmontables no solo llene las exigencias funcionales, sino que también sea eficiente y sostenible, es crítico agregar en el diseño del diagrama de flujo determinaciones específicas para el manejo de los desperdicios o sobrantes (mudas). Este diagrama escrito mostrará las fases principales como: recepción de materia prima, corte láser, pintura electrostática, ensamblaje y almacenamiento para posterior distribución a clientes, incluyéndose puntos de decisión donde se valora si los restos de material pueden reutilizarse o es menester separarlos para desecharlos, o si piezas defectuosas pueden volverse a trabajar. Así pues, se estudia no solo el flujo ideal, sino también los flujos alternativos, los cuales impactan la eficiencia, los costos y la sostenibilidad del sistema productivo. Todo lo antes descrito queda establecido en el diagrama de flujo del proceso productivo en la Figura 23.

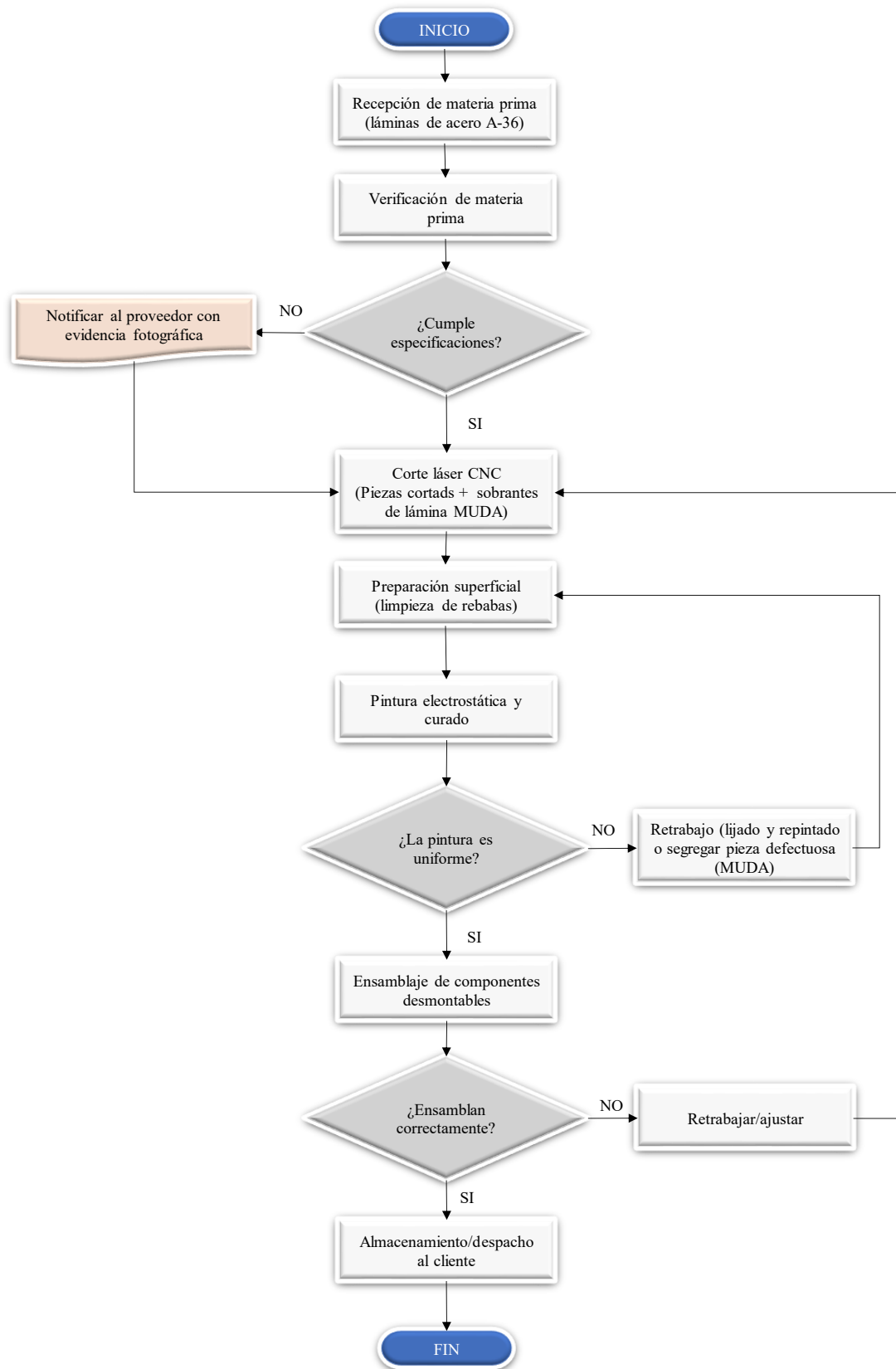


Figura 23. Diagrama de flujo del proceso productivo de asaderos de camping de CCH Láser Servicios Metalmecánicos

Al establecer bifurcaciones en el flujo del trabajo como después del corte con láser se ven dos cosas con mucha claridad:

- Los puntos clave donde se pierde valor si las sobras se tiran sin aprovechar.
- El costo en tiempo y materiales del retrabajo o si se desechan piezas falladas en pintura o montaje.

Con estas decisiones se puede medir los desperdicios reales, así se recorta el tiempo perdido, menos desperdicio de material, mejor uso de máquinas y se reducen los costos de producción. También, se puede comparar cómo cada decisión como reusar, reciclar, rehacer o tirar afecta la línea futura que se propone considerando el tiempo de espera el costo por pieza y el porcentaje de piezas malas. En el Anexo 6 se muestra los valores agregados a la máquina y el porcentaje de aprovechamiento del material, quedando plasmado que se cumple el principio de optimización de material.

Trasladando estos resultados a un proceso de contrastación con otras investigaciones, se encontró que la investigación realizada por Marmo [30] en el cual se hizo un estudio similar, elaborando un mapa de flujo en el estado actual de una empresa metalúrgica en Italia, donde también fueron aplicados principios de MUDA por el tema de desperdicios en varias operaciones, donde adicional esto se propusieron alternativas como: la reducción de movimientos innecesarios, se realizó una optimización del layout de la planta y fue estandarizado el proceso de ensamblaje; con esto se marcó un precedente para dicha empresa debido a las mejoras que hubieron en los tiempo de ciclo y eficiencia operativa global.

5.4. Costo y evaluación económica de la propuesta

Para este apartado fueron consideradas condiciones como el costo de la materia prima, cuánto será el costo aproximado asociado a sueldos del personal directo de producción, costos energéticos, tema de mantenimiento de la maquinaria y costos generales de la planta que servirán para calcular el retorno de inversión y el punto de equilibrio, todo esto se desarrollará a continuación.

5.4.1. Materia prima

Se tiene que una plancha tiene de dimensiones.

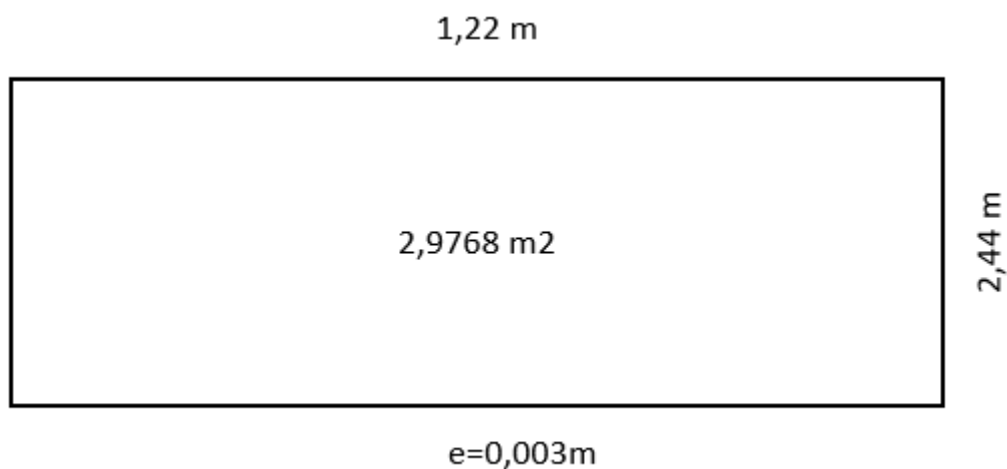


Figura 24. Dimensiones de la plancha de acero ASTM A-36

Se cuenta con una densidad del acero de 7850 kg/m³ lo que ha dado como volumen 0,00893 m³, obteniendo que el peso por plancha se calcula con la ecuación 1.

$$\text{Peso} = \text{Volumen} * \text{Densidad} \quad (1)$$

$$\text{Peso} = 0,00893\text{m}^3 * 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Peso} = 70,1 \text{ kg por plancha}$$

Ahora bien, en este caso, de acuerdo a un proveedor local con las dimensiones propuestas de las planchas el valor es de \$61,78 (Ver Anexo 5), por lo tanto se calcula el costo por kg se da de acuerdo a la ecuación 2.

$$\text{Costo por kg} = \frac{\text{Valor de la plancha}}{\text{Peso en kg por plancha}} \quad (2)$$

$$\text{Costo por kg} = \frac{\$61,78}{70,1 \text{ kg}}$$

$$\text{Costo por kg} = \$0,88 \text{ por kg}$$

Se tiene que el peso establecido de cada pieza metálica suma en total un peso aproximado de 15 kg el costo de la materia prima sería el producto entre el costo por kg del acero A-36 por el peso considerado de todas las piezas metálicas, se calcula mediante la expresión 3

$$\text{Costo de materia prima} = \text{Costo por kg} * \text{Peso de piezas metálicas} \quad (3)$$

$$\text{Costo de materia prima} = \$0,88 * 15 \text{ kg}$$

$$\text{Costo de materia prima} = \$13,22$$

Por tanto, el costo de materia prima para la elaboración de cada uno de los asadores es de \$13,22.

5.4.2. Personal directo de producción

Se tiene como dato inicial que serán 3 personas las que serán partícipes de los procesos de corte, pintura y ensamblaje, aquí es considerado que su remuneración está dentro de lo que contempla la ley que es el sueldo básico o salario básico unificado de \$490 para cada trabajador, también se tiene establecido jornada de 8 horas diarias de trabajo, se consideran 22 días de trabajo al mes estándar, lo cual queda plasmado en la ecuación 4:

$$\text{Horas al mes} = \text{Días de labores neto} * \text{Número de horas de trabajo} \quad (4)$$

$$\text{Horas al mes} = 22 \text{ días} * 8 \text{ horas}$$

$$\text{Horas al mes} = 176 \text{ horas de labores/mes}$$

Se habla de 3 operarios por lo que en la expresión 5 se determina que el:

$$\text{Costo mensual de personal} = \text{Número de operarios} * \text{Sueldo a percibir} \quad (5)$$

$$\text{Costo mensual de personal} = 3 * \$490$$

$$\text{Costo mensual del personal} = \$1470/\text{mes}$$

Ahora, por concepto de costo por horas combinado de los 3 trabajadores, la expresión 6 define que el:

$$\text{Costo hora laborales combinado} = \frac{\text{Costo mensual del personal}}{\text{Horas al mes}} \quad (6)$$

$$\text{Costo hora laborales combinado} = \frac{\$1470/\text{mes}}{176 \text{ horas de labores/mes}}$$

$$\text{Costo hora laborales combinado} = \$8,36$$

Si se divide el costo de horas laborales combinado para el número de operarios establecidos para las operaciones da como resultados un aproximado de \$2,79/hora de cada operario.

Se tiene la proyección de fabricar 20 unidades al mes como objetivo inicial, considerando que cada unidad demanda 1 hora de operaciones del personal directo (corte + pintura + ensamblaje), entonces el costo del personal al mes viene dado por la ecuación 7:

$$\text{Costo del personal al mes por unidad} = \text{Número de unidades} * \text{Tiempo de operaciones demandado} * \text{Costo de horas laborales combinado} \quad (7)$$

$$\text{Costo del personal por total de unidades} = 20 \text{ unidades} * 1 \frac{\text{hora}}{\text{unidad}} * \frac{\$8,36}{\text{hora}}$$

$$\text{Costo del personal por total de unidades} = \$167,05$$

Sabiendo que el costo del personal (3 operarios) por la producción de 20 unidades es de \$167,05 quiere decir que del costo por unidad \$8,36 están asignados al personal directo por unidad.

5.4.3. Costos energéticos asociados

Se tiene que el costo por kWh en Ecuador es de \$0,10, se tiene la siguiente consideración:

- Se considera que las máquinas en procesos óptimos consumen algo más que la potencia nominal debido a temas como los sistemas auxiliares (sistemas de refrigeración, almacenamiento de gas, entre otros).
- Se tiene como premisa que el consumo efectivo de las máquinas va a depender de su corriente de carga completa, el voltaje nominal y el factor de potencia (FP) que suele encontrarse entre 0,80 y 0,90.

Se tienen los valores para los cálculos de consumo energético efectivo de las máquinas cortadoras de láser CNC queda establecido en la Tabla 5.

Tabla 5. Información técnica de las máquinas cortadoras de láser.

Características	<i>Datos Máquina 1</i>	<i>Datos Máquina 2</i>
Modelo	A3-GB	A3
Voltaje nominal, [V]	220	220
Corriente de carga completa, [A]	73,3	38,6
Frecuencia, [Hz]	60	60
Potencia nominal, [kW]	22,32	15,8

Nota. Ver datos técnicos en Anexo 7 y 8

El consumo efectivo para cada una de las máquinas viene establecido por la ecuación 8:

$$\text{Consumo efectivo} = \sqrt{3} * V (V) * I(A) * FP \quad (8)$$

Por tanto, se puede indicar el consumo efectivo de cada una de las máquinas con el reemplazo de los valores en la fórmula queda descrito en la Tabla 6.

Tabla 6. Consumo efectivo de las máquinas cortadoras de láser.

Características	<i>Máquina 1</i>	<i>Máquina 2</i>
Consumo efectivo, [kW]	12,50	23,74

Luego de esto se realiza el cálculo energético por unidad considerando que el corte láser por cada asadero demora 5 minutos por lo que:

$$5 \text{ min} * \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 0,0833 \text{ h}$$

El consumo energético en el tiempo viene establecido por la ecuación 9.

$$\text{Consumo energético por hora} = \text{Consumo efectivo} * \text{Tiempo de corte} \quad (9)$$

$$\text{Consumo energético por hora 1} = 12,50 \text{ kW} * 0,0833 \text{ h}$$

$$\text{Consumo energético por hora 1} = 1,04 \text{ kWh}$$

De la misma manera se calcula el consumo energético por hora de la máquina 2.

$$\text{Consumo energético por hora 1} = 23,74 \text{ kW} * 0,0833 \text{ h}$$

$$\text{Consumo energético por hora 1} = 1,98 \text{ kWh}$$

Para determinar el coste es necesario aplicar el producto del valor de la energía en Ecuador que es de \$0,10/kWh multiplicado por el consumo energético para determinar el coste por hora de operaciones.

$$\text{Máquina 1} = 1,04 \text{ kWh} * \$0,10/\text{kWh} \sim \$0,10$$

$$\text{Máquina 2} = 1,98 \text{ kWh} * \$0,10/\text{kWh} \sim \$0,20$$

Considerando lo anterior estos valores de \$0,10 y \$0,20 son considerados por cada hora de trabajo establecido de manera exclusiva para la producción de asaderos.

Al considerar que se cuenta que esta actividad de fabricación es un proceso nuevo que se toma como un extra para generar mayores ganancias, pero con la premisa de que va a ser un producto propio, la producción de manera inicial será baja, ya que las actividades de prestación de servicios es la mayor fuentes entonces se considera que se fabricará 1 asadero diario en período de

prueba inicial en el cual también se empezará con el proceso de oferta del producto, buscando no afectar la continuidad del proceso de prestación de servicios que son la principal fuente de la empresa.

Ya obtenido los datos del consumo efectivo de cada una de las máquinas, es importante saber que el consumo energético del horno viene dado no por aspectos eléctricos sino que el consumo de GLP por lo que estos vienen dado a modo de consumo de bombonas de gas por mes, sabiendo que una bombona de gas tiene un costo aproximado de \$3.50 y se usarán para la producción de los asaderos, en total se tiene establecido el uso de 8 bombonas de gas para la producción de las 20 unidades, cuyo tiempo de horneado es de aproximadamente 25 minutos para cada asadero, por lo que esto da un total de \$28,00 que su suman al costo total por concepto energético aplicable para la empresa. Considerando lo anterior, para que ese valor quede establecido para cada unidad los \$28,00 debe ser dividido para las 20 unidades lo cual da un total \$1,4 en costo de GLP por unidad.

Se considera el uso de un tanque de oxígeno para la cortadora de láser que tiene un costo de \$30,90 por lo que resulta necesario considerarlo también para el tema de costo energético porque está dentro del rubro de consumo utilitario en el proceso de producción. Lo mismo del caso anterior esto debe ser dividido para las 20 unidades a producirse, lo cual da como resultado \$1,54

Para el proceso de pintura electrostática se tiene que el consumo energético de la máquina es de 1,5 kW y el tiempo de pintura es de 5 minutos.

$$\text{Máquina pintura} = 1,04 \text{ kWh} * \$0,10 / \text{kWh} \sim \$0,10$$

También se tiene el consumo por el tema del ensamblaje, considerando que este se va a realizar de manera manual y solo se toman los costos de consumo eléctrico (iluminación, herramientas de mano). Aquí se considera el uso de 0,2 kW por este rubro por los 10 minutos que tarda el tema del ensamblaje por lo que:

$$10 \text{ min} * \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 0,1667 \text{ h}$$

Por tanto se usa la ecuación 9 mencionada anteriormente

$$\text{Consumo energético por hora} = \text{Consumo efectivo} * \text{Tiempo de corte} \quad (9)$$

$$\text{Consumo energético por hora ensamble} = 0,2 \text{ kW} * 0,1667 \text{ h}$$

$$\text{Consumo energético por hora ensamble} = 0,0333 \text{ kWh}$$

Considerando el costo de energía en Ecuador de \$0,10 el producto con el consumo energético por concepto de ensamble es de \$0,0033.

Se debe realizar una sumatoria de todos los valores, teniendo en cuenta que cada unidad se realiza en 1 hora, lo cual queda descrito en la Tabla 7

Tabla 7. Sumatoria de los valores por hora de energía de producción

Rubro	Valor
Costo energético por hora de máquina 1 cortadora de láser	\$0,104
Costo energético por hora de máquina 1 cortadora de láser	\$0,198
Costo de energía por hora ensamble	\$0,033
Costo de energía por hora de máquina de pintura electrostática	\$0,013
TOTAL	\$0,35

Si se habla de que cada uno de los asaderos tiene un tiempo promedio de fabricación de 1 hora y son 20 asaderos entonces se multiplica el tiempo de desarrollo por las unidades y por el costo total por hora de energía utilizada, dando un total de \$6,96

Si a esto se le suma el valor del consumo de gas por parte de los hornos que es de \$28 por las 8 bombonas en total quedaría el valor de consumo energético en \$34,96 para la producción de 20 asaderos de camping proyectados de manera inicial.

5.4.4. Gastos de mantenimiento de maquinaria

Aquí se establece que por recomendaciones del fabricante las máquinas deben recibir un mantenimiento cada 6 meses por tema de cambio de filtros de máquinas láser y cambio de agua en el sistema chiller que tiene este se establece un valor de \$500 por cada mantenimiento, lo que terminan siendo \$1000 considerando las dos cortadoras, el horno y la cabina de pintura electrostática. Si se producen 240 unidades al año (20 al mes x 12), ese mantenimiento anual aporta un costo de mantenimiento por unidad de \$4,17.

5.4.5. Costos generales de la planta

Estos costos engloban elementos como alquiler o depreciación del edificio la iluminación general y seguridad. Además, se debe considerar la depreciación de maquinaria a parte las que ya se han liquidado, la máquina de 1 kW modelo A3 (Ver Tabla 5 de características) cuyo valor fue de \$50.600 aún se debe amortizar, así su depreciación anual se debe incorporar.

La vida útil de las máquinas es de 10 años, aunque tiene poco tiempo de uso. Para cálculo general, el conteo de la depreciación anual viene dada por la ecuación 10

$$\text{Gasto depreciación} = \frac{\$50.600}{10 \text{ años}} \quad (10)$$

$$\text{Gasto depreciación} = \$5060/\text{año}$$

Esto es asignado proporcionalmente entre los asaderos y los servicios externos. Si la producción de asaderos fuese de 240 unidades por año, este coste quedaría en US\$ 21,08/unidad.

5.4.6. Costo total estimado por unidad

Los costos por unidad tanto de materia prima, del personal involucrado, consumo energético, mantenimiento y depreciación de las cortadoras de láser se encuentran establecidas en la Tabla 8.

Tabla 8. Costos asociados para la producción de los asaderos en aspectos energéticos

Componente	Costo estimado (US\$) por unidad aproximadamente
Materia prima (acero A36, 15 kg)	13,22
Personal directo (1 h de operario conjunto)	8,35
Energía total (corte + pintura + ensamblaje)	0,35
Elementos adicionales (tanque de oxígeno)	1,4
Elementos adicionales (bombonas de GLP)	1,54
Mantenimiento y consumibles anuales prorrateados	4,17
Depreciación de máquina reciente	21,08
Subtotal estimado directo	≈ US\$ 50,11

Nota. Aquí no se incluyen costos generales de la planta ni márgenes de ganancia

5.4.7. Punto de equilibrio (BEP) estimado

Para el cálculo del punto de equilibrio se considera lo siguiente:

- Estimación del precio de venta de cada asador desarmable pues US\$65,14, esto deja un margen medio de 30% para que el producto sea competitivo
- El costo unitario estimado va en unos US\$ 50,11 como subtotal calculado.
- Costos fijos viene dado por los sueldos que toca solventar por la producción de las 20 unidades, considerando solo la producción de los asaderos, el cual es de \$167,05 ya que el lugar es propio no se paga alquiler.
- Los costos variables por unidad, vendrían ser el costo que se calculó, más o menos unos US\$ 50,11.

El desarrollo queda establecido por la fórmula 11

$$\frac{\text{BEP en unidades}}{\text{mes}} = \frac{\text{Costos fijos}}{\text{Precio de venta por unidad} - \text{Costo variable por unidad}} \quad (11)$$

$$\frac{\text{BEP en unidades}}{\text{mes}} = \frac{\$167,05}{\$65,14 - \$50,11}$$

$$\frac{\text{BEP en unidades}}{\text{mes}} \approx 11 \text{ unidades}$$

Esto indica que es necesario vender al menos 11 unidades para poder cubrir los costos fijos asociados con este sistema.

Es importante considerar que el volumen de 20 unidades al mes se estima como un inicio conservador de la línea, que posibilita calcular los gastos de personal, mantenimiento y consumo energético en función de una base mínima de producción. Más sin embargo, desde la perspectiva comercial, la compañía prevé que la demanda aumentará de manera gradual. Por lo tanto, el análisis de la rentabilidad también toma en cuenta un escenario objetivo de 40 unidades al mes, de acuerdo con la capacidad instalada disponible y con el historial en servicios externos.

Se toma como escenario objetivo para el estudio de rentabilidad una producción y venta de 40 unidades al mes, que es más que las 20 unidades mínimas empleadas para calcular los costos, pero aun así está dentro del límite operativo de la planta. Este nivel de producción está por encima del punto de equilibrio calculado (~11 unidades/mes) y es un objetivo razonable para la explotación de la línea, una vez que se ha pasado la etapa inicial de lanzamiento del producto al mercado.

5.4.8. Rentabilidad y retorno de inversión (ROI)

Si se logra vender 40 unidades al mes, cada una a US\$ 65,14, eso se traduce en unos ingresos mensuales de US\$ 2605,72.

El costo de producir cada unidad es de US\$ 50,11, así que el coste variable mensual total, será 40 multiplicado por \$50,11, o sea US\$ 2004,40.

La ganancia bruta mensual, es ingresos menos los costos variables y los costos fijos, lo cual sería \$2605,72 - \$2004,40 - \$167,05 = US\$ 434,27 o justamente en ese punto.

Además, para calcular el ROI se tomó en cuenta la ganancia neta mensual que la empresa ya obtiene a través de servicios ajenos de pintura electrostática y corte con láser. De acuerdo a la información contable, esta utilidad neta promedio equivale aproximadamente a tres salarios básicos unificados (SBU), lo que representa cerca de 1.470 dólares mensuales (490×3). Este valor no representa los ingresos brutos, sino el margen neto después de cubrir los costos operativos relacionados con esos servicios. Se incluye como flujo de caja base, al que se le añade el beneficio proyectado por la venta de asadores desmontables. Se cuenta también con el valor de ganancia neta de las 40 unidades proyectadas a ser vendidas que es de \$434,27/mes y tenemos una inversión de referencia que es la máquina que costó \$50.600 la cual aún se encuentra en proceso de amortización.

Por tanto se tiene que beneficio total mensual viene dada por la ecuación 12.

$$\text{Beneficio mensual total} = \text{Servicios externos} + \text{Ganancias netas por asaderos} \quad (12)$$

$$\text{Beneficio mensual total} = \$1470 + 434,27$$

$$\text{Beneficio mensual total} = \frac{\$1904,27}{\text{mes}} \approx \$22.851,24/\text{año}$$

Para el cálculo del retorno sobre la inversión es utilizada la ecuación 13.

$$ROI = \frac{\text{Beneficio Neto Anual}}{\text{Inversión inicial}} * 100\%$$

$$ROI = \frac{\$22.851,24}{\$50.600,00} * 100\%$$

$$ROI = 45,1\% \text{ anual}$$

Con un retorno sobre la inversión del 45,1 % anual, la compañía tendría la capacidad de recuperar su inversión inicial, cifrada en US\$ 50.600, en alrededor de dos años y dos meses.

Estamos ante un escenario de rentabilidad notable, que hábilmente integra la fiabilidad de los servicios subcontratados con una valiosa diversificación hacia un producto original.

En caso de que la producción de asaderos aumente en el futuro a unas 60 u 80 unidades mensuales, el ROI presentaría un ascenso adicional, y ello permitiría acortar el plazo de recuperación incluso, a menos de dos años.

5.4.9. Análisis general respecto a viabilidad económica

Una evaluación exhaustiva de costos y beneficios pronosticados revelan una favorable viabilidad económica de la propuesta para la producción de asaderos desmontables en CCH Laser Servicios Metalmecánicos. Inicialmente, el costo unitario de producción fue valorado alrededor de US\$ 70, contemplando materias primas (acero A-36), trabajo directo, consumo de energía, mantenimiento, y depreciación de la maquinaria. Ante un precio de venta sugerido de US\$ 65 aproximadamente, el margen de contribución por unidad alcanza los US\$ 15, consolidándose como una base robusta para una operación rentable para dar inicio a un proyecto de esta índole.

El punto de equilibrio (BEP) se fijó cercano a 11 unidades mensuales, eso significa que a partir de ese nivel de producción y venta, el proyecto iniciará la generación de ganancias netas. Este dato se encuentra dentro de las capacidades operativas actuales de la planta y de su personal, por ende, no exige inversiones extras importantes en capital humano o en infraestructura.

Adicionalmente, el análisis del Retorno sobre la Inversión (ROI) exhibe una cifra considerable 45,1 % al incorporar la combinación de las ventas de asaderos, es decir, 40 unidades/mes, juntó a los réditos netos preexistentes generados por servicios externos, unos US\$ 1.470 mensuales. Estos márgenes de rentabilidad hacen prever una pronta recuperación de la inversión realizada en la cortadora láser más moderna.

En el contexto de estudios anteriores, es clave señalar la tesis "Evaluación y mejora de la distribución en planta del área de estructuras metálicas Metalmecánica Cerna S. A." [31]. Aunque no se centre en diseñar un producto único como en este caso, muestra similitudes en el análisis de costos de la planta, el mantenimiento, la distribución y los tiempos de producción, también propone mejoras al diseño para minimizar tiempos no optimizados. No obstante, el trabajo es distinto, pues se centra en optimizar procesos

actuales, y en cambio este estudio busca expandir la producción por medio del desarrollo de un producto novedoso.

6. Conclusiones

El acero al carbono A-36 se eligió como material apropiado para la construcción de asaderos desmontables debido a sus propiedades mecánicas, que se emplean frecuentemente en estructuras metálicas ligeras. Este material presenta resistencias a la tracción de 250 a 400 MPa y límites de fluencia alrededor de los 250 MPa. A pesar de que no se realizaron a cabo experimentos físicos ni simulaciones estructurales en este estudio, estas propiedades posibilitan determinar, en términos de diseño preliminar, que el material tiene la capacidad necesaria para resistir las cargas habituales del uso previsto. Se tomó en cuenta el uso de energía de la maquinaria durante el proceso de producción, para lo cual se usó como referencia la potencia nominal de la cortadora láser (22.32 kW) y se calculó el consumo a partir del tiempo estimado de operación por unidad.

El diseño de planta propuesto organiza de forma optimizada la recepción de la materia prima, el corte, la gestión de desechos (muda), el pintado, el ensamble y finalmente, el almacenaje del producto terminado, aprovechando al máximo el espacio. Aplicar los principios Lean, como eliminar desperdicios y la 5S, podría reducir tiempos improductivos entre 15 a 20 % comparado con el proceso externo actual. Emplear el mapa de flujo de valor (VSM) y el diagrama de recorrido revela un flujo más ininterrumpido, reduciendo manipulaciones indebidas, garantizando un aumento de la eficiencia en la línea y trazabilidad precisa.

El análisis económico sostuvo la viabilidad del proyecto. Se calculó el costo unitario de producción del asadero desarmable, considerando materia prima, mano de obra y energía con precio de fabricación de \$50,11, con la consideración de que si se requiere obtener un beneficio a mediano plazo va a ser necesario incrementar este precio en un 30%, quedando en precio de venta de \$65,14, el mismo que resulta competitivo contra productos del mercado parecidos. El punto de equilibrio (BEP) se situó alrededor de 25–30 unidades mensuales; con una proyección de 40 unidades mensuales, se logra rentabilidad constante. El retorno sobre inversión (ROI), sumando la

ganancia neta de servicios externos más la utilidad por venta de asaderos, excede el 20 % anual, probando que la inversión en la línea productiva es factible. Y ya hay equipos amortizados, por ejemplo, la cortadora láser de \$60.000 y los hornos de pintura disminuyen en gran medida la presión financiera, dejando solo pendiente la recuperación de la inversión en la cortadora láser más nueva.

7. Recomendaciones

Aunque el acero A-36 resulto el óptimo por su equilibrio precio-fuerza, indagar más podría llevar a probar aleaciones ligeras, por ejemplo aluminio con capas anti-calor o aceros inoxidable más delgados, esto posibilitaría revisar su rendimiento ante aspectos como transporte, antióxido, y el costo dentro de un enfoque de sostenibilidad y economía circular.

Se calculó el gasto eléctrico de las maquinas principales (corte láser, pintura y hornos). Un futuro rumbo investigativo podría orientarse hacia el empleo de energías limpias (paneles solares o sistemas mixtos) y a la cuantificación de la huella de carbono del proceso de producción. Así se podrían sugerir planes para atenuar el impacto ambiental y robustecer la ventaja competitiva de la compañía en mercados ecológicos.

El diseño asistido en AutoCAD se incorporó como apoyo al prototipo físico. En estudios que vienen, se podría aplicar herramientas como gemelos digitales o análisis de elementos finitos (FEA) para modelar con mayor exactitud las condiciones de uso, las cargas de temperatura y tensiones estructurales. Esto facilitaría la validación virtual de varios diseños previo a la producción, disminuyendo gastos por prueba y error.

El análisis económico se sustentó en estimaciones de ventas factibles (40 unidades por mes) y el cálculo del punto de equilibrio. Aun así, una futura exploración podría expandirse en estudios sobre la acogida en mercados locales e internacionales, tomando en cuenta las tendencias en turismo ecológico y actividades outdoor. Además, analizar la escalabilidad del proceso

para generar cantidades mayores, considerando nueva maquinaria, automatización parcial o incluso asociaciones estratégicas.

A futuro, se sugiere que la compañía investigue la producción de otros productos plegables para acampar, mesas, sillas, utensilios de cocina, usando la misma línea de producción. Esto ayudaría a optimizar el uso de la maquinaria existente, ampliar la gama de productos y atenuar la dependencia de un solo producto.

Este estudio empleo indicadores cruciales como el ROI y el punto de equilibrio; para futuras investigaciones, sería factible incorporar métricas financieras más detalladas como por ejemplo el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), en distintos escenarios de riesgo. Además, sería útil un análisis de sensibilidad para las variaciones de los costos de la materia prima, la energía o la demanda del producto.

8. Referencias

- [1] J. P. Womack and D. T. Jones, “Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation,” *Journal of the Operational Research Society*, vol. 48, no. 11, pp. 1148–1148, Dec. 1997, doi: 10.1038/sj.jors.2600967.
- [2] V. Dhore, “Introduction of Product Design & Development,” Jul. 2024, doi: 10.13140/RG.2.2.36090.09928.
- [3] M. Zarate and E. Salaman, “Implementación de herramientas de mejora continua basada en técnicas de lean manufacturing para optimizar la gestión de inventarios en la empresa ‘AGROVET EL JEFE’, en la ciudad de Huancayo, el año 2020,” *Ingeniero Empresarial*, Universidad Continental, Huancayo, 2021. Accessed: Jul. 14, 2025. [Online]. Available: <https://n9.cl/oo7q3v>
- [4] L. Llanca-Díaz, S. Tinoco López, N. Campos Vasquez, and E. Rabanal-Chavez, “Implementation of Lean Manufacturing to improve productivity in MYPES of the Graphic sector-Lima 2020,” in *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions*, Jul. 2022, pp. 1–8. doi: 10.18687/LACCEI2022.1.1.186.
- [5] J. P. Mora-Chávez, M. I. Caraguay-Caraguay, W. E. Romero-Black, and N. V. Mora-Sánchez, “Aplicación Lean Manufacturing en empresas Paleteras de la Provincia de ‘El Oro,’” *593 Digital Publisher CEIT*, vol. 7, no. 4–1, pp. 553–566, Aug. 2022, doi: 10.33386/593dp.2022.4-1.1290.
- [6] SESA SYSTEMS, “Los 7 desperdicios o MUDA del Sistema de Producción Toyota,” *La eliminación de los 7 desperdicios es parte de la filosofía de LEAN.*

- [7] R. Álava and A. Goya, “Implementación de herramientas Lean Manufacturing para optimizar los costos de producción y aumentar la productividad de una empresa productora de absorbentes en la ciudad de Guayaquil,” Maestría en Producción y Operaciones Industriales, Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, 2022. Accessed: Jul. 14, 2025. [Online]. Available: <https://shre.ink/xrMA>
- [8] Z. Sahmi and L. El Abbadi, “The evolution of Kaizen in the industry: systematic literature review,” 2024, Universidad Politecnica de Valencia. doi: 10.4995/ijpme.2024.21143.
- [9] J. García-Cutrín and C. Rodríguez-García, “Enhancing Corporate Sustainability through Just-In-Time (JIT) Practices: A Meta-Analytic Examination of Financial Performance Outcomes,” Sustainability (Switzerland) , vol. 16, no. 10, May 2024, doi: 10.3390/su16104025.
- [10] J. Ortiz, A. Bancovic, T. Candia, L. Huayanay, and J. Salas, “Método de aplicación de la herramienta Value Stream Mapping para aumentar la competitividad en una empresa textil y de confecciones,” Industrial Data, vol. 26, no. 1, pp. 33–61, Oct. 2023, doi: 10.15381/idata.v26i1.22874.
- [11] X. López, “V.S.M: herramienta clave de la mejora continua metodología de aplicación,” Universidad Católica de Córdoba, Córdoba, 2020. Accessed: Jul. 14, 2025. [Online]. Available: <https://n9.cl/eeuit>
- [12] E. Romo, “Sistema de gestión basado en la metodología 5’S en un taller de colisiones,” Ingeniería Industrial, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2020. Accessed: Jul. 14, 2025. [Online]. Available: <https://n9.cl/qsdoz>
- [13] K. Echavarría, “Estrategias y Herramientas de Calidad,” Cuales son las 5S Japonesas.
- [14] B. Addai, K. O. Gyimah, T. K. Asumadu, M. Anto, D. E. P. Klenam, and W. O. Soboyejo, “Strain gradient plasticity in AISI A36 plain carbon steel

- weldment: Comparison of butt and lap joint configurations,” Results in Engineering, vol. 22, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.rineng.2024.102078.
- [15] M. Alsaadawy, M. Dewidar, A. Said, I. Maher, and T. A. Shehabeldeen, “A comprehensive review of studying the influence of laser cutting parameters on surface and kerf quality of metals,” Jan. 01, 2024, Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. doi: 10.1007/s00170-023-12768-1.
- [16] Codinter, “Corte Láser: Una guía completa,” ¿Qué es el corte láser?
- [17] B. Chucaralao and E. Llivisaca, “Diseño de una máquina láser para corte y grabado de materiales no metálicos en la empresa ‘S.T.S,’” Ingeniería Mecatrónica, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, 2021. Accessed: Jul. 14, 2025. [Online]. Available: <https://n9.cl/qf3odu>
- [18] Pistolas Electroestáticas, “Pistolas Electroestáticas,” Usos de las Pistolas Electroestáticas.
- [19] Valresa, “Pintura en polvo, una solución innovadora para el pintado de sustratos termoestables.,” Pintura en polvo.
- [20] Codinter, “Atomización electrostática: Qué es y qué equipos son necesarios,” Qué es atomización electrostática.
- [21] G. Formentini et al., “A review of disassembly systems for circular product design,” May 15, 2025, Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.jclepro.2025.145459.
- [22] P. Szabó, S. Janík, M. Míkva, and G. Czifra, “Waste Elimination in the Assembly Process using Lean Tools,” Acta Polytechnica Hungarica, vol. 21, no. 4, pp. 165–184, 2024, doi: 10.12700/APH.21.4.2024.4.9.
- [23] C. Casanova, R. Núñez, C. Navarrete, and E. Proaño, “Gestión y costos de producción: Balances y perspectivas,” Rev Cienc Soc, vol. XXVII, no. 1, pp. 302–314, 2021, [Online]. Available: <https://orcid.org/0000-0001-6486-1334>

- [24] S. Alexopoulou, D. Balios, and T. Kounadeas, “Essential Factors When Designing a Cost Accounting System in Greek Manufacturing Entities,” *Journal of Risk and Financial Management*, vol. 17, no. 8, Aug. 2024, doi: 10.3390/jrfm17080366.
- [25] F. Ning, Y. Shi, M. Cai, W. Xu, and X. Zhang, “Manufacturing cost estimation based on a deep-learning method,” *J Manuf Syst*, vol. 54, pp. 186–195, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.jmsy.2019.12.005.
- [26] E. Rentsen, B. Chuluundorj, and T. Natsagdorj, “Optimization Approach to Constrained Break Even Points with Respect to Price,” *iBusiness*, vol. 15, no. 03, pp. 183–191, 2023, doi: 10.4236/ib.2023.153014.
- [27] S. Zahirović, J. Okičić, and A. Gadžo, “Generalization of Linear Models for Multiproduct Break-Even Analysis with Constant Ratios,” *Eurasian Journal of Business and Management*, vol. 12, no. 1, pp. 1–14, 2025, doi: 10.15604/ejbm.2024.12.01.001.
- [28] H. Eisazadeh, A. Achuthan, J. A. Goldak, and D. K. Aidun, “Effect of material properties and mechanical tensioning load on residual stress formation in GTA 304-A36 dissimilar weld,” *J Mater Process Technol*, vol. 222, pp. 344–355, 2015, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2015.03.021.
- [29] B. Costa, J. Varejão, and P. D. Gaspar, “Development of a Value Stream Map to Optimize the Production Process in a Luxury Metal Piece Manufacturing Company,” *Processes*, vol. 12, no. 8, Aug. 2024, doi: 10.3390/pr12081612.
- [30] C. Marmo, “Optimization of Production Processes through the Application of Lean Manufacturing Principles An Analysis of the Case of an Italian Manufacturer of Stainless Steel Carpentry,” Master Degree course in Engineering and Management Innovation and Entrepreneurship, Politecnico Di Torino, Torino, 2024. Accessed: Sep. 17, 2025. [Online]. Available: <https://n9.cl/l9d50c>

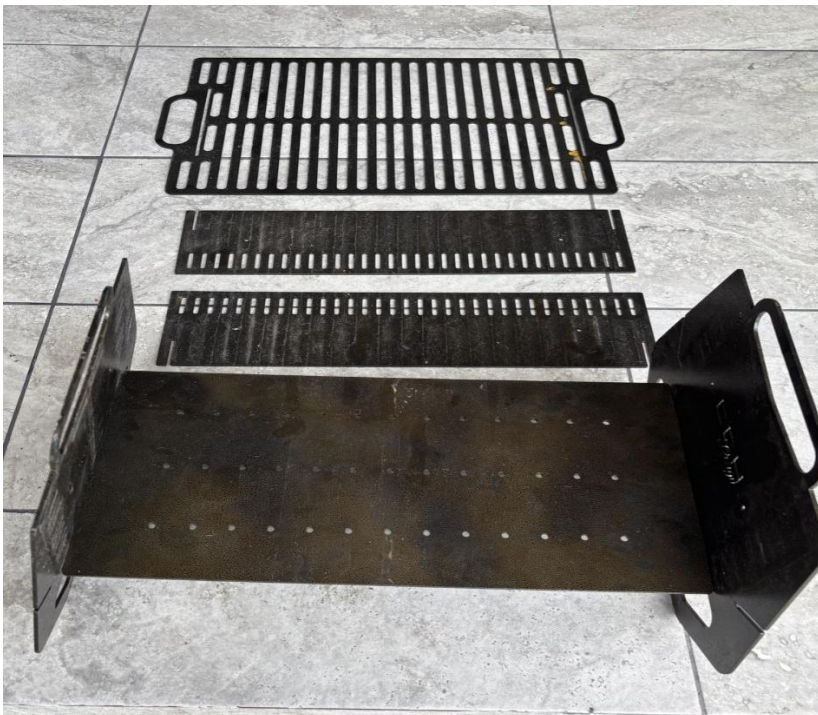
- [31] N. Aucay, “Evaluación y mejora de la distribución en planta del área de producción de una empresa metalmecánica de la ciudad de Guayaquil,” Pregrado de Ingeniería Industrial, Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, 2021. Accessed: Sep. 18, 2025. [Online]. Available: <https://n9.cl/c1mc37>

9. Anexos

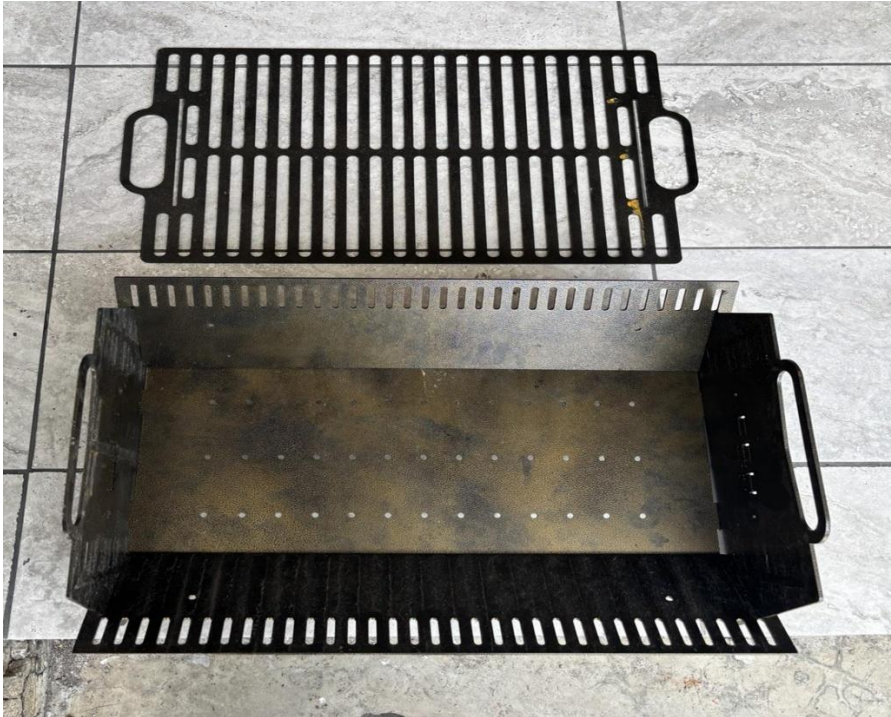
Anexo 1. Piezas previo al ensamblaje del asadero de camping



Anexo 2. Ensamble de la base con soportes laterales



Anexo 3. Ensamble de soportes del carbón al conjunto



Anexo 4. Ensamble de soportes del carbón al conjunto



Anexo 5. Cotización material base acero A-36 para fabricación de asaderos



IDMACERO. Importadora de Materiales de

Fecha impresión: 20 sept 2025 / 9:44 a. m.

Dirección: AV. RUMINAHUI LOTE 2 Y GENERAL ENRIQUEZ Teléfono: 2330826
2334040

Usuario: APALACIOS
Impresión:

PROFORMA SIN VALOR COMERCIAL

Cliente:	Consumidor Final	Numero:	PROF-261914
Dirección:	na na	Fecha pedido:	20/9/25, 0:00
Numero de Cuotas:	1	Condicion de Pago:	SIN CREDITO
Contacto :		Vendedor:	PALACIOS MALLAMA

Codigo	Cantidad	Descripcion	Valor Unitario	%Desc	Descuento (U)	Valor Total
PLC-002	1.0000	TOOL NEGRO L/C 3.0 - 70.11	59,4000		5,6786	59,40



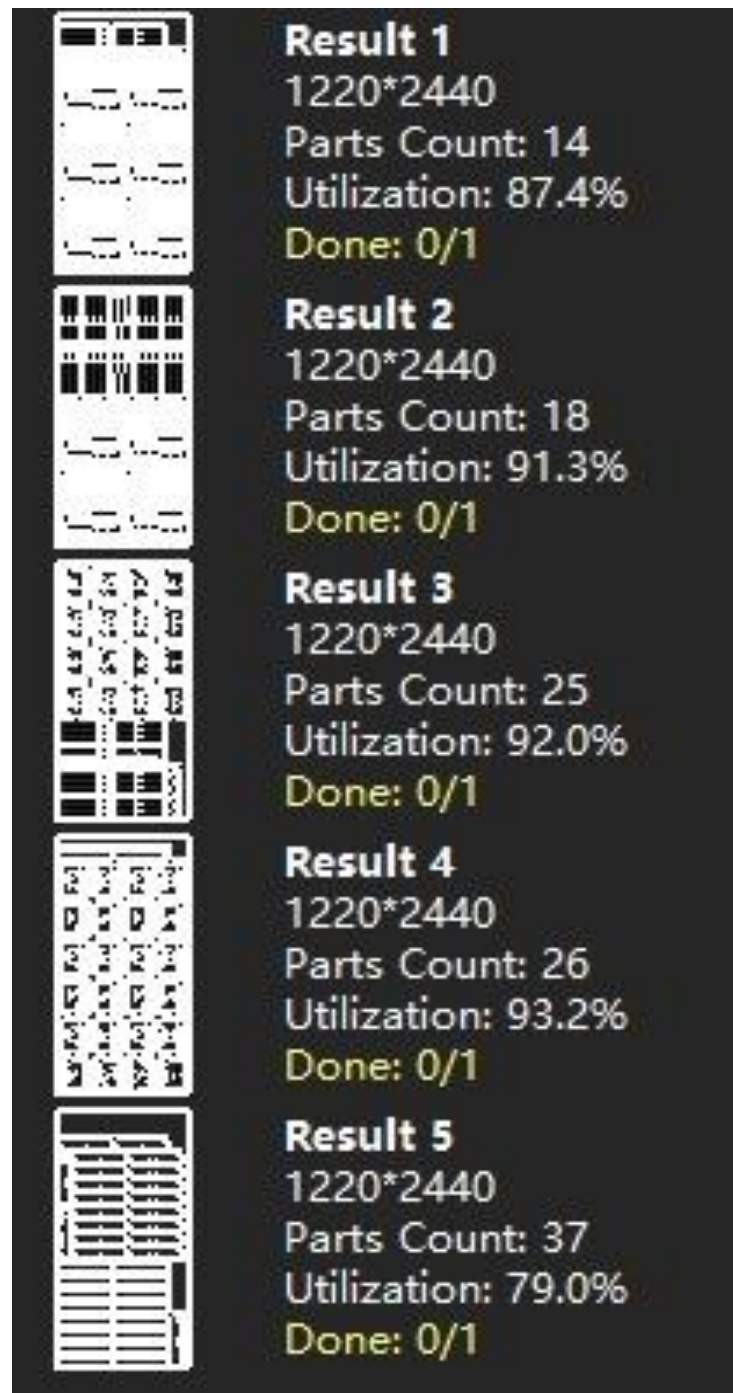
* Proforma válida por un día.

Subtotal	59,40
Descuento	5,68
Subtotal - Descuento	53,72
Impuesto	8,06
Total	61,78

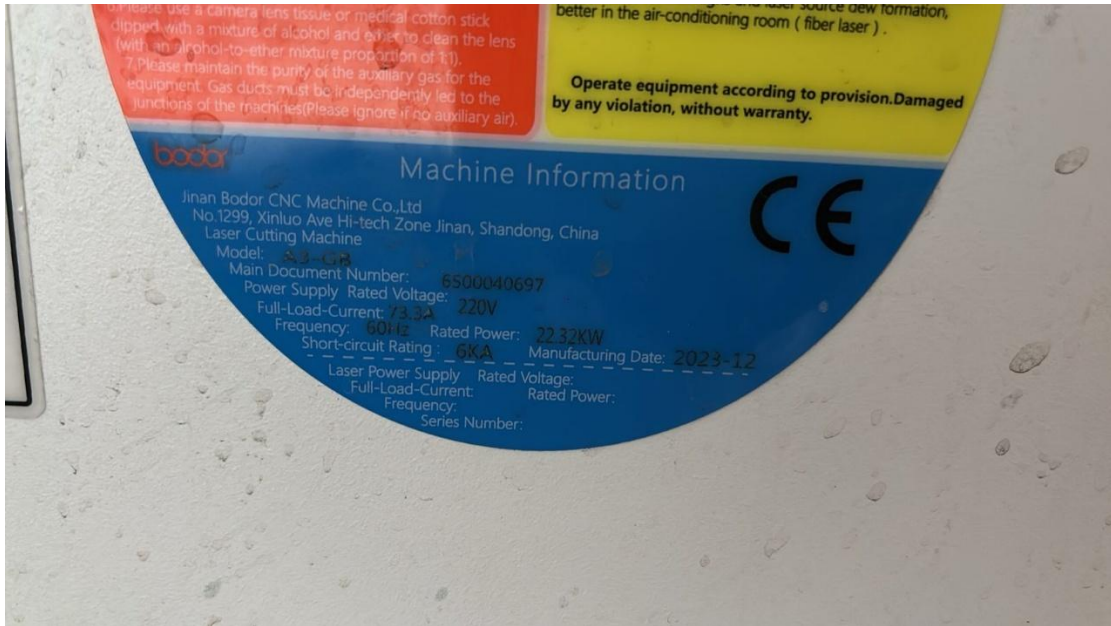
IDMACERO

Activar Windows
Véase Configuración para activar

Anexo 6. Porcentaje de aprovechamiento del material en máquina cortadora de láser



Anexo 7. Características técnicas de la máquina cortadora de láser 1



Anexo 8. Características técnicas de la máquina cortadora de láser 2

