



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

TEMA:

“DISEÑO DE UN MODELO DE PRODUCCIÓN USANDO HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA UNA EMPRESA MIPYME DEL SECTOR METALMECÁNICO EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA”



AUTOR: Shona Elizabeth Cevallos Almeida

DIRECTOR: Ing. Karen Alejandra Benavides Flores MSc.

Ibarra-Ecuador

2026

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1728088863		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cevallos Almeida Shona Elizabeth		
DIRECCIÓN:	Cayambe		
EMAIL:	Shona99cev@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	NA	TELF. MÓVIL	

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO DE UN MODELO DE PRODUCCIÓN USANDO HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA UNA EMPRESA MIPYME DEL SECTOR METALMECÁNICO EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA
AUTOR (ES):	SHONA ELIZABETH CEVALLOS ALMEIDA
FECHA: AAAAMMDD	2026/02/27
SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	
CARRERA/PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERA INDUSTRIAL
DIRECTOR:	ING. KAREN ALEJANDRA BENAVIDES FLORES MSC.

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Shona Elizabeth Cevallos Almeida, con cédula de identidad Nro. 1728088863, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 27 días del mes de febrero de 2026

EL AUTOR:

Firma.....

Nombre: Shona Elizabeth Cevallos Almeida

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 27 días, del mes de febrero de 2026

EL AUTOR:

Firma.....

Nombre: Shona Elizabeth Cevallos Almeida

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 27 de febrero de 2026

Ing. Karen Alejandra Benavides Flores, MSc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f)
MSc. Karen Alejandra Benavides Flores
C.C.: 1003597513

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “Diseño de un modelo de producción usando herramientas lean manufacturing para una empresa mipyme del sector metalmecánico en la provincia de pichincha” elaborado por Cevallos Almeida Shona Elizabeth, previo a la obtención del título del Ingeniero Industrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f):.....
Ing. Benavides Flores Karen Alejandra, MSc.
C.C.: 1003597513

(f):.....
Ing. Santiago Marcelo Vacas Palacios, MSc.
C.C.: 0909250615

DEDICATORIA

El presente trabajo va dirigido a mis padres:

A Wilson, quien me enseñó que lo que se quiere se logra. Sé que desde el cielo supiste guiarme para no darme por vencida a pesar de las adversidades, hoy te digo ¡Lo logramos!

A mi madre, Ana, quien con su amor supo recibirme con los brazos abiertos después de cada mal día. Gracias por tus consejos, por brindarme calma y por ser mi motivación diaria; me has demostrado que, si estás tú, todo va a estar bien.

A mis hermanos y sobrino: Dario, Jenny y Daniel por ser mi apoyo y motor, por cada mensaje de aliento, por ayudarme a buscar soluciones y sobre todo por su cariño.

A mis tías, quienes siempre han estado pendientes de mí. En especial a Mónica y Juan, con quienes compartí varios kilómetros de camino a casa.

A mi hijo, Nolan, quien ha sido el motor para culminar esta etapa y el impulso para comenzar una nueva.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte por ser el escenario de mi crecimiento intelectual durante estos años. Gracias por los retos, las enseñanzas y por ser el espacio donde no solo adquirí conocimientos, sino también grandes amistades y lecciones de vida que atesoraré siempre.

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi directora de tesis, la MSc. Karen Benavides por su confianza, su tiempo y por guiar este proyecto con rigor y sabiduría. De igual manera, agradezco a mi asesor, el MSc. Marcelo Vacas cuyas observaciones y valiosos consejos fueron fundamentales para enriquecer este trabajo y llevarlo a su culminación con éxito.

RESUMEN EJECUTIVO

El sector de la metalurgia constituye una piedra angular de la economía ecuatoriana, sin embargo, la gran mayoría de las micro, pequeñas y medianas empresas en Ecuador todavía emplean procesos artesanales que impiden la productividad y la competitividad, lo que lleva a un desperdicio excesivo, tiempos de respuesta prolongados y una pobre estandarización de sus procedimientos.

Por lo tanto, la creación de herramientas de mejora continua dirigidas directamente a maximizar la efectividad organizacional es más relevante. A la luz de esto, el objetivo de la presente investigación es construir un modelo de producción Lean Manufacturing para una MIPYME en la provincia de Pichincha, en un esfuerzo por minimizar el desperdicio, mejorar los tiempos de respuesta y mejorar la eficiencia productiva. Se utilizó una investigación de métodos mixtos, que integró enfoques cuantitativos y cualitativos como mediciones de tiempo, cálculo de indicadores, análisis de eficiencia, encuestas al personal, observación directa y revisión documental para dar una visión absoluta de la situación actual de la empresa.

Asimismo, se aplicaron herramientas Lean como el Value Stream Mapping, Takt Time, análisis de los siete desperdicios y cursogramas de proceso, A través del diagnóstico basado en el mapeo de la cadena de valor, se determinó que el 96.1% del Lead Time total (3 días, 15 horas, 53 minutos) corresponde a actividades de no valor añadido, concentrando las mayores ineficiencias en los cuellos de botella de corte de bocín y limpieza. El análisis identificó que la rigidez en los lotes de producción y los tiempos de preparación impiden alcanzar el Takt Time de 1,03 minutos requerido por la demanda. Frente a esta problemática, se diseñó un modelo de mejora que integra la reestructuración del Layout para optimizar el flujo de materiales, la metodología 5s para la estandarización de estaciones y la técnica SMED para reducir los tiempos de cambio y preparación en maquinaria. Estas acciones técnicas garantizan un incremento en la productividad laboral al estabilizar el ritmo de producción y minimizar los desperdicios identificados.

Palabras clave: Lean Manufacturing, metodología 5S, Takt Time, distribución de planta

ABSTRACT

The metallurgy sector is an important area of the Ecuadorian productive economy. Furthermore, the majority of micro, small, and medium-sized companies in Ecuador are still artisanal processes that promote productivity and competitiveness, leading to huge amount of waste, late answers in terms of time, and poor procedures.

Nevertheless, the creation of improvement tools tried to directly maximize organizational effectiveness that is more relevant. Therefore, the aim of this research is to construct a Lean Manufacturing production model for an MSME in the province of Pichincha, with the objective to minimize waste, improve response times, and promote production efficiency. A mixed-methods research approach was used, integrating quantitative and qualitative analyses such as time measurement, calculations indexes, efficiency analyses, staff surveys, direct observation, and document review to provide a view of the company situation.

Lean tools such as Value Stream Mapping, Takt Time, analysis of the seven wastes, and process flowcharts were also applied. Throughout the diagnosis based on value stream mapping, it was determined that 96.1% of the total lead time (3 days, 15 hours, 53 minutes) corresponds to non-value-added activities, with the greatest inefficiencies concentrated in the bottlenecks of cutting and cleaning. The analysis claimed that rigidity in production batches and setup times prevent the Takt Time of 1.03 minutes required by the policy of demand from being achieved. This problem was reduced with an improvement model that was designed to integrate layouts, restructuring to optimize material flow, the 5S methodology for station standardization, and the SMED technique to reduce changeover and setup times on machinery. These actions make sure an increase in labor productivity by putting a stable pace of production and minimizing identified waste.

Keywords: Lean Manufacturing, 5S methodology, Takt Time, plant layout

LISTA DE SIGLAS

LM Lean Manufacturing o manufactura esbelta

PYME Pequeña y mediana empresa

5s Metodología de las 5 etapas

SMED Cambio de matriz en minutos de un solo dígito (Single Minute Exchange of die)

VSM Mapeo de flujo de valor (Value stream mapping)

WIP Trabajo en proceso (Work in progress)

NAV Actividades que no agregan valor

AV Actividades que agregan valor

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	9
ÍNDICE DE TABLAS	16
ÍNDICE DE FIGURAS.....	18
CAPITULO I	20
1.1. Problema de investigación.....	20
1.2. Justificación.....	21
1.3. Objetivos	22
1.4. Alcance.....	22
CAPÍTULO II	23
2.1 Antecedentes	23
2.2 Producción Artesanal	24
2.3 Lean Manufacturing	24
2.3.1 Principios del pensamiento Lean.....	25
2.3.2 Beneficios de Lean Manufacturing	26
2.3.3 Herramientas Lean	26
2.4 Proceso	29
2.5 Marco legal referencial.....	32
CAPÍTULO III.....	33
3.1. Tipo de Investigación	33
3.1.1. Investigación Cuantitativa.....	33
3.1.2. Investigación Cualitativa.....	33
3.1.3. Investigación Descriptiva	33
3.2. Método de Investigación	34
3.2.1. Método inductivo	34

3.3. Técnicas de Investigación	34
3.3.1. Documental	34
3.3.2. Encuesta	34
3.3.3. Observación.....	34
3.3.4. Cronometraje	35
3.4. Instrumentos y herramientas	35
3.4.1. Lean Manufacturing	35
3.5. Matriz de operacionalización de variables	37
3.6. Número de trabajadores de la empresa	38
3.7. Procedimiento y análisis de datos	38
3.8. Situación Actual de la empresa	38
3.8.1. Descripción de la empresa.....	38
3.8.2. Ubicación	39
3.8.3. Estructura Organizacional	40
3.8.4. Mapa de Procesos.....	41
3.8.5. Diagrama de Procesos	42
3.8.6. Entradas y Salidas del proceso para la elaboración de cepillos de acero inoxidable.	43
3.9. Diagnóstico actual del proceso.....	43
3.9.1. Selección del producto a estudiar.....	43
3.9.2. Layout.....	44
CAPÍTULO IV.....	45
4.1 Medición del trabajo.....	45
4.1.1 Número de observaciones	45
4.1.2 Sistema Westinghouse.....	46
4.1.3 Holguras	48

4.1.4	Suplementos	48
4.1.5	Tiempo estándar	49
4.2	Cálculos de indicadores.....	49
4.2.1	Takt time	49
4.3	Diagrama de Balance	50
4.4	Calculo de la productividad.....	51
4.5	Cursograma de Actividades	51
4.6	Diagrama Hombre-Máquina	53
4.7	VSM actual.....	54
4.8	Análisis de los 7 desperdicios	54
4.9	Diseño de la Propuesta	58
CONCLUSIONES		81
RECOMENDACIONES.....		82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		83
ANEXOS		88
Anexos 1: Modelo de entrevista.....		88
Resultados encuesta.....		88
Anexo 2: Medición del trabajo.....		97
Anexo 3: Cálculo de número de observaciones por proceso para la elaboración de cepillos de acero inoxidable.....		98
Anexo 4. Cálculo de tiempo estándar por proceso para la elaboración de cepillos de acero inoxidable.		101
Anexo 5: Tarjetas de color		108
Anexo 6: Porcentaje de cumplimiento actual de clasificación 5S.....		108
Anexo 7: Porcentaje de cumplimiento actual de orden 5S.....		109
Anexo 8: Porcentaje de cumplimiento actual de limpieza 5S		109

Anexo 9: Porcentaje de cumplimiento actual de estandarización 5S.....	109
Anexo 10: Porcentaje de cumplimiento actual de disciplina 5s.....	110

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I <i>Matriz de operaciones de variables</i>	37
TABLA II. <i>Población muestra</i>	38
TABLA III. <i>Revisión de registros internos de la metalmecánica</i>	43
TABLA IV. <i>Cálculo de número de observaciones proceso corte de varilla de acero inoxidable</i>	45
TABLA V. <i>Tabla de valoración de "habilidades"</i>	46
TABLA VI. <i>Cálculo de valoración por cada actividad</i>	47
TABLA VII. <i>Evaluación de holgura para el proceso de corte del bocín.</i>	48
TABLA VIII. <i>Tabla de Suplementos actividad 1.</i>	48
TABLA IX. <i>Tiempos estándar por actividad</i>	49
TABLA X <i>Resumen uso diagrama hombre - máquina</i>	53
TABLA XI <i>Plan de acción</i>	56
TABLA XII <i>Estrategias</i>	59
TABLA XIII. <i>Matriz de causa principales y posibles soluciones</i>	63
TABLA XIV. <i>Formato propuesto para control de materiales</i>	66
Tabla XV <i>Propuesta de clasificación (Seiri)</i>	67
TABLA XVI . <i>Clasificación de ubicación según frecuencia de uso de herramientas</i>	68
TABLA XVII. <i>Propuesta de orden Seiton</i>	69
TABLA XVIII. <i>Propuesta de mejora SEISO</i>	70
TABLA XIX . <i>Planes de acción Seiketsu</i>	72
TABLA XX. <i>Etapas para aplicación de SMED</i>	74
TABLA XXI <i>Identificación de tipo de actividades dentro del proceso de secado</i>	75
TABLA XXII. <i>Conversión de actividades internas a externas</i>	76
Tabla XXIII <i>Propuesta SMED</i>	77
TABLA XXIV . <i>Propuesta de implementación de SMED</i>	78

TABLA XXV <i>Cronograma de actividades del modelo propuesto</i>	79
TABLA XXVI <i>Costos de materiales, inversión física y operador</i>	79
TABLA XXVII <i>Costos de capacitación y talento humano</i>	80
Tabla XXVIII Valoración de Westinghouse por cada proceso	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de producción Toyota.....	25
Figura 2 Ejemplo de diagrama de recorrido	29
Figura 3 Diagrama de Recorrido	30
Figura 4 Ubicación Talleres Andes	39
Figura 5 Estructura Organizacional "Talleres Andes"	40
Figura 6 Mapa de procesos.....	41
Figura 7 Diagrama de procesos de la elaboración de cepillos de acero inoxidable	42
Figura 8 Entradas y salidas del proceso para cepillos de acero inoxidable.....	43
Figura 9 Layout de la empresa "talleres andes"	44
Figura 11 Diagrama de Balance	50
Figura 12 Cursograma Actual	52
Figura 13VSM actual de la empresa	54
Figura 14 Análisis de los 7 desperdicios	55
Figura 15 Propuesta de distribución de planta	60
Figura 16 Diagrama relacional de actividades y recorridos	61
Figura 17 Propuesta de Layout en el área de procesos	62
Figura 18 Plan de implementación de las 5s	64
Figura 19 Análisis del cumplimiento actual de 5s	65
Figura 20 . Impacto esperado de las 5's	73
Figura 21. Encuesta - Conocimiento sobre los objetivos de la empresa	88
Figura 22. Encuesta - Entorno de trabajo	89
Figura 23. Encuesta - Comunicación sobre cambios	89
Figura 24. Encuesta - Conocimiento de las estrategias	90
Figura 25. Encuesta - Conocimiento de métricas.....	91

Figura 26. Encuesta – Tiempos de espera	91
Figura 27. Encuesta – Mejora en los tiempos de espera	92
Figura 28. Encuesta – Recursos para evitar demoras	93
Figura 29. Encuesta – Manejo de desperdicios	93
Figura 30. Encuesta – Acceso a materiales	94
Figura 31. Encuesta – Tasa de defectos	95
Figura 32. Encuesta – Control de calidad	95
Figura 33. Encuesta – Capacitaciones	96
Figura 34. Encuesta – Toma de decisiones	97

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

Como motores de desarrollo económico, la industria metalmecánica es un componente fundamental en la cadena productiva que se ejecuta en Ecuador. Pese a ello, el sector metalmecánico no tiene establecido un desarrollo, por lo que se ejecuta de manera artesanal y no bajo estándares industriales. [1]

La ausencia de una estructura organizativa y la dificultad de administrar la tecnología y la información, así como las debilidades en el manejo y venta de los negocios, son los principales inconvenientes del sector metalmecánico en las microempresas, pequeñas empresas y medianas de Ecuador. Esto genera dificultades sociales, como el subempleo y desempleo. [2]

La industria metalmecánica tiene una participación de trabajadores, quienes constituyen el 71% del total de empleados; en cambio, los propietarios y los empleados representan el 2% y el 27%, respectivamente. De tal manera que, en el sector metalmecánico se idéntica que las micro y pequeñas empresas resaltan, porque el 87,55% de los trabajadores opera en este tipo de empresas. [3]

Dentro del sector de fabricación de productos derivados del metal, en el año 2019 se tuvo una participación del 0.43% del PIB y del 3.40% del PIB de la industria manufacturera. Dentro de este sector, presenta una creciente tendencia en donde las empresas generan plazas de empleo, siendo el 38% del total de empleos. De acuerdo con la Federación Ecuatoriana de Industrias del Metal, el sector metalmecánico aporta entre el 2% y el 3% del PIB total de la industria manufacturera a nivel nacional. [4]

El funcionamiento de la metalmecánica es alrededor del 80% artesanal, sin planes en sus procesos productivos y que para implementarlos se requiere de tiempo y capital mismo que no están dispuestos a invertir. La falta de control sobre las operaciones produce una considerable cantidad de entregas tardadas de productos terminados a lo largo del proceso de producción.

La ausencia de instrumentos para mejorar la producción, lo que requiere el establecimiento de métodos que posibiliten intervenir directamente sobre las causas fundamentales que afectan a las operaciones, elevar el nivel de productividad y sostener un

flujo de trabajo eficiente.

1.2.Justificación

La necesidad de sugerir métodos que mejoren la productividad y faciliten su crecimiento se debe a la ausencia de herramientas para gestionar procesos en estas metalmecánicas ecuatorianas [5]. En vista de esta situación, las herramientas Lean Manufacturing ofrecen una oportunidad para la mejora de la compañía.

El sector manufacturero desempeña un rol en la transformación estructural a largo plazo. En un periodo de desarrollo, generan una gran cantidad de empleos productivos. Además, promueve la innovación y el avance tecnológico para mantener el progreso de la productividad en las manufacturas y otras áreas.

Dentro del sistema productivo, contribuye con un valor agregado dado que las cadenas industriales con las que actúa proporcionan un intercambio de recursos, porque, al no generar producción interna ante una demanda creciente de productos, expone al mercado externo a componer desventajas en la economía y el progreso fundamental del sector.

Diversas investigaciones han demostrado que adoptar Lean Manufacturing en sectores como, automotriz y metalúrgico, han llevado a mejoras sustanciales en cuanto a limpieza, desempeño ambiental, salud y seguridad laboral, así como en la respuesta del cliente. Estas mejoras son directamente aplicables y beneficiosas para la industria metalmecánica.

Bajo el contexto de estudio y necesidades que enfrenta la metalmecánica, el método Lean Manufacturing permitirá mejorar el desempeño del sistema productivo en donde se trata de eliminar mayor cantidad de mudas posibles, generando beneficios importantes para la organización, que van desde la maximización de eficiencia y reducción de defectos en el proceso productivo.

Es relevante para la industria metalmecánica tener información acerca de los métodos de optimización continua y mejora de los procesos productivo; de modo que, este trabajo tiene como objetivo crear un modelo mediante instrumentos de ingeniería que faciliten una toma de decisiones objetiva.

1.3.Objetivos

Objetivo General

Analizar los procesos de producción de una metalmecánica, a través de la metodología Lean Manufacturing con el fin de elaborar un diseño de modelo productivo para eliminar las mudas existentes.

Objetivos Específico

- Fundamentar las bases teóricas de la metodología Lean Manufacturing a través del estudio de bases bibliográficas confiables para sustentar la presente investigación.
- Diagnosticar la situación actual de la metalmecánica identificando las principales variables que están presentes en los procesos de producción a través de la observación y la visita de campo.
- Diseñar un modelo productivo que se adapte a las necesidades detectadas haciendo uso de herramientas Lean Manufacturing y el diagnóstico realizado.

1.4.Alcance

Este estudio se enfoca en la optimización del sistema productivo de la línea de cepillos industriales en una empresa del sector metalmecánico. El análisis contempla desde el diagnóstico situacional de la planta, mediante la identificación de desperdicios en las estaciones críticas, hasta el diseño de una propuesta de mejora basada en la metodología Lean Manufacturing.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Se considera que en el mercado laboral tienen un papel fundamental las técnicas de manufactura esbelta, según estudios como el artículo "Aplicación de Lean Manufacturing en empresas productoras de calzado". La meta es reducir los inventarios, los desperdicios, las demoras en la entrega del producto y las pérdidas durante el proceso de producción. Por lo tanto, al poner en práctica las herramientas de Lean Manufacturing, han podido mejorar las actividades que no aportan valor a sus operaciones, cumpliendo así con los requerimientos y necesidades del cliente.[6]

Así, las compañías llevan a cabo este tipo de métodos y generan resultados satisfactorios cuando se implementan; sin embargo, al desarrollar estas herramientas, identifican aspectos que deberían evitarse. Uno de esos aspectos es considerar la escasez de empleados comprometidos con continuar con la filosofía de la empresa y el compromiso y convicción de los directivos en que el uso de estas herramientas puede conducir a beneficios para la organización.

Al poner en marcha este tipo de instrumentos, supone una transformación cultural dentro de la organización, en la que los empleados serán los principales implicados para su desarrollo. [7]

De la misma forma el artículo “Nueva Metodología desarrollada para la integración de Lean Manufacturing, Kaizen e ISO 31000:2009 basados en la ISO 9001:2015” desarrollaron una investigación con el fin de ayudar a las Pymes, en donde el objetivo es la mejora continua el cual mejora el posicionamiento de las empresas; el método que han puesto en práctica mediante un análisis descriptivo de varios datos, el cual se adquirió a partir del sistema de gestión.

La combinación de sistemas permite que las empresas operen de forma organizada y, sobre todo, cumpliendo con las regulaciones vigentes. De acuerdo al artículo “Impacto del Lean Manufacturing en la Productividad de las Microempresas de Guayaquil” se realizó una investigación documental en la cual le permitió contar con las valoraciones teóricas conceptuales. En el cual la información es limitada debido a que no se tiene registros de que al implementar técnicas Lean Manufacturing se obtenga casos de éxito en micro y pequeñas empresas. El manejo por parte gerencial se enfoca en la parte contable que, en el manejo del

proceso productivo, lo cual genera que las empresas en desarrollo pierdan posicionamiento en el mercado.

2.2 Producción Artesanal

Es un método de producción donde las compañías transforman recursos en bienes y servicios. Al alterar materias primas naturales fundamentales a través de métodos no industriales, la manufactura artesanal produce objetos. La UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) sostiene la manufactura industrial en los productos, en las capacidades y necesarios para asegurar su permanencia [8].

La producción artesanal es un proceso que se distingue por su diversidad y por ser de pequeña escala. A menudo se lleva a cabo en lugares conocidos como "talleres" y el procedimiento productivo tiene una gran flexibilidad. Está apto para adaptarse a alteraciones imprevistas en los productos, razón por la cual también se le llama proceso intermitente.

Al ser un oficio desempeñado por artesanos, la gestión es semi industrial, porque el tipo de trabajo que realizan tiene lugar entre aquellos que aprendieron su oficio en escuelas especializadas.

2.3 Lean Manufacturing

Es un sistema de organización del trabajo que mejora la producción para crear empresas más eficientes, de manera que sus procesos sean más efectivos y creativos. Por lo tanto, su función primordial es detectar el derroche o los excesos, que se caracterizan por ser todas las actividades que no contribuyen al valor de un proceso, pero sí conllevan costos y mano de obra [9]

El origen de Lean Manufacturing se desarrolla gracias a empresas japonesas las cuales adoptaron una cultura que obsesivamente busca aplicar mejoras dentro de plantas de producción, para lo tanto adaptaron principios que se basan en calidad y mejora continua, usando herramientas que constituyen un sistema estructural como indica la figura 1.

Se fundamenta en un conjunto de métodos y técnicas para mejorar los procesos de producción, con la finalidad de analizar, pensar y actuar. El objetivo de estos métodos es simplificar las operaciones y minimizar los costos para solventar problemas específicos [9].

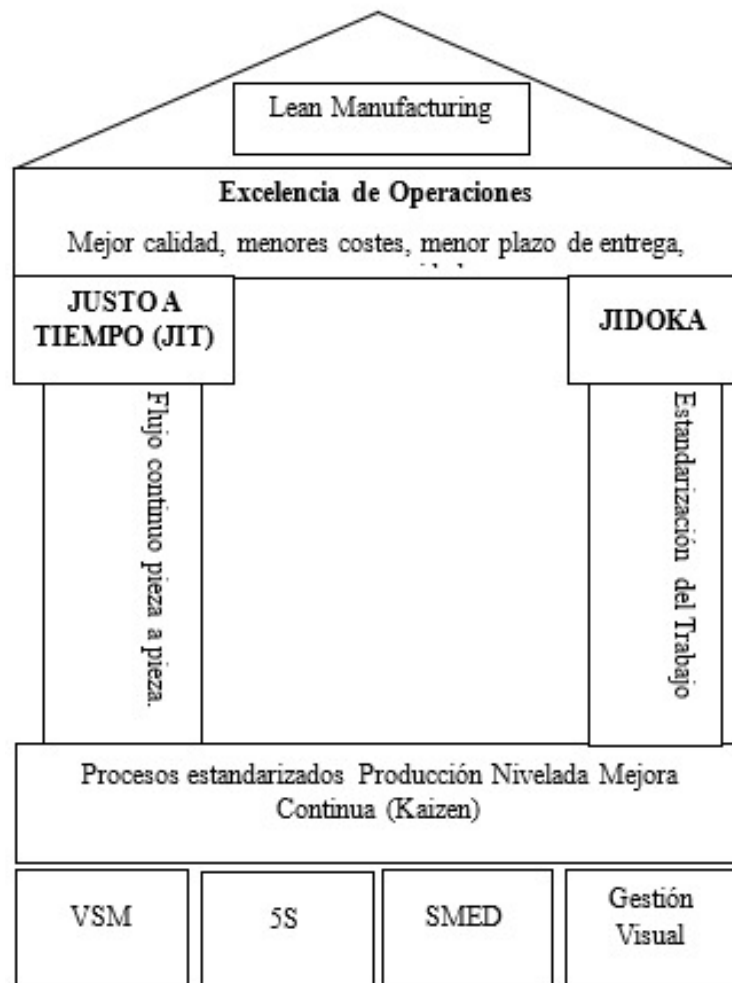


Figura 1 Sistema de producción Toyota.

Nota: Adaptación casa Toyota [9]

2.3.1 Principios del pensamiento Lean

Los principios Lean se centran específicamente en la eliminación de desperdicios y la mejora continua de procesos, lo cual es una de sus principales características. Los más visibles son:

Definir el valor: Decidir qué es valioso para el cliente y cómo se entrega ese valor.

Mapear la cadena de valor: Permite identificar el valor creado y las fuentes donde se generan desperdicios.

Crear un flujo continuo de trabajo: Sin cuellos de botella.

Establecer un sistema pull: Producir únicamente lo que se requiere en el momento en que se necesita (sistema push).

Buscar la perfección o mejora continua: Reducir desperdicios buscando el perfeccionamiento constante.

Los principios relacionados con el sistema de producción son:

- Realizar solamente aquello que es necesario, en el momento en que lo es y en la cantidad requerida.
- La calidad debe ser integrada como parte del proceso.
- Just in time.
- Maximización de la capacidad de producción y recursos humanos, de tal manera que la estandarización este acorde de buenas prácticas para una óptima eficiencia.

2.3.2 Beneficios de Lean Manufacturing

Hoy en día, en un ambiente globalizado y siempre cambiante, caracterizado por el progreso de las tendencias y la tecnología, es fundamental los esfuerzos en mejorar los procedimientos de producción. Esto permite a las organizaciones conservar su competitividad y adaptarse de manera oportuna a los cambios, asegurando así la eficiencia y la productividad sostenida. En este sentido, la metodología Lean Manufacturing ofrece múltiples beneficios que merecen destacarse, tales como[11]:

- Mejora de rentabilidad de ingresos.
- Reducción de costos, desperdicios y tiempos.
- Mejorar la rentabilidad en función a la productividad.

2.3.3 Herramientas Lean

Dado que las empresas japonesas han desarrollado una cultura en donde su principal objetivo es evitar “despilfarros”, proponen una colección de herramientas aplicables según sea la problemática existente en la empresa, para conseguir que una empresa mejore a nivel competitivo y mejore el nivel de excelencia dentro del mercado actual, dentro de las siguientes herramientas tenemos[12]:

- **5s**

Se utiliza la herramienta Lean Manufacturing 5s como una herramienta para la mejora en la empresa. Su misión es mejorar las condiciones del ambiente de trabajo, asistir a los

empleados y potenciar su capacidad para detectar problemas. La implementación aumenta la productividad del proceso, lo que a su vez mejora la eficacia [13].

Significado de las 5S

SEIRI: Clasificar y eliminar lo que no es necesario.

SEITON: Organizar lo que queda después de clasificar.

SEISOU: Limpiar e inspeccionar el área de trabajo.

SEIKETSU: Normalizar métodos, asegurando resultados constantes.

SHITSUKE: Aplicar conscientemente hábitos de disciplina en áreas de trabajo.

- **VSM (Value Stream Map)**

Instrumento visual que ilustra los flujos de información y materiales que se producen desde el abastecimiento hasta el cliente. Esta herramienta, en el proceso productivo de la pyme que estamos analizando, permitirá detectar actividades que no contribuyen con valor agregado a la empresa, como por ejemplo cuellos de botella potenciales, problemas con la calidad o un inventario excesivo. El objetivo es eliminarlas para mejorar de manera notable la cadena de valor. Para lo cual se proponen dos contextos: flujo ininterrumpido y flujo actual[14].

Estado actual: Se realiza un proceso de identificación y cuantificación de las actividades que generan y no generan valor agregado. A cada actividad se le asigna un porcentaje, permitiendo la separación de aquellos procesos que no generan valor agregado, para el flujo operativo.

Estado futuro: Después de identificar y analizar la gestión del proceso actual, se clasifican en actividades que no agregan valor y se sugieren métodos de mejora a través del desarrollo de la filosofía Lean.

- **Takt Time**

Se entiende como el tiempo que se estima para determinar los recursos requeridos para producir lo menos posible de desperdicio, asegurar la calidad del proceso según las exigencias del cliente y sin comprometer la seguridad. Para calcularlo, se tienen en cuenta los turnos, la demanda, los días trabajados y las horas de cada turno [15].

- **Tiempo de Ciclo (Cycle Time)**

Es una medida que indica la duración de tiempo que le toma a un equipo entregar una tarea desde el momento en que empieza a trabajar en ella.

- **Análisis de los 7 desperdicios**

En la metodología Lean Manufacturing, se denomina "desperdicio" a toda actividad o recurso que consume tiempo y esfuerzo sin añadir valor real al producto desde la perspectiva del cliente[16].

- **Muda**

Excedente o desperdicio. Hay siete categorías de desperdicio que perjudican la productividad y que deben ser identificadas, eliminadas o reducidas. Este tipo de desperdicios disminuye la capacidad cada día, lo que supone un desafío para las empresas. Según Toyota categoriza los desperdicios o mudas en siete conjuntos [17]:

1. **Muda de sobreproducción:** Fabricar más de lo que se requiere.
2. **Muda de sobre inventario:** Es cualquier material, producto en proceso o producto excede lo que se necesita para satisfacer las demandas del cliente, debido a cuellos de botella sin supervisar, a un entendimiento limitado de la velocidad con que surgen las demandas reales, entre otros factores.
3. **Muda de productos defectuosos:** Se refiere a la pérdida de recursos, incluidos mano de obra, tiempo y maquinaria, que se emplearon para elaborar un producto o servicio defectuoso y que no lograron aportar valor al cliente.
4. **Muda de transporte de materiales y herramientas:** Son aquellos traslados que no respaldan directamente el sistema productivo. El traslado de productos de un lugar es un cambio importante para el cliente, pero si supone un costo y puede comprometer la calidad del producto.
5. **Muda de procesos innecesarios:** No todas las tareas que se llevan a cabo aportan valor al cliente; gran parte de ellas son el resultado de requerimientos del taller, de la calidad del proceso productivo o de una planificación deficiente en lo que respecta a las entregas.
6. **Muda de espera:** Considera al tiempo que se pierde cuando el operario espera a que

termine de trabajar la máquina o cuando la máquina se detiene porque el operario tiene que realizar un ajuste. Todo esto representa una pérdida de tiempo que no añade valor y es el desperdicio más habitual en la industria.

7. **Muda de movimientos innecesarios del trabajador:** Hace referencia al movimiento de personas de un lugar a otro en el espacio laboral. Si se examina cuidadosamente el tiempo de ciclo de un trabajador, es fácil identificar el tipo de desperdicio. En este caso, se puede ver que se pierde tiempo y, por lo tanto, la productividad de los procesos disminuye.

2.4 Proceso

Es un procedimiento dentro de la producción de un servicio o bien. De un conjunto de actividades para transformar entradas en salidas, especialmente está orientado a satisfacer las necesidades del cliente.

- **Cursograma Analítico**

Representación gráfica que muestra todas las acciones realizadas a lo largo del desarrollo de un trabajo, incluyendo la trayectoria de un producto y los tiempos y distancias requeridos para cada acción. Este diagrama, que contiene más información, proporciona un grado de detalle que será beneficioso para mejorar los procesos. Los tipos de cursogramas analíticos que se presentan son los siguientes[18]:

De Operario: Registra todos los movimientos de una persona, es decir, sigue todo su trayecto.

De material: Movimiento y secuencia de materiales.

De equipo: Movimiento del equipo mientras se utiliza para realizar alguna actividad.

Descripción	Cantidad	Tiempo	Símbolo				
			○	□	D	⇒	▽
Entrada	1	0,5	●				
Proceso	2	0,8		●			
Salida	3	0,2			●	●	

Figura 2 Ejemplo de diagrama de recorrido

Nota: Elaborado por el autor.

- **Diagrama de Recorrido**

Plano de una planta industrial o del espacio de trabajo en el que se muestran, mediante símbolos, los movimientos de empleados, productos semielaborados, productos terminados y materia prima. En este plano es posible observar las operaciones que tienen lugar en cada zona laboral.

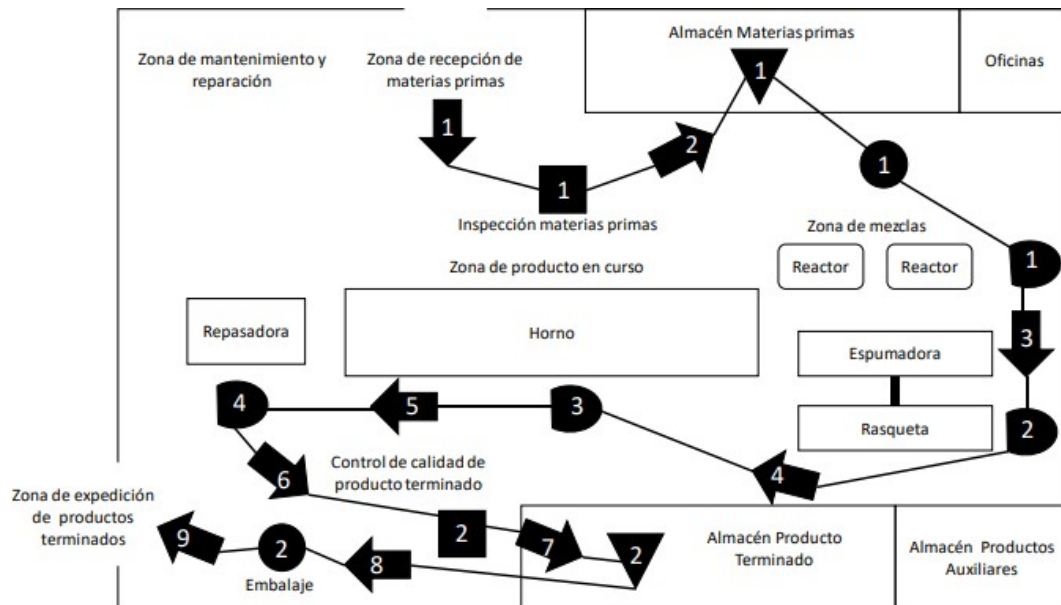


Figura 3 Diagrama de Recorrido

Nota: Modelo de diagrama de recorrido por una planta industrial tomado de [18]

- **Diagrama Hombre-maquina**

El diagrama hombre-máquina permite mostrar de manera gráfica la sucesión sincronizada de tareas que realiza el ser humano y la máquina en un intervalo de tiempo, lo cual revela cuán intensamente se utilizan cada uno de los componentes del proceso productivo[19].

- **Productividad**

Las organizaciones están buscando constantemente innovar y optimizar sus procesos para alcanzar un aumento en la productividad, reducir costos y maximizar el uso de sus recursos.

Así, la productividad puede ser vista como el indicador general del rendimiento de una organización. En la necesidad de conseguir más productividad, porque las compañías requieren generar y de mejor calidad. La productividad tiene la capacidad de ser medida y analizada en términos de situaciones micro y macroeconómicas, como se ilustra en la

fórmula que siguiente [20]

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas}$$

Ecuación 1: *Productividad*

Índices de Productividad

Los índices de productividad son herramientas que permiten medir el grado de eficiencia con que una empresa utiliza sus recursos para generar bienes o servicios. A través de estos indicadores se puede evaluar el desempeño de los procesos productivos, comparando la cantidad de productos obtenidos frente al consumo de insumos, mano de obra o tiempo. Su análisis facilita identificar áreas de mejora, optimizar el uso de recursos y tomar decisiones orientadas al incremento del rendimiento y la competitividad organizacional. [21]

Eficacia: Es el grado en que se logran los resultados de las metas establecidas en un plan.

Eficiencia: Se trata de alcanzar un objetivo con el costo unitario más bajo posible, utilizando eficientemente los recursos disponibles. En otras palabras, llevar a cabo una tarea buscando la relación óptima entre los recursos utilizados y los resultados logrados. Para el cliente, se requieren procesos eficientes que garanticen flujos veloces, eficaces y constantes de tareas que añaden valor al producto o servicio, evaluando estas actividades de calidad.

Efectividad: La relación entre eficacia y eficiencia trata de trabajar en una tarea durante un periodo de tiempo y con el menor gasto posible.

$$\text{Efectividad} = \text{Eficiencia} + \text{Eficacia}$$

Ecuación 2: Efectividad

- **Lead Time**

El Lead Time es el tiempo total que recorre una pieza desde que es materia prima hasta ser producto terminado[22].

- **Estandarización de Operaciones**

Según Madariaga [23] “La estandarización persigue la eliminación del despilfarro y la reducción de la variación, es la base de la mejora de la eficiencia y consiste en establecer estándares y trabajar de acuerdo a los mismos”. Por ello al establecer procesos estandarizados, la productividad aumenta mientras la variabilidad disminuye.

- **Sistema Westinghouse**

La técnica conocida como sistema Westinghouse se usa para examinar la actuación del operario durante el desarrollo de una tarea. Este tiene en cuenta los siguientes cuatro factores principales[24]:

Capacidad: Se describe como el grado de competencia para aplicar un método específico, vinculando la experiencia que se evidencia a través de la coordinación precisa entre las manos y el pensamiento.

Esfuerzo: Una exhibición de voluntad para trabajar; es indicativo de la rapidez con que se utiliza la habilidad y puede ser controlado por el operario en un alto grado.

Condiciones: Hace referencia a condiciones externas que pueden afectar al entorno laboral, al empleado, pero no a la operación.

2.5 Marco legal referencial

Código del trabajo

En el Art 1 menciona que: Se considera un contrato de trabajo cualquier vínculo en el que un individuo se compromete a proporcionar un servicio personal a otro, bajo la dirección o dependencia directa o delegada de este, y recibiendo una compensación económica.

En el Art 13 menciona sobre la remuneración salarial, en donde especifica el sueldo y la jornada laboral, a su vez la remuneración se establece en función al tiempo de trabajo ya sea diario o mensual.

Ley para promover la producción, atraer inversiones y crear empleo

El artículo 3 numeral 5 de la Constitución de la República, entre los deberes primordiales del Estado se encuentra el de planificar el desarrollo nacional, erradicar la pobreza, promover el desarrollo sustentable y redistribución equitativa de los recursos y la riqueza, para acceder al buen vivir.

El artículo 275 de la Norma Fundamental, determina que el Estado organizará el crecimiento del país con el fin de asegurar la realización de los derechos, la formulación de las metas del sistema de desarrollo y los principios establecidos en la Constitución. La planificación fomentará la igualdad social y territorial, facilitará la concertación y será participativa, descentralizada, desconcentrada y transparente.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de Investigación

3.1.1. Investigación Cuantitativa

La investigación cuantitativa es la recopilación y análisis de datos numéricos, que permite estudiar las hipótesis de investigación y medir indicadores para identificar correlaciones, tendencias y patrones[25]. Para calcular la eficacia operacional, el estudio tomó en cuenta los niveles de desperdicio y los tiempos de producción. Para ello, se empleó la recopilación de datos a partir de los registros y cuestionarios con los que ya contaba la compañía. Además, posibilitó la comparación de diferentes períodos de tiempo y la valoración del presente; en última instancia, se comprendió la efectividad a través del uso de Lean Manufacturing.

3.1.2. Investigación Cualitativa

El método cualitativo se fundamenta en entender el ambiente a través de la exploración del conocimiento subjetivo, tal como las entrevistas de grupos focales y la observación[26]. En la investigación actual, recopila las percepciones y vivencias de los empleados y los directivos, así como la cultura organizacional, las dinámicas laborales y los obstáculos que se presentan al aplicar el Lean Manufacturing en la MIPYME.

3.1.3. Investigación Descriptiva

El enfoque de la investigación descriptiva posibilita una comprensión detallada y sistemática del estado actual de un estudio y de las acciones que se realizan en una compañía. Se tomó como referencia el diseño de un modelo de producción con herramientas Lean Manufacturing para una MIPYME del sector metalmecánico situada en Pichincha, con la finalidad de analizar las condiciones organizativas y operativas actuales, que incluyen la estructura laboral, los procesos productivos y la interacción entre los distintos participantes en el proceso productivo. Dicho de otra manera, este tipo de análisis permite describir los componentes relacionados con la implementación de los principios Lean, como el perfeccionamiento constante, la supresión de desechos y la optimización del flujo laboral.

Por lo tanto, se tomó en cuenta una investigación de campo donde se la obtención de información es directa y contextual sobre el fenómeno de investigación, permitiendo a los

investigadores comprender la situación del entorno [27].

3.2.Método de Investigación

3.2.1. Método inductivo

La investigación inductiva se basa en la observación para formular teorías generales, identificando los problemas y posteriormente recopilando datos concretos[28]. El estudio analizó información específica mediante una encuesta para detectar los problemas de la MIPYME, buscando patrones y generando conocimientos que facilitaran la implementación del Lean Manufacturing.

3.3.Técnicas de Investigación

3.3.1. Documental

La técnica documental se basa en recolectar y examinar información proveniente de fuentes ya existentes, como lo son libros, artículos o documentos técnicos[29]. Este tipo es fundamental para la creación del modelo de producción, que se basa en recursos de Lean Manufacturing, de una MIPYME del sector metalmecánico en la provincia de Pichincha. Para ello, se cuenta con un sólido marco teórico y, además, se desarrolla una propuesta que optimiza la eficiencia y sostenibilidad conforme a las exigencias comerciales.

3.3.2. Encuesta

El método de la encuesta abarca formular preguntas específicas sobre un tema de investigación y recopilar y examinar una serie de datos de una muestra representativa[30]. La encuesta efectuada en esta investigación posibilitó la obtención de mediciones cualitativas y cuantitativas relacionadas con el grado de satisfacción del personal, la eficiencia operacional, el nivel de desperdicio y la percepción sobre las prácticas Lean. Con este objetivo, se estableció realizar una encuesta que incluya preguntas cerradas. Después, se cuantificaron y analizaron los datos por medio de Excel. Esto permitió tabular y generar gráficos, lo que posibilitó tener una visión más completa de la situación actual de la MYPIME.

3.3.3. Observación

La observación es una herramienta fundamental en la investigación, debido a que permite establecer comportamientos, posibles problemas, causas, condiciones o necesidades específicas del problema de estudio[31]. Bajo ese contexto, en la presente investigación se visualizó los procesos productivos, identificó las deficiencias y detectó la realidad del día a día

de la empresa, adicional, las dinámicas interpersonales en el lugar de trabajo y comunicación entre departamentos, estas interacciones son cruciales para la identificar en donde se pueden aplicar mejoras y la importancia de la aplicación de prácticas de Lean que fomenten la eficiencia y reducción de los desperdicios.

3.3.4. Cronometraje

Esta técnica fue empleada para obtener datos precisos sobre el tiempo que se requiere para realizar cada componente de una tarea. Para ello, se descompuso cada operación en elementos bien definidos, lo cual permitió observar, medir y analizar cada parte por separado. Así se puede detectar tiempos productivos e improductivos, cuellos de botella en el proceso y determinar sus causas. La aplicación del método destaca la capacidad de registrar todos los tiempos implicados en la operación, contribuir a la optimización del trabajo y servir de base para la estandarización de tiempos.

La aplicación del método permitió:

- Evaluar cada elemento de la tarea, incluso aquellos elementos que no son rutinarios.
- Detallar los intervalos de tiempo en los que el operario mantiene ritmo de trabajo alto o bajo rendimiento.
- Detectar elementos repetitivos que impactan en la productividad y aquéllos que lo hacen en forma intermitente.
- Apoyar en la toma de decisiones para mejorar el orden lógico de las actividades.

3.4. Instrumentos y herramientas

3.4.1. Lean Manufacturing

Se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el compromiso que tiene la empresa en relación con la calidad del trabajo y a reducir el tiempo sin actividad. Asimismo, el uso de 5S se enfocó en poner en práctica flujogramas para disponer de sistemas visuales, garantizando así un mayor dinamismo en los procesos y una adaptación a las demandas de la compañía. Por último, Value Stream Mapping intenta cartografiar los procedimientos de producción actuales e identificar las fases que no aportan valor a la empresa[32].

Lean Manufacturing es un método que reúne diversas herramientas y prácticas con el propósito de optimizar el desempeño de los sistemas organizacionales, siempre que su

aplicación sea exhaustiva y adecuada. Esta táctica administrativa es producir según la demanda, garantizando productos de calidad, reduciendo los tiempos de entrega y limitando al mínimo los costos laborales. Es una estrategia de negocios que disminuye el tiempo y los recursos utilizados en procesos de producción y otras actividades, suprimiendo cualquier desperdicio. Esta técnica es un componente del sistema de gestión de producción y contribuye a que cada área laboral se mejore [35]

3.5. Matriz de operacionalización de variables

TABLA I *Matriz de operaciones de variables*

Objetivos del diagnóstico	Variables	Técnicas	Fuentes de información
Detectar fallos en los procedimientos de producción del sector metalmecánico de la MIPYME.	Tiempos de espera	• Observación • Encuesta • Documental	• Visitas de campo - registro • Registros de producción
Analizar la utilización de recursos en los procesos de producción de la MIPYME del sector metalmecánico.	Disposición de recursos	• Observación • Encuesta • Documental	• Registros de producción • Visitas de campo

Nota: Elaborado por el Autor

3.6. Número de trabajadores de la empresa

En la tabla II se observa el número de trabajadores que tiene la empresa. Los participantes se componen por diez personas, con la siguiente distribución:

TABLA II. *Población muestra*

Cargo	Número de empleados
Gerente	1
Contador	1
Talento humano	1
Operarios	7
Total, personal	10

Nota. Distribución de los participantes de la investigación. Elaborado por el autor.

3.7. Procedimiento y análisis de datos

Los datos fueron recolectados a través de encuestas las cuales se encuentran en el anexo I, observaciones directas, considerando el software Microsoft Excel, este programa es elegido por la facilidad de uso y el manejo de datos extensos, donde se desarrolló cálculos estadísticos, promedios y porcentajes, adicional, de la creación de gráficos y tablas para visualizar los resultados de manera clara.

3.8. Situación Actual de la empresa

3.8.1. Descripción de la empresa

La compañía Talleres Andes, establecida por el Sr. Guillermo Cevallos, tiene una experiencia de 40 años en el mercado.

A lo largo de los años, la empresa ha buscado innovar por lo que en un comienzo la elaboración de sus productos se realizaban la mayor parte de manera manual, para lo cual el fundador decidió mejorar los procesos productivos e implementar maquinaria que permita mecanizar el trabajo, posicionándose como unos de los primeros en utilizar maquinaria que permita realizar productos con mayor precisión dentro del mercado.

La metalmecánica se especializa en fabricación, mecanizado de piezas, soldadura y componentes mecánicos lo cual le ha abierto paso para trabajar con diversas industrias y para el servicio de la comunidad. Dicha empresa, con más de cuatro décadas de trayectoria, ha adquirido una notable habilidad para crear y manufacturar soluciones a las necesidades, teniendo siempre como objetivo la satisfacción del cliente.

Sin embargo, la empresa no cuenta con documentación que permita validar la

organización y mejora de sus procesos por lo que no se han definido los valores empresariales.

3.8.2. Ubicación

La metalmecánica está ubicada en la provincia de Pichincha, específicamente en el cantón Cayambe en las calles 10 de agosto y Av. Natalia Jarrin.



Figura 4 Ubicación Talleres Andes

3.8.3. Estructura Organizacional

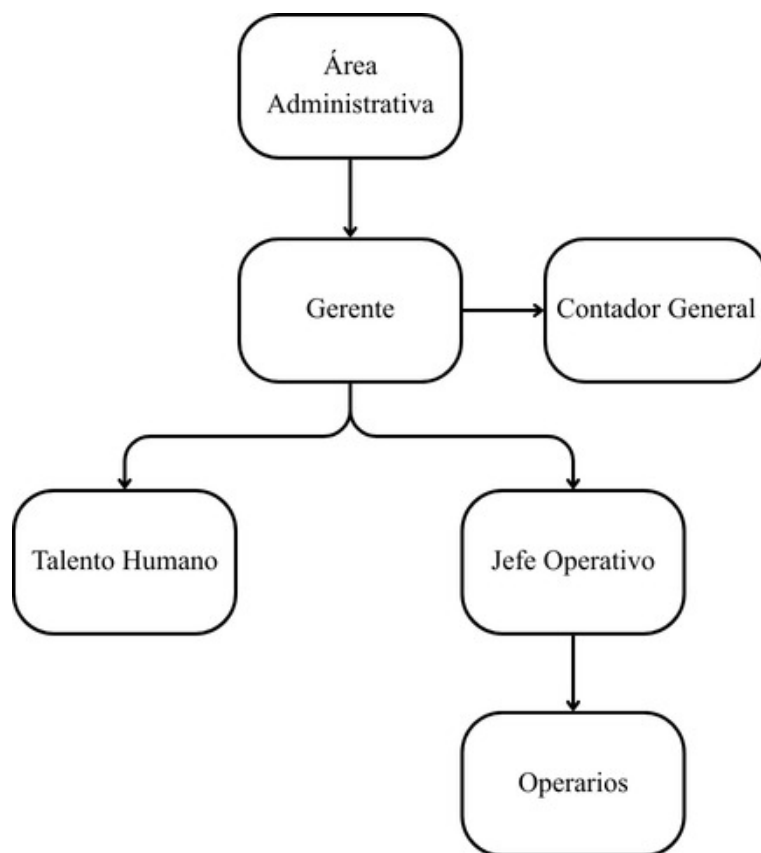


Figura 5 Estructura Organizacional "Talleres Andes"

Nota: Elaborado por el autor.

3.8.4. Mapa de Procesos

El mapa de procesos de la empresa Talleres Andes se presenta a continuación.

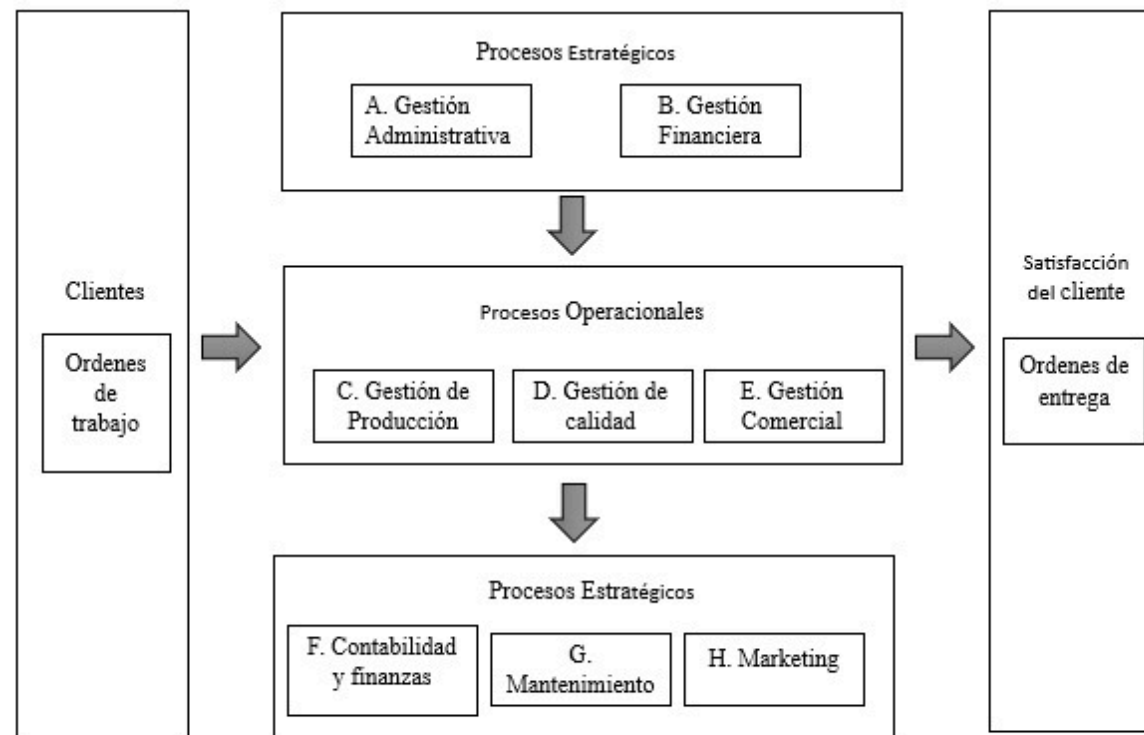


Figura 6 Mapa de procesos

Nota: Mapa de procesos de la empresa Talleres Andes. Elaborado por el autor.

3.8.5. Diagrama de Procesos

El mapeo del proceso de elaboración de los cepillos de acero inoxidable ha sido sistematizado en el esquema de la Figura 7, facilitando la comprensión de la logística interna de fabricación.

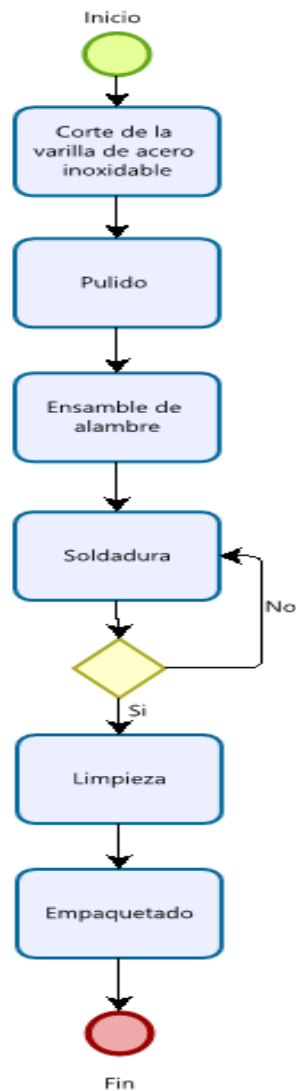


Figura 7 Diagrama de procesos de la elaboración de cepillos de acero inoxidable

Nota: Elaborado por el autor.

3.8.6. Entradas y Salidas del proceso para la elaboración de cepillos de acero inoxidable.

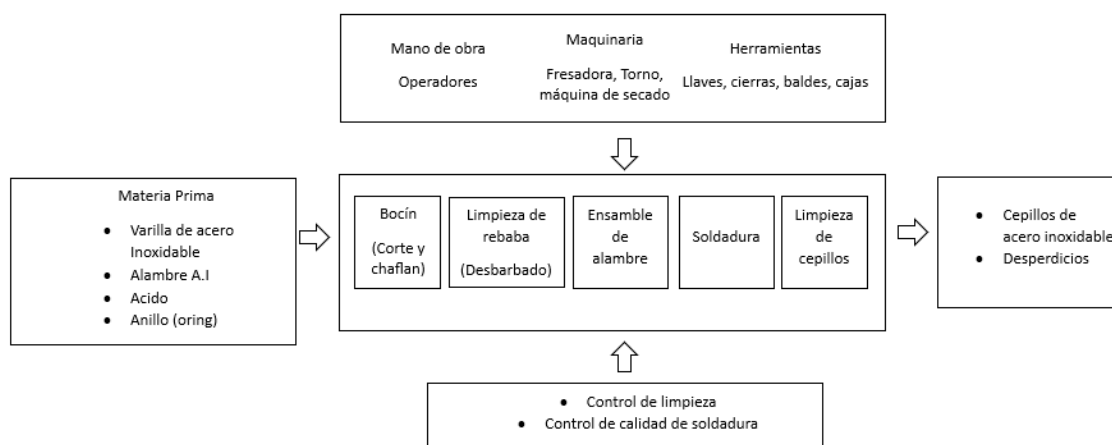


Figura 8 Entradas y salidas del proceso para cepillos de acero inoxidable

Nota: Elaborado por el autor

3.9.Diagnóstico actual del proceso

3.9.1. Selección del producto a estudiar

Se realizó una evaluación de las principales líneas y servicios productivos que ofrece la empresa metalmecánica con la finalidad de intervenir un proceso que permita la reducción de desperdicios, optimización de tiempos y estandarización de procedimientos.

Para la selección del producto estrella, se tomó en cuenta variables técnicas como el volumen de producción, la periodicidad trimestral de fabricación, el porcentaje de participación de ingresos y hallazgos operativos relevantes.

TABLA III. *Revisión de registros internos de la metalmecánica.*

Productos/Servicios	Total, de pedidos	Frecuencia de pedidos/trimestre	% de participación en ingresos	Observaciones
Servicios de torneado	15	3	15%	Servicios pequeños.
Automatización de componentes	5	3	5%	Proyectos únicos, tiempos de ejecución variables.
Piezas para el sector petrolero	6	6	35%	Diseño personalizado por el cliente, alto nivel de variabilidad que limita la estandarización.
Cepillos de acero inoxidable	9000	1	45%	Producto con alto volumen de demanda.

Nota: Elaborado por el autor.

Como se puede observar en la Tabla III el producto estrella son los cepillos de acero inoxidable, por lo que se ha determinado que el estudio debe concentrarse en dicho producto, ya que, representa el área que más impacta para la eficiencia del sistema implementado en la empresa metalmecánica. Al ser el producto de mayor volumen de demanda que maneja, la optimización de su producción permite reducir considerablemente los tiempos del ciclo y un mejor uso de las instalaciones que manejan.

3.9.2. Layout

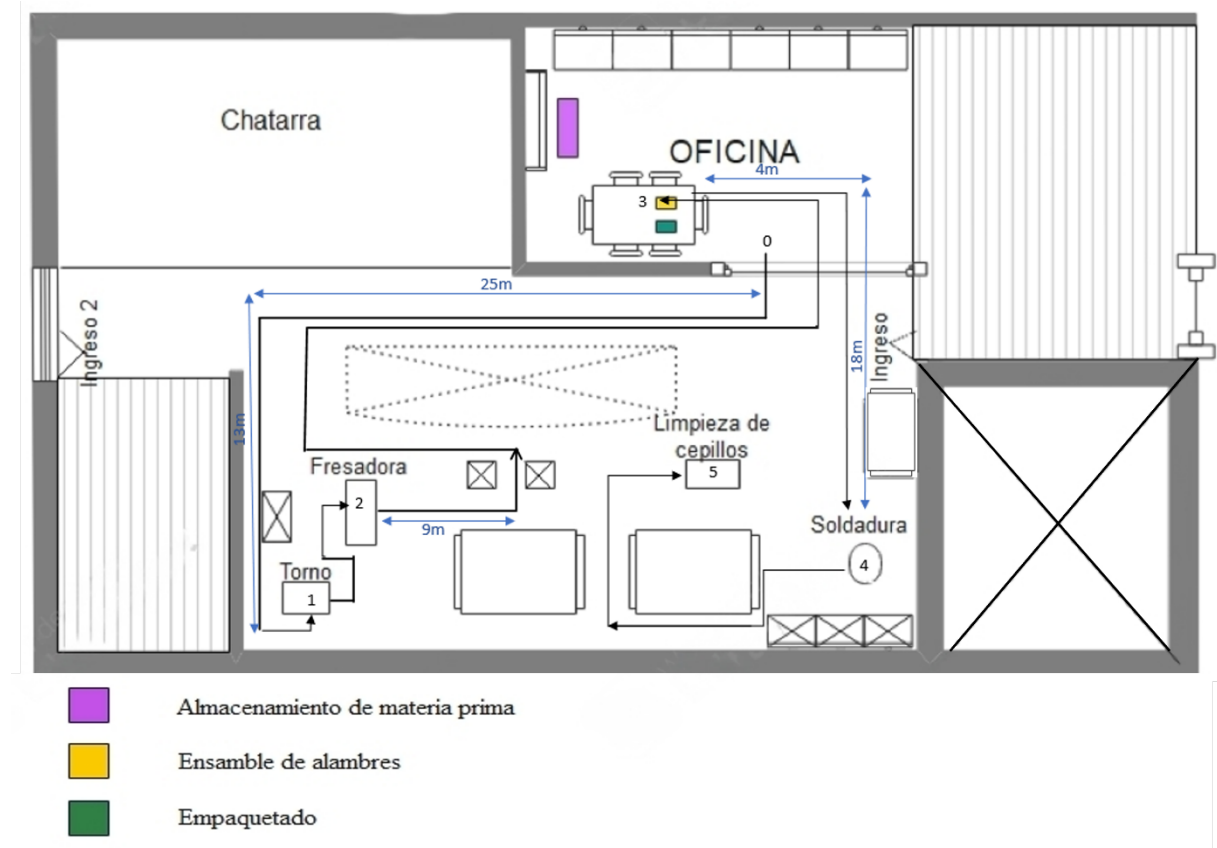


Figura 9 Layout de la empresa "talleres andes"

Nota: Elaborado por el autor.

Como se observa en la Fig. 9, la secuencia no presenta interferencias por cruce de flujos, el operador realiza un desplazamiento aproximado de 38 metros producto de la distribución y ubicación de materiales u objetos que no intervienen en la línea de producción, este recorrido representa un factor de riesgo para la integridad del personal y genera demoras en la línea productiva.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Medición del trabajo

Para calcular el tiempo estándar de cada uno de los procesos, se estableció en esta etapa la magnitud de muestra con el número requerido de observaciones para un adecuado análisis temporal. La perspectiva de investigación sostiene que cada actividad previamente mencionada necesita un solo operador, porque el empleo de maquinaria y la naturaleza del proceso no requieren la intervención de varios operarios.

4.1.1 Número de observaciones

Para cada uno de los procesos, se utilizó el cálculo de número de observaciones tomando en cuenta 10 muestras preliminares de cada una de las actividades necesarias, calculando el rango y promedio, dando como resultado como se muestra en la tabla 4 con un nivel de confianza del 95% según Niebel, W Benjamin, con la siguiente fórmula[34]:

$$= 169 * \left(\frac{R^2}{Xn^2} \right)$$

Ecuación 3: Calculo de Nro. de Observaciones

Siendo:

R = Cálculo de la amplitud del rango del tiempo

X_n = Cálculo de tiempo promedio de la ejecución de una tarea basada en un conjunto de observaciones.

TABLA IV. *Cálculo de número de observaciones proceso corte de varilla de acero inoxidable*

Actividad 1: Corte de varilla de acero inoxidable	R	Xn	Nro. De observaciones	
Liberación y Ajuste de mandril	0,08	0,24	18,78	26
Acondicionamiento de la máquina	0,17	0,47	22,11	26

Nota: Elaborado por el Autor

4.1.2 Sistema Westinghouse

El sistema Westinghouse se utilizó como un factor de desempeño del operario en cada actividad de la fabricación de cepillos, evaluando cuatro factores específicos, habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. Esto permitió ajustar los tiempos observados a la realidad productiva, considerando factores humanos y ambientales, datos que permiten tener un tiempo estándar confiable.

TABLA V. *Tabla de valoración de "habilidades"*

Habilidades			Esfuerzo		
Superior	A1	0,15	Excesivo	A1	0,13
Superior	A2	0,13	Excesivo	A2	0,12
Excelente	B1	0,11	Excelente	B1	0,1
Excelente	B2	0,08	Excelente	B2	0,08
Bueno	C1	0,06	Bueno	C1	0,05
Bueno	C2	0,03	Bueno	C2	0,02
Promedio	D	0	Promedio	D	0
Aceptable	E1	-0,05	Promedio	E1	-0,04
Aceptable	E2	-0,1	Aceptable	E2	-0,18
Malo	F1	-0,16	Aceptable	F1	-0,12
Malo	F2	-0,22	Malo	F2	-0,17
Condiciones			Consistencia		
Ideal	A	0,06	Perfecta	A	0,04
Excelente	B	0,04	Excelente	B	0,03
Bueno	C	0,02	Buena	C	0,01
Promedio	D	0	Promedio	D	0
Aceptable	E	-0,03	Aceptable	E	-0,02
Malo	F	-0,07	Mala	F	-0,04

Nota: Fuente: Sistema de valoración tomado de [24]

TABLA VI. *Cálculo de valoración por cada actividad*

Valoración Westinghouse por actividad						
Actividad	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Suma Aritmética	Factor de desempeño
Bocín: corte y chaflán	0,08	0,05	-0,03	0	0,1	1,1
Limpieza de rebaba de bocín (Desbarbado)	0	0,08	-0,3	0	-0,22	0,78
Ensamble de alambre	0,11	0,1	-0,03	-0,02	0,16	1,16
Soldadura	0,11	0,1	-0,07	-0,02	0,12	1,12
Limpieza de cepillos	0,03	0	-0,07	-0,04	-0,08	0,92

Nota: Elaborado por el Autor

4.1.3 Holguras

Dentro del proceso productivo se debe considerar que ningún operario puede mantener un paso estándar durante toda la jornada laboral, en la cual pueden ocurrir distintos tipos de interrupciones las cuales requieren de la adición de una holgura como se muestra en la siguiente tabla y la evaluación de los demás procesos se muestra en el [Anexo3](#):

TABLA VII. *Evaluación de holgura para el proceso de corte del bocín.*

Proceso 1		
Habilidad	B2	0.08
Esfuerzo	C1	0.05
Condiciones	E	-0.03
Suma Aritmética		0.1
Factor de desempeño	1.1	

Nota: Elaborado por el Autor

4.1.4 Suplementos

Una vez definida la valoración, en la siguiente tabla, se muestra los suplementos considerados para dichas actividades.

TABLA VIII. *Tabla de Suplementos actividad 1.*

Suplementos	
Trabajador	Hombre
Suplementos constantes	9
Suplementos Variables	53
Total	62

Nota: Elaborado por el Autor

4.1.5 Tiempo estándar

Para calcular el tiempo estándar, primero es necesario determinar la valoración de cada actividad del proceso. Luego, se debe evaluar la velocidad normal del trabajo del operario al realizar sus tareas, donde se precisan los tiempos básico y suplementario para establecer el tiempo estándar de la operación, tal como se presenta en la figura 10.

*Tiempo basico: Valoración * Promedio de nro de observaciones*

*Tiempo Suplementario: Suplementos * Tiempo Normal*

La siguiente tabla muestra los tiempos estándar identificados para cada proceso:

TABLA IX. *Tiempos estándar por actividad*

Actividad	Tiempo Estándar (min)
Corte de Bocín	4,43
Limpieza de Rebaba de bocín	1,37
Ensamble de alambre	1,27
Soldadura	0,56
Limpieza	6,39

Nota: Elaborado por el Autor

4.2 Cálculos de indicadores

4.2.1 Takt time

Este indicador permite establecer el tiempo de intervalo en el que cada unidad debe ser producida para satisfacer la demanda del cliente de manera eficiente. Es importante conocer que, se deben producir 750 cepillos semanales.

Demanda semanal: 480 min x 5 días = 2400 min semanales

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo disponible de producción}}{\text{Demanda del cliente}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{2400 \text{ min}}{750 \text{ unidades}} = 3.20 \frac{\text{minutos}}{\text{unidad}}$$

4.3 Diagrama de Balance

El diagrama de balance se construyó a partir del registro directo de los tiempos operativos en la línea de cepillos. Al contrastar estos valores con el Takt time, se evidenciaron los cuellos de botella. Este análisis comparativo resultó fundamental para diagnosticar qué estaciones de la línea requieren una intervención inmediata mediante herramientas de optimización para equilibrar el flujo operativo.

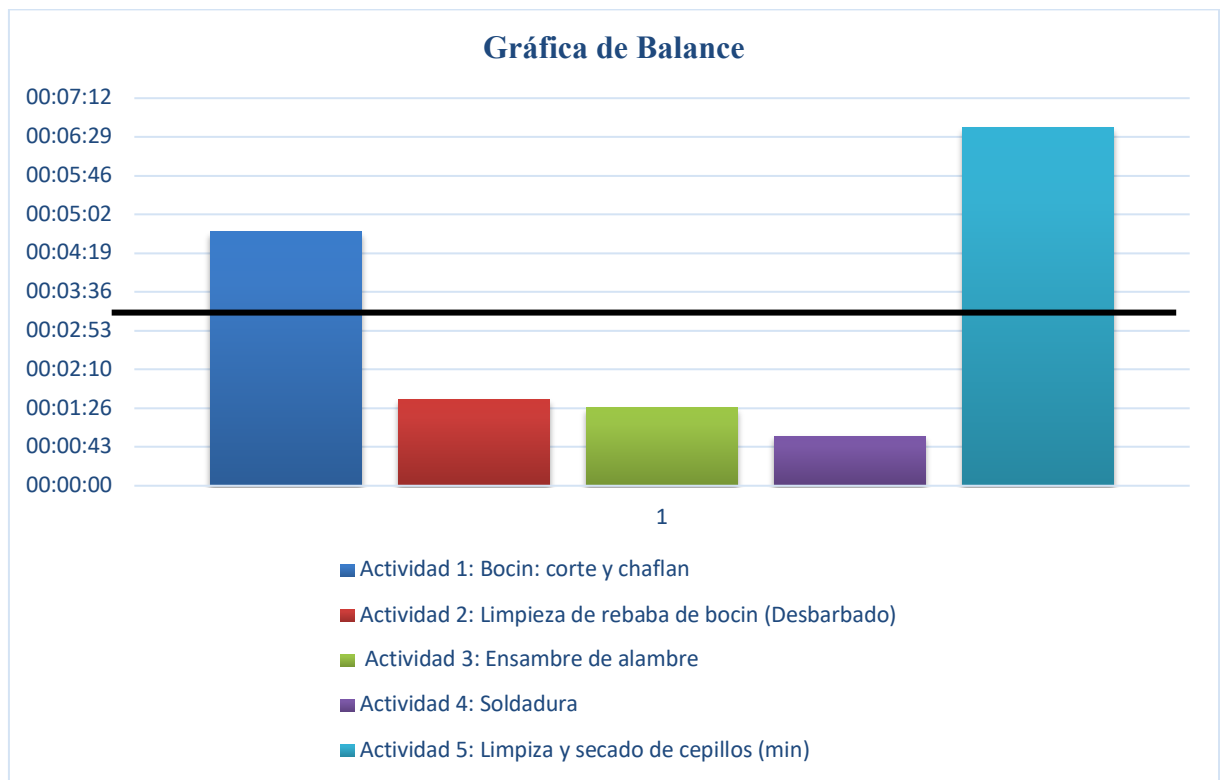


Figura 10 Diagrama de Balance

Nota: Elaborado por el autor

4.4 Cálculo de la productividad

Para el cálculo de la productividad se consideró el esfuerzo total del equipo de producción frente a las unidades logradas como muestra de la eficiencia que tiene la producción.

$$\text{Productividad laboral} = \frac{\text{Total Unidades Producidas}}{\text{Horas trabajadas} * \text{Nro de trabajadores}}$$

$$\text{Productividad laboral} = \frac{500}{8h * 5}$$

$$\text{Productividad laboral} = \frac{12,5}{\text{horas} * \text{trabajador}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 0,20 \frac{\text{unidades}}{\text{min} * \text{hombre}}$$

En comparación con la demanda de los clientes, el sistema de producción actual tiene un déficit de capacidad del 33,3%. Esta brecha indica que, bajo las condiciones operativas actuales, el taller solo puede satisfacer dos tercios de la demanda semanal de 750 unidades. Lo que justifica el uso de herramientas Lean para mejorar la capacidad sin aumentar los costos operativos.

4.5 Cursograma de Actividades

Para un análisis más detallado del proceso productivo, se elaboró el siguiente cursograma analítico en el que se desglosa las actividades en tareas específicas con se muestra a continuación:

Cursograma analítico									
Diagrama Num: 1		Hoja Núm 1 de 1		Resumen					
Producto: Cepillos de acero inoxidable		Actividad			Actual		Propuesta		Economía
Método: Actual		Operación			20				
		Transporte			1				
		Demora			3				
Lugar: Línea de Producción		Inspección			2				
Operario (s):		Fecha: 1		Almacenamiento			0		
					Tiempo (min-hombre)			734,86	
Compuesto por:		Fecha:		Costo					
Aprobado por:		Fecha:		- Mano de obra					
					- Material				
					Total				
Descripción		Actividad		Tiempo	Símbolo			Observaciones	
Actividad 1: Corte y chaflan de bocin									
Liberacion y Ajuste de mandril, desplazamiento del carro de avance para establecer las dimensiones limite, colocacion de guarda.		Proceso		0,43	↓				
Pulsa botón de inicio, coloca la taladrina, Accionamiento del avance de la máquina para realizar el biselado y corte.		Proceso		1,21	↓				
Pulsa botón de fin, abre guarda de seguridad.		Proceso		0,14	↓				
Recoge los bocines en una canasta para pasar a limpieza		Demora/ Almacenamiento		2,24	↘				Pausa las tareas para buscar los bocines
Actividad 2: Limpieza de rebaba de bocin (Desbarbado)									
Colocar 14 bocines en fila, ajusta el porta bocin, enciende la maquina.		Proceso		0,38	↓				
Realiza el desbarbado y libera el porta bocin.		Proceso		0,12	↓				
Coloca en la canasta.		Inspección		0,16	↗				No existe un estandar de limpieza
Inspección de soldadura		Proceso		0,28	↓				Inspección sin validación
Apaga la maquina		Proceso/Almacenamiento		0,02	↘				
Actividad 3: Ensambre de alambre									
Toma un bocin y Agarra un manojo de alambres y coloca dentro del bocin		Proceso		0,29	↓				
Toma otra cantidad de alambres y mueve hasta que se ajuste y queden al mismo nivel y pone en la bandeja de cepillos		Proceso		0,58	↓				No existe un estandar de volumen de alambre
Actividad 4: Soldadura									
Ubicar los cepillos en el soporte porta-cepillos del banco de soldadura		Proceso		0,09	↓				
Realiza el proceso de soldadura, inspecciona la calidad del cordón de soldadura y deposita la pieza en la canastilla de almacenamiento		Proceso/ Inspección		0,48	↘				
Actividad 5: Limpiza y secado de cepillos (min)									
Colocan los cepillos en una bandeja de acero y ponen acidos para la limpieza		Proceso		0,08	↘				
Se colocan los cepillos en la maquina, se prepara y enciende la maquina.		Demora		4,03	↘				
Proceso de limpieza de cepillos		Proceso		0,03	↘				
Se retira los cepillos de la maquina y se coloca en una canasta.		Transporte		0,01	↘				
Se colocan los cepillos en el área de secado		Proceso/ Demora		0,03	↘				
Instalación de anillo oring en cada cepillo y control de calidad.		Proceso		0,05	↘				
Proceso de secado		Proceso		2,16	↓				
Total				15,22	20	2	3	1	0

Figura 11 Cursograma Actual

Nota: Elaborado por el Autor

4.6 Diagrama Hombre-Máquina

Dentro del proceso de elaboración de cepillos, la actividad 1 correspondiente al corte de bocín involucra la interacción directa entre un operario y una máquina. Para lo cual se desarrolló el siguiente diagrama con el objetivo de visualizar el porcentaje de utilización de ambos recursos y determinar si se está aprovechando la capacidad instalada de manera eficiente.

Diagrama Hombre- Maquina					
Tarea:	Corte de Bocin		Diagrama:	1	
Hoja:	1 de 1		Operador:	1	
Fecha:			Elaborado por:	Shona Cevallos	
Area:	Corte				
Operador	T/segundos	Uso	Maquina	T/segundos	Uso
Posicionamiento de la varilla de acero inoxidable	0,22		Inactivo	0,22	
Corte y chaflan	124		Liberacion y Ajuste de mandril, desplazamiento del carro de avance para establecer las dimensiones límite, colocacion de guarda.	43	
			Pulsa botón de inicio, coloca la taladrina, Accionamiento del avance de la máquina para realizar el biselado y corte.	81	
Pulsa botón de fin, abre guarda de seguridad	14		Inactivo	18,5	
Recoge los bocines en una canasta para pasar a limpieza	4,5				

Figura 12 Diagrama hombre – máquina

Nota: Elaborado por el Autor

TABLA X Resumen uso diagrama hombre - máquina

Tipo	Tiempo del Ciclo	Tiempo de Acción	Tiempo de Inactividad	% Utilización
Operario	147.72	142.72	00.00	100%
Máquina 1	147.72	124.00	18.72	86.90%

Nota: Elaborado por el Autor

El tiempo total por unidad se ha normalizado a 147.72 segundos (2,38 minutos), representa un ciclo completo incluyendo la recolección de la pieza. El trabajador está activo durante el 100% del tiempo de ciclo, lo cual es un valor alto y adecuado para un proceso manual. El tiempo de inactividad corresponde a pequeñas pausas o cambios de operación. Por lo que el 13,1% representa ineficiencia la naturaleza del equipo manual, que depende del operario. La máquina opera cuando el trabajador está presente.

4.7 VSM actual

El diagnóstico del flujo productivo, representado en la Figura 13, constituye la síntesis cuantitativa del Value Stream Mapping (VSM) actual durante el levantamiento del mapa de flujo en el taller. lo cual refleja oportunidades de mejora detectados en la línea de tiempo del VSM. Específicamente, este exceso de horas improductivas se atribuye a los cuellos de botella identificados, acumulando inventario donde la carencia de una organización estandarizada limita la capacidad para cumplir con los plazos de entrega establecidos.

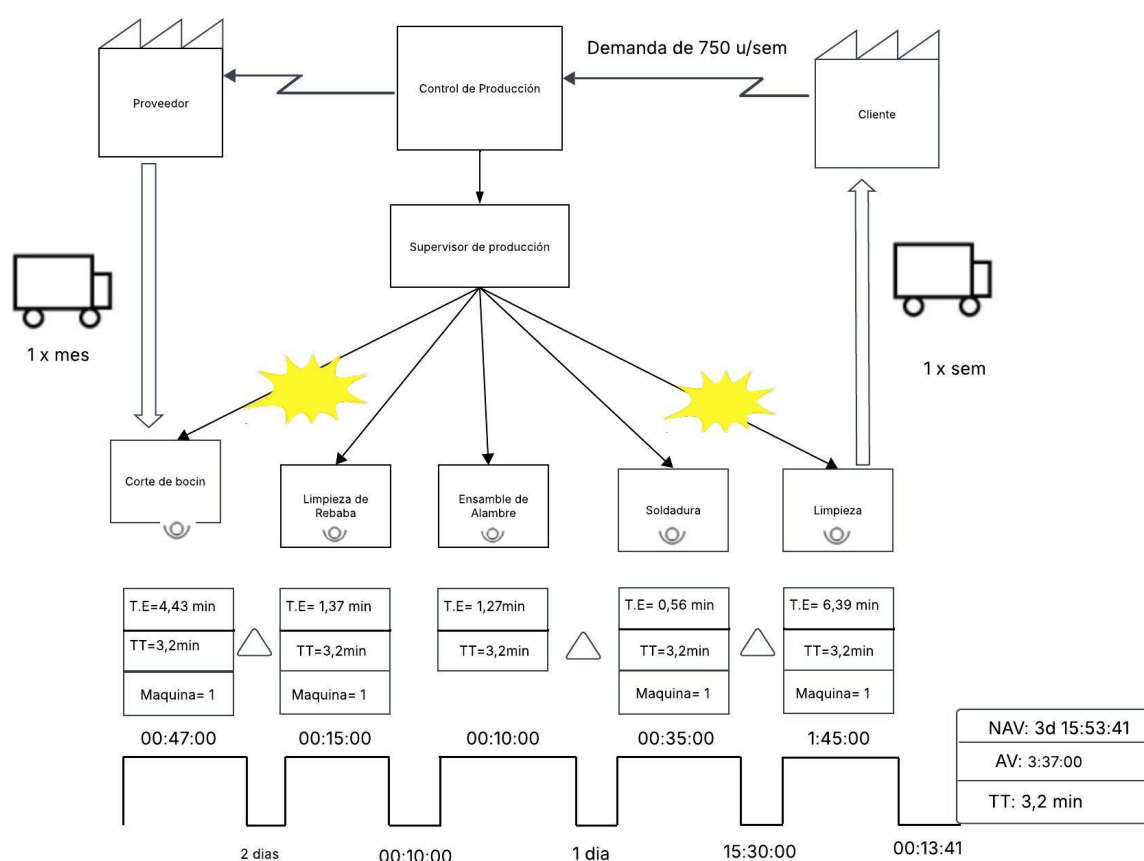


Figura 12VSM actual de la empresa

Nota: Elaborado por el Autor

4.8 Análisis de los 7 desperdicios

Se llevó a cabo un estudio de los principales desperdicios que se producen en la fabricación de cepillos de acero inoxidable, utilizando el principio 80-20 para determinar cuáles de los siete desperdicios influyen más en el flujo productivo.

Como se observa en la figura 13, el mayor número de ineficiencias se establece en la

categoría de espera (47%) y movimientos innecesarios (29%). Estos dos factores al combinarse representan el 76% del impacto negativo en la productividad de la estación de trabajo. Usando el principio 80-20, se determina que un nuevo diseño de planta y las técnicas de 5s permitirán un flujo más continuo y un aumento significativo de la productividad laboral.

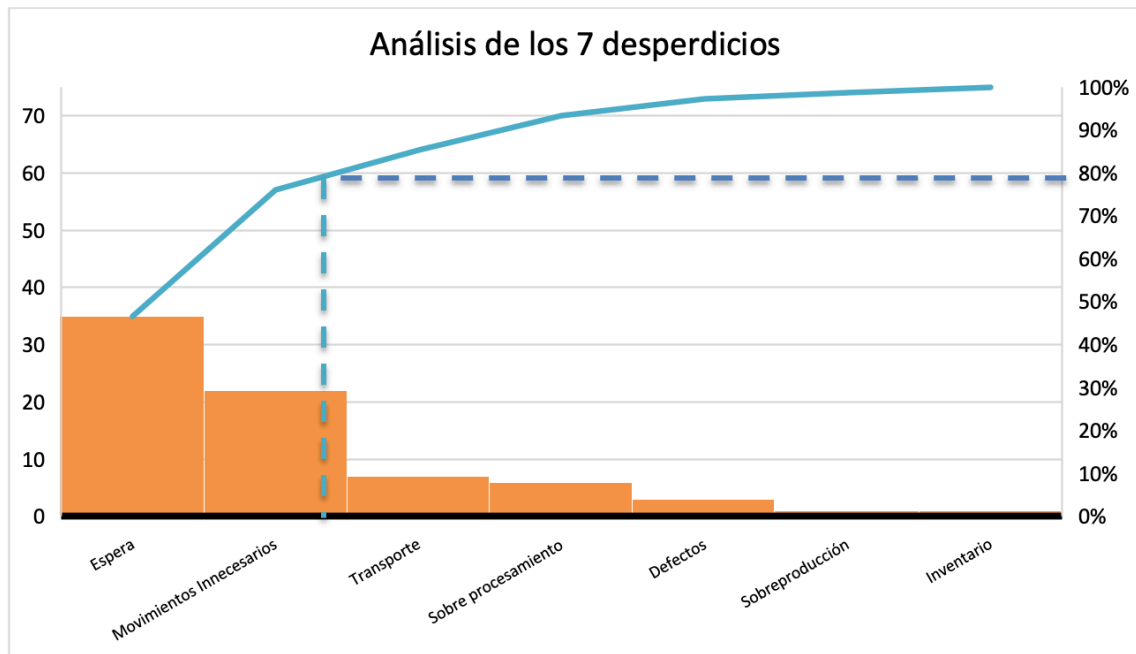


Figura 13 Análisis de los 7 desperdicios

Nota: Elaborado por el Autor

TABLA XI *Plan de acción*

	Desperdicio	Descripción	Herramientas LM	Resultados a Obtener
Corte de bocín	Tiempos de Espera	Se observó que existen esperas excesivas por interrupción de uso de máquina. Sin planificación de uso de la máquina. Excesivas esperas al terminado del producto al siguiente proceso.	Metodología 5S's	Reducir los tiempos de esperas de los abastecimientos y ocupación de maquinaria Reducir la falta de organización.
	Inventario	Se evidenció que se debe completar una gran cantidad de bocines para pasar al siguiente proceso caso contrario se almacena.	SMED	Mejora la sincronización de procesos. Reducción de Defectos Mejora de uniformidad Limpieza del lugar con mayor frecuencia
	Procesos Innecesarios	Supervisiones sin respaldo. Distracción del personal.	Estandarización de los procesos, y actividades, implementación 5'S	Elevar los indicadores de eficiencia y reducir los tiempos que no aportan valor al producto.

Períodos de espera	Esperas en el cambio de subproceso	Planeación de traslado de producto terminado LAYOUT	Disminución de los periodos de espera en todo tipo de situaciones
Movimientos innecesarios	Distracciones del personal Búsqueda de herramientas sin lugar específico	5'S Registros de materiales y herramientas	Establecer rutinas regulares de limpieza en los equipos productivos y las estaciones de trabajo, así como de que las herramientas estén ubicadas en lugares previamente determinados y ordenadas adecuadamente.
Procesos innecesarios	Actividades que no generan valor Distracciones del personal	Normalización de los procedimientos Limpieza de las zonas laborales	Disminución de los períodos que no aportan valor. Monitoreo estándar del proceso

Nota: Elaborado por el Autor

4.9 Diseño de la Propuesta

Después de detectar las debilidades operativas en el proceso de producción de cepillos de acero inoxidable, se establecieron estrategias enfocadas en optimizar cada una de las actividades, sugiriendo recomendaciones específicas para cada etapa productiva basadas en los tiempos de ciclos registrados.

Propuesta de un modelo productivo para la elaboración de cepillos de acero inoxidable en una empresa metalmecánica.

Después de haber realizado el análisis del proceso de producción, se evidencia que existe deficiencia en los tiempos de espera y distribución de maquinaria en el espacio de trabajo, lo cual evita que se pueda abastecer la demanda trimestral que se maneja la empresa con la producción de los cepillos de acero inoxidable.

Paro lo cual se crea un sistema de producción optimizado para cepillos de acero inoxidable, incorporando técnicas Lean que permitan implementar una reducción sistemática de los tiempos de espera y la consolidación de procesos estandarizados, enfocándose en la competitividad organizacional mediante la mejora continua y el control de calidad especializado.

TABLA XII *Estrategias*

Estrategia Lean	Acciones Propuestas	Recursos a Utilizar	Responsable	Tiempo Estimado	Indicador
Distribución de planta	• Reestructuración de áreas de trabajo	Layout	Jefe de producción	3 semanas	Optimización de áreas de trabajo
5S (Orden y limpieza)	• Implementar rutina diaria de limpieza • Reubicar herramientas por frecuencia de uso • Etiquetar áreas y materiales	Material de limpieza, etiquetas, señalética visual	Jefe de Producción Operarios	2 semanas	Porcentaje de estaciones auditadas con $5S \geq 80\%$
SMED	• Capacitación y estandarización del equipo.	Pizarras, tarjetas Kanban, colores de codificación	Encargado de Calidad	1 semana	Tablero visual operativo y actualizado diariamente

Nota: Elaborado por el Autor

Propuesta 1

Nueva distribución de LAYOUT

Se considera esencial proceder con la distribución de Layout de las diferentes áreas operativas destinadas para cada actividad del proceso. Es por eso que se ha elaborado un diseño de una nueva distribución de la planta de trabajo, en la cual, se optimiza la ubicación de la maquinaria y de la misma forma, dinamizando el trabajo.

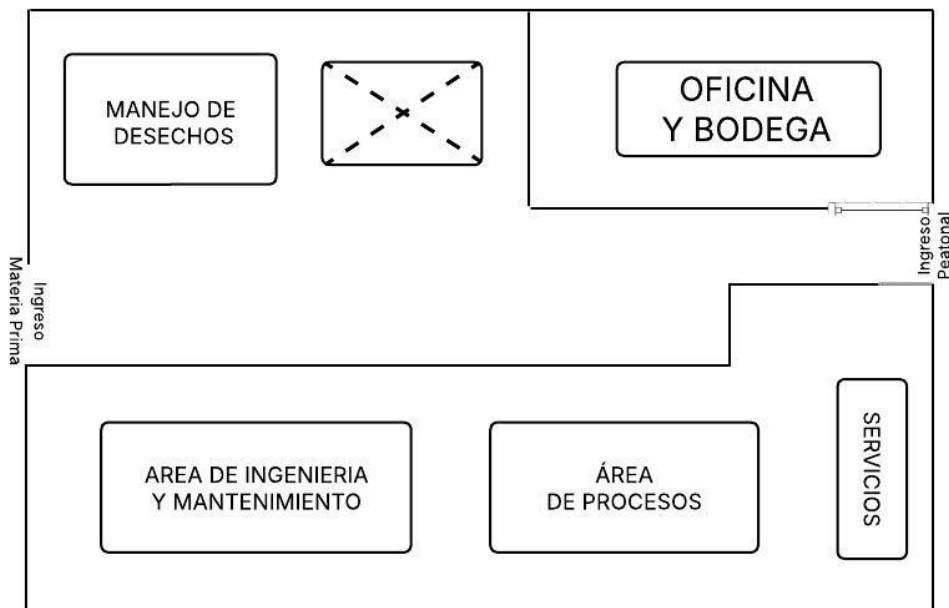


Figura 14 Propuesta de distribución de planta

Nota: Elaborado por el Autor

De tal manera, lo primero que se realiza es una redistribución macro de las áreas del establecimiento como indica la Fig. 15, en donde se establecen lugares específicos para colocar, tanto la maquinaria, como la zona de elaboración manual que requiere ciertas actividades. Dando paso así, a la distribución de la maquinaria, específicamente para la elaboración del producto.

Diagrama relacional de recorridos y actividades

Se creó un diagrama relacional de actividades para determinar el nivel de interdependencia entre las operaciones relacionadas con la producción de cepillos de acero inoxidable, con el propósito de desarrollar una distribución eficaz en el sector productivo. Para tomar decisiones adecuadas respecto a la colocación relativa de los puestos de trabajo dentro de la planta, con el fin de reducir recorridos innecesarios y optimizar la fluidez del proceso, de este tipo de análisis.

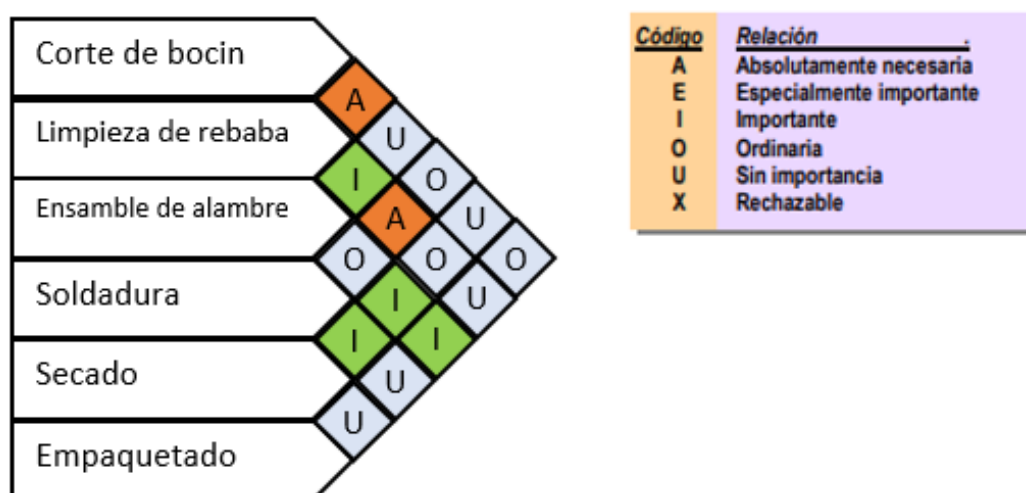


Figura 15 Diagrama relacional de actividades y recorridos

Nota: Elaborado por el Autor

Distribución del área de procesos

Para garantizar el desplazamiento y que las condiciones de fabricación de cepillos de acero inoxidable sean organizadas y seguras, se ha elaborado la distribución de la planta en el área productiva. Esta distribución se fundamenta en una perspectiva funcional que ordena las operaciones según su secuencia lógica a través del proceso de producción, lo cual permite un cambio fluido entre las operaciones y restringe la manipulación innecesaria de los componentes.

El diseño planteado incluye un Layout del flujo secuencial del producto que consta desde la recepción de los materiales hasta el empaquetado. Los trabajos están organizados de la siguiente manera: corte de bocín, limpieza de rebaba, ensamblaje de alambre, soldadura, secado de cepillos y empaquetamiento. Cada estación de trabajo está correctamente separada y señalizada, cumpliendo con los estándares de seguridad industrial.

Además, se ha prestado atención a la configuración del área de secado. Esta área cuenta

con un tanque de gas y se sitúa en un espacio ventilado y apartado de los pasillos principales, lo que ha proporcionado una mínima interrupción al tráfico de personal o al traslado de materiales. Este criterio está destinado a minimizar los riesgos de combustible y maximizar la gestión del espacio disponible.

La propuesta de diseño se fundamenta en una configuración de célula de manufactura en forma de U, diseñada para optimizar el flujo de materiales desde la recepción de materia prima (MP) hasta el producto terminado (PT). La distribución planteada permite una reducción considerable de las distancias de recorrido identificados en el diagnóstico inicial. Al agrupar las estaciones de corte, limpieza, ensamble y soldadura en un circuito semicerrado, se favorece la comunicación visual y se garantiza un flujo de una sola pieza, minimizando el inventario en proceso (WIP) y los tiempos de ciclo.

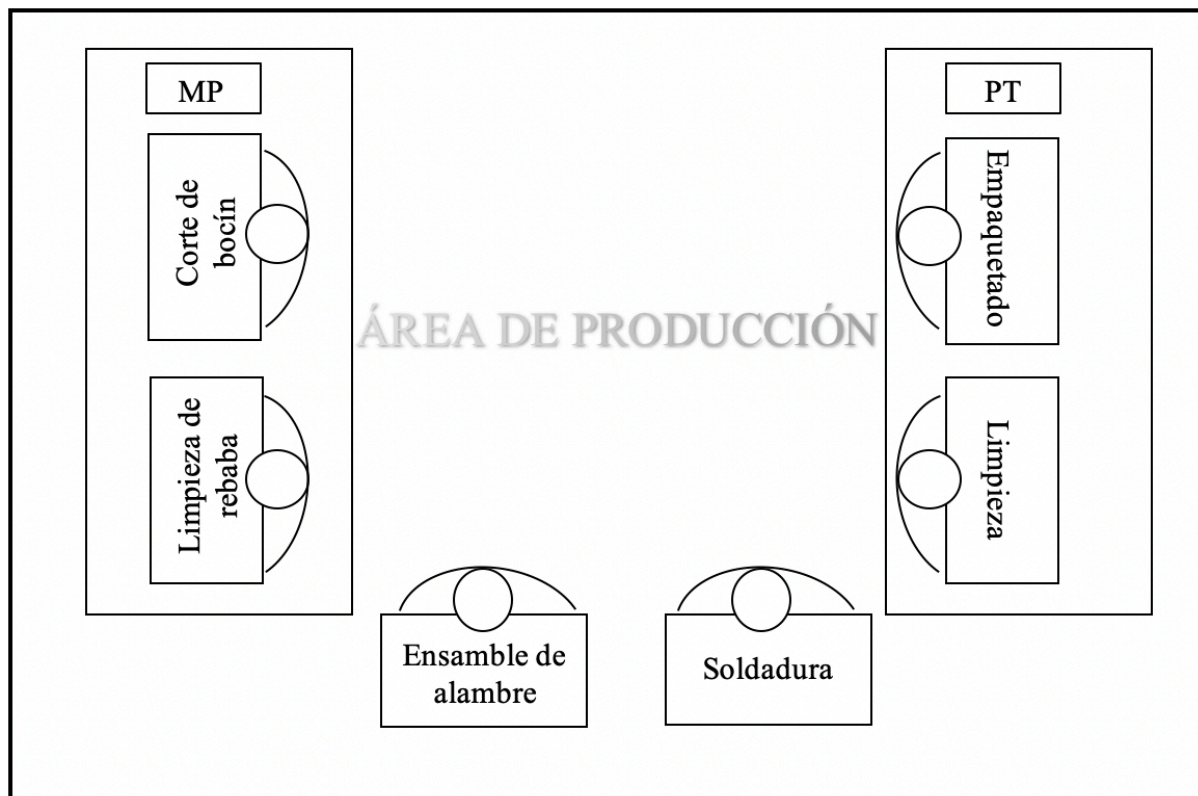


Figura 16 Propuesta de Layout en el área de procesos

Nota: Elaborado por el Autor

PROPUESTA 2

APLICACIÓN METODOLOGÍA 5S

La implementación de la metodología de las 5S en la producción del producto es esencial para optimizar la productividad. Por medio de las fases de clasificación y orden se disminuye notablemente la presencia de mudas que no contribuyen al desarrollo correcto de la producción, de esta manera, eliminando desplazamientos innecesarios y optimizando el flujo de material en las áreas esenciales como son corte de bocín y limpieza .

Manual de implementación

La organización metalmecánica "Talleres Andes", la cual se dedica a fabricar cepillos de acero inoxidable, presenta desorganización en los lugares de trabajo, tiempos improductivos como resultado de buscar herramientas y acumulación innecesaria de materiales. Estos hechos generan desperdicios que impactan negativamente el flujo del producto y la productividad. Para optimizar el entorno de trabajo, garantizar condiciones de limpieza, orden y seguridad, y sentar las bases para mejoras operativas, la aplicación de la metodología 5S es una herramienta fundamental porque establece una cultura de disciplina a nivel organizativo.

TABLA XIII. *Matriz de causa principales y posibles soluciones*

Problema Identificado	Causa Principal	Herramienta Lean Sugerida	Solución Propuesta
Tiempos prolongados de ciclo	Interrupciones por falta de planificación de operaciones	SMED	Estandarización de operaciones
Movimientos innecesarios	Mala distribución de herramientas	5S	Reorganización del puesto de trabajo
Bajo aprovechamiento del tiempo del operario	Largos tiempos de intervención máquina	Diagrama sin Hombre-Máquina	Implementar tareas paralelas o mejorar ergonomía

Nota: Elaborado por el Autor

5'S	Objetivo	Actividades	Materiales	Responsables	Fuentes de verificación	Tiempo
SEIRI (Clasificación o selección)	Ordenará de manera correcta insumos o materiales para lograr un puesto de trabajo limpio y ordenado	Examinar la situación en que se encuentra las áreas de producción	Cámara	Jefe de área	Plan operativo 5'S	Semana 1
		Orientarse en los criterios de selección	Fotografías	Operarios	Plan operativo 5'S	Semana 1
		Emplear la herramienta de control, para identificar objetos no necesarios	Tarjetas, stickers, laptop	Operario	Plan operativo 5'S	Semana 1
SEITON (Ordenar)	Fijar un orden para cada objeto en el puesto de trabajo	Ver un sitio único para cada objeto	Stickers	Jefe de área	Plan operativo 5'S	Semana 1
		Colocar señaléticas para cada objeto que se tenga en un solo lugar	Adhesivos	Jefe de área y pasante	Plan operativo 5'S	Semana 1
SEISO (Limpiar)	Elaborar un plan de limpieza	Planificar limpieza del puesto de trabajo	Planes de acción	Jefe de área y operario	Plan operativo 5'S	Semana 1
		Tener registros de actividades de control	Registros	Jefe de área y operario	Plan operativo 5'S	Semana 2
		Modelo de cómo se debe tener el área o puesto de trabajo	Rótulo, laptop	Jefe de área	Plan operativo 5'S	Semana 2
SEIKETSU (Estandarización)	Consolidar los niveles de orden y limpieza establecidos previamente	Elaborar un libro detallado del inventario	Hojas registro de limpieza	Jefe de área	Plan operativo 5'S	Semana 3
		Tener imágenes de los puestos para estandarizar	Imágenes	Jefe de área	Plan operativo 5'S	Semana 4

Figura 17 Plan de implementación de las 5s

Nota: Elaborado por el Autor

Mejoras mediante un modelo de manufactura esbelta aplicado a la línea de cepillos inoxidables: 5S

La figura siguiente muestra un análisis reciente de la aplicación de las 5:



Figura 18 Análisis del cumplimiento actual de 5s

Nota: Elaborado por el Autor

De acuerdo con el análisis se puede visualizar que el índice de cumplimiento es bajo por lo que el uso de la metodología 5s permitió realizar las mejoras necesarias para que el espacio de trabajo cumpla con un ambiente adecuado para el desarrollo de las actividades.

Seiri (Clasificación o Selección)

Para determinar qué elementos intervienen en el subproceso, es preciso distinguir entre los que son importantes y los que no lo son. Para ello, se emplearán formatos concretos para registrar información con base en criterios, en los cuales se indicará la descripción, cantidad, estado, frecuencia de uso y si estos resultan útiles para el subproceso.

TABLA XIV. *Formato propuesto para control de materiales*

CONTROL DE INVENTARIO DE MATERIALES						
	Nombre:	Jefe de Producción			Página:	1 de 1
	Área:	Corte de bocín			Código:	1
	Fecha:				Estado:	
Nro.	Descripción	Cantidad	Útil	No útil	Frecuencia de uso	Observaciones
1	Motor	2		x	Ninguno	Se debe reubicar
2	Cajas de cartón	5		x	Ninguno	No utiliza
3	Pinturas en aerosol	2		x	Ninguno	Reubicar
4	Taladro	2		x		
5	Aceite	2	x		Diaria	Reubicar
6	Baldes plásticos	3	x		Diaria	
7	Mesa	1	x		Diaria	
8	Tubos	10	x		Diaria	Existen materiales que no se emplean en el procedimiento o están obsoletos.
9	Destornilladores	3		x		
10	Rodelas	10		x		
11	Cepillos	1	x		Diaria	
12	Moladora	1		x		
13	Baterías	5		x		
14	Pedazos de hierro	10		x		
15	Tornillos	3		x		
16	Brocas	5		x		
17	Tanques de oxígeno	1		x		

Nota: Elaborado por el Autor

La Tabla XIV muestra una hoja de verificación permite identificar los elementos necesarios e innecesarios que se tiene dentro del subproceso, lo cual permite conocer los objetos no importantes que ocupan espacio dentro del lugar de trabajo interrumpiendo las labores normales. Después de que estos elementos han sido identificados, se agrupan según tarjetas de color como se indica en el Anexo 5.

Tabla XV *Propuesta de clasificación (Seiri)*

Método Actual Área de soldadura	Método propuesto Área de soldadura
 Estado presente de objetos en la zona productiva	 Se recomienda realizar una clasificación sistemática de piezas en bandejas, despeje de materiales innecesarios.
 Condiciones actuales de los elementos en el área de trabajo.	 Se recomienda eliminar o clasificar los elementos según la tabla 14.

Nota: Elaborado por el Autor

Etapa 2 Seiton (Ordenar)

Una vez terminada la fase de clasificación, el siguiente paso es ubicar cada herramienta, insumo o equipo en la zona de producción. El principio básico de esta etapa es que cada componente debe estar ubicado en un lugar específico, determinado por su frecuencia de utilización, su accesibilidad y su vinculación directa con el proceso productivo.

Por eso, se establece una clasificación técnica que posibilita organizar todos los elementos de manera estratégica según criterios funcionales. Esta forma de trabajo optimiza la eficacia operativa, además disminuye los lapsos sin productividad relacionados con buscar herramientas, trayectos innecesarios y errores por desorganización.

El criterio sugerido para la colocación apropiada de los elementos, según su frecuencia de uso, se presenta en la tabla siguiente:

TABLA XVI . *Clasificación de ubicación según frecuencia de uso de herramientas*

Categoría	Criterio de ubicación	Frecuencia de uso estimada
Nivel A	Colocación inmediata al área de trabajo, sin necesidad de desplazamiento	Utilizadas constantemente durante la jornada
Nivel B	Ubicación accesible dentro del alcance del operario	Usadas varias veces por día
Nivel C	Posicionadas en las cercanías del proceso	Empleadas algunas veces por semana
Almacén secundario	Disposición en zonas cercanas, pero fuera del área de producción directa	Uso ocasional, una vez al mes
Almacén general	Guardadas en bodega o zona externa	Uso esporádico
Desecho / retiro	Eliminadas o apartadas del área de trabajo	No se utilizan en el proceso actual

Nota: Elaborado por el Autor

Este enfoque permite organizar de forma práctica los elementos en las estaciones de trabajo, facilitando su uso eficiente y evitando la acumulación innecesaria de objetos que obstaculicen el flujo del proceso. La implementación del sistema de ubicación debe ir acompañada de señalización visual (colores, etiquetas, sombras o siluetas) para mantener el

orden de manera sostenida.

TABLA XVII. *Propuesta de orden Seiton*

Nota: Elaborado por el Autor

Método Actual	Método propuesto
Área de corte de bocín	Área de corte de bocín
	
Estado actual de materiales y herramientas	Se recomienda delimitar las áreas de trabajo y clasificar los elementos según su utilidad.
	
Estado presente de objetos en la zona productiva	Se recomienda colocar una mesa a un costado y eliminar los elementos que obstruyen el flujo del material y a su vez colocar las herramientas clasificadas.

Este método se puede aplicar a todos los procedimientos que componen el sistema de producción. Su implementación beneficia en el área laboral de la organización, posibilitando una disposición más eficaz de herramientas y materiales. Asimismo, ayuda a erradicar traslados innecesarios de los trabajadores, que suelen interrumpir el desarrollo ininterrumpido de las

actividades y perjudicar la productividad.

Etapa 3 Seiso (limpiar)

El porcentaje de limpieza es del 0%, lo que indica que es muy bajo, sin embargo, puede mejorarse si se pone en funcionamiento un manual para limpiar las zonas de trabajo, incluyendo superficies, pisos, herramientas y equipos con el objetivo de prevenir la contaminación.

TABLA XVIII. *Propuesta de mejora SEISO*

Método actual	Método propuesto
	
Acumulación excesiva de restos metálicos	Disponer de contenedores específicos para recolección de virutas, limaduras, y chatarra metálica. Asegurar el uso de palas magnéticas para recolectarlos sin riesgos.

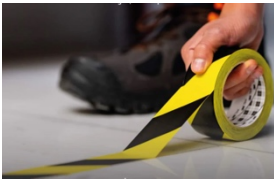
Nota: Elaborado por el Autor

Etapas 4 Seiketsu (estandarización)

Se elabora planes de acción (Gestión visual en las áreas). La técnica empleada en la gestión visual para cada área del proceso productivo consiste en poner etiquetas, rótulos y/o señales informativas o de seguridad que asistan a los empleados a identificar las áreas peligrosas para prevenir sucesos o accidentes. Entre los elementos visuales que se pueden instalar están:

- Etiquetas e instrucciones acerca de maquinaria y equipo.
- Advertencias para las personas sobre la necesidad de evitar errores en los procedimientos de sus sitios laborales.

TABLA XIX . Planes de acción Seiketsu

Planes de acción				
Problema	Área	Acción correctiva	Responsable	Imagen
Falta de planificación para los procesos de producción	Área de corte de bocín	Establecer etiquetas que indiquen el estado de la producción.	Jefe de producción	
Área de trabajo no delimitada	Área de corte de bocín	Señalizar el piso con cintas de colores para delimitar zonas de trabajo, paso y seguridad	Supervisor de planta	
Área de trabajo no delimitada	Área de secado	Instalar letreros visuales que indiquen claramente las funciones de cada zona de trabajo	Supervisor de planta	

Nota: Elaborado por el Autor

Etapas 5 Shitsuke (Disciplina)

Esta etapa es de gran importancia, porque involucra a todos los integrantes de la compañía. Se realizarán auditorías internas con el objetivo de mantener la sostenibilidad del método 5s y garantizar que se cumpla la metodología establecida. La gerencia estará a cargo de provisionar los recursos para el cumplimiento de la metodología especialmente en la capacitación activa de los trabajadores.

Impacto esperado de las 5's

Después de completar el análisis preliminar de la metodología 5S en el área, se implementaron varias mejoras y se recopilaron nuevos datos. Por tanto, si se implementan varias acciones de corrección a las no conformidades, se podría alcanzar un 86% por el momento, como se muestra en el siguiente gráfico; esto supone una mejora importante.

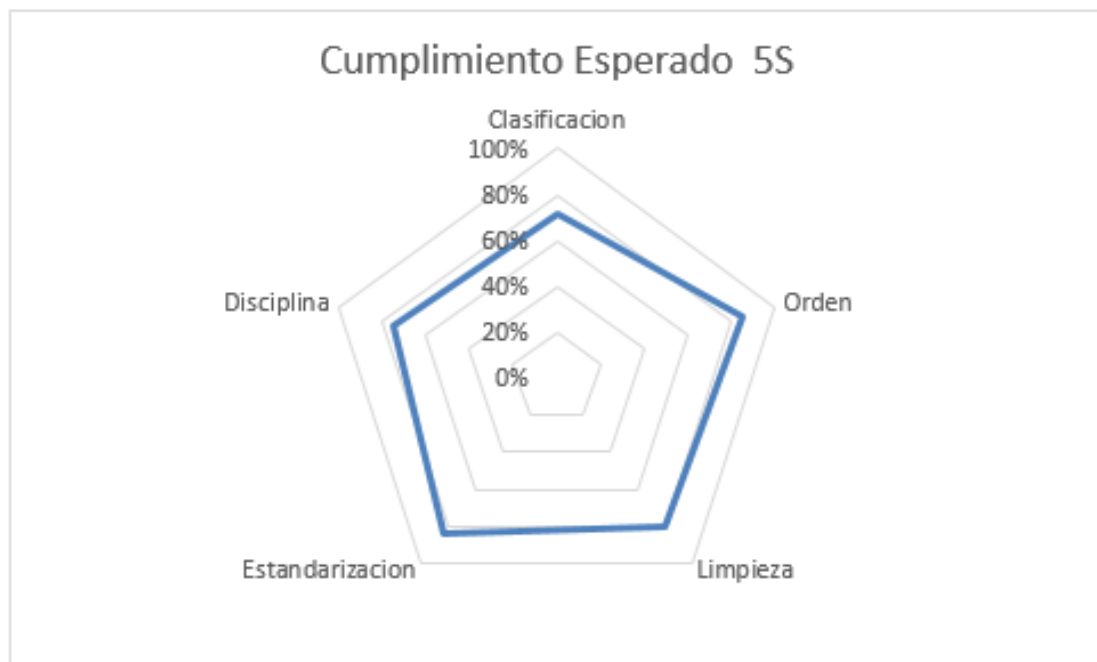


Figura 19 . Impacto esperado de las 5's

Nota: Elaborado por el Autor

Propuesta3

SMED

Para la empresa metalmecánica el principal objetivo es disminuir los periodos que se toman para cambiar la referencia o preparar las máquinas en los procesos de producción. Dicha metodología resulta crucial en líneas de alta flexibilidad, tales como la producción de cepillos de acero inoxidable. En este escenario, la diversidad de modelos y especificaciones técnicas impone una dinámica de ajustes frecuentes en los equipos que debe ser gestionada con precisión.

En el proceso productivo de limpieza de cepillos de acero inoxidable, las actividades de preparación incluyen el cambio de herramientas, ajustes en el montaje, regulación del equipo y calibración de dispositivos, entre otras. Estas tareas implican tiempos muertos considerables, durante los cuales la máquina no está produciendo. Por lo que se plantea utilizar SMED, el cual posibilita el análisis de cada una de estas acciones, así como su categorización de actividades internas (que se efectúan con la máquina parada) y externas (que tienen lugar con la máquina en funcionamiento), para reestructurar el proceso, transformar la mayor cantidad posible de tareas en actividades externas y homogeneizar las operaciones.

La utilización de SMED ayuda a reducir los períodos improductivos, optimizando la eficiencia general del sistema y aumentando la disponibilidad del equipo. Asimismo, fomenta un ambiente ordenado y sistemático al fortalecer la estandarización y la mejora, que son los principios de la filosofía Lean.

Etapas SMED

TABLA XX. *Etapas para aplicación de SMED*

Etapas para aplicación de SMED	
Etapas preliminar	Estudio de la operación de cambio
Primera etapa	Separar tareas internas y externas
Segunda etapa	Convertir tareas internas en externas
Tercera etapa	Perfeccionar las tareas internas y externas

Nota: Elaborado por el Autor

Etapa Preliminar

Es necesario comprender la conducta de los procesos en esta fase para examinar cada acción que no aporta valor, como las interrupciones o distracciones del operador. Todo esto ocurre mientras el equipo sigue parado, a la espera de que el operador decida comenzar a montar o desmontar las herramientas para seguir con el proceso.

Primera Etapa

Dentro de esta etapa se realizó un listado de actividades secuenciales, en este caso en el proceso de secado de los cepillos donde se identificó oportunidades de mejora, en el cual de acuerdo a cada tarea que se realiza dentro del proceso se identificaron que tareas son internas y externas como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA XXI *Identificación de tipo de actividades dentro del proceso de secado*

Actividad	Tipo de actividad	Justificación
Colocan los cepillos en una bandeja de hacer y ponen ácidos para la limpieza. Dejan en reposo	Externa	Se puede hacer mientras la máquina está ocupada o apagada.
Se colocan los cepillos en la máquina, se prepara y enciende la máquina	Interna	Requiere que la máquina esté detenida para realizar el montaje y encendido.
Proceso de limpieza de cepillos	Interna	Es la operación principal de la máquina, solo ocurre con ella en marcha.
Se retira los cepillos de la máquina y se coloca en una canasta	Interna	Solo puede hacerse después de que la máquina ha terminado su ciclo.
Se colocan los cepillos en el área de secado	Externa	Puede hacerse mientras la máquina realiza otras operaciones.
Proceso de secado	Interna	El secado es una operación controlada, generalmente con equipo activo.
Instalación de anillo (ring) en cada cepillo	Externa	Puede realizarse en paralelo a otros procesos, no depende del equipo.

Nota: Elaborado por el Autor

Segunda Etapa

Siguiendo el método Lean y SMED, el objetivo de la segunda fase es transformar la mayor parte de las actividades internas en externas con el fin de disminuir la duración del tiempo que los equipos están parados y optimizar el flujo.

En la tabla XXII, se describen las actividades de secado y limpieza de cepillos de acero inoxidable, identificando acciones internas que podrían convertirse en externas a través de mejoras organizativas, procedimientos y herramientas.

TABLA XXII. *Conversión de actividades internas a externas*

Actividad	Tipo Actual	Posibilidad de Conversión	Propuesta de Mejora para Convertirla en Externa
Se colocan los cepillos en la máquina, se prepara y enciende la máquina	Interna	Parcialmente Externa	Preparar los cepillos y herramientas mientras la máquina está activa.
Se retira los cepillos de la máquina y se coloca en una canasta	Interna	Sí	Dejar lista la canasta, guantes y pinzas con antelación para retiro rápido.
Proceso de secado	Interna	No	Es una operación automática; no puede externalizarse, pero sí optimizarse.

Nota: Elaborado por el Autor

Tabla XXIII *Propuesta SMED*

Método Actual	Método Propuesto
	
Situación actual de objetos en el área de trabajo.	Colocar cestos para recolección de cepillos para agilizar el proceso.

Nota: Elaborado por el Autor

Tercera Etapa

En esta fase, se intenta aplicar las optimizaciones de los procesos y minimizar el tiempo dedicado a las tareas consideradas internas. Por lo tanto, es posible aprovechar las actividades propuestas. La tabla siguiente muestra un modelo sugerido de los componentes que se gestionan dentro del proceso productivo.

TABLA XXIV . *Propuesta de implementación de SMED*

Método Actual	Método Propuesto
	
Situación actual de objetos en el área de trabajo.	Propuesta de reorganización para agilizar las actividades de preparación.

Nota: Elaborado por el Autor

Presupuesto

La ejecución de la propuesta se fundamenta en la adopción de metodologías Lean Manufacturing ajustadas a la realidad operativa de la MIPYME objeto de estudio. El plan se basa en la eliminación sistemática de los desperdicios que ya han sido detectados, como el desorden en las áreas de trabajo, la variabilidad en los tiempos de proceso y la alta tasa de productos no conformes que actualmente alcanza el 50%. Se recomienda un enfoque de tres pasos, la primera fase es estabilizar el entorno de trabajo mediante 5S, y la segunda fase implica la optimización del flujo de producción y la estandarización de las mejores prácticas.

Fases de Ejecución y Cronograma

El plan está diseñado para ejecutarse en un periodo de 26 semanas, minimizando el impacto en la entrega de pedidos actuales.

TABLA XXV *Cronograma de actividades del modelo propuesto*

Fase	Duración	Actividad Técnica de Ingeniería	Duración
1	5S	Clasificación de materia prima Seiri.	17 semanas
		Marcado de pasillos y áreas de soldadura con pintura de tráfico.	
		Limpieza profunda de maquinaria.	
		Capacitación	1 semana
2	SMED	Análisis de estación de trabajo e implementación de dispositivos para reducir tiempos de cambio en actividades de secado.	4 semanas
3	Estandarización	Desarrollo de Manuales de procedimientos operativos estándar (SOP) y capacitación en el puesto de trabajo (OJT) para reducir los productos defectuosos en un 50%..	4 semanas
Total horas de implementación			26 semanas

Nota: Elaborado por el Autor

Análisis de Costos

Para garantizar la viabilidad financiera en el contexto de una MIPYME, se ha diseñado un presupuesto de baja inversión y alto impacto operativo.

TABLA XXVI *Costos de materiales, inversión física y operador*

Recurso	Descripción Técnica	Cantidad	Costo Unitario	Total
Kit de orden (5S)	Pintura de tráfico	1	\$180,00	\$180,00
	Estanterías metálicas			
	Organizadores de herramientas			
Gestión Visual	Pizarras acrílicas	2	\$45,00	\$90,00
	Tarjeteros			

Señalética de seguridad industrial				
Seguridad EPP	Equipamiento de protección específico para soldadura y manejo de acero	3	\$65,00	\$195,00
	Soldador certificado	1	\$35,00	\$35,00
Contratación de personal				
Total inversión física				\$ 500,00

Nota: Elaborado por el Autor

TABLA XXVII *Costos de capacitación y talento humano*

Actividad	Participantes	Horas	Costo/hora	Total
Taller de Lean Manufacturing	Personal operativo y supervisión	10	\$15,00	\$150,00
Auditorías de Seguimiento	Encargado de implementación	8	\$12,00	\$96,00
Total capacitación				\$246,00

Nota: Elaborado por el Autor

Beneficios Esperados y Productividad

Con la implementación de este plan, se proyecta una reducción del tiempo estándar de producción. La meta es alcanzar una eficiencia del **85%** mediante la reducción de movimientos innecesarios y la mejora en la calidad en la fuente, disminuyendo significativamente el reproceso de piezas soldadas.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación indican que la reestructuración de procesos usando la metodología Lean, ofrece una solución completa para reducir costos en la industria metalmecánica. Ya que esta se enfoca en eliminar desperdicios y adoptar prácticas de mejora continua, como la gestión visual y el mapeo de flujos, a su vez, es posible transformar toda la cadena de valor, estandarizando los tiempos de producción y garantizando una calidad constante en el producto final, con la finalidad de priorizar la eficiencia a largo plazo.

Basados en los resultados obtenidos, se propone un modelo de manufactura esbelta el cual consiste en una solución estructural para la gestión ineficiente de las cargas de trabajo y los tiempos de espera acumulados en la línea de producción. Buscando revertir la baja productividad y los altos gastos operativos, con la ayuda de la optimización del diseño en las estaciones y el uso de herramientas Lean. Este análisis sirve como soporte técnico para una transformación operativa que garantice un sistema de valor fluido, minimizando el desperdicio y maximizando el rendimiento económico.

El diagnóstico de la línea de producción permitió identificar que el 96.1% del tiempo total de proceso (equivalente a 3 días y 15 horas) corresponde a desperdicios (actividades que NAV) concentrándose el 76% de las ineficiencias en las actividades debido a esperas y movimientos innecesarios detectados mediante el análisis de Pareto. Ante este escenario, se propone la reestructuración del Layout para optimizar el flujo de materiales y la implementación de la metodología 5S junto con la estandarización de procesos en las áreas críticas de corte y soldadura. Estas acciones técnicas buscan alinear la capacidad operativa con el Takt Time garantizando la reducción del inventario en los procesos y eliminando la dependencia de validaciones externas que actualmente interrumpen el flujo continuo de la producción.

.

RECOMENDACIONES

Relacionar los principios básicos de Lean Manufacturing de acuerdo a las características de los procesos productivos, en el que se analizan como las herramientas de Lean pueden adaptarse a la infraestructura, servicios, recursos y capacidades técnicas de la metalmecánica.

Se debe implementar el diseño de modelo productivo propuesto ya que los datos recolectados servirán para priorizar las áreas de mejora para alcanzar la eficiencia operativa y a su vez promuevan la participación activa del personal en la mejora continua.

En caso de requerir mejorar los tiempos de entrega del producto, dentro del proceso de elaboración de bocín se puede considerar dar uso a otra maquinaria y a su vez hacer un análisis de estandarización del proceso y hacer un análisis de factibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. Naranjo, S. Burgos, A. Arghoti, and D. Villarruel, “FLACSO MIPRO Sector Metalmecánica,” Sep. 2010. Accessed: Jan. 30, 2026. [Online]. Available: <https://www.flacso.edu.ec/portal/pnTemp/PageMaster/frgexoqabz7gclf0nzkhs012x1yhhf.pdf>
- [2] W. Quezada, G. Hernandez, E. Gonzales, and F. Molina, “Gestión de la tecnología y su proceso de transferencia en Pequeñas y Medianas Empresas metalmecánicas del Ecuador,” vol. 39, Sep. 2018, Accessed: Mar. 25, 2025. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/328365855_Gestion_de_la_tecnologia_y_su_proceso_de_transferencia_en_Pequeñas_y_Medianas_Empresas_metalmecanicas_del_Ecuador
- [3] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) - Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), “Ecuador - Encuesta de Manufactura y Minería 2007, Tomo I, Tomo II - Información general.” [Online]. Available: <https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/223>
- [4] M. E. Jiménez-Cercado I and M. A. Navarrete-Pilacuan II, “Perfil ecuatoriano de las empresas metalmecánicas Ecuadorian profile of the metalworking companies Perfil ecuatoriano das empresas metalmecánicas,” *Revista Científica, Dominio de las Ciencias*, vol. 4, pp. 585–602, 2018, doi: 10.23857/dom.cien.pocaip.2017.4.1.enero.585-602.
- [5] W. I. David Quezada-Torres, G. I. Dionisio Hernández-Pérez, E. I. González-Suárez, M. I. José Mantulak, and W. Francisco Quezada-Moreno III, “Evaluación integral de la transferencia de tecnologías en empresas manufactureras ecuatorianas,” *Ingeniería Industrial*, vol. x, pp. 295–305, Jul. 2019, [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/3604/360461152008/html/>
- [6] J. Juan de Dios, R. Pariona, P. Fredy, and J. Malpartida, “Aplicación de Lean Manufacturing en empresas productoras de calzado ,” *Revista de investigación científica y tecnológica* , vol. 2, no. 4, pp. 77–98, 2021, [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8245839>.
- [7] A. P. Rojas Jauregui and V. Gisbert Soler, “Lean Manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas,” *3C empresa: Investigación y*

- Pensamiento crítico, Edición Especial* , vol. 5, pp. 116–124, 2017, doi: 10.17993/3comp.2017.especial.116-124.
- [8] C. Bustos Flores, “La Producción Artesanal,” *Revista vision gerencial* , vol. 1, pp. 37–52, 2009, Accessed: Jul. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545880009.pdf>
- [9] L. V. Socconini Pérez Gómez, *Lean Manufacturing: paso a paso*, Marge Books., vol. 0. Barcelona: 2019, 2019. [Online]. Available: https://www.google.com.pe/books/edition/Lean_Manufacturing_Paso_a_Paso/rjyeDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=mantenimiento+autonomo&pg=PA163&printsec=frontcover
- [10] SDI, “Lean manufacturing: Qué es y sus 5 principios | SDI.” [Online]. Available: <https://sdindustrial.com.mx/blog/lean-manufacturing-que-es-y-principios/>
- [11] S. Cacho Ruiz, “Lean Manufacturing: Concepto, beneficios y principios.” [Online]. Available: <https://blog.toyota-forklifts.es/lean-manufacturing-que-es-beneficios-principios>
- [12] J. S. Horcas and V. G. Soler, “LEAN MANUFACTURING EN PYMES LEAN MANUFACTURING IN SMEs,” pp. 101–107, 2017, doi: 10.17993/3comp.2017.especial.101-107.
- [13] J. Berganzo, “Las ‘5 eses’ para ser más productivo.” [Online]. Available: <https://www.sistemasoe.com/implantar-5s/>
- [14] Jorge Medina, “¿Qué es Value Stream Mapping (VSM) y cómo puede mejorar sus procesos?,” Blog Toyota fork lifts . [Online]. Available: <https://blog.toyota-forklifts.es/value-stream-mapping-vsm-mejorar-procesos>
- [15] J. Medina, “Takt time: Definición, cálculo y aplicación en la mejora de procesos productivos.” [Online]. Available: <https://blog.toyota-forklifts.es/takt-time-que-es>
- [16] de R. Vincent, “Comprender los 7 desperdicios en Lean: una guía para eliminar ineficiencias.” [Online]. Available: https://tbmcg-co-uk.translate.google/resources/blog/7-wastes-lean-manufacturing-eliminate-inefficiencies/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc

- [17] Medina Jorge, “¿Qué es Muda? Definición, tipos y cómo afecta a los almacenes,” Blog Toyota forklifts. [Online]. Available: <https://blog.toyota-forklifts.es/muda-el-peor-desperdicio-es-el-que-no-conoces>
- [18] R. Sanchis Gisbert, “Diagramación de Procesos,” Valencia, 2020. [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/f4cf6d2d-11d8-41c2-b58a-44a44b4ec5b3/content#:~:text=Fuente:%20Elaboración%20Propia.-,Cursograma%20Analítico,acción%20y%20las%20distancias%20recorridas.>
- [19] S. Sira, “Aplicación tecnológica del Diagrama Hombre-Máquinas,” 2011. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/707/70723269003.pdf>
- [20] Iago Fraga, “¿Cómo calcular la productividad? La fórmula de la productividad.” [Online]. Available: <https://iagofraga.com/formula-productividad/>
- [21] M. Rivas Rizo, “Eficiencia, eficacia, efectividad: ¿son lo mismo? • Red Forbes • Forbes México,” Red Forbes. [Online]. Available: <https://www.forbes.com.mx/eficiencia-eficacia-efectividad-son-lo-mismo/>
- [22] Asana, “Lead time: cómo acortar los tiempos de entrega.” [Online]. Available: <https://asana.com/es/resources/lead-time>
- [23] Francisco Madariaga, *Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familia de productos mediante procesos discretos.*, Bubok Editorial. España, 2019. [Online]. Available: https://www.academia.edu/42768491/Lean_Manufacturing_Francisco_Madariaga_Versio_n_2_2_Marzo.
- [24] Tigua Klever, “Sistema de Valoración Westinghouse.” [Online]. Available: <https://es.scribd.com/document/261670101/Tiempo-Standard-y-Sistema-de-Valoración-Westinghouse-El-documento-describe-el-sistema-Westinghouse-para-calcular-el-tiempo-el-factor-de-actuación-final>
- [25] C. Alberto and B. Novoa, *Investigación cuantitativa*. 2017. [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/326424046.pdf>
- [26] N. Burgos, F. Amaquema, and G. Beltrán, “Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias,” *Conrado*, vol. 15, no. 70, pp. 1–20, Dec. 2019, [Online]. Available:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000500455

- [27] M. Medina, R. Rojas, W. Bustamante, R. Loaiza, C. Martel, and R. Castillo, *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú, 2023. doi: 10.35622/inudi.b.080.
- [28] S. Palmero Suarez and J. Herrera Cubas, “LA ENSEÑANZA DEL COMPONENTE GRAMATICAL: EL MÉTODO DEDUCTIVO E INDUCTIVO,” 2020, [Online]. Available: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/23240/La%20ensenanza%20del%20componente%20gramatical%20el%20metodo%20deductivo%20e%20inductivo.pdf?sequence=1>
- [29] F. Arias, “Investigación documental, investigación bibliométrica y revisiones sistemáticas,” *Dialet*, pp. 1–20, 2023.
- [30] J. Casas Anguita, J. R. Repullo Labrador, and J. Donado Campos, “La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I),” *Aten. Primaria*, vol. 31, no. 8, pp. 527–538, 2003, doi: 10.1016/s0212-6567(03)70728-8.
- [31] L. Castellanos, “Metodología de la Investigación- Técnica de observación .” [Online]. Available: <https://lcmetodologiainvestigacion.wordpress.com/2017/03/02/tecnica-de-observacion/>
- [32] Master MBA MÁLAGA, “Lean Manufacturing: qué es y para qué sirve | Blog Máster MBA Málaga.” Accessed: Aug. 26, 2025. [Online]. Available: <https://www.master-malaga.com/empresas/lean-manufacturing/>
- [33] M. Guzmán, “Diagrama de Proceso,” El Diagrama de Proceso. Corporación Universitaria de Asturias. [Online]. Available: https://www.centro-virtual.com/recursos/biblioteca/pdf/administracion_procesos_i/unidad1_pdf2.pdf
- [34] W. B. F. A. Niebel, *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*, vol. 2. México, D.F., 2009. [Online]. Available:

https://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/a9p7r9_Metodos%20estandares%20y%20diseno%20del%20trabajo.pdf

- [35] E. Piñero, F. E. Vivas, and L. Flores, “Programa 5S’s para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo,” *Procedia CIRP*, vol. 63, pp. 756–761, 2017, doi: 10.1016/J.PROCIR.2017.03.169.

ANEXOS

Anexos 1: Modelo de entrevista

Resultados encuesta

En el presente estudio se realizó un censo de los participantes, para ello, se llevó a cabo la aplicación de encuestas a un total de diez personas, mismas que permitieron recoger datos valiosos como se detalla a continuación:

Pregunta 1: ¿Conoces los objetivos fundamentales de la empresa relacionados con la mejora de la producción?

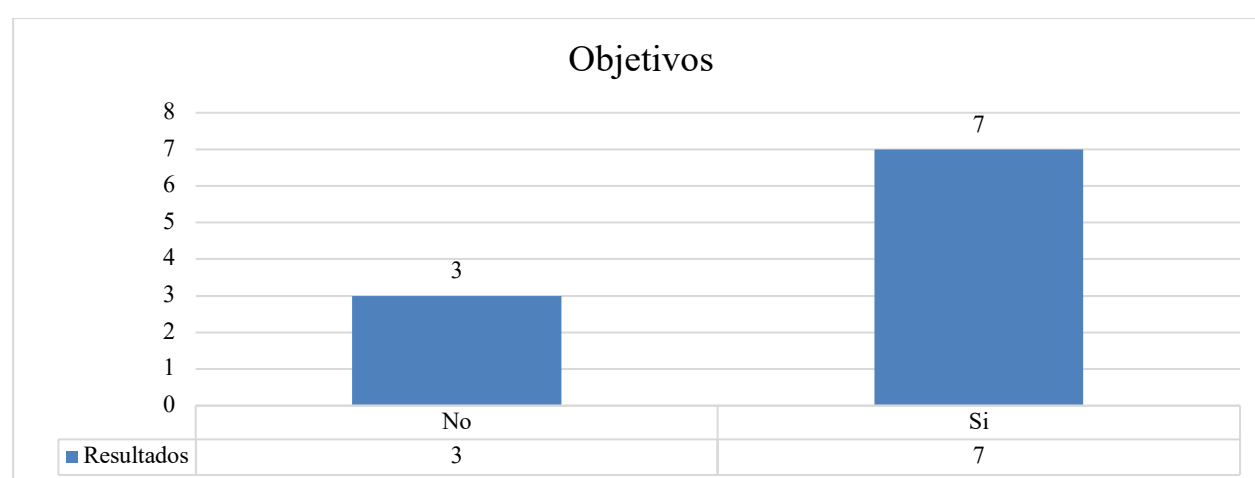


Figura 20. Encuesta - Conocimiento sobre los objetivos de la empresa

Fuente: Obtenido instrumento encuesta. Elaborado por la autora

La figura 3, expone si tienen conocimiento los empleados sobre los objetivos institucionales relacionados con la producción. Se obtuvo que 7 de los 10 participantes están al tanto, mientras que 3 no lo están. Las causas detrás de estas respuestas afirmativas mencionan que existe una comunicación interna y una formación previa al ingresar a sus puestos de trabajo.

No obstante, las respuestas negativas sugieren que no recuerdan por falta de capacitación constante, esta falta de alineación entre los empleados y los objetivos de la empresa puede generar problemas en la implementación de mejoras en los procesos productivos debido a que se requiere el compromiso de todo el equipo, por lo cual, la organización debe asegurar que todos los integrantes tengan una retroalimentación en conjunto.

Pregunta 2: ¿Los líderes promueven un entorno de trabajo que favorezca la mejora continua y la eficiencia de los procesos?

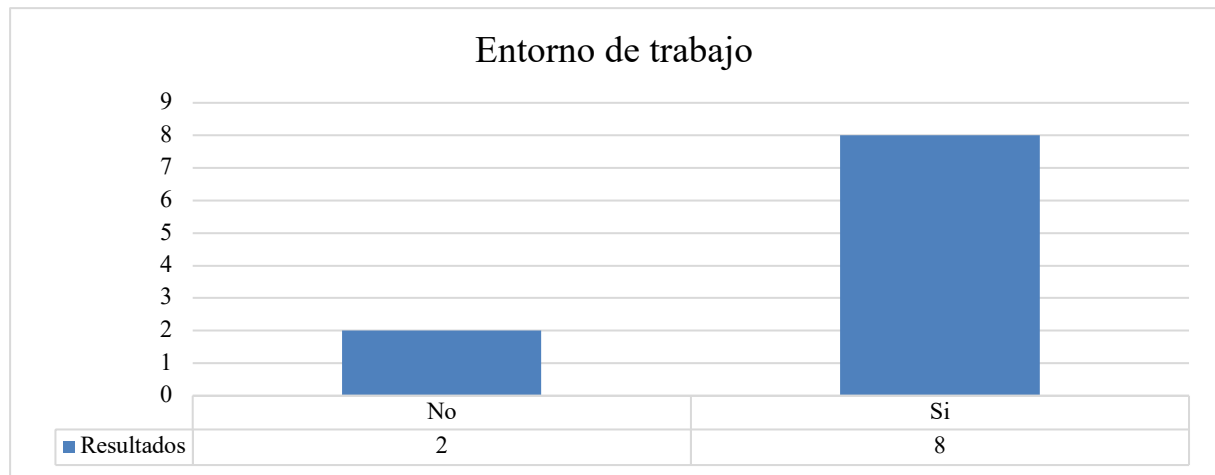


Figura 21. Encuesta - Entorno de trabajo

Fuente: Obtenido instrumento encuesta. Elaborado por la autora

Los resultados muestran que 8 de 10 de los participantes afirman positivo y dos negativos. Lo que manifestaron, que los jefes superiores escuchan sobre las recomendaciones para cambios en los procesos de producción. En el caso de las respuestas negativas, indicaron que existe desmotivación debido a la carga laboral.

Bajo ese contexto, para lograr una mejora significativa, es necesario que los jefes superiores aseguren a todos los miembros del equipo que estén comprometidos con la organización para efectuar los cambios.

Pregunta 3: ¿Tu supervisor comunica de manera clara los cambios relacionados con la implementación de Lean Manufacturing?

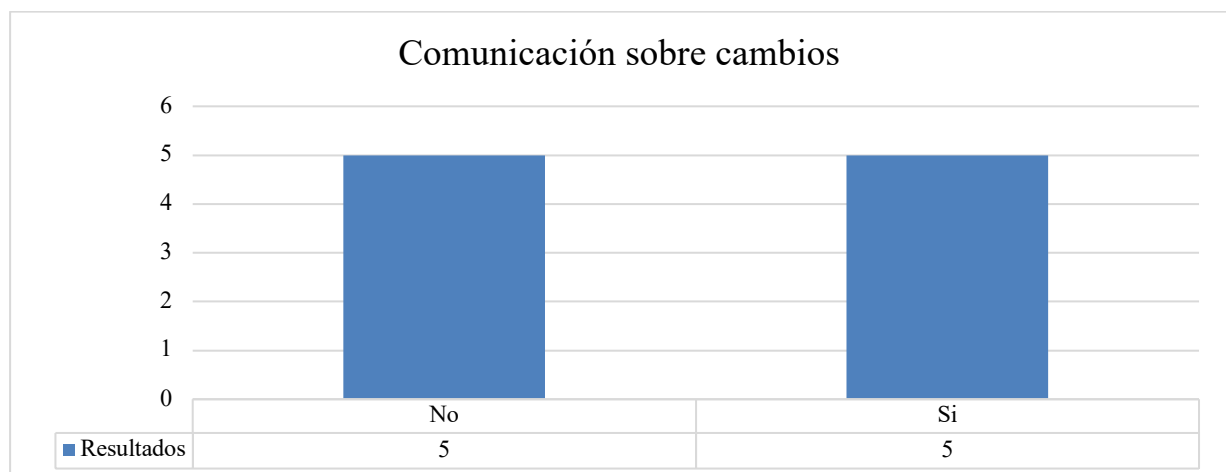


Figura 22. Encuesta - Comunicación sobre cambios

Fuente: Obtenido instrumento encuesta. Elaborado por la autora

De acuerdo con la encuesta realizada, por un lado, existen 5 respuestas afirmativas lo

que sugiere que los supervisores están siendo efectivos al comunicar las modificaciones y alinear al equipo con los objetivos del modelo Lean a implementar. No obstante, las 5 respuestas negativas indican que existen deficiencias en la transmisión de información, la principal causa que la empresa no cuenta con un documento físico, todos los comunicados son verbales.

En ese sentido, la falta de claridad en la comunicación de cambios puede obstaculizar la correcta implementación de las herramientas de Lean, por lo tanto, es crucial que los supervisores refuercen los esfuerzos y que la comunicación sea clara.

Pregunta 4: ¿Estas al tanto de las estrategias que la empresa está implementando para mejorar la producción?

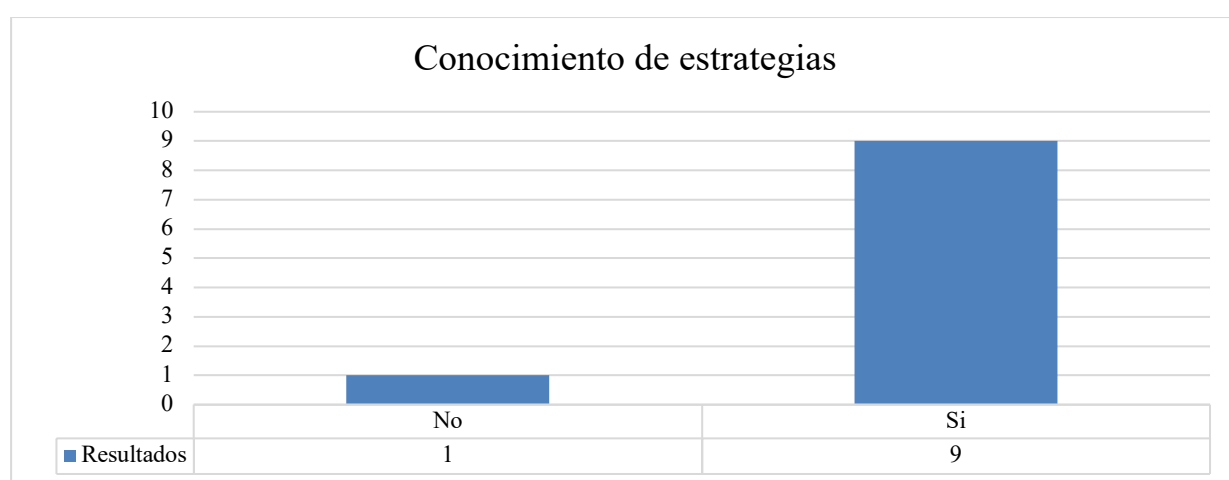


Figura 23. Encuesta - Conocimiento de las estrategias

Fuente: Obtenido instrumento encuesta. Elaborado por la autora

Con respecto a las respuestas de la pregunta cuatro, los empleados casi en su totalidad con una negatividad están de acuerdo, este alto nivel de conocimiento sugiere que la empresa busca iniciativas para mejorar la producción mediante la implementación de nuevas estrategias.

En ese contexto, es fundamental que la empresa mantenga esa comunicación constante de los cambios y de manera uniforme, que aseguren que todos los miembros del equipo comprendan las estrategias y estén comprometidos con los objetivos de mejora continua que tiene la organización.

Pregunta 5: ¿Conoces las métricas que se utilizan para medir el progreso de la implementación de Lean en la empresa?

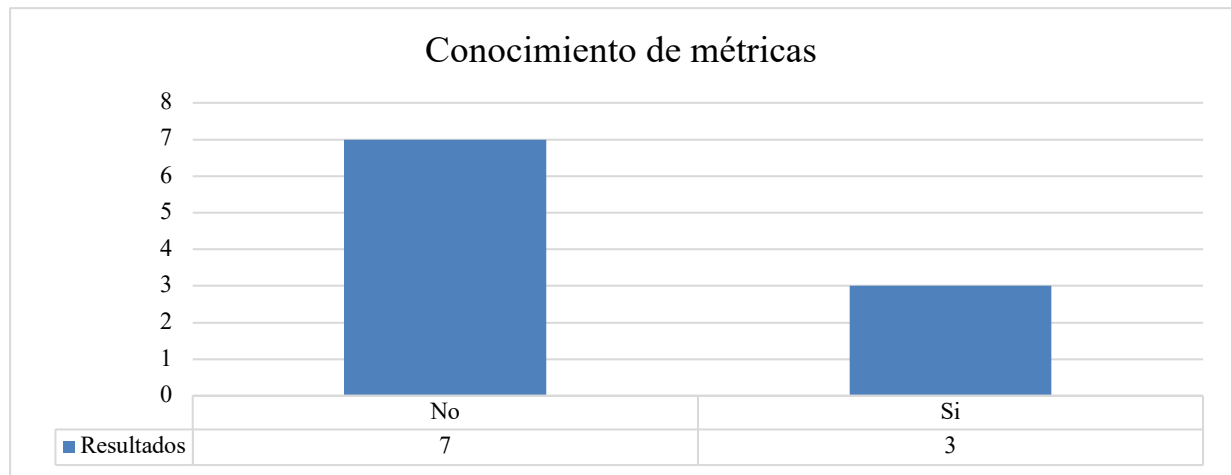


Figura 24. Encuesta - Conocimiento de métricas

Fuente: Obtenido instrumento encuesta. Elaborado por la autora

La falta de conocimiento sugiere que se debe ejecutar una capacitación previa para la implementación y con ello garantizar las estrategias del Lean Manufacturing, fomentando así la involucración en los procesos para optimizar las actividades y evaluar de manera correcta los resultados.

Pregunta 6: ¿Existen tiempos de espera excesivos por ejemplo, espera de materiales, componentes o máquinas en el proceso de producción?

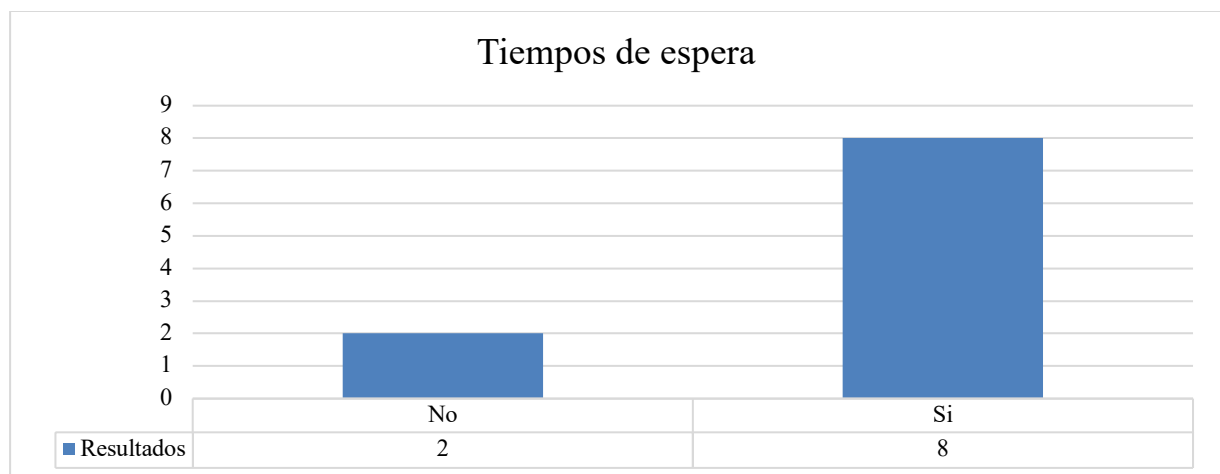


Figura 25. Encuesta – Tiempos de espera

Fuente: Obtenido instrumento encuesta. Elaborado por la autora

El 80% de los encuestados responden de manera afirmativa, lo que indica que en la mayoría de los casos, están experimentando demoras significativas en el flujo de trabajo, lo cual puede limitar la eficiencia en la producción.

En este contexto, los tiempos excesivos generan cuello de botella y reduce la capacidad

de respuesta ante las demandas del mercado, para abordar esta situación la empresa debe tomar medidas correctivas, por lo cual, es indispensable adoptar las herramientas de Lean Manufacturing para optimizar los procesos.

Pregunta 7:¿ La empresa ha implementado mejoras en los tiempos de espera para optimizar el flujo de producción?

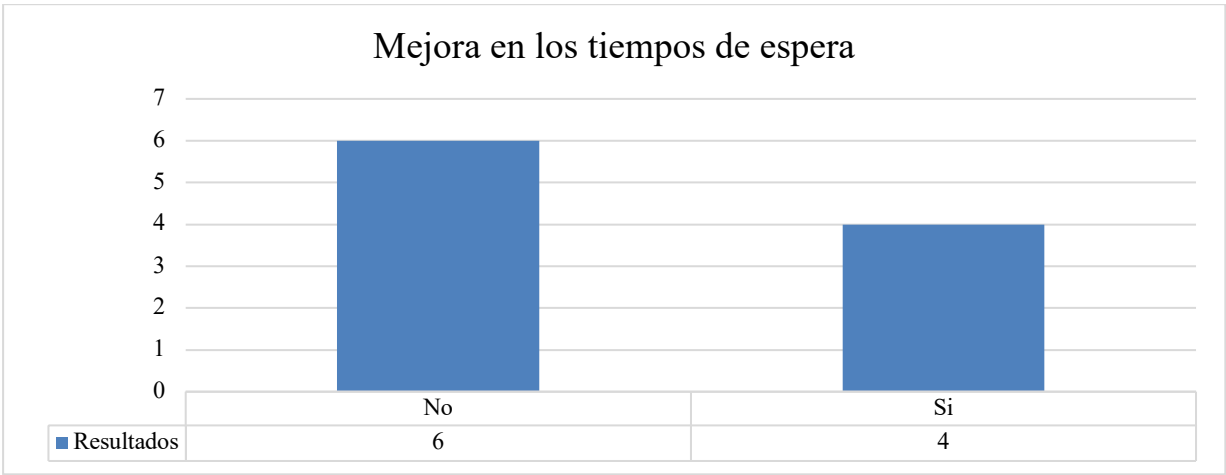


Figura 26. Encuesta – Mejora en los tiempos de espera

Fuente: Obtenido instrumento encuesta. Elaborado por la autora

Como afirman los encuestados, 6 de los 10 participantes respondieron de manera negativa, lo que indica una mayoría significativa que no se han tomado medidas para reducir los tiempos de espera en los procesos productivos.

Lo que propone estos resultados que a pesar que los tiempos de espera han sido excesivos como mencionan los empleados, las acciones para abordarlos no han sido suficientes, percibiendo los colaboradores retrasos en la producción y asimismo incrementando los costos operativos. Por tal razón, la empresa debe considerar la implementación de soluciones para reducir estos tiempos y mejorar el flujo de trabajo.

Pregunta 8: ¿Tienes los recursos adecuados para evitar demoras o tiempos de espera innecesarios?

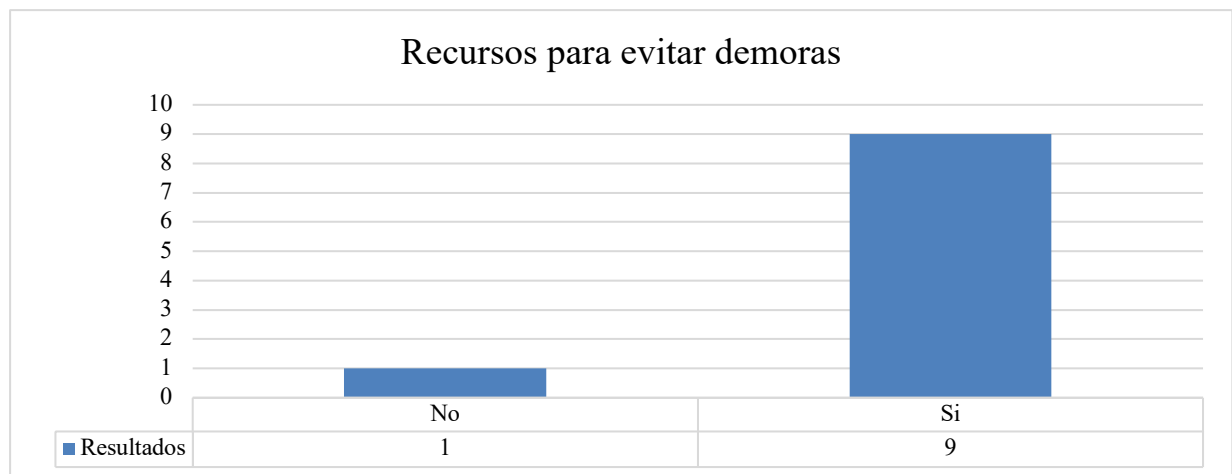


Figura 27. Encuesta – Recursos para evitar demoras

Fuente: Obtenido instrumento encuesta. Elaborado por la autora

Según los participantes encuestados, los empleados si disponen de los recursos necesarios tomando en cuenta que solo uno respondió de manera negativa, el hecho que la mayoría de los empelados sienta que los recursos son adecuados es positivo, por lo cual, la empresa debe seguir evaluando que todos los equipos cuenten con lo necesario para que no sea un factor para crear cuellos de botella o retrasos, con ello tomar medidas a tiempo y contribuir a mejorar el flujo de trabajo y optimizar los procesos dentro del modelo que se implementará.

Pregunta 9: ¿La empresa utiliza los materiales de manera eficiente sin generar desperdicios innecesarios?

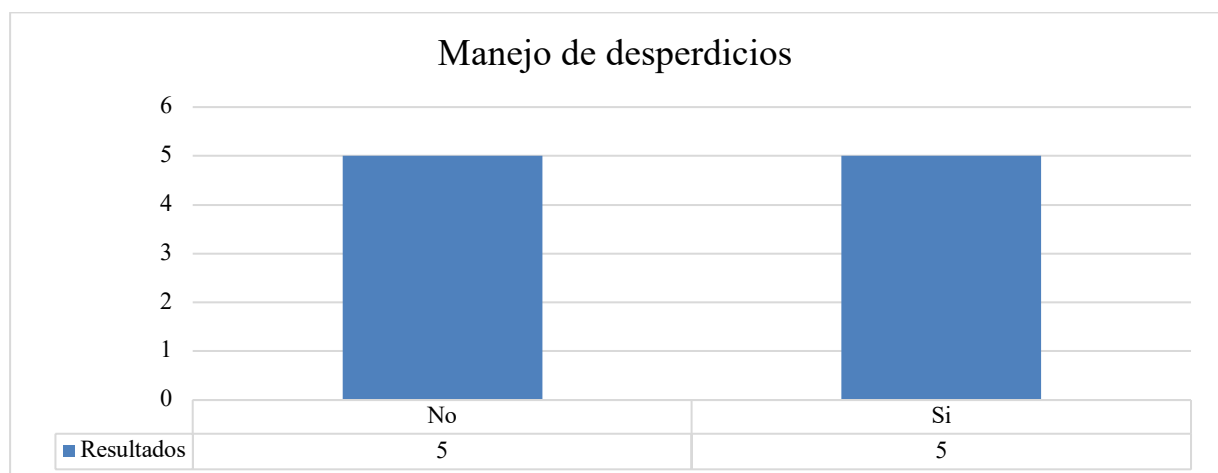


Figura 28. Encuesta – Manejo de desperdicios

Fuente: Obtenido instrumento encuesta. Elaborado por la autora

Las respuestas están equitativamente divididas, este resultado refleja una falta de consenso sobre la eficiencia en el uso de materiales debido a que algunos son antiguos y si están

generando una cantidad considerable de desperdicios.

Este desacuerdo puede señalar la necesidad de revisar los procesos de gestión de materiales en la empresa con la finalidad de asegurar que las prácticas sean uniformes en todas las áreas, adicional, procesos como el control de inventarios estén en buen estado y la capacitación continua a los colaboradores, con el objetivo de reducir estos desperdicios y mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de producción en la organización.

Pregunta 10: ¿El equipo tiene acceso a los materiales necesarios en el momento adecuado para evitar retrasos en la producción?

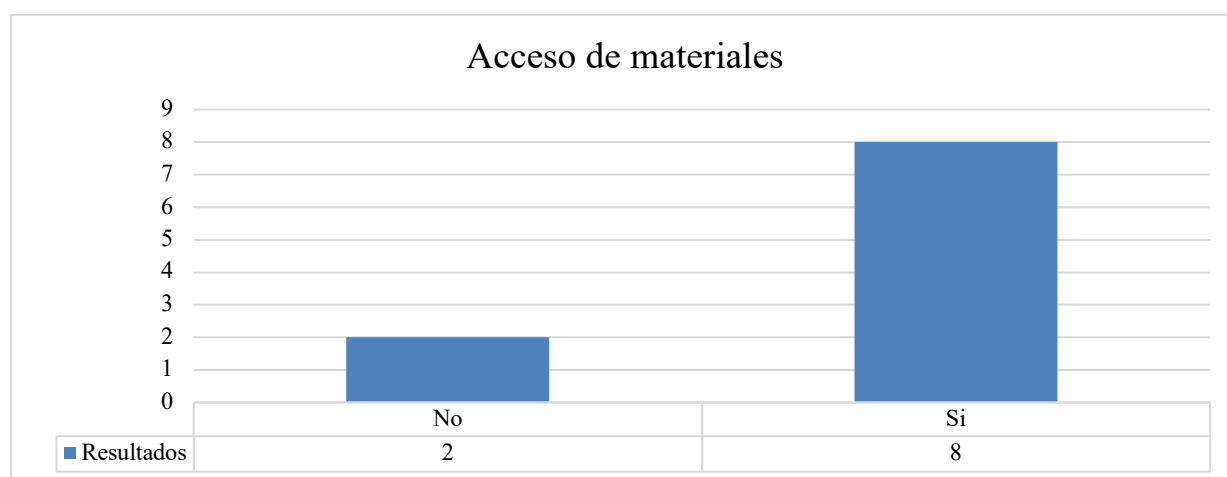


Figura 29. Encuesta – Acceso a materiales

Fuente: Obtenido instrumento encuesta. Elaborado por la autora

Los empleados de la empresa afirman que cuentan con el acceso de materiales, considerando que estos están a la mano, por lo cual existe continuidad al momento de realizar sus actividades. Para abordar esto, es indispensable que exista una planificación ideal sobre la adquisición de materiales y cadena de suministro, mejorando estos aspectos también contribuirá a evitar retrasos y asegurar que el equipo pueda trabajar de manera fluida y alineándose a la implementación del modelo de Lean Manufacturing.

Pregunta 11: ¿ La tasa de defectos en los productos es alta debido a fallos en el proceso de producción?

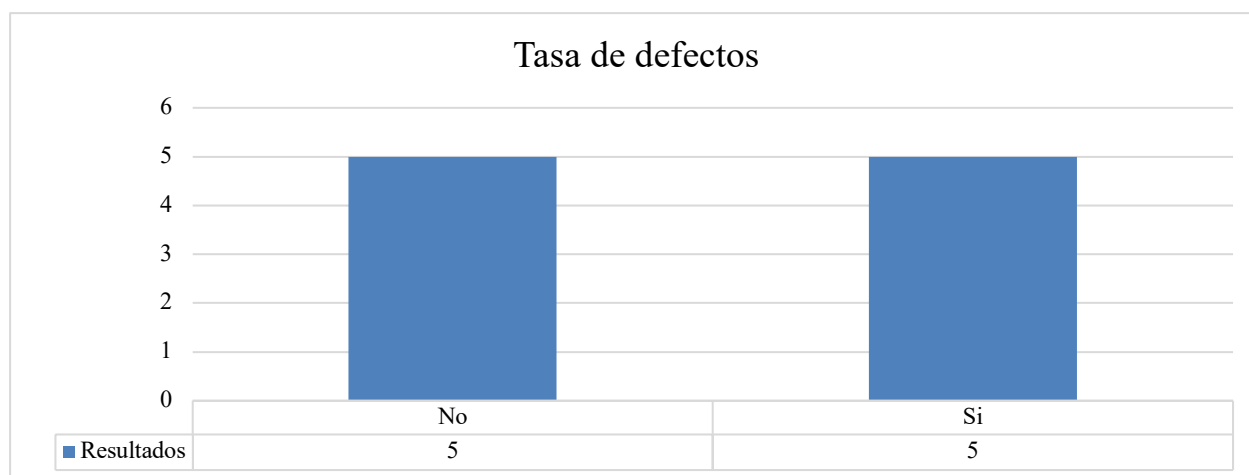


Figura 30. Encuesta – Tasa de defectos

Fuente: Obtenido instrumento encuesta. Elaborado por la autora

Estos resultados destacan la necesidad de realizar una evaluación sobre los procesos de producción, identificando las áreas donde existen los fallos y donde se puede mejorar el control de calidad. La implementación de las herramientas de Lean Manufacturing, puede ayudar a reducir los defectos y garantizar una producción eficiente con mayor calidad.

Pregunta 12: ¿Se realiza un control de calidad para minimizar los defectos en los productos fabricados?

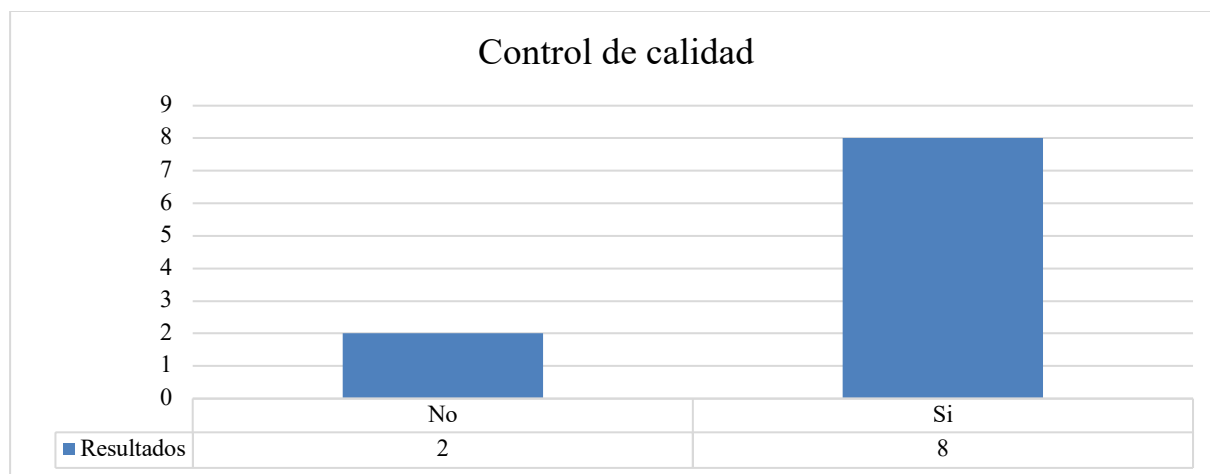


Figura 31. Encuesta – Control de calidad

Fuente: Obtenido instrumento encuesta. Elaborado por la autora

Consideran solo dos participantes una respuesta negativa, lo que indica que la mayoría de los empleados considera que existe un control de calidad en la empresa, para mejorar es indispensable que se evalúen de manera constante todas las etapas de producción, no solo la final, asegurando que los estándares sean aplicados de manera uniforme, asimismo estandarizar

todas las actividades para reducir los defectos.

Pregunta 13: ¿Recibes retroalimentación de los clientes sobre la calidad y el desempeño de los productos que produces?

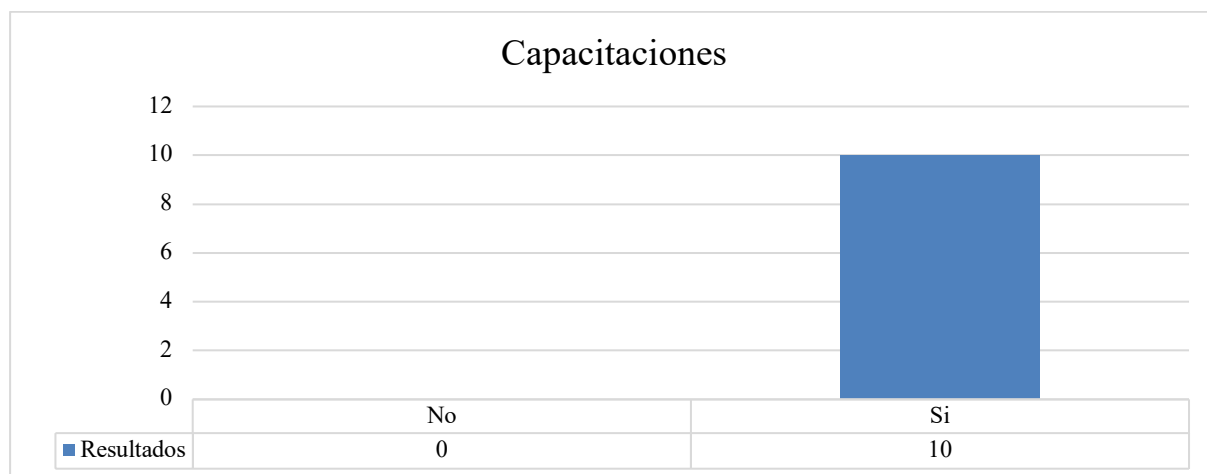


Figura 32. Encuesta – Capacitaciones

Fuente: Obtenido instrumento encuesta. Elaborado por la autora

Todo el personal afirma que sí existe retroalimentación por parte de los clientes, la principal causa que una vez entregado el producto final la persona debe revisar si se encuentra conforme con el trabajo realizado, caso contrario imparte algún comentario de cambios.

Este resultado es un indicador clave, debido a que existe una conexión entre empleados y los clientes, es decir, si existen mecanismos sobre la entrega final de los productos, alineándose a los cambios del mercado y orientándose la empresa a una mejora continua.

Pregunta 14: ¿Tienes la autoridad para tomar decisiones que resuelvan problemas directamente relacionados con los clientes?

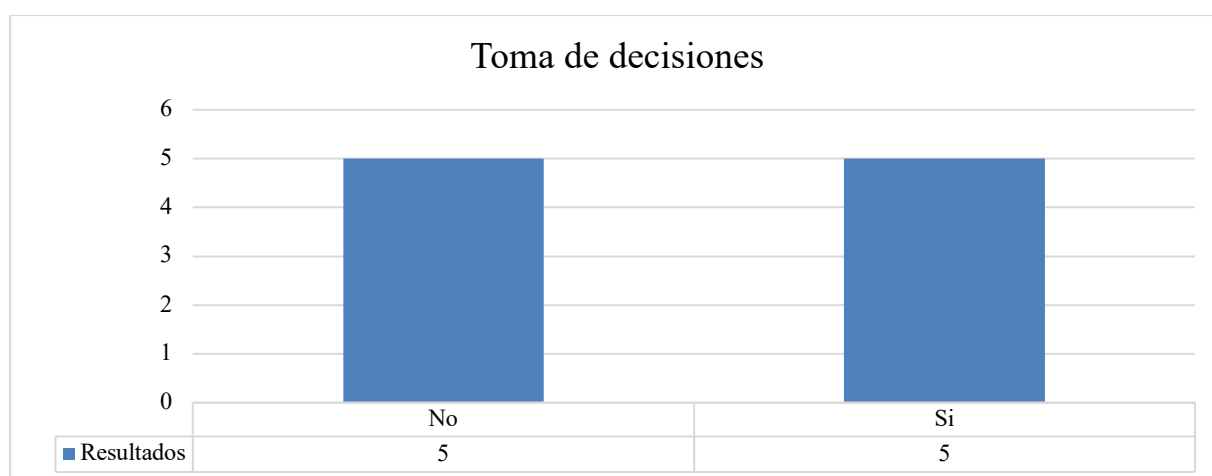


Figura 33. Encuesta – Toma de decisiones

Fuente: Obtenido instrumento encuesta. Elaborado por la autora

El 50% de los encuestados mencionan una respuesta afirmativa y el otro 50% una respuesta negativa, donde afirman que existen delegados para cada puesto y algunos tienen la delegación de hablar con los clientes, por lo que sugiere, que, si existe una organización en la empresa, de igual manera, que existe una cultura organizacional siendo un factor positivo para la institución.

Anexo 2: Medición del trabajo

Tabla XXVIII Valoración de Westinghouse por cada proceso

Valoración de holguras del proceso de limpieza de rebaba del bocín

Proceso 2			
Habilidad	D	0	
Esfuerzo	B2	0,08	
Condiciones	E	-0,3	
Consistencia	D	0	
Suma Aritmética		-0,22	
Factor de desempeño	0,78		

Valoración de holguras del proceso de ensamble de alambre

Proceso 3			
Habilidad	B1	0,11	
Esfuerzo	B1	0,1	
Condiciones	E	-0,03	
Consistencia	E	-0,02	
Suma Aritmética		0,16	
Factor de desempeño	1,16		

Valoración de holguras del proceso de soldadura

Proceso 4			
Habilidad	B1	0,11	
Esfuerzo	B1	0,1	
Condiciones	F	-0,07	
Consistencia	E	-0,02	
Suma Aritmética		-0,22	
Factor de desempeño	1,12		

Valoración de holguras del proceso de limpieza de cepillos

Proceso 3			
Habilidad	C2	0,03	
Esfuerzo	D	0	
Condiciones	F	-0,07	
Consistencia	F	-0,04	
Suma Aritmética		-0,08	
Factor de desempeño	0,92		

Nota: Fuente: Elaborado por el Autor

Anexo 3: Cálculo de número de observaciones por proceso para la elaboración de cepillos de acero inoxidable.

Actividad 1: Corte de varilla de acero inoxidable.

Detalle de la actividad:	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	R	Xn	Nro. de observaciones	
1. Liberación y Ajuste de mandril, desplazamiento del carro de avance para establecer las dimensiones límite, colocación de guarda.	0,20	0,26	0,20	0,25	0,25	0,28	0,24	0,27	0,23	0,22	0,08	0,24	18,78	26
2. Pulsa botón de inicio, coloca la taladrina, Accionamiento del avance de la máquina para realizar el biselado y el corte.	0,45	0,50	0,42	0,41	0,47	0,43	0,47	0,47	0,50	0,58	0,17	0,47	22,11	26
3. Pulsa botón de fin, abre guarda de seguridad.	0,07	0,08	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	0,03	0,08	25,65	26
4. Repite el proceso 30 veces desde el punto 3 hasta el punto 5.	0,72	0,84	0,68	0,73	0,79	0,79	0,79	0,83	0,81	0,89	0,21	0,79	12,03	26
5. Recoge los bocines en una canasta para pasar a limpieza.	1,21	1,18	1,20	1,23	1,17	1,19	1,25	1,21	1,20	1,17	0,08	1,20	0,75	26

Actividad 2: Limpieza de rebaba de bocín (desbarbado).

Detalle de la actividad:	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	R	Xn	Nro. de observaciones	
1. Colocar 14 bocines en fila, ajusta el porta bocín, enciende la máquina	0,37	0,38	0,28	0,29	0,39	0,33	0,39	0,30	0,28	0,38	0,11	0,34	17,79	26
2. Realiza el desbarbado y Libera el porta bocín	0,10	0,10	0,12	0,09	0,11	0,12	0,10	0,12	0,12	0,10	0,03	0,11	13,04	26
3. Realiza revisión y coloca en la canasta	0,17	0,14	0,14	0,15	0,17	0,15	0,14	0,16	0,15	0,14	0,03	0,15	6,67	26

4. Repite el proceso por cada bocín desde el punto 2 hasta el 3	0,27	0,24	0,26	0,24	0,28	0,27	0,24	0,28	0,27	0,24	0,04	0,26	4,03	26	
5. Apaga la máquina	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,02	1,64	26,00

Actividad 3. Ensamble de alambres.

Detalle de la actividad:	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	R	Xn	Nro. de observaciones	
1. Toma un bocín y Agarra un manojo de alambres y coloca dentro del bocín	0,16	0,19	0,15	0,19	0,16	0,14	0,12	0,17	0,13	0,15	0,07	0,16	34,03	34
2. Toma otra cantidad de alambres y ajusta su posición hasta que se queden alineados al mismo nivel y coloca en la bandeja de cepillos.	0,28	0,39	0,25	0,25	0,37	0,33	0,29	0,28	0,32	0,33	0,14	0,31	34,69	34

Actividad 4. Soldadura.

Detalle de la actividad:	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	R	Xn	Nro. de Observaciones	
1. Ubicar los cepillos en el soporte porta cepillos del banco de soldadura	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,01	0,06	5,59	26,00
2. Realiza el proceso de soldadura, inspecciona la calidad del cordón de soldadura y deposita la pieza en la canastilla de almacenamiento	0,29	0,27	0,35	0,27	0,23	0,35	0,25	0,29	0,28	0,25	0,12	0,28	30,39	30,00

Actividad 5. Limpieza de cepillos (min).

Detalle de la actividad:	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	R	Xn	Nro. de Observaciones	
1. Colocan los cepillos en una bandeja de acero y ponen ácidos para la limpieza. Dejan en reposo (15min).	30,00	29,00	29,00	30,00	28,00	27,00	30,00	30,00	28,00	29,00	3,00	29,00	1,81	26,00
2. Se colocan los cepillos en la máquina, se prepara y enciende la máquina.	2,58	2,57	2,57	2,58	2,56	2,57	2,59	2,55	2,57	2,57	0,04	2,57	0,04	26,00
3. Proceso de limpieza de cepillos.	12,02	12,00	12,02	12,01	12,00	12,02	12,01	12,00	12,02	12,02	0,02	12,01	0,00	26,00
4. Se retira los cepillos de la maquina y se coloca en una canasta.	6,43	6,40	6,48	6,43	6,45	6,45	6,40	6,43	6,40	6,43	0,08	6,43	0,03	26,00
5. Se colocan los cepillos en el área de secado.	8,00	8,06	8,10	7,59	8,00	8,05	8,10	8,03	8,00	8,05	0,51	8,00	0,69	26,00
6. Proceso de secado.	21,06	21,00	21,10	21,16	21,03	21,02	21,15	21,03	21,03	21,06	0,16	21,06	0,01	26,00
7. Instalación de anillo “ring” en cada cepillo y control de calidad X10 unidades.	1,30	1,34	1,46	1,57	1,50	1,40	1,43	1,30	1,43	1,30	0,27	1,40	6,26	26,00

Anexo 4. Cálculo de tiempo estándar por proceso para la elaboración de cepillos de acero inoxidable.

Actividad 1. Bocín: corte y chaflán.

Actividad 1: Bocin: corte y chaflan	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Xn	Valoración	T. Normal	Suplementos	T. Suplementario	T. Estándar
Liberacion y Ajuste de mandril, desplazamiento del carro de avance para establecer las dimensiones limite, colocacion de guarda.	00:00:20	00:00:26	00:00:20	00:00:25	00:00:25	00:00:28	00:00:24	00:00:27	00:00:23	00:00:22	00:00:24	1,1	00:00:27	62%	00:00:17	00:00:43
	00:00:24	00:00:25	00:00:22	00:00:23	00:00:27	00:00:22	00:00:28	00:00:23	00:00:21	00:00:28						
	00:00:24	00:00:23	00:00:27	00:00:28	00:00:23	00:00:26										
Pulsa botón de inicio, coloca la taladrina, Accionamiento del avance de la máquina para realizar el biselado y corte.	00:00:45	00:00:50	00:00:42	00:00:41	00:00:47	00:00:43	00:00:47	00:00:47	00:00:50	00:00:58	00:00:46	1,1	00:00:50	62%	00:00:31	00:01:21
	00:00:43	00:00:46	00:00:52	00:00:45	00:00:53	00:00:49	00:00:52	00:00:43	00:00:40	00:00:44						
	00:00:40	00:00:41	00:00:40	00:00:45	00:00:43	00:00:42										
Pulsa botón de fin, abre guarda de seguridad	00:00:06	00:00:08	00:00:06	00:00:07	00:00:07	00:00:08	00:00:08	00:00:09	00:00:08	00:00:09	00:00:08	1,1	00:00:09	62%	00:00:05	00:00:14
	00:00:08	00:00:09	00:00:07	00:00:12	00:00:07	00:00:10	00:00:06	00:00:08	00:00:09	00:00:08						

	00:08	00:07	00:07	00:08	00:09	00:07											
Recoge los bocines en una canasta para pasar a limpieza	00:01:21	00:01:18	00:01:20	00:01:23	00:01:17	00:01:19	00:01:25	00:01:21	00:01:20	00:01:17	00:01:21	1,1	00:01:29	62%	00:00:55	00:02:24	
	00:01:19	00:01:10	00:01:23	00:01:20	00:01:25	00:01:18	00:01:20	00:01:26	00:01:23	00:01:25							
	00:01:17	00:01:19	00:01:21	00:01:24	00:01:25	00:01:26											

Actividad 2: Limpieza de rebaba de bocín (desbarbado)

Actividad 2: Limpieza de rebaba de bocin (Desbarbado)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Xn	Valor acion	T. Nor mal	Suple mento s	T. Sumpleme ntario	T. Estan dar
Colocar 14 bocines en fila, ajusta el porta bocin, enciende la máquina	00:00:37	00:00:38	00:00:28	00:00:29	00:00:39	00:00:33	00:00:39	00:00:30	00:00:28	00:00:38	00:00:34	0,78	00:00:27	42%	00:00:11	00:00:38
	00:00:38	00:00:30	00:00:31	00:00:33	00:00:35	00:00:33	00:00:40	00:00:32	00:00:40	00:00:28						
	00:00:35	00:00:37	00:00:30	00:00:33	00:00:35	00:00:35										
Realiza el desbarbado y Libera el porta bocin	00:00:10	00:00:10	00:00:12	00:00:09	00:00:11	00:00:12	00:00:10	00:00:12	00:00:12	00:00:10	00:00:11	0,78	00:00:08	42%	00:00:04	00:00:12
	00:00:10	00:00:11	00:00:12	00:00:11	00:00:10	00:00:10	00:00:11	00:00:11	00:00:10	00:00:10						

	00:00:09	00:00:12	00:00:11	00:00:12	00:00:11	00:00:14										
Realiza revision y coloca en la canasta	00:00:17	00:00:14	00:00:14	00:00:15	00:00:17	00:00:15	00:00:14	00:00:16	00:00:15	00:00:14	00:00:15	0,78	00:00:12	42%	00:00:05	00:00:16
	00:00:16	00:00:13	00:00:16	00:00:17	00:00:16	00:00:14	00:00:13	00:00:13	00:00:14	00:00:13						
	00:00:12	00:00:15	00:00:16	00:00:15	00:00:14	00:00:17										
Inspección de soldadura	00:00:27	00:00:24	00:00:26	00:00:24	00:00:28	00:00:27	00:00:24	00:00:28	00:00:27	00:00:24	00:00:26	0,78	00:00:20	42%	00:00:08	00:00:28
	00:00:26	00:00:24	00:00:28	00:00:28	00:00:26	00:00:24	00:00:24	00:00:24	00:00:24	00:00:23						
	00:00:21	00:00:27	00:00:27	00:00:27	00:00:25	00:00:31										
Apaga la maquina	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	0,78	00:00:02	42%	00:00:01	00:00:02
	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02						
	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02										
	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02										

Actividad 3: Ensamble del alambre.

Actividad 3: Ensamble de alambre	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Xn	Valor acion	T. Nor mal	Suple mento s	T. Sumplem entario	T. Estan dar
Toma un bocin y	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	1,16	00:00 :17	74%	00:00:12	00:00: 29
Agarra un manojo	0:16	0:19	0:15	0:19	0:16	0:14	0:12	0:17	0:13	0:15	0:14					
de alambres y	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0						
coloca dentro del	0:11	0:12	0:14	0:19	0:16	0:15	0:19	0:11	0:11	0:11						
bocin	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0						
	0:14	0:11	0:15	0:11	0:17	0:12	0:12	0:11	0:15	0:17						
	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0											
	0:16	0:16	0:11	0:11	0:15											
Agarra otra	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	1,16	00:00 :33	74%	00:00:25	00:00: 58
cantidad de	0:28	0:39	0:25	0:25	0:37	0:33	0:29	0:28	0:32	0:33	0:29					
alambres y mueve	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0						
hasta que se ajuste	0:22	0:34	0:21	0:24	0:29	0:42	0:28	0:41	0:26	0:22						
y queden al mismo	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0						
nivel y pone en la	0:38	0:42	0:33	0:25	0:25	0:31	0:21	0:22	0:22	0:23						
bandeja de cepillos	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0											
	0:18	0:27	0:21	0:42	0:21											

Actividad 4: Soldadura.

Actividad 4: Soldadura	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Xn	Valor acion	T. Norm al	Suple mentos	T. Sumpleme ntario	
Ubicar los cepillos en el soporte porta- cepillos del banco de soldadura	00:0 0:05	00:0 0:06	00:0 0:05	00:0 0:06	00:0 0:05	00:0 0:06	00:0 0:05	00:0 0:06	00:0 0:06	00:0 0:05	00:0 0:05	1,12	00:00 :06	49%	00:00:03	00:0 0:09
	00:0 0:05	00:0 0:06	00:0 0:04	00:0 0:05	00:0 0:04	00:0 0:05	00:0 0:04	00:0 0:06	00:0 0:04	00:0 0:06						
	00:0 0:05	00:0 0:07	00:0 0:06	00:0 0:05	00:0 0:06	00:0 0:04	00:0 0:04	00:0 0:05	00:0 0:04	00:0 0:05						
Realiza el proceso de soldadura, inspecciona la calidad del cordón de soldadura y deposita la pieza en la canastilla de almacenamie nto	00:0 0:29	00:0 0:27	00:0 0:35	00:0 0:27	00:0 0:23	00:0 0:35	00:0 0:25	00:0 0:29	00:0 0:28	00:0 0:25	00:0 0:29	1,12	00:00 :32	49%	00:00:16	00:0 0:48
	00:0 0:29	00:0 0:27	00:0 0:27	00:0 0:27	00:0 0:25	00:0 0:42	00:0 0:32	00:0 0:28	00:0 0:25	00:0 0:23						
	00:0 0:28	00:0 0:27	00:0 0:34	00:0 0:30	00:0 0:25	00:0 0:29	00:0 0:26	00:0 0:34	00:0 0:33	00:0 0:25						

Actividad 5: Limpieza y secado de cepillos (min).

Limpiza y secado de cepillos (min)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Xn	Valor racio n	T. Nor mal	Suple mento s	T. Sumplem entario	T. Estan dar
Colocan los cepillos en una bandeja de acero y ponen acidos para la limpieza. Dejan en reposo	00:00:06	00:00:06	00:00:06	00:00:06	00:00:06	00:00:06	00:00:06	00:00:06	00:00:06	00:00:06	00:00:06	0,92	00:00:06	49%	00:00:03	00:00:08
Se colocan los cepillos en la maquina, se prepara y enciende la maquina	00:02:58	00:02:57	00:02:57	00:02:58	00:02:56	00:02:57	00:02:59	00:02:55	00:02:57	00:02:57	00:02:57	0,92	00:02:43	49%	00:01:20	00:04:03
Proceso de limpieza de cepillos	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:02	0,92	00:00:02	49%	00:00:01	00:00:03
Se retira los cepillos de la maquina y se coloca en una canasta.	00:00:01	00:00:01	00:00:01	00:00:01	00:00:01	00:00:01	00:00:01	00:00:01	00:00:01	00:00:01	00:00:01	0,92	00:00:01	49%	00:00:00	00:00:01

Se colocan los cepillos en el área de secado	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	0,92	00:0	49%	00:00:01	00:00:
	0:02	0:02	0:02	0:02	0:02	0:02	0:02	0:02	0:02	0:02	0:02		0:02			03
	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0						
	0:02	0:02	0:02	0:02	0:02	0:02	0:02	0:02	0:02	0:02						
	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0										
Proceso de secado	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	0,92	00:0	49%	00:00:02	00:00:
	0:04	0:04	0:04	0:04	0:04	0:04	0:04	0:04	0:04	0:04	0:04		0:04			05
	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0						
	0:04	0:04	0:04	0:04	0:04	0:04	0:04	0:04	0:04	0:04						
	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0										
Instalación de anillo oring en cada cepillo	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	0,92	00:0	49%	00:00:45	00:02:
	1:30	1:34	1:46	1:57	1:50	1:40	1:43	1:30	1:43	1:30	1:39		1:31			16
	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0						
	1:30	1:34	1:46	1:57	1:50	1:40	1:43	1:30	1:43	1:30						
	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0	00:0										
	1:30	1:30	1:40	1:43	1:30	1:40										

Anexo 5: Tarjetas de color

Talleres Andes			
TARJETA ROJA			
Fecha de identificación		Tarjeta Nro	
Nombre del artículo			
Responsable			
Área			
Cantidad			
Acción			
Observaciones			
Categoría			
Materia Prima		Limpieza	
Equipo		Producto en proceso	
Maquinaria		Basura	
Producto terminado		Cajas/contenedores	
Objetos personales		otros	
Motivo			
Fuera de uso		Material de desperdicio	
Defectuoso		Contaminante	
No se usa con frecuencia		otros	
Forma de despacho			
Retirar como desperdicio			
Reubicar			
Fecha de despacho			
Observaciones			

Nota: Elaborado por el Autor

Anexo 6: Porcentaje de cumplimiento actual de clasificación 5S

Evaluación de clasificación Anterior			
		Cumplimiento	
		Si	No
1	¿Los materiales para desarrollo de las actividades del área se encuentran organizados?		x
2	¿Se observaron objetos dañados?	x	
3	¿Los objetos dañados se han catalogado como útiles o inútiles? ¿Existe un plan de acción para repararlos o se encuentran separados y rotulados?		x
4	¿Existen objetos fuera de uso?	x	
5	¿Los objetos obsoletos están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?		x
6	¿Hay objetos de más; es decir no necesarios para el desarrollo de las actividades del área?	x	

7	¿Los objetos demás, están debidamente identificados como tal, existe un plan de acción para su movimiento en el área deseada?		x
	Cumplimiento %		43%

Anexo 7: Porcentaje de cumplimiento actual de orden 5S

	Evaluación de orden		
		Cumplimiento	
		SI	NO
1	¿El área dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se considera necesario? ¿Todas las cosas con un lugar en específico?		X
2	¿El área dispone de sitios debidamente identificados, de los elementos que se utilizan con más frecuencia?		x
3	¿Se ven a simple vista las áreas de correcta colocación de objetos, de manera que cualquiera sepa el espacio a donde pertenece el objeto?		x
4	¿Disposición de elementos acorde al grado de utilización? ¿Entre más frecuente más cercano?		x
5	¿Elementos a disposición en una cantidad ideal?	x	
6	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?	x	
7	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, hojas de verificación?		x
	Cumplimiento %		29%

Anexo 8: Porcentaje de cumplimiento actual de limpieza 5S

	Evaluación de Limpieza		
		Cumplimiento	
		SI	NO
1	¿Área de trabajo se encuentra visiblemente limpia?		x
2	¿Los operarios del área, mantienen una limpieza adecuada a sus actividades y posibilidad de aseo?		x
3	¿Se han eliminado las fuentes de contaminación? ¿No solo suciedad?		x
4	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios?		x
5	¿Existen espacios de recolección de basura en el área?		x
	Cumplimiento %		0%

Anexo 9: Porcentaje de cumplimiento actual de estandarización 5S

	Evaluación de Estandarización		
		Cumplimiento	
		SI	NO
1	¿Existen herramientas de estandarización para mantener orden y limpieza?		x

2	¿Se utiliza evidencia visual con respecto al mantenimiento de las condiciones de la organización?		x
3	¿Utilizan tarjetas de visualización, señalética para conservar el orden?		x
4	¿Cuentan con cronogramas de análisis de utilidad, obsolescencia y estado de elementos?		x
5	¿En el periodo de evaluación, se han presentado propuestas de mejora?		x
6	¿Se han desarrollado lecciones de un punto o procedimientos operativos estándar?		x
	Cumplimiento %	0%	

Anexo 10: Porcentaje de cumplimiento actual de disciplina 5s

	Evaluación de Disciplina	Cumplimiento	
		SI	NO
1	¿Se percibe una cultura de respeto, en referencia a los estándares establecidos, por logros alcanzados en materia de limpieza, organización y orden?		x
2	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología?		x
3	¿Se conocen situaciones dentro del periodo de la evaluación de los principios de 5s?	x	
4	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por la metodología?		x
	Cumplimiento %	25%	