

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS EN UN CENTRO
FERRETERO**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR:

Pablo Anderson Collado Osorio

ASESOR:

César Augusto Corrales Riveros

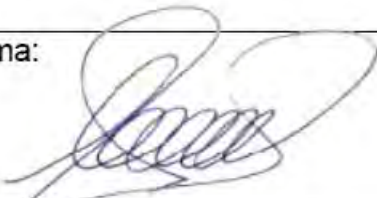
Lima, julio, 2025

Informe de Similitud

Yo, César Augusto Corrales Riveros, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor del trabajo de investigación titulado **ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS EN UN CENTRO FERRETERO**, del autor **Pablo Anderson Collado Osorio**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 8 %. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 24/07/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y confirmo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 24 de Julio de 2025

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Corrales Riveros, César Augusto</u>	
DNI:07218351	Firma: 
ORCID: 0000-0002-1508-8100	

RESUMEN

La presente tesis muestra una problemática relacionada a los desperdicios obtenidos en una pequeña empresa dedicada a la compra y venta de materiales de construcción; a fin de reducir dichos desperdicios e incrementar las utilidades de la empresa, se van a implementar las herramientas de *Lean Manufacturing*, además de un diseño de trabajo adecuado referente a la ergonomía.

En principio, se define cada una de las herramientas a emplear en este estudio, tales como la ergonómica, *Lean Manufacturing* y las de análisis de procesos; de esta manera, se logra introducir un panorama del contenido que se desarrolla en esta tesis. Seguidamente, se hace una descripción de la empresa con su respectivo diagnóstico, por lo que se aplica un mapa del flujo de valor (VSM) al producto estrella, previamente identificado mediante la clasificación ABC, para conocer su *takt time*; asimismo, se hace un análisis aplicando los 7+1 desperdicios para identificar los problemas más relevantes con sus respectivas causas raíces.

Luego del diagnóstico de la empresa, se realiza una evaluación económica, a través de un análisis entre los costos y beneficios generados por cada una de las propuestas de mejora implementadas en cada área de trabajo; de este modo, se logra calcular el porcentaje de participación de cada herramienta implementada para los costos de inversión y los beneficios económicos generados, por lo cual se llega a resaltar que tanto la ergonomía como las 5'S representan el mayor costo y el mayor beneficio con un 90% y 41% de participación, respectivamente.

Finalmente, se evalúa la factibilidad del proyecto por lo que es necesario determinar el costo de oportunidad del capital (9,98%) y el flujo de caja para un periodo no mayor a los tres años; de esta manera, se logran obtener los valores para los indicadores del proyecto como, por ejemplo, el valor actual neto (S/. 23,378.28), la tasa interna de retorno (31%) y la relación beneficio/costo (1,17); con estos valores se logra un impacto económico positivo y se puede concluir que el proyecto es rentable ante el escaso criterio estratégico y la poca planificación que se presenta actualmente en la empresa.

Índice General

RESUMEN.....	i
Índice de Tablas	vi
Índice de Figuras.....	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 Concepto Lean Manufacturing.....	3
1.1.1 Definición	3
1.1.2 Historia y antecedentes	3
1.1.3 Principios de Lean Manufacturing.....	3
1.1.4 Desperdicios.....	4
1.2 Diseño del trabajo	4
1.2.1 Especialización del trabajo.....	4
1.2.2 Sistema de motivación e incentivos	5
1.2.3 Ergonomía.....	5
1.3 Herramientas de Lean Manufacturing.....	6
1.3.1 Trabajo Estandarizado.....	6
1.3.2 Mapeo del Flujo de Valor (VSM).....	6
1.3.3 Poka Yoke.....	8
1.3.4 Las 5S's.....	9
1.3.5 Just in Time (JIT).....	10
1.4 Herramientas de análisis de procesos.....	11
1.4.1 Diagrama de flujo.....	12
1.4.2 Gráficos de procesos	12
1.4.3 Gráfico de Pareto	13
1.4.4 Diagrama de Causa y Efecto	13
1.4.5 Método lluvia de ideas	14
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	15
2.1 Descripción de la empresa	15
2.1.1 Ubicación	15
2.1.2 Misión	15
2.1.3 Visión.....	16
2.2 Estructura de la organización.....	16
2.2.1 Gerente General	16
2.2.2 Área Administrativa.....	16
2.2.3 Área Comercial	16

2.2.4	Área de Operaciones	17
2.3	Productos.....	17
2.4	Sector y actividad económica	20
2.5	Proveedores y clientes.....	20
2.5.1	Proveedores.....	20
2.5.2	Clientes	21
2.6	Distribución del local y maquinarias	22
2.6.1	Distribución del local	22
2.6.2	Maquinarias.....	22
2.7	Descripción del proceso de compra y venta.....	24
2.7.1	Descripción del proceso de compra	25
2.7.2	Descripción del proceso de venta.....	25
CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA		27
3.1	Selección de la etapa principal de la empresa.....	27
3.2	Selección de la familia principal de productos	27
3.3	Selección del producto estrella	27
3.4	Construcción del VSM actual	28
3.5	Determinación del Takt time.....	29
3.6	Análisis de los 7+1 desperdicios.....	30
3.7	Identificación y listado de los problemas.....	31
3.8	Determinación de las causas principales.....	32
3.9	Determinación con las contramedidas	36
CAPÍTULO 4: PROPUESTAS DE MEJORA		38
4.1	Propuesta de implementación ergonómica.....	38
4.1.1	Objetivo.....	38
4.1.2	Capacitación.....	38
4.1.3	Planteamiento de la situación actual	38
4.1.4	Planteamiento de la mejora propuesta.....	43
4.1.5	Plan de implementación	46
4.1.6	Supervisión y control	46
4.1.7	Beneficios	46
4.2	Propuesta de implementación de las 5'S.....	47
4.2.1	Objetivo.....	47
4.2.2	Capacitación.....	47
4.2.3	Planteamiento de la situación actual	47
4.2.4	Planteamiento de la mejora propuesta.....	48

4.2.5	Plan de implementación	54
4.2.6	Supervisión y control	55
4.2.7	Beneficios	55
4.3	Propuesta de implementación de Estandarización	56
4.3.1	Objetivo.....	56
4.3.2	Capacitación.....	57
4.3.3	Planeamiento de la situación actual	57
4.3.4	Planeamiento de la mejora propuesta.....	57
4.3.5	Plan de implementación	59
4.3.6	Supervisión y control	59
4.3.7	Beneficios	60
4.4	Propuesta de implementación de Poka Yoke.....	60
4.4.1	Objetivo.....	60
4.4.2	Capacitación.....	61
4.4.3	Planteamiento de la situación actual	61
4.4.4	Planteamiento de la mejora propuesta.....	61
4.4.5	Plan de implementación	62
4.4.6	Supervisión y control	63
4.4.7	Beneficios	63
CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA		64
5.1	Análisis de costos.....	64
5.1.1	Costos de implementación de la propuesta ergonómica	64
5.1.2	Costos de implementación de las 5'S	65
5.1.3	Costos de implementación de Estandarización	66
5.1.4	Costos de implementación de la metodología Poka Yoke	67
5.1.5	Costo de estudio del proyecto	68
5.1.6	Costo total para la inversión del proyecto.....	69
5.2	Beneficios económicos de las propuestas de mejora	70
5.2.1	Beneficio económico por la implementación ergonómica.....	70
5.2.2	Beneficio económico por la implementación de las 5'S	71
5.2.3	Beneficio económico por la implementación de la estandarización	73
5.2.4	Beneficio económico por la implementación Poka Yoke	73
5.2.5	Beneficio económico total del proyecto de mejora.....	74
5.3	Evaluación de la factibilidad del proyecto	75
5.3.1	Determinación del Costo de Oportunidad del Capital (COK)	75
5.3.2	Flujo de caja económico	77

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
6.1 Conclusiones	79
6.2 Recomendaciones	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81



Índice de Tablas

Tabla 1:	Tabla de los métodos de evaluación.....	5
Tabla 2:	Tabla de familia de productos.....	7
Tabla 3:	Tabla de clasificación ABC de la familia de productos.....	27
Tabla 4:	Tabla de clasificación ABC del producto estrella.....	28
Tabla 5:	Tabla de datos diarios de la familia principal (cemento).....	28
Tabla 6:	Tabla de resultados de los desperdicios agrupados en cada etapa.....	31
Tabla 7:	Tabla de listado de problemas.....	32
Tabla 8:	Tabla de puntajes asignados de las causas del primer problema.....	33
Tabla 9:	Tabla de porcentajes representativos de las causas del primer problema.....	34
Tabla 10:	Tabla de puntajes asignados de las causas del segundo problema.....	35
Tabla 11:	Tabla de porcentajes representativos de las causas del segundo problema.....	36
Tabla 12:	Tabla de causas principales del problema y sus contramedidas.....	37
Tabla 13:	Identificación de peligros.....	39
Tabla 14:	Escala de severidad.....	39
Tabla 15:	Escala de probabilidad.....	39
Tabla 16:	Factor de riesgo.....	39
Tabla 17:	Matriz de riesgo para cada tipo de peligro.....	40
Tabla 18:	Valoración del riesgo según el Método de FINE.....	40
Tabla 19:	Valores actuales RULA.....	41
Tabla 20:	Datos actuales requeridos para la ecuación de NIOSH.....	42
Tabla 21:	Variables actuales de Niosh.....	43
Tabla 22:	Valores modificados RULA.....	44
Tabla 23:	Variables modificadas de Niosh.....	45
Tabla 24:	Ficha de control sobre la implementación ergonómica.....	46
Tabla 25:	Tabla con la cantidad necesaria de cemento en el almacén.....	49
Tabla 26:	Tabla del plan de limpieza en la ferretería PAC.....	52
Tabla 27:	Ficha de control acerca de la implementación de las 5'S.....	55
Tabla 28:	Ficha informativa según la cantidad de ladrillos a cargar.....	58
Tabla 29:	Ficha informativa según la cantidad de agregado a cargar.....	58
Tabla 30:	Ficha de control sobre la implementación de Estandarización.....	60
Tabla 31:	Cantidad porcentual de productos defectuosos o incompletos.....	61
Tabla 32:	Hoja de verificación de los productos recibidos.....	62
Tabla 33:	Ficha de control sobre la implementación Poka Yoke.....	63
Tabla 34:	Costo del personal.....	64
Tabla 35:	Costo de capacitación de la implementación ergonómica.....	65
Tabla 36:	Costos de la implementación ergonómica.....	65
Tabla 37:	Costo de capacitación de la implementación de las 5'S.....	66
Tabla 38:	Costo de equipos e insumos de la implementación de las 5'S.....	66
Tabla 39:	Costo de capacitación de la implementación de estandarización.....	66
Tabla 40:	Costo de materiales de la implementación de estandarización.....	67
Tabla 41:	Costo de capacitación de la implementación de la metodología Poka Yoke.....	67
Tabla 42:	Costo de materiales de la implementación de la metodología Poka Yoke.....	68
Tabla 43:	Costo de estudio del proyecto.....	69
Tabla 44:	Costo total anual para la implementación de mejoras en la empresa.....	69
Tabla 45:	Ingreso por ahorro de tratamiento médico.....	70
Tabla 46:	Tiempo de carga sin implementar la mejora ergonómica.....	71

Tabla 47:	Tiempo de carga con la implementación de la mejora ergonómica.....	71
Tabla 48:	Ingreso total por el tiempo de carga ahorrado.....	71
Tabla 49:	Beneficio económico por la implementación de la primera y segunda S	72
Tabla 50:	Beneficio económico por la implementación de la tercera S	72
Tabla 51:	Beneficio económico por la implementación de la cuarta S	72
Tabla 52:	Beneficio económico por el tiempo de carga ahorrado.....	73
Tabla 53:	Beneficio económico por el ahorro de combustible del cargador frontal	73
Tabla 54:	Beneficio económico por la implementación Poka Yoke	74
Tabla 55:	Beneficio económico anual por la implementación de mejoras en la empresa..	74
Tabla 56:	Parámetros requeridos para hallar el COK.....	76
Tabla 57:	Parámetros requeridos para hallar el β proyecto	76
Tabla 58:	Parámetros requeridos para hallar el COK en monedas peruanas	77
Tabla 59:	Flujo de caja económico del proyecto.....	77
Tabla 60:	Indicadores del proyecto	78



Índice de Figuras

Figura 1:	Pasos para un mapeo de procesos	7
Figura 2:	Símbolos del Value Stream Mapping	8
Figura 3:	Etapas de las 5S's.....	9
Figura 4:	Seiri	9
Figura 5:	Seiton	10
Figura 6:	Aplicación sistematizada JIT	11
Figura 7:	Flujo continuo mediante células en U	11
Figura 8:	Diagrama de flujo de un proceso de ventas	12
Figura 9:	Gráfico de Pareto de un restaurante	13
Figura 10:	Diagrama causa y efecto en una aerolínea	14
Figura 11:	Ferretería PAC	15
Figura 12:	Organigrama	16
Figura 13:	Piedra chancada.....	17
Figura 14:	Arena gruesa	18
Figura 15:	Cementos.....	18
Figura 16:	Fierros	18
Figura 17:	Ladrillos	19
Figura 18:	Tuberías.....	19
Figura 19:	Accesorios y herramientas	19
Figura 20:	Camión repartidor de la Distribuidora Ampe.....	20
Figura 21:	Ladrillera Lark	21
Figura 22:	Chancadora Dorad.....	21
Figura 23:	Croquis de la distribución actual de la ferretería PAC.....	22
Figura 24:	Volquete Volvo N10	23
Figura 25:	Camión Mitsubishi Fuso	23
Figura 26:	Camión Toyota Dyna	24
Figura 27:	Cargador frontal Volvo L120.....	24
Figura 28:	Diagrama de flujo del proceso de compra.....	25
Figura 29:	Diagrama de flujo del proceso de venta.....	26
Figura 30:	VSM de la situación actual de la venta de cemento.....	29
Figura 31:	Tiempo de ciclo vs Takt time.....	30
Figura 32:	Diagrama de Ishikawa para el desorden en los materiales.....	32
Figura 33:	Diagrama de Parero con las causas del primer problema.....	34
Figura 34:	Diagrama de Ishikawa para las máquinas inoperativas.....	35
Figura 35:	Diagrama de Parero con las causas del segundo problema.....	36
Figura 36:	VSM futuro con las herramientas a aplicar.....	37
Figura 37:	Encargado de ventas en su oficina	41
Figura 38:	Trabajador cargando el cemento	42
Figura 39:	Implementación ergonómica para el encargado de ventas.....	43
Figura 40:	Función del montacarga dentro de la empresa	44
Figura 41:	Ayudante con su faja lumbar puesta	45
Figura 42:	VSM actual con las herramientas a aplicar	49
Figura 43:	Cantidad necesaria de cemento según la marca	49
Figura 44:	Plano marcado con la ubicación de la máquina y	50
Figura 45:	Cargador frontal dentro de la ferretería PAC	51

Figura 46: Croquis de la empresa con la señalización de los equipos de seguridad personal	53
Figura 47: Trabajadores de la empresa con sus respectivos implementos de seguridad	53
Figura 48: Reunión entre la gerente y los trabajadores de la empresa	54
Figura 49: Carga imprecisa de arena	57
Figura 50: Participación de cada herramienta sobre el costo total	70
Figura 51: Participación de cada herramienta en el beneficio generado	75



INTRODUCCIÓN

La empresa en estudio pertenece al sector de la construcción y su crecimiento se está dando de manera progresiva en los últimos años, a pesar de que en el año 2020 hubo un retroceso debido a la pandemia originada por la Covid-19; sin embargo, dicho sector sigue creciendo y contribuyendo con el desarrollo económico del estado peruano; asimismo, se presenta un incremento de centros ferreteros, debido a la alta demanda de los materiales requeridos para la construcción, por tanto, resulta importante sobresalir frente a la competencia ya sea por la calidad en los productos y/o servicios, precios bajos, prestigio, etcétera.

Por otro lado, se realiza el diagnóstico de la empresa para identificar los problemas principales que resultan perjudiciales para un progreso continua; asimismo, se aplica la Metodología de *Lean Manufacturing* e Ingeniería Industrial con el objetivo de mejorar los procesos de un centro ferretero y establecer una cultura de mejora continua.

La presente investigación tiene una estructura de seis capítulos, los cuales son expuestos a continuación:

En el primer capítulo, se presenta el marco teórico de los principales conceptos a emplear en esta investigación, tales como *Lean Manufacturing*, diseño de trabajo y los análisis de los procesos; de esta manera, se logra refrescar y/o ampliar los conocimientos requeridos para el desarrollo de las propuestas de mejora.

En el segundo capítulo, se realiza la descripción de la empresa con el propósito de dar a conocer la siguiente información: su ubicación, su estructura organizacional, su actividad económica, etcétera; además, se hace una descripción de los procesos, los cuales siguen una secuencia establecida para conseguir una viabilidad en el negocio, ya sea para la compra o venta de los productos.

En el tercer capítulo, se detalla el diagnóstico de la empresa, por lo que se escoge al producto estrella y se plantea el mapeo de flujo de valor para, posteriormente, analizar los desperdicios e identificar los problemas que serán suprimidos con algunas contramedidas.

En el cuarto capítulo, se exponen las propuestas de mejora que son implementadas para contrarrestar los problemas detectados en el capítulo anterior; dentro de las propuestas, se encuentran la ergonómica, las 5S's, la estandarización y la de Poka Yoke; cada una es presentada con su respectivo objetivo, plan, beneficio, etcétera.

En el quinto capítulo, se desarrolla la evaluación económica de cada propuesta de mejora ejecutada, por lo que es necesario calcular los costos de implementación y los beneficios económicos, tanto de manera parcial como total; luego de ello, se evalúa la factibilidad del proyecto, por lo que es necesario realizar un flujo de caja y analizar cada uno de sus indicadores.

Por último, en el sexto capítulo se mencionan las conclusiones y recomendaciones que la empresa debe tomar en cuenta para mejorar su rendimiento.



CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1 Concepto Lean Manufacturing

1.1.1 Definición

Lean Manufacturing es una filosofía que busca maximizar el valor agregador eliminando desperdicios o actividades que no agreguen valor dentro de una empresa, pues son acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar (Rajadell, 2021).

1.1.2 Historia y antecedentes

Las técnicas de organización de la producción surgen a principios del siglo XX con los trabajos realizados por *F.W. Taylor* y *Henry Ford*, quienes establecieron las primeras bases de la organización de la producción y el uso intensivo de normalización de productos, respectivamente; en ambos casos se tratan de técnicas que buscan una nueva forma de organización para hacer posible la producción rígida en masa de grandes cantidades de producto. A finales de 1940, un colapso de las ventas obligo a la empresa Toyota a despedir gran parte de la mano de obra, sin embargo, dos ingenieros de dicha empresa, *Eiji Toyoda* y *Taiicho Ohno*, visitaron compañías americanas y buscaron adoptar su cultura, la cual consistía en buscar la forma de aplicar mejoras en las planta de fabricación a nivel de puesto de trabajo y línea de fabricación y es así que, décadas después, se adoptaron plenamente los principios de la calidad total y mejora continua en las fábricas de occidente (Hernández & Vizán, 2013).

1.1.3 Principios de Lean Manufacturing

Los principios básicos de Lean Manufacturing deben estar enlazados con la mejora continua para generar una secuencia perfecta en el cambio que se presente en un producto u organización (Rivera, 2021). Los principios fundamentales se enumeran de la siguiente manera (Cabrera, 2022):

1. Definir el valor desde el punto de vista del cliente.
2. Identificar la cadena de valor y eliminar desperdicios.
3. Crear un flujo para hacer que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso a otro.
4. Producir el "Jale" del cliente, es decir, producir por órdenes de compra del cliente en lugar de emplear pronósticos a largo plazo.
5. No se debe perder tiempo explicando y justificando.
6. Perseguir la perfección y buscar la mejora continua permanente.

1.1.4 Desperdicios

Lean Manufacturing se implanta en las empresas para crear un flujo de efectividad en los procesos, puesto que se eliminan todos aquellos obstáculos o desperdicios (Bonilla et al., 2020). Según Cabrera, el concepto de desperdicio puede quedar circunscrito a aspectos tales como:

- **Material/espacio:** Convertir todo el material en producto final y evitar emplear espacios con materias primas y productos terminados innecesarios.
- **Sobreproducción:** Producir solo la cantidad exacta que el cliente necesita cuando la necesita.
- **Movimiento innecesario:** Evitar el movimiento injustificado de las personas por mala ergonomía o mala distribución de planta.
- **Transporte:** Evitar el transporte de cualquier material o equipo que no añada valor al producto final.
- **Tiempo de espera:** Evitar retrasos por falta de instrucciones, decisiones, errores, etcétera.
- **Complejidad en los procesos:** Desarrollar un proceso de la forma más simple ya que las soluciones complejas tienden a producir desperdicios.
- **Reprocesamiento:** Evitar reacondicionar partes de un proceso o producto terminado.
- **Talento humano:** El talento humano es el principal recurso para detectar los desperdicios en las diferentes áreas y no aprovecharlo plenamente es el mayor de los desperdicios en que se puede incurrir.

1.2 Diseño del trabajo

Es importante precisar las actividades que integran un trabajo para cada persona. A continuación, se van a examinar algunos de los componentes que se derivan del diseño del trabajo (Heizer & Render, 2014).

1.2.1 Especialización del trabajo

Según Heizer & Render (2004), este componente consiste en destinar responsabilidades específicas a cada individuo durante la hora de trabajo. Para ello, se van a establecer cuatro consideraciones importantes para aumentar la eficiencia de los trabajadores:

1. Reducción en los tiempos requeridos para el aprendizaje de las actividades laborales debido al desarrollo de tareas repetitivas.
2. Reducción en el tiempo invertido ya que el empleado no cambia de herramienta, maquinaria o tarea.

3. Implementación de herramientas especiales pues solo se van a emplear las necesarias para cada labor específica.
4. Reducción en los costos de mano de obra puesto que solo se pagará por cada actividad específica requerida.

1.2.2 Sistema de motivación e incentivos

Hoy en día, el dinero contribuye en la motivación de los trabajadores de manera psicológica y financiera, ya que es un medio con el cual se logra adquirir algún bien o servicio; como parte de la recompensa financiera se tiene lo que son: bonos, ganancias compartidas y sistema de incentivos (Heizer & Render, 2014).

- **Bonos:** Es una recompensa monetaria que usualmente se entrega en efectivo o a través de acciones y generalmente se le entrega al área administrativa y de operaciones.
- **Ganancias compartidas:** Consiste en premiar a aquellos trabajadores que han logrado un desempeño notable en la empresa.
- **Sistema de incentivos:** Se basa en la productividad individual o grupal que logren alcanzar un estándar predefinido.

1.2.3 Ergonomía

Se define como el estudio del trabajo que busca mejorar el desempeño de los empleados mediante la implementación de herramientas o lugares de trabajo con diseños ergonómicos que faciliten el cumplimiento de las actividades laborales. Esta disciplina consiste en mejorar la postura de los trabajadores, reducir cualquier esfuerzo físico que comprometa la salud del trabajador, acoplar un entorno de trabajo con todo lo necesario para que los empleados trabajen de la manera más cómoda, entre otros (Heizer & Render, 2014). Adicionalmente, en la Tabla 1, se va a presentar un listado con los métodos de evaluación relacionados a la carga postural y a la repetitividad de los movimientos.

Tabla 1: Tabla de los métodos de evaluación

Método	Medición
RULA	Carga postural
REBA	Carga postural
OWAS	Carga postural
OCRA	Repetitividad en los movimientos

Según Diego (2015), cada uno de los métodos se van a definir de la siguiente manera:

- **Método RULA:** Evalúa las posturas individuales que presentan los trabajadores y, con lo cual, se pueden generar trastornos en los miembros superiores del cuerpo.

- **Método REBA:** Evalúa las posturas individuales que pueden presentar los trabajadores y, con lo cual, se pueden generar trastornos en el cuerpo completo.
- **Método OWAS:** Se evalúan todas las posturas, de manera conjunta, que adopta el trabajador y, con lo cual, se pueden generar trastornos en el cuerpo completo.
- **Método OCRA:** Se evalúan los riesgos en la salud que se pueden generar por los movimientos repetitivos que desarrollan los trabajadores con sus miembros superiores.

1.3 Herramientas de Lean Manufacturing

La dirección realiza un análisis sobre todas las oportunidades de mejora que se presenten en un producto para, seguidamente, determinar las herramientas que se van a utilizar para el desarrollo de las actividades *Lean* (Rajadell & Sanchez, 2010). A continuación, se presentan las herramientas que serán empleadas en función de los recursos, capacidades y habilidades disponibles.

1.3.1 Trabajo Estandarizado

La estandarización consiste en seguir una secuencia de operaciones bajo una norma pre acordadas para maximizar la eficiencia de las personas y máquinas dentro de una organización; asimismo, esta herramienta sirve para describir la forma más segura de realizar una tarea ya que se utiliza sobre procesos definidos y repetitivos, lo cual hace que el empleado trabaje de la misma forma y pueda obtener resultados con la mínima posibilidad de errores (Blum, 2020). Para complementar la idea sobre la importancia de la estandarización, bastaría con preguntar: ¿Qué pasaría si mucho de los productos que consumimos a diario no estuvieran estandarizados? Un posible caso, como ejemplo, sería que cada productor de foco produzca una rosca diferente para conectar a la porta lampara, en este caso se tendría que probar foco tras foco hasta que encaje y poder realizar la compra, dicha actividad tomaría mucho tiempo realizar; por tanto, sin un trabajo estandarizado no sería posible fabricar productos homólogos a bajo costo y en un tiempo oportuno (Cabrera, 2022).

1.3.2 Mapeo del Flujo de Valor (VSM)

Según Hernández & Vizán (2013), el Mapeo del Flujo de Valor es una herramienta de representación gráfica que muestra, mediante iconos específicos, el flujo de materiales e información requeridos en un proceso desde el aprovisionamiento de materia prima hasta la entrega del producto final al cliente; asimismo, el VSM ayuda a identificar las actividades que no agregan valor al negocio con el objetivo de eliminarlas para conseguir una tasa de producción cercana a la tasa demandada por el cliente. La aplicación de esta herramienta requiere una serie de pasos como las que se muestran en la Figura 1.



Figura 1: Pasos para un Mapeo de Procesos
 Fuente: Villaseñor & Galindo (2014)
 Elaboración propia

- 1) Se inicia con un compromiso por parte de la alta gerencia para implementar la Manufactura Esbelta.
- 2) Seleccionar al proceso o producto que tenga mayor relevancia para el cliente, en este punto se pretende mejorar el uso de recursos disponibles, por lo cual, se va a contabilizar los productos que pasan por un mismo proceso en familia como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Tabla de familia de productos

		Procesos								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
P r o d u c t o s	A-1	X	X	X		X	X			Familia A
	A-2	X	X	X	X	X	X		X	
	A-3	X	X	X		X	X	X		
	B-1		X	X	X			X	X	Familia B
	B-2		X	X	X			X	X	
	C-1	X		X		X	X	X	X	Familia C
C-2	X		X		X	X	X	X		

Fuente: Villaseñor & Galindo (2007)
 Elaboración propia

- 3) Aprender los conceptos básicos de la Manufactura Esbelta que ayuden a tener una mejor visión del trabajo a realizar.
- 4) En este paso empieza la elaboración del mapa actual con los datos del *Value Stream Mapping* obtenidos del piso de producción; dicho mapa será dibujado con iconos como los que se muestran en la Figura 2, asimismo, se agregarán las flechas de flujo de información, así como los datos de tiempo obtenidos.



Figura 2: Símbolos del Value Stream Mapping
 Fuente: Madariaga (2019)
 Elaboración propia

- 5) Una vez obtenido el estado actual documentado, se continua con la identificación de los medibles de la Manufactura Esbelta, para ello se revisa la lista de los medibles comunes y las metas de mejoras documentadas que se establecerán en el estado futuro.
- 6) A continuación, se van a dibujar los íconos que representen a los proveedores, cliente y control de producción, además de adjuntar la información de entrega de materia prima y su embarque de producto terminado; por tanto, en este paso se hará un enfoque en la demanda, el flujo continuo y la nivelación de producción, por lo cual será necesario el uso del *Takt time*, *Pitch*, *Kanban*, entre otros.
- 7) Luego de analizar el mapa futuro, se va a crear un plan de Kaizen de manera regular y con su respectivo diagrama de seguimiento hasta alcanzar el estado futuro propuesto.
- 8) La implementación de los planes Kaizen puede resultar complicada para algunas personas por lo que se recomienda mantener una comunicación constante, reconocer el esfuerzo de la gente y mantener el respeto mutuo; asimismo, es importante evitar que un problema detenga un proceso y considerar cada evento Kaizen como un experimento.

1.3.3 Poka Yoke

Los mecanismos de esta herramienta nos ayudan a evitar defectos a pesar de los errores humanos que usualmente se cometen por distracción; los defectos son el resultado generado a causa de los errores, existen dos estados de defecto: cuando está a punto de ocurrir y cuando ya ha ocurrido, las cuales se denominan predicción y detección, respectivamente; para evitar los defectos y garantizar una buena calidad en el proceso, Poka Yoke sugiere identificar artículos por sus características y detectar alguna desviación, ya sea de procedimientos o valores fijo (Villaseñor & Galindo, 2007).

1.3.4 Las 5S's

Se definen como una disciplina que busca conseguir mejoras de productividad en un lugar de trabajo a través de la implementación de hábitos orientados al orden y limpieza. Un programa de 5S's se logra realizando cambios en los procesos mediante el desarrollo de 5 etapas, las cuales se muestran en la Figura 3, dichas etapas estarán conectadas una seguida de la otra para mantener una duración a largo plazo de sus beneficios (Socconini, 2019).



Figura 3: Etapas de las 5S's
Fuente: Socconini (2019)
Elaboración propia

A continuación, y de acuerdo con Rajadell & Sanchez (2010), Fernández (2014) y Villaseñor & Galindo (2014), el detalle de las 5S's son las siguientes:

- **Seiri:** También llamado de clasificación, se separan los elementos necesarios de los innecesarios, estos últimos son retirados del área de trabajo para evitar estorbos que originen despilfarros, lo cual puede ocasionar pérdidas de tiempo en localizar cosas, falta de espacio, accidentes personales, etcétera; en la Figura 4, se puede mostrar un ejemplo concreto de esta primera etapa.



Figura 4: Seiri
Fuente: Rajadell & Sanchez (2010)

- **Seiton:** Conocido como ordenar, luego de seleccionar los elementos necesarios, se procede a ordenarlos en lugares de fácil acceso para que el personal a cargo logre encontrar, con facilidad y en cualquier momento, todos los artículos necesarios para

su uso; en la Figura 5, se muestra una forma organizada de cómo mantener el área de trabajo de manera eficaz.



Figura 5: Seiton
Fuente: Rajadell & Sanchez (2010)

- **Seiso:** Conocido como limpieza, se refiere a suprimir la suciedad mediante una inspección previa a todo lo que conforme el puesto de trabajo; asimismo, establece integrar la limpieza como una tarea diaria para prevenir defectos en los equipos y reducir la presencia de algún accidente.
- **Seiketsu:** Conocido también como estandarización, consiste en seguir un método para que las tres etapas mencionadas anteriormente se ejecuten de manera adecuada y regular; así, se busca normalizar las especificaciones operativas para transmitir de la manera más simple un manual de estandarización que genere hábitos establecidos, las cuales tendrán que ser cumplidas para evitar algún tipo de accidente que ponga en riesgo la salud e integridad de los trabajadores.
- **Shitsuke:** También llamado disciplina, se basa en el cumplimiento de un conjunto de reglas hasta convertirse en un hábito, el cual tiene que seguir cada miembro de la organización como parte de su trabajo diario para garantizar una mejora continua.

1.3.5 Just in Time (JIT)

En la Figura 6 se observan algunos principios, herramientas y técnicas que engloba *Just in Time*, los cuales permiten producir artículos en lotes de tamaño pequeño, con la calidad requerida, bajo costo y dentro del plazo de entrega solicitado por el cliente; por ello, es importante seguir una serie de reglas como, por ejemplo, empezar a producir siempre y cuando el cliente lo haya ordenado, nivelar la demanda para que el trabajo fluya suavemente dentro de la planta y maximizar la flexibilidad de la gente y la maquinaria (Villaseñor & Galindo, 2007). Asimismo, la aplicación *Just in Time* se caracteriza por ser un proceso que busca

eliminar de manera continua todo aquello que no agregue valor al producto o servicio desde la perspectiva del cliente final; ello se consigue a través de una perfecta sincronización entre una operación y otra pues se busca reducir el plazo de producción desde la entrada de materia hasta la entrega del producto terminado (Cabrera,2022). En la Figura 7 se muestra un proceso continuo mediante células en U para conseguir una producción que se encuentre dentro del tiempo de ciclo planificado (Madariaga, 2019).

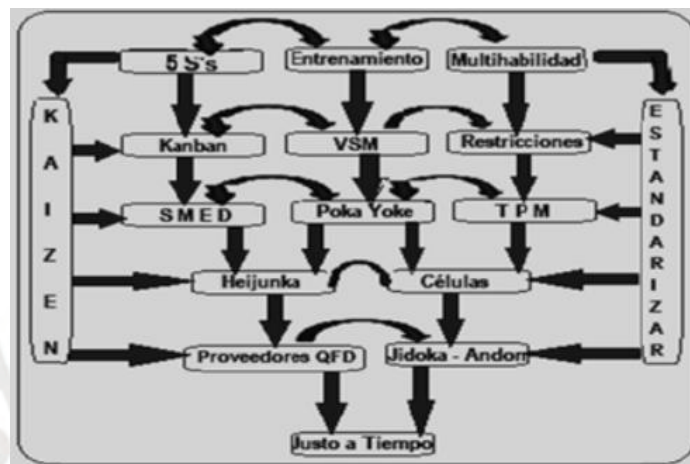


Figura 6: Aplicación sistematizada JIT
Fuente: Rafael Cabrera (2022)

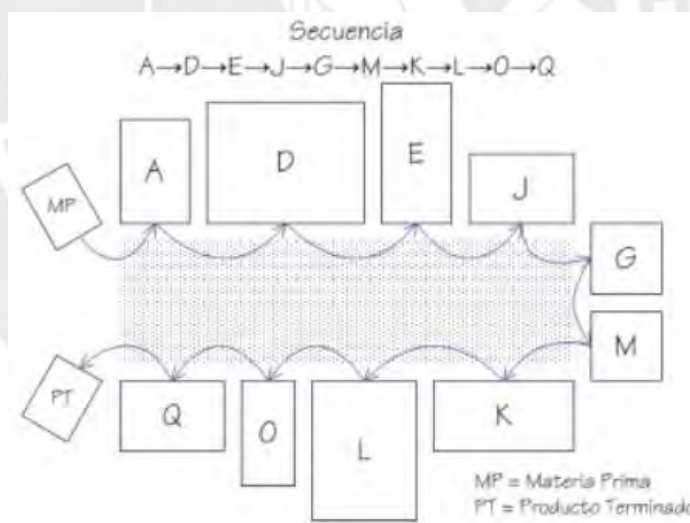


Figura 7: Flujo continuo mediante células en U
Fuente: Madariaga (2019)

1.4 Herramientas de análisis de procesos

El análisis de procesos es necesario para todas las partes de una organización, ya que ayuda a encontrar, mediante el uso de herramientas, la manera más sencilla de entender lo que sucede en el diseño y rediseño de un proceso (Heizer & Render, 2004).

Según el concepto de Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008), las herramientas de análisis de procesos se plantean de la siguiente manera:

1.4.1 Diagrama de flujo

Diagrama de flujo o Mapa de Procesos, detalla todo el flujo de información requerida en una serie de procesos; por lo general, no presenta un formato específico, pero suelen trabajar con figuras como cuadros, rombos, círculo, flechas y otras, las cuales van a representar los procesos de trabajo interfuncionales que las organizaciones emplean para producir sus productos, además, permite analizar los puntos críticos entre las funciones y los departamentos de una compañía. A continuación, se puede visualizar, en la Figura 8, un ejemplo del diagrama de flujo relacionado al proceso de ventas de una empresa de consultoría.

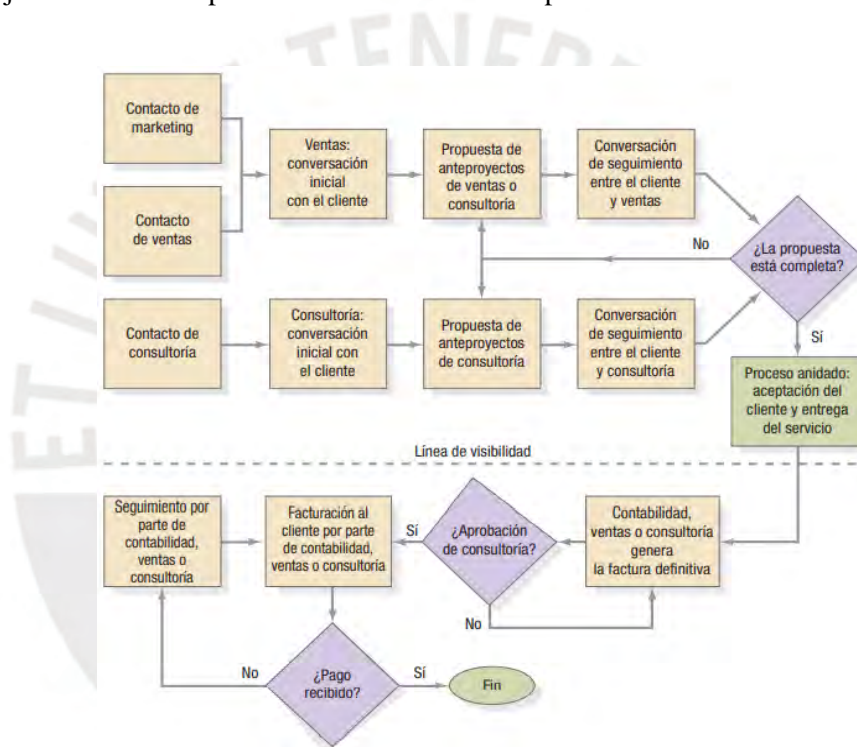


Figura 8: Diagrama de Flujo de un proceso de ventas
Fuente: Krajewski, Ritzman & Malhotra (2008)

1.4.2 Gráficos de procesos

Un gráfico de proceso se usa para documentar, mediante tablas y de forma organizada, toda actividad que pueda realizar una persona en una estación de trabajo; así, se pueda examinar a fondo el nivel del trabajo que realice un operario y, con ello, hacer una estimación del costo anual requerido; posteriormente, se va a evaluar y elegir al método más idóneo a emplear. A continuación, se presentan algunas categorías en relación a las actividades de un proceso típico.

- **Operación:** Modifica, crea o agrega algo.
- **Transporte:** Mueve el objeto de estudio de un lugar a otro.

- **Inspección:** Revisa o verifica algo, pero sin hacerle cambios.
- **Retraso:** Se presenta cuando el objeto se queda detenido en espera de una acción posterior.
- **Almacenamiento:** Ocurre cuando algo se guarda para usarse después.

1.4.3 Gráfico de Pareto

Conocido como la regla 80-20, pues el 80% de una actividad tiene como causa el 20% de los factores que lo componen aunque puede haber una pequeña variación porcentual dependiendo de cada situación; los factores pueden identificarse por medio de un gráfico Pareto, el cual se representa a lo largo del eje horizontal, por orden decreciente de frecuencia, y el eje vertical, como el porcentaje acumulativo de dicha frecuencia; La curva que se forme en el gráfico identificará a los factores que requieran de una atención inmediata por parte de la gerencia. Como un ejemplo concreto, en la Figura 9 se muestra el gráfico de Pareto de un restaurante con los principales problemas a los que debería enfocarse en solucionar el gerente.

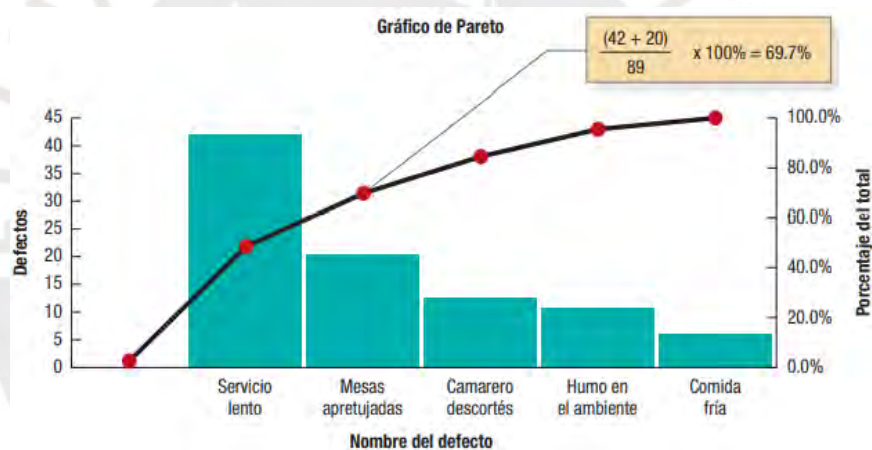


Figura 9: Gráfico de Pareto de un restaurante
Fuente: Krajewski, Ritzman & Malhotra (2008)

1.4.4 Diagrama de Causa y Efecto

Desarrollado por Kaoru Ishikawa, también se lo conoce con el nombre de Diagrama de Espina de Pescado, este tipo de diagrama ayuda a la gerencia a relacionar un problema clave de desempeño con sus posibles causas. Así, la principal brecha de desempeño o problema se puede representar como la "cabeza" del pescado; las categorías de las posibles causas tales como el personal, materiales, equipo, procedimiento y otros se pueden representar como las "espinas" estructurales; y las causas probables específicas como las "espinas menores". En la Figura 10 se muestra el Diagrama de Causa y Efecto en una aerolínea.

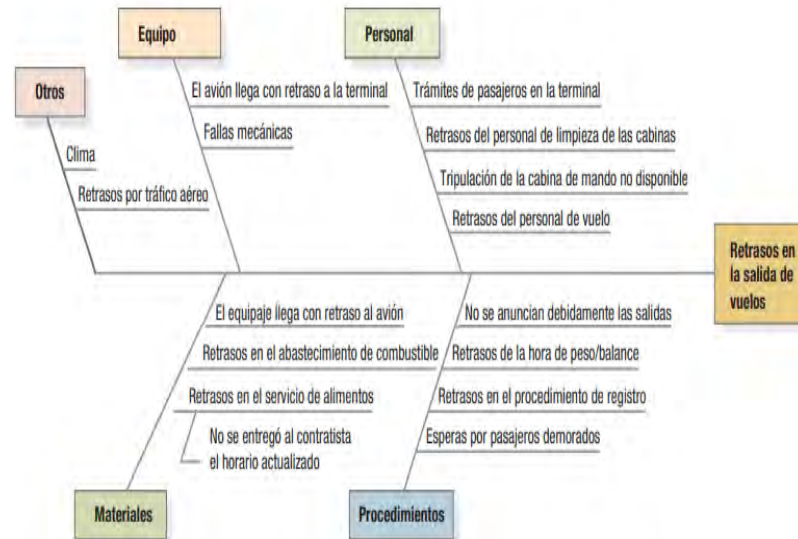


Figura 10: Diagrama Causa y Efecto en una aerolínea
Fuente: Krajewski, Ritzman & Malhotra (2008)

1.4.5 Método lluvia de ideas

El propósito de este método es estimular la creatividad de un grupo de personas, conocedoras del proceso, para obtener la mayor cantidad de ideas posible, por más extravagantes que parezcan; luego de terminada la sesión de lluvia de ideas, un equipo de diseño identifica los cambios favorables que se ofrecen al proceso; estos cambios pueden ser de capacidad, distribución, tecnología e incluso ubicación.

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

En el presente capítulo se hará una descripción de la empresa con su respectiva ubicación, misión y visión; asimismo, se va a determinar e identificar su estructura organizacional, actividades económicas, proveedores, entre otros; por último, se va a realizar un diagnóstico para analizar y tomar medidas que contribuyan con la empresa.

2.1 Descripción de la empresa

La empresa a analizar es una ferretería cuya imagen se muestra en la Figura 11; lleva el nombre de PAC y está dedicada a la venta de materiales y accesorios de construcción en general; su objetivo es garantizar una atención de calidad al momento de proporcionar a sus clientes los productos que necesiten para la construcción de sus viviendas a cambio de una retribución económica; el pedido puede ser entregado a domicilio o recogido en la tienda, lo cual va a depender del cliente y de la cantidad que solicite.



Figura 11: Ferretería PAC

2.1.1 Ubicación

La ferretería PAC se encuentra ubicada a la altura del kilómetro 30 de la carretera Panamericano Norte, en el distrito de Puente Piedra y departamento de Lima.

2.1.2 Misión

Brindar a todos sus clientes una atención de calidad para que se sientan satisfechos con la atención recibida, por lo cual se enfocan en cumplir puntualmente cada pedido recibido.

2.1.3 Visión

Ser una empresa de prestigio que transmita seguridad y tranquilidad a sus clientes al momento de realizar una compra.

2.2 Estructura de la organización

Para cumplir con los objetivos comerciales y conseguir un alto desempeño que logre satisfacer las necesidades del cliente, la empresa cuenta con un organigrama estructural dividido en tres niveles, como se muestra en la Figura 12.

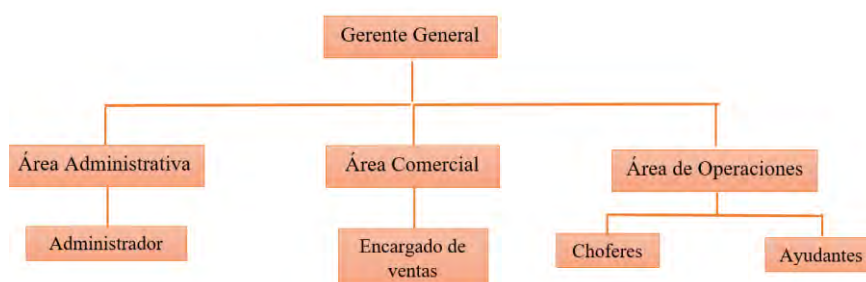


Figura 12: Organigrama

2.2.1 Gerente General

La Gerente General se encarga de negociar con los diferentes proveedores a fin de conseguir los precios más competitivos del mercado y, así, obtener un mayor beneficio económico al momento de realizar una venta; asimismo, está pendiente de cumplir con todas las normas legales para evitar inconvenientes con la municipalidad y SUNAT.

2.2.2 Área Administrativa

El personal a cargo tiene la función de administrar de manera eficiente las actividades financieras a través de una planificación y organización en los presupuestos de la empresa; además, se encarga de la contabilidad de la empresa mediante la declaración de impuestos, el pago de seguros de los empleados y realizando un análisis del flujo de caja.

2.2.3 Área Comercial

El encargado del área comercial atiende y agenda los pedidos del cliente para posteriormente coordinar con los empleados la entrega; asimismo, el vendedor es el responsable de recibir la mercadería de los proveedores y, también, estar atento a cualquier variación en los costos de los materiales para evitar imprevistos con los clientes.

2.2.4 Área de Operaciones

Por un lado, están los choferes, quienes se encargan de coordinar con el encargado de ventas el lugar y la hora de entrega de los pedidos, también, son los responsables de entregar los materiales hasta el lugar donde lo solicite el cliente; en algunos casos, los choferes acuden a las fábricas para llevar algunos materiales a la ferretería; así, se logra almacenar y evitar una posible escasez de mercadería. Por otro lado, están los ayudantes, quienes acompañan a los choferes para ayudar a cargar y descargar los materiales de construcción.

2.3 Productos

La ferretería PAC maneja una amplia lista de mercadería en su inventario ya que ofrece a sus clientes todo lo necesario para la construcción de sus hogares.

Los productos más relevantes dentro de su inventario son los siguientes:

- **Agregados:** Los agregados son fundamentales para la elaboración de una mezcla de concreto, dicha mezcla es usado para asentar los ladrillos, rellenar las columnas, tarrajear, etcétera; dentro de la lista de los agregados se puede encontrar la piedra chancada y la arena gruesa, las cuales se muestran en la Figura 13 y Figura 14, respectivamente.



Figura 13: Piedra chancada



Figura 14: Arena gruesa

- **Cemento:** El cemento que se muestra en la Figura 15 es un material fundamental al momento de realizar la mezcla con los otros componentes pues endurece y proporciona una resistencia al concreto; las marcas de cemento que se ofrece en la ferretería son: Sol, Andino y Apu.



Figura 15: Cementos

- **Fierros:** Los fierros que se muestran en la Figura 16 arman la estructura de toda construcción y pueden cumplir diferentes funciones tales como dar el diseño de las columnas y vigas; dentro de las marcas que se comercializa en la empresa se encuentran Siderperú y Aceros Arequipa.



Figura 16: Fierros

- **Ladrillos:** Los ladrillos que se muestran en la Figura 17 presentan diversas presentaciones, entre los modelos más comerciales se encuentran: pandereta, King Kong, 15x30 y 12x30; actualmente solo se ofertan en las marcas Lark, Arcimax y Terramax.



Figura 17: Ladrillos

- **Tuberías:** Las tuberías que se muestran en la Figura 18 son empleadas para realizar las conexiones de agua, desagüe y luz, por lo que se presentan en diferentes medidas, tales como: $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1", 2", etcétera.



Figura 18: Tuberías

- **Accesorios y herramientas:** En la Figura 19 se muestran diferentes productos como, por ejemplo, focos, caños, cinta aislante, pegamentos, alicates, desarmadores y muchos más; con esta lista se complementa el inventario que maneja actualmente la ferretería PAC.



Figura 19: Accesorios y herramientas

2.4 Sector y actividad económica

La ferretería PAC está vinculada al sector de la construcción a través de la comercialización de los materiales empleados para un proyecto de construcción o remodelación de un inmueble; según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme, la actividad económica en la que se encuentra está documentada con el código 4663, la cual está descrita como la venta al por mayor de materiales de construcción, artículos de ferretería y equipo y materiales de fontanería y calefacción.

2.5 Proveedores y clientes

2.5.1 Proveedores

Con el objetivo de aumentar su margen de utilidad, la ferretería PAC busca los precios más competitivos del mercado a través de sus diferentes proveedores; generalmente, son ellos quienes entregan los materiales solicitados, sin embargo, también es posible el recojo en sus almacenes para reducir los costos de transporte o flete. A continuación, se mencionarán a los proveedores más frecuentes de la empresa.

- **Distribuidora Ampe:** Es la principal abastecedora de cemento, fierro, alambre, clavo, tuberías y accesorios en general; normalmente brinda una semana de plazo para pagar la mercadería, la cual es enviada en sus camiones, tal como se muestra en la Figura 20; asimismo, puede realizar despachos en su local que se encuentra ubicado en el kilómetro 35 de la carretera Panamericana Norte.



Figura 20: Camión repartidor de la Distribuidora Ampe

- **Ladrillera Lark:** En la figura 21 se muestra a la fábrica ubicada en el distrito de Carabayllo, se encarga de la producción de todo tipo de ladrillos; la ferretería PAC y la mayoría de sus clientes compran al contado y recogen el producto de la misma planta ya que el costo por flete en este sector es elevado.



Figura 21: Ladrillera Lark

- **Chancadora Dorad:** En la Figura 22 se muestra a la planta productora de agregados, tales como: piedra chancada, piedra zanja, confitillo, arena, entre otros; es necesario que sus clientes se acerquen con sus propios vehículos de carga y compren al contado, pues en dicha planta no se brinda el servicio de flete.



Figura 22: Chancadora Dorad

2.5.2 Clientes

Actualmente, la ferretería solo hace repartos a zonas aledañas al propio local o que se encuentren dentro del distrito de Puente Piedra. La venta se realiza de manera directa al consumidor final, quien tiene la libertad de acercarse al local para observar los materiales antes de realizar la compra, la cual se puede concretar a través del pago en efectivo o depósito bancario; sin embargo, los clientes frecuentes suelen realizar sus pedidos vía telefónica ya que suelen pagar por el material cuando llega al lugar de su destino.

2.6 Distribución del local y maquinarias

2.6.1 Distribución del local

En la Figura 23 se muestra un croquis del área cuya dimensión es de 288 m² aproximadamente; dicho espacio es empleado por la ferretería PAC para realizar sus actividades comerciales, tales como la atención al cliente dentro de la oficina, la entrada al local y la ubicación, tanto de los productos en venta como del servicio higiénico.

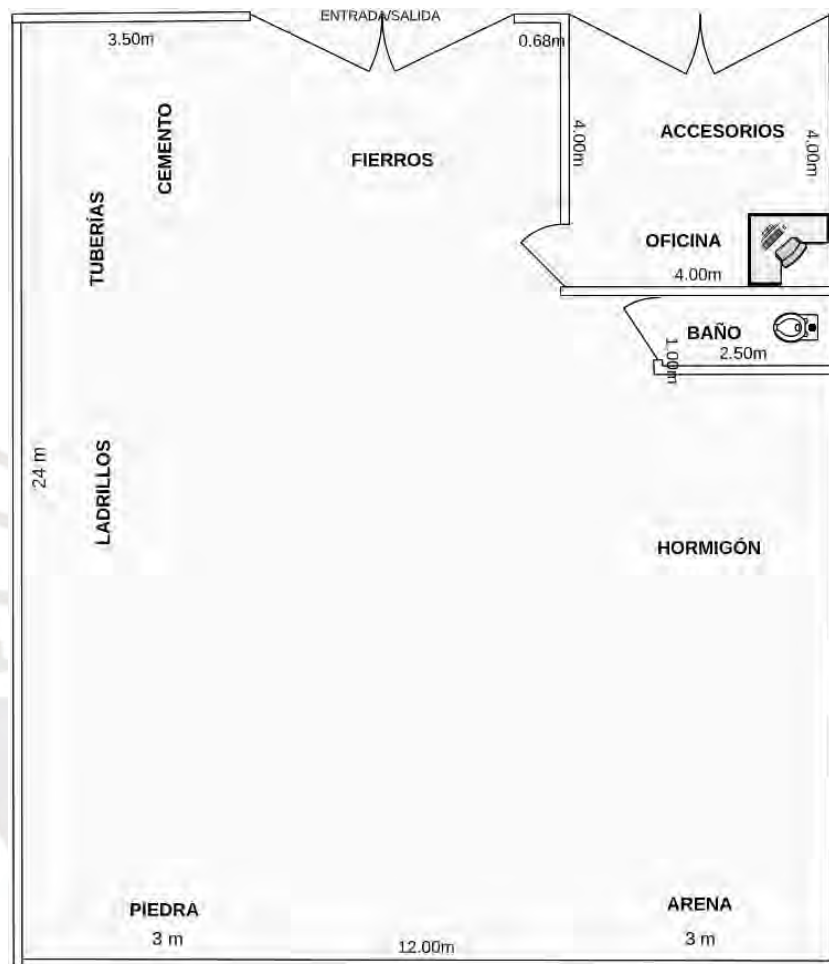


Figura 23: Croquis de la distribución actual de la ferretería PAC

2.6.2 Maquinarias

Actualmente, la ferretería PAC cuenta con dos camiones, un volquete y un cargador frontal, los cuales son fundamentales para el transporte de mercadería, ya sea para ser llevados al almacén o ser enviados hasta el lugar donde el cliente lo solicite.

- **Volvo N10:** En la Figura 24 se muestra al volquete con capacidad de carga de diez toneladas, cuya función principal es de abastecer a la ferretería con agregados de todo tipo, aunque en ocasiones también entrega los pedidos de manera directa a los clientes.



Figura 24: Volquete Volvo N10

- **Mitsubishi Fuso:** En la Figura 25 se muestra al camión con capacidad de carga de siete toneladas y, generalmente, abastece con ladrillos, fierros y cemento a la ferretería cuando los proveedores no pueden enviar los pedidos solicitados en la fecha requerida; por ello, este camión suele movilizarse hasta la fábrica o locales de sus proveedores.



Figura 25: Camión Mitsubishi Fuso

- **Toyota Dyna:** En la Figura 26 se muestra al camión con capacidad de carga de cuatro toneladas; tiene como única función transportar los pedidos requeridos por los clientes.



Figura 26: Camión Toyota Dyna

- **Volvo L120:** En la Figura 27 se muestra al cargador frontal con una capacidad de carga en su cucharón de 2 metros cúbicos; se encuentra dentro de la ferretería y tiene la función de cargar los agregados dentro del camión de reparto para optimizar los tiempos de entrega.



Figura 27: Cargador frontal Volvo L120

2.7 Descripción del proceso de compra y venta

La empresa brinda un servicio comercial relacionados al rubro de la construcción, de modo que es importante seguir una serie de pasos en cada proceso para lograr conseguir una viabilidad en el negocio. A continuación, se hará una descripción de los procesos más relevantes.

2.7.1 Descripción del proceso de compra

En la Figura 28 se muestra el Diagrama de Flujo del proceso de compra, el cual será descrito a continuación:

- **Verificar stock de seguridad:** Se realiza una inspección del stock de seguridad para evitar la escasez de algún producto; si es necesario el abastecimiento, se hace el pedido y se evalúan los beneficios que ofrece cada proveedor, si no se posterga el pedido hasta reducir el inventario.
- **Comprar material:** Se selecciona al proveedor que va a abastecer con mercadería a la ferretería y con quien se va a coordinar el pago y el horario de entrega.
- **Revisar material:** Antes de recibir el material, se inspecciona que la mercadería se encuentre completa y en buen estado; si no cumple con la calidad o el producto está incompleto, se procede a realizar el reclamo con el proveedor para corregir los imprevistos.

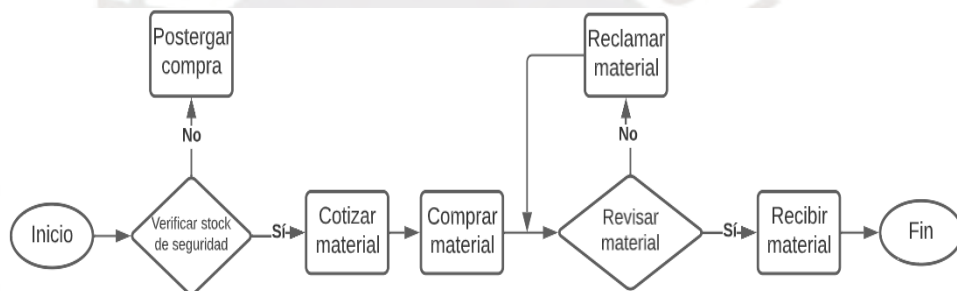


Figura 28: Diagrama de Flujo del proceso de compra

2.7.2 Descripción del proceso de venta

En la Figura 29 se muestra el diagrama de flujo del proceso de venta, el cual será descrito a continuación:

- **Actualizar inventario:** Luego de recibir el material, se actualizan los precios y cantidades del inventario.
- **Recibir pedido:** Se reciben los pedidos de manera presencial o por llamada telefónica; si se dispone del material que el cliente solicita o si el cliente brinda el tiempo para conseguirlo, se coordina la entrega, caso contrario, se rechaza el pedido.
- **Entregar pedido:** El transportista, encargado del envío del material, recibe la guía del pedido; seguidamente, alista la mercadería y lo lleva hasta la obra del cliente; finalmente, informa al área de ventas que el pedido ha sido entregado satisfactoriamente.
- **Analizar estado de resultados:** Al final del día, se contabilizan los ingresos y egresos que tuvo la empresa para conocer el monto de utilidad generada; si hubiese perdida, se hace un análisis con las posibles soluciones.

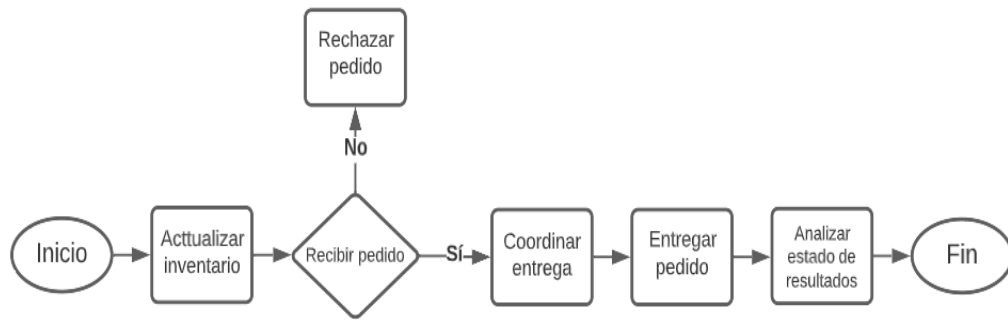


Figura 29: Diagrama de flujo del proceso de venta



CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

3.1 Selección de la etapa principal de la empresa

La etapa empleada para actualizar el inventario se considera como la más importante para la empresa, ya que se encuentra vinculada de manera directa con los procesos de compra y venta. Por ejemplo, antes de realizar el pedido, es importante revisar el inventario para conocer el tipo y la cantidad del producto a pedir, y así evitar un sobrestock de mercadería; asimismo, antes de realizar una venta y coordinar la entrega con el transportista es necesario verificar en el inventario la disponibilidad del producto para no tener ningún inconveniente con el cliente.

3.2 Selección de la familia principal de productos

La empresa cuenta con seis familias de productos comerciales, las cuales se encuentran clasificadas según los ingresos promedio que presentan mensualmente cada una de ellas, tal y como se muestra en la Tabla 3; de esta manera, se puede observar que la venta de cementos tiene una mayor relevancia respecto a los demás, ya que representa el 40% del total de ingresos percibidos.

Tabla 3: Tabla de clasificación ABC de la familia de productos

Productos comercializados	Ingreso promedio mensual (S/.)	Porcentaje parcial (%)	Porcentaje acumulado (%)	Clasificación ABC
Cemento	S/ 45650.0.00	40%	40%	A
Fierro	S/ 33600.0.00	29%	69%	B
Ladrillos	S/ 20600.0.00	18%	87%	B
Agregados	S/ 10500.0.00	9%	96%	C
Tuberías	S/ 3400.0.00	3%	99%	C
Accesorios y herramientas	S/ 800.0.00	1%	100%	C

3.3 Selección del producto estrella

Luego de determinar que la venta de cementos genera un mayor ingreso con respecto a las otras familias, se va a determinar el producto estrella a través de una nueva clasificación ABC, la cual será mostrada en la Tabla 4.

Tabla 4: Tabla de clasificación ABC del producto estrella

Marcas de cemento	Cantidad (unid)	Porcentaje parcial (%)	Porcentaje acumulado (%)	Clasificación ABC
Cemento Sol	1200	63%	63%	A
Cemento Apu	400	21%	85%	B
Cemento Andino Ultra	120	6%	91%	C
Cemento Andino Tipo I	100	5%	96%	C
Cemento Andino Tipo V	70	4%	100%	C

Así, se logra observar que el cemento de marca Sol lidera las ventas generadas por la empresa, es decir, dicha marca es la preferida por los clientes al momento de comprar un cemento en la ferretería PAC.

3.4 Construcción del VSM actual

El uso de la herramienta de Mapeo del Flujo de Valor o también llamado VSM, por sus siglas en inglés, tiene como objetivo analizar, a través de un enfoque general, todo el proceso comercial y reconocer a aquella actividad que no genera valor agregado a la empresa.

En la Tabla 5 se muestra la información requerida para la elaboración del VSM de la familia principal, la cual fue proporcionada por un representante de la ferretería PAC.

Tabla 5: Tabla de datos diarios de la familia principal (cemento)

Atributos del proceso	Demanda promedio (unid/día)	78	unidades/día
	Tamaño de lote	20	
	Número de turnos por día	1	
	Disponibilidad (horas)	9	1 hora de descanso
Agenda	Tiempo de ciclo	6	minutos
	Tiempo de preparación	0	minutos
	Tiempo de operación	100	%
	Operarios	1	
	Inventario del material	78	
Cordina	Tiempo de ciclo	5	minutos
	Tiempo de preparación	0	minutos
	Tiempo de operación	100	%
	Operarios	2	
	Inventario del material	78	
Carga	Tiempo de ciclo	10	minutos
	Tiempo de preparación	0	minutos
	Tiempo de operación	100	%
	Operarios	2	
	Inventario del material	78	
Envío	Envío promedio de 78 unidades por día		

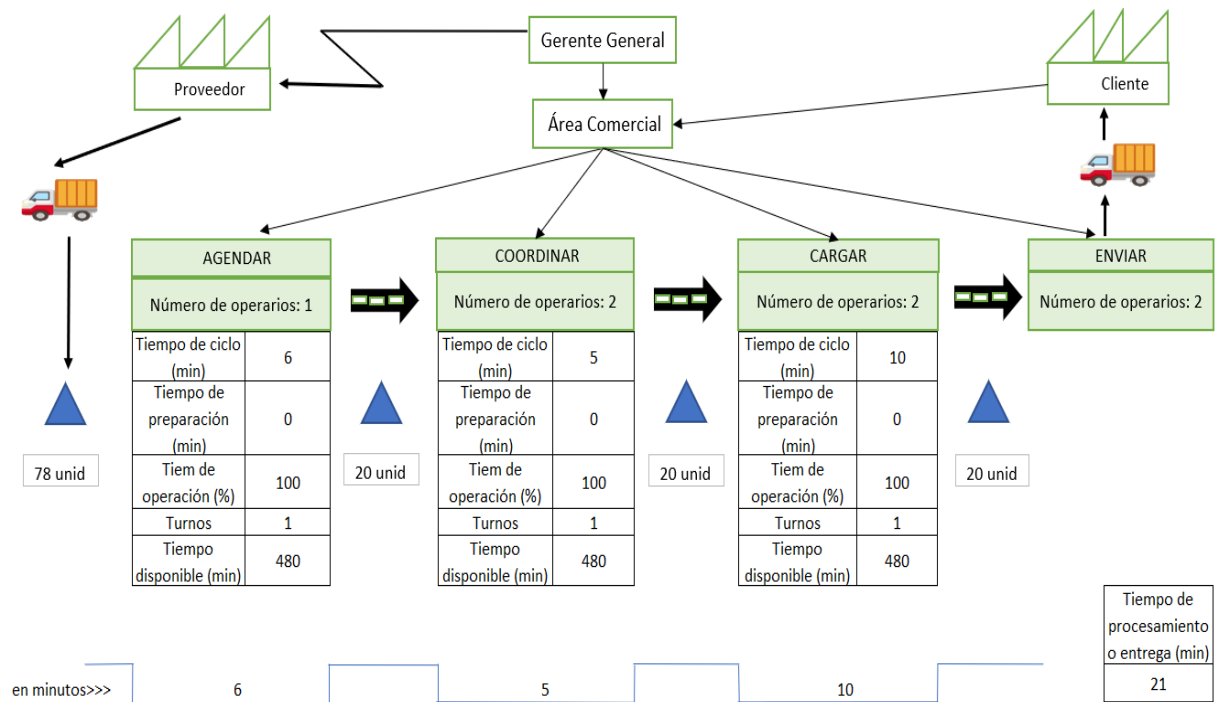


Figura 30: VSM de la situación actual de la venta de cemento

Es importante recalcar que para la elaboración del VSM, mostrado en la Figura 30, se trabajó con un tiempo de entrega en minutos y con un promedio de despacho no mayor a los cuatro pedidos por día.

3.5 Determinación del Takt time

Por un lado, se sabe que la empresa realiza pedidos aproximados de 1890 bolsas de cemento por mes, lo que equivale a 78 unidades diarias, las cuales son distribuidas en 4 pedidos distintos; asimismo, se sabe que la empresa tiene un único turno de trabajo, desde las 8:00 am hasta las 5:00 pm, sin embargo, según la información y el análisis obtenido, solo se dispone de 38 minutos diarios para el despacho puesto que se presentan diferentes actividades durante el día, incluyendo el refrigerio que es de 12:00 m a 1:00 pm..

De esta manera se tiene:

$$Takt\ Time = \frac{\text{Disponibilidad neta diaria}}{\text{Demanda diaria}} = \frac{38\ \text{minutos}}{4\ \text{pedidos por día}} = 9.5\ \text{minutos por pedido}$$

Por otro lado, se observa que el VSM presenta un flujo secuencial por lo que la suma de los tiempos de ciclo es igual al tiempo de procesamiento, asimismo, se hace un análisis del cuello de botella que se obtiene en la etapa de cargar, ya que presenta el mayor tiempo requerido para realizar un despacho; en la Figura 31 se muestra una representación gráfica de la relación que hay entre el tiempo de ciclo y el Takt Time.

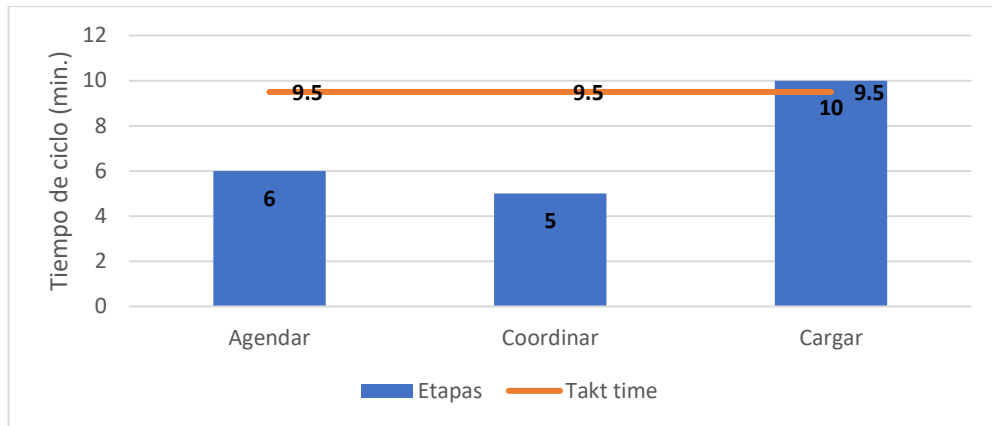


Figura 31: Tiempo de ciclo vs Takt Time

Finalmente, se observa que el cuello de botella que se genera supera al *Takt Time* en un 5.26%, por lo que se recomienda disminuir su tiempo de ciclo para conseguir una mayor eficiencia en el tiempo de entrega.

3.6 Análisis de los 7+1 desperdicios

Después de revisar las actividades que se emplearon en cada etapa y realizar el análisis de los 7+1 desperdicios, se logró identificar cada uno de los problemas que afectan a la empresa al momento de comercializar los materiales.

- 1) **Sobreproducción:** Solicitar más mercadería de lo necesario.
 - El sobrestock de materiales limita el espacio de trabajo disponible dentro de la ferretería.
- 2) **Inventarios:** Exceso de inventario con poco flujo de salida.
 - Ocupar un espacio del inventario con mercadería que no se vende muy a menudo reduce la posibilidad de ofrecer más productos a los clientes.
- 3) **Movimientos:** Presencia de movimientos innecesarios por parte de las personas.
 - Aumento en la fatiga muscular y el estrés de los operarios.
 - El tiempo de despacho se prolonga debido a que los operarios invierten más tiempo en alistar el pedido.
- 4) **Sobrepocesamiento:** Incremento del presupuesto, lo cual el cliente no está dispuesto a asumir.
 - Una mala coordinación al recibir los pedidos provoca que los operarios realicen un sobre esfuerzo al descargar y volver a cargar el pedido correcto; tanto el tiempo invertido como el trabajo realizado no es reconocido monetariamente por el cliente.
- 5) **Transporte:** Presencia de movimientos innecesarios de los materiales.

- Pérdida de tiempo y recursos al enviar una mercadería errónea hasta la obra del cliente.
 - Riesgo de dañar la mercadería.
- 6) **Tiempo de espera:** Tiempo desperdiciado por falta de actividad.
- Retraso en la entrega de pedidos y tiempos no productivos por parte de los operarios durante el abastecimiento de mercadería.
- 7) **Defectos:** Incremento en los costos por la presencia de algún tipo de defecto dentro de la empresa.
- Desperfectos presentados en las maquinarias de transporte y carga.
 - Inversión de tiempo para reportar algún inconveniente con los proveedores.
- 8) **Talento humano:** Es un desperdicio de la empresa porque no aprovecha el talento que tienen sus empleados.
- Falta de motivación en el personal.
 - Poca participación del personal para sugerir cambios o mejoras.

3.7 Identificación y listado de los problemas

En la Tabla 6 se muestra el análisis cuantitativo que se realiza entre los 8 desperdicios y las etapas del VSM, por lo que se va a asignar un puntaje ponderado a cada categoría; Los valores asignados tomaron como criterio el impacto y la frecuencia, los cuales fueron proporcionados por un representante de la empresa.

Tabla 6: Tabla de resultados de los desperdicios agrupados en cada etapa

Etapas Desperdicios	Etapas				Ponderación acumulada	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)	Clasificación ABC
	Agendar	Coordinar	Cargar	Enviar				
Movimientos	4	4	5	-	13	21%	31%	A
Defectos		4	4	4	12	20%	51%	A
Sobreprocesamiento	-	4	4		8	13%	64%	B
Transporte	-	-	4	4	8	13%	77%	B
Tiempo de espera	-	-	3	3	6	10%	87%	C
Talento humano	-	3	3	-	6	10%	97%	C
Sobreproducción	3	3	-	-	6	10%	10%	C
Inventarios	2	-	-	-	2	3%	100%	C
					Total			

Luego de realizada la ponderación, se obtuvo como resultado que tanto los defectos como los movimientos innecesarios son los desperdicios más relevantes dentro de la empresa; por tanto, para identificar los problemas principales presentes en el proceso, se va a realizar un listado, como se muestra en la Tabla 7, con los problemas identificados a causa de los dos desperdicios ya mencionados.

Tabla 7: Tabla de listado de problemas

Fuente	Problemas Identificados	Problemas Principales
Movimientos	Mala selección de los materiales a pedir	Desorden en los materiales
	Mayor tiempo para alistar el pedido	
	Mayor estrés en los empleados	
	Mezcla entre las marcas o tipos de materiales	
Defectos	Retraso en la entrega de mercadería	Máquinas inoperativas
	Desperfectos en las máquinas por falta de mantenimiento	
	Mayor desgaste físico en los empleados	
	Poca precisión al cargar el material	

3.8 Determinación de las causas principales

A continuación, se va a aplicar tanto el Diagrama de Ishikawa como el Diagrama de Pareto con el objetivo de analizar las causas raíces que dan origen a los dos problemas principales identificados.

i) Primer Problema: Desorden en los materiales



Figura 32: Diagrama de Ishikawa para el desorden en los materiales

El Diagrama de Ishikawa mostrado en la Figura 32 presenta 15 causas que son distribuidas en 6 categorías: personas, método, maquinaria, materiales, entorno y medida.

Tabla 8: Tabla de puntajes asignados de las causas del primer problema

Categoría	Criterio	Causas	Impacto	Frecuencia	Puntaje asignado
Personas	A1	Deficiencia ergonómica al momento de apilar algunos materiales	5	4	20
	A2	Falta de motivación de los empleados	4	3	12
	A3	Poca comunicación con los empleados	3	4	12
Método	B1	Poca documentación de los materiales	3	2	6
	B2	Falta de criterio al almacenar los materiales	5	4	20
	B3	La organización de los materiales es manual y no automatizada	3	2	6
Maquinaria	C1	Mala ubicación de la máquina	3	4	12
	C2	Máquina no automatizada, solo de uso manual	2	4	8
Materiales	D1	Mala ubicación de los materiales	5	3	15
	D2	Poca importancia con la limpieza de los materiales	4	4	16
	D3	Acumulación de materiales poco comerciales	3	1	3
Entorno	E1	Poco espacio disponible de almacenamiento	2	2	4
	E2	Incremento de polvo en épocas de verano	2	1	2
Medida	F1	No hay tiempos fijos ni estandarizados para realizar una actividad	1	2	2
	F2	Falta de planificación al realizar los pedidos	5	4	20
				Total	158

Con las causas ya identificadas, se realiza una evaluación cuantitativa para conocer qué tanto influye cada causa en el problema, por lo que se va a considerar tanto el impacto como la frecuencia para el análisis; además se va a asignar un puntaje del 1 al 5, donde 1 se considera poco relevante y 5 muy relevante, dichos puntajes se muestran en la Tabla 8 y fueron recopilados durante la visita a la empresa.

Tabla 9: Tabla de porcentajes representativos de las causas del primer problema

Criterio	Puntaje asignado	Porcentaje parcial (%)	Porcentaje acumulado (%)	Clasificación ABC
F2	20	13%	13%	A
B2	20	13%	25%	A
A1	20	13%	38%	A
A2	16	10%	48%	B
A3	15	9%	58%	B
C1	12	8%	65%	B
D1	12	8%	73%	B
C2	12	8%	80%	B
B3	8	5%	85%	C
B1	6	4%	89%	C
D2	6	4%	93%	C
E1	4	3%	96%	C
D3	3	2%	97%	C
E2	2	1%	99%	C
F1	2	1%	100%	C

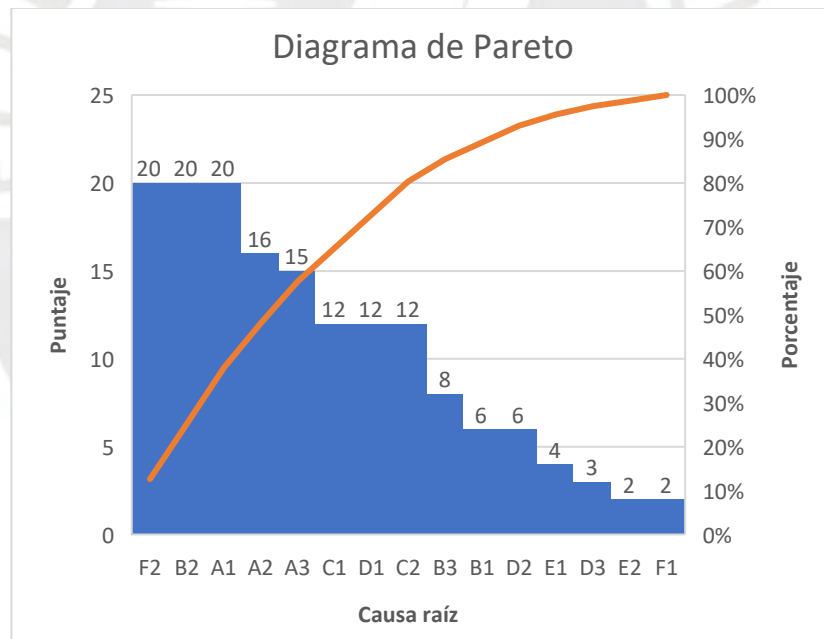


Figura 33: Diagrama de Parero con las causas del primer problema

Finalmente, en la Tabla 9, se ordenan de mayor a menor los puntos tomados para cada criterio; además, se realiza el Diagrama de Pareto, en la Figura 33, para tener una representación gráfica con los porcentajes de participación que representan cada una de las causas frente al problema asignado. De esta manera, se seleccionan las siguientes causas como las más principales: la falta de planificación al realizar los pedidos, la falta de criterio al almacenar los materiales y una deficiencia ergonómica al momento de apilar algunos materiales.

ii) Segundo Problema: Máquinas Inoperativas

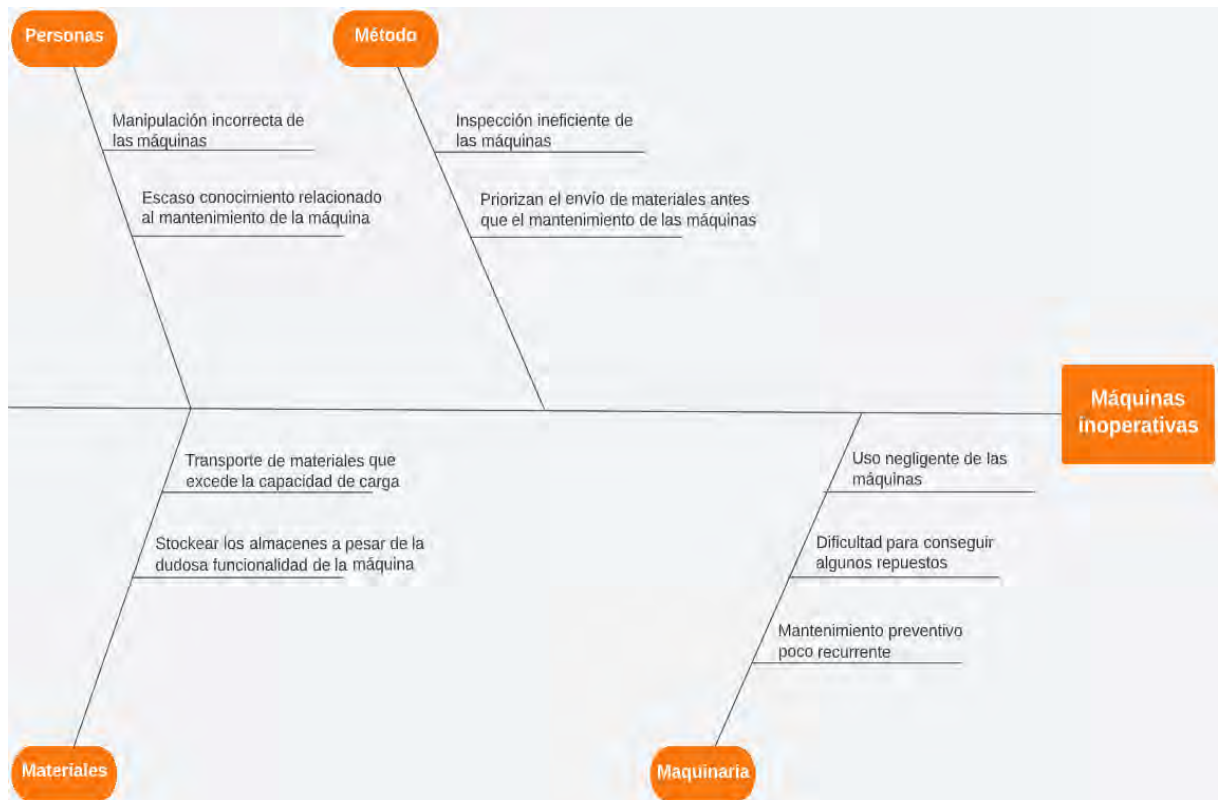


Figura 34: Diagrama de Ishikawa para las máquinas inoperativas

Al igual que en el problema anterior, en la Figura 34 se muestra el Diagrama de Ishikawa con las 9 causas que son distribuidas en 4 categorías: personas, método, materiales y maquinaria, tal y como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10: Tabla de puntajes asignados de las causas del segundo problema

Categoría	Criterio	Causas	Impacto	Frecuencia	Puntaje asignado
Personas	A1	Manipulación incorrecta de las máquinas	4	3	12
	A2	Escaso conocimiento relacionado al mantenimiento de la máquina	1	3	3
Método	B1	Inspección ineficiente de las máquinas	1	3	3
	B2	Priorizan el envío de materiales antes que el mantenimiento de las máquinas	4	2	8
Materiales	D1	Transporte de materiales que excede la capacidad de carga	4	1	4
	D3	Stockear los almacenes a pesar de la dudosa funcionalidad de la máquina	4	2	8
Maquinaria	C1	Uso negligente de las máquinas	5	4	20
	C2	Dificultad para conseguir algunos repuestos	4	1	4
	C3	Mantenimiento preventivo poco recurrente	5	4	20
				Total	82

Luego de identificar las causas para cada categoría, se procede a emplear la Clasificación ABC, como se muestra en la Tabla 11, igual que en el problema anterior.

Tabla 11: Tabla de porcentajes representativos de las causas del segundo problema

criterio	Puntaje asignado	Porcentaje parcial (%)	Porcentaje acumulado (%)	Clasificación ABC
C3	20	24%	24%	A
C1	20	24%	49%	A
A1	12	15%	63%	B
B2	8	10%	73%	B
D3	8	10%	83%	B
A2	4	5%	88%	C
B1	4	5%	93%	C
D1	3	4%	96%	C
C2	3	4%	100%	C

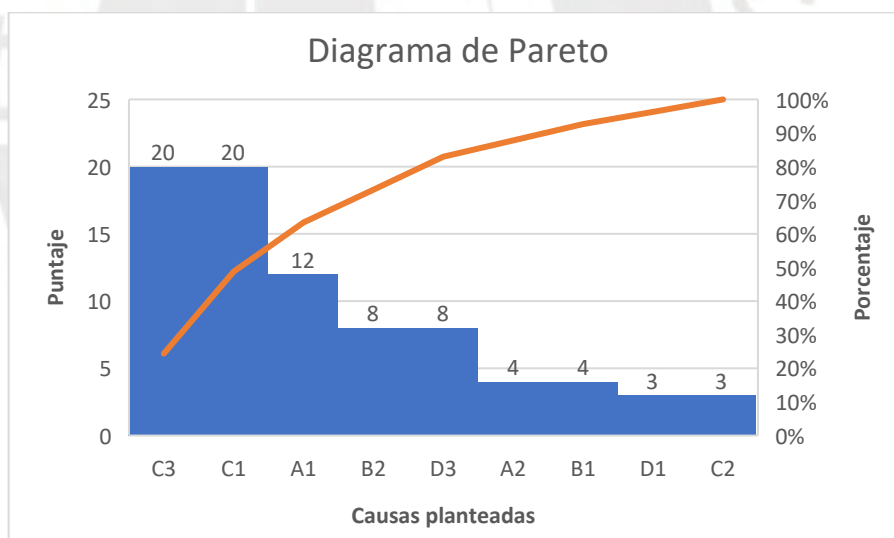


Figura 35: Diagrama de Parero con las causas del segundo problema

En la Figura 35, se obtiene el Diagrama de Pareto con las causas principales del segundo problema, asignado las cuales son el mantenimiento preventivo poco recurrente y el uso negligente de las máquinas.

3.9 Determinación con las contramedidas

En la Tabla 12 se observan las causas más relevantes de los problemas descubiertos durante el análisis de cada etapa; asimismo, se han añadido contramedidas como las 5S's, trabajo estandarizado y Poka Yoke, los cuales serán aplicados con el propósito de lograr una mayor efectividad para la empresa.

Tabla 12: Tabla de causas principales del problema y sus contramedidas

Problemas Principales	Causas Principales	Herramientas	Otras contramedidas
Desorden en los materiales	Falta de planificación al realizar los pedidos	Poka Yoke	
	Falta de criterio al almacenar los materiales	Las 5S's	
	Deficiencia ergonómica al momento de apilar algunos materiales		Propuesta ergonómica
Máquinas inoperativas	Uso negligente de las máquinas	Poka Yoke	
	Mantenimiento preventivo poco recurrente	Trabajo estandarizado	

De igual modo, en la Figura 36, se muestra el VSM futuro con las herramientas de Lean Manufacturing que serán aplicadas como contramedidas.

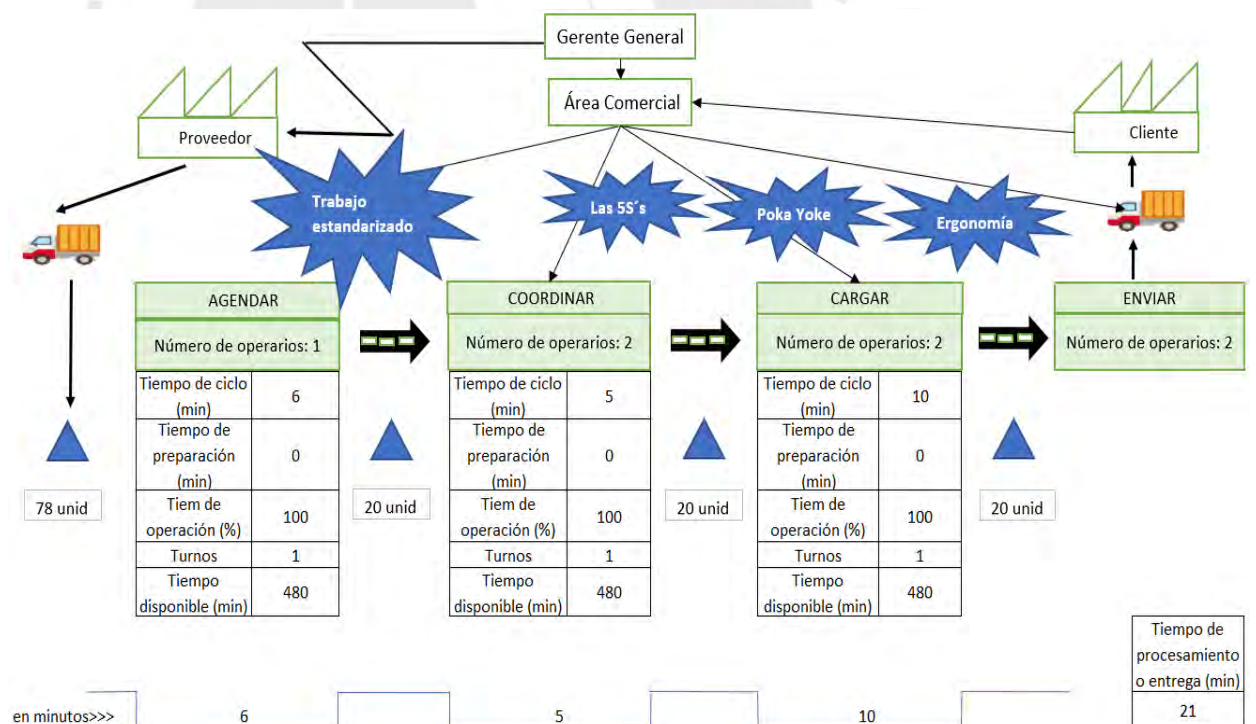


Figura 36: VSM futuro con las herramientas a aplicar

CAPÍTULO 4: PROPUESTAS DE MEJORA

En el presente capítulo se van a implementar las Herramientas Lean Manufacturing y las contramedidas, las cuales serán aplicadas para dar solución a las causas que ocasionan los problemas principales identificados en el capítulo anterior; por tanto, para cada herramienta se va a realizar una evaluación detallada del impacto y los beneficios que se logren generar.

4.1 Propuesta de implementación ergonómica

En este sub capítulo se va a presentar la propuesta ergonómica con su respectivo objetivo, capacitación, planteamiento, propuesta, implementación y cronograma; asimismo, se hará un seguimiento de los cambios empleados para analizar los beneficios que se logren obtener.

4.1.1 Objetivo

La propuesta ergonómica tiene como **objetivo mejorar el desempeño y aumentar** la productividad de los operarios a través de la implementación de medidas básicas dentro del área de trabajo por lo que, para este estudio, se van a considerar las capacidades y limitaciones propias del ser humano.

4.1.2 Capacitación

Antes de iniciar con la implementación de la propuesta ergonómica, se va a realizar una capacitación, la cual estará dirigida por un consultor especialista en ergonomía laboral para empresas, quien será el encargado de explicar la importancia de su aplicación en las actividades que se realicen, propias de cada puesto de trabajo.

4.1.3 Planteamiento de la situación actual

Previo a la implementación ergonómica, la persona encargada de la capacitación va a Identificar los Peligros y Evaluar los Riesgos (IPER) presentes en la ferretería, por lo cual va a recorrer todas las áreas y anotar los tipos de peligro que observe, tal como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13: Identificación de peligros

Tipo de peligro	Exposición al peligro	Riesgos	Consecuencias
Físico	Ruido y vibraciones	Exposición al ruido y a las vibraciones mecánicas	Sordera y alteraciones en el sistema nervioso
Químico	Sustancias químicas	Inhalación o contacto con la piel	Intoxicación e irritación en la piel
Mecánico	Movimiento de vehículos pesados	Golpes, caídas y choques	Lesiones o hematomas
Psicosocial	Estrés	Carga laboral	Fatiga
Ergonómico	Movimientos bruscos, posturas inadecuadas	Levantamiento de objetos pesados, oficina mal amoblada	Lesión y fatiga muscular

Seguidamente, se va a reconocer, a través de un análisis cuantitativo, si los peligros presentan un factor de riesgo alto, medio o bajo; dicho análisis consiste en multiplicar el índice de probabilidad con el índice de severidad, según el número que se designe de acuerdo a las Tablas 14, 15 y 16.

Tabla 14: Escala de severidad

Escala de severidad	
Insignificante	1
Menor	2
Moderada	3
Importante	4
Catastrófica	5

Tabla 15: Escala de probabilidad

Escala de probabilidad	
Muy improbable	1
No es probable	2
Posible	3
Probable	4
Muy probable	5

Tabla 16: Factor de riesgo

Factor de riesgo	
Bajo	1 hasta 6
Medio	7 hasta 12
Alto	13 hasta 25

Con los valores definidos previamente y los resultados obtenidos en la matriz de riesgo que se muestra en la Tabla 17, se logra identificar al riesgo ergonómico como el más grave ya que se encuentra dentro del rango de nivel alto; por lo cual, va a requerir de una medida de control para poder eliminar o reducir el riesgo dentro de la empresa.

Tabla 17: Matriz de riesgo para cada tipo de peligro

	Insignificante (1)	Menor (2)	Moderada (3)	Importante (4)	Catastrófica (5)
Muy probable (5)		Exposición a peligros químicos (10)			
Probable (4)			Exposición a peligros físicos (12)	Exposición a peligros ergonómicos (16)	
Posible (3)				Exposición a peligros mecánicos (12)	
No es probable (2)			Exposición a peligros psicosociales (6)		
Muy improbable (1)					

A continuación, se va a aplicar el Método de Fine (Cortés, 2012) como una medida de control para identificar las áreas que presenten un mayor riesgo significativo y, por tanto, las que necesiten de una mayor atención; según la valoración que se observa en la Tabla 18, dichas áreas son: el área comercial y el área de operaciones.

Tabla 18: Valoración del riesgo según el Método de FINE

Área	Actividad	Peligro	Probabilidad	Exposición	Consecuencia	Nivel de riesgo	Estimación de riesgo	Riesgo significativo
Área administrativa	Gestión de la empresa	Trabajo sedentario continuo	3	6	3	54	Moderado	NO
		Sobreesfuerzo de la vista	4	4	4	64	Moderado	NO
Área comercial	Atención al cliente	Posturas inadecuadas	10	10	3	300	Importante	SI
Área de operaciones	Carga y transporte del producto	Levantamiento de carga	10	10	3	300	Importante	SI
		Choque de máquina	3	4	5	60	Moderado	NO
		Contacto eléctrico	2	4	7	56	Moderado	NO

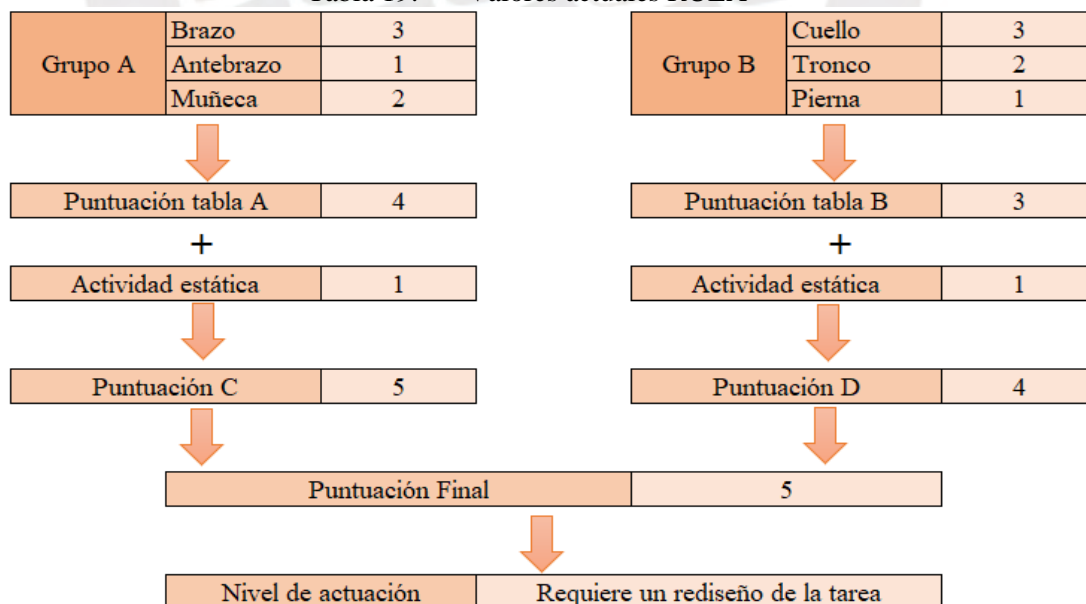
Por un lado, respecto al área comercial, el encargado de ventas realiza sus actividades a través de una computadora, tal como se muestra en la Figura 37, por lo que suele pasar el mayor tiempo del día sentado en su oficina; a pesar de que no realiza un esfuerzo físico, el trabajador puede adoptar futuros trastornos músculo-esqueléticos debido a la adopción de posturas inapropiadas; por ello, se va a evaluar la exposición del trabajador a través del Método de RULA, el cual divide el cuerpo en dos grupos: el grupo A y el grupo B.



Figura 37: Encargado de ventas en su oficina

El grupo A va a analizar los brazos, antebrazos y muñecas; en nuestro ejemplo, el trabajador presenta una flexión mayor a 45° en el brazo, una flexión entre 60° y 100° en el antebrazo y una posición neutra con desviación radial en la muñeca. De la misma manera, en el grupo B se va a analizar el cuello, el tronco y las piernas, por lo cual se observa que el trabajador presenta una flexión mayor a 20° en el cuello, una flexión entre 0° y 20° en el tronco y una posición sentada con las piernas correctamente apoyadas. Con los puntajes obtenidos en la Tabla 19 y siguiendo el Método de RULA, se logra obtener un puntaje final igual a cinco por lo que se va a requerir un rediseño de la tarea.

Tabla 19: Valores actuales RULA



Por otro lado, en relación al área de operaciones, los conductores junto con los ayudantes cumplen la función de cargar los materiales a los camiones, tal como se muestra en la Figura 38, dicha función podría presentarles futuros problemas de salud relacionados a los trastornos

músculo-esqueléticos, ya que sus actividades están relacionadas directamente con el esfuerzo físico. Ante esta situación, se va a emplear el Método de NIOSH para evaluar los resultados y establecer cambios, en caso sea necesario.



Figura 38: Trabajador cargando el cemento

Para iniciar con la evaluación de NIOSH, se van a obtener todas las variables necesarias para calcular el Índice de levantamiento y analizar el riesgo de la tarea; por tanto, se va a iniciar con la toma de datos obtenidos en la empresa, los cuales se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20: Datos actuales requeridos para la ecuación de NIOSH

Variable	Tarea
Peso (kg)	42.5
Distancia horizontal-H (cm)	25
Distancia vertical-V (cm)	95
Asimetría (grados)	0
Frecuencia (levant/min)	3
Tipo de agarre	regular

Con los datos obtenidos, se procede a calcular los factores requeridos en la ecuación de NIOSH, tal como se muestra en la Tabla 21; de esta manera, se logra obtener el índice de levantamiento para evaluar el riesgo de posibles problemas relacionados a la salud de los trabajadores. En nuestro análisis se deben realizar modificaciones urgentes, ya que se obtiene un índice de levantamiento igual a 3.02.

Tabla 21: Variables actuales de Niosh

Coefficiente	Cálculo	Tarea
Factor de distancia horizontal (HM)	$25/H$	1.00
Factor de altura (VM)	$(1-0,003*IV-75I)$	0.94
Factor de desplazamiento (DM)	$0,82+4,5/D$	0.87
Factor de asimetría (AM)	$1-0,0032A$	1
Factor de frecuencia (FM)	Teórico	0.75
Factor de agarre (CM)	Teórico	1.00
Constante de carga (LC)	Teórico (Kg)	23.00
Peso límite recomendado (LPR)	$LC*HM*VM*DM*AM*FM*CM$ (Kg)	14.06
Índice de levantamiento (IL)	Peso/LPR	3.02

4.1.4 Planteamiento de la mejora propuesta

Luego de determinar los métodos para evaluar los problemas ergonómicos en los trabajadores, se van a proponer posibles soluciones para reducir los riesgos de sufrir trastornos músculo-esqueléticos.

Para el caso del área comercial, se va a implementar una silla ergonómica que sea regulable en altura, con ruedas para deslizarse libremente y que tenga un respaldo para descansar, tanto el cuello como la espalda; además, se va a incluir un soporte, como base para la laptop, con el objetivo de nivelar la visibilidad del empleado y, así, evitar que incline el cuello cada que necesite ver la pantalla. En la Figura 39, se muestra un bosquejo de lo descrito anteriormente.

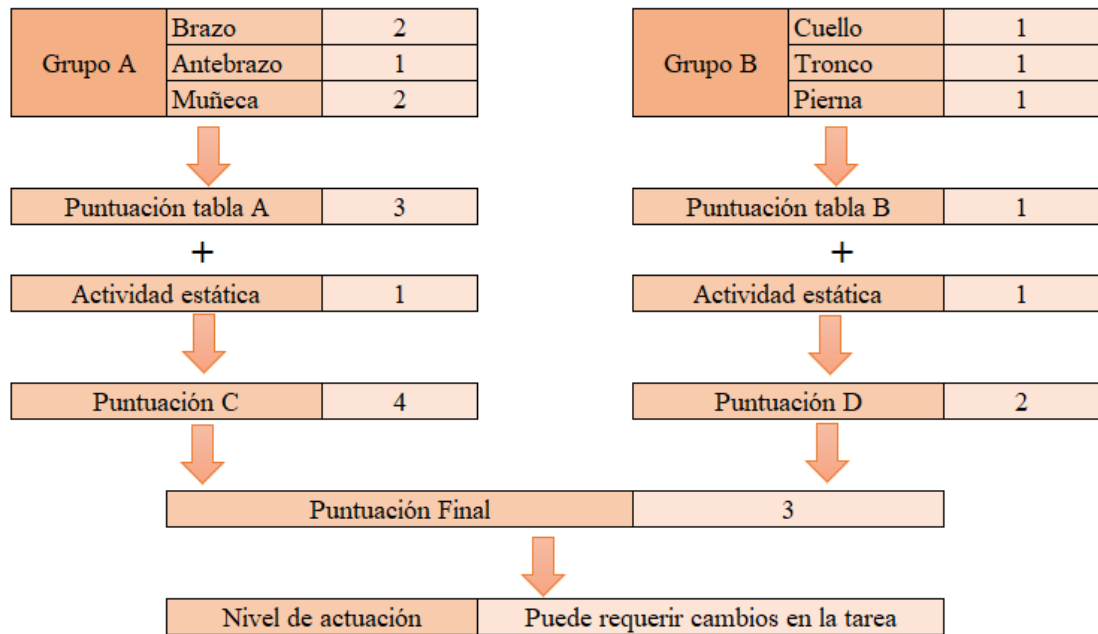


Figura 39: Implementación ergonómica para el encargado de ventas

Luego de realizar la implementación, se van a obtener nuevos valores en el método de RULA, tal como se muestra en la Tabla 22; por ejemplo, en el grupo A se observa que el brazo presenta

una flexión menor a 45°, asimismo, en el grupo B se observa que el cuello presenta una flexión menor a 10° y el tronco presenta un ángulo recto sin flexión porque la espalda se encuentra apoyada en la silla; de esta manera, se logra obtener un puntaje final de tres, es decir, un valor menor al obtenido en la Tabla 19.

Tabla 22: Valores modificados RULA



Para el caso del área de operaciones, se propone adquirir un montacargas, tal como se muestra en la Figura 40, con el fin de reducir la distancia del levantamiento de la carga al camión; adicionalmente, en la Figura 41, se observa el uso de fajas lumbares, las cuales serán usadas de manera obligatorio como una prevención ante posibles lesiones.



Figura 40: Función del montacarga dentro de la empresa



Figura 41: Ayudante con su faja lumbar puesta

De esta manera, se logra reducir el índice de levantamiento a 1.52, tal como se muestra en la Tabla 23, por lo que ya no se va a requerir una modificación urgente en las actividades de los trabajadores.

Tabla 23: Variables modificadas de Niosh

Coefficiente	Cálculo	Tarea
Factor de distancia horizontal (HM)	$25/H$	1.00
Factor de altura (VM)	$(1-0,003*IV-75I)$	0.94
Factor de desplazamiento (DM)	$0,82+4,5/D$	1.72
Factor de asimetría (AM)	$1-0,0032A$	1
Factor de frecuencia (FM)	Teórico	0.75
Factor de agarre (CM)	Teórico	1.00
Constante de carga (LC)	Teórico (Kg)	23.00
Peso límite recomendado (LPR)	$LC*HM*VM*DM*AM*FM*CM$ (Kg)	27.89
Índice de levantamiento (IL)	Peso/LPR	1.52

Finalmente, se va a proponer realizar una entrevista con cada operario para entender mejor las complicaciones que presentan cada que cumplen sus funciones y, así, poder plantear nuevas soluciones.

A continuación, se presentarán las posibles preguntas a realizar durante la entrevista:

- _ ¿Qué materiales consideras que son más complicados de cargar? ¿Por qué?
- _ ¿Aplicas algún tipo de estrategia de carga o solo empleas tu esfuerzo físico?
- _ ¿Cuántos kilos consideras que es tu capacidad de carga para evitar alguna fatiga muscular?
- _ ¿Has sufrido alguna lesión o accidente por cumplir con tus labores? ¿Cuándo y cómo?
- _ ¿En el tiempo que llevas trabajando, crees que se debería realizar algún cambio para mejorar con la ergonomía de tus actividades? ¿Cuáles?

4.1.5 Plan de implementación

Para cumplir con la propuesta ergonómica, se va a poner en práctica el siguiente plan de trabajo:

- I. Comprar las fajas lumbares y mandar a diseñar, a la medida, las estructuras metálicas
- II. Instalar las estructuras metálicas en la base de los camiones y de los almacenes
- III. Probar la funcionalidad, tanto de la faja como de la estructura
- IV. Entrevistar a los operarios y analizar sus respuestas para implementar nuevas soluciones
- V. Capacitar a los trabajadores para que implementen de manera responsable el método ergonómico
- VI. Supervisar, constantemente, el cumplimiento de la propuesta planteada

4.1.6 Supervisión y control

El supervisor encargado de llevar el control de la implementación será orientado por el capacitador especialista en ergonomía, quien llevo a cabo la capacitación; por tanto, no tendrá problemas para diseñar una ficha de control, como se muestra en la Tabla 24, para dar un seguimiento diario a las actividades que se realicen con algún problema ergonómico para analizar las causas y aplicar las contramedidas necesarias

Tabla 24: Ficha de control sobre la implementación ergonómica

Ficha de control sobre la implementación ergonómica			
Supervisor		Fecha	
Día	Nombre del operario	Actividad	Problemas ergonómicos

4.1.7 Beneficios

Con la propuesta implementada, referente a la ergonomía, se podrían obtener los siguientes beneficios:

- I. Un aumento en el rendimiento de los operarios

- II. Operarios con menos estrés físico
- III. Menor riesgo de que el operario sufra alguna lesión o accidente
- IV. Se crea un ambiente laboral más seguro y cómodo para los operarios

4.2 Propuesta de implementación de las 5'S

En este sub capítulo se va a presentar la metodología de las 5'S con su respectivo objetivo, capacitación, planteamiento, propuesta, implementación y cronograma; asimismo, se hará un seguimiento de los cambios empleados para analizar los beneficios que se logren obtener.

4.2.1 Objetivo

La implementación de las 5'S tiene como objetivo principal desarrollar un cambio cultural en la empresa, en donde se busca incrementar la efectividad en cada una de las etapas a través de un trabajo organizado que será efectuado por cada uno de los trabajadores.

4.2.2 Capacitación

Antes de poner en marcha la implementación de las 5'S, se va a realizar un plan de capacitación, el cual será dirigido por un consultor especialista en *Lean Manufacturing*, quien será el encargado de orientar a los trabajadores para que ejecuten de manera adecuada cada una de las técnicas correspondientes a las 5'S.

4.2.3 Planteamiento de la situación actual

Primera S: Clasificación

Es importante que los trabajadores laboren bajo el lema: “lo que no sirve que no estorbe”, puesto que se fomenta a conseguir espacios mejor aprovechados con los materiales y herramientas necesarios.

Actualmente, los operarios presentan inconvenientes al atender ciertos pedidos, ya que los materiales no se encuentran correctamente organizados dentro del almacén; por ejemplo, hay marcas de cemento que ocupan un lugar considerable en el almacén a pesar de su escaso flujo de salida; de la misma manera, hay tipos de ladrillos que tardan semanas e incluso meses en ser vendidos, sin embargo, son colocados en lugares que impiden el fácil acceso a otros productos.

Segunda S: Orden

Al igual que en la etapa de clasificación, la segunda S es aplicada por los trabajadores bajo el lema: “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”; ello hace referencia a la ubicación correcta que deben tener los materiales o herramientas para conseguir un

ambiente de trabajo bien organizado; por ejemplo, en la empresa se logra apreciar un desorden luego de haber usado el cargador frontal, las carretillas o las lampas, ya que no son destinados en un espacio determinado dentro de la ferretería, lo cual puede generar un retraso en las actividades de los operarios.

Tercera S: Limpieza

De la misma manera que en los casos anteriores, la tercera S está representada con el lema: “hagamos de la limpieza una inspección”; su propósito es de identificar cualquier fuente de suciedad para eliminarla por completo; por ejemplo, la mayoría de los productos y las máquinas de la empresa tienden a ensuciarse rápidamente debido a que están constantemente expuestos al polvo, lo cual puede ser perjudicial ya que se puede llegar a dañar parte de la mercadería o las máquinas.

Cuarta S: Estandarización

En esta cuarta etapa, se va a aplicar el lema: “seguridad ante todo”, ya que se busca conseguir un ambiente de trabajo seguro, principalmente, mientras se realiza alguna actividad; por ello, luego de definir y realizar una estandarización de las tres etapas previas, se debe eliminar cualquier riesgo que atente contra la salud e integridad de los trabajadores; por ejemplo, se observa demasiada negligencia por parte de los operarios al momento de cargar y descargar los materiales, ya que no suelen usar los implementos de seguridad requeridos.

Quinta S: Disciplina

La quinta S se va a fomentar bajo el siguiente lema: “Hacer lo decidido”; de esta manera, se busca un ambiente de trabajo adecuado y de alta calidad por lo que es importante aplicar las cuatro etapas previas. A pesar de que la empresa cuenta con ciertas normas laborales, no son suficientes para crear un hábito de autocontrol ya que los trabajadores tienden a no practicar constantemente las 4 “S” anteriores.

4.2.4 Planteamiento de la mejora propuesta

- **Primera S: Clasificación**

Si bien es cierto que existe una separación entre los diferentes tipos de materiales presentes en los almacenes, también es necesario aplicar un criterio que considere a aquellos con mayor rotación de inventario, ya sea por la marca o por la necesidad del cliente; así, se puede llevar a cabo una clasificación según la necesidad que se tenga de retirar un producto; por tanto, en la Figura 42, se va a mostrar un Diagrama de Flujo con los criterios más relevantes para poner en marcha la clasificación de los productos.

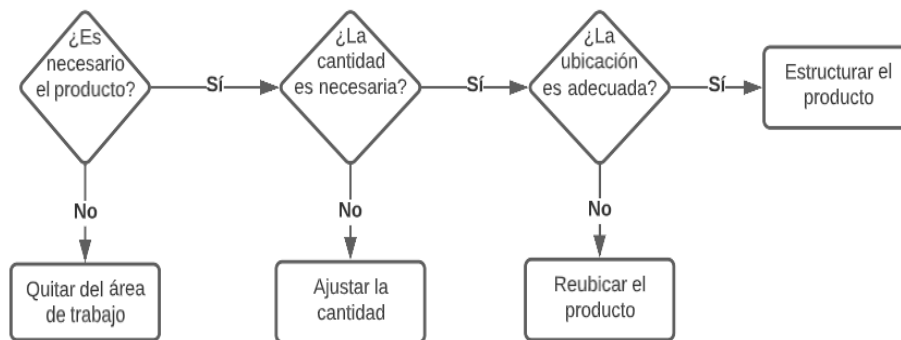


Figura 42: VSM actual con las herramientas a aplicar

Para estructurar u organizar los espacios ocupados de cada producto, se necesita conocer la circulación de materiales en cada área, seguidamente, considerar si las cantidades destinadas son necesarias o no; por ejemplo, los ladrillos que tienen poca demanda son puestos en lugares donde no interrumpen el fácil acceso hacia otros productos, ya sea en un rincón o en la parte posterior del almacén; asimismo, en la Tabla 25, se muestra un análisis con la cantidad de cemento que hay, además de una adecuada distribución en el almacén, según la marca y el flujo de salida que tenga, tal como se muestra en la Figura 43.

Tabla 25: Tabla con la cantidad necesaria de cemento en el almacén

Producto	Cantidad aproximada	¿Pertenece al área?	¿La cantidad es necesaria?	Cantidad necesaria aproximada	Movimiento de mercadería
Cemento Sol	140	SÍ	NO	300	Muy recurrente
Cemento Apu	200	SÍ	NO	120	Recurrente
Cemento Andino Ultra	40	SÍ	SÍ	50	Poco recurrente
Cemento Andino Tipo I	60	SÍ	SÍ	60	Poco recurrente
Cemento Andino Tipo V	20	SÍ	SÍ	20	Poco recurrente



Figura 43: Cantidad necesaria de cemento según la marca

- **Segunda S: Orden**

En principio, se deben visualizar los posibles espacios disponibles para fijar el cargador frontal y las herramientas; luego de ello, es necesario señalar el lugar donde serán guardados ya que son usados por diferentes trabajadores; finalmente, es importante incentivar al personal para que tome conciencia a cerca de la importancia de mantener el orden dentro de la empresa.

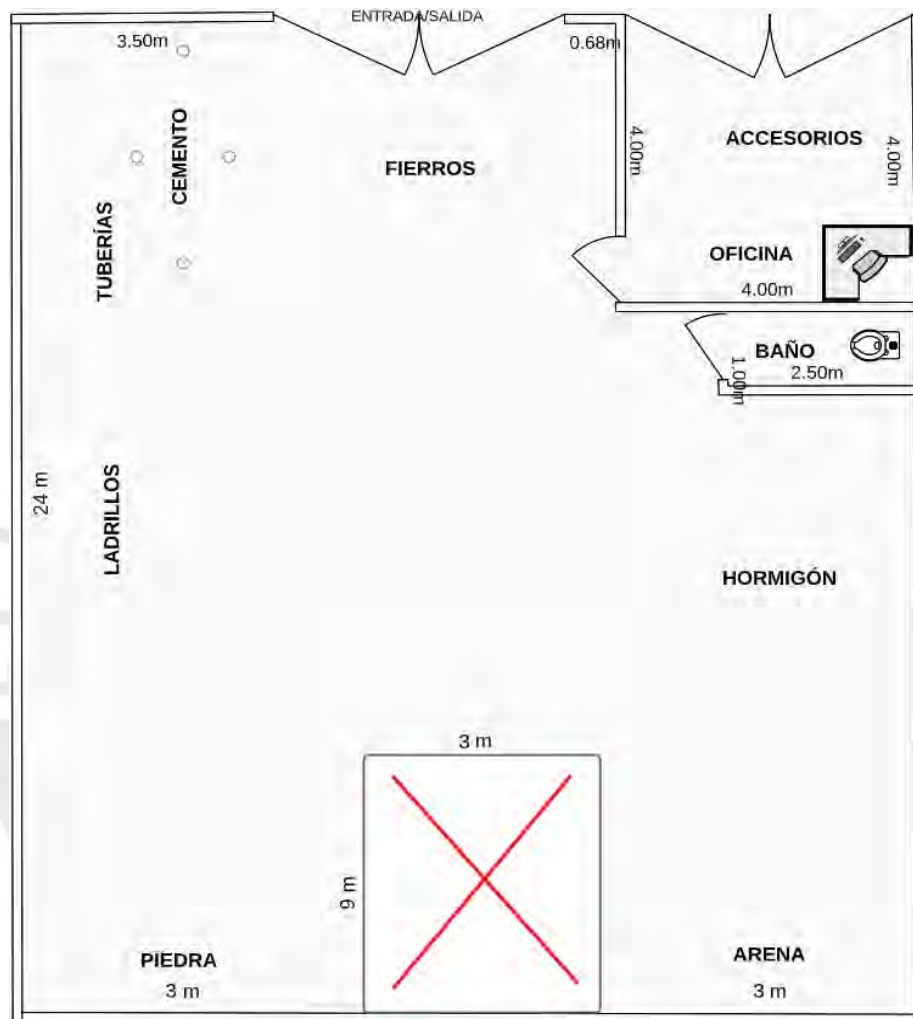


Figura 44: Plano marcado con la ubicación de la máquina y

Como parte de la implementación de la segunda S, se ha sugerido reservar el espacio marcado en el croquis de la Figura 44 para que, de esa manera, no se interrumpan las actividades que se realicen dentro de la empresa cuando no se necesiten emplear las lampas, carretillas o el cargador frontal, asimismo, en la Figura 45, se muestra la manera de cómo quedará estacionado el cargador frontal.



Figura 45: Cargador frontal dentro de la ferretería PAC

- **Tercera S: Limpieza**

Debido a que los almacenes se encuentran expuestos al polvo, es un poco complicado conservar la limpieza de forma permanente; sin embargo, todos los trabajadores de la empresa serán partícipes de realizar, como parte de sus labores, una limpieza diaria tanto del almacén como de las máquinas, por lo que se harán inspecciones constantes hasta fomentar la práctica de la limpieza como parte de la cultura de la empresa; asimismo, se pegarán letreros con imágenes relacionadas a la eliminación de la suciedad con el objetivo de incentivar a los empleados a que cumplan con sus roles. En la Tabla 26 se va a mostrar el plan que se implementará en la empresa como inicio al cambio cultural que se espera conseguir en un corto tiempo; por ello, dicho cuadro será impreso y colocado en un lugar visible para que sirva de recordatorio a todos los involucrados.

Tabla 26: Tabla del plan de limpieza en la ferretería PAC

Plan de limpieza en la empresa				
Área	Lugar o artículo que se limpiará	Responsable	Frecuencia	Duración
Oficina	Escritorio y sus complementos	Encargado de ventas	Diaria	15-20 minutos
	Accesorios del inventario	Encargado de ventas	Diaria	15-20 minutos
	Piso, pared y puerta	Encargado de ventas	Diaria	15-20 minutos
Entrada y salida	Piso, pared y portón	Ayudante	Diaria	15-20 minutos
Almacén	Área de tuberías y cemento	Ayudante	Diaria	15-20 minutos
	Piso y pared	Ayudante	Diaria	15-20 minutos
	Baño	Ayudante	Diaria	15-20 minutos
	Máquinas	Chofer	Diaria	15-20 minutos

- **Cuarta S: Estandarización**

Para trabajar en un ambiente seguro, es importante anticipar y prevenir ciertos accidentes dentro y fuera de la empresa por lo que será necesario estandarizar y acatar con todo lo expuesto en las etapas previas. Como primera tarea, para reducir los accidentes, se va a colocar una señalización de seguridad, tal como se muestra en la Figura 46, para recordar a los trabajadores que el uso de equipos de seguridad personal es obligatorio ya que están expuestos a lastimarse cada que mueven o cargan algún material; asimismo, con el fin de que se tome conciencia del peligro al que se encuentran expuestos, se tomarán medidas drásticas, como la suspensión de sus actividades, si se observa que alguno de los trabajadores no cumple con usar sus implementos de seguridad.

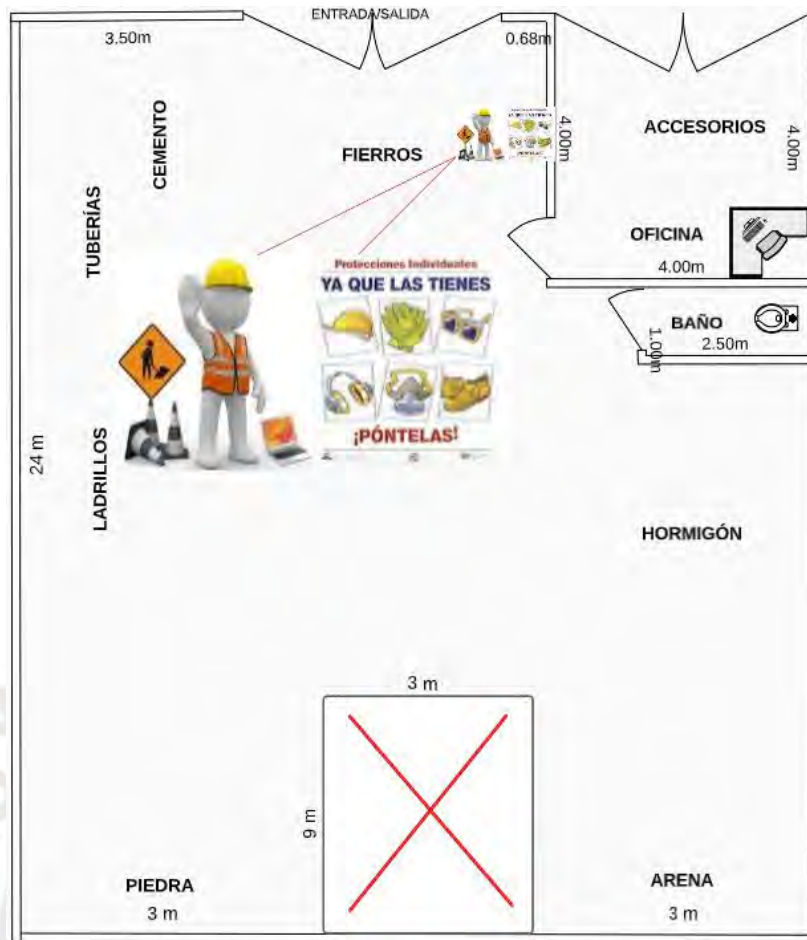


Figura 46: Croquis de la empresa con la señalización de los equipos de seguridad personal

En la Figura 47, se puede observar a los trabajadores de la empresa usando sus implementos de seguridad durante sus labores cotidianas, lo cual refleja el compromiso que tienen para evitar algún accidente.



Figura 47: Trabajadores de la empresa con sus respectivos implementos de seguridad

- **Quinta S: Disciplina**

Como quinta y última etapa, se realizarán reuniones periódicas, tal y como se muestra en la Figura 48, con el fin de mostrar a los empleados los efectos de haber cumplido con las nuevas normas y estándares establecidos, las cuales van a constar de haber cumplido con las cuatro etapas mencionadas anteriormente; asimismo, se hará un reconocimiento que beneficie a aquel que haya mostrado un mayor compromiso en contribuir con el cambio cultural de la empresa.



Figura 48: Reunión entre la gerente y los trabajadores de la empresa

4.2.5 Plan de implementación

Para cumplir con la propuesta de las 5'S, se va a desarrollar un plan de trabajo, el cual será detallado a continuación:

- I. Clasificar los materiales, según el flujo de salida que tengan dentro del almacén y, así, destinar espacios adecuados y mejor organizados.
- II. Ordenar los materiales y las máquinas en lugares apropiados, los cuales serán señalizados para evitar ocuparlos con otros productos.
- III. Limpiar, como parte de una labor más del trabajador, cada parte de la empresa y, también, las máquinas para evitar posibles desperfectos de los productos por el acúmulo de polvo.
- IV. Prevenir accidentes, mediante el uso obligatorio de implementos de seguridad personal, ante cualquier actividad que se realice durante la hora de trabajo.
- V. Concientizar al personal a cumplir de manera responsable y disciplinada con las normas establecidas para crear un cambio cultural en beneficio de la empresa.
- VI. Implementar materiales como afiches y realizar capacitaciones hasta que los empleados realicen sus actividades de manera correcta.
- VII. Supervisar, periódicamente, el cumplimiento de las propuestas planteadas.

4.2.6 Supervisión y control

Se va a entablar un comité encargado de supervisar y controlar el cumplimiento de la implementación de las 5'S; por ello, el consultor especialista en Lean Manufacturing va a elegir a la persona más adecuada para asumir la responsabilidad de supervisor. Luego de ello, se va a diseñar una ficha con la descripción de los 7 criterios y sus respectivos resultados, tal y como se muestra en la Tabla 27.

Tabla 27: Ficha de control acerca de la implementación de las 5'S

Ficha de control sobre la implementación de las 5'S			
Supervisor		Fecha	
Nº	Criterios	Resultado	Observación
1	¿Los trabajadores se encuentran motivados?		
2	¿La gerente contribuye a que los trabajadores se encuentren motivados?		
3	¿Se cumple con la implementación de la primera S?		
4	¿Se cumple con la implementación de la segunda S?		
5	¿Se cumple con la implementación de la tercera S?		
6	¿Se cumple con la implementación de la cuarta S?		
7	¿Se cumple con la implementación de la quinta S?		
Siempre	2		
A veces	1		
Raras veces	0		

4.2.7 Beneficios

Con la implementación de la metodología de las 5'S, en la empresa, se estimarían obtener los siguientes beneficios:

- **Primera S**

Luego de clasificar los inventarios, no se gana un espacio dentro del almacén de los cementos; sin embargo, se optimiza dicho espacio con las cantidades adecuadas, según el tipo de cemento, lo cual es beneficioso pues se podrá evitar una escasez de mercadería en el stock de la empresa.

- **Segunda S**

Después de implementar la segunda S, se observa una mayor fluidez para movilizarse y acceder a los materiales que se encontraban en el almacén, ya que el cargador

frontal, al ser una máquina grande, ocupaba demasiado espacio cada que no lo usaban y lo dejaban en cualquier sitio, por lo que resultó beneficioso estacionarlo en un lugar estratégico.

- **Tercera S**

Luego de implementar la tercera S, se logra observar un incremento en el rendimiento de los trabajadores al momento de realizar sus actividades, a pesar de que se les haya asignado, como parte de sus funciones, la limpieza de los espacios donde suelen estar; asimismo, la limpieza constante en las máquinas prolonga su tiempo de vida útil pues el polvo también suele ser causante de que se presenten algunos desperfectos, además, se aprovecha ese instante para realizar una inspección detallada de las máquinas.

- **Cuarta S**

Al concluir con la implementación de la cuarta S, se logra mejorar la calidad de trabajo en cuanto a la seguridad de los trabajadores, ya que se van a evitar posibles accidentes tanto dentro como fuera de la empresa, es decir, al momento de alistar y repartir los materiales, respectivamente; asimismo, será beneficioso pues se reducirán las ausencias laborales, al menos por un descanso medico ocasionado por algún accidente.

- **Quinta S**

Finalmente, con la implementación de la quinta S, se logra formar una cultura de cambio dentro de la empresa, el cual se basa en el cumplimiento de los estándares establecidos. Así, se consigue formar un clima laboral más agradable, seguro y eficiente.

4.3 Propuesta de implementación de Estandarización

En este sub capítulo se va a presentar la metodología de Estandarización con su respectivo objetivo, capacitación, planteamiento, propuesta, implementación y cronograma; asimismo, se hará un seguimiento de los cambios empleados para analizar los beneficios que se logren obtener.

4.3.1 Objetivo

La implementación de Estandarización tiene como objetivo reducir los errores cometidos por no seguir un patrón repetitivo al momento de alistar los pedidos de los clientes, los cuales serán entregados por el chofer y su ayudante.

4.3.2 Capacitación

Previo a la implementación de Estandarización, se va a llevar a cabo un plan de capacitación que consiste en dirigir a todos los trabajadores, especialmente a los del área de operaciones, hacia un mismo propósito, el cual es entender el significado de estandarización y la importancia de su aplicación frente a la empresa; por ello, dicha capacitación será guiada por un consultor especialista en *Lean Manufacturing*.

4.3.3 Planeamiento de la situación actual

Luego de recibir el pedido, los operarios se encargan de alistar la mercadería, de manera manual, con una lampa, o con ayuda del cargador frontal; en la figura 49, se puede observar una baja efectividad al cargar la arena en el camión puesto que, tanto el chofer como su ayudante, no suelen ser precisos con la cantidad, lo cual también se repite al momento de cargar los ladrillos ya que no se sigue un patrón que ayude a optimizar los tiempos de llenado.



Figura 49: Carga imprecisa de arena

4.3.4 Planeamiento de la mejora propuesta

Como parte de la solución al problema, se va a estandarizar la cantidad de carga referente a los ladrillos y agregados; por ejemplo, con respecto a los ladrillos, se tendrá una ficha detallada, como se muestra en la Tabla 28, de cuánto y cómo acomodar la carga en el camión para evitar imprecisiones al momento de contabilizar el producto; de la misma manera, se tendrá otra ficha, como se muestra en la Tabla 29, para los agregados con información referente al número de lampones o cucharones equivalentes al metraje cúbico que solicite el cliente. A continuación, se van a presentar ambas fichas informativas, tanto para los ladrillos como para los agregados, dichas fichas se encontrarán dentro de los camiones para que los trabajadores revisen, cada que sea necesario, la manera correcta de cómo cargar los materiales.

Tabla 28: Ficha informativa según la cantidad de ladrillos a cargar

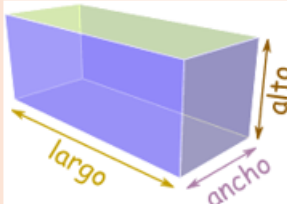

Ficha informativa según la cantidad de ladrillos a cargar			
Largo	L		
Ancho	A		
Alto	H		
Cantidad (unidades)	Tipo de ladrillo	LxAxH	Observación
500	Pandereta	9x8x7	Se quitan 4 ladrillos para completar los 500.
1000	Pandereta	18x8x7	Se quitan 8 ladrillos para completar los 1000.
1500	Pandereta	21x8x9	Se quitan 12 ladrillos para completar los 1500.
2000	Pandereta	25x8x10	-
500	King Kong	9x8x7	Se quitan 4 ladrillos para completar los 500.
1000	King Kong	18x8x7	Se quitan 8 ladrillos para completar los 1000.
1500	King Kong	21x8x9	Se quitan 12 ladrillos para completar los 1500.
2000	King Kong	25x8x10	-
500	Techo	28x6x3	Se quitan 4 ladrillos para completar los 500.
1000	Techo	28x6x6	Se quitan 8 ladrillos para completar los 1000.

Tabla 29: Ficha informativa según la cantidad de agregado a cargar

Ficha informativa según la cantidad de agregado a cargar			
Lampa		Cucharón	
			
360 lampas = 1 cucharón = 2 m3 de agregado			
Cantidad (m3)	Tipo de herramienta	Equivalencia	Observación
1	Lampa	180	-
	Cucharón	0.5	-
2	Lampa	360	-
	Cucharón	1	-
3	Lampa	540	-
	Cucharón	1.5	-
4	Lampa	720	-
	Cucharón	2	-

Para realizar las fichas mostradas, tanto en la Tabla 26 como en la Tabla 27, se tuvieron que realizar pruebas previas para verificar la validez de la información; así, se pudo constatar una reducción de tiempo y combustible al momento de cargar los ladrillos y agregados, respectivamente.

Luego de implementar esta mejora, se pudo notar que los operarios demoraban menos tiempo en cargar los ladrillos porque ya sabían la manera de cómo apilarlos en el camión; por tanto, no necesitaban detenerse constantemente para la contabilidad; asimismo, se pudo notar un ahorro de combustible con respecto al cargador frontal, pues se redujeron los movimientos innecesarios que hacía al no llenar correctamente su cucharón, el cual ha sido considerado como un referente para despachar de manera más precisa todo lo referente a los agregados.

4.3.5 Plan de implementación

Para cumplir con la propuesta de estandarización, se va a desarrollar un plan de trabajo, el cual será detallado a continuación:

- I. Comprobar la efectividad de haber implementado una estandarización al momento de cargar los materiales.
- II. Elaborar una ficha informativa, la cual será guardada y usada por los operarios.
- III. Capacitar e incentivar a los trabajadores a que cumplan sus funciones empleando el método de estandarización.
- IV. Supervisar, constantemente, el cumplimiento de la propuesta planteada.

4.3.6 Supervisión y control

La supervisión y control de la metodología de estandarización estará a cargo de quien mantuvo una capacitación particular con el consultor especialista en Lean Manufacturing. Por tanto, la persona capacitada será la encargada de realizar un seguimiento a los cambios que se presenten con la nueva propuesta de mejora, para lo cual elaborará una ficha de control, tal y como se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30: Ficha de control sobre la implementación de Estandarización

Ficha de control sobre la implementación de estandarización				
Supervisor		Fecha		
Material	"Ladrillos"			
Tipo de material	Cantidad (unidades)	Tiempo de carga aproximado (minutos)		Observación
Pandereta	500	Estandarizado	15	33% más de eficiencia en el tiempo de carga con la estandarización
Pandereta		Sin estandarizar	20	
King Kong	500	Estandarizado	15	33% más de eficiencia en el tiempo de carga con la estandarización
King Kong		Sin estandarizar	20	
Techo	500	Estandarizado	30	33% más de eficiencia en el tiempo de carga con la estandarización
Techo		Sin estandarizar	40	
Material	"Agregados"			
Tipo de material	Cantidad (m3)	Tiempo de carga aproximado (minutos)		Observación
Hormigón, piedra o arena	1	Estandarizado	3	33% más de eficiencia en el tiempo de carga con la estandarización
Hormigón, piedra o arena		Sin estandarizar	4	
Hormigón, piedra o arena	2	Estandarizado	3	66% más de eficiencia en el tiempo de carga con la estandarización
Hormigón, piedra o arena		Sin estandarizar	5	

4.3.7 Beneficios

Con la propuesta en mención, referente a la Estandarización, se lograrían obtener los siguientes beneficios:

- Reducción en el tiempo de carga, de aproximadamente 33% respecto a su valor real
- Reducción en el tiempo de espera del cliente
- Reducción en el consumo de combustible del cargador frontal durante su uso
- Movimientos más eficientes, tanto del operario como de la máquina

4.4 Propuesta de implementación de Poka Yoke

En este sub capítulo se va a presentar la metodología Poka Yoke con su respectivo objetivo, capacitación, planteamiento, propuesta, implementación y cronograma; asimismo, se hará un seguimiento de los cambios empleados para analizar los beneficios que se logren obtener.

4.4.1 Objetivo

La implementación Poka Yoke tiene como objetivo evitar los errores cometidos por la distracción de los trabajadores al momento de cumplir sus funciones; por ejemplo, dentro del área comercial, se debe constatar la conformidad tanto en la cantidad como en la calidad de cada uno de los productos enviados por los proveedores, por lo que es necesario la completa atención del personal a cargo.

4.4.2 Capacitación

Antes de iniciar con la propuesta de mejora Poka Yoke, se va a efectuar una capacitación, la cual será dirigida por un consultor especialista en *Lean Manufacturing*; él se encargará de mostrar a los trabajadores las consecuencias que se podrían generar por una distracción presente durante la hora de trabajo; de esta manera, se busca concientizarlos para que implementen la metodología en estudio a sus lugares de trabajo.

4.4.3 Planteamiento de la situación actual

La persona responsable del área de ventas se encarga de recibir, contabilizar e inspeccionar los productos enviados por los proveedores, por lo que, a veces, solicita la ayuda de un operario para tener una mejor administración de inventarios; a pesar de ello, ha habido problemas con los productos dentro del almacén, ya sea porque estuvieron en mal estado o incompletos. Estos inconvenientes suelen suceder por la inexperiencia o escasa concentración del personal al momento de cumplir sus funciones.

4.4.4 Planteamiento de la mejora propuesta

En primer lugar, se va a realizar una lista con los productos que suelen presentar errores a la hora de realizar el inventario de la empresa, asimismo, se va a mencionar el tipo de inconveniente que presente el producto, el cual puede ser considerado defectuoso o incompleto, adicionalmente, se van a contabilizar los productos presentados en la lista, de manera que las cantidades obtenidas serán representadas porcentualmente, tal como se muestra en la tabla 31.

Tabla 31: Cantidad porcentual de productos defectuosos o incompletos

Productos	Descripción del inconveniente	Cantidad (%)	Total (%)
Cementos	Productos no defectuosos	99.75%	100%
	Productos defectuosos	0.5%	
	Productos incompletos	0.25%	
Ladrillos	Productos no defectuosos	98%	100%
	Productos defectuosos	1%	
	Productos incompletos	1%	
Fierros	Productos no defectuosos	98%	100%
	Productos defectuosos	1%	
	Productos incompletos	1%	
Accesorios de agua	Productos no defectuosos	93%	100%
	Productos defectuosos	5%	
	Productos incompletos	2%	
Accesorios de Luz	Productos no defectuosos	93%	100%
	Productos defectuosos	5%	
	Productos incompletos	2%	
Herramientas	Productos no defectuosos	93%	100%
	Productos defectuosos	5%	
	Productos incompletos	2%	

En segundo lugar, se va a solicitar al personal una inspección minuciosa de los productos que van a ingresar al almacén. Para ello, se va a exigir el cumplimiento de las siguientes reglas:

- _ No se debe realizar ninguna otra actividad durante la inspección de los productos.
- _ Se debe guardar el celular o algún otro equipo electrónico que pueda desconcentrar al trabajador durante la inspección.
- _ Se debe evitar todo tema de comunicación que no guarde relación con la inspección.
- _ Se debe implementar un ambiente con buena iluminación para la inspección.

Finalmente, se va a elaborar una hoja de verificación, como se muestra en la Tabla 32, con el propósito de seguir un protocolo que ayude a no olvidar ningún detalle durante la revisión del producto.

Tabla 32: Hoja de verificación de los productos recibidos

Hoja de verificación de los productos recibidos			
Responsables			Fecha
Productos	Cantidad recibida	¿Producto conforme?	Detalles
Cementos			
Ladrillos			
Fierros			
Accesorios de agua			
Accesorios de luz			
Herramientas			
Observaciones:			

4.4.5 Plan de implementación

Para cumplir con la propuesta de Poka Yoke, se va a desarrollar un plan de trabajo, el cual será detallado a continuación:

- I. Revisar, previo a la inspección, la lista de los pedidos generados
- II. Emplear la hoja de verificación durante la inspección de los productos que serán recibidos
- III. Tomar nota de la conformidad o inconformidad con la que se reciben los productos
- IV. Supervisar, periódicamente, a los trabajadores durante el desarrollo de sus funciones.
- V. Capacitar a los trabajadores para reducir los errores cometidos durante la inspección.

4.4.6 Supervisión y control

El consultor especialista en Lean Manufacturing, quien es el encargado de realizar las capacitaciones, va a brindar las pautas necesarias al personal asignado a supervisar el trabajo que se realice durante la inspección; asimismo, va a sugerir el uso de una ficha de control relacionada a la implementación Poka Yoke, tal como se muestra en la Tabla 33. De esta manera, se va a obtener un mejor control y coordinación con el responsable del área de ventas.

Tabla 33: Ficha de control sobre la implementación Poka Yoke

Ficha de control sobre la implementación Poka Yoke			
Supervisor		Fecha	
Nº	Criterios	SÍ/NO	¿Por qué?
1	¿El responsable del área de ventas se encuentra concentrado durante la inspección?		
3	¿La cantidad de productos conformes, defectuosos o incompletos coinciden con la hoja de verificación del responsable?		
4	¿El responsable reconoció el error de su función?		
5	¿El proveedor reconoció el error de sus productos?		
6	¿Se cumple con la implementación Poka Yoke?		

4.4.7 Beneficios

Con la implementación de la propuesta Poka Yoke, se lograría obtener los siguientes beneficios en la empresa:

- Evitar posibles conflictos con los clientes por la venta de productos defectuosos, ya que el área de operaciones asume que el estado de los productos fue revisado durante la inspección.
- Evitar conflictos con los proveedores, ya que la gran mayoría no se responsabiliza por el producto luego de la entrega.
- Evitar el estrés y la pérdida de tiempo en los trabajadores por la búsqueda de posibles soluciones.

CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA

A continuación, se van a evaluar los costos y beneficios generados por cada una de las propuestas de mejora implementadas en el capítulo anterior; de esta manera, se conocerá la viabilidad del proyecto presentado.

5.1 Análisis de costos

Para el análisis de los costos, se van a considerar los sueldos de los trabajadores, los costos requeridos en cada propuesta de mejora a implementar y el costo del estudio del proyecto, ya que dichos costos se encuentran relacionados de manera directa; por tanto, para el caso del salario que percibe el personal de la empresa, se va a presentar una tabla informativa proporcionada por la empresa, tal y como se presenta en la Tabla 34.

Tabla 34: Costo del personal

Puesto	Número de personas	Sueldo diario (S/.)	Horas al día	Costo Horas-Hombre (S/.)	Número de días al mes	Sueldo mensual (S/.)
Gerente General	1	100	8	12.5	24	2400
Administrador	1	80	8	10	24	1920
Encargado de ventas	1	50	8	6.25	24	1200
Chofer	2	70	8	8.75	24	3360
Ayudante	2	50	8	6.25	24	2400
Total						11280

Asimismo, como ya se mencionó anteriormente, la supervisión de cada propuesta de mejora implementada estará a cargo del administrador de la empresa, ya que será él quien reciba la orientación del especialista en *Lean Manufacturing* y otras contramedidas; además, las capacitaciones se realizarán los días sábados, una hora antes del horario de salida, pues las ventas son escasas en ese momento; por tanto, los costos por supervisión y capacitación estarán incluidos dentro de los sueldos del personal.

5.1.1 Costos de implementación de la propuesta ergonómica

Para determinar el costo total de la implementación ergonómica, se van a considerar tanto los costos de capacitación como los costos de máquinas e insumos adquiridos.

Por un lado, están los costos de capacitación, lo cuales involucran el pago al consultor especialista en ergonomía laboral y, también, el pago al encargado de amoblar un lugar, dentro de la empresa, con mesas, sillas, bocado, etcétera. Ambos montos a pagar se pueden observar en la Tabla 35.

Tabla 35: Costo de capacitación de la implementación ergonómica

Descripción	Cantidad	Número de horas de capacitación	Número de días de capacitación	Costo por sesión (S/.)	Número de veces al año	Costo total (S/.)
Especialista en ergonomía	1	1	1	200	4	800
Encargado de amoblar	1	-	-	150	4	600
Total (S/.)						1400

Por otro lado, se encuentran los costos de máquinas e insumos, los cuales involucran la compra de una silla ergonómica, un soporte para laptop, un montacarga, ocho pallets y cuatro fajas lumbares; estos productos serán detallados con sus respectivos costos en la Tabla 36.

Tabla 36: Costos de la implementación ergonómica

Ítem o maquinaria	Cantidad (Unid.)	Costo por unidad (S/.)	Costo total (S/.)
Silla ergonómica	1	600	600
Soporte para laptop	1	80	80
Montacarga	1	50000	50000
Pallets	8	40	320
faja lumbar	4	75	300
Total (S/.)			51300

Finalmente, se van a sumar los montos totales obtenidos en la Tabla 35 y Tabla 36 para que, de esta manera, se logre determinar el costo total requerido para la implementación ergonómica, el cual asciende a **S/. 52,700.00 nuevos soles**.

5.1.2 Costos de implementación de las 5'S

Para determinar el costo total de la implementación de las 5'S, se van a considerar tanto los costos de capacitación como los costos de equipos y materiales adquiridos.

Por un lado, están los costos de capacitación, lo cuales involucran el pago al consultor especialista en Lean Manufacturing y, también, el pago al encargado de amoblar un lugar, dentro de la empresa, con mesas, sillas, bocado, etcétera. Ambos montos a pagar se pueden observar en la Tabla 37.

Tabla 37: Costo de capacitación de la implementación de las 5'S

Descripción	Cantidad	Número de horas de capacitación	Número de días de capacitación	Costo por sesión (S/.)	Número de veces al año	Costo total (S/.)
Especialista en Lean Manufacturing	1	1	1	200	4	800
Encargado de amoblar	1	-	-	150	4	600
Total (S/.)						1400

Por otro lado, se encuentran los costos de equipos y materiales, los cuales involucran la compra de señalizaciones para los almacenes y ubicar las máquinas, letreros que incentiven la limpieza, materiales de limpieza y equipos de protección personal; estos productos serán detallados, con sus respectivos precios de compra, en la Tabla 38.

Tabla 38: Costo de equipos e insumos de la implementación de las 5'S

Ítem	Cantidad (Unid.)	Costo por unidad (S/.)	Costo total (S/.)
Señalizaciones	-	250	250
letreros	-	200	200
Materiales de limpieza	-	-	200
EPP	4	280	1120
Total (S/.)			1770

Finalmente, se van a sumar los montos totales obtenidos en la Tabla 37 y Tabla 38 para que, de esta manera, se logre determinar el costo total requerido para la implementación de las 5'S, el cual asciende a **S/. 3,170.00 nuevos soles**.

5.1.3 Costos de implementación de Estandarización

Para determinar el costo total de la implementación de estandarización, se van a considerar tanto los costos de capacitación como los costos de materiales adquiridos.

Por un lado, están los costos de capacitación, lo cuales involucran el pago al consultor especialista en Lean Manufacturing y, también, el pago al encargado de amoblar un lugar, dentro de la empresa, con mesas, sillas, bocaditos, etcétera. Ambos montos a pagar se pueden observar en la Tabla 39.

Tabla 39: Costo de capacitación de la implementación de estandarización

Descripción	Cantidad	Número de horas de capacitación	Número de días de capacitación	Costo por sesión (S/.)	Número de veces al año	Costo total (S/.)
Especialista en Lean Manufacturing	1	1	1	200	4	800
Encargado de amoblar	1	-	-	150	4	600
Total (S/.)						1400

Por otro lado, en la Tabla 40, se va a mostrar el costo relacionado a la compra de fichas informativas, las cuales van a servir como guía para que los operarios carguen ciertos productos de manera más eficiente.

Tabla 40: Costo de materiales de la implementación de estandarización

Ítem	Cantidad (Unid.)	Costo por unidad (S/.)	Costo total (S/.)
Fichas informativas	10	10	100
Total (S/.)			100

Finalmente, se van a sumar los montos totales obtenidos en la Tablas 39 y la Tabla 40 para que, de esta manera, se logre determinar el costo total requerido para la implementación de estandarización, el cual asciende a **S/. 1,500.00 nuevos soles**.

5.1.4 Costos de implementación de la metodología Poka Yoke

Para determinar el costo total de implementación de la metodología Poka Yoke, se van a considerar tanto los costos de capacitación como los costos de materiales adquiridos.

Por un lado, están los costos de capacitación, los cuales involucran el pago al consultor especialista en Lean Manufacturing y, también, el pago al encargado de amoblar un lugar, dentro de la empresa, con mesas, sillas, bacaditos, etcétera. Ambos montos a pagar se pueden observar en la Tabla 41.

Tabla 41: Costo de capacitación de la implementación de la metodología Poka Yoke

Descripción	Cantidad	Número de horas de capacitación	Número de días de capacitación	Costo por sesión (S/.)	Número de veces al año	Costo total (S/.)
Especialista en Lean Manufacturing	1	1	1	200	4	800
Encargado de amoblar	1	-	-	150	4	600
Total (S/.)						1400

Por otro lado, se encuentran los costos de materiales adquiridos, los cuales involucran la compra de hojas de verificación para validar la conformidad o inconformidad de los productos recibidos. En la Tabla 42, se va a presentar el número de hojas requeridas con sus respectivos precios de compra.

Tabla 42: Costo de materiales de la implementación de la metodología Poka Yoke

Ítem	Cantidad (Unid.)	Costo por unidad (S/.)	Costo total (S/.)
Hoja de verificación	48	2	96
Total (S/.)			96

Finalmente, se van a sumar los montos totales obtenidos en la Tablas 41 y la Tabla 42 para que, de esta manera, se logre determinar el costo total requerido para la implementación de la metodología Poka Yoke, el cual asciende a **S/. 1,496.00 nuevos soles**.

5.1.5 Costo de estudio del proyecto

Para determinar el costo total asociado al estudio del proyecto, se van a considerar todos los recursos utilizados para el desarrollo de la tesis, los cuales se van a distribuir en cuatro etapas:

- **Etapas de planificación:** En esta etapa se definen los objetivos del proyecto por lo que se considera el tiempo del investigador para la planificación, los materiales de oficina y las fuentes bibliográficas.
- **Etapas de investigación:** Al igual que en la etapa anterior, se considera el tiempo del investigador en trabajo de campo, por lo que se incluye el costo de transporte.
- **Etapas de análisis:** Es la etapa que requiere el uso de software, internet y el tiempo del investigador para el análisis de datos.
- **Etapas de presentación:** En esta etapa se requiere el tiempo del investigador para la redacción final del proyecto, así como la impresión y los materiales de oficina necesarios para la presentación.

Luego de precisar los recursos utilizados en cada una de las etapas, se van a cuantificar los costos de estudio del proyecto, tal como se muestra en la Tabla 43.

Tabla 43: Costo de estudio del proyecto

Descripción	Detalle	Costo total (S/.)
Salario del investigador	(150 horas)*(S/.10 por hora)	1500
Materiales de oficina	Cuadernos, lapiceros, resaltadores, folder, otros	50
Fuentes bibliográficas	Libros, artículos en línea, otros	100
Transporte	Desplazamiento vehicular	200
Software	Licencia de programas	75
Internet	Servicio prorrateado	75
Impresión	Impresión parcial, impresión final y empastado	70
Toltal		2070

De esta manera, se obtiene que el costo requerido para el estudio del proyecto es de **S/. 1,540.00 nuevos soles**, ya que se está considerando un estudio del proyecto no mayor a tres meses y una distancia cercana entre la vivienda del investigador y la ubicación de la empresa.

5.1.6 Costo total para la inversión del proyecto

Luego de haber obtenido los costos de cada propuesta de mejora implementada y el costo de estudio del proyecto, se pasa a calcular el costo total del proyecto para un periodo anual. Así, en la Tabla 44, se logran apreciar los costos obtenidos con sus respectivos porcentajes representativos.

Tabla 44: Costo total anual para la implementación de mejoras en la empresa

Propuesta de mejora	Costo total (S/.)	Porcentaje
Propuesta ergonómica	52700	86%
Propuesta de las 5'S	3170	5%
Propuesta de estandarización	1500	2%
Propuesta Poka Yoke	1496	2%
Costo de estudio del proyecto	2070	3%
Total	60936	100%

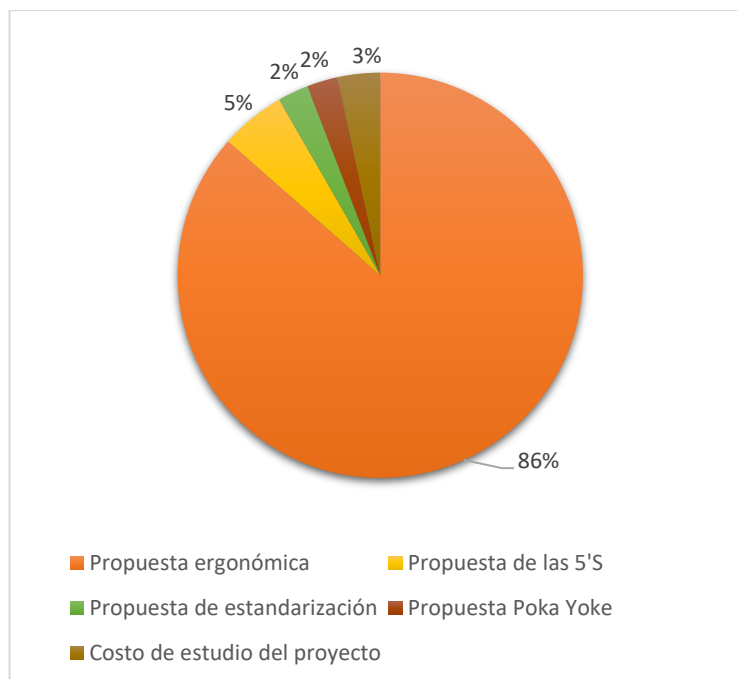


Figura 50: Participación de cada herramienta sobre el costo total

Por último, según la Figura 50, se puede observar que la propuesta de implementación ergonómica representa el 86% del costo total a invertir, es decir, representa la propuesta con mayor impacto económico para la empresa.

5.2 Beneficios económicos de las propuestas de mejora

En este sub capítulo, se van a calcular, para un año, los ingresos generados debido a la implementación de las propuestas de mejora presentadas en el capítulo 4.

5.2.1 Beneficio económico por la implementación ergonómica

En primer lugar, se va a considerar, como un ingreso por ahorro, evitar pagar el tratamiento médico de los cuatro operarios y del encargado de ventas, ya que cualquier lesión muscular producida durante la hora laboral será responsabilidad de la empresa; por tanto, en la Tabla 45, se va a mostrar el monto anual ahorrado en tratamientos.

Tabla 45: Ingreso por ahorro de tratamiento médico

Problema	Tratamiento	Número de trabajadores	Costo por sesión (S/.)	Número de sesiones	Número de veces al año	Ahorro anual (S/.)
Lesión muscular	Rehabilitación	5	100	10	1	5000

Por otro lado, se va a presentar un incremento en el desempeño de los trabajadores a la hora de atender al cliente debido a la reducción de la carga laboral; por tanto, es posible realizar

otras funciones o atender a más clientes, lo cual podría generar mayores ingresos a la empresa. A continuación, se va a presentar, en la Tabla 46, los tiempos necesarios para cargar los materiales sin considerar la implementación de mejora ergonómica.

Tabla 46: Tiempo de carga sin implementar la mejora ergonómica

Actividad	Número de operarios	Tiempo requerido (minutos)
Carga de cemento a los camiones sin montacarga	2	15
Carga de ladrillos a los camiones sin montacarga	2	30
Total		45

De la misma manera, se va a presentar, en la Tabla 47, los tiempos necesarios para cargar los materiales, pero considerando la implementación de mejora ergonómica.

Tabla 47: Tiempo de carga con la implementación de la mejora ergonómica

Actividad	Número de operarios	Tiempo requerido (minutos)
Carga de cemento a los camiones con montacarga	2	2
Carga de ladrillos a los camiones con montacarga	2	2
Total		4

Así, se logra apreciar un ahorro en el tiempo de carga de 41 minutos por sesión; si se sabe que en la empresa se realizan cuatro sesiones aproximadas al día, al año estarían ahorrando 787.2 horas; por tanto, en la Tabla 48, se va a presentar el ingreso generado por esta situación.

Tabla 48: Ingreso total por el tiempo de carga ahorrado

Actividad	Ahorro de tiempo (minutos/sesión)	Número de sesiones al día	Número de días al año	Sueldo promedio de los operarios (soles/minuto)	Ahorro anual (S/.)
Carga de material a los camiones	41	4	288	0.125	5904

Finalmente, con la suma de los valores obtenidos en la Tabla 45 y Tabla 48, se va a obtener el ingreso total generado, debido a la implementación ergonómica, el cual asciende a **S/ 10,904.00 nuevos soles**.

5.2.2 Beneficio económico por la implementación de las 5'S

A continuación, se van a analizar los beneficios obtenidos por cada una de las 5'S implementadas como parte de las propuestas de mejora de la empresa.

- **Primera y segunda S:**

Con la implementación de la primera y segunda S, se van a obtener espacios mejor aprovechados en los almacenes, por lo que se va a generar una reducción en el tiempo de búsqueda, carga y entrega de los materiales; por tanto, se va a lograr conseguir un mayor ingreso para la empresa, tal y como se muestra en la Tabla 49.

Tabla 49: Beneficio económico por la implementación de la primera y segunda S

Tiempo de despacho sin mejora (minutos)	Tiempo de despacho con mejora (minutos)	Ahorro de tiempo por despacho (minutos)	Número de sesiones al día	Número de días al año	Sueldo promedio de los operarios (soles/minuto)	Ahorro anual (S/.)
30	10	20	4	288	0.125	2880

- **Tercera S:**

Con la implementación de la tercera S, se va a obtener una reducción en los costos de mantenimiento de los equipos y máquinas, ya sea por el parado de máquinas o por la compra de repuestos nuevos, por lo que se va a considerar un ingreso por ahorro para la empresa, tal y como se muestra en la Tabla 50.

Tabla 50: Beneficio económico por la implementación de la tercera S

Número de máquinas	Precio de los repuestos (S/.)	Precio del servicio (S/.)	Número de mantenimientos al año	Ahorro anual (S/.)
5	400	100	2	5000

- **Cuarta S:**

Con la implementación de la cuarta S, se van a reducir los accidentes ocasionados por la imprudencia de los operarios; de esta manera, se va a generar un ahorro para la empresa, ya que no se costeará ningún tratamiento médico ni el pago por los días no laborables, tal y como se muestra en la Tabla 51.

Tabla 51: Beneficio económico por la implementación de la cuarta S

Problema	Tratamiento	Número de operarios	Costo aproximado del tratamiento (S/.)	Número de veces al año	Ahorro anual (S/.)
Accidente	Médico	4	400	12	19200

- **Quinta S:**

Con la implementación de la quinta S, se va a lograr consolidar una cultura más preventiva y eficaz ya que se busca consumir las propuestas de mejora planteadas desde la primera S hasta la cuarta S; por tanto, se puede considerar que el beneficio económico de la quinta S es igual a la suma de los valores obtenidos en la Tabla 49, Tabla 50 y Tabla 51, es decir,

que el ingreso anual debido a la implementación de las 5'S es igual a **S/. 27,080.00 nuevos soles**.

5.2.3 Beneficio económico por la implementación de la estandarización

Por un lado, los operarios van a reducir los tiempos de carga, puesto que emplearán fichas informativas que ayudaran a estandarizar el proceso; así, se va a conseguir un mayor ingreso por ahorro para la empresa, tal y como se muestra en la Tabla 52.

Tabla 52: Beneficio económico por el tiempo de carga ahorrado

Tiempo de carga sin estandarizar (minutos)	Tiempo de carga estandarizada (minutos)	Ahorro de tiempo por carga (minutos)	# sesiones al día	# días al año	sueldo promedio de los operarios (soles/minuto)	Ahorro anual (S/.)
40	30	10	4	288	0,125	1440

Por otro lado, el cargador frontal va a reducir su consumo de combustible, ya que realizará movimientos más precisos cuando se encuentre en funcionamiento; es decir, no realizará movimientos repetitivos ocasionados por no aprovechar toda su capacidad de carga; por lo tanto, la empresa va a conseguir un ingreso por ahorro, tal como se muestra en la Tabla 53.

Tabla 53: Beneficio económico por el ahorro de combustible del cargador frontal

Tiempo de carga sin estandarizar (minutos)	Tiempo de carga estandarizado (minutos)	Ahorro de tiempo por carga (horas)	Número de sesiones al día	Número de días al año	Rendimiento (galones/hora)	Costo del combustible (soles/galón)	Ahorro anual (S/.)
10	5	0.083	4	288	4	19	7296

Luego de haber calculado los dos ahorros anuales mostrados en las Tabla 52 y Tabla 53, se obtiene que el ingreso total de la empresa por implementar el método estandarizado es igual a **S/. 8,736.00 nuevos soles**.

5.2.4 Beneficio económico por la implementación Poka Yoke

En la Tabla 29, se puede observar la cantidad porcentual de productos defectuosos o incompletos que no fueron verificados correctamente durante la inspección; sin embargo, con la implementación de la metodología Poka Yoke, se va a obtener un ahorro económico, el cual se mostrará en la Tabla 54.

Tabla 54: Beneficio económico por la implementación Poka Yoke

Productos	Costo total por producto (S/.)	Descripción	Cantidad (%)	Costo parcial por producto (S/.)	Número de meses al año	Ahorro anual (S/.)
Cementos	40000	Productos no defectuosos	99.75	39900	12	3600
		Productos defectuosos	0.5	200		
		Productos incompletos	0.25	100		
Ladrillos	15000	Productos no defectuosos	98	14700	12	3600
		Productos defectuosos	1	150		
		Productos incompletos	1	150		
Fierros	38000	Productos no defectuosos	98	37240	12	9120
		Productos defectuosos	1	380		
		Productos incompletos	1	380		
Accesorios de agua	2500	Productos no defectuosos	93	2325	12	2100
		Productos defectuosos	5	125		
		Productos incompletos	2	50		
Accesorios de luz	300	Productos no defectuosos	93	279	12	252
		Productos defectuosos	5	15		
		Productos incompletos	2	6		
Herramientas	200	Productos no defectuosos	93	186	12	168
		Productos defectuosos	5	10		
		Productos incompletos	2	4		
Total						18840

De esta manera, se logra calcular que el ingreso anual por ahorro luego de la mejora es igual a **S/. 18,840.00 nuevos soles**.

5.2.5 Beneficio económico total del proyecto de mejora

Luego de haber obtenido el ahorro anual por cada propuesta de mejora implementada, se pasa a calcular el ingreso total por ahorro del proyecto. Así, en la Tabla 55, se logran apreciar los ahorros económicos obtenidos con sus respectivos porcentajes representativos.

Tabla 55: Beneficio económico anual por la implementación de mejoras en la empresa

Propuesta de mejora	Ahorro anual (S/.)	Porcentaje
Propuesta ergonómica	10904	17%
Propuesta de las 5'S	27080	41%
Propuesta de estandarización	8736	13%
Propuesta Poka Yoke	18840	29%
Total	65560	100%

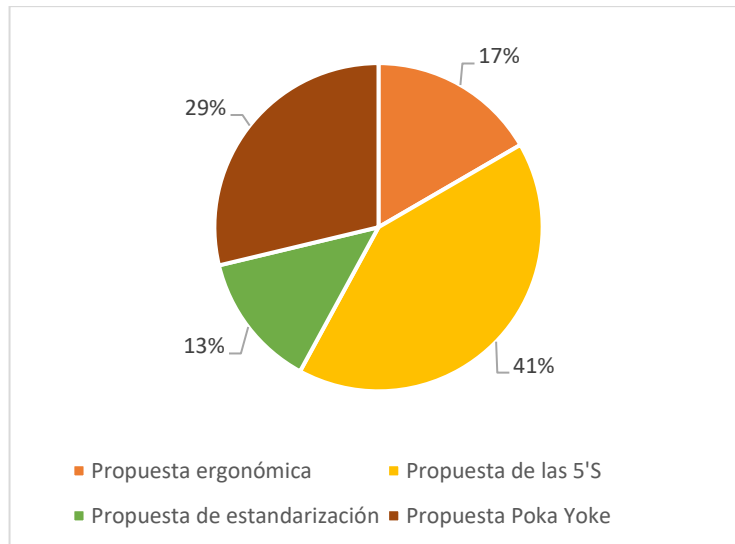


Figura 51: Participación de cada herramienta en el beneficio generado

Por último, según la Figura 51, se puede observar que la propuesta de implementación de las 5'S representa el 41% del ingreso total por ahorro, es decir, representa la propuesta con mayor impacto económico para la empresa.

5.3 Evaluación de la factibilidad del proyecto

En este subcapítulo, se va a evaluar la factibilidad de cada propuesta de mejora implementada en el proyecto, por lo que será necesario el uso tanto del COK como del flujo de caja.

5.3.1 Determinación del Costo de Oportunidad del Capital (COK)

Para estimar el costo de oportunidad de un proyecto, se va a emplear la metodología CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) ya que cumple con indicar la tasa de retorno de mínima inversión que una empresa tiene para generar valor. En base a lo expuesto, se va a calcular el COK con la siguiente formula (Campos, 2022):

$$\text{COK} = R_f + \beta \cdot (R_m - R_f) + R_p$$

Donde:

R_f = Tasa libre de riesgo

β proyecto = Coeficiente de riesgo específico

$(R_m - R_f)$ = Prima de riesgo

R_p = Riesgo de país

R_m = Riesgo de mercado

Con la ecuación ya definida, se procede a calcular el COK por lo que, en la Tabla 56, se van a mostrar los parámetros requeridos con sus respectivos valores a emplear.

Tabla 56: Parámetros requeridos para hallar el COK

Variables	Valor	Fuente
Rf	4.46%	NYU Stern
β	-	Fórmula
Rm - Rf	6.00%	NYU Stern
Rp	1.55%	EMBIG Perú

Sin embargo, para terminar de completar todos los valores de la ecuación, se procede a calcular el coeficiente de riesgo específico (β proyecto) de la siguiente manera:

$$\beta_{\text{proyecto}} = \left[1 + \frac{D}{P} * (1-T)\right] * \beta_{\text{desapalancado}}$$

Donde: en la Tabla 57, se mostrarán los parámetros con sus respectivos valores.

Tabla 57: Parámetros requeridos para hallar el β proyecto

Variables	Valor	Fuente
Deuda (D) / Patrimonio (P)	21.41%	NYU Stern
Tasa de impuestos (T)	29.50%	SUNAT
β desapalancado	1.19	BLS DE EE.UU.

Así, se logra obtener que el β proyecto es igual a **1.37** y con este valor se logra hallar el costo de oportunidad de la empresa, el cual tiene un valor de **14.23%**

Por último, debido a que el COK obtenido se encuentra en dólares y la empresa en estudio se encuentra en Perú, se va a hacer una conversión, para obtener el COK en monedas peruanas, a través de la siguiente ecuación:

$$\text{COK (S./)} = (1 + \text{COK (\$)}) * \frac{1 + \text{Inflación Peru}}{1 + \text{Inflación EE.UU.}} - 1$$

Por lo que, en la Tabla 58, se mostrarán los parámetros con sus respectivos valores para reemplazarlo en la ecuación.

Tabla 58: Parámetros requeridos para hallar el COK en monedas peruanas

Variables	Valor	Fuente
Inflación Perú	1.97%	INEI
Inflación EE.UU	2.90%	BCRP

Así, se logra obtener que el COK (S/.) a utilizar para el proyecto es igual a **13.19%**

5.3.2 Flujo de caja económico

Como parte de la evaluación económica del proyecto, se va a presentar, en la Tabla 59, el flujo de caja para un periodo no mayor a los 3 años puesto que, actualmente, existe un alto mercado competitivo relacionado a la comercialización de materiales de construcción; además, se va a considerar al año cero como año en el que se realizará la inversión inicial del proyecto y, también, se va a considerar, por las cinco máquinas que operan en la empresa, una depreciación y mantenimiento anual de S/.20,000.00 soles y S/.12,500.00 soles, respectivamente; es importante recalcar que las máquinas no son nuevas y sus depreciaciones dependerán de la vida útil que tengan luego de sus reparaciones, el tiempo estimado de funcionamiento es de 5 años.

Tabla 59: Flujo de caja económico del proyecto

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
1. COSTOS				
Costo por implementación	S/ 60936.00			
Mantenimiento de las máquinas		S/ 12500.00	S/ 12500.00	S/ 12500.00
Depreciación de las máquinas		S/ 20000.00	S/ 20000.00	S/ 20000.00
Costos totales	S/ 60936.00	S/ 32500.00	S/ 32500.00	S/ 32500.00
2. INGRESOS				
Ingreso por ahorro		S/ 65560.00	S/ 65560.00	S/ 65560.00
Ingreso total		S/ 65560.00	S/ 65560.00	S/ 65560.00
3. FLUJO DE CAJA ECONÓMICO				
Flujo neto	-S/ 60936.00	S/ 33060.00	S/ 33060.00	S/ 33060.00

Luego de realizar el flujo de caja, se pasa a calcular el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la relación beneficio/costo (B/C), los cuales se muestran en la Tabla 60; por lo cual, se va a utilizar el costo de oportunidad (COK) hallado previamente, cuyo valor fue de 9.98%.

Tabla 60: Indicadores del proyecto

COK	13.19%
VAN	S/ 16872.56
TIR	29%
B/C	1.15

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Tabla anterior, se puede observar que los indicadores del proyecto son favorables por las siguientes razones: el valor actual neto es mayor a cero (S/. 16872.56); la tasa interna de retorno (29%) es mayor al costo de oportunidad (13.19%) y, finalmente, la relación entre el beneficio y el costo es mayor a 1 (1.15). Así, se puede concluir que el proyecto es viable.



CAPÍTULO 6:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de desarrollar el proyecto de mejora referente a un centro ferretero, se van a exponer las siguientes conclusiones y recomendaciones:

6.1 Conclusiones

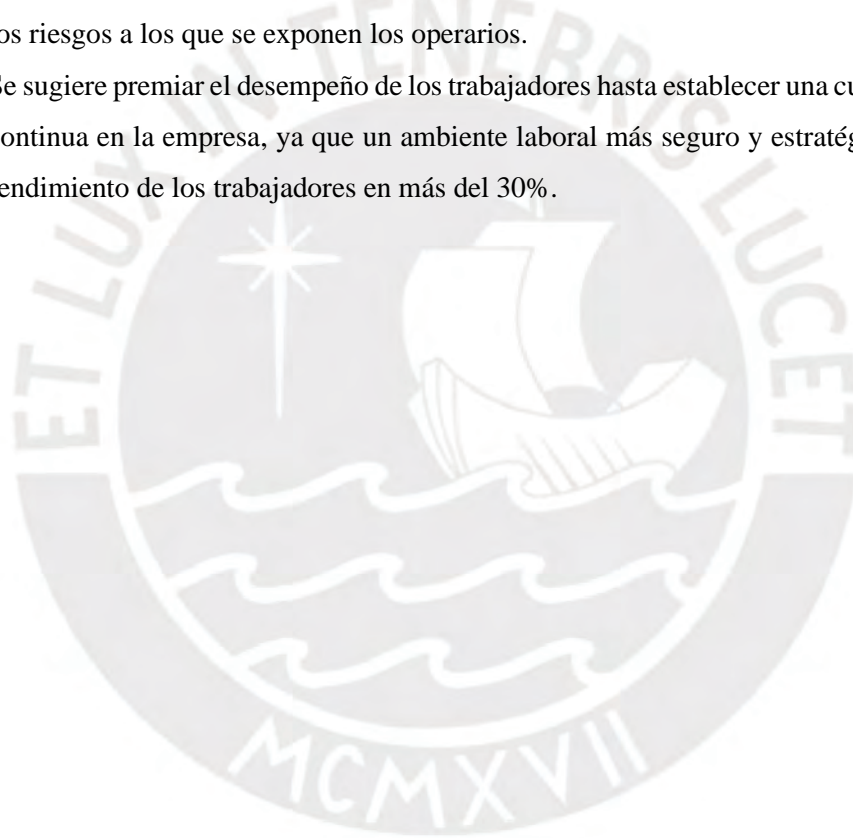
- La empresa en estudio expuso dos problemas principales: el desorden en los materiales y la presencia de máquinas inoperativas, dichos problemas presentaron diversas causas, las cuales fueron determinadas en el diagrama de Ishikawa, asimismo, con el diagrama de Pareto se pudo conocer las causas principales de los problemas; de esta manera, se pudo concluir que los problemas principales fueron ocasionados por la falta de planificación al realizar los pedidos, la falta de criterio al almacenar los materiales y una deficiencia ergonómica al momento de apilar los materiales, así como también, por el mantenimiento preventivo poco recurrente y el uso negligente de las máquinas.
- El proceso de Estandarización presenta una falta de eficiencia dado que no se sigue un patrón que optimice los tiempos de carga en los camiones, sin embargo, con las fichas de control implementadas se reducen los tiempos ya que se logra aumentar la eficiencia de los operarios en un 33%, según la cantidad y el tipo de material.
- El costo total requerido para la implementación de las mejoras, junto con el estudio del proyecto, asciende a S/.60,936.00; gran parte de dicho costo es destinado a la propuesta ergonómica, la cual se representa como la mejora con mayor impacto económico dentro del proyecto, pues simboliza el 86% del costo total con un monto de S/.52,700.00.
- El ingreso total anual generado por los ahorros económicos del proyecto asciende a S/.65,560.00, de los cuales el 41% corresponde a la propuesta de las 5'S con un monto de S/.27,080.00; por lo que se considera como la mejora con mayor impacto económico dentro del proyecto.
- Luego de determinar los indicadores del proyecto para un periodo de tres años, se concluye que el proyecto es viable económicamente ya que presenta un valor actual neto de S/.16,872.56, una relación beneficio/costo mayor a uno (1.15) y una tasa interna de retorno (29%) mayor al costo de oportunidad (13.19%).

6.2 Recomendaciones

- Es importante considerar la opinión de los trabajadores para plantear las propuestas de mejora, pues son los responsables de la producción de la empresa; por tanto, la información recolectada debe ser de manera anónima, a fin de evitar que alguno de ellos

se abstenga en sugerir de manera transparente todas las mejoras orientadas a la reducción de desperdicios.

- A pesar del costo elevado del montacarga, que ronda los S/.50,000.00, es recomendable su compra puesto que reducen los tiempos de carga hasta en un 93.3%, además, reduce la posibilidad de que los operarios sufran de fatiga o lesión muscular y, finalmente, los indicadores del proyecto son favorables en el periodo de tiempo estimado.
- Luego de cumplir el periodo de estudio del proyecto, se recomienda renovar la flota vehicular de la empresa, ya que reducen hasta en un 49.57% los ingresos por ahorro cada año debido a los costos de mantenimiento y depreciación vehicular.
- Se recomienda asegurar a los operarios de manera particular contra todo tipo de riesgos, pues a pesar de implementar contramedidas como las 5'S se logra reducir, pero no eliminar los riesgos a los que se exponen los operarios.
- Se sugiere premiar el desempeño de los trabajadores hasta establecer una cultura de mejora continua en la empresa, ya que un ambiente laboral más seguro y estratégico aumenta el rendimiento de los trabajadores en más del 30%.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONILLA, Elsie, Bertha DÍAZ, Fernando KLEEBERG y María NORIEGA

2020 *MEJORA CONTINUA DE LOS PROCESOS: herramientas y técnicas*. Cuarta reimpresión. Lima: Fondo Editorial. Consulta: 11 de mayo de 2022.

BLUM, Ariel

2020 *“EXCELENCIA EN LA CADENA DE SUMINISTROS” aplicando la filosofía Lean*. Consulta: 04 de mayo de 2022.

CABRERA, Rafael

2022 *MANUAL DE LEAN MANUFACTURING: TPS americanizado*. Consulta: 03 de mayo de 2022.

CLASIFICACIÓN INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME

2020 *Tabla de actividades económicas con la CIU rev. 4.0*. Consulta: 7 de junio de 2022.

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1348266/Tabla_Oficial_CIU_Rev4.pdf

CAMPOS, Danilo

2022 *Estimación del Costo de Capital del Accionista en Mercados Emergentes*. Consulta: 15 de noviembre de 2022.

<https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13670/n/estimacion-del-cok-en-mercados-emergentes.pdf>

CORTÉS, José

2012 *SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales*. Décima edición. México: Tébar Flores. Consulta: 15 de noviembre de 2022.

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2F4991ff22c06ab43d.jimco.tntent.com%2Fdownload%2Fversion%2F1584023319%2Fmodule%2F8104539763%2Fname%2Fseguridad%2520e%2520higiene%2520en%2520el%2520trabajo%2520%2528JM%2520Corte-10ed%2529-comprimido.pdf&psig=AOvVaw2qB046B0_eUzsnhChsbOOr&ust=1731518243777000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAQQn5wMahcKEwjAq_O1pteJAxUAAAAAHQAAAAAQA

FERNÁNDEZ, Miguel

2014 *LEAN MANUFACTURING en español*. Estados Unidos de América: Editorial Imagen. Consulta: 17 de abril de 2022.

RAJADELL, Manuel y José SÁNCHEZ

2010 *LEAN MANUFACTURING la evidencia de una necesidad*. Díaz de Santos. Consulta: 11 de abril de 2022.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=IR2xgsdmdUoC&oi=fnd&pg=PR1&dq=lean+manufacturing&ots=K8MqJf39xU&sig=mEaLQqhgh31DS5mG2Dkdbd-ww04#v=onepage&q=lean%20manufacturing&f=false>

RAJADELL, Manuel

2021 *LEAN MANUFACTURING herramientas para producir mejor*. Segunda edición. Díaz de Santos. Consulta: 16 de abril de 2022.

https://books.google.com.pe/books?id=40VIEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=lean+manufacturing&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=lean%20manufacturing&f=false

SOCCONINI, Luis

2019 *LEAN MANUFACTURING paso a paso*. Barcelona: Marge Books. Consulta: 15 de abril de 2022.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rjyeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=origen+lean+manufacturing&ots=DIDVx0w19U&sig=tWGR0fgWDAEe0uPNwTz7qwM6GOE#v=onepage&q=origen%20lean%20manufacturing&f=false>

HEIZER, Jay y Barry RENDER

2004 *PRINCIPIOS DE ADMINISTRACION DE OPERACIONES*. Quinta edición. México: Pearson Educación. Consulta: 11 de mayo de 2022.

HERNÁNDEZ, Juan y Antonio VIZÁN

2013 *MANUAL DE LEAN MANUFACTURING conceptos, técnicas e implementación*. Madrid: Fundación EOI. Consulta: 25 de abril de 2022.

KRAJEWSKI, Lee, Larry RITZMAN y Manoj MALHOTRA

2008 *ADMINISTRADOR DE OPERACIONES procesos y cadenas de valor*. Octava edición. México: Editorial Pearson Educación. Consulta: 06 de mayo de 2022.

MADARIAGA, Francisco

2019 *LEAN MANUFACTURING exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. Creative Commons. Consulta: 28 de abril de 2022.

MAS, Diego

2015 *EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE PUESTOS DE TRABAJO*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Consulta: 01 de noviembre de 2022.

<https://www.ergonautas.upv.es/>

RIVERA, Marcelo

2021 *Análisis de herramientas Lean para su aplicación en una empresa de transporte de carga*. Tesis de investigación para obtener el grado académico de Bachiller en ciencias con mención en Ingeniería Industrial. Lima: Pontificie Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e ingeniería. Consulta: 11 de mayo de 2022.

[https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/20427/RIVERA
LAOS_MARCELO_ANALISIS_HERRAMIENTAS_LEAN.pdf?sequence=1&isA
llowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/20427/RIVERA_LAOS_MARCELO_ANALISIS_HERRAMIENTAS_LEAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

VILLASEÑOR, Alberto y Edber GALINDO

2007 *MANUAL DE LEAN MANUFACTURING guía básica*. Monterrey: Editorial Limusa. Consulta: 17 de abril de 2022.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE ESPAÑA

RULA. Consulta: 06 de noviembre de 2024.

[https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-
ayuda.php#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20RULA%20eval%C3%BAa%20postu
ras,el%20trabajador%20en%20el%20puesto.](https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20RULA%20eval%C3%BAa%20posturas,el%20trabajador%20en%20el%20puesto.)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE ESPAÑA

NIOSH. Consulta: 06 de noviembre de 2024.

<https://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>