

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

"PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA INVERSIONES CIMAS E.I.R.L"

Tesis para optar el título profesional de

Ingeniera Industrial

Autores:

Ruth Magali Chávez Cueva
Mayra Judith Leon Camacho

Asesor:

Mg. Katherine del Pilar Arana Arana

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente trabajo de investigación a mis padres que siempre estuvieron apoyándome, también quiero dedicarle este trabajo a mi hijita por ser mi motivación.

Quiero dedicar el presente trabajo de investigación a mi madre que siempre estuvo para mí y así poder cumplir mi meta profesional, también quiero dedicarle este trabajo a mis hijos que son mi motivo de superación.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por darme la salud y la voluntad para salir a dente, a mis padres por todo el apoyo brindado, a mi docente por la orientación esmerada, mis compañeros de carrera quienes fueron mi motivación y apoyo en desarrollo académico.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad problemática.....	9
1.2. Formulación del problema	11
1.3. Objetivos	11
1.4. Estimación.....	12
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	13
2.1. Tipo de investigación	13
2.2. Población y muestra	14
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	14
2.4. Procedimiento	15
2.5. Validez y confiabilidad de información	16
2.6. Para analizar la información.....	16
2.7. Aspectos éticos de la investigación.....	16
2.8. Matriz de operacionalización de variables	17
CAPÍTULO III. RESULTADOS	18
3.1. Aspectos generales de la empresa	18
3.2. Situación actual de la empresa	19
3.3. Propuesta de implementación de herramientas de manufactura esbelta	37
3.4. Análisis económico financiero	64
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	71
4.1. Discusión.....	71
4.2. Conclusiones	72
REFERENCIAS	74
ANEXOS	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Instrumentos	14
Tabla 2 Matriz de operacionalización de variables	17
Tabla 3 Estaciones de trabajo	24
Tabla 4 Producción en mal estado	27
Tabla 5 Movimientos entre áreas	28
Tabla 6 Actividades productivas	30
Tabla 7 Actividades improductivas	31
Tabla 8 Producción de estacas.....	31
Tabla 9 Productividad de hora hombre	32
Tabla 10 Productividad materia prima	33
Tabla 11 Cantidad de trabajadores	34
Tabla 12 Pie tablar de eucalipto	34
Tabla 13 Matriz de operacionalización de variables	36
Tabla 14 Balance de líneas	37
Tabla 15 Descripción de las 5S	41
Tabla 16 Inspección de los equipos de producción y control de estacas.....	53
Tabla 17 Mantenimiento de Sierra Cinta	55
Tabla 18 Mantenimiento de Garlopa.....	56
Tabla 19 Mantenimiento de Sierra Circular	57
Tabla 20 Actividades productivas	60
Tabla 21 Actividades improductivas.....	60
Tabla 22 Producción de estacas.....	61
Tabla 23 Matriz de operacionalización de variables	63
Tabla 24 Activos intangibles.....	64
Tabla 25 Implementación.....	65
Tabla 26 Personal	65
Tabla 27 Costos proyectados.....	66
Tabla 28 Análisis de indicadores.....	68
Tabla 29 Ingresos proyectados	68
Tabla 30 Flujo de caja	68
Tabla 31 Costo de oportunidad de capital	69
Tabla 32 Utilidad neta	69
Tabla 33 Indicadores Financieros.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ishikawa – baja productividad	19
Figura 2 Mapa de flujo de valor (VSM).....	21
Figura 3 Diagrama de operaciones de proceso.....	23
Figura 4 Eficiencia de la línea.....	25
Figura 5 Producción con defectos	26
Figura 6 Producción con defectos	27
Figura 7 Movimientos de la empresa	29
Figura 8 Línea de producción	29
Figura 9 Diagrama de flujo de aplicación de Seiri.....	38
Figura 10 Registro fotográfico	39
Figura 11 Disposición final según el estado de los elementos	40
Figura 12 Materiales y equipos necesarios	41
Figura 13 Etiqueta roja.....	42
Figura 14 Recepción de MP.....	43
Figura 15 Área de producción.....	43
Figura 16 Rótulos de ubicación.....	45
Figura 17 Señales cuantitativas	45
Figura 18 Señalización por color	46
Figura 19 Aplicación del Seiton en una pyme	46
Figura 20 Señalización.....	47
Figura 21 Inspección de orden y limpieza	48
Figura 22 Inspección de orden y limpieza	49
Figura 23 Tarjeta Kanban.....	50
Figura 24 Caja Heijunka	51
Figura 25 Balance de líneas	51
Figura 26 Andon	52
Figura 27 Movimientos de la empresa	58
Figura 28 Línea de producción mejorada.....	59
Figura 29 Flujo de caja.....	68

RESUMEN

En la presente investigación desarrollada en Inversiones Cimas E.I.R.L, se planteó el objetivo de incrementar la productividad mediante la propuesta de implementación de herramientas de manufactura esbelta. Para ello se recolectó información sobre la problemática, encontrando desperdicios en: inventario, movimientos, sobre producción y defectos. Para ello, propone herramientas de manufactura esbelta como: balance de líneas, sistema Andon, mantenimiento productivo total (TPM), metodología 5S, tarjetas Kanban, caja Heijunka y redistribución de estaciones de trabajo. Donde finalmente obtuvo como resultando, una reducción del tiempo ciclo a 8.65 minutos, el tiempo muerto a 10.05 minutos, la eficiencia de línea aumentó a 94%, el takt time disminuyó a 3.5 minutos, se eliminó la producción con defectos, se redujo los movimientos innecesarios entre áreas a 7 metros, las unidades productivas aumentaron a 55 estacas, las actividades productivas mejoraron a 75% e improductivas disminuyeron a 25%, por cada hora hombre se producen 4.5 estacas, por cada colaborador se produce 32.2 estacas, por cada metro cuadrado de eucalipto empleado se fabricará 3.23 estacas, y la productividad de factores será de 1.87. Finalmente, concluye que el proyecto es viable debido a obtener un VAN S/ 67,873.81; TIR 58% e IR de S/2.01, evidenciando la viabilidad de la implementación.

Palabras clave: Productividad, manufactura esbelta, producción, desperdicios.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Se conoce que un proceso de negocio perfecto es vital para el éxito de una empresa, sin embargo, tener un proceso perfecto es más fácil de decir que de hacer, es por ello que la mayoría de las organizaciones son propensas a fallar en los procesos comerciales, lo que conlleva enormes pérdidas en términos de tiempo y dinero. Además, identificar el problema exacto también es un desafío y no incluye una fórmula segura, por lo tanto, la mejora de los procesos puede eliminar el desperdicio, refinando la forma en que opera el negocio. Esto libera el recurso más valioso, la gente, permitiendo agregar valor genuino al negocio, en lugar de emprender tareas repetitivas (Esan, 2019).

Respecto a los antecedentes, la tesis desarrollada por Tamashiro y Yacarini (2018) titulada “Propuesta de mejora de la productividad mediante la aplicación de la metodología de Manufactura Esbelta en el área de producción de una fábrica de calzados para damas” se plantea el objetivo de optimizar la productividad mediante las herramientas de lean manufacturing, para ello inician realizando un diagnóstico encontrando que el principal problema se enfoca a productos defectuosos y por ende pedidos no atendidos, para ello aplican sistemas de calidad de 5S’s, just in time, kaizen y VSM, donde se logra obtener una productividad de 1.80 pares de zapatos por horas hombre a 2.01.

Por otro lado, en la investigación de Manosalva y Mercado (2018) con título “Diseño e implementación de las herramientas de manufactura esbelta en los procesos de planchado y pintura para mejorar la productividad en la empresa Elio Automotriz Racing E.I.R.L” se determina el objetivo de maximizar la productividad haciendo uso de herramientas de manufactura esbelta, previo a ello realizaron un

diagnostico donde se identificó una falta de capacitación a los operarios, lo que conlleva a que generen errores durante el proceso de su trabajo y mantengan desperdicios en movimientos y defectos. Por ello se aplicaron herramientas VSM, Kaizen, 5S y Poka Yoke, donde se logró reducir el tiempo del proceso de desmontaje en 4.24% y del proceso de planchado en 2.33%.

Asimismo, el estudio desarrollado por Llugla (2021) con título “Manufactura esbelta para la optimización de la productividad en la línea de ensamble de puertas de refrigeración” se realiza con la finalidad de desarrollar herramientas de manufactura esbelta que permitan aumentar la productividad del proceso de puertas de refrigeración. Para ello se inició realizando un diagnóstico encontrando que no se cumple con la demanda de los clientes por que existen deficiencias al momento de realizar la nivelación de las puertas, asimismo existen actividades que consumen tiempos en exceso; por lo que para hacer frente a ello se proponen aplicar herramientas como balance de líneas y estandarización de procesos, logrando aumentar la productividad en un 15.2%.

Finalmente, en el estudio de posgrado de Jara (2022) con título “Herramientas de manufactura esbelta para la mejora de la productividad en la planta faenadora de la empresa grupo casa grande división “pura pechuga” se determina con la finalidad de maximizar la productividad de la planta aplicando herramientas de manufactura esbelta, debido a que la planta presenta desperdicios como esperas, movimientos innecesarios, transporte y sobre procesamiento; por ello la propuesta abarca la metodología 5S, SMED y balance de líneas. Logrando de esta forma, reducir el tiempo de procesado en 1.28 minutos, que en términos porcentuales representa una mejora de 11.90%.

De esta manera, teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, el motivo de estudiar y mejorar los procesos dentro de la empresa CIMAS, la cual se dedica al rubro de procesamiento y transformación de maderas, es que a pesar de los muchos desafíos provocados por la pandemia viene presentando desperdicios en las categorías de tiempo de espera, procesos, inventario y defectos, tal como se clasifican dentro de los 7 desperdicios del Lean Manufacturing (Ohno, 1988).

Es así, que el concepto de *manufactura esbelta* se define como una metodología que se enfoca en minimizar el desperdicio dentro de los sistemas de manufactura y al mismo tiempo maximizar la productividad, por ello el desperdicio es visto como cualquier cosa que los clientes no creen que agrega valor y por lo que no están dispuestos a pagar. Sin embargo, algunos de los beneficios de la manufactura esbelta pueden incluir plazos de entrega reducidos, costos operativos reducidos y calidad mejorada del producto (Gonzales, 2018).

Referente al concepto de *productividad* se la define como una medida de la eficiencia con la que una persona completa una tarea, del mismo modo se conoce como la tasa a la que una empresa o país produce bienes y servicios (producto), generalmente juzgado en función de las cantidades de insumos (mano de obra, capital, energía u otros recursos) utilizados para entregar esos bienes y servicios (Checa, 2018).

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la propuesta de implementación de herramientas de manufactura esbelta incrementará la productividad en la empresa Inversiones Cimas EIRL, Cajamarca 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Incrementar la productividad mediante la propuesta de implementación de herramientas de manufactura esbelta en la empresa Inversiones Cimas E.I.R.L., Cajamarca 2021

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar la situación actual de la productividad de la empresa
- Proponer herramientas de manufactura esbelta para incrementar la productividad de la empresa
- Evaluar los indicadores de productividad después de la propuesta
- Realizar un análisis costo beneficio después de la propuesta de herramientas de manufactura esbelta.

1.4. Estimación

La propuesta de implementación de herramientas de manufactura esbelta incrementa la productividad en la empresa.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Enfoque

Según Pita & Pértegas (2002), la investigación cuantitativa primaria es el método más utilizado para realizar estudios de mercado. La característica distintiva de la investigación primaria es que el investigador se centra en recopilar datos directamente en lugar de depender de los datos recopilados de investigaciones realizadas anteriormente.

2.1.2. Diseño

La presente investigación es de diseño no experimental; como señala Kerlinger (1979, p.116), es una investigación que carece de la manipulación de una variable independiente, la asignación aleatoria de participantes a condiciones u órdenes de condiciones, o ambos.

De igual manera; la investigación muestra un corte transversal debido a que en un estudio transversal se define como un tipo de investigación observacional que analiza los datos de las variables recopiladas en un momento dado en una muestra de población o un subconjunto predefinido (Hernández et al., 2014).

2.1.3. Tipo

Se considera de tipo correlacional; debido a Hernández, Fernández y Baptista (2014) sostienen que la investigación correlacional es un tipo de método de investigación no experimental en el que un investigador mide dos variables, comprende y evalúa la relación estadística entre ellas sin influencia de ninguna variable extraña.

2.2. Población y muestra

Para la presente investigación se ha considerado como población a todas las áreas de la empresa Inversiones Cimas E.I.R.L en el periodo de mayo a diciembre del 2021. Asimismo, como muestra se ha considerado al área de almacén de dicha empresa.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas

Abril (2008) nos señala que las técnicas constituyen el conjunto de mecanismos, medios o recursos dirigidos a recolectar, conservar, analizar y transmitir los datos de los fenómenos sobre los cuales se investiga. Por consiguiente, las técnicas son procedimientos o recursos fundamentales de recolección de información, de los que se vale el investigador para acercarse a los hechos y acceder a su conocimiento.

Por lo tanto, la técnica que emplearemos para la recolección de datos en esta investigación es entrevista, encuesta y observación directa.

Tabla 1

Instrumentos

Técnicas	Justificación	Instrumentos	Aplicado en
Entrevista	Facilitará conocer la información de los procesos que se dan dentro de la empresa	Guía de entrevista	Operario de producción
Encuesta	Detectar y afirmar la problemática actual	Cuestionario	Trabajadores del área de producción
Encuesta	Facilitará conocer el nivel del cumplimiento de la metodología 5S	Check list	Área de producción y trabajadores

2.4. Procedimiento

a) Entrevista.

Procedimiento: Inicialmente se elaborará la guía de entrevista, acorde a lo que queremos recolectar, luego de ello procedemos a la empresa para informar sobre la entrevista al encargado de producción y compra de las mercancías, cada uno de ellas estará debidamente estructurada para recoger información puntual sobre la problemática de la empresa y el área a estudiar.

- Redacción de guía de entrevista.
- Coordinar fecha y lugar con los entrevistados.
- Realizar entrevista durante 20 minutos.
- Registrar resultados.

Instrumento:

- Lapiceros.
- Guía de entrevista.

b) Encuesta

Procedimiento: Se realizará al personal que labora en producción de la empresa.

- Redacción de cuestionario.
- Coordinar fecha y lugar con los entrevistados.
- Realizar encuesta durante 20 minutos.
- Tabular resultados.

Instrumento:

- Lapiceros.
- Guía de entrevista.

2.5. Validez y confiabilidad de información

El instrumento fue adaptado de la tesis “Aplicación de herramientas de manufactura esbelta en la empresa aplicación de la metodología lean manufacturing para incrementar la productividad en el proceso de producción de galletas tipo andina en una empresa galletera, 2019 – Cajamarca”

2.6. Para analizar la información

Posterior a aplicar el instrumento de recolección de datos, en materia de cálculos se utilizó el programa Microsoft Excel.

2.7. Aspectos éticos de la investigación

En absoluto, todas las fuentes están siendo citadas dentro de la investigación, por otro lado, se cuenta con la debida autorización de representante de la empresa en estudio para realizar la investigación, los datos tomados en la empresa son estrictamente utilizados con fines académicos.

2.8. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 2

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	
Variable Independiente: Herramientas de manufactura esbelta	La mejora de procesos según White (2019), implica la práctica comercial de identificar, analizar y mejorar los procesos comerciales existentes para optimizar el rendimiento, cumplir con los estándares de mejores prácticas o simplemente mejorar la calidad y la experiencia del usuario para los clientes y usuarios finales.	Sobreproducción	Tiempo ciclo Tiempo muerto % eficiencia línea	
		Inventario	Takt time	
		Defectos	% de producción con defectos	
		Movimientos	Metros recorridos entre áreas	
Variable Dependiente: Productividad	La productividad es una medida de la eficiencia del proceso de producción de una empresa, se calcula midiendo el número de unidades producidas en relación con las horas de trabajo de los empleados o midiendo las ventas netas de una empresa en relación con las horas de trabajo de los empleados (Checa, 2018).	Producción	Unidades productivas Actividades productivas Actividades improductivas	
			Productividad	Productividad de hora hombre Productividad de mano de obra
				Productividad de materia prima Productividad global

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Aspectos generales de la empresa

La empresa CIMAS dedicada al rubro de procesamiento y transformación de maderas realizan todo tipo de trabajos, desde muebles personalizados, empotrados, pallets, estacas, etc., para empresas mineras, especialmente haciendo envíos de pedidos de hasta 5 mil pallet o estacas cada 2 meses, siendo una de las industrias de carpintería más grandes en la ciudad de Cajamarca.

Logros alcanzados

- Nominación local
- Premio: Inca Atahualpa 2006 Cajamarca
- Nominación nacional
- Premio: Empresa del año 2006
- Nominación internacional
- Premio: The Bizz Awards Peru 2007

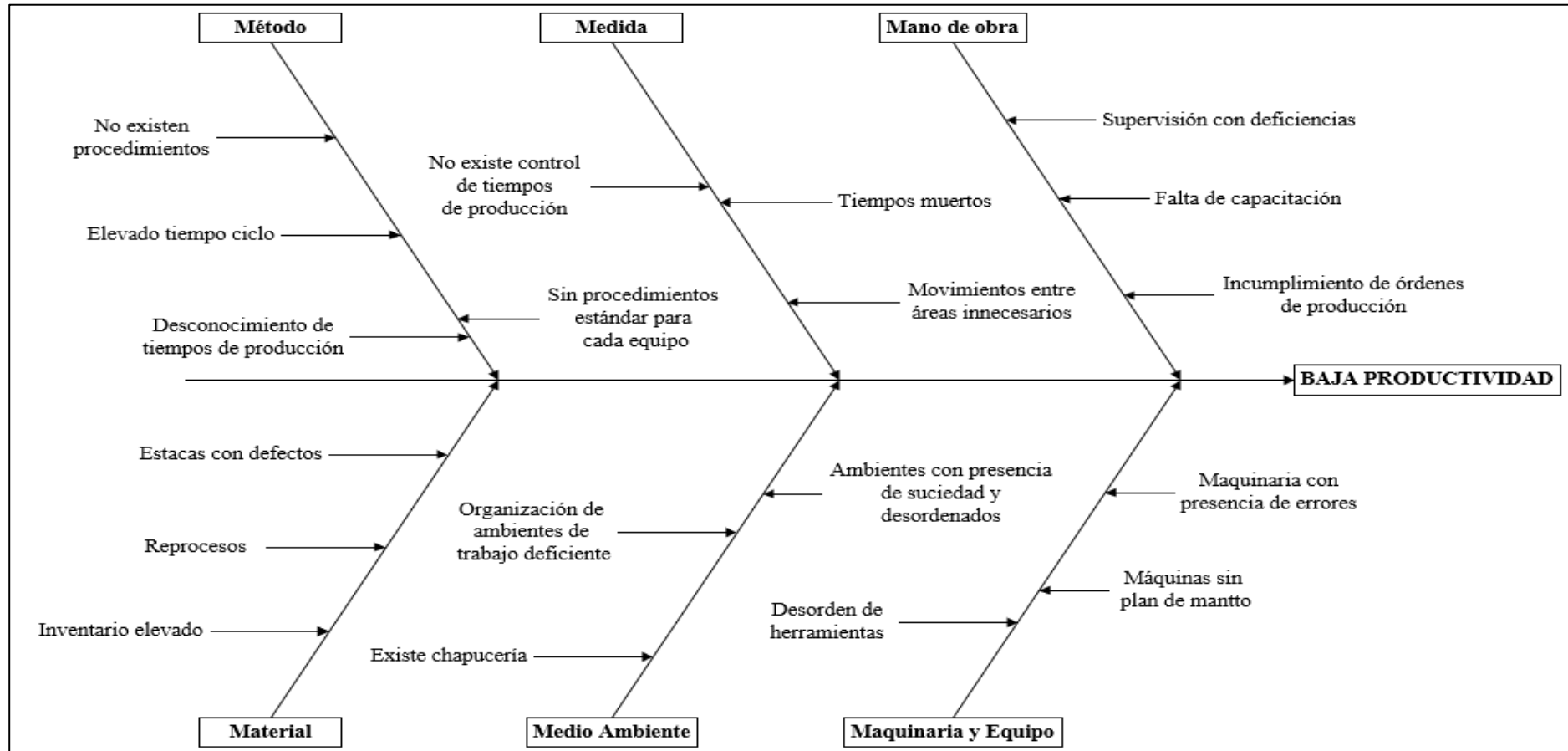
Visión: Ser una empresa líder en el mercado local, regional y nacional en el procesamiento y transformación de la madera.

Misión: Transformar la madera con el fin de brindar un mejor nivel de vida, mediante métodos y técnicas de diseño y acabados, con procesos de arte, belleza y calidad, apoyando en el recurso humano, tecnología ubicación y procesamiento competitivo.

3.2.Situación actual de la empresa

Figura 1

Ishikawa – baja productividad

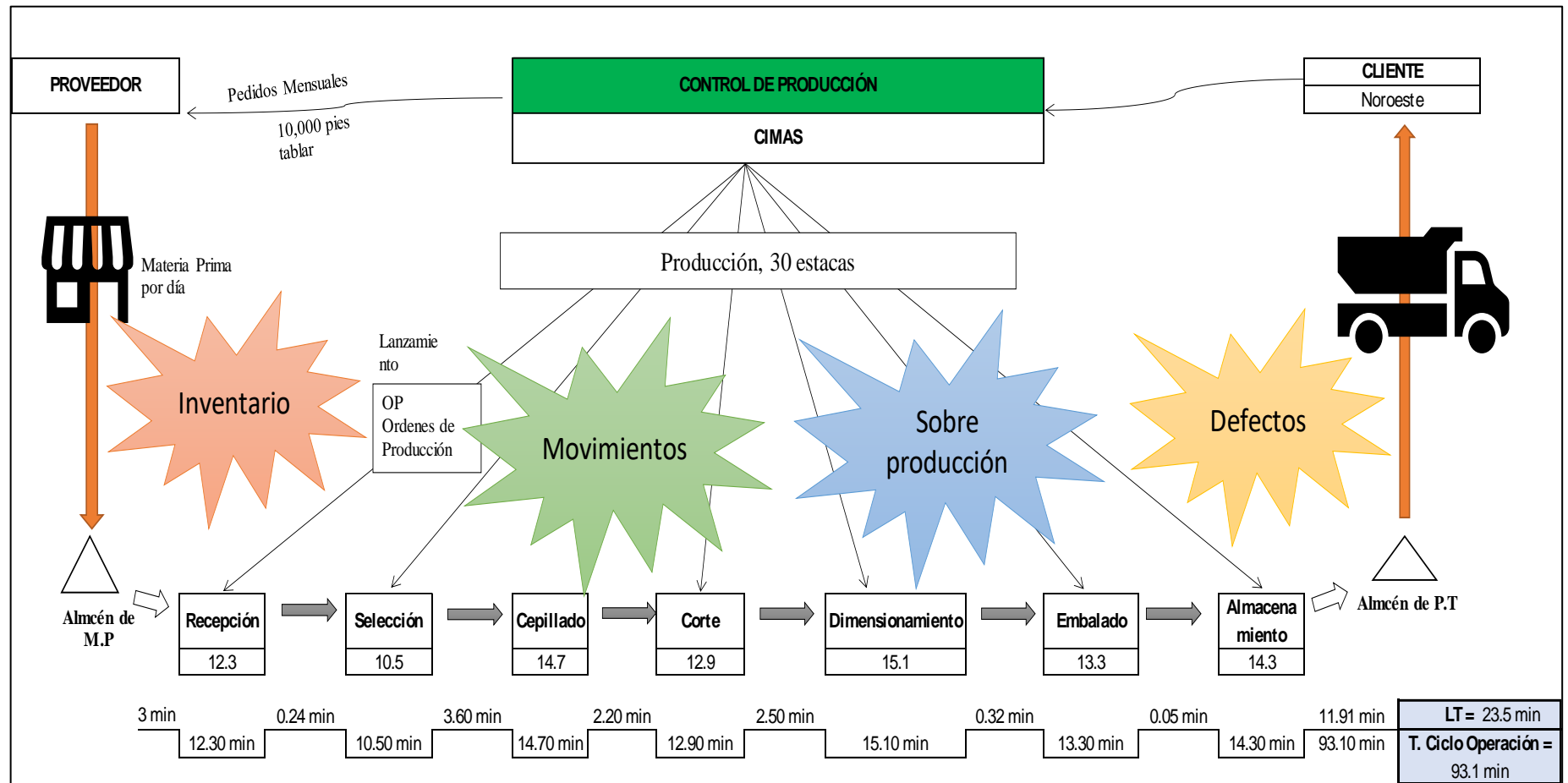


- Método: En la empresa Cimas, durante la producción de estacas, se visualizó que no cuentan con procedimientos de trabajo, no se conoce los tiempos de producción adecuada para cierta cantidad de lotes y el tiempo ciclo es elevado debido al trabajo únicamente por experiencia.
- Medida: En lo que respecta a medida, se trabaja sin un control de tiempos para la producción, la distribución de las áreas ocasiona tareas repetitivas y existen tiempos muertos por parte del personal.
- Mano de obra: El personal no se encuentra capacitado, el encargado de supervisar los lotes de producción no realiza un adecuado trabajo y existe incumplimiento de órdenes de producción que ocasiona que se produzca más de lo que se demanda.
- Material: Las estacas al momento de su comercialización son, en muchas ocasiones, devueltas debido a que existen defectos dentro de ellas, lo que ocasiona que exista reprocesos, pérdidas de tiempo y peor aún, económicas.
- Medio Ambiente: La organización de las áreas de trabajo no es la adecuada, puesto que se tiene que regresar al mismo lugar para realizar dos tareas, lo cual maximiza los movimientos y el tiempo de producción. Asimismo, en las áreas de trabajo se ha detectado la presencia de suciedad y desorden de herramientas de trabajo.
- Maquinaria y equipo: Las maquinarias presentan fallas constantemente debido a que no se les asigna ningún plan de mantenimiento.

Mapa de flujo de valor (VSM)

Figura 2

Mapa de flujo de valor (VSM)

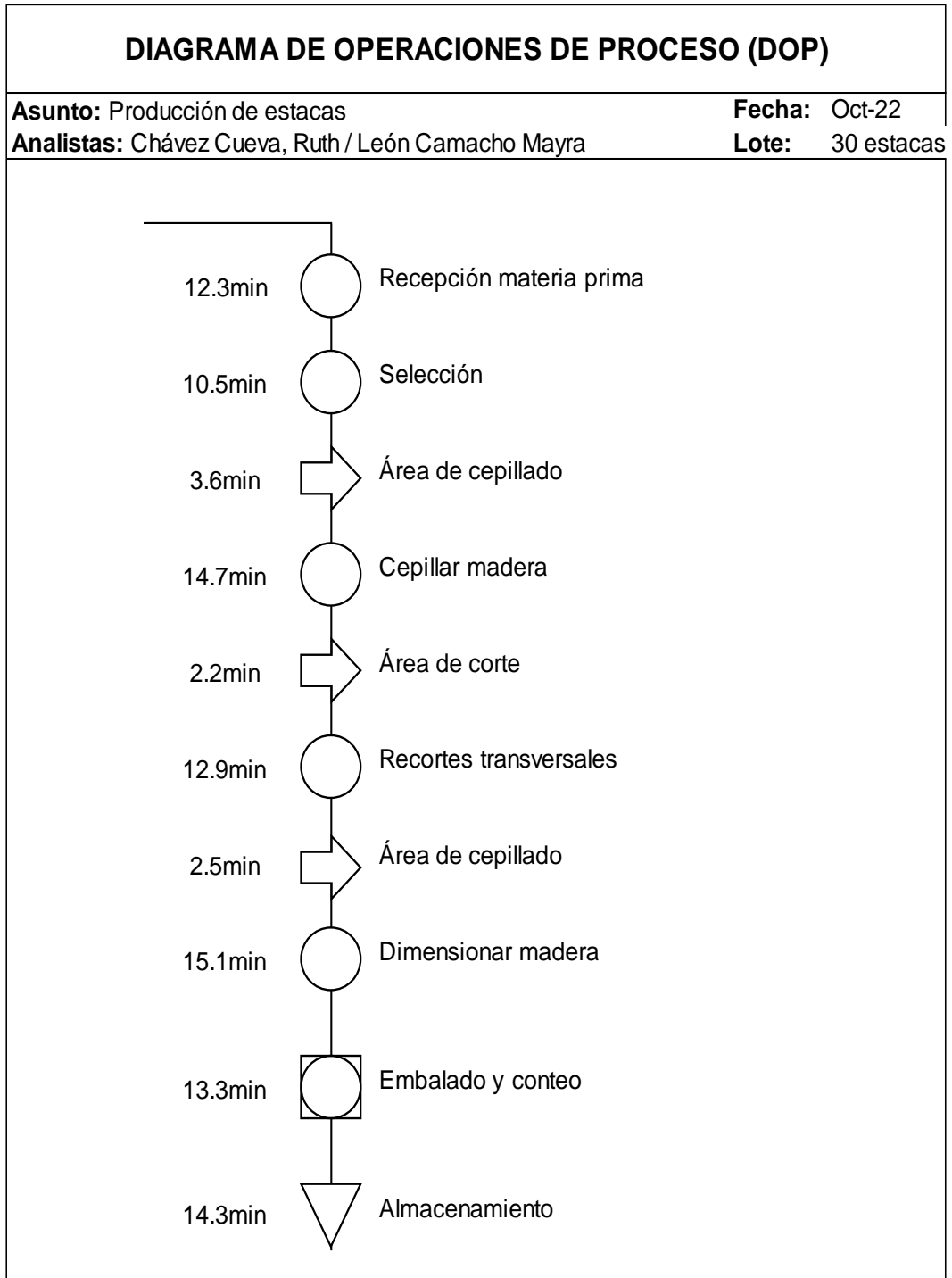


Se elaboró un mapa de flujo de valor, donde se detectaron las explosiones kaizen, o conocidos también como defectos lean manufacturing en:

- Inventario: Debido a que las compras no se realizan bajo ningún criterio en específico, ello conlleva a que se tenga más existencias de lo que realmente se debe mantener en la empresa. Ocasionando que la madera en muchas ocasiones se estropee.
- Movimientos: Los movimientos dentro del área de trabajo son excesivos, puesto que la sierra radial se ubica en una misma área de trabajo, sin embargo, debido a que no se estandarizaron los procesos de trabajo a seguir, se regresa en dos a tres ocasiones a la misma área de trabajo para realizar cortes a la madera.
- Sobre producción: Los pedidos que suelen realizar a Cimas oscilan entre 5000 al mes o cada dos meses, sin embargo, al mantener un elevado inventario ellos consideran que en cualquier momento vendrán a comprarles las estacas, por lo que se produce en cantidad y no a demanda.
- Defectos: Al mantener un elevado inventario y sobre producción de estacas, ocasionan que se estropeen, que al momento de la venta, las estacas se van mal dimensionadas, que superen las medidas necesarias y que se encuentren torcidas.

Figura 3

Diagrama de operaciones de proceso



3.2.1. Diagnóstico de la variable independiente: Herramientas de manufactura esbelta

3.2.1.1. Diagnóstico de la dimensión: Sobreproducción

Los tiempos de las estaciones de trabajo para la producción de estacas, se muestran a continuación:

Tabla 3

Estaciones de trabajo

Estación	m	L	t
Recepción de maderas	12.3	0	12.3
Selección	10.5	0	10.5
Cepillado	14.7	2.6	17.3
Corte	12.9	3.4	16.3
Dimensionamiento	15.1	1.9	17.0
Embalado y conteo	13.3	0	13.3
Almacenamiento	14.3	0	14.3
TOTAL	93.1	7.9	101

Teniendo en cuenta la teoría de Cruelles (2013) quien comenta que para determinar el tiempo ciclo cuando existen dos o más operarios en una línea de producción, se debe tomar en cuenta la estación con mayor tiempo por ello está expresada en el área de Cepillado.

Indicador: Tiempo ciclo y tiempo muerto

Con los datos anteriormente recabados tenemos la siguiente información:

- Ciclo: 17.3
- K: 7 estaciones de trabajo
- Sumatoria de tiempos: 101 minutos

$$Indicador = \frac{7 * 17.3}{101}$$

$$Takt\ time = \frac{(8\ horas * 60\ minutos) - 60\ minutos\ de\ descanso}{100\ al\ día}$$

$$Indicador = 20.1$$

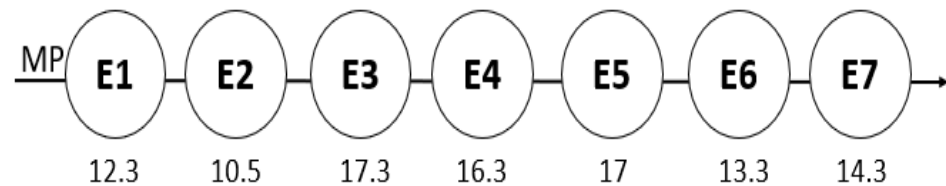
De esa manera, se evidencia que el tiempo ciclo actual es de 17.3 minutos con un tiempo muerto de 20.1 minutos.

3.2.1.2. Diagnóstico de la dimensión: Inventario

Indicador: % Eficiencia de la línea

Figura 4

Eficiencia de la línea



Datos:

- N: 7 estaciones
- C: 17.3 minutos
- Total: 101 minutos

$$Indicador = \frac{101}{7 * 17.3}$$

$$Indicador = 83\%$$

La eficiencia de la línea actual de estacas es de 83%

Indicador: Takt time

$$Takt\ time = \frac{tiempo\ neto\ disponible}{demanda\ del\ cliente}$$

$$Takt\ time = \frac{(8\ horas * 60\ minutos) - 60\ minutos\ de\ descanso}{100\ al\ día}$$

$$Takt\ time = 4.2\ minutos$$

Cada 4.2 minutos se debe estar fabricando cada estaca de trabajo.

3.2.1.3. Diagnóstico de la dimensión: Defectos

Indicador: % de producción con defectos

Según datos históricos, y lo comentado por el propietario de la empresa, suelen existir defectos durante y al final de la producción. Regularmente, las estacas no salen con las dimensiones requeridas, los cortes no son los adecuados, etc.; y ello repercute en que se eleve el nivel de producción de la empresa incurriendo en gastos y costos innecesarios.

Figura 5

Producción con defectos



Nota: Obtenido de la empresa en estudio

Figura 6

Producción con defectos



Nota: Obtenido de la empresa en estudio

A continuación, se muestra en resumen las estacas producidas y devueltas por mantener defectos:

Tabla 4

Producción en mal estado

Meses	Producción de estacas	Estacas devueltas	Monto acumulado
Enero	2,869 und	84 und	S/1,008.00
Febrero	2,556 und	77 und	S/924.00
Marzo	2,774 und	92 und	S/1,104.00
Abril	2,758 und	77 und	S/924.00
Mayo	2,726 und	101 und	S/1,212.00
Junio	2,893 und	145 und	S/1,740.00
Julio	2,987 und	66 und	S/792.00
Agosto	2,766 und	126 und	S/1,512.00
Setiembre	2,830 und	79 und	S/948.00
Promedio	2,795 und	94 und	S/1,129.33

$$\text{Indicador} = \frac{94 \text{ und con defectos}}{2795 \text{ und producción}}$$

$$\text{Indicador} = 3.37\%$$

Debido a los defectos, el 3.37% de la producción no es comercializada.

3.2.1.4. Diagnóstico de la dimensión: Movimientos

Indicador: Metros recorridos entre áreas

Como se analizó en un inicio, los movimientos que tiene el personal son exceso debido a que retorna en dos ocasiones a una misma área, lo que repercute directamente en que se eleven los tiempos de producción.

Tabla 5

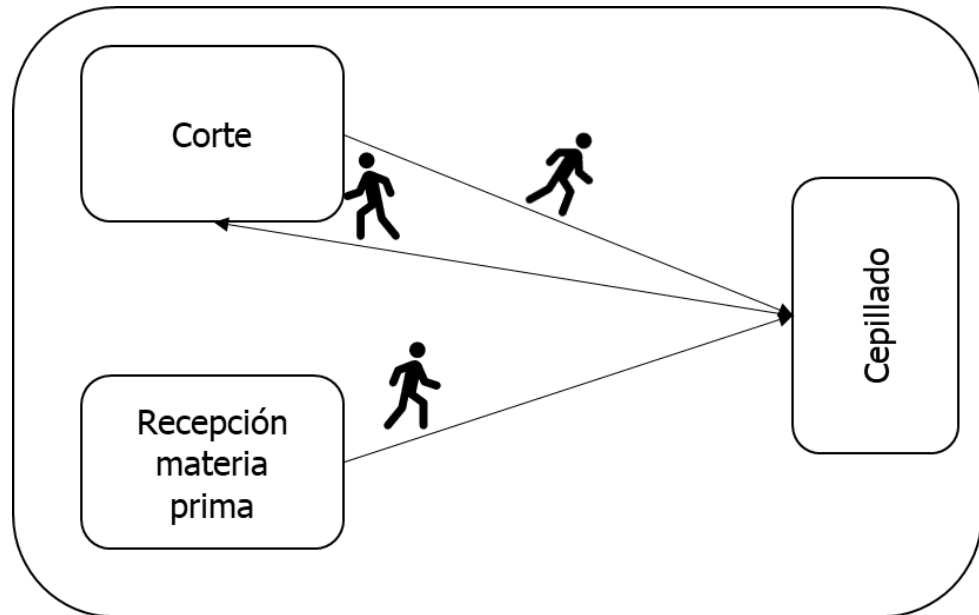
Movimientos entre áreas

Desde	Hacia	Metros recorridos
Estación Almacén	Estación Cepillado	3 metros
Estación Cepillado	Estación Corte	4 metros
Estación Corte	Estación Cepillado	3 metros
		10 metros

Se puede observar que, en total el operador recorre 10 metros constantemente; es por ello, que agrupar las estaciones por requisitos de cercanía, podría resultar factible para el proceso.

Figura 7

Movimientos de la empresa



3.2.2. Diagnóstico de la variable dependiente: Productividad

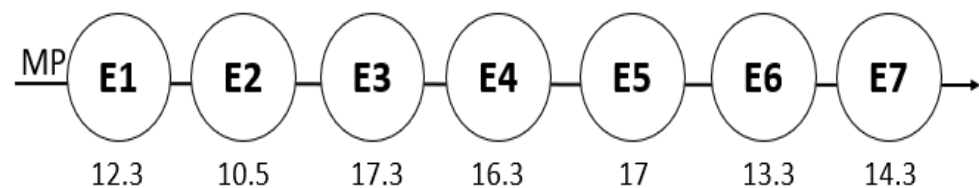
3.2.2.1. Diagnóstico de la dimensión: Producción

Indicador: Unidades productivas

Se muestra el diagrama de tiempos por cada estación de trabajo para la producción de estacas:

Figura 8

Línea de producción



Como datos anteriormente calculados se tiene:

- N: 7 estaciones
- C: 17.3 minutos
- Total: 101 minutos

Por lo que para realizar el siguiente cálculo de producción utilizamos la formula recomendada por Escalante (2015)

$$Producción = \frac{Tiempo\ base}{Ciclo}$$

$$Producción = \frac{60min * 8horas}{17.3\ minutos}$$

$$Producción = 28\ estacas$$

Indicador: Actividades productivas

Para determinar el siguiente indicador, se realizó la transcripción de datos a la tabla resumen, del diagrama de operaciones anteriormente mostrado.

Tabla 6

Actividades productivas

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)
Operación	5	65.5
Inspección	0	0
Operación combinada	1	13.3
Transporte	3	8.3
Demora	0	0
Almacenamiento	1	14.3
TOTAL	10	101.4

$$Act\ productivas = \frac{(Operación + Inspección + Opr\ Comb)}{Total\ de\ actividades}$$

$$Act\ productivas = \frac{(5 + 1)}{10}$$

$$Act\ productivas = 60\%$$

Actualmente del proceso de producción de estacas se tiene un 60% de actividades productivas.

Indicador: Actividades improductivas

Tabla 7
Actividades improductivas

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)
Operación	5	65.5
Inspección	0	0
Operación combinada	1	13.3
Transporte	3	8.3
Demora	0	0
Almacenamiento	1	14.3
TOTAL	10	101.4

$$Act\ productivas = \frac{(Transporte + Demora + Almacenamiento)}{Total\ de\ actividades}$$

$$Act\ productivas = \frac{(3 + 1)}{10}$$

$$Act\ productivas = 40\%$$

Actualmente del proceso de producción de estacas se tiene un 40% de actividades improductivas.

3.2.2.2. Diagnóstico de la dimensión: Productividad

A continuación, para determinar los indicadores de la productividad, se tendrá en cuenta la producción promedio de estacas producidas por Inversiones Cimas E.I.R.L.

Tabla 8
Producción de estacas

Meses	Producción de estacas
Enero	2,869 und
Febrero	2,556 und
Marzo	2,774 und
Abril	2,758 und
Mayo	2,726 und

Junio	2,893 und
Julio	2,987 und
Agosto	2,766 und
Setiembre	2,830 und
Promedio	2,795 und

Lo cual, en efecto, muestra que en promedio se producen 2,795 und de estacas.

Indicador: Productividad de hora hombre

Tabla 9

Productividad de hora hombre

Meses	Horas trabajadas	Número de trabajadores	Horas hombre
Enero	192	4	768
Febrero	176	4	704
Marzo	192	4	768
Abril	184	4	736
Mayo	192	4	768
Junio	176	4	704
Julio	192	4	768
Agosto	176	4	704
Setiembre	192	4	768
Promedio	186	4	743

$$Prod H - H = \frac{Producción}{Horas hombre empleadas}$$

$$Prod H - H = \frac{2795 \text{ unidades de estacas producidas}}{743 \text{ horas hombre empleadas}}$$

$$Prod H - H = 3.8 h - h/und$$

Lo cual muestra que por cada hora hombre, se produce 3.8 estacas.

Indicador: Productividad mano de obra

$$Prod M.O = \frac{Producción}{Mano de obra empleada}$$

$$Prod M.O = \frac{2795 \text{ unidades de estacas producidas}}{4 \text{ empleados}}$$

$$Mes prod M.O = 698.9 \text{ und/m.o}$$

$$Día prod M.O = 26.9 \text{ und/m.o}$$

Lo cual muestra que, por cada operario, se produce 698.9 estacas mensuales. En su similitud, por día se producen 26.9 unidades por operario.

Indicador: Productividad de materia prima

A continuación, se muestra las compras realizadas en pie tablar y en metros cuadrados para la producción de estacas de la empresa Inversiones Cimas E.I.R.L

Tabla 10

Productividad materia prima

Meses	Pie tablar de eucalipto	Metros cuadrados
Enero	11669	1,084 m2
Febrero	10753	999 m2
Marzo	10859	1,009 m2
Abril	11934	1,109 m2
Mayo	10134	941 m2
Junio	11783	1,095 m2
Julio	11538	1,072 m2
Agosto	11095	1,031 m2
Setiembre	10824	1,006 m2
Promedio	11177	1,038 m2

$$Prod\ M.P = \frac{Producción}{Materia\ prima\ empleada}$$

$$Prod\ M.P = \frac{2795\ unidades\ de\ estacas\ producidas}{11177\ pie\ tablar\ empleada} = 0.3und/pie$$

$$Prod\ M.P = \frac{2795\ unidades\ de\ estacas\ producidas}{1,038\ m^2} = 2.7und/m^2$$

Por cada pie tablar se fabricó 0.3 unidades y por cada metro cuadrado 2.7 unidades,

Indicador: Productividad global

Para determinar la productividad global, se fijó en los factores de sueldo de la mano de obra y las compras de los pies tablar de eucaliptos comprados para producir las estacas.

Tabla 11

Cantidad de trabajadores

Trabajadores		
Cantidad	Salario mensual	Total
4	S/.1,200.00	S/.4,800.00

Tabla 12

Pie tablar de eucalipto

Meses	Pie tablar de eucalipto	Metros cuadrados	Costo total
Enero	11669	1,084 m ²	S/17,503.50
Febrero	10753	999 m ²	S/16,129.50
Marzo	10859	1,009 m ²	S/16,288.50
Abril	11934	1,109 m ²	S/17,901.00
Mayo	10134	941 m ²	S/15,201.00
Junio	11783	1,095 m ²	S/17,674.50
Julio	11538	1,072 m ²	S/17,307.00
Agosto	11095	1,031 m ²	S/16,642.50
Setiembre	10824	1,006 m ²	S/16,236.00
Promedio	11177	1,038 m²	S/16,764.83

$$Prod\ global = \frac{Producción * precio\ de\ venta}{Sueldo\ operarios + compras}$$

$$Prod\ global = \frac{2,795\ unidades * S/.12.00}{S/. 4,800.00 + S/.16,764.83}$$

$$Prod\ global = 1.56$$

La productividad de los factores es de 1.56

Matriz de operacionalización de variables

Tabla 13

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente: Herramientas de manufactura esbelta	La mejora de procesos según White (2019), implica la práctica comercial de identificar, analizar y mejorar los procesos comerciales existentes para optimizar el rendimiento, cumplir con los estándares de mejores prácticas o simplemente mejorar la calidad y la experiencia del usuario para los clientes y usuarios finales.	Sobreproducción	Tiempo ciclo Tiempo muerto % eficiencia línea
		Inventario	Takt time
		Defectos	% de producción con defectos
		Movimientos	Metros recorridos entre áreas
Variable Dependiente: Productividad	La productividad es una medida de la eficiencia del proceso de producción de una empresa, se calcula midiendo el número de unidades producidas en relación con las horas de trabajo de los empleados o midiendo las ventas netas de una empresa en relación con las horas de trabajo de los empleados (Checa, 2018).	Producción	Unidades productivas Actividades productivas Actividades improductivas
			Productividad

3.3. Propuesta de implementación de herramientas de manufactura esbelta

3.3.1. Propuesta de mejora de la variable independiente: Herramientas de manufactura esbelta

3.3.1.1. Propuesta de mejora de la dimensión: Sobreproducción

Balance de líneas

Con la intención de maximizar la producción se realizó un balance de líneas con lo cual se redujo el tiempo muerto y tiempo ciclo de la siguiente manera:

Tabla 14

Balance de líneas

Estación	t	Máquinas	tiempo
Recepción de MP	12.3	2	6.15
Selección	10.5	2	5.25
Cepillado	17.3	2	8.65
Corte	16.3	2	8.15
Dimensionamiento	17	2	8.5
Embalado y conteo	13.3	2	6.65
Almacenamiento	14.3	2	7.15
TOTAL	101		50.5

De ello, surgen los siguientes datos:

Indicador: Tiempo ciclo y tiempo muerto

Con los datos anteriormente recabados tenemos la siguiente información:

- Ciclo: 8.65
- K: 14 estaciones de trabajo
- Sumatoria de tiempos: 50.5 minutos

$$Indicador = \frac{14 * 8.65}{50.5}$$

$$Indicador = 10.05$$

Donde se obtuvo como resultado que el tiempo ciclo disminuya a 10.05 minutos.

3.3.1.2. Propuesta de mejora de la dimensión: Inventario

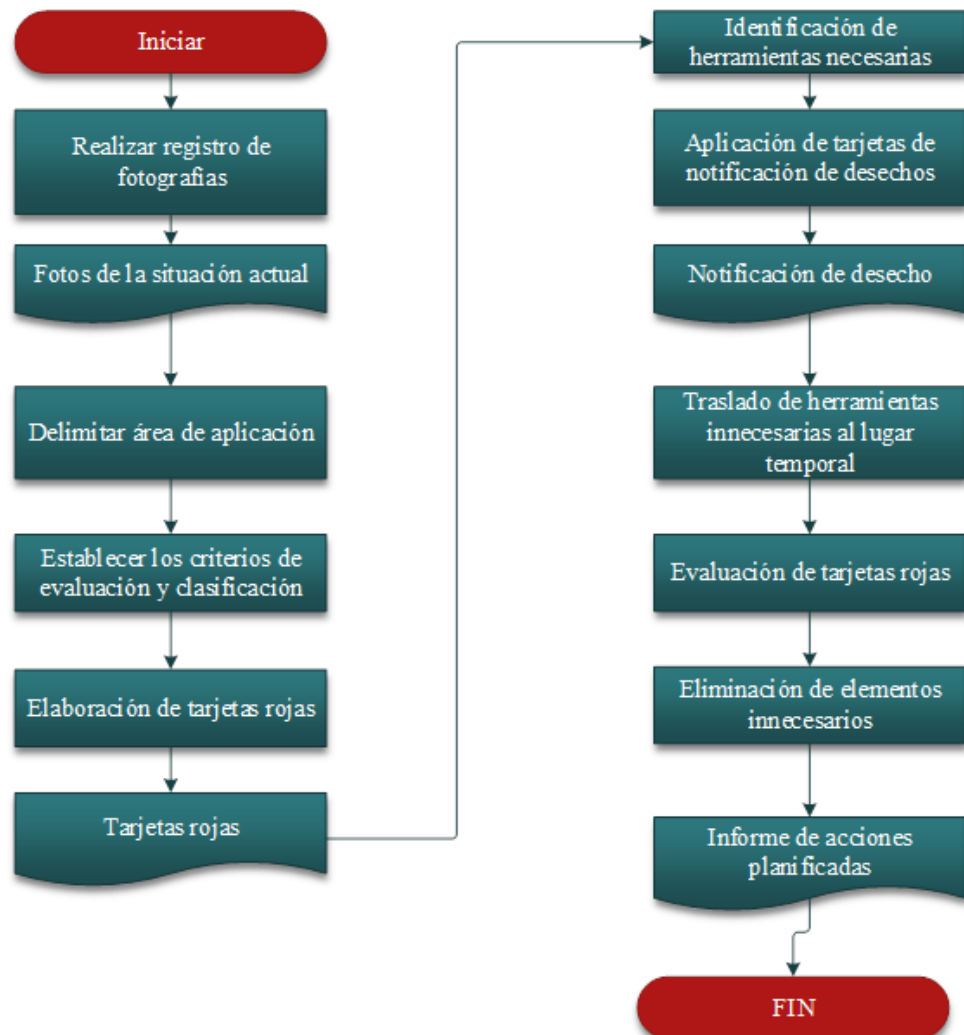
Diseño de implementación de Metodología 5S

Seiri (Clasificación y Descarte):

Para realizar la implementación de la primera S (seiri) tiene que seguir los siguientes pasos para una ejecución correcta:

Figura 9

Diagrama de flujo de aplicación de Seiri



Nota: Obtenido de (Paucar & Álvarez, 2022)

El estado actual del lugar de trabajo se registra a partir de varias fotos, que sirven como argumento para ilustrar los problemas de sistema e higiene. Un examen de esta seguridad (foto) conducirá a la búsqueda de una solución para la situación real de la empresa, para identificar las cosas sin importancia que ocupan un porcentaje de espacio y limitan el espacio de trabajo.

Figura 10

Registro fotográfico



Nota: Empresa en estudio

Delimitar el área de aplicación

Su implementación puede ser parcial o total, es decir, el área definida, el departamento o la empresa en su conjunto. Para este caso será enfocado para las áreas destinadas a la fabricación de estacas de madera en la empresa CIMAS.

Establecer criterios de clasificación y evaluación

Los principios para la clasificación y el análisis son:

- Mantener las prioridades en la zona de mejora
- Averigüe la verdadera ubicación de los artículos en el área
- Necesidades y deseos de las cosas.
- Relevancia y conveniencia de objetos
- Periodicidad de uso
- Cantidad

A continuación, se exponen los criterios generales para clasificar y analizar los artículos en su orden final.

Figura 11

Disposición final según el estado de los elementos

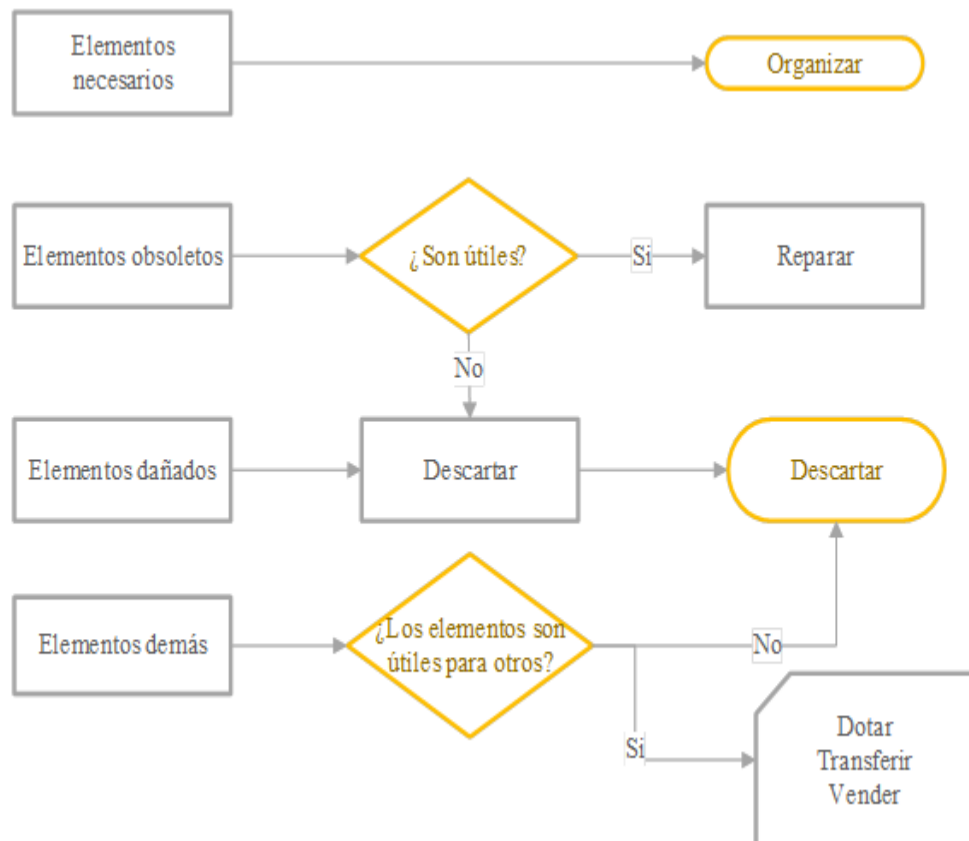


Figura 12
Materiales y equipos necesarios

MATERIALES Y/O EQUIPO NECESARIOS			
AREA:		RESPONSABLE:	
FECHA:			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UBICACIÓN RECOMENDADA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

En la figura 23 y 24, se puede encontrar que los elementos esenciales tienen que estar organizados de manera sistemática, simple y fácil para que un empleado mejore su trabajo, donde otros elementos se venden, lo arreglan o lo descartan.

Tabla 15
Descripción de las 5S

Área	Elementos de trabajo	Criterio
Producción	Inventario	Cantidad y frecuencia de uso
	Maquinaria	Frecuencia de uso
	Herramientas	Frecuencia de uso
	Materiales	Cantidad y utilidad
	Mesas y estantes de trabajo	Cantidad y utilidad
	Artículos (varios)	Cantidad y utilidad
Almacén	Documentos de producción	Utilidad y relevancia

	Maquinaria	Utilidad
	Archivos y documentos	Frecuencia de uso y relevancia
Oficinas	Sillas, escritorios, equipos electrónicos	Son necesarios

Etiqueta roja

Debe separar lo que es importante y lo que no lo es manteniendo lo esencial en el lugar correcto y conveniente. Para ello haremos un proceso llamado marcado rojo, que sirve para separar lo útil y lo inútil, que se puede ver a continuación.

Figura 13

Etiqueta roja

ETIQUETA ROJA			
CATEGORÍA	1. Materia Prima 2. Inventario en Proceso 3. Mercancía Semi Terminada 4. Productos	5. Maquinaria u otro Equipo 6. Moldes o Plantillas 7. Herramientas o Materiales 8. Otro	
NOMBRE DE ARTÍCULO:		FECHA:	
CÓDIGO DE ARTÍCULO:		LOCALIZACIÓN:	
CANTIDAD	COSTO	S/ - (TOTAL)	
RAZÓN PARA ETIQUETAR		ACCIÓN A TOMAR	
<input type="checkbox"/> NO NECESARIO	<input type="checkbox"/> OBSOLETO	<input type="checkbox"/> SCRAP	
<input type="checkbox"/> DEFECTUOSO	<input type="checkbox"/> USO DESCONOCIDO	<input type="checkbox"/> ORGANIZAR	
<input type="checkbox"/> NO URGENTE	<input type="checkbox"/> CONTAMINANTE	<input type="checkbox"/> MOVER ALMACÉN	
<input type="checkbox"/> OTRO	<input type="checkbox"/> EXCEDENTE	<input type="checkbox"/> REGRESAR A	
		<input type="checkbox"/> OTRO	

Nota: (Manzano Ramírez & Gisbert Soler, 2016)

Seiton (Organización):

Cada herramienta debe tener un lugar especial y único donde debe estar antes y después de ser utilizada, así se evitará estar buscando o preguntando por la herramienta faltante al momento de realizar el proceso de producción.

Figura 14

Recepción de MP.



Nota: CIMAS, Cajamarca 2022

Figura 15

Área de producción



Nota: CIMAS, Cajamarca 2022

Como se observa en las imágenes, hay falta de orden en el área de recepción de materia prima y en el área de producción por eso se propuso delimitar las áreas de trabajo, zonas de camino señalizadas y tener un almacenaje de herramientas.

- No tener duplicado de herramientas innecesarias.

- Es importante identificar el flujo del dispositivo u objeto en el lugar de trabajo y disponerlo en un lugar seguro de acuerdo con la frecuencia de uso. De esta forma, se simplifica la rapidez de operación, prometiendo calidad y evitando accidentes. Para determinar el nivel de uso del material utilizado, a continuación, se muestra la frecuencia del ciclo de uso.
- De esta manera la empresa CIMA, puede verificar la frecuencia con la que se usa cada elemento. En poco tiempo, verá que el lugar de trabajo mejora, lo que permitirá un rendimiento más rápido, una mayor seguridad y un mejor rendimiento. (Manzano Ramírez & Gisbert Soler, 2016).

Rotulación o etiquetado de sitio de localización

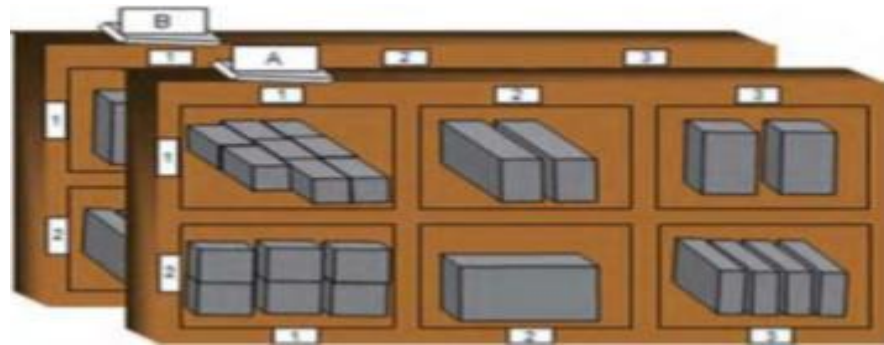
El etiquetado es una herramienta visual que ayuda a identificar dónde se colocan los objetos y dónde se encuentra el trabajo, lo que ayuda a reducir el tiempo dedicado a buscar elementos cuando es necesario. El diseño debe ser comprensible y visual.

a) Rótulos de ubicación

Muestran la ubicación de herramientas, equipos, libros u otros elementos, como los criterios descritos en el paso anterior.

Figura 16

Rótulos de ubicación



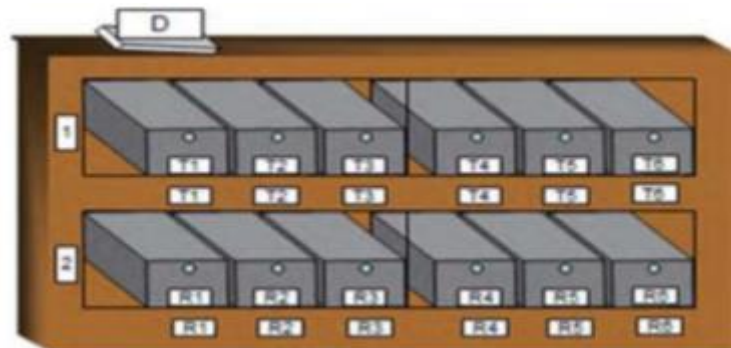
Nota: Rodríguez (2010)

b) Señales cuantitativas

Indican el máximo del mínimo de los requisitos mínimos para el almacenamiento de las herramientas o documentos que se controlar en una determinada área.

Figura 17

Señales cuantitativas



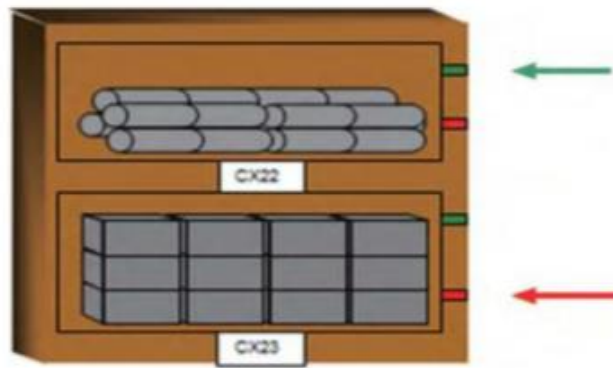
Nota: Rodríguez (2010)

c) Señalización por color

Este sistema visual permite identificar rápidamente lo que una persona quiere encontrar, ya que es necesario diferenciar el nombre de la marca como un color brillante.

Figura 18

Señalización por color



Nota: Rodríguez (2010)

Figura 19

Aplicación del Seiton en una pyme



Asimismo, se recomienda que se realice una señalización de áreas de trabajo teniendo en cuenta la siguiente simbología.

Figura 20

Señalización



De esta manera, se logro mantener un adecuado orden y limpieza dentro de las áreas de trabajo, sin embargo, se propone que se realicen inspecciones de cada área de trabajo teniendo en cuenta el siguiente formato:

Figura 21

Inspección de orden y limpieza

INVERSIONES CIMAS E.I.R.L				
INSPECTOR: FECHA DE INSPECCIÓN: HORA:	INSPECCIONES DE ORDEN Y LIMPIEZA			
CUMPLIMIENTO	SI	MEDIO	NO	OBSERVACIÓN
1. LOCALES				
Las escaleras y plataformas están limpias, en buen estado y libres de obstáculos				
Las paredes están limpias y en buen estado				
Las ventanas y tragaluces están limpias sin impedir la entrada de luz natural				
El sistema de iluminación está mantenido de forma eficiente y limpia				
Las señales de seguridad están visibles y correctamente distribuidas				
Los extintores están en su lugar de ubicación, visibles y accesibles				
2. SUELOS Y PASILLOS				
Los suelos están limpios, secos, sin desperdicios ni material innecesario				
Están las vías de circulación de personas y de vehículos diferenciadas y señalizadas				
Los pasillos y zonas de tránsito están libres de obstáculos				
Las carretillas están aparcadas en los lugares especiales para ello				
3. ALMACENAJE				
Las áreas de almacenamiento y deposición de materiales están señalizadas				
Los materiales y sustancias almacenadas se encuentran correctamente identificados				
Los materiales están apilados en su sitio sin invadir zonas de paso				
Los materiales se apilan o cargan de manera segura, limpia y ordenada				
4. MAQUINARIA Y EQUIPOS				
Se encuentran limpias y libres en su entorno de todo material innecesario				
Se encuentran libres de filtraciones innecesarias de aceites y grasas				
Poseen las protecciones adecuadas y los dispositivos de seguridad en funcionamiento				

Figura 22

Inspección de orden y limpieza

5. HERRAMIENTAS				
Están almacenadas en cajas o paneles adecuados, donde cada herramienta tiene su lugar				
Se guardan limpias de aceite y grasa				
Las eléctricas tienen el cableado y las conexiones en buen estado				
Están en condiciones seguras para el trabajo, no defectuosas u oxidadas				
6. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y ROPA DE TRABAJO				
Se utilizan los elementos de protección personal entregados				
Se guardan en los lugares específicos de uso personalizado (armarios o taquillas)				
Se encuentran limpios y en buen estado				
Cuando son desechables, se depositan en los contenedores adecuados				
7. RESIDUOS				
Los contenedores están colocados próximos y accesibles a los lugares de trabajo				
Están claramente identificados los contenedores de residuos especiales				
Los residuos inflamables se colocan en bidones metálicos cerrados				
Los residuos incompatibles se recogen en contenedores separados				
Se evita el rebose de los contenedores				
La zona de alrededor de los contenedores de residuos está limpia				
Existen los medios de limpieza a disposición del personal del área				

Tarjeta Kanban

Mediante la propuesta de tarjetas Kanban, se busca identificar los lotes de producción de estacas, por ello Hernández et al. (2013) nos comenta que mediante este sistema se podrá obtener un control y programación sincronizada de la producción basado en las tarjetas. Tal como se muestra a continuación

Figura 23

Tarjeta Kanban

KANBAN	
CÓDIGO Art. 63102200	
DESCRIPCIÓN Estaca 63x10x22	
Cantidad a fabricar	Consumo promedio
50	100
Cantidad de tarjetas KANBAN	
1 de 8	
Almacén Estante:	
A02	
Material:	
63x11	

El proceso consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores y éstos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de la fábrica y, a su vez, con la línea de montaje final. Las tarjetas, en este caso, se adjuntarán a los lotes de producción de estacas, de forma que cada lote tenga su tarjeta y cantidad adecuada.

Caja Heijunka

Mediante la propuesta de implementación, “Caja Heijunka”, permitirá nivelar simultáneamente el tipo y la cantidad de productos en un intervalo fijo de tiempo, a lo largo de un día o jornada.

Takt time: Si 120 unidades se producen por 8 horas, en 1 hora se producen 15 unidades.

Figura 24

Caja Heijunka

Producto	Cantidad	Tiempo							
		1 hora	1 hora	1 hora	1 hora	1 hora	1 hora	1 hora	1 hora
Estacas	120								

Indicador: Takt time

$$Takt\ time = \frac{(8\ horas * 60\ minutos) - 60\ minutos\ de\ descanso}{120\ al\ día}$$

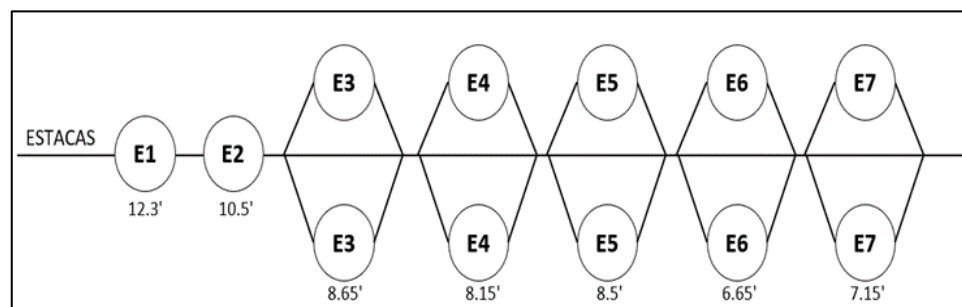
$$Takt\ time = 3.5\ minutos$$

Cada 3.5 minutos se debe estar fabricando cada estaca de trabajo para cumplir con los requerimientos de la caja Heijunka.

Indicador: % Eficiencia de la línea

Figura 25

Balace de líneas



Datos:

- N: 14 estaciones
- C: 10.05 minutos
- Total: 50.5 minutos

$$Indicador = \frac{50.5}{14 * 10.05}$$

Indicador = 94%

La eficiencia de la línea mejorará a 94%.

3.3.1.3. Propuesta de mejora de la dimensión: Defectos

Andon

Se propone plasmar un tablero de información que permita detectar errores de la producción de estacas en base a la generación de información dentro de cada estación de trabajo.

Figura 26

Andon

INVERSIONES CIMAS E.I.R.L.	META	ACTUAL	PENDIENTE	HORA	TURNO	MES	HORA	TURNO	MES
	VOLUMEN			FTQ			UPH		
	Cepillado	50	30	0	●	●	●	15	120
Corte	50	25	1	●	●	●	10	80	320
Dimensionamiento	50	40	0	●	●	●	15	120	480
Embalado y conteo	50	40	0	●	●	●	15	120	480

Los números mostrados en la descripción Volumen pueden cambiar de verde (OK) a rojo (NO OK) para mostrar el avance de la producción, y si en caso exista alguna anomalía durante ello.

Asimismo, la información de *meta*, indica el número de unidades de estacas a producirse en todo el proceso de producción; y respecto a la categoría *actual*, evidenciará el número real de unidades producidas de estacas en tiempo real en cada estación. El color verde se mostrará, cuando se esté cumpliendo dicha meta, caso contrario, el sistema indicará el sistema rojo.

Respecto a **FTQ (First Time Quality)**, se propone controlar mediante este indicador debido a que el supervisor encargado será quien garantice que la producción se ejecute sin defecto alguno. Al inicio del proceso el indicador estará en verde, pero a medida que avance el proceso de producción, estos valores se recalcularán y actualizarán de manera continua, mediante los colores de semáforo: verde, amarillo y rojo.

Esta propuesta permitirá verificar la continuidad del proceso productivo y si en caso, exista algún defecto; corregir en el momento oportuno.

Mantenimiento productivo Total - TPM

A medida que los requisitos de producción cambien con el tiempo, definiremos un flujo de trabajo flexible que mantenga su rendimiento al cambiar, permanente o cíclico, predecible o impredecible, a tiempo o a pedido de los clientes.

Se realizó la propuesta de inspecciones teniendo en cuenta las consideraciones recomendadas por el fabricante, tal como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 16

Inspección de los equipos de producción y control de estacas

Objeto	Objeto de la inspección	Método / Procedimiento	Frecuencia de inspección por el fabricante
Garlopa	Verificar el correcto funcionamiento	Control de funcionamiento	Cada 6 meses
	o		

Sierra radial	Verificar el correcto funcionamiento o	Control de funcionamiento y gasto de sierra	Cada 6 meses
Sierra circular	Verificar el correcto funcionamiento o	Control de funcionamiento y gasto de sierra	Cada 5 meses
Sierra cinta	Verificar el correcto funcionamiento o	Control de funcionamiento y gasto de sierra	Cada 2 semanas

Asimismo, con la finalidad de realizar un análisis más específico del mantenimiento preventivo que se le debe dar a las máquinas de la empresa Cimas, se fijó un cronograma de mantenimiento por cada maquinaria, tal como se aprecia en las siguientes tablas:

Cronograma de mantenimiento de Sierra Cinta

Tabla 17

Mantenimiento de Sierra Cinta

Mantenimiento de Sierra Cinta									
Descripción de la acción	Tiempo programado	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Limpieza general de máquina	4 horas	X							
Revisar guías laterales y superiores	6 horas		X						
Alineación de volantes	5 horas			X					
Ajuste de tensión	5 horas				X				
Revisar presión de prensas	3 horas					X			
Revisar avance	4 horas						X		
Revisar flujo de soluble	5 horas							X	
Ajuste de carda rebabeadora	6 horas								X

Cronograma de mantenimiento de Garlopa

Tabla 18

Mantenimiento de Garlopa

Mantenimiento de Garlopa										
Descripción de la acción	Tiempo programado	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	
Limpieza porta cuchillas	5 horas	X								
Limpieza cavidades de salida de viruta	2 horas		X							
Lubricación exterior: mesa de entrada y salida	2 horas			X						
Lubricación exterior: cara principal de la guía	3 horas				X					
Lubricación exterior: chumaceras de rodillo para cuchillas	4 horas					X				
Lubricación interior: tornillos sin fin	2 horas						X			
Lubricación interior: cola de milano para desplazamiento de las mesas	4 horas							X		
Inspección de mesa, chumaceras, fajas y motor	2 horas								X	

Mantenimiento de Sierra Circular

Tabla 19

Mantenimiento de Sierra Circular

Mantenimiento de Sierra Circular									
Descripción de la acción	Tiempo programado	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Limpieza de volantes (superior e inferior)	4 horas	X							
Limpieza de guía de cinta	5 horas	X							
Limpieza de mesa de trabajo	5 horas	X							
Limpieza de dispositivos de desplazamiento de guía superior	3 horas		X						
Limpieza de espacio interno de la volante inferior	6 horas		X						
Limpieza de sistema de salida de aserrín	6 horas		X						
Lubricación de volantes superior e inferior	6 horas			X					
Lubricación de sistemas de inclinación y desplazamiento de volante superior	5 horas				X				
Lubricación de tubo de desplazamiento de guía corte	2 horas					X			
Inspección de volantes (superior e inferior)	6 horas						X		
Inspección de motor	2 horas							X	
Inspección de poleas y faja	5 horas								X

Indicador: % de producción con defectos

Por ello, se espera que, al controlar la línea de producción en todo momento, no se tenga estacas con defectos.

$$\text{Indicador} = 0\%$$

En efecto, el indicador de % de producción con defectos será de 0%.

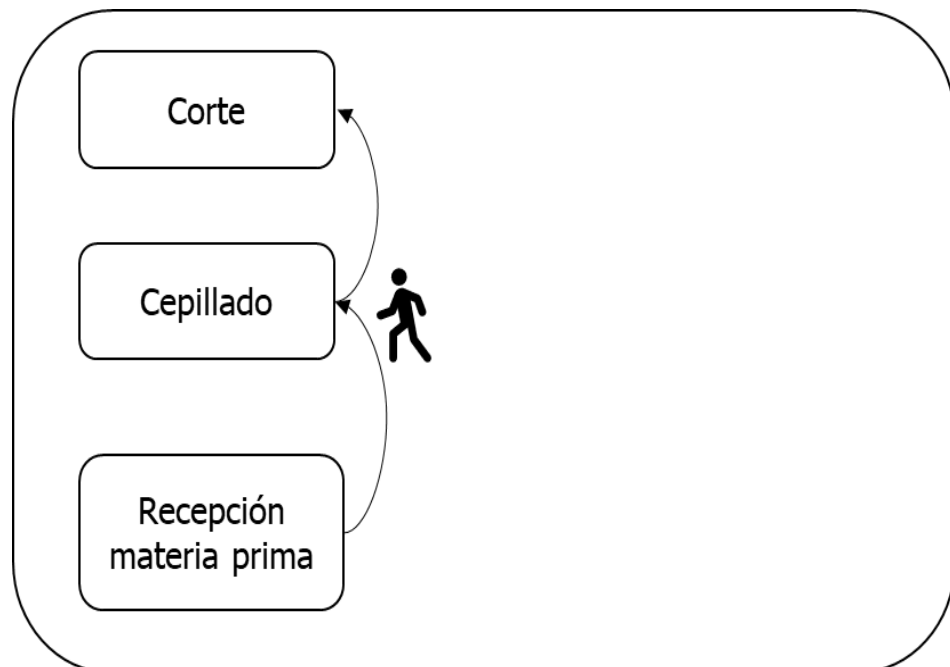
3.3.1.4. Propuesta de mejora de la dimensión: Movimientos

Propuesta de mejora de movimientos

Con la nueva distribución, podemos observar que la distancia recorrida se disminuye a 6 metros, incluso si el operador necesita regresar a la estación 1, aproximadamente ascendería a 7 metros.

Figura 27

Movimientos de la empresa



3.3.2. Propuesta de mejora de la variable dependiente: Productividad

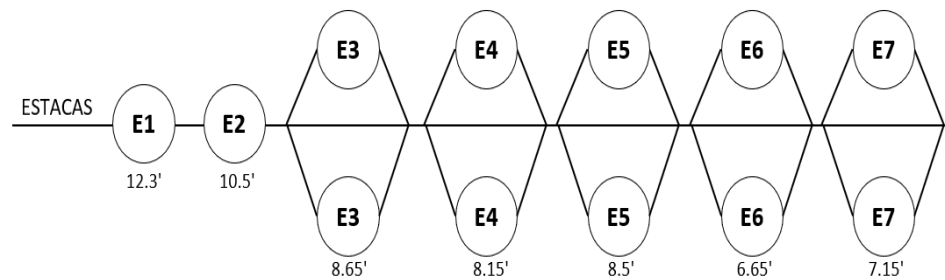
3.3.2.1. Propuesta de mejora de la dimensión: Producción

Indicador: Unidades productivas

Al disminuir el ciclo, maximizará la producción de la siguiente manera:

Figura 28

Línea de producción mejorada



Como datos anteriormente calculados se tiene:

- N: 14 estaciones
- C: 8.65 minutos
- Total: 50.5 minutos

$$Producción = \frac{60min * 8horas}{8.65 minutos}$$

$$Producción = 55 estacas$$

Indicador: Actividades productivas

En razón a disminuir los movimientos de transporte entre las estaciones de trabajo, se logró maximizar las actividades productivas y disminuir las improductivas de la siguiente forma:

Tabla 20
Actividades productivas

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)
Operación	5	48.1
Inspección	0	0
Operación combinada	1	6.65
Transporte	1	1.5
Demora	0	0
Almacenamiento	1	7.15
TOTAL	8	63.4

$$Act\ productivas = \frac{(Operación + Inspección + Opr\ Comb)}{Total\ de\ actividades}$$

$$Act\ productivas = \frac{(5 + 0 + 1)}{8}$$

$$Act\ productivas = 75\%$$

Las actividades productivas mejoraron a un 75%.

Indicador: Actividades improductivas
Tabla 21
Actividades improductivas

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)
Operación	5	48.1
Inspección	0	0
Operación combinada	1	6.65
Transporte	1	1.5
Demora	0	0
Almacenamiento	1	7.15

TOTAL	8	63.4
-------	---	------

$$Act\ productivas = \frac{(Transporte + Demora + Almacenamiento)}{Total\ de\ actividades}$$

$$Act\ productivas = \frac{(1 + 0 + 1)}{8}$$

$$Act\ productivas = 25\%$$

Las actividades improductivas disminuyeron a un 25%.

3.3.2.2. Propuesta de mejora de la dimensión: Productividad

Por lo tanto, al mejorar la producción y reducir los defectos que se presentan durante la producción de estacas, se espera que la producción mejore, tal como se muestra a continuación:

Tabla 22

Producción de estacas

Meses	Producción
Enero	3,443 und
Febrero	3,068 und
Marzo	3,329 und
Abril	3,310 und
Mayo	3,271 und
Junio	3,473 und
Julio	3,567 und
Agosto	3,321 und
Setiembre	3,396 und
Promedio	3,353 und

Por lo que se aumentaría en producción a 3,353 de estacas sin defectos.

Indicador: Productividad de hora hombre

$$Prod H - H = \frac{3,353 \text{ unidades de estacas producidas}}{743 \text{ horas hombre empleadas}}$$

$$Prod H - H = 4.5 \text{ h} - \text{h/und}$$

Lo cual muestra que por cada hora hombre, se produciría 4.5 estacas.

Indicador: Productividad mano de obra

$$Prod M.O = \frac{3,353 \text{ unidades de estacas producidas}}{4 \text{ empleados}}$$

$$Mes \text{ prod M.O} = 838.3 \text{ und/m.o}$$

$$Día \text{ prod M.O} = 32.2 \text{ und/m.o}$$

Lo cual muestra que, por cada operario, se produciría 838.3 estacas mensuales. En su similitud, por día se producirían 32.2 unidades por operario.

Indicador: Productividad de materia prima

$$Prod M.P = \frac{3,353 \text{ unidades de estacas producidas}}{11177 \text{ pie tablar empleada}} = 0.3 \text{ und/pie}$$

$$Prod M.P = \frac{3,353 \text{ unidades de estacas producidas}}{1,038 \text{ m}^2} = 3.2 \text{ und/m}^2$$

Por cada metro cuadrado se producirán 3.2 unidades por estaca.

Indicador: Productividad global

$$Prod \text{ global} = \frac{3,353 \text{ unidades} * S/.12.00}{S/. 4,800.00 + S/.16,764.83}$$

$$Prod \text{ global} = 1.87$$

La productividad de los factores será de 1.87.

Matriz de operacionalización de variables

Tabla 23

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Antes	Después	Variación		
Variable Independiente: Herramientas de manufactura esbelta	La mejora de procesos según White (2019), implica la práctica comercial de identificar, analizar y mejorar los procesos comerciales existentes para optimizar el rendimiento, cumplir con los estándares de mejores prácticas o simplemente mejorar la calidad y la experiencia del usuario para los clientes y usuarios finales.	Sobreproducción	Tiempo ciclo	17.3	8.65	8.65		
			Tiempo muerto	20.1	10.05	10.05		
			% eficiencia línea	83%	94%	11%		
		Inventario	Takt time	4.2 min	3.5 min	0.7 min		
			Defectos	% de producción con defectos	3%	0%	3%	
		Variable Dependiente: Productividad	La productividad es una medida de la eficiencia del proceso de producción de una empresa, se calcula midiendo el número de unidades producidas en relación con las horas de trabajo de los empleados o midiendo las ventas netas de una empresa en relación con las horas de trabajo de los empleados (Checa, 2018).	Movimientos	Metros recorridos entre áreas	10 metros	7 metros	3 metros
					Producción	Unidades productivas	28	55
				Actividades productivas		60%	75%	15%
				Actividades improductivas		40%	25%	15%
				Productividad de hora hombre		3.8	4.5	0.8
Productividad	Productividad de mano de obra			26.9		32.2	5.4	
	Productividad de materia prima			0.25	0.30	0.05		
Productividad global	2.69	3.23	0.54					
			Productividad global	1.56	1.87	0.31		

3.4. Análisis económico financiero

Tabla 24

Activos intangibles

ÍTEM	CANTIDAD INICIAL	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL, INVERSIÓN
ÚTILES DE ESCRITORIO				
Memoria USB	1	Unidad	S/25.00	S/25.00
Papel A4	1	millar	S/13.00	S/13.00
Lapiceros	2	Caja	S/15.00	S/30.00
Cinta de embalaje	1	Caja	S/32.00	S/32.00
Plumón indeleble	2	Unidad	S/3.00	S/6.00
Archivadores	4	Unidad	S/6.80	S/27.20
Perforador	1	Unidad	S/8.00	S/8.00
Engrampadora	1	Unidad	S/8.00	S/8.00
EQUIPOS DE OFICINA				
Laptop	1	Unidad	S/3,500.00	S/3,500.00
Impresora	1	Unidad	S/300.00	S/300.00
Escritorio	2	Unidad	S/80.00	S/160.00
Sillas	4	Unidad	S/15.00	S/60.00
MATERIALES DE IMPLEMENTACIÓN				
Escoba	2	Unidad	S/7.00	S/14.00
Trapo industrial	3	Unidad	S/5.00	S/15.00
Desinfectante 1L	2	Unidad	S/20.00	S/40.00
Tacho de basura	1	Unidad	S/18.00	S/18.00
Recogedor	1	Unidad	S/7.00	S/7.00
Guantes	2	Caja	S/50.00	S/100.00
Mascarillas	2	Caja	S/75.00	S/150.00
Alcohol 1L	2	Unidad	S/25.00	S/50.00
Sierra cinta	1	Unidad	S/7,000.00	S/7,000.00
Sierra radial	2	Unidad	S/2,000.00	S/4,000.00
TOTAL, INVERSIÓN				S/15,563.20

Tabla 25
Implementación

Ítem	Cantidad	Medida	Precio unitario	Núm. Personas	Total, inversión
Implementación Metodología 5'S	2	meses	S/.900.00	4	S/.7,200.00
Implementación TPM	2	meses	S/.900.00	4	S/.7,200.00
Implementación Kanban	2	meses	S/.900.00	4	S/.7,200.00
Implementación Heijunka	2	meses	S/.900.00	4	S/.7,200.00
Implementación Layout	2	meses	S/.900.00	4	S/.7,200.00
					S/.36,000.0
Total gastos de personal					0

Tabla 26
Personal

Ítem	Cantidad	Medida	Precio unitario	Total, inversión
Metodología 5'S	5	veces	S/.600.00	S/.3,000.00
TPM	5	veces	S/.600.00	S/.3,000.00
Kanban	5	veces	S/.600.00	S/.3,000.00
Heijunka	5	veces	S/.600.00	S/.3,000.00
Layout	5	veces	S/.600.00	S/.3,000.00
Total gastos de personal				S/.15,000.00

Tabla 27

Costos proyectados

ÍTEMS	AÑO: 0	AÑO: 1	AÑO: 2	AÑO: 3	AÑO: 4	AÑO: 5
INVERSIÓN DE ACTIVOS TANGIBLES	S/.15,563.20	S/.891.00	S/.951.00	S/.891.00	S/.951.00	S/.891.00
ÚTILES DE ESCRITORIO						
Memoria USB	S/.25.00					
Papel A4	S/.13.00	S/.13.00	S/.13.00	S/.13.00	S/.13.00	S/.13.00
Lapiceros	S/.30.00	S/.30.00	S/.30.00	S/.30.00	S/.30.00	S/.30.00
Cinta de embalaje	S/.32.00	S/.32.00	S/.32.00	S/.32.00	S/.32.00	S/.32.00
Plumón indeleble	S/.6.00	S/.6.00	S/.6.00	S/.6.00	S/.6.00	S/.6.00
Archivadores	S/.27.20					
Perforador	S/.8.00	S/.8.00	S/.8.00	S/.8.00	S/.8.00	S/.8.00
Engrampadora	S/.8.00	S/.8.00	S/.8.00	S/.8.00	S/.8.00	S/.8.00
EQUIPOS DE OFICINA						
Laptop	S/.3,500.00					
Impresora	S/.300.00					
Escritorio	S/.160.00					
Sillas	S/.60.00		S/.60.00		S/.60.00	
MATERIALES DE IMPLEMENTACIÓN						
Escoba	S/.14.00	S/.14.00	S/.14.00	S/.14.00	S/.14.00	S/.14.00
Trapo industrial	S/.15.00	S/.15.00	S/.15.00	S/.15.00	S/.15.00	S/.15.00
Desinfectante 1L	S/.40.00	S/.40.00	S/.40.00	S/.40.00	S/.40.00	S/.40.00

Tacho de basura	S/.18.00	S/.18.00	S/.18.00	S/.18.00	S/.18.00	S/.18.00
Recogedor	S/.7.00	S/.7.00	S/.7.00	S/.7.00	S/.7.00	S/.7.00
Guantes	S/.100.00	S/.100.00	S/.100.00	S/.100.00	S/.100.00	S/.100.00
Mascarillas	S/.150.00	S/.150.00	S/.150.00	S/.150.00	S/.150.00	S/.150.00
Alcohol 1L	S/.50.00	S/.150.00	S/.150.00	S/.150.00	S/.150.00	S/.150.00
Sierra cinta	S/.7,000.00	S/.150.00	S/.150.00	S/.150.00	S/.150.00	S/.150.00
Sierra radial	S/.4,000.00	S/.150.00	S/.150.00	S/.150.00	S/.150.00	S/.150.00
GASTOS DE PERSONAL	S/.36,000.00	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00
Implementación Metodología 5'S	S/.7,200.00					
Implementación TPM	S/.7,200.00					
Implementación Kanban	S/.7,200.00					
Implementación HEIJUNKA	S/.7,200.00					
Implementación LAYOUT	S/.7,200.00					
GASTOS DE CAPACITACIÓN	S/.15,000.00	S/.8,000.00	S/.8,000.00	S/.8,000.00	S/.8,000.00	S/.8,000.00
Metodología 5'S	S/.3,000.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00
TPM	S/.3,000.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00
Kanban	S/.3,000.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00
HEIJUNKA	S/.3,000.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00
Layout	S/.3,000.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00	S/.1,600.00
TOTAL, DE GASTOS	S/.66,563.20	S/.8,891.00	S/.8,951.00	S/.8,891.00	S/.8,951.00	S/.8,891.00

Análisis de indicadores

Tabla 28

Análisis de indicadores

INDICADORES	ANTES	BENEFICIO	DESPUÉS
Unidades productivas	S/.120,960.00	S/.51,840.00	S/.172,800.00

Ingresos proyectados

Tabla 29

Ingresos proyectados

AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
S/.51,840.00	S/.51,840.00	S/.51,840.00	S/.51,840.00	S/.51,840.00

Flujo de caja

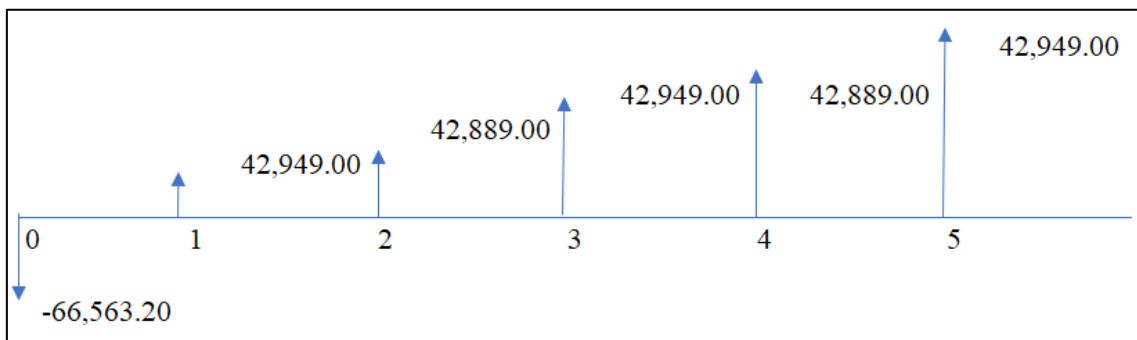
Tabla 30

Flujo de caja

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-S/.66,563.20	S/.42,949.00	S/.42,889.00	S/.42,949.00	S/.42,889.00	S/.42,949.00

Figura 29

Flujo de caja



Costo de oportunidad de capital

$$CPPC = WACC = \frac{D}{D+C} \times Kd \times (1 - T) + \frac{C}{D+C} \times Ke$$

Tabla 31

Costo de oportunidad de capital

DEUDA	17,000	59%
CAPITAL	12,000	41%
TOTAL	29,000	100%

Tabla 32

Utilidad neta

RENTA NETA IMPONIBLE	17,000
IMP. A LA RENTA	5,100
UTILIDAD NETA	11,900

Leyenda

- D= Deuda
- K= Capital
- Kd= Costo Deuda: 14.46%: TEA
- T= Impuesto a la Renta: 30%
- Ke= Rentabilidad Accionista ROE Balance General
- CPPC = Costo Prom Ponderado de Capital

$$Ke = Roe = \frac{UTILIDAD\ NETA}{TOTAL\ PATRIMONIO}$$

$$Ke = Roe = 99\%$$

CPPC: 17.93% Costo Promedio Ponderado De Capital

Tabla 33

Indicadores Financieros

COK	17.93%
VA	S/. 134,437.01
VAN	S/. 67,873.81
TIR	58%
IR	2.02

- **VAN:** El valor actual neto de la inversión es de S/ 67,873.81; como es positiva, conviene realizar la inversión de la propuesta de implementación
- **TIR:** 58% es la tasa máxima de endeudamiento, y al ser mayor al COK se debe aceptar el proyecto.
- **IR:** Es mayor a la unidad, por lo que evidencia que por cada sol invertido se generará una rentabilidad de S/. 1.01 soles.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

La tesis desarrollada por Tamashiro y Yacarini (2018) titulada “Propuesta de mejora de la productividad mediante la aplicación de la metodología de Manufactura Esbelta en el área de producción de una fábrica de calzados para damas” se encontraron desperdicios Lean en defectos y demanda no atendida, por ello aplican la metodología de las 5S, tarjetas Kanban, kaizen y VSM, logrando maximizar la productividad de 1.80 pares de zapatos por horas hombre a 2.01. De manera similar, en nuestro estudio encontramos desperdicios Lean en defectos y sobreproducción, por lo que al aplicar la metodología de las 5S y tarjetas Kanban, se logra reducir los defectos en el proceso de estacas y se logra generar un aumento en la productividad de horas hombre de 3.8 a 4.5 unidades de estacas que se producen por cada hora hombre.

Por otro lado, respecto a la investigación de Manosalva y Mercado (2018) con título “Diseño e implementación de las herramientas de manufactura esbelta en los procesos de planchado y pintura para mejorar la productividad en la empresa Elio Automotriz Racing E.I.R.L”, inician recopilando información de la problemática donde encontraron problemas en cuanto a desperdicio de material, falta de capacitación de los operarios y tiempos del proceso inadecuados, para ello plantean herramientas como Poka Yoke, Metodología de las 5S y VSM, donde lograron reducir el tiempo del proceso de desmontaje en 4.24% y del proceso de planchado en 2.33%. Lo cual guarda relación con nuestros resultados puesto que la problemática guarda puntos en común con nuestra investigación, y asimismo las herramientas de mejora se basaron en metodología de las 5s y caja heijunka, lo cual permitió que el tiempo ciclo reduzca en 36% y el tiempo muerto en un 43%.

Con respecto al estudio de Llugla (2021) con título “Manufactura esbelta para la optimización de la productividad en la línea de ensamble de puertas de refrigeración” encontraron como problemática inicial, que no se cumple con la demanda de los clientes por que existen deficiencias al momento de realizar la nivelación de las puertas (defectos), asimismo existen actividades que consumen tiempos en exceso; por lo que para hacer frente a ello se proponen aplicar herramientas como balance de líneas y estandarización de procesos, donde logran aumentar la productividad en un 15.2%. De manera semejante, a nuestro estudio, se encontró en la problemática defectos de las estacas y se aplicó, de la misma forma, un balance de líneas, con lo cual aumentó la productividad global en un 16.63%.

Finalmente, en el estudio de Jara (2022) con título “Herramientas de manufactura esbelta para la mejora de la productividad en la planta faenadora de la empresa grupo casa grande división “pura pechuga” presentaron que existe una problemática de desperdicios en: esperas, movimientos innecesarios, transporte y sobre procesamiento; por ello la propuesta abarca la metodología 5S, SMED y balance de líneas. Donde lograron reducir el tiempo de procesado en 1.28 minutos o 11.90%. De manera similar, en nuestro estudio se encontraron desperdicios de la misma categoría, por lo que se implementaron las mismas metodologías de mejora, pero añadiendo, en nuestro caso el Heijunka; lo cual repercutió que el tiempo ciclo disminuya a 8.65 minutos y el tiempo muerto en 10.05 minutos.

4.2. Conclusiones

- Se logró analizar la situación actual de la empresa Inversiones Cimas E.I.R.L., encontrando que existen desperdicios Lean en: inventario, movimientos, sobre producción y defectos. Asimismo, el tiempo ciclo es 17.3 minutos, el tiempo muerto es de 20.1 minutos, la eficiencia de línea es de 83%, el takt

time es de 4.2 minutos, existe un 3% de producción con defectos, existe una cantidad de 10 metros recorridos en las estaciones de trabajo, las unidades productivas son de 28 estacas, las actividades productivas son de 60% e improductivas con un 40%, por cada hora hombre se producen 3.8 estacas, por cada colaborador se produce 26.9 estacas, por cada metro cuadrado de eucalipto empleado se fabrica 2.69 estacas, y la productividad de factores es de 1.56.

- Se logró proponer herramientas de manufactura esbelta para incrementar la productividad de la empresa basadas en balance de líneas, sistema Andon, mantenimiento productivo total (TPM), metodología 5S, tarjetas Kanban, caja Heijunka y redistribución de estaciones de trabajo.
- Se logró evaluar los indicadores de productividad después de la propuesta, donde se redujo el tiempo ciclo a 8.65 minutos, el tiempo muerto a 10.05 minutos, la eficiencia de línea aumentó a 94%, disminuyó el takt time a 3.5 minutos, se eliminó la producción con defectos, se redujo los movimientos entre áreas en 3 metros, las unidades productivas aumentaron a 55 estacas, las actividades productivas mejoraron a 75% e improductivas disminuyeron a 25%, por cada hora hombre se producen 4.5 estacas, por cada colaborador se produce 32.2 estacas, por cada metro cuadrado de eucalipto empleado se fabricará 3.23 estacas, y la productividad de factores será de 1.87.
- Se logró realizar un análisis costo beneficio después de la propuesta de herramientas de manufactura esbelta, donde se obtuvo un VAN S/ 67,873.81; TIR 58%, y un IR de S/2.01, lo cual indica que por cada sol invertido se ganará S/1.01 soles.

REFERENCIAS

- Aguilar, C., & Javier, L. Lean Manufacturing y productividad en las empresas 2015-2020: una revisión de la literatura científica.
- Apolaya Cárdenas, S. J. (2017). Aplicación de herramientas del Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el proceso de corte de acero de la empresa metalmecánica Fiansa SA, Lurigancho, 2017.
- Aranibar Gamarra, M. A. (2016). Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera.
- Bances Paz, R. G. (2017). Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el taller metalmecánica Wensay Aceros SA, Puente Piedra, 2017.
- Bellido, Y., La Rosa, A., Torres, C., Quispe, G., & Raymundo, C. (2018). Modelo de optimización de desperdicios basado en Lean Manufacturing para incrementar la productividad en Micro y Pequeñas Empresas del Rubro Textil. In *Memorias de la Octava Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética* (Vol. 1, No. 1, pp. 1-6).
- Benites Leyva, J. M. (2018). Uso de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la industria metalmecánica peruana: revisión sistemática.
- Carpio Coronado, C. G. (2016). Plan de Mejora en el área de Producción de la Empresa Comolsa SAC para incrementar la productividad, usando Herramientas de Lean Manufacturing-Lambayeque 2015.
- Castillo Ramos, P. A., & Perez Rojas, I. Y. (2019). Aplicación de las herramientas lean manufacturing para mejorar la productividad del área de almacén en la empresa KVC Contratistas SAC en la ciudad de Trujillo, 2019.

Chatilan Aguilar, L. J. (2020). Lean Manufacturing y productividad en las empresas 2015-2020: una revisión de la literatura científica.

Contreras Ortiz, N., Huertas Camacho, J. J., & Portugal Carrera, A. A. (2018). Implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar productividad en planta de producción de galletas.

Correa Namoc, C. M., & Huamán Vásquez, Z. A. (2016). Propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad en el proceso de producción de panela orgánica en la empresa Agroindustrias Centurión SRL.

Degregori Cruzado, O. P., & Izquierdo Isla, W. R. (2019). Aplicación del Lean Manufacturing para incrementar la productividad en una empresa de calzado.

Escudero-Santiago, B. (2020). Mejora del lead time y productividad en el proceso Armado de pizzas aplicando herramientas de Lean Manufacturing. *uen: isnn: ISSN 2523-6326*.

Galvez Mora, M. C. (2018). Mejora de la productividad en la unidad de desarrollo de producto en una empresa de confecciones mediante herramientas Lean Manufacturing.

Gamarra, M. A. (2016). Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera. *Lima, Perú*.

Gómez Botero, P. A. (2010). Lean Manufacturing: flexibilidad, agilidad y productividad. *Gestión y sociedad*, 3(2), 75-88.

Heredia Sanchez, Y. L. (2017). Aplicación de lean manufacturing para mejorar la productividad en la Empresa Industrias de Calzado Abbielf SAC, comas, 2017.

- Hilasaca, A., & Lenddy, N. (2017). Análisis de las herramientas del Lean Manufacturing y la productividad en la empresa Trading Quality F. e HSRL de la ciudad de Juliaca periodo 2016.
- Huamán, R. J. J., & Farroñán, E. V. R. (2018). Propuesta de mejora de procesos mediante lean manufacturing para incrementar la productividad en una empresa de Chiclayo. *TZHOECOEN*, 10(3), 417-426.
- Jara Guevara, A. L. (2022). *Herramientas de manufactura esbelta para la mejora de la productividad en la planta faenadora de la empresa grupo casa grande división "Pura Pechuga"* (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización).
- Lluggla Tubón, S. R. (2021). *Manufactura esbelta para la optimización de la productividad en la línea de ensamble de puertas de refrigeración* (Master's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Maestría en Producción y Operaciones Industriales).
- Manosalva Cerdán, R. S., & Mercado Chávez, F. J. (2018). Diseño e implementación de las herramientas de manufactura esbelta en los procesos de planchado y pintura para mejorar la productividad en la empresa Elio Automotriz Racing EIRL.
- Mio Sandoval, F. M. (2017). Aplicación del Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la Empresa Almaksa SAC, Los Olivos, 2017.
- Molina, L. E., & Molina Barrón, A. L. E. (2016). Lean Manufacturing en los procesos de un centro de distribución para incrementar la productividad.
- Namuche Huamanchumo, V. E., & Zare Desposorio, R. A. (2017). Aplicación de Lean Manufacturing para aumentar la productividad de la materia prima en el área de producción de una empresa esparraguera para el año 2016.

- Ramos León, M. E., & Tantaleán Viera, K. K. (2018). Propuesta de un plan de mejora en el proceso de pilado de arroz, utilizando las Herramientas de Lean Manufacturing, para incrementar la productividad del área de producción en la Molinera San Nicolás SRL, Lambayeque–2018.
- Rojas Jáuregui, A. P., & Gisbert Soler, V. (2017). Lean manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas. *3C Empresa, Investigación y pensamiento crítico*, 116-124.
- Sahuanga Peña, E. K. (2017). Aplicación de las herramientas de lean manufacturing para mejorar la productividad, en la empresa textil Intratex SAC, El Agustino, 2017.
- Silva Franco, J. A. (2013). Propuesta para la implementación de técnicas de mejoramiento basadas en la filosofía de Lean Manufacturing, para incrementar la productividad del proceso de fabricación de suelas para zapato en la empresa INVERSIONES CNH SAS.
- Sotelo Bermudez, L. R. (2017). Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la línea de producción de envasados de lubricantes de la Empresa Vistony, Hilasaca, A., & Lenddy, N. (2017). Análisis de las herramientas del Lean Manufacturing y la productividad en la empresa Trading Quality F. e HSRL de la ciudad de Juliaca periodo 2016. Linares Contreras, D. A. (2018). Aplicación de Herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la Empresa Soquitex.
- Tamashiro Tamashiro, E., & Yacarini Vadillo, C. J. (2018). Propuesta de mejora de la productividad mediante la aplicación de la metodología de Manufactura Esbelta en el área de producción de una fábrica de calzados para damas.
- Tello Carrasco, N. B. (2017). Implementación del Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la Empresa Creaciones Rosales–Lima 2016.

ANEXOS

Anexo N° 01. Instalaciones de la empresa





Anexo N° 02. Observaciones realizadas

Tiempo del ciclo u operación (minutos)	Número de ciclos a cronometrar
Hasta 0,10	200
0,25 – 0,50	100
0,50 – 0,75	60
0,75 – 1,00	40
1,00 – 2,00	30
2,00 – 4,00	20
4,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
40,00 o más	3