



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Aplicación de Kaizen para la mejora de la Productividad en el Proceso de
Laminación en la Planta Aceros Arequipa S.A., Pisco, Ica, 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

Henry Segundo Del Carpio Paz
Código Orcid: 0000-0002-9693-1605

ASESOR:

Mgtr. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo
Código Orcid: 0000-0001-7188-119X

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

Lima - Perú

2021

Dedicatoria

Esta Tesis de Grado la dedico a Dios por la vida, por enseñarme a ser la persona que soy.

A mis padres: Segundo y Doris por haberme brindado educación y dedicación, a mi esposa Evelyn por su apoyo y perseverancia, a mis queridos hijos: Gabriel, Michell, Yazid y Lucero.

Agradecimiento

Con gratitud a los docentes que se encargaron de mi formación profesional y haciendo de mi un ciudadano útil a la sociedad.

Índice de contenido

<i>Dedicatoria</i>	<i>iii</i>
<i>Agradecimiento</i>	<i>iv</i>
<i>Índice de contenido</i>	<i>vi</i>
<i>Índice de tablas</i>	<i>viii</i>
<i>Índice de Figuras</i>	<i>ix</i>
<i>Resumen</i>	<i>xii</i>
<i>Abstract</i>	<i>xiii</i>
<i>I. Introducción</i>	<i>1</i>
<i>II. Marco Teórico</i>	<i>14</i>
<i>III. Método</i>	<i>29</i>
3.1 Tipo y diseño de investigación	30
3.1.1 Tipo de investigación	30
3.1.2 Diseño de investigación	31
3.2 Operacionalización de las variables	31
3.3 Población, muestra y muestreo	33
3.3.1 Población	33
3.3.2 Muestra.....	33
3.3.3 Muestreo.....	33
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .	33
3.4.1 Técnicas	33
3.4.2 Instrumentos	33
3.4.3 Validez	34
3.4.4 Confiabilidad	34
3.5 Métodos de análisis de datos	34
3.5.1 Análisis descriptivo	34
3.5.2 Análisis Inferencial	34
3.6 Aspectos éticos.	35
3.7 <i>Desarrollo de la propuesta</i>	35

3.7.1 Situación actual.....	35
3.7.2 Propuesta de mejora.....	40
3.7.3 Ejecución de la propuesta.....	58
3.7.4 Resultados de la implementación	66
<i>IV. Resultados</i>	<i>79</i>
4.1 Análisis Descriptivo	80
4.2 Análisis inferencial.....	82
<i>IV. DISCUSIÓN.....</i>	<i>88</i>
<i>V. CONCLUSIONES.....</i>	<i>92</i>
<i>VI. RECOMENDACIONES.....</i>	<i>93</i>
<i>VII REFERENCIAS</i>	<i>94</i>

Índice de tablas

Tabla 1: Matriz de priorización	8
Tabla 2: Matriz de Priorización.....	10
Tabla 3: Cuadro de Actividades durante un cambio de Producción.....	12
<i>Tabla 4: Matriz de operacionalización de las variables.....</i>	<i>32</i>
Tabla 5: Matriz de Priorización.....	41
Tabla 6: Cuadro de Causas Principales.....	43
Tabla 7: Presupuesto de implementación del Kaizen	75
Tabla 8: Presupuesto de mantenimiento mensual	75
Tabla 9: Beneficios obtenidos	76
Tabla 10: Análisis económico en entorno optimista	76
Tabla 11: Análisis económico en entorno moderado	77
Tabla 12: Análisis económico en entorno pesimistas	78
Tabla 13: Descriptivos de Productividad Antes – Productividad Después	80
Tabla 14: Descriptivos de Eficiencia Antes – Eficiencia Después.....	81
Tabla 15: Prueba de Normalidad con Kolmogorov Smirnov	82
Tabla 16: Descriptivo de productividad antes y después con Wilcoxon	83
Tabla 17: Test de rangos de la productividad antes y después con Wilcoxon	84
Tabla 18: Descriptivo de eficiencia antes y después con Wilcoxon	85
Tabla 19: Test de rangos de Eficiencia antes y después con Wilcoxon.....	85
Tabla 20: Descriptivo de Eficacia antes y después con Wilcoxon.....	86
Tabla 21: Test de rangos de Eficiencia antes y después con Wilcoxon.....	87

Índice de Figuras

Figura 1: Producción Mundial de Acero (1980 – 2010).....	3
Figura 2: Producción Global de acero bruto 2010 al 2020.....	4
Figura 3: Tren de Laminación. CAASA.	5
Figura 4 Proceso de Laminación Corporación Aceros Arequipa S.A.....	6
Figura 5: Procesos de Alambrones Corporación Aceros Arequipa S.A.	6
Figura 6: Layout Planta de Laminación.....	7
Figura 7: Árbol de necesidades	9
Figura 8: Matriz de Gestión de prioridades	10
Figura 9: Diagrama de Ishikawa para todos los criterios	11
Figura 10: Diagrama de Ishikawa para creiterio de Método.....	11
Figura 11 Diagrama de Pareto: Actividades durante un cambio de Producción	9
Figura 12 Cuadro de Estratificación de Actividades criticas	10
Figura 13 Tiempos de Cambio de Producción	10
Figura 14: Consumo de GNC.....	11
Figura 15 Consumo de Energía	11
Figura 16: Esquema del proceso de laminación	18
Figura 17 Tren Continuo de Laminación	18
Figura 18 Línea del proceso de laminación	19
Figura 19: Proceso de deformación del material.....	20
<i>Figura 20 Secuencias de Calibración</i>	<i>20</i>
Figura 21 Metodología de los 7 Pasos.....	21
Figura 22: Ciclo de Deming.....	22
Figura 23: Ciclo de Solución de Problema	23
<i>Figura 24: El Proceso de Mejora Continua no tiene fin.....</i>	<i>24</i>
Figura 25: Representación gráfica de un Proceso	24
Figura 26: Características de una Investigación	31
Figura 27: Logos de los sistemas de base de datos de la empresa	34
Figura 28: Organigrama Gerencia de Laminación	38
<i>Figura 29: Ubicación geográfica de la planta de producción.</i>	<i>39</i>
Figura 30: Diagrama de Gantt.....	39
Figura 31: PDCA y su Metodología de los 7 pasos.....	40

Figura 32: Diagrama de Causa y Efecto	42
Figura 33: Pareto	44
Figura 34 Causas Principales	45
Figura 35 Situación actual: Personal montando guías en las casetas	46
Figura 36: Causas de un incorrecto montaje de la guía.....	47
Figura 37: Alineamiento de los cilindros	47
Figura 38: Personal realizando el pase de pruebas en el tren	48
Figura 39: Personal montando duchas de refrigeración	48
Figura 40 Canales agrietados por un incorrecto montaje de la ducha de refrigeración	49
Figura 41 Situación actual- personal conectando puntos de lubricación	50
Figura 42: Caseta de laminación DANIELI	50
Figura 43 Conexión de varios puntos de lubricación por Caseta	51
Figura 44: Puntos de Lubricación en una Caseta	51
<i>Figura 45: Las 5W.....</i>	52
Figura 46: 5W + 2H.....	52
Figura 47: Diagrama de Flujo Proceso de Laminación	54
Figura 48: Diagrama de Flujo Proceso de laminación	55
Figura 49: Diagrama de Operaciones – Cambio de Producción Laminación.....	56
Figura 50: Diagrama de flujo del proceso de Cambio de perfil y/o medida	57
Figura 51 Antes - Caseta de Laminación sin guías.....	59
Figura 52 Ahora – Caseta de laminación con guías montadas.....	59
<i>Figura 53 Correcto Montaje de la Guía.....</i>	60
Figura 54 Simulador hidráulico para el pase de pruebas	61
Figura 55 Solicitud de Obra en curso.....	61
Figura 56 Fabricación del módulo de pase de pruebas	62
Figura 57 Ingreso de la muestra por personal en taller.....	62
Figura 58 Personal de taller calibrando el espesor de la muestra	62
Figura 59: Hoja de Proceso	63
Figura 60 Diseño de soporte para ducha de refrigeración	64
Figura 61 Montaje de soporte para montaje de ducha de refrigeración en taller .	64
Figura 62: Soporte para distribuidores de grasa	65
Figura 63: Soporte con distribuidores instalados	65

Figura 64: Proforma PM 274-11.....	66
Figura 65: Tiempo de cambios de Producción.....	67
Figura 66: Reducción del tiempo de cambios de Producción	67
Figura 67: Ahorros mensuales en el consumo de GNC.....	68
Figura 68: Ahorro anual en Gas.....	68
Figura 69: Ahorro mensual en el consumo de Energía Eléctrica	69
Figura 70: Ahorro anual en energía eléctrica.....	69
Figura 71: Ahorro mensual de Agua Industrial.....	70
Figura 72: Ahorro anual en agua industrial	70
Figura 73: Ahorro mensual en Costos fijos	71
Figura 74: Toneladas Producidas por Ahorro de Tiempo en los Cambios de Producción	72
Figura 75: Toneladas producidas por disminución de tiempo	72
Figura 76: Ahorro Generado por Disminución de tiempos en cambios de Producción	73
Figura 77: Producción adicional.....	73
Figura 78: Reducción de tiempo de CM y Producción adicional.....	74
Figura 79: Producción Adicional y Ahorros en Costo Total.....	74

Resumen

Este trabajo de investigación tiene el objetivo de “Aplicar las técnicas y herramientas del proceso de mejora continua Kaizen, para reducir los tiempos en los cambios de perfil y medida en el tren de laminación de barras y perfiles, Planta N° 2 en la Corporación de Aceros Arequipa, ubicada en Pisco, Ica”.

La unidad de estudio es la Planta N° 2, en el tren de laminación de barras y perfiles de la Corporación Aceros Arequipa S. A., ubicada en Pisco, Ica, donde se aplicó las técnicas y herramientas del proceso de mejora continua - Kaizen.

El presente estudio concluye que:

La aplicación de las técnicas y herramientas de mejora continua ha permitido la reducción de 96.84 horas, en el tiempo de cambio de producción (perfil o medida), en el tren de laminación de barras y perfiles de la planta Nro. 2, logrando que la empresa obtenga un ahorro total de 349,147 USD. Es decir, este ahorro proviene por la disminución en los gastos de fabricación (80,250 USD), más el ahorro en los costos fijos (268,897 USD).

La reducción del tiempo en los cambios de producción ha permitido una producción adicional de 4,719 TM, es decir, se ha generado un aumento en la producción de 275,741 TM. Lo que representa una utilidad de 331,208 USD.

El total de beneficios económicos, generados por la reducción de tiempos en los cambios de producción (perfil o medida), ha sido de 349,147 USD. Al respecto se ha considerado la producción marginal por generación de horas disponibles, multiplicada por el margen de ganancia, lo que permite una utilidad por producción adicional de 331,208 USD, lo cual se ha adicionado al ahorro producido en el total de 680,355 USD.

Palabras clave: Kaizen, laminado, productividad

Abstract

This research work has the objective of “Applying the techniques and tools of the Kaizen continuous improvement process, to reduce the times in the profile and measurement changes in the bar and profile rolling mill, Plant No. 2 in the Corporation of Aceros Arequipa, located in Pisco, Ica”.

The study unit is Plant N ° 2, in the bar and profile rolling mill of Corporación Aceros Arequipa S. A., located in Pisco, Ica, where the techniques and tools of the continuous improvement process - Kaizen were applied.

The present study concludes that:

The application of continuous improvement techniques and tools has allowed the reduction of 96.84 hours, in the production change time (profile or measure), in the bar and profile rolling mill of plant No. 2, achieving that the company obtain a total savings of 349,147 USD. That is, this savings comes from the decrease in manufacturing expenses (\$ 80,250), plus the savings in fixed costs (\$ 268,897).

The reduction of time in production changes has allowed an additional production of 4,719 TM, that is, an increase in production of 275,741 TM. has been generated. Which represents an average monthly profit of 331,208 USD respectively.

The total economic benefits, generated by the reduction of times in the production changes (profile or measure), has been 349,147 USD. In this regard, the marginal production per generation of available hours has been considered, multiplied by the profit margin, which allows an additional production profit of 331,208 USD, which has been added to the savings produced in the total of 680,355 USD.

Keywords: Kaizen, laminate, productivity

I. Introducción

Un mundo en constante y rápido cambio requiere de empresas e instituciones que se acomoden a éste, no solo reaccionando frente a los hechos consumados de una manera rápida y flexible, si no anticipándose activamente a éstos. Lo anterior significa realizar los cambios internos en cuanto a productos, servicios y procesos necesarios para anticiparse a la competencia y a los deseos de los consumidores. Hay dos formas fundamentales de llevar adelante dichos cambios: mediante la reingeniería, o por medio de un proceso de mejora continua. (Ciencia - Universidad Autónoma de Nuevo León, México, 2005)

La mejora continua nos va a permitir mejorar cada vez que la apliquemos en nuestros procesos o actividades diarias, y así permitir que cada una de las áreas de una empresa mejoren y sean cada vez más competitivas y estén preparadas con respecto a otras empresas del mismo rubro en el territorio local y del mundo.

La productividad en las empresas peruanas aún está por debajo del promedio de productividad mundial y a pesar de que este indicador es el principal objetivo de una compañía y una de las principales fuentes para enfrentar la difícil coyuntura económica por la que atraviesa el Perú.

Sobre la base de una muestra representativa de 150 compañías pertenecientes a las 500 empresas de mayor tamaño del país, se observa que si bien gran parte de las empresas ha crecido (el 51% de las empresas mostro un crecimiento sostenido durante los tres últimos años). Durante los tres últimos años, solo el 28% de estas empresas ha presentado un crecimiento rentable, es decir en un incremento sostenido y simultaneo de ventas y utilidades. (Gestión)

Por otro lado, el resultado muestra que la prioridad de estas empresas ha sido lograr mejoras de productividad principalmente en el corto plazo.

Las empresas de los sectores de industria y manufactura, energía y minas, las cuales han concentrado sus acciones en aumentar ingresos en desmedro de la reducción de costos y la automatización de activos fijos y capital de trabajo, de modo que demuestran una importancia casi nula en el logro de una productividad sustentable.

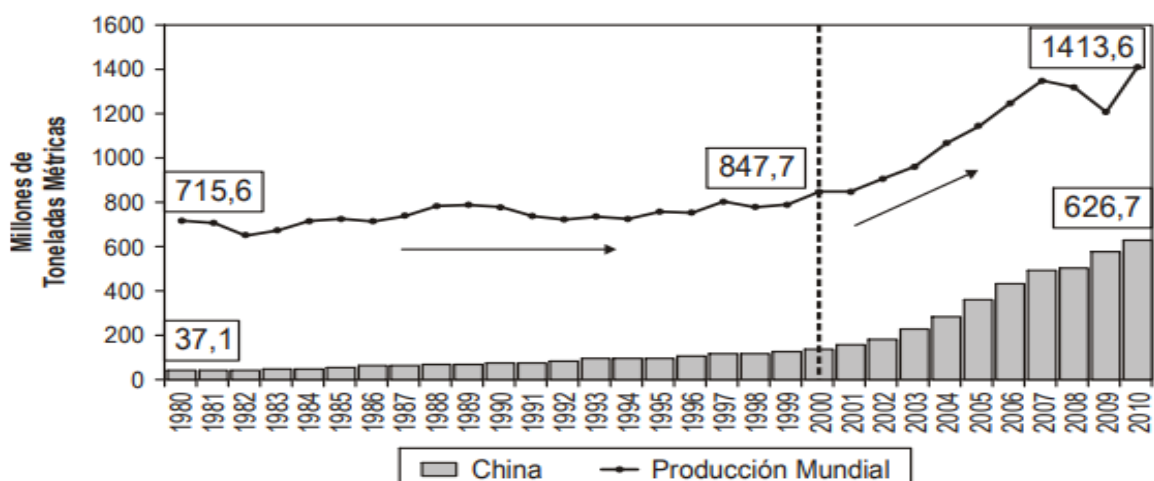
En el Perú las oportunidades de mejora son infinitas, pero se requiere de una transformación cultural en las empresas, en el Estado y en la sociedad en general para que todos, en todo momento y en todos lados hagan mejoras.

La filosofía Kaizen pretende la mejora continua, y su puesta en práctica sirve para solucionar problemas en todas las áreas, optimizando cada vez mejor los procesos, reduciendo los costos y como resultado final la satisfacción del cliente.

La empresa Corporación Aceros Arequipa S. A., es una Empresa Siderúrgica líder en el mercado nacional y tiene una clara vocación de servicio al cliente, filosofía de calidad y la mejora continua de los procesos que permitan satisfacer la exigente demanda del mercado nacional e internacional, contando con un amplio portafolio de productos y servicios para atender los sectores de la Construcción, Industria y Minería.

La presente investigación, se enmarca en la filosofía empresarial de la organización en estudio, a fin de contribuir a mejorar los niveles de eficiencia, mediante la aplicación de las técnicas y herramientas del proceso de mejora continua – Kaizen, para la reducción de tiempos en los cambios de perfil y medida en el tren de laminación de la Planta de la Corporación de Aceros Arequipa, Pisco – Dpto. de Ica, en el periodo 2018 – 2019.

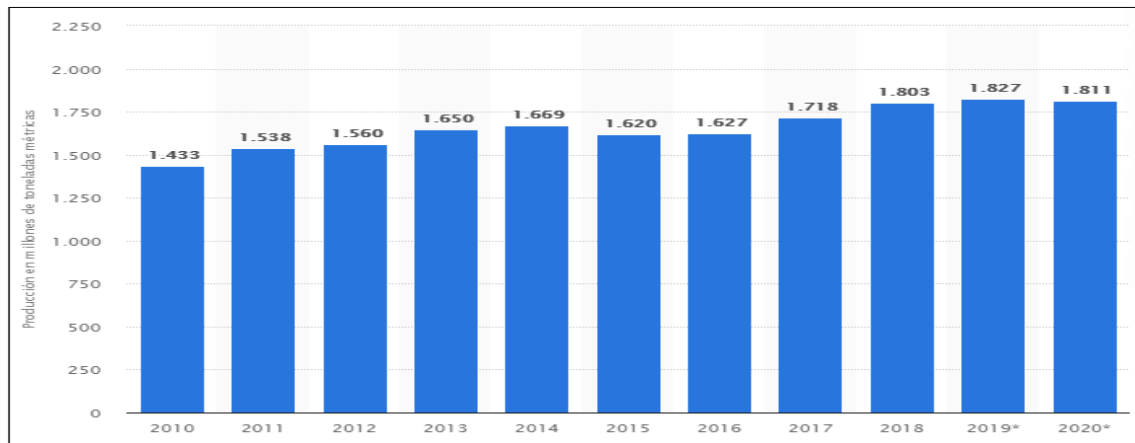
Figura 1: Producción Mundial de Acero (1980 – 2010)



Fuente: IISI (International Iron and Steel Institut)

Con las cifras reportadas por el IISI, es posible calcular el crecimiento promedio anual de la producción de hierro y acero en el mundo fue de 2.4%, se observa una tendencia de crecimiento en la producción mundial de acero desde el año 2000 y la creciente participación de la producción de China en el total de la producción mundial.

Figura 2: Producción Global de acero bruto 2010 al 2020
(en millones de toneladas métricas)



Fuente: Statista 2021

Descripción del proceso

Laminación

Laminación es un proceso de conformación mecánica efectuado por compresión directa, sin pérdida de material, con el objetivo de tener deformaciones plásticas en el material conformado, se tiene alteraciones permanentes en forma y propiedades de un cuerpo sólido, manteniendo la masa. R. Coda.

La temperatura para el inicio de la laminación es de 1100 °C hasta 1200 °C, el recalentamiento de la materia prima se da en hornos de recalentamiento.

Para realizar este proceso se requiere de equipos siderúrgicos con tecnología de vanguardia, la capacidad actual de producción es de 850,000 Toneladas anuales de acero líquido y 1,200,000 Toneladas métricas anuales de barras de construcción y perfiles.

Proceso:

El material es introducido entre dos cilindros es una reducción de altura que giran en sentidos opuestos, se tiene deformación del acero durante su pase entre los cilindros. Esta deformación genéricamente es una reducción de altura, un aumento del largo y del ancho de la barra.

Figura 3: Tren de Laminación. CAASA.



Fuente: CAASA

El acero se produce a través de la fundición de cargas metálicas, ferroaleaciones y carbono las cuales determinan su estructura interna molecular, la cual es afinada finalmente en el proceso de laminación.

La materia prima para este proceso son las palanquillas las cuales son suministradas de la planta de acería, estas palanquillas son ingresadas al horno de recalentamiento donde alcanzan una temperatura de 1120°C, luego pasan al tren de laminación donde se produce una deformación plástica mediante la reducción de altura y alargamiento de esta, mediante esta compresión es que se afina su estructura interna mejorando sus propiedades mecánicas. La laminación es un proceso continuo en alta velocidad, cuando el proceso no está controlado se puede producir grandes volúmenes de productos con mala calidad, o con consumos y costos no necesarios.

Figura 4 Proceso de Laminación Corporación Aceros Arequipa S.A.



Fuente: CAASA.

Esta línea de laminación cuenta también con un proceso de alambrones de alta velocidad (BGV) alcanzando una velocidad de hasta 100 m/s., luego pasa por una bobinadora la que permite la formación de espiras y así finalmente formar los rollos.

Figura 5: Procesos de Alambrones Corporación Aceros Arequipa S.A.



Fuente: CAASA

Descripción del Problema

En la línea de laminación de la Corporación Aceros Arequipa S. A., ubicada en la ciudad de Pisco, Ica, existen constantes cambios de producción debido a la gran cantidad de productos a fabricar según los programas mensuales de producción, lo que ocasiona gran cantidad de tiempos muertos sin producción, debido a que el tren se encuentra totalmente detenido, generando un mayor consumo de energía y combustible en el horno (GNC).

La presente investigación pretende coadyuvar a la solución de estos problemas, mediante la aplicación del proceso de mejora continua Kaizen, y de esta manera reducir costos mediante la optimización de los tiempos en los cambios de Producción, es decir mejorando la eficiencia en el proceso productivo.

Figura 6: Layout Planta de Laminación



Fuente: CAASA

¿Qué problemas se presentan en el tren de laminación de barras y perfiles de la Corporación Aceros Arequipa S.A.?

- Disponibilidad de guías en las casetas.
- Variación de temperatura ocasiona paradas de producción.
- Actuación prematura de fusibles mecánicos e hidráulicos.
- Demora en la entrega de cilindros del taller de mecanizado.
- Demora en los cambios de producción.
- Demora en el arranque de la producción. (perfil o medida)
- Disponibilidad de grúa.
- Paradas imprevistas en la placa de enfriamiento.
- Fallas operativas en el tren de laminación
- Falta de personal.

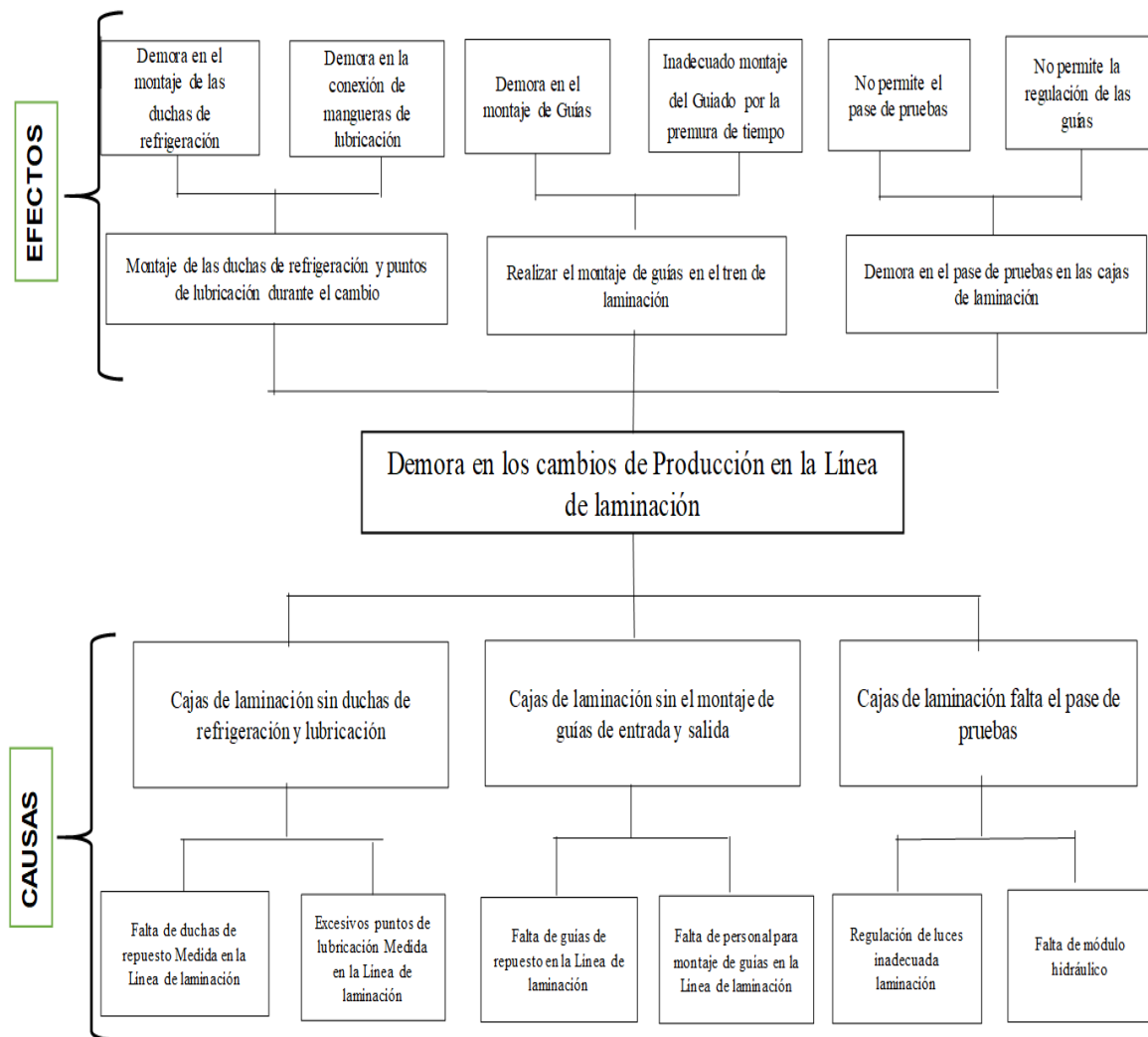
Tabla 1: Matriz de priorización

ITEM	CAUSAS	METODO	MANO DE OBRA	MATERIAL	MAQUINA	MEDIO AMBIENTE	IMPACTO	CRITICIDAD	% DE CRITICIDAD	PRIORIDAD
1	Disponibilidad de guías en las casetas.	0	1	1	1	0	3	MEDIO	16.67	2
2	Variación de temperatura ocasiona paradas de producción.	1	0	0	1	0	2	BAJO	11.11	3
3	Desgaste prematuro de fusibles mecánicos e hidráulicos.	0	0	0	1	0	1	BAJO	5.56	5
4	Demora en la entrega de cilindros del taller de mecanizado.	0	1	0	1	0	2	BAJO	11.11	4
5	Demora en el tiempo de cambio de perfil o de medida.	1	1	1	1	1	5	ALTO	27.78	1
6	Demora en el arranque de la producción.	1	0	0	0	0	1	BAJO	5.56	6
7	Disponibilidad de grúa.	0	0	0	1	0	1	BAJO	5.56	7
8	Paradas imprevistas en la placa de enfriamiento.	0	0	0	1	0	1	BAJO	5.56	8
9	Fallas operativas.	0	1	0	0	0	1	BAJO	5.56	9
10	Falta de personal.	0	1	0	0	0	1	BAJO	5.56	10
	TOTAL	3	5	2	7	1	18	-	100.00	-

Fuente: Elaboración propia

En la matriz de priorización que se muestra en la tabla 1, se puede apreciar que el mayor problema se presenta en la demora en el tiempo de cambio de perfil de medida, mostrando criticidad catalogada como alta, y con un porcentaje de criticidad de 27.78%;

Figura 7: Árbol de necesidades



Fuente: Elaboración Propia

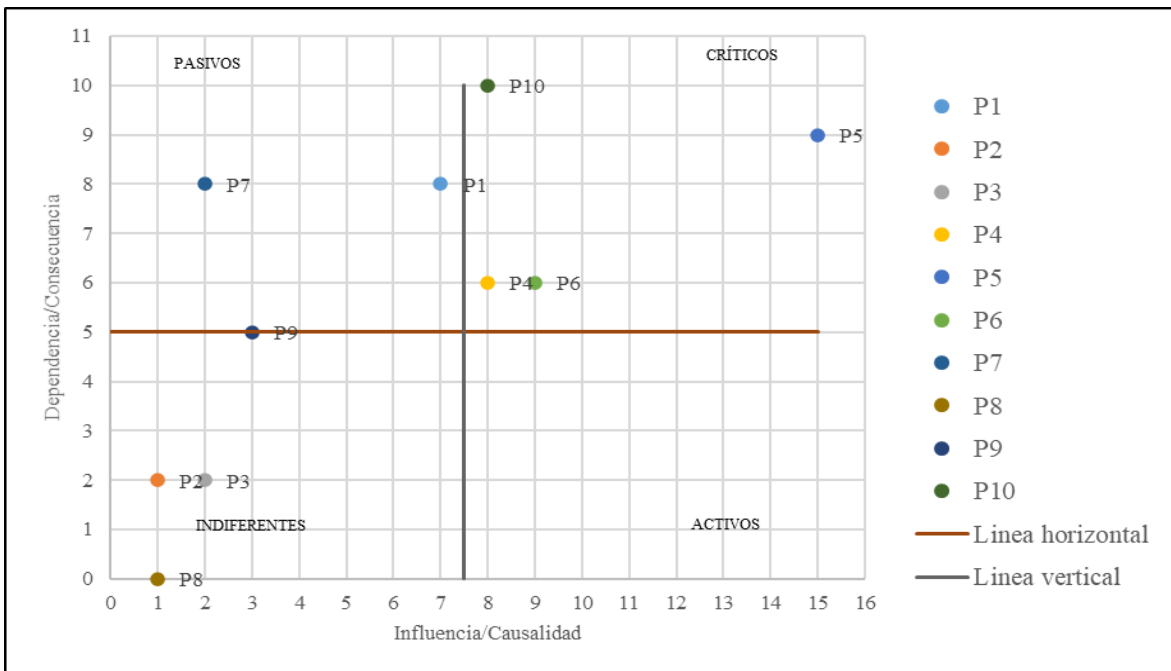
De la figura 7, el árbol de problemas se puede apreciar las causas y los efectos del problema que se presenta en el cambio de producción en la línea de laminación, siendo las causas detectadas la falta de duchas en las cajas de repuesto, excesivos puntos de lubricación, la falta de guías montadas en las cajas de laminación, inadecuada regulación de luces entre los cilindros de laminación.

Tabla 2: Matriz de Priorización

Código	Problemas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	PUNTAJE	%
P1	Disponibilidad de guiado en las cassetas	0	0	0	0	3	0	0	0	3	1	7	17%
P2	Variación de temperatura ocasiona paradas de producción	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2%
P3	Accionamiento prematuro de fusibles mecánicos	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	5%
P4	Demora en el acoplamiento de las cassetas	2	0	0	0	2	2	1	0	0	1	8	20%
P5	Demora en los cambios de producción	3	0	0	3	0	3	3	0	0	3	15	37%
P6	Demora en el arranque de producción	2	0	0	1	2	0	2	0	0	2	9	22%
P7	Disponibilidad de grúa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	5%
P8	Paradas imprevistas en la placa de enfriamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2%
P9	Fallas operativas	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	3	7%
P10	Falta de personal	1	0	0	2	2	1	2	0	0	0	8	20%
DEPENDENCIA		8	2	2	6	9	6	8	0	5	10	41	100%

En la matriz de priorización que se muestra en la tabla 2, se puede ver que el 37% de prioridad lo tiene la demora en los cambios de producción.

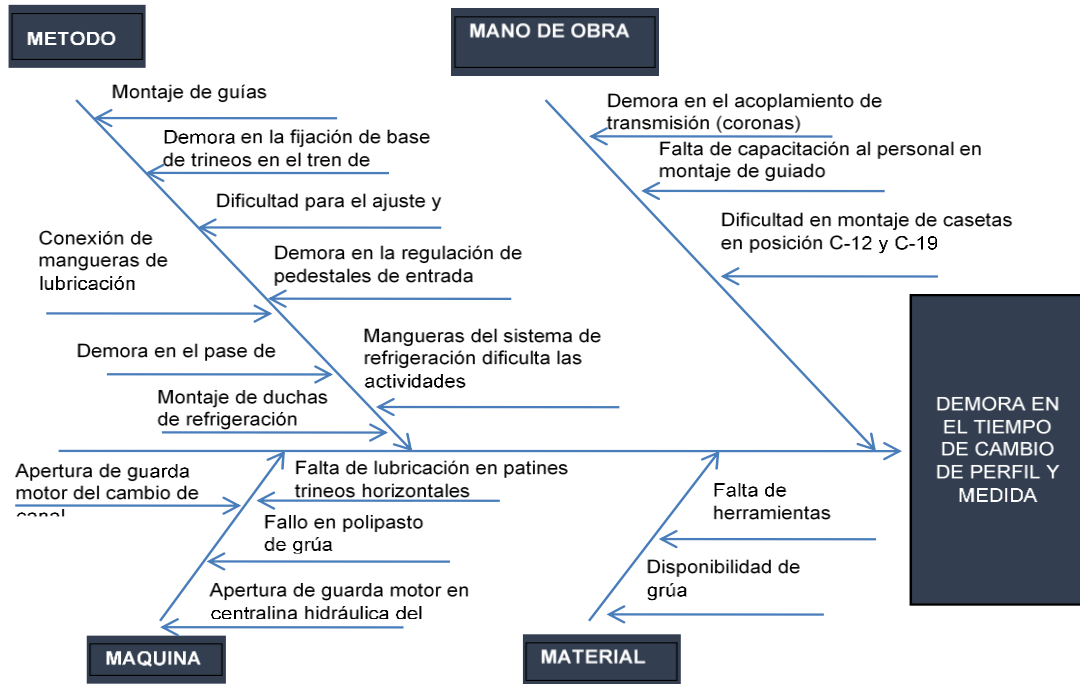
Figura 8: Matriz de Gestión de prioridades



Fuente: Elaboración propia

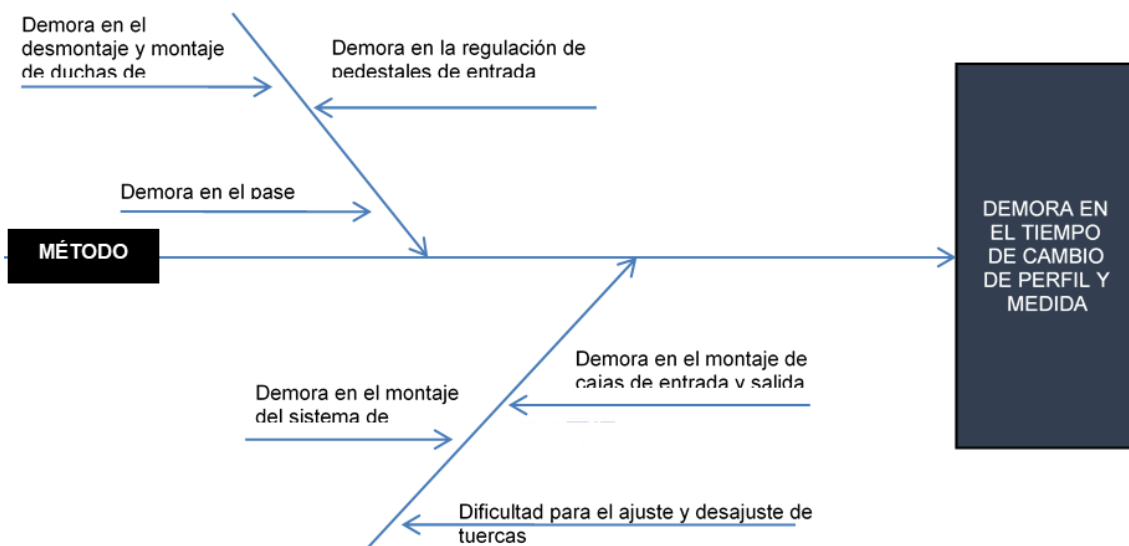
De la figura 8, matriz de gestión de prioridades, se puede apreciar que el problema que merece especial atención y amerita alta prioridad es: “Demora en los Cambios de Producción.

Figura 9: Diagrama de Ishikawa para todos los criterios



De la figura 9, se puede verificar que la mayor cantidad de causas se presentan en el criterio de método.

Figura 10: Diagrama de Ishikawa para criterio de Método



Fuente: Elaboración Propia.

Elaborando un diagrama de Ishikawa, respecto al criterio de método, se puede verificar la existencia de catorce causas que originan la demora en el tiempo de cambio de perfil y medida.

Tabla 3: Cuadro de Actividades durante un cambio de Producción

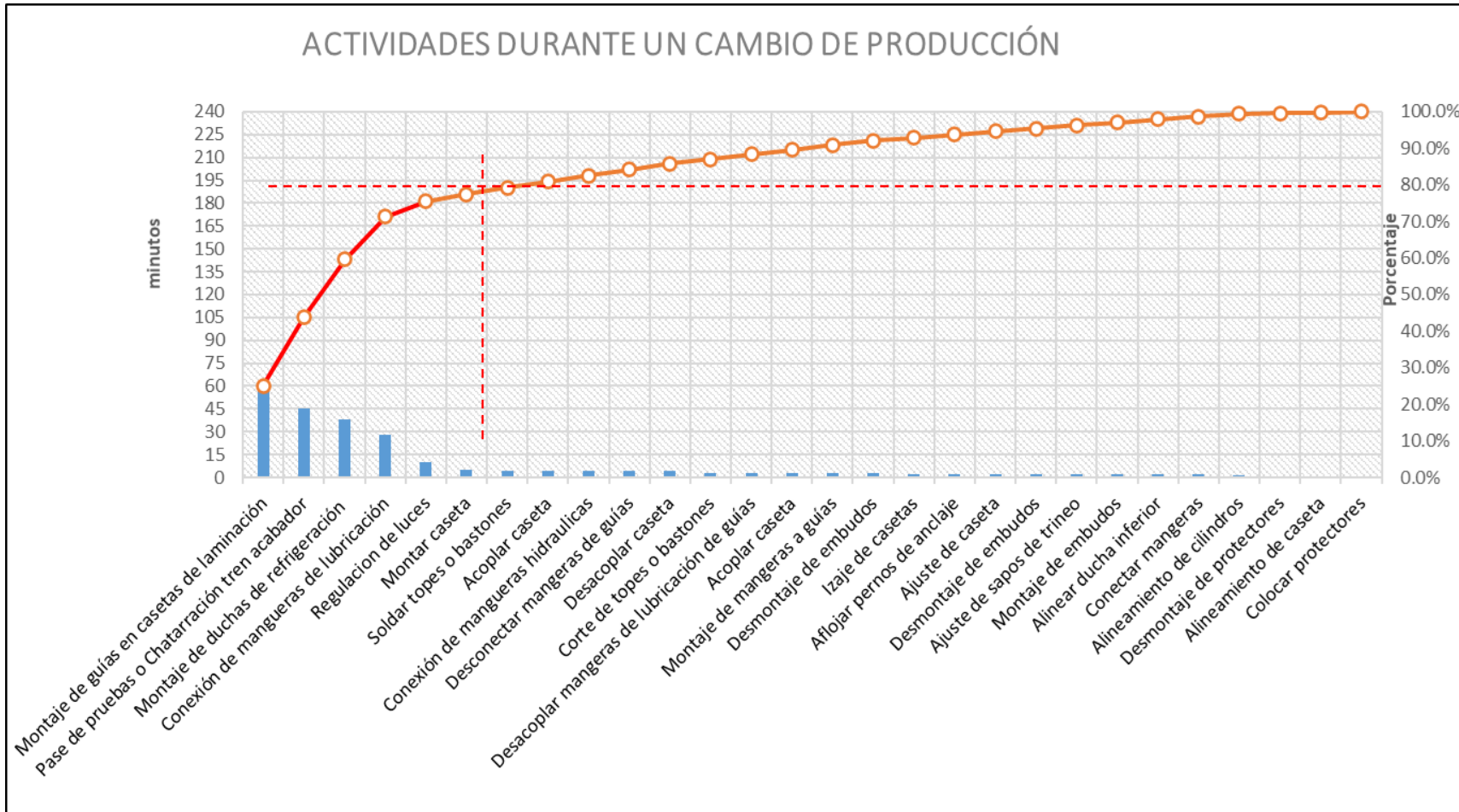
	Actividades	min.	%	Acumulado	Acum %
1	Montaje de guías en casetas de laminación	60	25.0%	60	25.0%
2	Pase de pruebas tren acabador	50	20.8%	110	45.8%
3	Montaje de duchas de refrigeración	44	18.3%	154	64.2%
4	Conexión de mangueras de lubricación	28	11.7%	182	75.8%
5	Regulación de luces	10	4.2%	192	80.0%
6	Montar caseta	5	2.1%	197	82.1%
7	Soldar topes o bastones	4	1.7%	201	83.8%
8	Acoplar caseta	4	1.7%	205	85.4%
9	Conexión de mangueras hidráulicas	4	1.7%	209	87.1%
10	Desconectar mangueras de guías	3	1.3%	212	88.3%
11	Desacoplar caseta	3	1.3%	215	89.6%
12	Corte de topes o bastones	3	1.3%	218	90.8%
13	Desacoplar mangueras de lubricación de guías	3	1.3%	221	92.1%
14	Acoplar caseta	2	0.8%	223	92.9%
15	Montaje de mangueras a guías	2	0.8%	225	93.8%
16	Desmontaje de embudos	2	0.8%	227	94.6%
17	Izaje de casetas	2	0.8%	229	95.4%
18	Aflojar pernos de anclaje	2	0.8%	231	96.3%
19	Ajuste de caseta	2	0.8%	233	97.1%
20	Desmontaje de embudos	1	0.4%	234	97.5%
21	Ajuste de sapos de trineo	1	0.4%	235	97.9%
22	Montaje de embudos	1	0.4%	236	98.3%
23	Alinear ducha inferior	1	0.4%	237	98.8%
24	Conectar mangueras	1	0.4%	238	99.2%
25	Alineamiento de cilindros	0.5	0.2%	238.5	99.4%
26	Desmontaje de protectores	0.5	0.2%	239	99.6%
27	Alineamiento de caseta	0.5	0.2%	239.5	99.8%
28	Colocar protectores	0.5	0.2%	240	100.0%
TOTAL		240	100.0%		

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3, se muestra las actividades que se realizan durante un cambio de producción, el tiempo involucrado es de 240 minutos, y las actividades desarrolladas son 28.

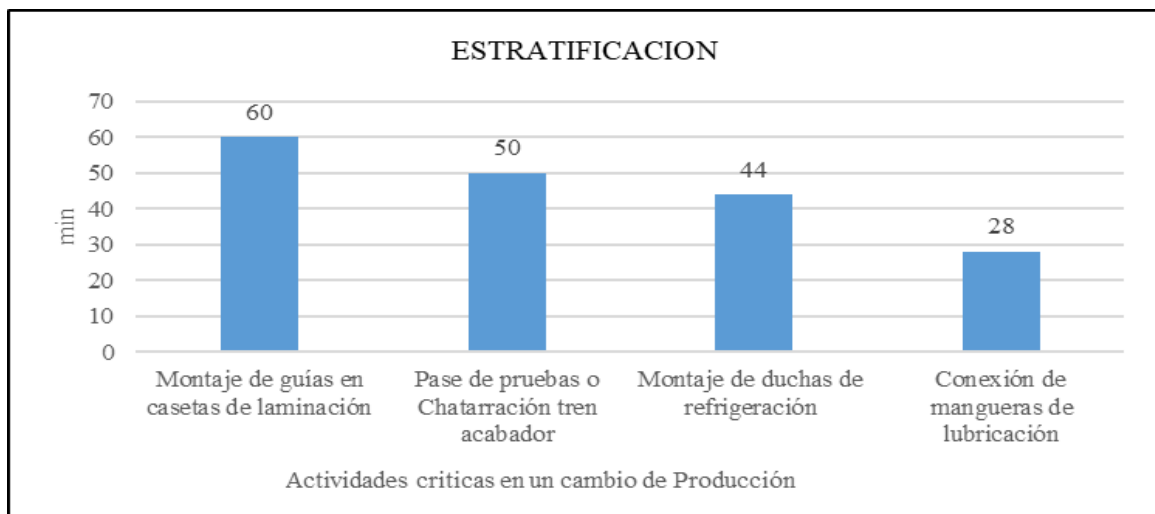
Las presentes actividades realizadas durante un cambio de producción se grafican en el diagrama Pareto, para seleccionar el 20% de ellas, las cuales son las que representan el 80% del total del tiempo que demanda un cambio de producción en la línea de Laminación.

Figura 11 Diagrama de Pareto: Actividades durante un cambio de Producción



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12 Cuadro de Estratificación de Actividades críticas

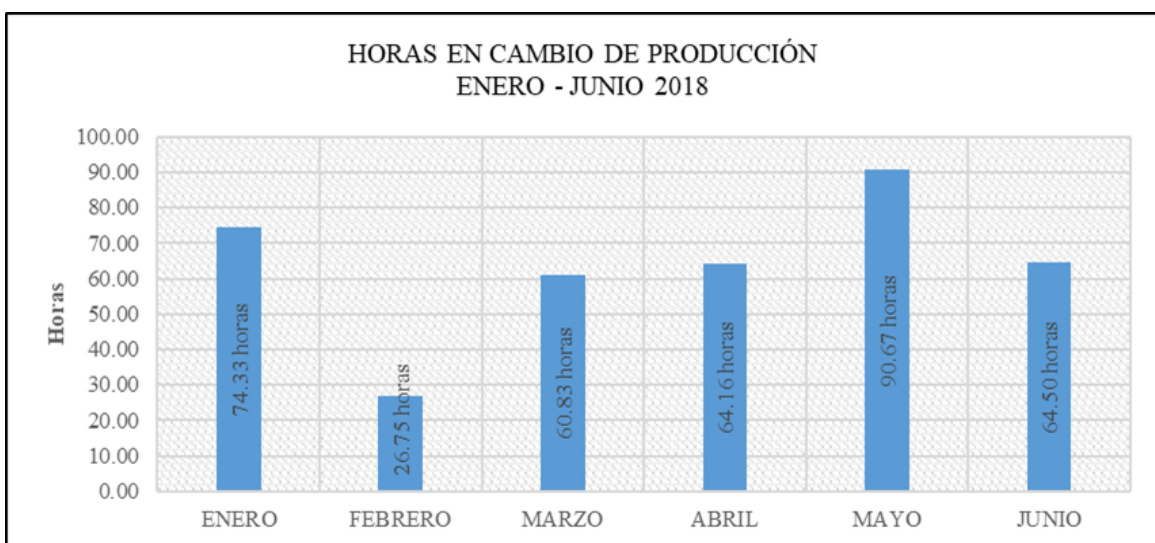


Fuente: Elaboración propia.

El problema radica en el gran número de actividades realizadas durante dichos cambios: Traslado de casetas, traslado y montaje de guiado, canaletas, embudos, duchas, disponibilidad de grúas, montaje y regulación de guías, duchas, desmontaje y montaje del sistema de lubricación de las casetas, falta de herramientas, entre otros.

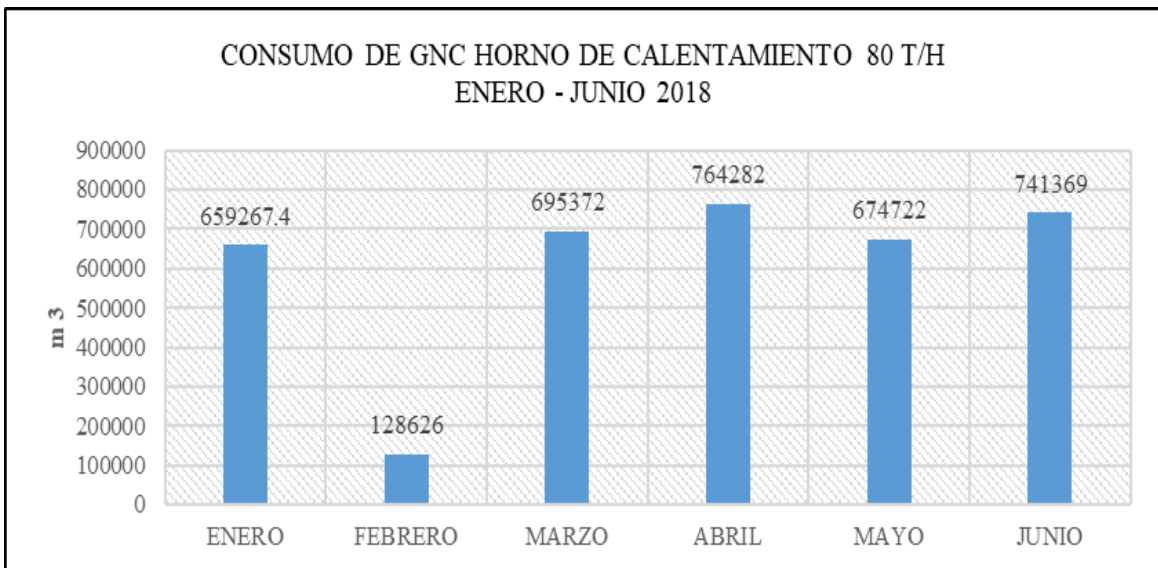
Cada una de estas actividades aumenta el tiempo a los cambios, acortando así el tiempo efectivo de Laminación.

Figura 13 Tiempos de Cambio de Producción



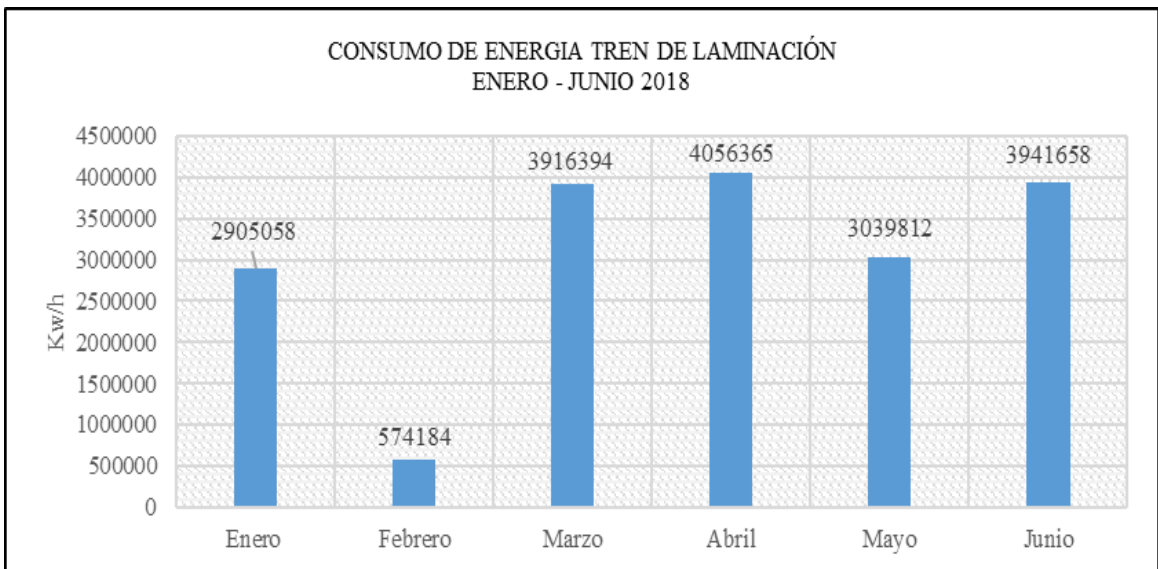
Fuente: Elaboración propia.

Figura 14: Consumo de GNC



Fuente: Elaboración propia.

Figura 15 Consumo de Energía



Fuente: Elaboración propia

Entonces, se puede indicar que las principales actividades que afectan al tiempo de cambio de perfil y medidas son:

- Montaje de guías en casetas de laminación.
- Pase de pruebas.
- Montaje de duchas de refrigeración.
- Conexión de mangueras de lubricación.

Para la presente investigación el problema general se formula como:

¿Cómo la aplicación del Kaizen mejora la productividad en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A. Pisco, Ica, 2021?

Siendo los problemas específicos:

¿Cómo la aplicación del Kaizen mejora la eficiencia en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A. Pisco, Ica, 2021?

¿Cómo la aplicación del Kaizen mejora la eficacia en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A. Pisco, Ica, 2021?

La presente investigación técnico – científico, permite aplicar la metodología Kaizen con el objetivo de solucionar la realidad problemática dentro del proceso de laminación en la Planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A. Pisco, Ica 2021.

El propósito de la presente investigación es proponer estrategias Kaizen para la mejora continua de sus estándares operacionales en el proceso de laminación en la Corporación Aceros Arequipa S.A. ubicada en el departamento de Ica, Pisco. A partir de los resultados del presente estudio pueden surgir una serie de proyectos de esta misma naturaleza.

A través de la aplicación del Kaizen o mejora continua en el proceso de laminación se buscará establecer en la practica un estándar, mantenerlo y mejorarlo continuamente buscando continuamente la innovación.

La mejora continua concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales beneficiando al colaborador, a los funcionarios y a los clientes.

Aplicando el proceso de mejora continua permitirá disminuir el tiempo en los cambios de producción, consumo de (GNC) y energía eléctrica, obteniendo mejores costos y por lo tanto un beneficio económico a la empresa en estudio.

La hipótesis general de investigación se formula, según:

La aplicación del Kaizen mejora la productividad en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A. Pisco, Ica, 2021.

Y las hipótesis específicas:

La aplicación del Kaizen mejora la eficiencia en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A. Pisco, Ica, 2021.

La aplicación del Kaizen mejora la eficacia en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A. Pisco, Ica, 2021.

Siguiendo la coherencia de investigación, el objetivo general queda como:

Determinar como la aplicación del Kaizen mejora la productividad en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A. Pisco, Ica, 2021.

Y los objetivos específicos:

Determinar como la aplicación del Kaizen mejora la eficiencia en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A. Pisco, Ica, 2021.

Determinar como la aplicación del Kaizen mejora la eficacia en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A. Pisco, Ica, 2021.

II. Marco Teórico

A fin de conocer los trabajos previos sobre el tema de estudio, se ha recopilado los antecedentes nacionales siguientes:

MONTERREY, M. (2008), en su tesis concluye, entre otras cosas, que la empresa en estudio al aplicar el proceso de mejora continua ha permitido reducir los costos de fabricación por cada polo S/. 0.10 del primer producto patrón, y los costos de fabricación por cada polo S/. 0.13 del segundo producto patrón. La inversión realizada se ha financiado en un 25%, obteniendo como resultado un VAN de S/. 139,346.37 y una TIR de 34% en un escenario pesimista; así como un VAN de S/. 13,026.32 y una TIR de 131% en un escenario optimista.

ARROYO, D. (2017), en su tesis nos indica que la aplicación de la metodología de mejora continua en el área de inyección de plásticos de la empresa Geka Corp. S.A.C., disminuye en un 65.6% considerando el empleo de un torno electromecánico para el montaje y desmontaje de los moldes reduciendo en un 79% los tiempos muertos.

GUERRA, R. (2020), en su tesis concluye que aplicando la metodología PDCA logra reducir los tiempos de entrega de vehículos obteniendo indicadores favorables reduciendo los daños en un 3.45% y por ende se reduce el tiempo de entrega en un 8.84%, superando las metas propuestas.

MEDINA, B. (2018), en su tesis, concluye que con la aplicación de la mejora continua Kaizen en el área de producción de la empresa Metal Dual SAC, se incrementó la productividad de un 88.45% a un 95.59%, aumentando en un 7.14%.

BENITEZ, J. (2017) en su tesis concluye que, mediante la estandarización de las materias primas en sus procesos, obtuvo un aumento de la productividad ya que la media antes era 0.7330 y luego fue 0.860.

LLONTOP, J. (2017) en su tesis concluye actualmente su producción es baja y mediante la aplicación de la metodología Kaizen mejorara la productibilidad en un 37.35%, y permitió un ahorro de S/. 756 250.00 en alquiler de unidades para poder atender la demanda del mercado, de igual forma redujo la tasa por asaltos en S/. 2 647.00 y billetes falsos en S/. 9 645.00.

MEJÍA, R. (2017) en su tesis determina que, en resumen, la implementación de la filosofía Kaizen mejora la productividad en el proceso de conversiones a GNV de la empresa Dione Ingenieros GLP GNV S.A., el promedio de productividad era 42.3%, y después de la implementación un promedio de 64.90%, logrando mejorar la productividad en 34.82%.

Entre los trabajos previos internacionales tenemos:

LOZANO, D. y PINZÓN, H. (2011), en su tesis concluye, entre otras cosas, que aplicando el método de mejora continua ha permitido obtener un balanceo de líneas para la fabricación de un determinado lote, tiempo necesario de producción, y de esta manera se aumentó la eficiencia de la planta de un 69.39% antes de realizar los cambios, a un 80.62% luego de ejecutada las mejoras.

CAIZA, K. CHAVEZ, J. (2019) en su tesis menciona que el objetivo del trabajo de investigación es reducir los tiempos de espera en el área de soplado, para ello aplicara la metodología SMED en la actividad de rotación de personal en donde se puedo evidenciar un VAN de 66.487,62 positivo y una TIR del 95%.

ALVAREZ, S. CARRERA K. (2017), en su tesis realiza de un análisis de la metodología Kaizen como optimización de la productividad del personal de un taller automotriz. Se tomó como caso de estudio el Taller Citroën de la ciudad de Guayaquil, dentro de este se escogió el servicio de cambio de aceite y se implementó la metodología Kaizen, realizando un cambio en el flujograma actual de su proceso para disminuir los tiempos muertos, obteniendo una variación de 27% aumentando así sus utilidades.

PLUAS, M. (2018), en su tesis el propósito del presente trabajo de titulación es realizar una propuesta de mejora continua de procesos en el Contact Center de IIASA, para el análisis se utilizó la investigación descriptiva con tipo no experimental transversal y enfoque cuantitativo. seleccionando el método Kaizen como metodología a utilizar y la observación cuantitativa como técnica principal de recolección de datos; ambas fundamentales para el desarrollo y presentación de resultados. Se presentaron flujogramas de procesos actuales que ayudaron a determinar los procesos ineficientes y a partir de ahí, se elaboraron las propuestas

de mejora en los procesos como la definición de actividades principales y secundarias, actualización de base de datos y capacitaciones para los asesores. Como resultado, se obtuvo que dicha mejora de procesos propone un ahorro de entre \$363.60 y \$727.20 aproximadamente al reducir el tiempo/desperdicio por asesor, además se obtuvo que incluir el programa de capacitaciones reducirá el indicador de oportunidades no atendidas del 28% al 18% en primera instancia y acortará el proceso actual de atención, lo cual permitirá la pronta asistencia al cliente, un excelente servicio postventa y por ende el número de ventas caídas por falta de atención, disminuirá.

AMUCHÁSTEGUI, M. (2015), en su tesis menciona que, mediante un estudio de trabajo en la línea de montaje del auto Fiat, decide aplicar la herramienta de estudio de tiempos, así optimizar las operaciones realizadas, reorganizar los puestos de trabajo y estandarizando los métodos de abastecimiento de materiales.

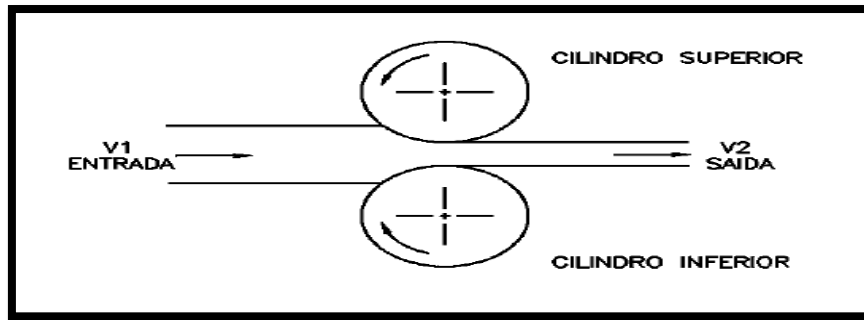
El sustento teórico de la investigación es el siguiente:

Laminación

La laminación es un proceso de conformación mecánica efectuado por compresión directa, sin pérdida de material, con el objetivo de tener deformaciones plásticas en el material conformado, la laminación es un proceso con alta velocidad de operación, con capacidad de producción para grandes volúmenes con buenas tolerancias dimensionales en los productos. (CODA, R. 2016).

El material en deformación es introducido entre dos cilindros que giran en cilindros opuestos. Tenemos deformación de acero durante su pase entre los cilindros. Esta reducción genéricamente es una reducción de altura, un aumento del largo y del ancho. (CODA, R. 2016)

Figura 16: Esquema del proceso de laminación



Fuente: Proceso de Laminación CODA, R. 2005

Tren de laminación

Se denomina así a un conjunto de equipos como; cajas y elementos auxiliares, motores, reductores para el accionamiento de los cilindros. Cuando se requiere obtener un determinado producto como una varilla corrugada, barra cuadrada, hexagonal, circular; o como perfiles tales como ángulos, canales U, tees, vigas, etc., será necesario recurrir a un tren de laminación conformado por varias cajas de laminación, las cuales trabajan de manera secuencial.

Figura 17 Tren Continuo de Laminación



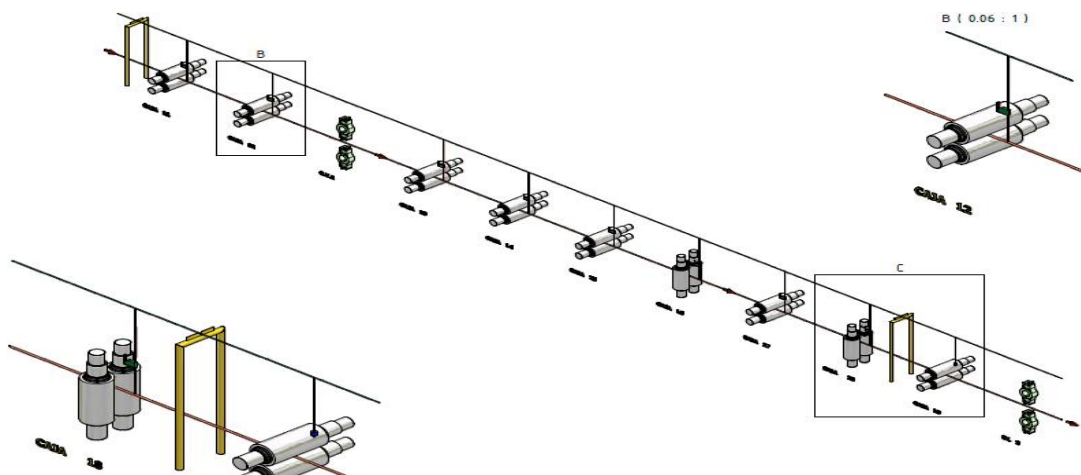
Fuente: Wolkowicz, P.

Línea de laminación

La línea de laminación corresponde a la línea imaginaria que pasa por el centro de gravedad de la sección de salida de una pasada de laminación. Esta línea puede ser imaginada uniendo los diferentes centros de gravedad de las distintas pasadas de laminación de un laminador continuo. La línea de laminación es referencia para la línea del proceso de laminación: guías de entrada, cilindros, canales, guías de salida, embudos y demás accesorios. (CODA, R. 2016).

La línea de laminación es la referencia para la línea del proceso de laminación, donde deben de ser alineadas las guías de entrada y salida, cilindros, canales, duchas y embudos y demás accesorios. (CODA, R. 2012)

Figura 18 Línea del proceso de laminación



Fuente: Elaboración propia.

Proceso de laminación

La laminación es un proceso con alta velocidad de operación, con capacidad de producción para grandes volúmenes con buenas tolerancias dimensionales en los productos, en este proceso los elementos de entrada son las palanquillas y mediante las diferentes calibraciones en el proceso, los resultados son todas las barras de acero que ofrece la Corporación como: barras de construcción, barras redondas, cuadradas, perfiles como ángulos, tees, platinas, ues, y alambrones.

Calibración

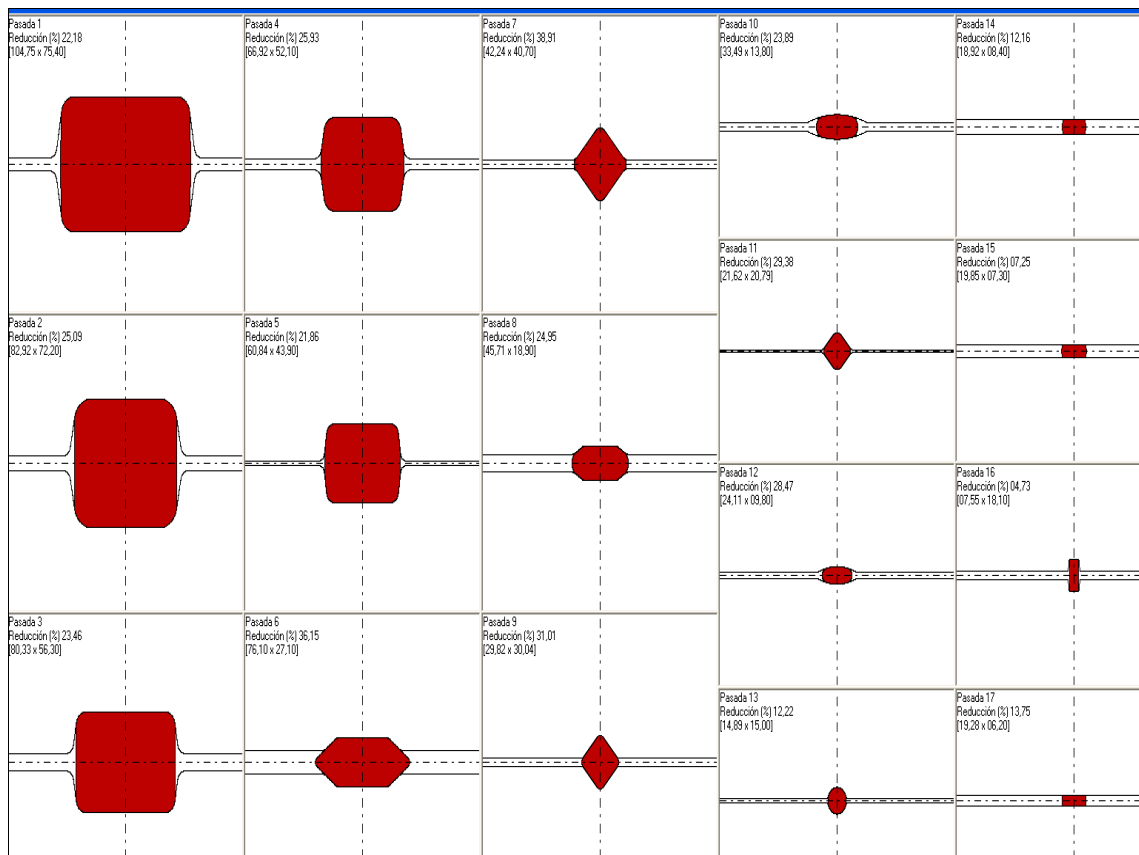
La calibración es la distribución uniforme de la deformación total deseada en la barra, estas deformaciones son llamadas pasadas de laminación, y los diferentes tipos de conjuntos de pasadas son llamados secuencias de laminación. (Coda, 2012).

Figura 19: Proceso de deformación del material



Fuente: Elaboración propia

Figura 20 Secuencias de Calibración



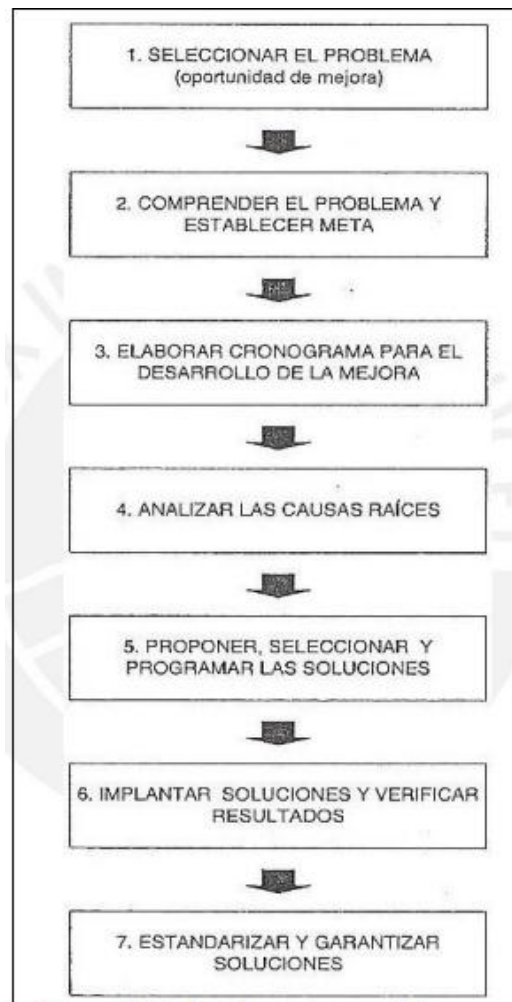
Fuente: R. Coda. (Simulador HRS)

Kaizen

Es un concepto japonés que significa mejora continua, esta herramienta puede ser utilizada también en diferentes ámbitos como en la vida personal, familiar, social y del trabajo. Cuando se aplica al lugar del trabajo, Kaizen significa mejora continua que involucra a todos, gerentes y trabajadores por igual. (Masaaki Imai).

Esta herramienta fue implementada satisfactoriamente en empresas japonesas como es el caso de Corporación Toyota logrando mejorar el grado de productividad en sus procesos. (Bonilla 2010)

Figura 21 Metodología de los 7 Pasos



Fuente: (Bonilla, 2010)

La mejora continua Kaizen se caracteriza por la realización de mejoras progresivas, perfeccionando constantemente y logrando involucrar a cada uno de los

involucrados de las organizaciones. Este proceso se debe de implementar de forma ordenada y objetiva, utilizando instrumentos estadísticos y gráficas para verificar, controlar y estandarizar, realizando un análisis y tomar decisiones frente a un problema encontrado.

Niveles de kaizen

Existen 3 niveles de Kaizen:

- **kaizen diario:** Donde se va rotando a las personas que observan el proceso, y en base a sus observaciones van implementando mejoras.
- **kaizen de proyectos:** Donde hay un programa de talleres y se va mejorando, implementando y monitoreando que las mejoras duren a lo largo del tiempo.
- **kaizen de soporte:** Cuando ya hay mejoras implementadas y llegan otras personas con otro entrenamiento y otro nivel para seguir mejorando a niveles más altos dentro de una organización.

GODINEZ, A. HERNANDEZ, G. (2018)

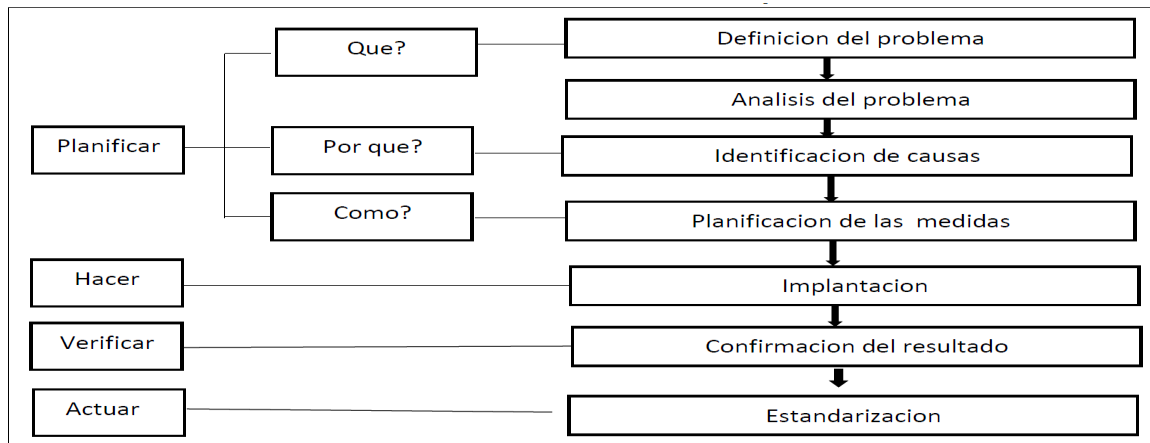
Ciclo de Deming

El ciclo PDCA, Deming nos dice que, la administración de un proceso necesita constantemente ser mejorado, donde la perfección nunca se logrará, pero siempre se tendrá que buscar. (Deming, E.)

Figura 22: Ciclo de Deming



Figura 23: Ciclo de Solución de Problema



Fuente: Imai Massaki.

Mejora continua

En un mundo altamente competitivo como el actual, se necesita diseñar estrategias para llegar al mercado y satisfacer necesidades y su posicionamiento, por otro lado, esto exige realizar mejoras en los procesos de manera continua, por ello se considera, de alta prioridad optimizar los procesos en las líneas de producción de la actividad manufacturera, a fin de optimizar su producción y productividad. (RUIZ, W. 2018).

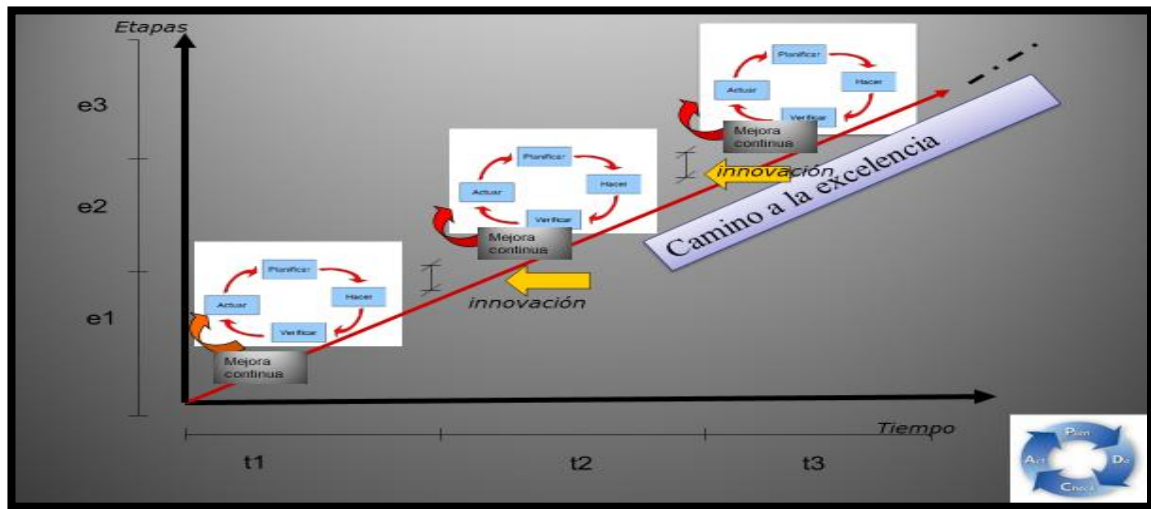
Mejorar un proceso, significa modificarlo para hacerlo efectivo, eficiente y adaptable, que cambiar y como cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso. (HARRINGTON, J.)

El mejoramiento continuo es una conversión en el mecanismo viable y accesible al que las empresas buscan en vías de desarrollo. (KABBOUL, F.)

El mejoramiento continuo, es un esfuerzo para aplicar mejoras en cada área de las organizaciones a lo que se entrega a clientes. (SULLIVAN, L.).

TEJEDA, (2011) menciona que ante la problemática que existía antes Taichii Ohno decidió darle un enfoque distinto a la producción, aplicando el Sistema de Producción Toyota (SPT) que, como resultado se obtuvo la eliminación de desperdicios, todo lo anterior basado en la adquisición de la mejora continua.

Figura 24: El Proceso de Mejora Continua no tiene fin

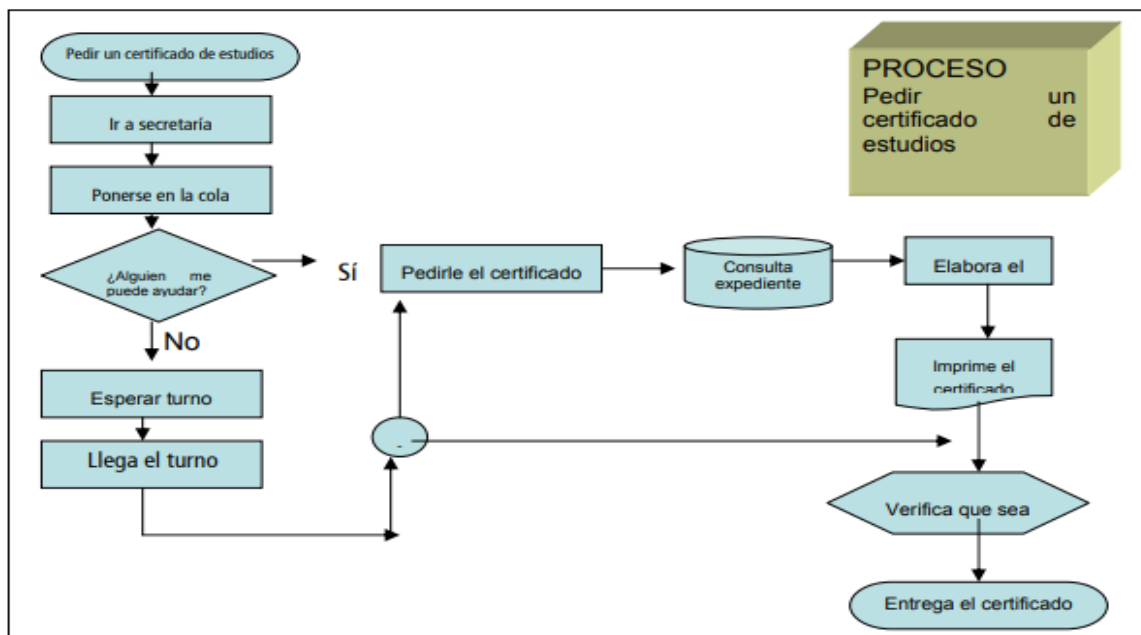


Fuente: Ruiz, W. (2018)

Diagrama de flujo

Sirve para representar gráficamente un proceso, es la forma más sencilla de especificar los detalles y pasos de avance, diversificación, retroceso y posibilidades de un proceso. Utilizan símbolos con significados especiales, como representación gráfica de los pasos de un proceso. (REICE)

Figura 25: Representación gráfica de un Proceso



Fuente: REICE

Tiempo estándar

Es el tiempo necesario para la realización de una operación, que realizara un operario de tipo medio, capacitado, adiestrado y que, trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

$$TE = (TN)(1 + S)$$

Donde:

TE = Tiempo Estándar

TN = Tiempo Normal

S = Suplementos o tolerancias en %

Familia de productos

Una familia de productos es un conjunto de productos que comparten rutas y procesos similares, y las diferencias en el contenido de trabajo manual no son muy grandes (<25%). (Madariaga)

Actividades que agregan valor

Porter (1986) Lo define como un conjunto de factores que tienen incidencia especial sobre los costos o sobre el valor generado, en las actividades de la cadena de valor. Son las razones fundamentales dentro de la cadena de una organización de porque una actividad es única (exclusiva). Si una actividad agrega valor, debemos optimizarla para que nos entregue más valor y consuma menos cantidad de recursos.

Es todo lo que hacemos, y por lo que nuestros clientes están dispuestos a pagar. (Sobrino, J.)

Actividades que no agregan valor.

Estas actividades también se le denominan como perdidas, desperdicios. Dentro de ellas tenemos: transporte, movimiento, espera, sobreproducción, inventario, correcciones y sobre procesamiento. Todas ellas repercuten en el coste.

Desperdicios: movimientos, transporte, sobreproducción, tiempos de espera, procesos, defectos, inventario. (Ohno, 1998)

Durante el 2005 Melton nos dice que no a solo el 5% de las actividades en las empresas agregan valor y el 60% agregan valor del todo; Taj y Berro (2006) afirman que desperdician el 70% de sus recursos; Jones, Hines y Rich dicen que para muchas empresas menos del 10% de las actividades agregan valor y casi un 60% no lo hacen (Mantilla y Sánchez, 2012).

En 1973 cuando ya se usaba la metodología de mejora continua para la eliminación de desperdicios o actividades innecesarias en los procesos de fabricación de un producto, se logró una nueva forma de trabajar y que a su vez favoreció a la economía mundial. (Dennis 2002).

Valor agregado se refiere a la acción que transforma a ese producto que se le entrega al cliente. (James Womack), (Godínez G, Hernández G.)

Productividad

Es la relación entre la producción obtenida por un proceso de producción y los recursos utilizados para su obtención. Se conoce como el uso eficiente de recursos, también se define como la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos. El tiempo es un buen denominador, puesto que es una medida universal y está fuera del control humano. Cuanto menor tiempo lleve lograr el resultado deseado, más productivo será el sistema. (Prokopenko, J.)

La productividad depende de sus restricciones internas o de sus cuellos de botella, se debe de identificar esos factores y mejorarlos para obtener como resultado un incremento en la productividad y rentabilidad para la empresa. (Fernández, G. 2010).

Es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados.

La productividad puede ser medida según el punto de vista: (García, R)

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

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Recursos}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Resultados empleados}}$$

La productividad está definida por el producto de eficiencia por eficacia. (Gutiérrez. 2010).

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} * \text{Eficacia}$$

Eficacia

La eficacia se da con el cumplimiento de metas y objetivos en un proceso, cumpliendo satisfactoriamente con la necesidad que motivo el desarrollo de la iniciativa, sin importar los costos y el uso de los recursos. (INDES 2002).

Según Gutiérrez (2010) la Eficacia es el resultado de las labores realizadas y los resultados planeados.

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Resultado previsto}}$$

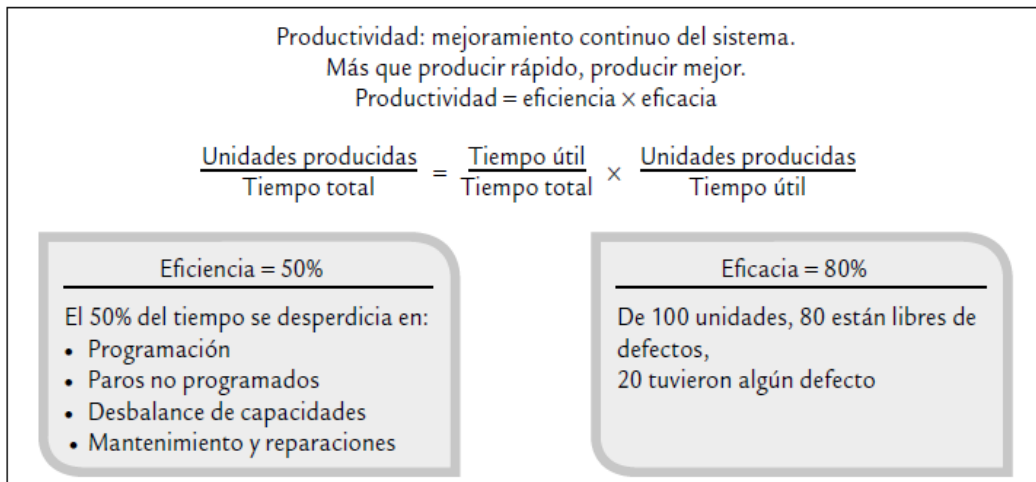
Eficiencia

La eficiencia es el resultado de la producción un producto y los recursos utilizados para su fabricación, para lograr mayor eficiencia hay que optimizar el uso de los recursos con lo mínimo de desperdicios. (Gutiérrez)

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}}$$

La eficiencia depende en primer lugar de los métodos que se empleen. La eficiencia es resultado de la rapidez con que el trabajador efectuó proceso. (García, R.).

Productividad y sus componentes



Fuente: GUTIÉRREZ, H. DE la VARA, R. (p7)

La Productividad es la relación entre producción e insumos (OIT)

III. Método

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Investigar es una forma de comprender el mundo para poderlo controlar. Buscar nuevos conocimientos, tratar nuevos problemas para darles solución y encontrarles respuestas por medio de procedimientos científicos.

La investigación es un proceso mediante la aplicación del método científico, procura obtener o aproximarse a la verdad, para entenderla, verificarla o corregirla. (CARRILLO, F.) (1995:19)

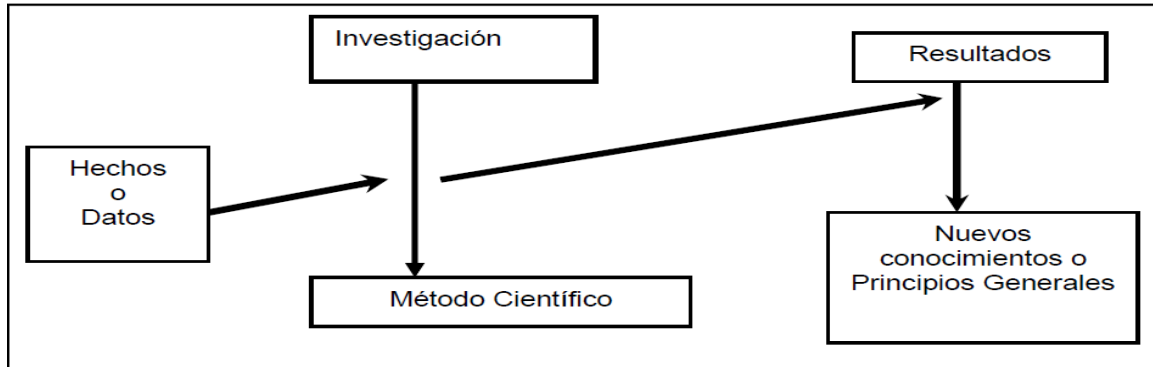
La investigación por su finalidad es aplicada, se va implementar y aplicar la metodología Kaizen en el proceso de laminado de Aceros Arequipa, a fin de obtener resultados positivos sobre la productividad. VALDERRAMA (2014) nos indica que las investigaciones aplicadas son aquellas donde las teorías ya existentes son utilizadas en un entorno dado para solucionar un problema en beneficio de la sociedad.

Por su nivel o profundidad es descriptiva y explicativa, se va describir el proceso de implementación y aplicación del Kaizen, y explicar los efectos sobre la productividad, eficiencia y eficacia del proceso de laminado. VALDERRAMA Y VELASQUEZ (2019) nos dice que las investigaciones descriptivas son aquellas donde el investigador describe las características o comportamiento de las variables y sus dimensiones; asimismo, señala que una investigación es explicativa en razón de que se explica el comportamiento de las variables cuando actúan juntas, se describe los efectos que una variable independiente sobre otra variable llamada dependiente.

Cuando se habla de enfoque de investigación, nos referimos a la naturaleza del estudio. (MATA, L. 2020). Por su enfoque la investigación es cuantitativa ya que se realizó la recolección de datos cuantitativos para el análisis e interpretación del problema, los datos son proporcionados por la organización. Asimismo, es cuantitativo en razón de que la investigación es objetiva, se trabajará con datos numéricos reales, proporcionados por la empresa, los cuales serán trabajados en

cuadros estadísticos y sometidos a un software (SPSS) donde se les aplicará estadígrafos para escalas de razón

Figura 26: Características de una Investigación



Fuente: Tamayo y Tamayo. M (2003)

3.1.2 Diseño de investigación

La presente investigación por su diseño es experimental, ya que se manipuló la variable independiente para analizar los efectos sobre la variable dependiente. Hernández, Fernández y Baptista (2014), nos dicen que una investigación es experimental cuando la variable independiente es manipulada, alterada o modificada para obtener efectos sobre la variable dependiente.

Ya que solo se cuenta con una población donde N es igual a 180 y siendo la muestra igual a la población, es decir el grupo de análisis o tratamiento está completo, y no habiendo grupo de comparación o control, el diseño queda como un diseño cuasiexperimental. Hernández, Fernández y Baptista (2014) nos dicen que cuando el grupo de tratamiento está completo, el diseño es cuasi experimental.

Por otro lado, por su alcance temporal el diseño es longitudinal, esto en razón de que los efectos sobre la variable dependiente, productividad, serán medidos en dos instancias distintas del tiempo, antes de la aplicación del Kaizen y después de la aplicación del Kaizen. VERA (2015), nos dice que los diseños longitudinales son aquellos donde la medición se realiza más de una vez.

3.2 Operacionalización de las variables

Tabla 4: Matriz de operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable independiente KAIZEN	<p>Kaizen. Filosofía de Mejoramiento Continuo en la vida personal, social y del trabajo y cuando se aplica en el trabajo Kaizen significa Mejora Continua que involucra a todos, gerentes y trabajadores por igual. (Masaaki Imai)</p>	<p>Kaizen - Mejora Continua se centra en los equipos de trabajo y la estandarización, la base de este es el PDCA (Shewhart) su empleo continuo permite mejorar cada vez que este se aplique</p>	Planear	$CTP = \frac{(TPR - TPT)}{TPR} * 100$ <p>CTP = Cumplimiento de tiempo del proceso TPR = Tiempo del proceso real TPT = Tiempo del proceso teórico</p>	Razón
			Hacer	$RA = \frac{(APAM - APDM)}{APAM} * 100$ <p>RA = % Reducción de actividades APAM = Nro. de Actividades del proceso antes de la mejora APDM = Nro. de actividades del proceso después de la mejora</p>	Razón
			Verificar	$RDM = \frac{(TPAM - TPPDM)}{TPAM} * 100$ <p>RDM = % de resultados después de la mejora TPAM = Tiempo de proceso antes de la mejora TPPDM = Tiempo de proceso proyectado después de la mejora</p>	Razón
			Actuar	$RE = \frac{(TEDM - TEAM)}{TED} * 100$ <p>RE = % de rendimiento a partir de la mejora TEDM = Tiempo empleado después de la mejora TEAM = Tiempo empleado antes de la mejora</p>	Razón
Variable dependiente PRODUCTIVIDAD	<p>Productividad. Es la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados para su elaboración y/o fabricación.</p>	<p>Productividad. Depende de los resultados que se logren en un proceso, también depende directamente del tiempo en que lleva conseguirlos.</p>	Eficiencia	$= \frac{\text{Tiempo efectivo de producción}}{\text{Tiempo total para producción}}$	Razón
			Eficacia	$= \frac{\text{Toneladas producidas}}{\text{Toneladas Programadas}}$	Razón

Fuente: Elaboración propia

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Es el conjunto de datos que concuerdan con determinadas especificaciones. Hernández, Fernández y Baptista (2014). La población es el tiempo que toma un cambio de Producción durante 6 meses, o igual a 180.

3.3.2 Muestra

Es el Subgrupo de la población del cual se tomaron los datos y debe ser representativo de esta (ZUMANARAN ET AL, 2015), se tomará la totalidad de la población para analizar los cambios de producción en 6 meses, o igual a 180.

3.3.3 Muestreo

Siendo la población igual a la muestra, no se utiliza técnica de muestreo, se desarrolló un censo.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

3.4.1 Técnicas

Se utilizó la técnica análisis de documentos para realizar la elaboración del marco teórico. Se realizó una revisión minuciosa y detallada de libros y artículos de revistas relacionados al tema de estudio y al problema de investigación. Se ha tenido acceso a la información que ha sido necesaria para llevar adelante la investigación. Se ha recogido información suficiente, haciendo uso de las técnicas y herramientas de mejora continua para poder identificar las causas y efectos, así como plantear las mejoras con la finalidad de poseer un instrumento de gestión para la toma de decisiones empresariales.

3.4.2 Instrumentos

Herramienta que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que se tiene en mente. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Se utilizó el registro interno Balance de producción, donde se encuentran todos los indicadores de producción, productos fabricados, tiempos y costos. (SAP ERP).

3.4.3 Validez

La validez se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir. (Sampieri) El registro utilizado es un registro interno de la empresa en estudio, proporcionado por el área de PCP. (Planeamiento y Control de la producción). Asimismo, se procedió con el juicio de expertos, los mismos que obran en los anexos de la presente investigación.

3.4.4 Confiabilidad

Los instrumentos utilizados son registros internos de la Corporación, por lo que, al ser datos reales, proporcionados por la empresa, la confiabilidad se asume.

- PCP – LAM (Planeamiento y Control de la Producción)
- SAP LOGON (Reportes de Costos diarios)

Figura 27: Logos de los sistemas de base de datos de la empresa



3.5 Métodos de análisis de datos

3.5.1 Análisis descriptivo

En el presente trabajo de investigación, el análisis de la variable independiente (Metodología Kaizen) y la variable dependiente (productividad) se desarrollará una estadística cuantitativa para analizar sus resultados y compararlos en una situación antes y después.

3.5.2 Análisis Inferencial

Aplicando el análisis inferencial se utilizará específicamente para probar la hipótesis y estimar sus parámetros y ver si la hipótesis es congruente con los datos de la muestra.

3.6 Aspectos éticos.

Todos los datos recolectados para el estudio fueron tomados en la Corporación Aceros Arequipa S.A. en el proceso de laminación. Se solicitó el permiso de la Gerencia de Laminación para el desarrollo del trabajo.

3.7 Desarrollo de la propuesta

Para desarrollar la propuesta de mejora en la empresa, se aplicarán las primeras etapas de la metodología Kaizen.

3.7.1 Situación actual

Descripción de la Empresa

Respecto a la situación actual de la empresa Corporación Aceros Arequipa S.A., reporta récord en ventas por S/. 907 millones en el tercer trimestre del 2020, un récord histórico que represento un aumento del 11% respecto al trimestre del año pasado. Los factores que impulsaron el crecimiento de las ventas fueron el incremento de la demanda nacional y la exportación extraordinaria de 40.000 toneladas métricas de palanquilla a China.

La innovación sigue siendo su norte, dado que los productos y servicios integrales que ofrece permiten aplicar nuevas y mejores tecnologías en sus procesos.

La mejora continua no tiene fin, es por ello que haciendo un estudio de mejora en el proceso de laminación es que se detecta tiempos muy elevados sin producción en las actividades de cambios de producción llamados también medida o de perfil. Estas actividades de cambio de medida y de perfil se llegan a realizar hasta 55 veces al mes dependiendo del mix de producción que envíe el área de PCP.

Durante la ejecución de un cambio de perfil y de medida se observa que existen gran cantidad de actividades que tiene que realizar en personal de producción para poder concluir con el cambio mencionado y poder arrancar la producción de un nuevo producto, generando demoras debido a todas las actividades que se realizan para poder finalmente concluir con el cambio, dentro de estas tenemos: desmontaje y montaje de guías en las casetas de laminación, desmontaje y montaje de duchas de refrigeración, alineamiento de canales, centrado y nivelación

de guías, exceso de puntos de conexión para la lubricación, falta de disponibilidad de herramientas y personal a lo largo del tren para realizar los cambios de las casetas, luces entre los cilindros no son las adecuadas y hay que corregir, realizar la limpieza de canales en cilindros nuevos, fijación de soportes para las guías en las posiciones verticales, falta de capacitación y entrenamiento el personal, falta de programación, pase de pruebas; como consecuencia a todas estas actividades mencionadas tenemos excesivo tiempo de duración del cambio de medida y de perfil.

Aspectos Estratégicos

Misión de la Empresa

Ofrecer soluciones de acero a nuestros clientes, a través de la innovación, la mejora continua y el desarrollo humano, contribuyendo al crecimiento del país e incrementando el valor para nuestros accionistas. (CAASA)

Visión de la Empresa

Ser Líderes del mercado siderúrgico peruano, ubicados entre los más rentables de la región con activa presencia en el mercado internacional. (CAASA)

Política de la Empresa

En la Corporación Aceros Arequipa, empresa líder del sector siderúrgico, la seguridad y salud en el trabajo, la protección ambiental y la calidad son elementos fundamentales para el desarrollo sostenible de los procesos, productos y servicios.

Pensando en las necesidades de los grupos de interés se comprometen a:

- Preservar la mejora continua de la eficacia de nuestro sistema integrado de gestión de calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional.
- Buscar permanentemente la reducción de costos en nuestros procesos.
- Aumentar la satisfacción de nuestros clientes internos y externos.
- Establecer relaciones de mutuo beneficio con nuestros proveedores.

- Establecer y revisar periódicamente los objetivos de calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional para asegurar el cumplimiento de nuestra política.
- Promover un ambiente de trabajo que fomente el desarrollo y el bienestar de nuestros colaboradores, reconociendo sus logros y aportes.
- Garantizar la participación y consulta de los colaboradores en los elementos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.
- Eliminar los peligros y/o reducir los riesgos de seguridad y salud ocupacional de nuestras actividades.
- Prevenir, controlar y mitigar la contaminación ambiental.
- Cumplir con las normas legales vigentes aplicables a calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional y otros compromisos que la empresa adopte voluntariamente.
- Mantener buenas relaciones y respeto a las comunidades.

Fuente: (CAASA)

Productos que Brinda

El compromiso de la Corporación es ofrecer a todos sus clientes un producto de calidad y seguridad. Por ello ofrece los siguientes productos:

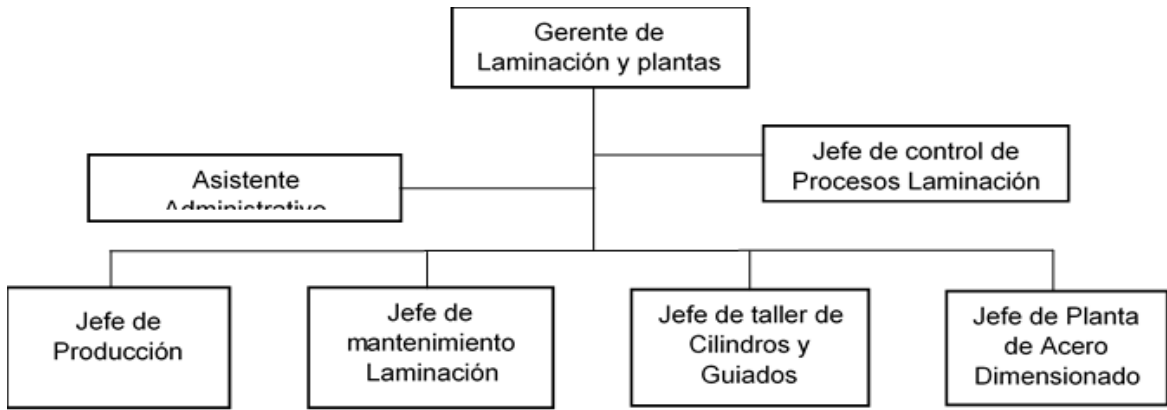
- Barras Corrugadas
- Estribos corrugados
- Clavos de acero
- Alambre negro recocido
- Alambrón para trefilería
- Ángulos estructurales
- Platinas
- Barras redondas lisas
- Barras cuadradas
- Tees
- Canales U

- Barras para bolas de molino
- Planchas y bobinas LAC
- Planchas estriadas LAC
- Planchas y bobinas LAF
- Planchas y bobinas zincadas
- Calaminas
- Tubos LAC ASTM
- Tubos LAF ASTM
- Tubos zincado
- Barras helicoidales para fortificación de rocas
- Tuerca de fijación para barras helicoidales
- Placa de sujeción para barra helicoidal
- Adaptador integral para barra helicoidal
- Acople para perno de fortificación de barra helicoidal
- Splitbolt para fortificación de rocas
- Adaptador integral para splitbolt
- Hojas de sierra
- Cintas métricas
- Cepillos industriales y escobillas manuales

Sus principales clientes son empresas privadas y organizaciones públicas de los sectores de construcción, metal mecánico, minero, metalúrgico, inmobiliario y pequeñas y medianas distribuidoras, además exportamos nuestros productos a Bolivia, Ecuador, Estados Unidos, Brasil, Argentina y Chile.

Organigrama

Figura 28: Organigrama Gerencia de Laminación



Fuente: Elaboración propia.

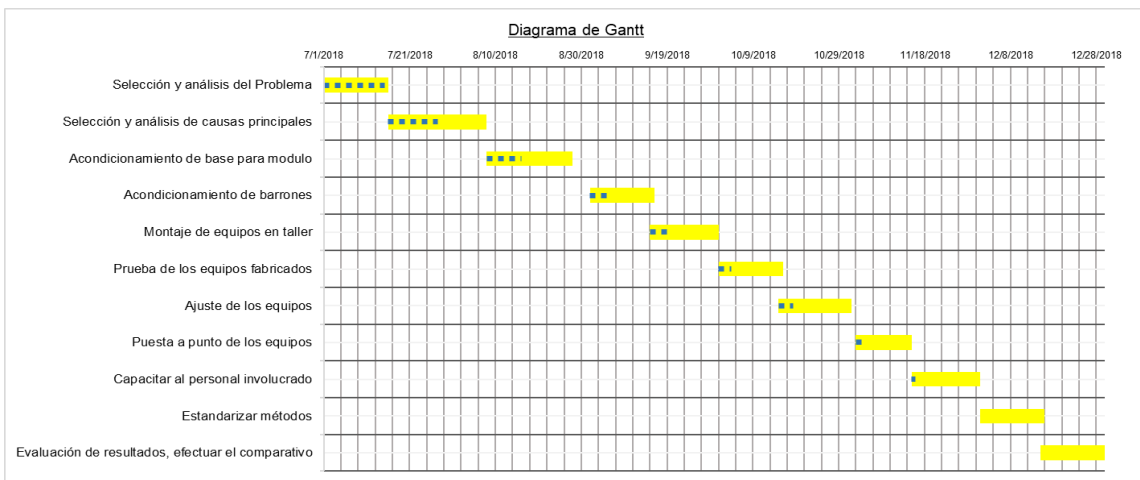
Ubicación

Figura 29: Ubicación geográfica de la planta de producción.



Fuente: [Google maps](#)

Figura 30: Diagrama de Gantt



Fuente: Elaboración propia

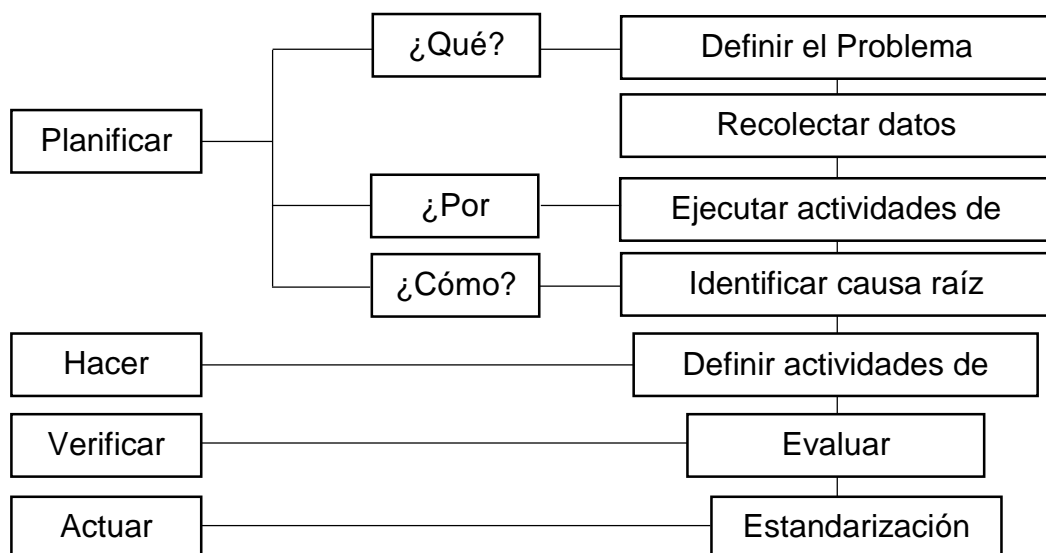
3.7.2 Propuesta de mejora

Implementación

La implementación del presente trabajo permitirá reducir el tiempo y por ende el número de actividades realizadas durante los cambios de producción (perfil y medida) en el proceso de laminación.

En el presente estudio se aplicará el ciclo de Deming (PDCA) y su metodología de los siete pasos.

Figura 31: PDCA y su Metodología de los 7 pasos



Definición del problema

En la planta de Laminación en la Corporación Aceros Arequipa S.A. existen problemas que afectan a la productividad del mencionado proceso, es por eso que se realizó una lluvia de ideas o Brainstorming, y mediante una de matriz de priorización se seleccione el problema que obtenga mayor puntaje. Luego al problema seleccionado se aplicará el diagrama de causa y efecto para obtener sus principales causas.

Tormenta de Ideas

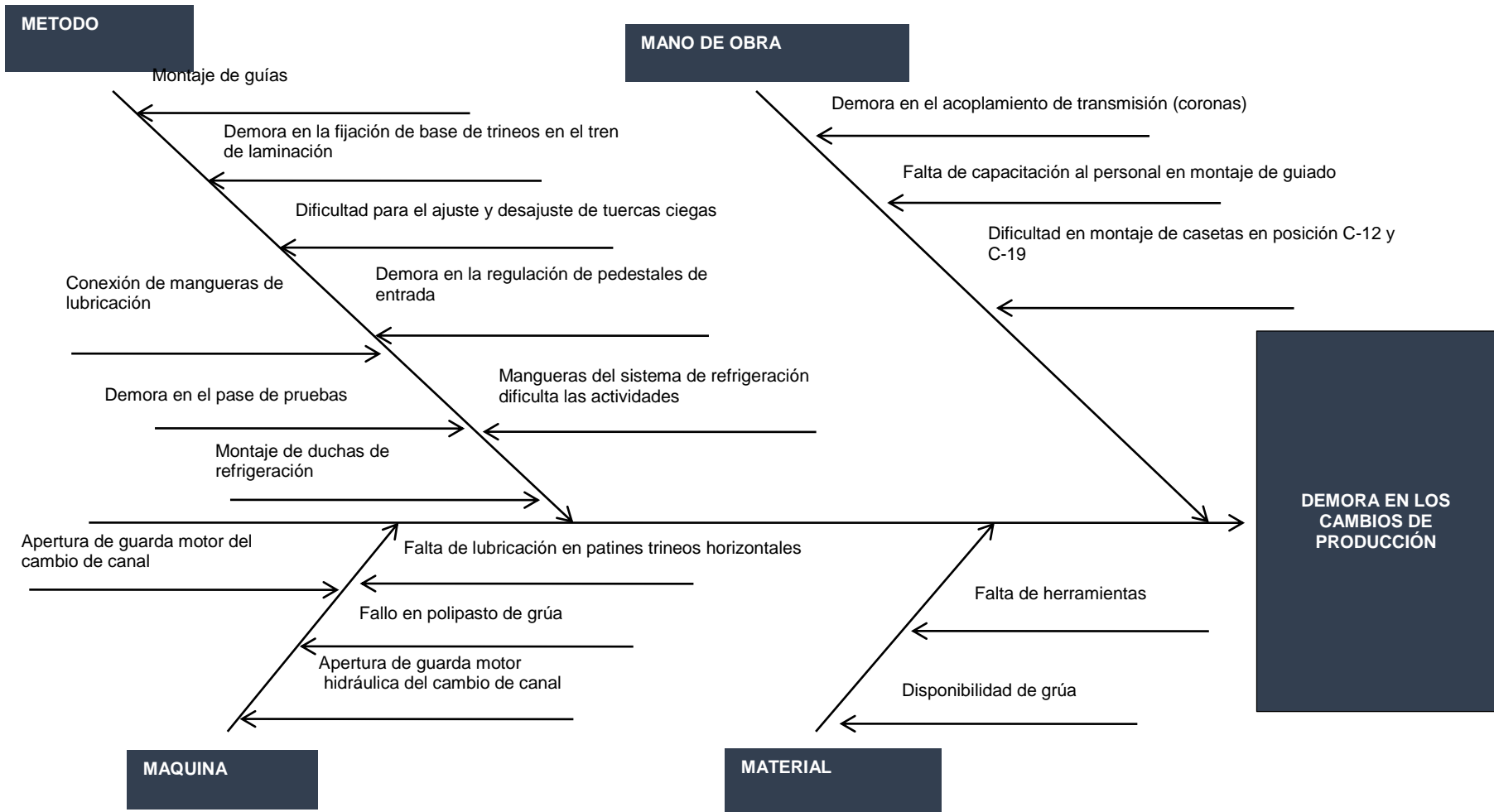
¿Qué problemas se presenta en el tren de laminación?

1. Disponibilidad de guiado en las casetas
2. Variación de temperatura ocasiona paradas de producción
3. Actuación prematura de fusibles mecánicos e hidráulicos en los componentes
4. Demora en la entrega de los cilindros de laminación
5. Demora en los cambios de Producción (perfil o de medida)
6. Demora en el arranque de la producción
7. Disponibilidad de grúa.
8. Paradas imprevistas en la placa de enfriamiento
9. Fallas operativas en el tren de laminación
10. Falta de personal

Tabla 5: Matriz de Priorización

ITEM	CAUSAS	METODO	MANO DE OBRA	MATERIAL	MAQUINA	MEDIO AMBIENTE	IMPACTO	CRITICIDAD	% DE CRITICIDAD	PRIORIDAD
1	Disponibilidad de guías en las casetas.	0	1	1	1	0	3	MEDIO	16.67	2
2	Variación de temperatura ocasiona paradas de producción.	1	0	0	1	0	2	BAJO	11.11	3
3	Desgaste prematuro de fusibles mecánicos e hidráulicos.	0	0	0	1	0	1	BAJO	5.56	5
4	Demora en la entrega de cilindros del taller de mecanizado.	0	1	0	1	0	2	BAJO	11.11	4
5	Demora en el tiempo de cambio de perfil o de medida.	1	1	1	1	1	5	ALTO	27.78	1
6	Demora en el arranque de la producción.	1	0	0	0	0	1	BAJO	5.56	6
7	Disponibilidad de grúa.	0	0	0	1	0	1	BAJO	5.56	7
8	Paradas imprevistas en la placa de enfriamiento.	0	0	0	1	0	1	BAJO	5.56	8
9	Fallas operativas.	0	1	0	0	0	1	BAJO	5.56	9
10	Falta de personal.	0	1	0	0	0	1	BAJO	5.56	10
TOTAL		3	5	2	7	1	18	-	100.00	-
		CRITICIDAD		IMPACTO						
		BAJO		1 a 2						
		MEDIO		3 a 4						
		ALTO		5						

Figura 32: Diagrama de Causa y Efecto



Fuente: Elaboración propia

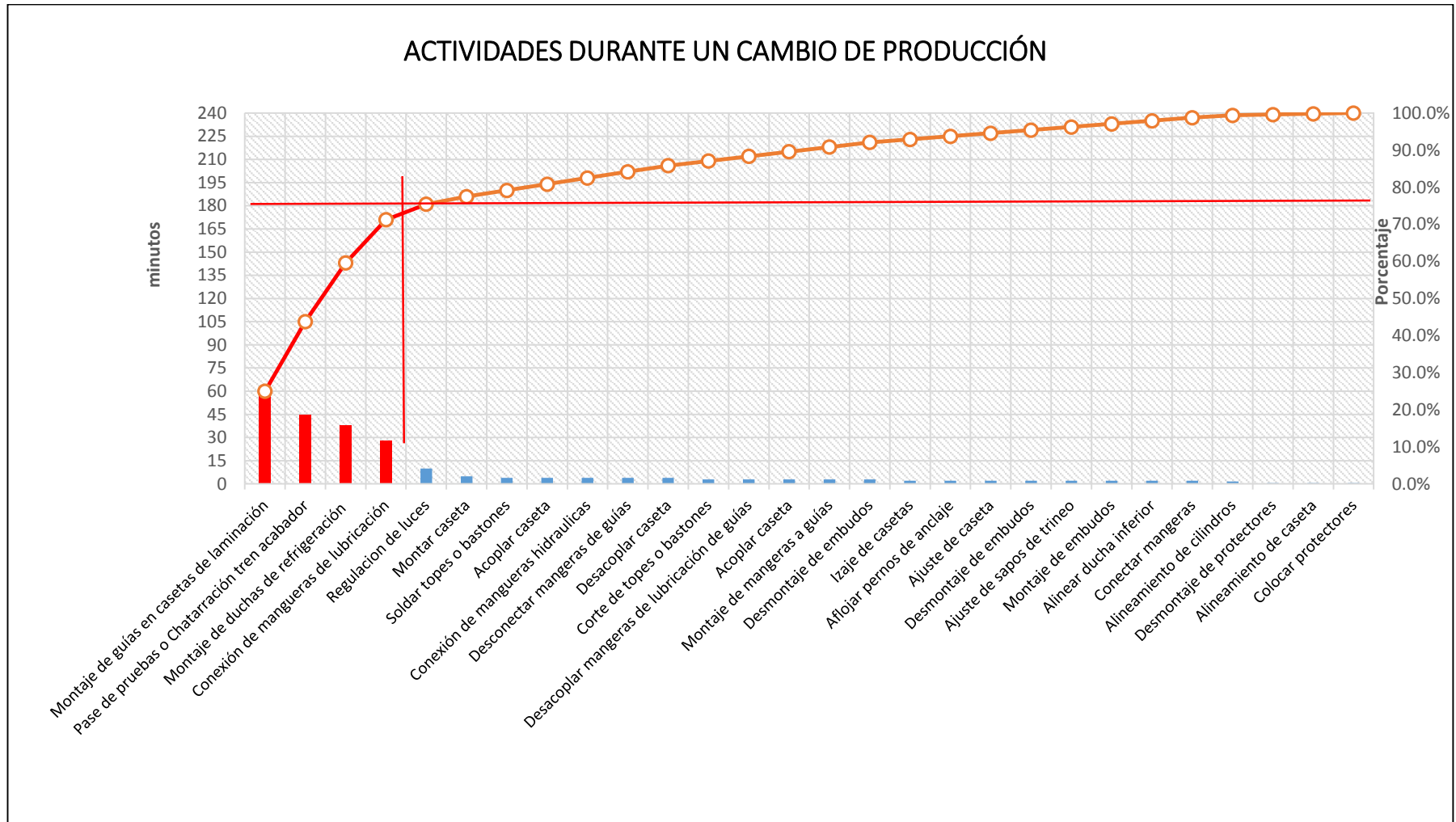
Tabla 6: Cuadro de Causas Principales

	Actividades	min.	%	Acumulado	Acum %
1	Montaje de guías en casetas de laminación	60	25.00%	60	25.00%
2	Pase de pruebas tren acabador	50	20.80%	110	45.80%
3	Montaje de duchas de refrigeración	44	18.30%	154	64.20%
4	Conexión de mangueras de lubricación	28	11.70%	182	75.80%
5	Regulación de luces	10	4.20%	192	80.00%
6	Montar caseta	5	2.10%	197	82.10%
7	Soldar topes o bastones	4	1.70%	201	83.80%
8	Acoplar caseta	4	1.70%	205	85.40%
9	Conexión de mangueras hidráulicas	4	1.70%	209	87.10%
10	Desconectar mangueras de guías	3	1.30%	212	88.30%
11	Desacoplar caseta	3	1.30%	215	89.60%
12	Corte de topes o bastones	3	1.30%	218	90.80%
13	Desacoplar mangueras de lubricación de guías	3	1.30%	221	92.10%
14	Acoplar caseta	2	0.80%	223	92.90%
15	Montaje de mangueras a guías	2	0.80%	225	93.80%
16	Desmontaje de embudos	2	0.80%	227	94.60%
17	Izaje de casetas	2	0.80%	229	95.40%
18	Aflojar pernos de anclaje	2	0.80%	231	96.30%
19	Ajuste de caseta	2	0.80%	233	97.10%
20	Desmontaje de embudos	1	0.40%	234	97.50%
21	Ajuste de sapos de trineo	1	0.40%	235	97.90%
22	Montaje de embudos	1	0.40%	236	98.30%
23	Alinear ducha inferior	1	0.40%	237	98.80%
24	Conectar mangueras	1	0.40%	238	99.20%
25	Alineamiento de cilindros	0.5	0.20%	238.5	99.40%
26	Desmontaje de protectores	0.5	0.20%	239	99.60%
27	Alineamiento de caseta	0.5	0.20%	239.5	99.80%
28	Colocar protectores	0.5	0.20%	240	100.00%
	TOTAL	240	100.00%		

Las causas principales se las representaran en el diagrama de Pareto para analizar los datos y de esta forma tomar decisiones sobre las causas principales que afectan al problema de cambios de Producción.

Se seleccionará el 20% de ellas las cuales representan el 80% de los problemas que hay cuando se ejecuta o se realiza un cambio de producción en la planta de laminación.

Figura 33: Pareto

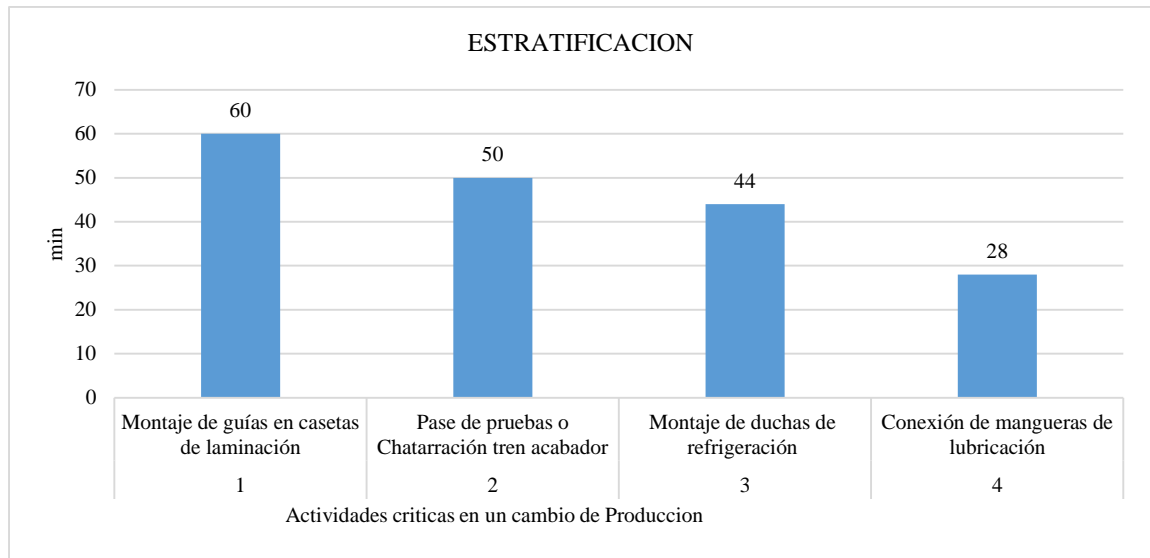


Fuente: Elaboración propia.

Las causas principales a resolver son:

- Montaje de guías en casetas de laminación
- Pase de pruebas en casetas de laminación
- Montaje de duchas de refrigeración
- Conexión de mangueras de lubricación

Figura 34 Causas Principales



Fuente: Elaboración Propia.

Actividades que no se puedan eliminar hay que simplificarlas. (GARCIA, R.)

Descripción de las causas principales:

Montaje de guías (antes de la mejora)

Esta actividad se realiza durante el cambio de medida y /o perfil, aumentando el tiempo real de dicho cambio, además para su realización se presenta los problemas como agarrotamiento de pernos y mecanismos de cambio de canales en los barrones, la zona de trabajo no es la adecuada ya que se encuentra en medio de los formadores de bucle, obligando al personal a tomar posturas incorrectas ergonómicamente, generando lesiones al trabajador y provocando un mal montaje y alineamiento de las guías, no se cuenta con las herramientas necesarias a la mano teniendo que realizar recorridos entre el personal para utilizar

la herramienta faltante, además la visión del operador no garantizara el alineamiento correcto entre las guías y el canal del cilindro de laminación, esta actividad es muy importante en el proceso de laminación y se debería de garantizar su montaje para posteriormente no tener que parar la producción y corregir.

Figura 35 Situación actual: Personal montando guías en las casetas



Fuente: Propia

Los montajes de las guías en el tren de laminación, no garantizan el correcto alineamiento de estas con los canales de los cilindros, no hay un correcto centrado del perfil superior y el inferior del canal para que se pueda dar una correcta salida de la pasada; todo esto se da por la premura del tiempo y por la cantidad de casetas por cambiar y que tiene que realizar el mismo personal del tren de laminación.

Causas de un incorrecto montaje

Ajuste de la Guía de entrada: La posición de la guía de entrada es importante para la correcta operación de una pasada de laminación. El guiado de entrada debe de ser perfectamente centrada con el canal de los cilindros, caso contrario se tendrá un defecto de laminación en la punta de la barra, de lo contrario se tendrá que volver a revisar el montaje y corregirlo nuevamente alargando así el tiempo de cambio y provocando luego una parada imprevista para su corrección. Esto también puede generar defectos en el producto final, generar barra trabada en el tren, daños en los equipos auxiliares, disminución del rendimiento metálico y hasta daños al personal.

Figura 36: Causas de un incorrecto montaje de la guía

Fuente: Copar Engenharia

Alineamiento de los cilindros de laminación

Un buen alineamiento en los canales de los cilindros es importante para garantizar la correcta deformación en la pasada de laminación.

Se debe de tener en cuenta el ajuste de los cilindros garantizando el alineamiento entre el perfil superior y el perfil inferior del canal. El tener un incorrecto alineamiento de los cilindros en una pasada puede provocar averías o inconvenientes en las pasadas posteriores.

Figura 37: Alineamiento de los cilindros



Fuente: Copar Engenharia

Pase de Pruebas (antes de la mejora)

Esta actividad de pase de pruebas, demanda un tiempo excesivo para la puesta a punto de las casetas de laminación, esta actividad depende de la conclusión de la mayoría de las actividades como: el montaje del guiado, el acoplamiento de las casetas, el montaje de las duchas de refrigeración y la conexión del sistema de lubricación, una vez que se cumplan estas actividades se puede prender los equipos para realizar el pase de pruebas. Esta actividad tiene la finalidad de obtener las luces correctas entre los cilindros de laminación a través del pase de una prueba calentada previamente, esta muestra obtenida sirve para comprobar el espesor de la barra y poder regular la luz entre los cilindros, además nos sirve para calibrar las guías de laminación, también genera la limpieza de los canales para evitar el patinado de la barra y provocar averías en el tren una vez que pase la

primera barra, el pase de pruebas es muy importante ya que permite regular los equipos antes de que empiece la producción y así garantizar el pase de la barra y la obtención del producto final.

Figura 38: Personal realizando el pase de pruebas en el tren



Fuente: CAASA

Montaje de duchas de refrigeración (antes de la mejora)

Esta actividad también se realiza en el tren de laminación, ya que el soporte donde van montadas las duchas se coloca cuando se ajusta la caseta en su contenedor, el sistema de refrigeración es imprescindible durante el proceso de laminación de no contar con ello se pone en riesgo el equipo en este caso los cilindros de laminación, se generaría producto no conforme. El problema radica en que la ducha de refrigeración de los cilindros no tiene un soporte independiente para su sujeción.

Figura 39: Personal montando duchas de refrigeración

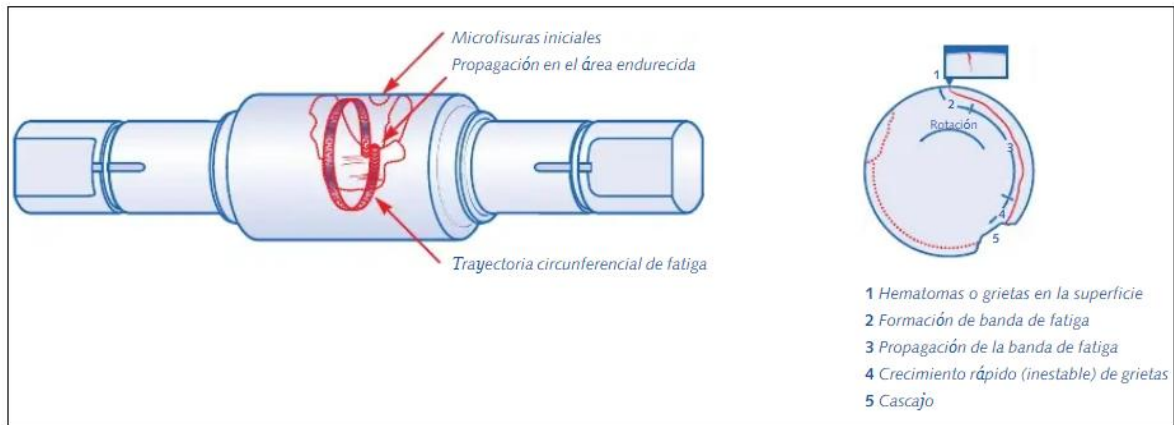


Fuente: CAASA

Figura 40 Canales agrietados por un incorrecto montaje de la ducha de refrigeración



Fuente: CAASA



Fuente: [Roll Failures Manual](#)

Conexión de mangueras de lubricación (antes de la mejora)

Esta actividad se realiza una vez que se monta la caseta en su contenedor en el tren de laminación, por caseta conectan 8 puntos de lubricación empleando un tiempo excesivo para las conexiones de los acoples, los elementos de acoplamiento sufren daños por el ambiente de trabajo al cual están expuestos como agua, temperatura, laminillo y grasa, haciendo esta actividad muy tediosa para su culminación. Al iniciar un cambio de producción se tiene que desconectar 8 puntos de lubricación, los cuales son de la caseta que se va a desmontar, para

luego montar la caseta del próximo producto y tener que volver a conectar los 8 puntos de lubricación nuevamente. En total son dieciséis puntos en total por caseta que se tiene que cambiar.

Figura 41 Situación actual- personal conectando puntos de lubricación



Fuente: CAASA

Figura 42: Caseta de laminación DANIELI

Caseta de laminación DANIELI, Modelo 6548

Dimensiones: 2180 x 1886 x 2480 mm.

Masa del Cartucho: 12730 Kg.

Masa del contenedor: 1670 Kg.

Cilindro de Laminación: 430 – 750 mm.

Diámetro de cuello: 280 mm.

Regulación axial: +0.3 / - 0.3 mm.

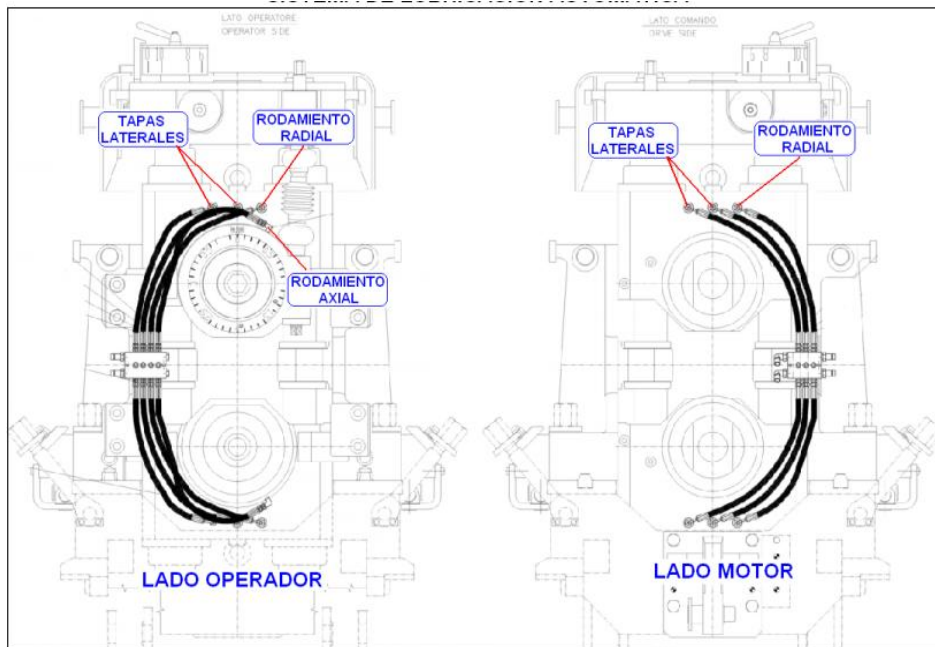
Rodamientos radiales: R313822

Rodamientos Axiales: 353162

Puntos de lubricación:

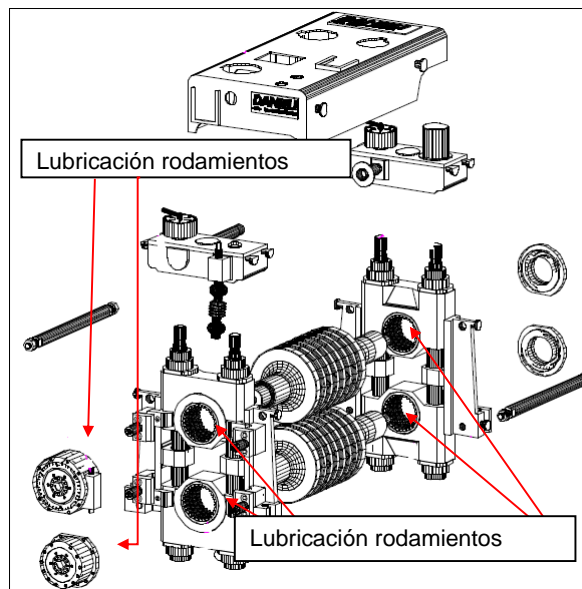


Figura 43 Conexión de varios puntos de lubricación por Caseta



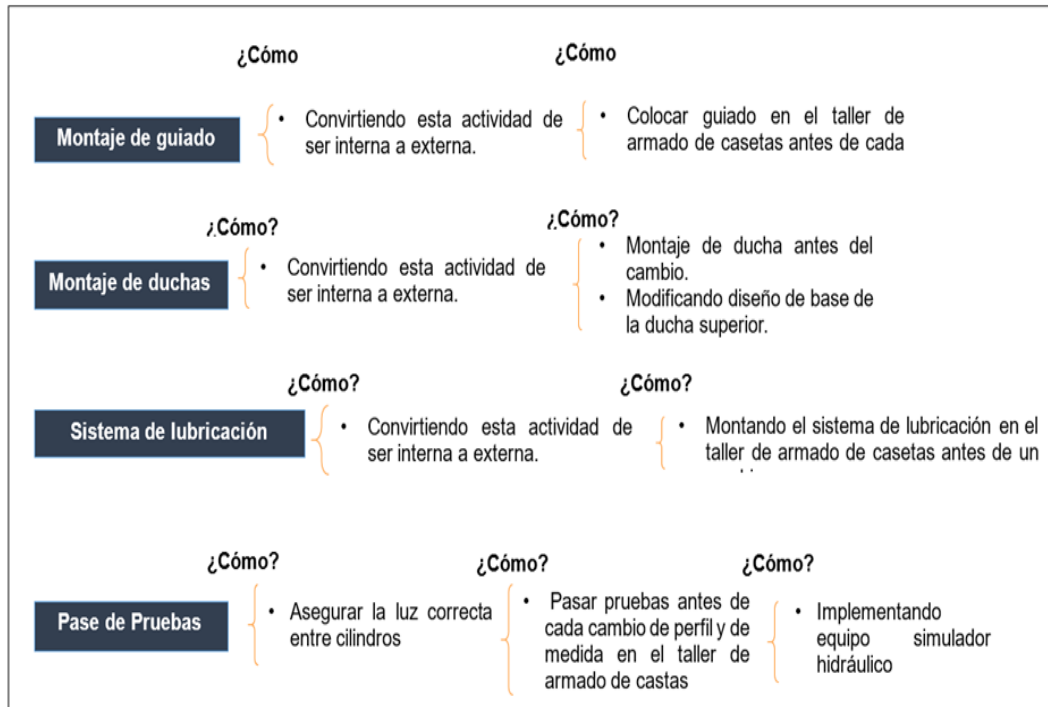
Fuente: Danieli

Figura 44: Puntos de Lubricación en una Caseta



Fuente: Elaboración propia

Figura 45: Las 5W



Fuente: Elaboración propia

Figura 46: 5W + 2H

What?	Why?	Who?	When?	Where?	How Much?	How?
¿Qué?	¿Porqué?	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Cuánto?	¿Cómo?
Montaje de Guiado	Demanda excesivo tiempo colocar las guías en el tren de laminación	Talleres de cilindros y guiados	Antes de cada cambio de perfil o medida	Taller de cilindros y guiados	\$3,790	Mediante la fabricación de guías de repuesto
Pase de pruebas en taller	Demanda excesivo tiempo el pase de pruebas	Talleres de cilindros y guiados	Antes de cada Cambio de Perfil o medida	Taller de cilindros y guiados	\$7,000	Mediante la fabricación de un módulo de pruebas
Montaje de duchas de refrigeración	Demanda excesivo tiempo su montaje en el tren	Taller de cilindros y guiados	Antes de cada cambio de perfil o medida	Taller de cilindros y guiados	\$790	Modificando el soporte de duchas para hacerlo en taller
Montaje de sistema de lubricación	Demanda excesivo tiempo su montaje en el tren	Taller de cilindros y guiados	Antes de cada cambio de perfil o medida	Taller de cilindros y guiados	\$1,000	Instalando el sistema de lubricación en taller

Fuente: elaboración propia

Objetivo

Reducir los tiempos de cambio de producción (perfil y medida) en un 50%, para aumentar la productividad de la empresa en estudio.

Alcance

El presente trabajo es aplicable al tren laminador de barras corrugadas nro.2 de la Corporación Aceros Arequipa S.A.

Responsabilidad

El responsable de la aplicación del presente trabajo es el Jefe de Laminación, y en coordinación con el jefe del área de Cilindros y Guiados, jefe de talleres, supervisor de mecanizado, supervisor de casetas y supervisor de guiados.

Figura 47: Diagrama de Flujo Proceso de Laminación

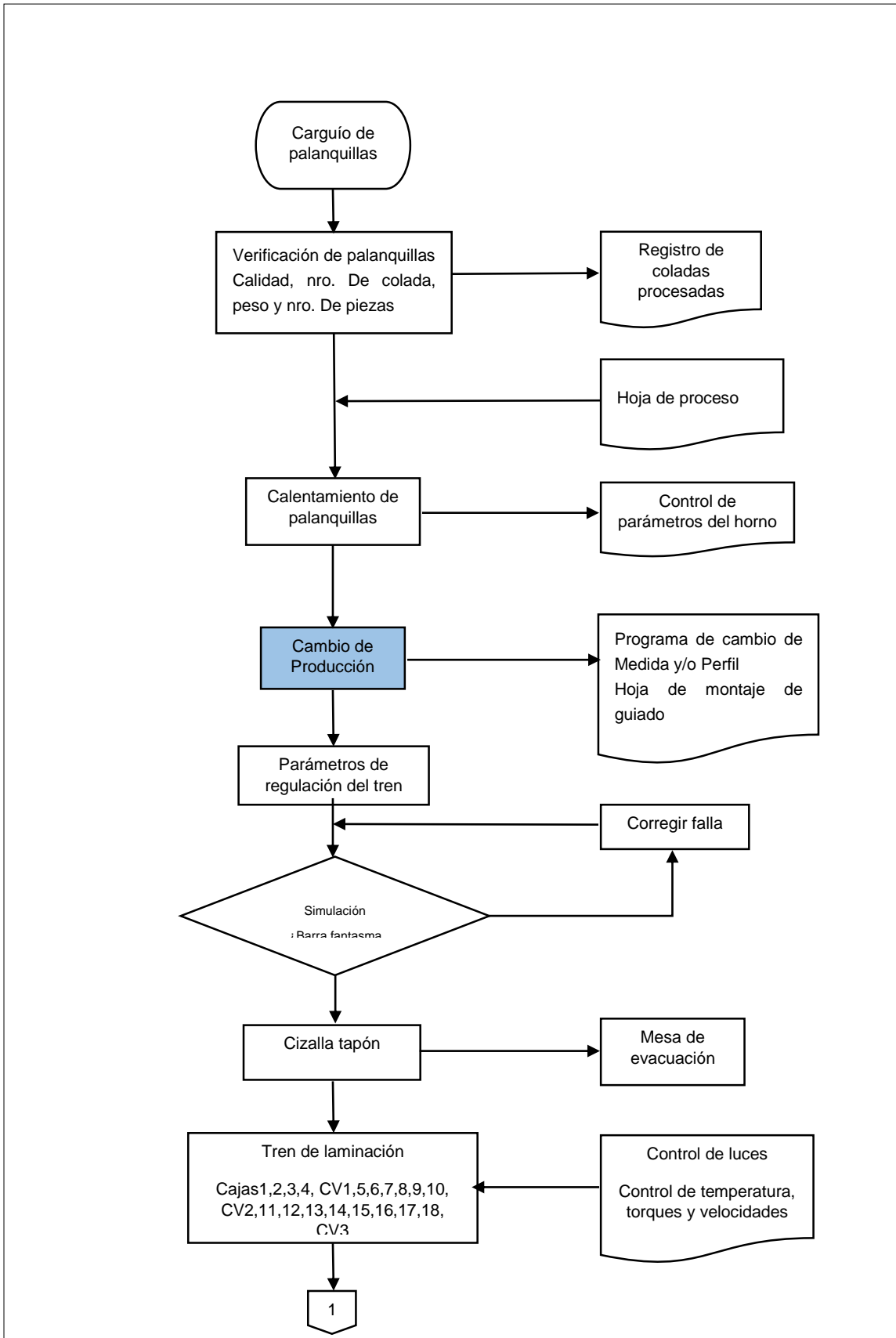
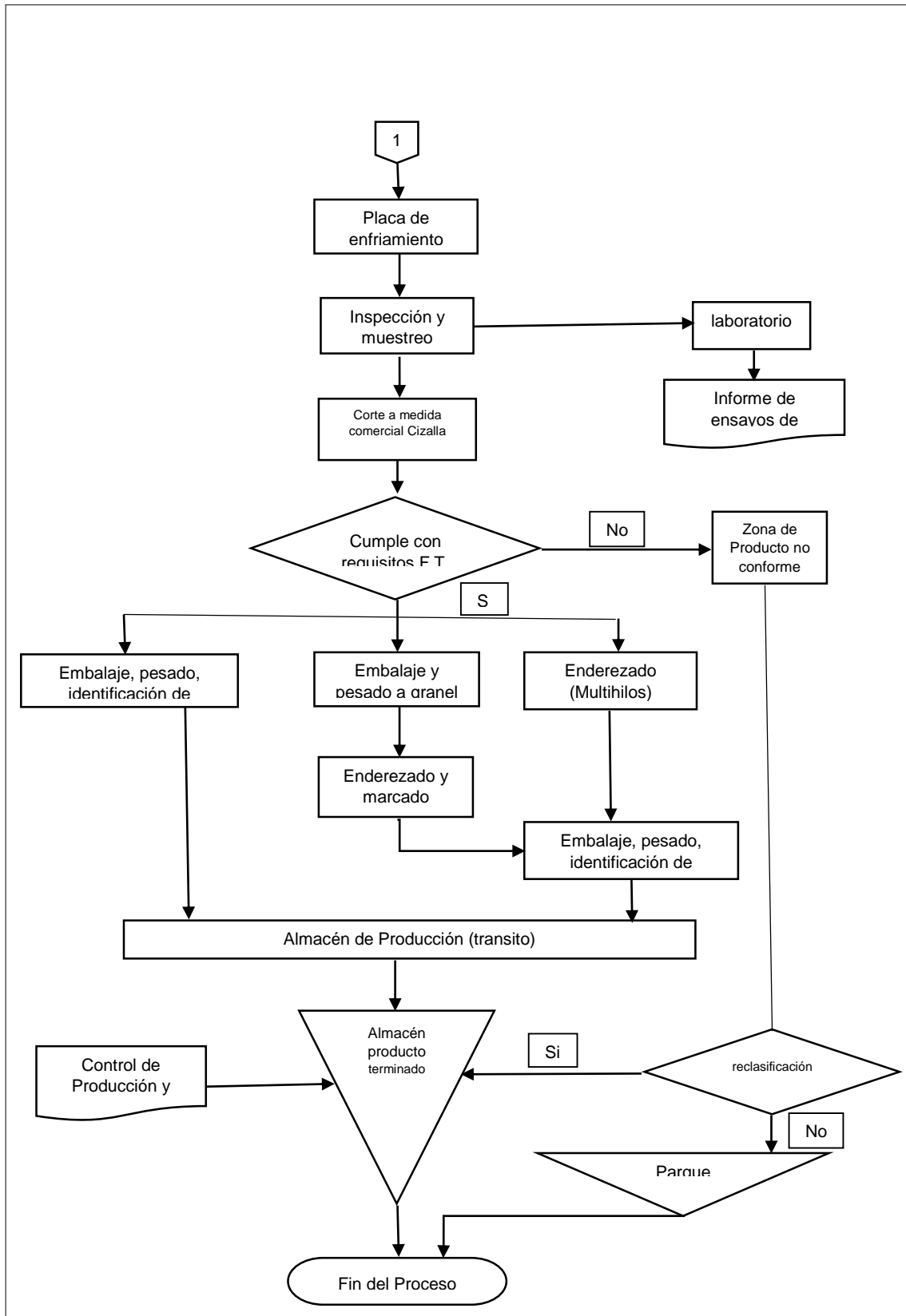
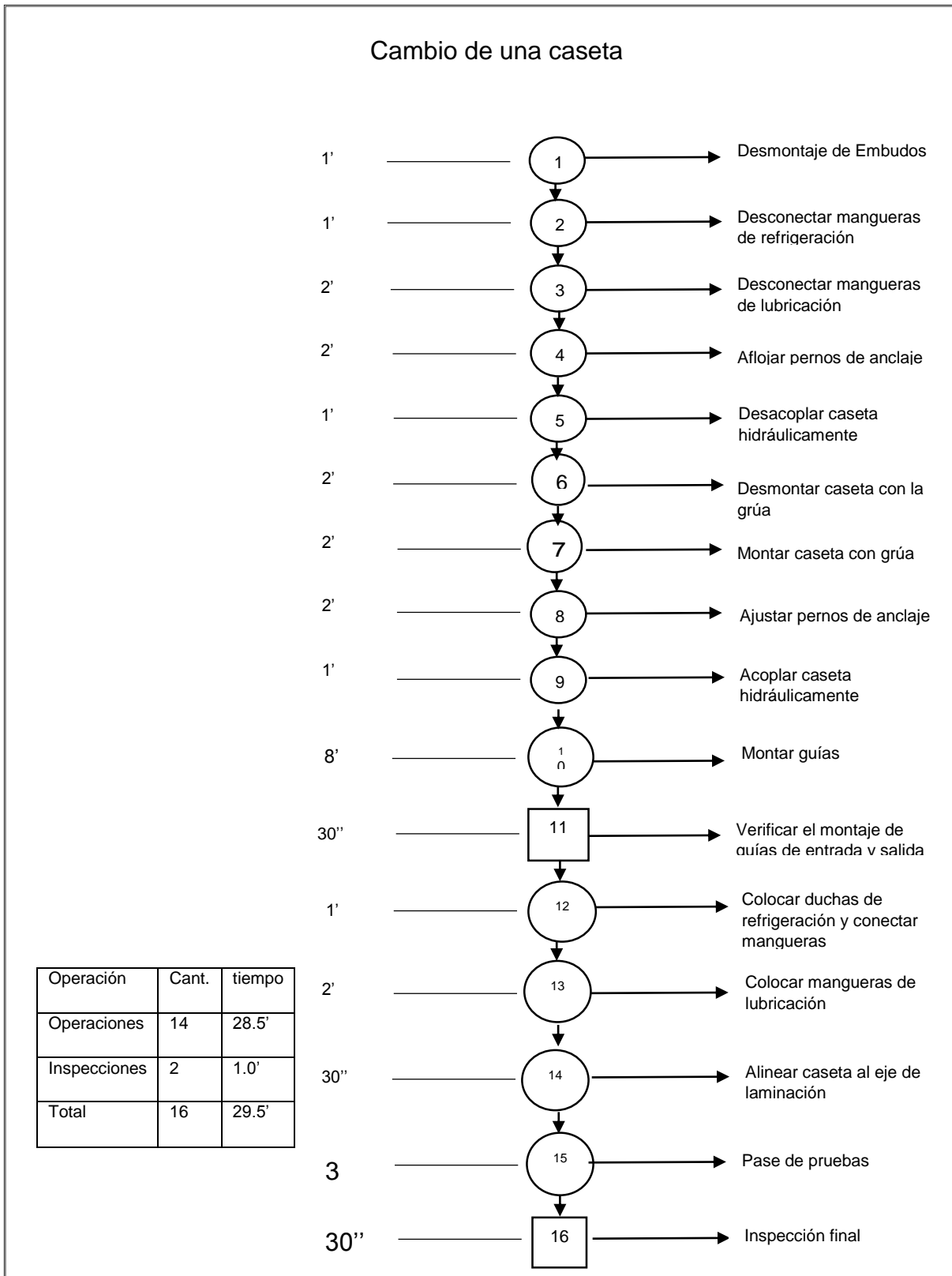


Figura 48: Diagrama de Flujo Proceso de laminación








Fuente: Elaboración propia

Figura 49: Diagrama de Operaciones – Cambio de Producción Laminación



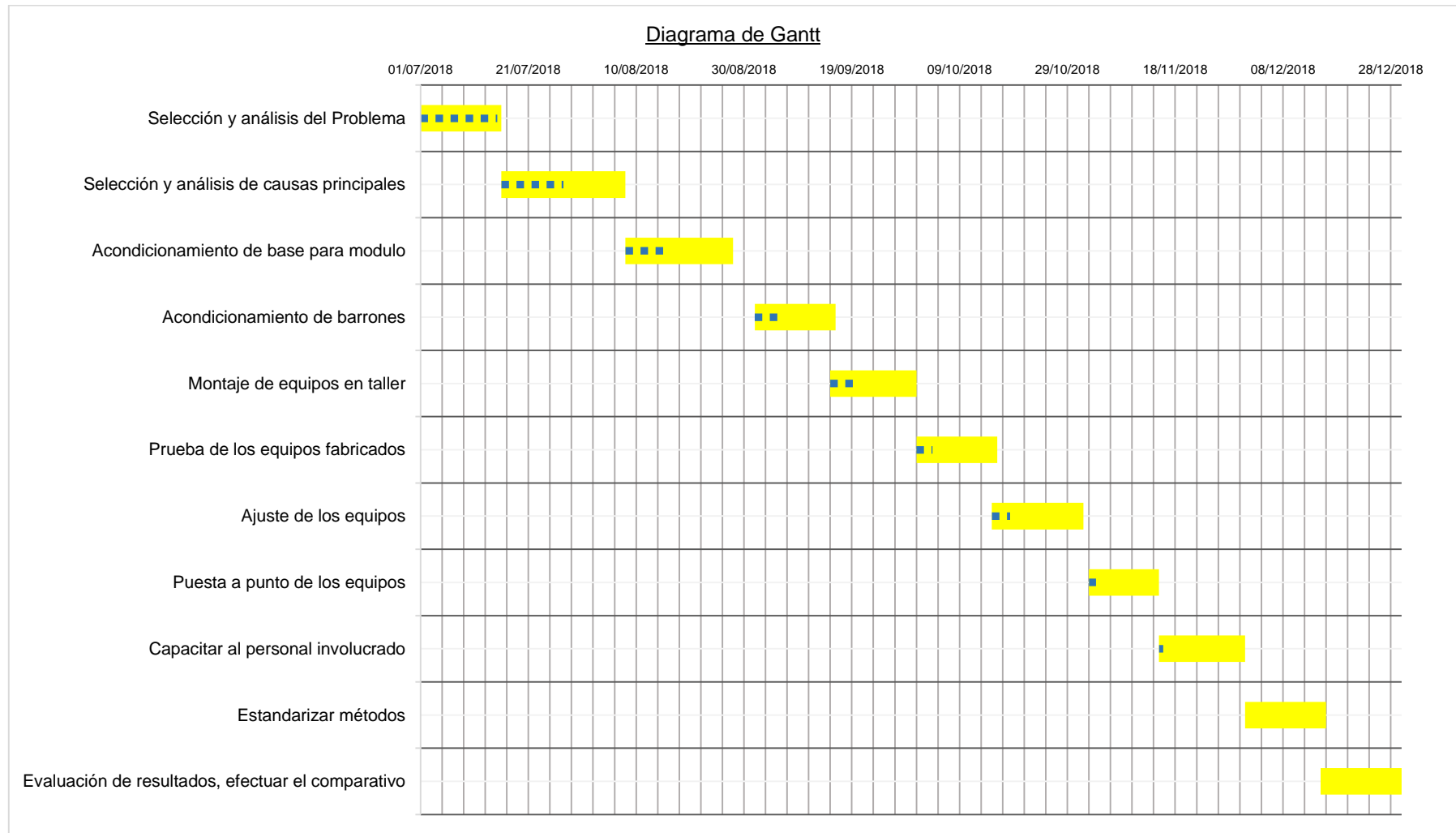
Fuente: Elaboración propia

Figura 50: Diagrama de flujo del proceso de Cambio de perfil y/o medida

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CAMBIO DE PERFIL Y /O MEDIDA										
Diagrama No.	Hoja No.	OPERARIO <input checked="" type="checkbox"/>		MATERIAL <input type="checkbox"/> EQUIPO <input type="checkbox"/>						
Objetivo: Revisión de	RESUMEN									
	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA						
	Operación	12								
Proceso analizado:	Transporte	2								
	Espera	0								
Método:	Inspección	2								
Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto	Almacenamiento	0								
Localización: Tren de Laminación	Distancia (m)	10 m								
	Tiempo (hr/hombre)									
Operario: Trabajador	Costo									
	Total									
Elaborado por:	Fecha:	Comentarios								
Henry Del Carpio	17/03/2018									
Aprobado por:	Fecha:									
Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolo					Observaciones	
										
Desmontaje de embudos	1	-	1	●						herramientas a la mano
Desconectar mangueras de refrigeración	1	-	1	●						
Desconectar mangueras de lubricación	1	-	2	●						exceso de puntos a conectar
Aflojar pernos de anclaje	1	-	2	●						
Desacoplar caseta hidráulicamente	1	-	1	●						
Desmontar caseta con grúa	1	-	2	●						
Montar caseta con grúa	1	5 m	2	●	●					
Ajustar pernos de anclaje	1	5 m	2	●	●					
Acoplar caseta hidráulicamente	1	-	1	●						
Montar guías	1	-	8	●						herramientas a la mano
Verificar montaje de guías	1	-	0.5					●		
Colocar duchas de refrigeración y mangueras	1	-	1	●						usar pistola neumática
Colocar mangueras de lubricación	1	-	2	●						exceso de puntos a conectar
Alinear caseta al eje de Laminación	1	-	0.5	●						colocar línea de referencia
Pase de pruebas	1	-	3	●						fabricar carrito para calentar muestras
Inspección final - Simulación	1	-	0.5	●				●		
TOTAL	16	10 m	29.5							

Fuente: Elaboración propia

3.7.3 Ejecución de la propuesta



Fuente: Elaboración propia.

Montaje de Guías

El montaje de las guías se realizará en el taller de guiados previo a los cambios de producción, donde el trabajador tendrá el ambiente y las condiciones apropiadas para realizar esta actividad, se implementará herramientas automáticas como pistolas neumáticas, escuadras, nivel, grúa para el traslado e izaje de las guías, necesarias para asegurar el correcto montaje de las guías de entrada y de salida. Aquí hay la oportunidad de reparar cualquier inconveniente con los accesorios de desplazamiento y ajuste de los barrones.

Figura 51 Antes - Caseta de Laminación sin guías



Fuente: CAASA

Figura 52 Ahora – Caseta de laminación con guías montadas

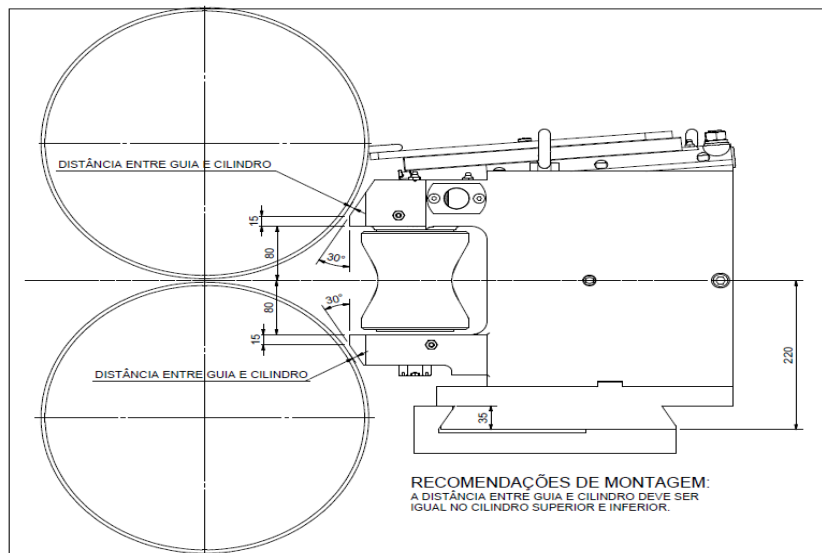


Fuente: CAASA

Importancia del montaje de Guías

Las guías son un elemento muy importante en el proceso de laminación, estas aseguran el correcto ingreso de la barra a los cilindros de laminación y deben de mantenerse a esta para garantizar una correcta distribución del material durante el pase, de lo contrario puede generar defectos al ingreso de la barra y pueden generar problemas en la pasada siguiente, además puede provocar defectos en el producto final. Por eso su importancia en realizar esta actividad en taller, donde el personal tenga el ambiente de trabajo adecuado, equipos y herramientas que faciliten su montaje y garanticen un correcto montaje.

Figura 53 Correcto Montaje de la Guía



Fuente: Hollteck

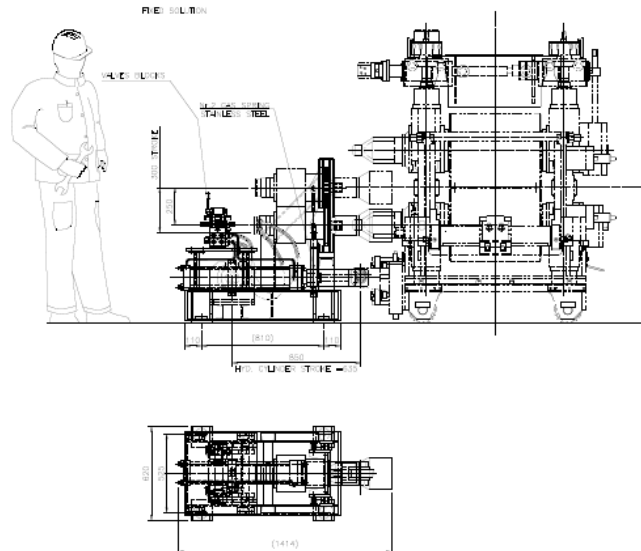
En la figura se observa el correcto montaje lateral de la guía, perfectamente alineada a la línea de laminación, la distancia entre la guía con el cilindro inferior y superior es igual, la guía debe de estar lo más cerca posible a los cilindros de laminación.

Pase de pruebas

Para el pase de pruebas se diseñará e implementará un equipo hidráulico para poder simular el giro de los cilindros y poder realizar el pase de prueba en taller y no en la línea de laminación, eliminando esta actividad de los cambios de medida.

A continuación, mostramos la solicitud de obra en curso para la fabricación del módulo.

Figura 54 Simulador hidráulico para el pase de pruebas



Fuente: Danieli

Figura 55 Solicitud de Obra en curso

ACEROS AREQUIPA			SOLICITUD DE ESTUDIO / OBRA EN CURSO	
NOMBRE DEL ESTUDIO / OBRA EN CURSO:				
Implementar un equipo hidráulico para el pase de pruebas.				
SOLICITADO POR:		ÁREA / DPTO. / GERENCIA:		
Arturo Diaz		Superintendencia de Planta		
FECHA DE SOLICITUD:	CENTRO DE COSTO:	CÓDIGO SAP: (debe llenarse post aprobación)		
	101021184			
RESPONSABLE DEL ESTUDIO / OBRA EN CURSO:				
Arturo Diaz				
DESCRIPCION:				
Se implementará un equipo hidráulico para el pase de pruebas para:				
<ul style="list-style-type: none"> - Garantizar las luces entre cilindros según hoja de proceso. - Pase de pruebas en los canales. 				
Consta de:				
Motor hidráulico con reductor doble (Capacidad 120TN).				
Cardan de acoplamiento				
Yugos y crucetas				
Central hidráulica capacidad 110 G				
Bomba hidráulica de caudal variable				
motor eléctrico de 30 HP				
Motor hidráulico para regulación de luces (capacidad 5 TN).				
Base de anclaje				
Trineo para caseta				
Soporte de acoplamiento (manguito)				
OBJETIVO:				
<ul style="list-style-type: none"> - Pase de pruebas en caliente en taller. - Garantizar las luces según hoja de proceso (Taller de Armado de Casetas). - Aumentar el coeficiente de fricción en los cilindros a causa del pase de pruebas. 				
BENEFICIOS A OBTENER:				
Disminuir tiempo cambio de medida, cambio de canal o cambio perfil.				
Disminuir el tiempo de pase de pruebas en el tren de laminación.				
Asegurar la medida de la primera barra.				
Disminuir los costos en energía eléctrica.				
Aumentar el tiempo efectivo para la laminación.				
PRESUPUESTO:		Se calcula en US 10 000		
CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS:		El pago se realiza a un mes.		
CONTROL DE APROBACIONES				
JEFATURA DE AREA SOLICITANTE		DIRECTORIA INDUSTRIAL / SUPERINTENDENCIA PLANTA AQP / GERENCIA		
<i>[Firma]</i>		<i>[Firma]</i>		
GERENCIA CENTRAL DE FINANZAS		PRESIDENCIA EJECUTIVA		

Fuente: CAASA

Figura 56 Fabricación del módulo de pase de pruebas



Fuente: CAASA

Figura 57 Ingreso de la muestra por personal en taller



Figura 58 Personal de taller calibrando el espesor de la muestra




Fuente: CAASA

Personal debe de dar las luces correctas entre los cilindros, para lo cual se debe de contar con la hoja de procesos, donde están especificadas las luces entre cilindros y el espesor que debe de tener la barra.

Es importante el cumplimiento del calibrado de la barra, ya que si no se cumple se puede tener sobrecarga en los motores descontrolando el pase de barra.

Figura 59: Hoja de Proceso

4. LAMINADO: TREN LAMINADOR



C1	C2	-	-	-	C3	C4	CV1	C5	C6	C7	C8	C9	C10	CV2	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	
<ul style="list-style-type: none"> DESCASCARILLADOR: Desactivado Temperatura de entrada: 1100 °C +/- 50°C Velocidad Acabador: 20.0 m/s 																							
Caja	Forma	Canal	Calibrado Fondo x luz	Luces Canal Nuevo	Área	Reducción	Elong Factor Reduc.	Posic. Reductor	Groove Factor	Carga	Tolerancia Guía ENTRADA	Tolerancia Guía SALIDA											
N°		N°	mm x mm	Mm	mm2	%	-	-	-	%	Mm	mm											
1 - H		081.2D	96 x 173	20.0	16080	30.9	1	1.448	73.0	95	Fricción AEC (+15mm)	Fricción AUC (+25mm)											
2 - V		082.2D	104 x 117	12.0	11317	29.6	1	1.421	84.8	95	Fricción AEV (+8mm)	Fricción AUV (+15mm)											
3 - H		083.2D	64x 134	9.0	7351	35.0	1	1.539	46.6	65	Fricción AEC (+10mm)	Fricción AUC (+40mm)											
4 - V		084.2d	82	12.0	5444	25.9	1	1.35	54.5	95	Rodillo FRS9 (+1mm)	Fricción AUT-03 (+46mm)											
5 - H		085.2d	49.5 x 97	10.0	3833	29.6	1	1.42	29.5	85	Fricción AEC (+16mm)	Fricción AUT-02 (+25mm)											
6 - V		086.2d	61	9.0	2993	21.9	1	1.281	39.4	60	Rodillo SR7 (+1mm)	Fricción AUT-02 (+23mm)											
7 - H		087.2d	32.8 x 78	8.0	1983	33.7	1	1.509	17.3	60	Fricción AEL (+3mm)	Fricción AUT-02 (+25mm)											
8 - V		022.1D	44.5	8.5	1521	23.3	1	1.303	26.6	60	Rodillo SR7 (+1mm)	Fricción AUT-02 (+23mm)											
9 - H		060.1d	28.7 x 53	7.0	1172	22.9	1	1.298	15.4	65	Fricción AEL (+3mm)	Fricción AUT-02 (+40mm)											
10 - V		108.1d	36.5 x 35	10.0	1008	14.0	1	1.164	21.0	55	Rodillo SR4 (+0.5mm)	Fricción AUT-02 (+30mm)											
11 - H		069.1P	21.5 x 47	7.5	799	20.8	1	1.262	9.8	95	Fricción AEL (+3mm)	Torsor RTC-5 (LUZ 14mm)											

Fuente: CAASA

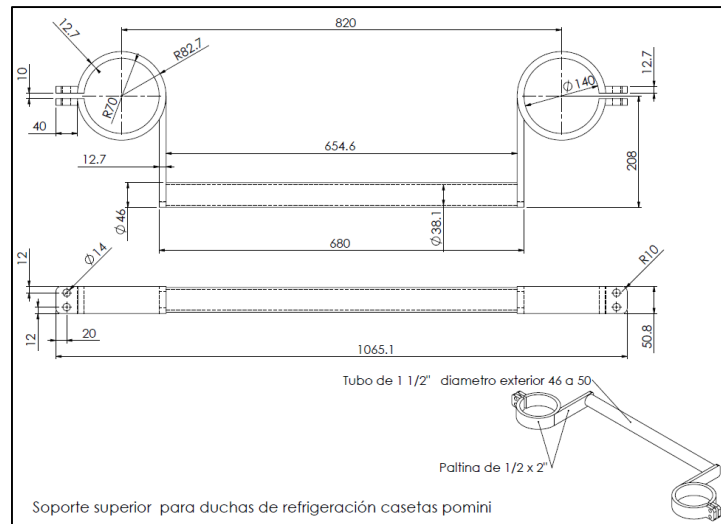
Montaje de duchas de refrigeración

Para poder realizar esta actividad en taller era necesario crear un soporte para poder ajustar las duchas de refrigeración y que sea totalmente independiente al

ajuste de los pernos de anclaje de la caseta y no esperar a que se monte la caseta en el tren para poder recién montarla.

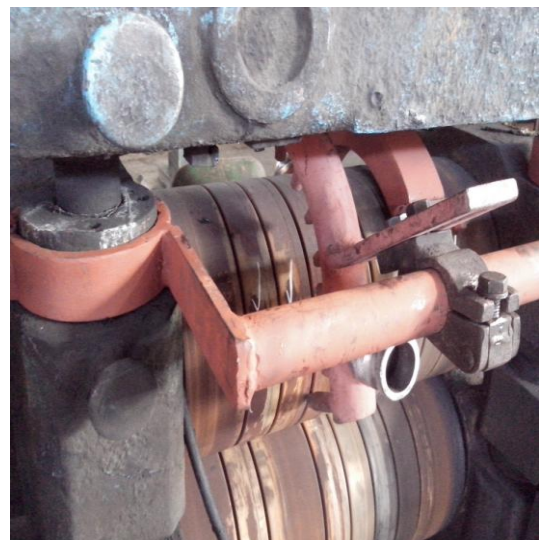
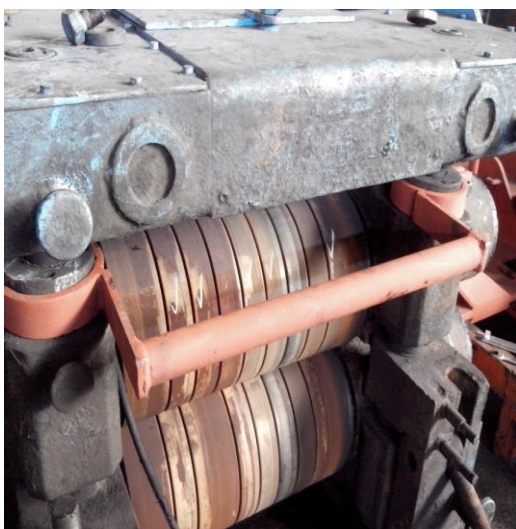
En el taller se puede presentar las duchas eligiendo la correcta de acuerdo a los diámetros de los cilindros y así asegurar que el chorro de agua que disparan los sprays de en el canal a trabajar y sea el correcto.

Figura 60 Diseño de soporte para ducha de refrigeración



Fuente: Elaboración propia.

Figura 61 Montaje de soporte para montaje de ducha de refrigeración en taller

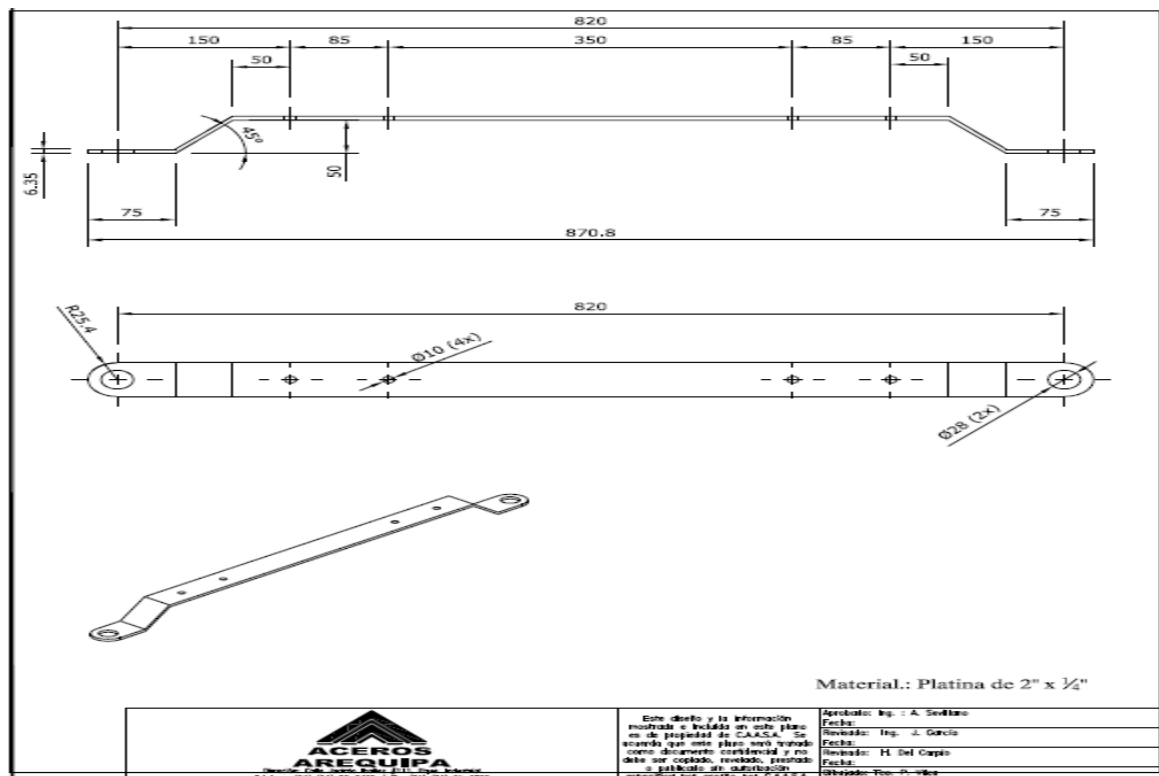


Fuente: Elaboración propia.

Montaje del sistema de lubricación en taller

Para mejorar el tiempo de conexión en el sistema de lubricación de casetas, se debe de diseñar un soporte que ira en la caseta, donde estarán instalados distribuidores con sus respectivos dosificadores de grasa, mangueras ya conectadas a las ampuezas de la caseta, reduciendo así los puntos de conexión en el tren de laminación.

Figura 62: Soporte para distribuidores de grasa



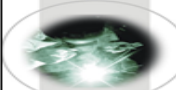

Fuente: CAASA.

Figura 63: Soporte con distribuidores instalados



Fuente: CAASA.

Figura 64: Proforma PM 274-11

Diseño y Fabricación: Estructuras Metálicas  Carpintería en Madera y Melamina  Mecanizado de Piezas 	Sres.: ACEROS AREQUIPA Atención: Ing. Abraham Sevillano		Teléfono: 232430		
	PROFORMA PM 274_11				
	Por intermedio de la presente queremos hacerle llegar nuestro saludo en nombre de la Comunidad Salesiana y el personal de nuestra institución, a su solicitud le ofrecemos la siguiente propuesta:				
	Item	Cant.	Descripción	Precio Unitario Soles	Precio Total Soles
1	20	Por la fabricación a todo costo de: Soporte para dosificadores de grasa según plano PR-U-1109-452	30.00	600.00	
Los precios no incluye el IGV					
Forma de pago: 15 días presentación factura Plazo de entrega: 5 días hábiles Validez de la oferta: 25 días					

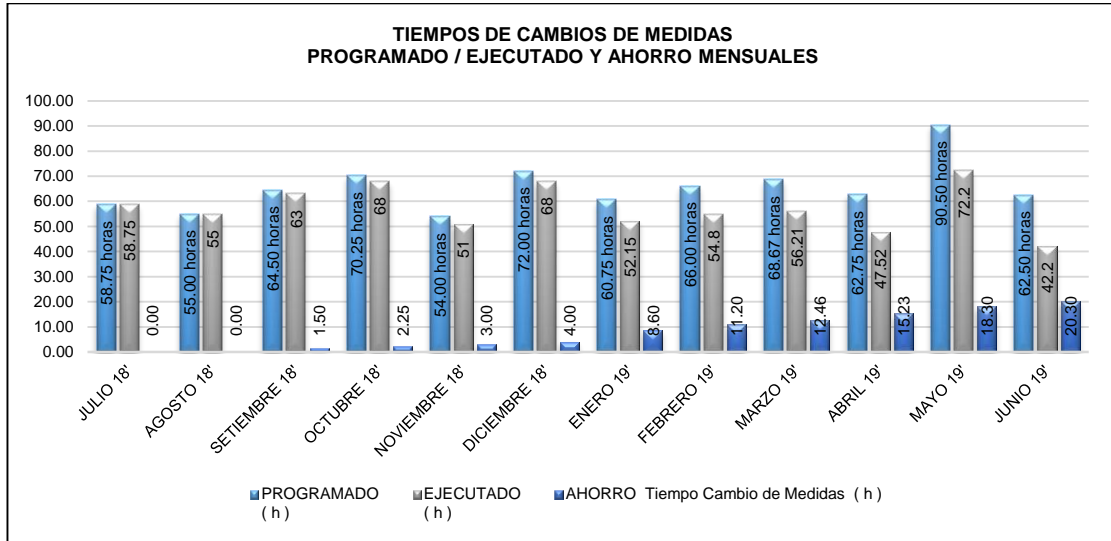
Fuente: CAASA.

3.7.4 Resultados de la implementación

Dada la ejecución de la mejora continua Kaizen, en el tren de laminación de la Corporación Aceros Arequipa S.A., se puede observar que se ha producido un

ahorro de 96.84 horas, es decir, el ahorro ha tenido una tendencia exponencial, dado el uso de la metodología aplicada en el área de estudio.

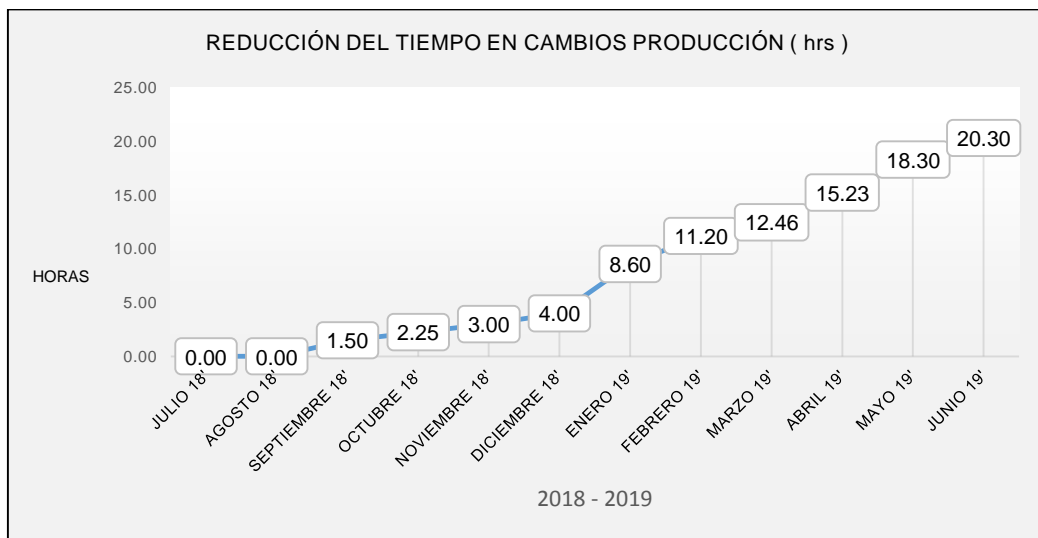
Figura 65: Tiempo de cambios de Producción



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 65, se muestra en tiempo total programado para realizar los cambios de producción (perfil y/o medida) desde los meses de setiembre 2018 a junio 2019, el tiempo ejecutado y su ahorro por la disminución de tiempo, donde se aprecia un aumento considerable en los últimos seis meses al completar la implementación al 100%.

Figura 66: Reducción del tiempo de cambios de Producción



Fuente: Elaboración propia.

La ejecución de la mejora al reducir los tiempos de cambio de producción en el tren de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A. ha reducido los costos de los insumos básicos como: gas GNC, energía eléctrica y agua industrial tal como se describe a continuación.

1. Ahorros en los costos mensuales del consumo de Gas GNC

En la figura 67, se aprecia que la aplicación de la metodología Kaizen ha producido menor consumo de gas y por lo tanto menos costo en el pago de este insumo, con una tendencia exponencial en los ahorros que se producen en los últimos seis meses.

Se observa un ahorro de 130,010 m3 de gas, lo que representa 25,374 USD de ahorro mensual.

Figura 67: Ahorros mensuales en el consumo de GNC

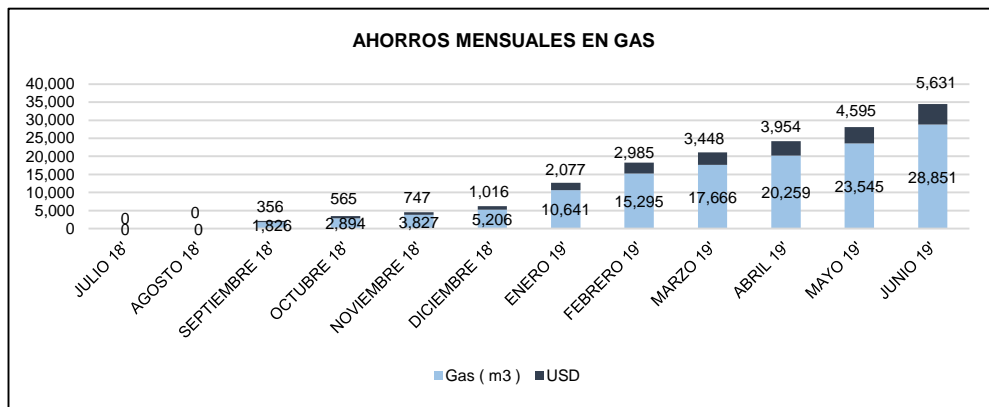
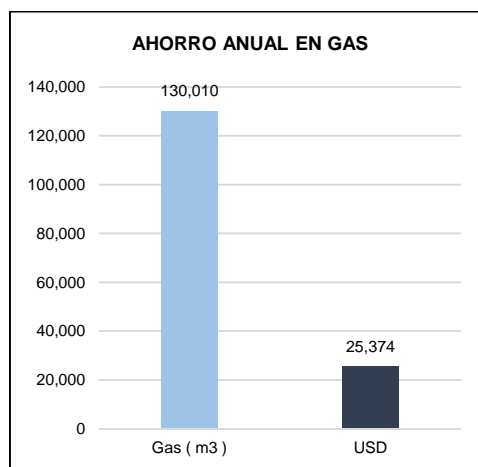


Figura 68: Ahorro anual en Gas



Fuente: Elaboración propia.

Ahorro en los costos del consumo de Energía Eléctrica

En la figura 69, se aprecia que la aplicación de la metodología Kaizen ha producido menor consumo de energía eléctrica y por lo tanto menor costo por el pago de este insumo, con una tendencia exponencial en los ahorros en los últimos seis meses.

Se observa que el ahorro anual de energía eléctrica es de 634,045 kWh, lo que representa 40,390 USD de ahorro mensual.

Figura 69: Ahorro mensual en el consumo de Energía Eléctrica

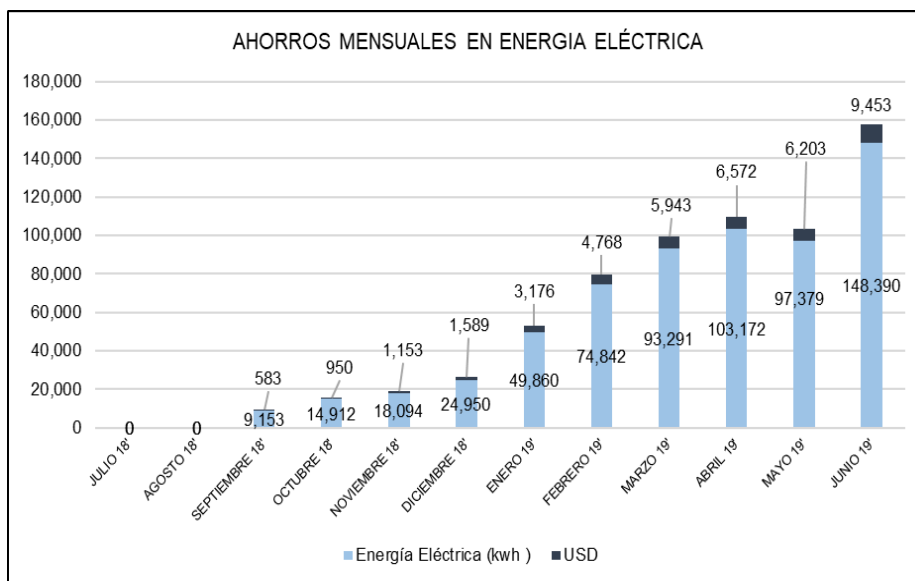
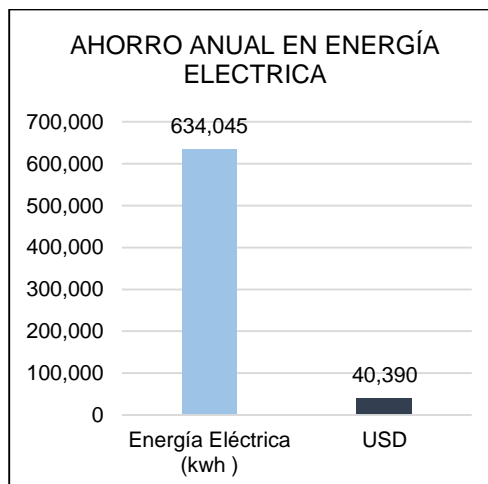


Figura 70: Ahorro anual en energía eléctrica



Fuente: Elaboración propia.

2. Ahorro en los costos mensuales del consumo de Agua Industrial

En la figura 71, se aprecia que la aplicación del Kaizen ha producido menor consumo de agua industrial y por lo tanto menor costo por el pago de este insumo, con una tendencia exponencial en los ahorros en los últimos seis meses. Se observa que el ahorro anual de consumo de agua industrial es de 2,447 m³. lo que representa 14,486 USD de ahorro mensual.

Figura 71: Ahorro mensual de Agua Industrial

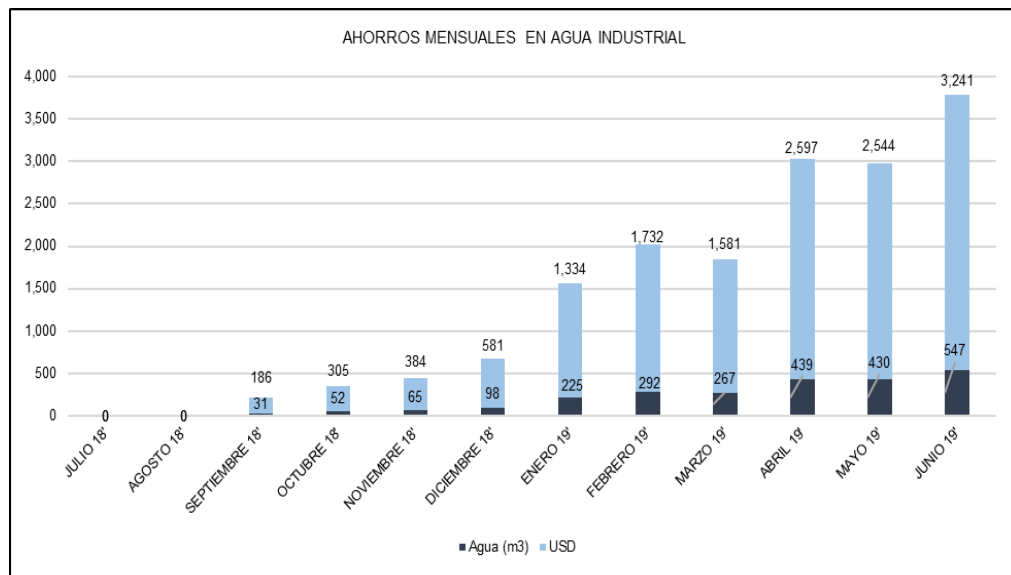
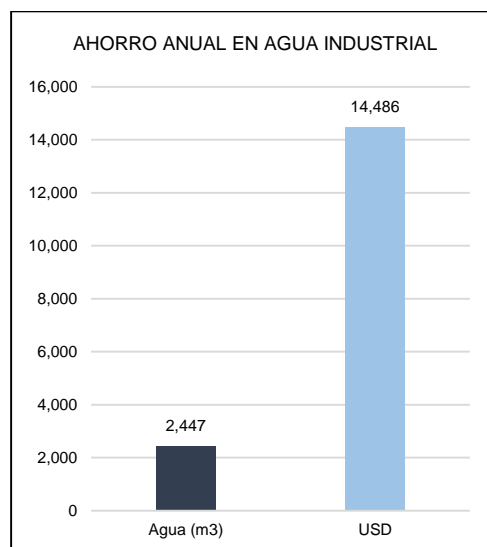


Figura 72: Ahorro anual en agua industrial

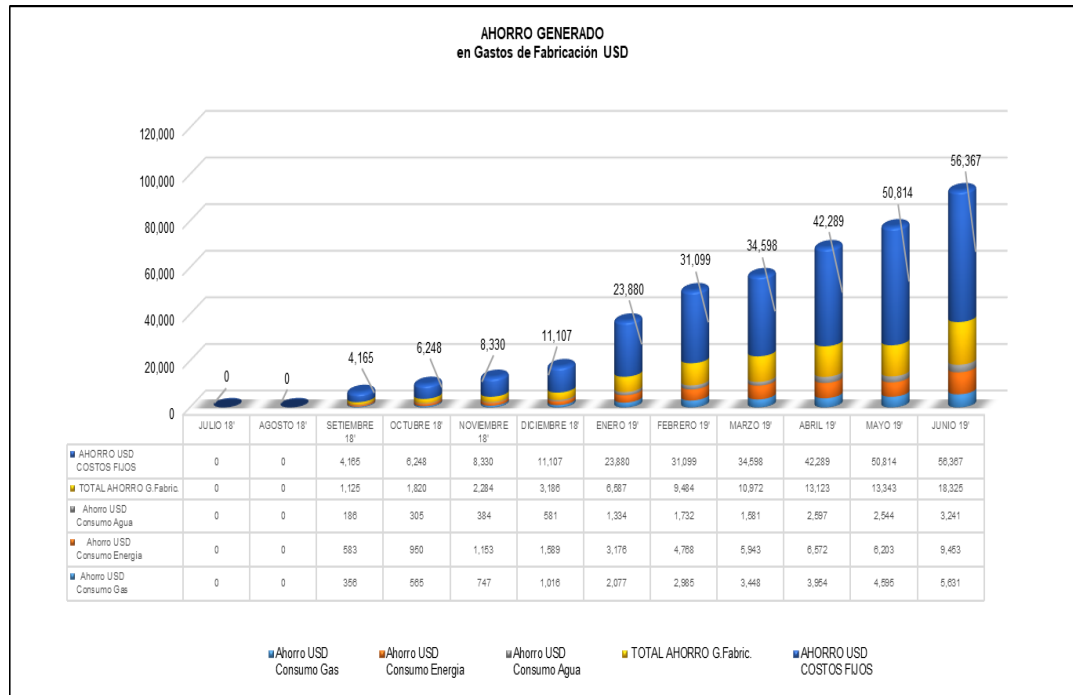


Fuente: Elaboración propia.

3. Gastos de Fabricación

En la figura 73, se aprecia que la aplicación del Kaizen ha producido menor consumo de insumos básicos y por lo tanto menor costo por el pago de estos insumos, con una tendencia exponencial en los ahorros que se producen en los últimos meses.

Figura 73: Ahorro mensual en Costos fijos



Fuente: Elaboración propia.

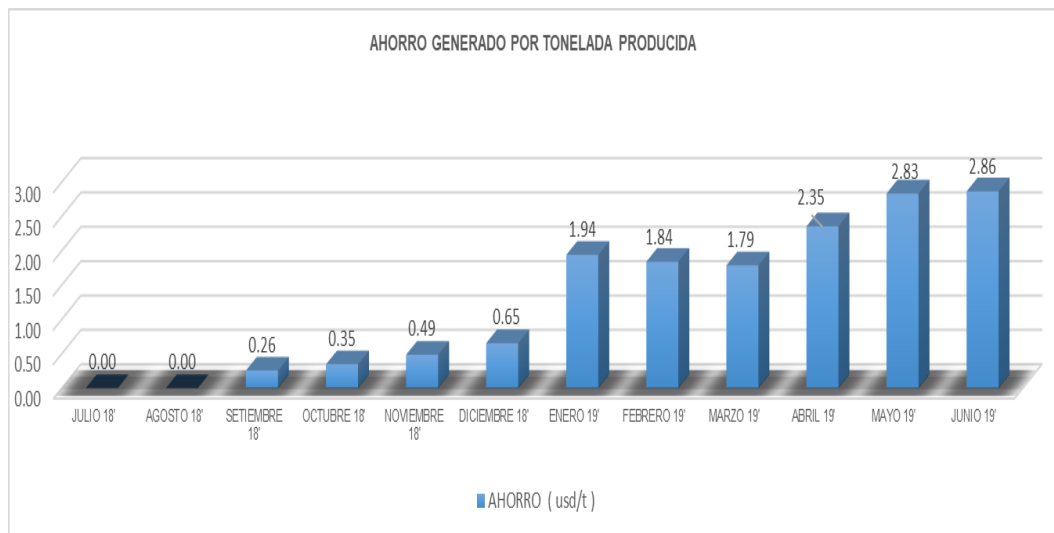
Es decir, el total de ahorros de gastos de fabricación (gas, energía y agua) corresponde a 80,250 USD, en cuanto a los ahorros de los costos fijos, estos representan la suma de 268,897 USD, por otro lado, considerando los costos de fabricación y los costos fijos se tiene un ahorro de 349,147 USD para el período de enero a junio del 2019.

Beneficios económicos en el tren de laminación, dada la ejecución de la mejora continua con Kaizen

1. Ahorro generado por tonelada producida

Dada la ejecución de la mejora continua, ejecutada, en el tren de laminación en la Corporación Aceros Arequipa S.A. se puede observar en la figura Nro. 74, para el período de estudio, se ha producido 4,719 t., logrando un ahorro equivalente a 1.29 USD/ tn.

Figura 74: Toneladas Producidas por Ahorro de Tiempo en los Cambios de Producción

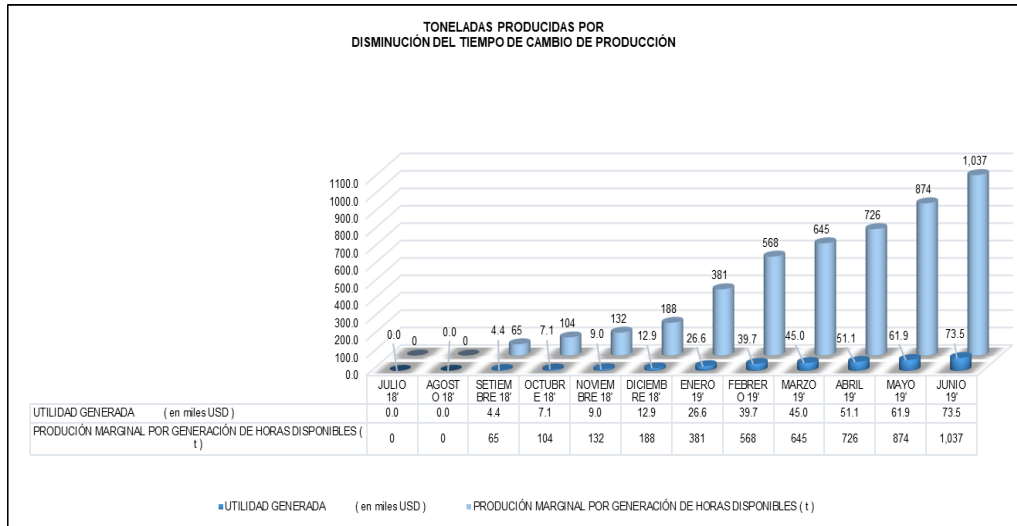


Fuente: Elaboración propia.

2. Producción marginal por generación de horas disponibles vs Utilidad generada

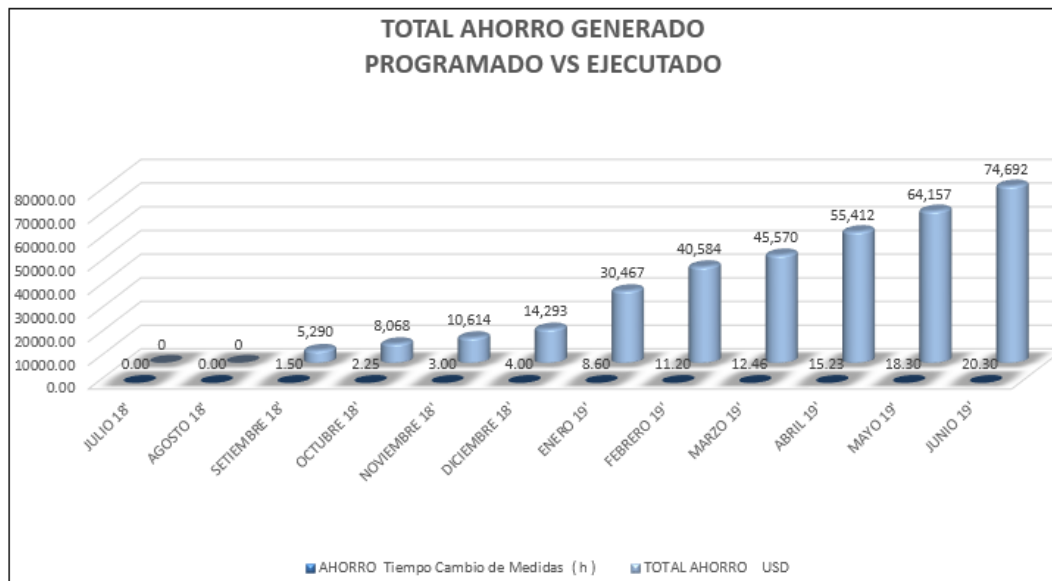
Dada la ejecución de la mejora continua Kaizen, en el tren de laminación en la Corporación Aceros Arequipa S.A. se puede observar en la figura 75, para el período en estudio, se ha realizado una producción marginal por generación de horas disponibles de 4,719 tn, generando una utilidad de 331,208 USD

Figura 75: Toneladas producidas por disminución de tiempo



Fuente: Elaboración propia

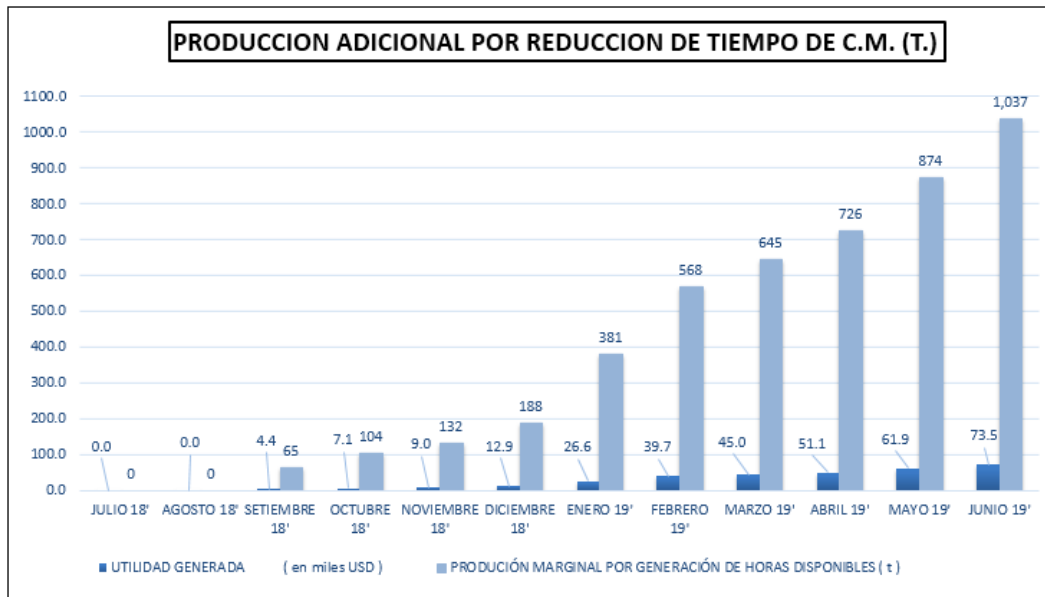
Figura 76: Ahorro Generado por Disminución de tiempos en cambios de Producción



Fuente: Elaboración Propia

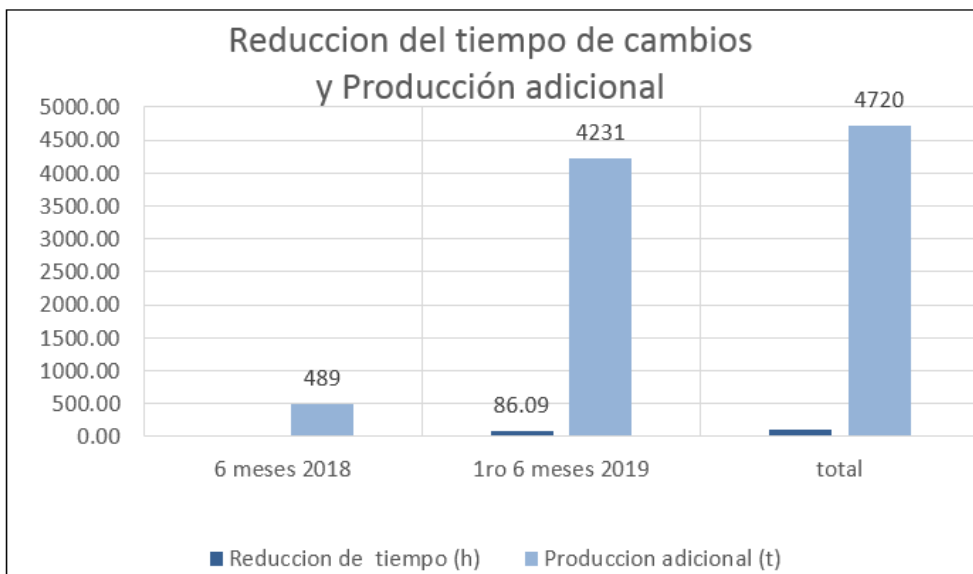
La grafica muestra el ahorro generado por la disminucion de tiempo en los cambios de Producción.

Figura 77: Producción adicional



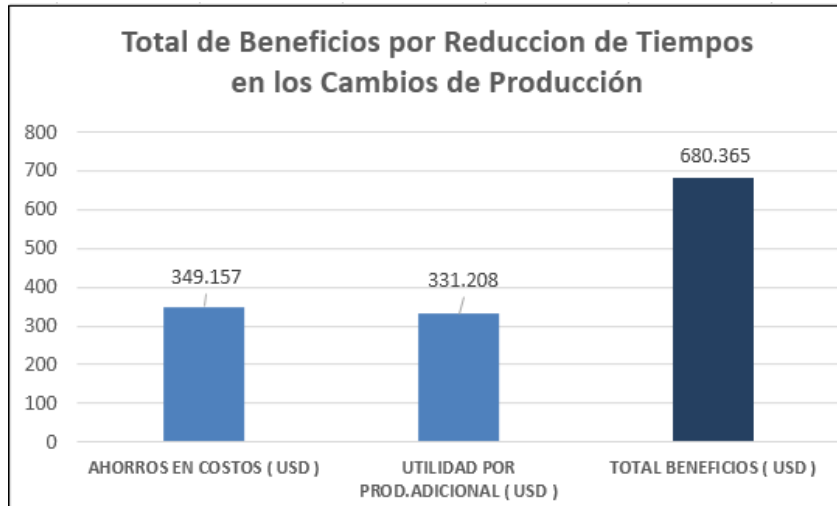
Fuente: Elaboración Propia

Figura 78: Reducción de tiempo de CM y Producción adicional



Fuente: Elaboración propia

Figura 79: Producción Adicional y Ahorros en Costo Total



Fuente: Elaboración propia.

Análisis económico financiero

Con los datos tomados de la figura 46, se ha podido elaborar el presupuesto de implementación del Kaizen, el cual asciende US \$ 12,580 o S/. 46,546 y se muestra en la tabla 7, siguiente:

Tabla 7: Presupuesto de implementación del Kaizen

Presupuesto Implementación	US D
Montaje de Guiado	3,790.00
Pase a pruebas de taller	7,000.00
Montaje de duchas de refrigeración	790.00
Montaje de sistema de lubricación	1,000.00
Total US D	12,580.00
TOTAL, S/.	46,546.00

Con la finalidad de mantener el sistema Kaizen operativo se ha dispuesto un presupuesto mensual de mano de obra y materiales, según se muestra en la tabla 8, siguiente

Tabla 8: Presupuesto de mantenimiento mensual

Presupuesto de mantenimiento /mensual	S/.
Mano de obra	937.50
Materiales	387.83
Total	1,325.33

En cuanto a los beneficios obtenidos por la implementación y aplicación del Kaizen, se hace referencia a los datos mostrados en las figuras 66 al 79 y se ha elaborado el resumen de beneficios obtenidos que se muestra en la tabla 9, siguiente:

Tabla 9: Beneficios obtenidos

Beneficios obtenidos	US D
Ahorros en costos	349,157
Utilidad por Producción adicional	331,208
Total beneficio	680,355
Total beneficios mensual	113,394

De la tabla 9, se puede verificar que los beneficios obtenidos por la implementación del Kaizen ascienden a USD/. 680,365 que mensualmente significa un beneficio total de USD. 113,394

Con los datos mostrados en las tablas 8 y 9, se he efectuado una proyección de los datos para los siguientes doce meses, y se ha construido un flujo de caja que nos permita el análisis económico y financiero que se muestran en las tablas 10 al 12., siguientes:

Tabla 10: Análisis económico en entorno optimista

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Beneficios obtenidos		101,443	101,443	101,443	101,443	101,443	101,443	101,443	101,443	101,443	101,443	101,443	101,443
Inversion	46,546.00												
Costo de mantenimiento		1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325
Flujo neto de caja	-46,546.00	100,117	100,117	100,117	100,117	100,117	100,117	100,117	100,117	100,117	100,117	100,117	100,117
Tasa de descuento	12%	0.01											
VAN	1,080,281												
TIR	215%												
B/C	23.2												

De la tabla 10, y tomando como base una proyección de los datos en condiciones optimistas se puede verificar que el Valor Neto Actual resultante del proyecto es

igual a S/. 1'080,281 que al ser mayor que cero implica una viabilidad positiva del sistema implementado; asimismo, la tasa interna de retorno resultante es 215%, que al ser mucho mayor al 12% de tasa de descuento que se utilizó, nos muestra que el proyecto es altamente rentable; en cuanto a la relación beneficio costo el resultado es 23.2, que nos indica que por cada sol invertido se ha obtenido un beneficio de 23.2 soles.

Tabla 11: Análisis económico en entorno moderado

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Beneficios obtenidos		50,721	50,721	50,721	50,721	50,721	50,721	50,721	50,721	50,721	50,721	50,721	50,721
Inversion	46,546.00												
Costo de mantenimiento		1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325
Flujo neto de caja	-46,546.00	49,396	49,396	49,396	49,396	49,396	49,396	49,396	49,396	49,396	49,396	49,396	49,396
Tasa de descuento	12%	0.01											
VAN	509,409												
TIR	106%												
B/C	10.9												

Efectuando un análisis de sensibilidad, y tomando como base una proyección de los datos en condiciones moderadas (50% de los beneficios) se puede verificar que el Valor Neto Actual resultante del proyecto es igual a S/. 509,409 que al ser mayor que cero implica una viabilidad positiva del sistema implementado; asimismo, la tasa interna de retorno resultante es 106%, que al ser mucho mayor al 12% de tasa de descuento que se utilizó, nos muestra que el proyecto es altamente rentable; en cuanto a la relación beneficio costo el resultado es 10.9, que nos indica que por cada sol invertido se ha obtenido un beneficio de 10.9 soles.

Tabla 12: Análisis económico en entorno pesimistas

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Beneficios obtenidos		25,361	25,361	25,361	25,361	25,361	25,361	25,361	25,361	25,361	25,361	25,361	25,361
Inversion	46,546.00												
Costo de mantenimiento		1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325	1,325
Flujo neto de caja	-46,546.00	24,035	24,035	24,035	24,035	24,035	24,035	24,035	24,035	24,035	24,035	24,035	24,035
Tasa de descuento	12%	0.01											
VAN	223,973												
TIR	51%												
B/C	4.8												

Efectuando un análisis de sensibilidad, y tomando como base una proyección de los datos en condiciones pesimistas (25% de los beneficios) se puede verificar que el Valor Neto Actual resultante del proyecto es igual a S/. 223,973 que al ser mayor que cero implica una viabilidad positiva del sistema implementado; asimismo, la tasa interna de retorno resultante es 51%, que al ser mucho mayor al 12% de tasa de descuento que se utilizó, nos muestra que el proyecto es altamente rentable; en cuanto a la relación beneficio costo el resultado es 4.8, que nos indica que por cada sol invertido se ha obtenido un beneficio de 4.8 soles.

IV. Resultados

4.1 Análisis Descriptivo

En la tabla 13, se muestra los datos descriptivos de la comparación de la Productividad Antes y la Productividad Después, se aprecia que la media de la productividad antes era 0.7007 y después 0.7823, logrando una mejora del 11.64%; en cuanto a la desviación estándar esta paso de 0.02456 a 0.01515 evidenciando que la variabilidad del proceso tuvo una mejora del 42.69%; en cuanto a la asimetría esta demuestra que los datos se han acercado más a la media pues se situó en -0.191 siendo antes su valor de -0.876; la curtosis paso de -0.639 a 0.439, que indica una menor dispersión de los datos obtenidos; tanto los valores de la asimetría y la curtosis coinciden con el comportamiento de la desviación estándar, demuestra en su conjunto una menor variabilidad en los datos obtenidos después, lo que indica que no solo se ha mejorado la performance del /proceso, sino también se ha reducido la variabilidad del proceso.

Tabla 13: Descriptivos de Productividad Antes – Productividad Después

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis
Productividad Pretest	180	0.62	0.72	0.7007	0.02456	-0.876	-0.639
Productividad Posttest	180	0.75	0.83	0.7834	0.01515	-0.191	0.439
Valid N (listwise)	180						

Fuente: Elaboración propia con SPSS25

En la tabla 14, se muestra los datos descriptivos de la comparación de la eficiencia Antes y la Eficiencia Después, se aprecia que la medida de la Eficiencia antes era 0.8377 y después 0.8865, logrando una mejora del 5.8%; en cuanto a la desviación estándar esta paso de 0.01579 a 0.00911 evidenciando que la variabilidad del proceso tuvo una mejora del 42.3%; en cuanto a la asimetría esta demuestra que los datos se han acercado más a la media pues se situó en -0.336 siendo antes su valor de -0.892; la curtosis paso de -0.68 a 0.038 que indica una menor dispersión de los datos obtenidos; tanto los valores de la asimetría y la curtosis coinciden con el comportamiento de la desviación estándar, demuestran en su

conjunto una menor variabilidad en los datos obtenidos después, lo que indica que no solo se ha mejorado la performance de la eficiencia del proceso, sino también se ha reducido la variabilidad en la eficiencia del proceso.

Tabla 14: Descriptivos de Eficiencia Antes – Eficiencia Después

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis
Eficiencia pretest	180	0.79	0.85	0.8377	0.01579	-0.892	-0.68
Eficiencia posttest	180	0.87	0.91	0.8865	0.00911	-0.336	-0.038
Valid N (listwise)	180						

Fuente: Elaboración propia con SPSS25

En la tabla 15, se muestra los datos descriptivos de la comparación de la Eficacia Antes y la Eficacia Después, se aprecia que la media de la eficacia antes era 0.85 y después 0.91, logrando una mejora del 7.05%; en cuanto a la desviación estándar esta pasó de 0.01579 a 0.00905 evidenciando que la variabilidad del proceso tuvo una mejora del 42.7%; en cuanto a la asimetría esta no ha tenido una variación significativa pues se situó en -0.871 siendo antes su valor de -0.892; la curtosis paso de -0.68 a 0.038, que indica una menor dispersión de los datos obtenidos; los valores de la curtosis coinciden con el comportamiento de la desviación estándar, demuestran en su conjunto una menor variabilidad en los datos obtenidos después, lo que indica que no solo se ha mejorado el performance de la Eficacia del proceso, sino también se ha reducido la variabilidad en la Eficacia del proceso.

Tabla 15: Descriptivos de la Eficacia Antes – Eficacia Después

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis
Eficacia pretest	180	0.79	0.85	0.8377	0.01579	-0.892	-0.68
Eficacia posttest	180	0.86	0.91	0.8854	0.00905	-0.871	1.237
Valid N (listwise)	180						

Fuente: Elaboración propia con SPSS25

4.2 Análisis inferencial

A fin de proceder con el análisis inferencial, es necesario verificar el comportamiento de la base de datos, por lo que se procederá primero a efectuar un análisis de normalidad con estadígrafo de Kolmogorov Smirnov, esto en razón de que los datos son 180 y corresponden a una muestra grande.

La regla de decisión es:

Si, p valor es menor que 0.05, la muestra no es paramétrica

Tabla 15: Prueba de Normalidad con Kolmogorov Smirnov

		Producti vidad Pretest	Producti vidad Postest	Eficienci a pretest	Eficienci a postest	Eficacia pretest	Eficacia postest
N		180	180	180	180	180	180
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	0.7007	0.7834	0.8377	0.8866	0.8377	0.8854
	Std. Deviation	0.02456	0.01515	0.01579	0.00911	0.01579	0.00905
Test Statistic		0.317	0.34	0.316	0.32	0.316	0.367
Asymp. Sig. (2- tailed)		.000c	.000c	.000c	.000c	.000c	.000c

a Test distribution is Normal.

b Calculated from data.

c Lilliefors Significance Correction.

De la tabla 15, se puede evidenciar que tanto la variable productividad antes y después, así como, las dimensiones eficiencia y eficacia antes y después, tienen un p valor o significancia asintótica menor a 0.05; por lo que se verifica que su comportamiento es no paramétrico.

Como la presente investigación tiene como objetivo demostrar una mejora se procederá mediante un análisis comparativo de medias, y dado que el comportamiento de todas las series de datos es no paramétrico se procederá con el análisis mediante el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la Hipótesis General

Siendo la Hipótesis General:

H_a: La aplicación del Kaizen mejora la productividad en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A. Pisco, Ica 2021.

Y su Hipótesis Nula:

H₀: La aplicación del Kaizen no mejora la productividad en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A. Pisco, Ica, 2021.

Regla de decisión:

$\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, se rechaza la hipótesis nula.

$\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$, se acepta la hipótesis nula.

Tabla 16: Descriptivo de productividad antes y después con Wilcoxon

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Productividad Pretest	180	0.7007	0.02456	0.62	0.72
Productividad Postest	180	0.7834	0.01515	0.75	0.83

Fuente: Elaboración propia con SPSS25

De la tabla 16, se puede apreciar que la media de la productividad antes es 0.7007, y la media de la productividad después es 0.7834, por lo tanto, no se cumple $\mu_P \geq \mu_{Pd}$, y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, confirmando que la aplicación del Kaizen mejora la productividad en el proceso de laminación en la planta de la corporación Aceros Arequipa S.A.

A fin de confirmar que el procedimiento efectuado es el correcto, se procederá a efectuar el análisis de Wilcoxon mediante el P valor:

Regla de decisión:

Si p valor < 0.05 ; se rechaza la hipótesis nula.

Si p valor ≥ 0.05 ; se acepta la hipótesis nula.

Tabla 17: Test de rangos de la productividad antes y después con Wilcoxon

	Productividad Posttest - Productividad Pretest
Z	-11.711b
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.000

a Wilcoxon Signed Ranks Test

b Based on negative ranks.

De la tabla 17, test de rangos con Wilcoxon se evidencia que la significancia o p valor es menor que 0.05, por lo que según la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, confirmándose que la aplicación del Kaizen mejora la productividad en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A.

Contrastación de la primera Hipótesis Especifica 1

Siendo la primera Hipótesis Especifica:

H_a : La aplicación del Kaizen mejora la eficiencia en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A. Pisco, Ica, 2021.

Y su Hipótesis Nula:

H_0 : La aplicación del Kaizen no mejora la eficiencia en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A. Pisco, Ica 2021.

Regla de decisión:

$\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, se rechaza la hipótesis nula.

$\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$, se acepta la hipótesis nula.

Tabla 18: Descriptivo de eficiencia antes y después con Wilcoxon

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Eficiencia pretest	180	0.8377	0.01579	0.79	0.85
Eficiencia posttest	180	0.8866	0.00911	0.87	0.91

Fuente: Elaboración propia con SPSS25

De la tabla 18, se puede apreciar que la media de la eficiencia antes es 0.8377 y la media de la eficiencia después es 0.8866, por lo tanto, no se cumple $\mu_{Pd} \geq \mu_{Pa}$, y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, confirmando que la aplicación del Kaizen mejora la eficiencia en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A.

A fin de que el procedimiento efectuado es el correcto, se procederá a efectuar el análisis de Wilcoxon mediante el P valor.

Regla de decisión:

Si p valor < 0.05 ; se rechaza la hipótesis nula.

Si p valor ≥ 0.05 ; se acepta la hipótesis nula.

Tabla 19: Test de rangos de Eficiencia antes y después con Wilcoxon

	Eficiencia posttest - Eficiencia pretest
Z	-11.724b
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.000

a Wilcoxon Signed Ranks Test

b Based on negative ranks.

Fuente: Elaboración propia con SPSS25

De la tabla 19, test de rangos con Wilcoxon, se evidencia que la significancia o p valor es menor que 0.05, por lo que según la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, confirmándose que la

aplicación del Kaizen mejora la eficiencia en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A.

Contrastación de la segunda Hipótesis Específica

Siendo la segunda hipótesis específica:

H_a : La aplicación del Kaizen mejora la eficacia en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A.
Pisco, Ica, 2021

Y su hipótesis nula:

H_0 : La aplicación del Kaizen no mejora la eficiencia en el proceso de laminación en la planta de la corporación Aceros Arequipa S.A.
Pisco, Ica, 2021

Regla de decisión:

$\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, se rechaza la hipótesis nula.

$\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$, se acepta la hipótesis nula.

Tabla 20: Descriptivo de Eficacia antes y después con Wilcoxon

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Eficacia pretest	180	0.8377	0.01579	0.79	0.85
Eficacia postest	180	0.8854	0.00905	0.86	0.91

Fuente: Elaboración propia con SPSS25

De la tabla 20, se puede apreciar que la media de la eficacia antes es 0.8377 y la media de la eficacia después es 0.8854, por lo tanto, no se cumple $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, confirmando que la aplicación del Kaizen mejora la eficacia en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A.

A fin de confirmar que el procedimiento efectuado es el correcto, se procederá a efectuar el análisis de Wilcoxon mediante el P valor:

Regla de decisión:

Si el p valor < 0.05 ; se rechaza la hipótesis nula.

Si el p valor ≥ 0.05 ; se acepta la hipótesis nula.

Tabla 21: Test de rangos de Eficiencia antes y después con Wilcoxon

	Eficacia postest - Eficacia pretest
Z	-11.757b
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.000

a Wilcoxon Signed Ranks Test

b Based on negative ranks.

Fuente: Elaboración propia con SPSS25

De la tabla 21, Test de rangos con Wilcoxon, se evidencia que la significancia o p valor es menor que 0.05, por lo que según la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, confirmándose que la aplicación del Kaizen mejora la eficiencia en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S.A.

IV. DISCUSIÓN

Se resalta la importancia de la presente investigación en razón de que demuestra que la filosofía japonesa del Kaizen sigue vigente a pesar de los avances en la ciencia y la tecnología y de los nuevos métodos de trabajo, la mejora continua es la filosofía que por excelencia se debe aplicar en los procesos productivos a fin de asegurar un mayor rendimiento en los indicadores de producción y cumplir con los estándares que exige el consumidor; es por esta razón que a la fecha muchas de las empresas buscan de alguna manera aplicar mejoras en sus procesos mediante la aplicación de la mejora continua.

De los resultados hallados en el análisis descriptivo, se desprende que se ha producido una mejora en los indicadores de la productividad pues estos pasaron con un valor previo de 0.7007 a 0.7823 en el postest, lo que evidencia una mejora del 11.64%, asimismo, la desviación estándar en el proceso se redujo de 0.025 a 0.015 es decir presentó una reducción de la variabilidad del proceso de 42.69%, en el mismo sentido, los indicadores encontrados de asimetría y curtosis nos muestran una concordancia con la desviación estándar, pues a pesar que los datos presentaron una mayor dispersión dado que la curtosis paso de -0.639 a 0.439, los datos se acercaron mas a la media pues la asimetría paso de -0.876 a -0.191, lo que demuestra que no solo se mejoró la productividad sino también se redujo la variabilidad. Asimismo, del análisis inferencial al verificar el test de rangos de la productividad el valor de la significancia asíntota o p valor resultó igual a 0.000 es decir menor a 0.05 por lo que se demuestra que la productividad a mejorado como consecuencia de la aplicación del Kaizen; los resultados hallados coinciden con los trabajos previos de MEDINA, B. (2018), en su investigación concluyó que con gracias a la aplicación de la mejora continua Kaizen en el área de producción de una empresa de metales se incrementó la productividad en 7.14%, al pasar de un 88.45% a un 95.59%. BENITEZ, J. (2017) demuestra que de la aplicación del Kaizen se obtuvo un aumento de la productividad al pasar su índice del pretest de 0.7330 a 0.860 en el postest. Asimismo, LLONTOP, J. (2017) en su investigación concluye que mediante la aplicación de la metodología Kaizen mejoró la productibilidad en un 37.35%, así como alcanzó un ahorro de S/. 756 250.00 en

alquiler de unidades operativas. Por último, MEJÍA, R. (2017) determinó que, en resumen, la implementación de la filosofía Kaizen mejora la productividad en el proceso al pasar de 42.3%, a 64.90%, logrando mejorar la productividad en 34.82%. Asimismo, en cuanto a las teorías que concuerdan con los hallazgos, tenemos a Masaaki Imai (2012) que en su libro sobre Gemba Kaizen, nos refiere los beneficios que se pueden lograr de la correcta aplicación de la metodología Kaizen pues las mejoras que se consiguen influyen directamente en los procesos al mejorar constantemente las actividades y operaciones que se realizan lo que incide directamente en la productividad. Sobre este resultado se evidencia que el proceso de laminación ha mejorado sus índices de productividad, y esto como consecuencia de haber asegurado el correcto ingreso de las barras a los cilindros de laminación, con esto se ha logrado un pase eficiente de las barras y evitar reprocesos, así como un producto dentro de los estándares establecidos, esto se puede evidenciar en los índices de productividad y de la desviación estándar conseguida en el análisis descriptivo, no solo se mejoró la productividad, también se mejoró los otros indicadores como la de dispersión y el acercamiento a los datos. Asimismo, también se produjeron ahorros en el consumo de energía eléctrica y consumo de gas, y por ende en los egresos generados por este rubro. El cambio más sustancial se ha producido en el tiempo de cambio de producción.

En cuanto al primer objetivo específico respecto a la eficiencia, los resultados hallados del análisis descriptivo en la presente investigación demuestran que como consecuencia de la aplicación del Kaizen se produjo un incremento en la media de la eficiencia del 5.8% al pasar la eficiencia pretest de 0.79 a 0.87; asimismo, se redujo la desviación estándar de 0.01579 a 0.00911, es decir se mejoró la variabilidad del proceso en 40%, y los promedios de la eficiencia se acercaron más a la media y redujeron su dispersión, lo anterior evidencia estadísticamente que la eficiencia en el proceso de laminación se ha mejorado como consecuencia de la aplicación de la metodología del Kaizen. En cuanto al análisis inferencial de la prueba de Wilcoxon el resultado del test de rangos da para la significancia asíntota 0.000 menor a 0.05, por lo que este análisis también demuestra que la eficiencia del proceso de laminación ha mejorado. En cuanto a los trabajos previos que coinciden con los hallazgos encontrados referimos a ARROYO, D. (2017), que en

su trabajo de investigación concluye que de la aplicación de la metodología de mejora continua en el área de producción se redujo en 79% los tiempos muertos; CAIZA, y. CHAVEZ (2019) en su tesis se evidenció que de la aplicación del Kaizen se obtuvo una mayor eficiencia en el uso de los recursos obteniendo del análisis económico financiero un VAN de 66.487,62 positivo y una TIR del 95%. LOZANO y PINZÓN (2011), concluye que aplicando el método de mejora continua se aumentó la eficiencia de la planta en 19.29% al pasar de un 69.39% antes de realizar los cambios, a un 80.62% luego de ejecutada las mejoras. Respecto a las teorías que respaldan la mejora en la eficiencia, mencionamos a Masaaki Imai (2012) quien indica que la eliminación de los desperdicios o mudas en el proceso produce un uso adecuado de los recursos; en este sentido al reducir los tiempos muertos en el proceso permite un mejor uso del recurso tiempo. Sobre el particular, con el montaje de las duchas de refrigeración se asegura que el chorro de agua sea generado adecuadamente y fluya en forma correcta, sin realizar ajustes continuos para ajustarlas de acuerdo al tamaño o diámetro de los cilindros, esta modificación permitió menores tiempos en el proceso y por consiguiente mejoras en la eficiencia del proceso de laminación.

En referencia al segundo objetivo respecto a la eficacia, ha quedado demostrado del análisis estadístico descriptivo que como consecuencia de la aplicación del Kaizen la media de la eficacia se ha incrementado en 7.95% al pasar de 0.79 a 0.86; asimismo, la desviación estándar paso de 0.015 a 0.009 una mejora de 40%, que implica que se ha mejorado la variabilidad o que los estándares o parámetros de cumplimiento se han ajustado; en cuanto, a la inferencia estadística, del test de los rangos de Wilcoxon se evidencia que la significancia asíntota o p valor dio como resultado 0.000 menor a 0.05, por lo que se demostró que como consecuencia de la aplicación de la metodología del Kaizen se mejoró la eficacia del proceso de laminación en aceros Arequipa. En cuanto a los trabajos previos que coinciden con el hallazgo, mencionamos a GUERRA (2020) que en trabajo concluye que aplicando la metodología PDCA logra reducir los tiempos de entrega de vehículos en un 8.84%, superando las metas propuestas; ALVAREZ y CARRERA (2017), en su investigación implementó la metodología Kaizen y obtuvo como resultado una disminución en los tiempos muertos de 27%. PLUAS (2018), al implementar la

metodología Kaizen en los procesos de la empresa IASA se obtuvo como resultado mejoras que permitieron ahorros de entre \$363.60 y \$727.20 al reducir los tiempos muertos de los asesores y se redujo el indicador de oportunidades no atendidas del 28% al 18% permitiendo una pronta asistencia al cliente y un excelente servicio postventa y por ende el número de ventas caídas por falta de atención. Respecto a las teorías Masaaki Imai (2012), indica que uno de los beneficios que se pueden conseguir como consecuencia de utilizar alguna de las herramientas que recomienda el Kaizen, esta la mejora en los tiempos de producción lo que permitiría alcanzar los programas de producción. En cuanto a este tercer hallazgo, es evidente que la mejora que se ha conseguido con la implementación del Kaizen ha permitido mejorar el cumplimiento de los objetivos planteados, es mas se ha podido evidenciar importantes incrementos en los volúmenes de producción; el implementar las guías de producción, las duchas de refrigeración y el montaje del sistema de lubricación han permitido un incremento en lo programas de producción.

V. CONCLUSIONES

Que como consecuencia de la aplicación de la metodología Kaizen en el proceso de laminación en la planta de la Corporación Aceros Arequipa S. A., se mejoró el índice de la productividad en 11.64%, al pasar su indicador pretest de 0.7007 a 0.7823; asimismo, se mejoró también los indicadores de variabilidad y dispersión de los datos de la productividad, y del análisis económico financiero se logró demostrar que tanto el VAN, el TIR y el B/C son positivos y significativos en tres escenarios, optimista, moderado y pesimista.

De la aplicación de la metodología Kaizen en el proceso de laminación en la planta de Aceros Arequipa, se mejoró el índice de la eficiencia en 5.8%, al pasar su indicador pretest de 0.8377 a 0.8865; asimismo, se logró alcanzar una mejora en la variabilidad de la eficiencia de 42.3%; asimismo, los indicadores de la variabilidad y la dispersión de los datos referentes a la eficiencia produjeron mejoras significativas, mejorando el proceso de producción de láminas.

De la aplicación de la metodología Kaizen en el proceso de laminación en la planta de Aceros Arequipa, se mejoró el índice de la eficacia en 7.05%, al pasar su indicador pretest de 0.85 a 0.91; asimismo, se logró alcanzar una mejora en la variabilidad de la eficacia de 42.7%, en el cumplimiento de este tercer objetivo también se produjeron mejoras en los indicadores de variabilidad y dispersión en los cumplimientos de los objetivos planteados en el proceso.

El objetivo al aplicar la metodología Kaizen en el proceso de cambios de producción es de 50 % al tener una duración de 240 minutos por cambio, al implementar la metodología kaizen se pudo eliminar 192 minutos del total de las actividades de dichos cambios.

Se puede evidenciar que siempre hay algo que mejorar en los procesos de producción, como es el caso de la presente investigación, y luego de haber implementado estas mejoras con la metodología Kaizen, es posible reducir aún más los tiempos de cambio, y es que las rutinas de cambio con estas mejoras han cambiado y solo es cuestión de tiempo para estudiar estas rutinas y volver a aplicar de nuevo la filosofía kaizen y así repetir el ciclo una y otra vez, y es que la mejora continua no tiene fin.

VI. RECOMENDACIONES

Si continuamos con la implementación del Kaizen en los otros procesos de producción se puede alcanzar mayores incrementos en la productividad, por lo que se recomienda su implementación en todas las secciones de la planta de producción; asimismo, dado los excelentes resultados económicos y financieros obtenidos los resultados están garantizados.

Los talleres de producción (Mecanizado, Armado de Casetas y Guiados) deben de brindar mayor servicio al tren de laminación, la laminación en estos tiempos se debe de preparar en los talleres, se tienen que implementar los recursos para poder realizar los montajes y regulaciones necesarias sin tener que detener el tren de laminación para poder realizar estas actividades.

El personal de los talleres debe de tener capacitación básica de laminación para poder comprender las características propias de la laminación y saber comprender los comportamientos mecánicos que sufre una barra en el momento de la laminación y comprender lo importante que es su trabajo como mecanizar un cilindro de laminación, el armar una caseta de laminación y el montar las guías de entrada y salida en una caseta de laminación.

Se recomienda una mayor inversión en mejora continua, dado que como ha quedado demostrado esto redundará en el correcto uso de los recursos involucrados en la producción.

Ha quedado evidenciado en la presente investigación que el cumplimiento de los pedidos se ha incrementado, por tal razón se hace necesario ampliar la aplicación también al área comercial, con lo cual no solo atenderemos a tiempo al cliente sino también se mejorará la calidad del producto y servicio post venta.

El área de mejora continua debe de incentivar más a todas las áreas de la planta a practicar esta filosofía, mediante cursos, reuniones y demostraciones para que el personal se involucre en el tema, ya que el personal es el principal ejecutor de las actividades en los procesos.

VII REFERENCIAS

ALVAREZ, S. CARRERA K. (2017), Análisis del Método Kaizen como optimización de la productividad del personal en un taller automotriz. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

AGUAYO et al (2011). El sistema Deming. Millennia Management Associates.

AMUCHÁSTEGUI, M. (2015), Mejora de la productividad y flexibilidad productiva en unidad de montaje de Fiat Auto Argentina. Universidad Nacional de Córdoba

ARROYO, D. (2017), Aplicación de Mejora Continua para disminuir los tiempos muertos en el área de Inyección de Plásticos. Universidad Nacional de Trujillo

BENITEZ, J. (2017). Implementación del Kaizen para aumentar la productividad en la Línea de producción de Pinturas Epóxicas en la empresa Interpaints SAC. Escuela de Ingeniería Industrial. Universidad César Vallejo

BONILLA, ELSIE. (2010) Mejora continua de los procesos. Lima, Fondo Editorial Universidad de Lima, 2010.

CAIZA, K. CHAVEZ, J. (2019). Reducción de tiempos de espera en el área de soplado de envases plásticos aplicando la metodología Smed. Universidad Estatal De Milagro, Ecuador

CODA, ROBERTO, (2016) Proceso de Laminación, Porto Alegre – Brasil.

DEMING, Edward Calidad, Productividad y Competitividad. La salida de la crisis. Diaz Santos S.A. Madrid. España. ISBN 8487189229

DENNIS, P. (2002). Lean Production Simplified: A plain language to the World's most powerfull production system. New York:

GARCÍA, Alfonso. Productividad y reducción de costos. México: Trillas, S.A. de C.V., 1995. 285pp. ISBN: 968-24-5243-0

GARCÍA, Roberto. Estudio del Trabajo. 2ª. Ed. México DF. McGraw-Hill, 2005. 459 pp. ISBN: 9789701046579

GODÍNEZ GONZALES, ANA. HERNÁNDEZ MORENO, GUSTAVO (2018) Poder Kaizen, Ignius Media Innovation, 2018.

GUERRA, R. (2020), Kaizen en la gestión de entrega en una empresa automotriz aplicando la metodología PDCA. Escuela de Ingeniería Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú, (PUCP)

GUTIERREZ (2010) Calidad total y productividad. Tercera Edición, Mc Graw Hill. México,

GUTEIERREZ y DE LA VARA (2012). Control estadístico de la calidad y seis Sigma. Tercera Edición. Mc Graw Hill. México. I

HARRINGTON, H. (1993). Mejoramiento de los procesos de la empresa. México: Ed. Mc.Graw-Hill Interamericana. S.A.

HARRINGTON, H. J. (1997). Administración total del mejoramiento continuo. La nueva generación. México: Ed. McGraw-Hill Interamericana.

HERNÁNDEZ (2010). Metodología de la Investigación. Quinta Edición, Editorial Mc. Graw Hill, México.

HERNANDEZ, FERNANDEZ Y BAPTISTA (2014). Metodología de la investigación. 6ta Ed. Mac Graw Hill. México. ISBN 9781456223960

IMAI. M (2012). Gemba kaizen. A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy. 2da Edición. Mc Graw Hill. ISBN: 978-0-07-179036-9

KABBOUL F. (1994). Curso reingeniería en las empresas de servicio. Venezuela: IESA\

LLONTOP, J. (2017). Aplicación del Método Kaizen para mejorar la productividad en el proceso de entrega de productos del área de distribución de la empresa Backus y Johnston S.A.A. Universidad César Vallejo

LOZANO, D. y PINZÓN, H. (2011), Diseño e Implementación de un Plan de Mejoramiento Productivo de Confecciones Maracuario LTDA. Universidad Industrial de Santander – UIS, Colombia.

MADARIAGA (2013) Lean Manufacturing. Bubok Publishing. ISBN 8468628166.

MANTILLA, O, L. y SÁNCHEZ, J. M. (2012) Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. 28(124), 23-43.

MATA, L. (2020). ¿Cómo se escoge el enfoque de una investigación? Recuperado de: <https://investigaliacr.com/investigacion/como-se-escoge-el-enfoque-de-una-investigacion/>

MEDINA, B. (2018), Metodología Kaizen para mejorar la productividad de los procesos de una fundidora de Aluminio. Escuela de Ingeniería Industrial.

MELTON, T (2005) The benefits of lean manufacturing. What Lean Thinking has to offer the process Industries. Chemical Engineering Research and Design, 83(A6), 662-673

MEJÍA, R. (2017). Aplicación del Kaizen para la mejora de la productividad en el proceso de conversiones a GNV de la empresa Dione Ingenieros GLP GNV S.A.C. Santa Anita. Universidad César Vallejo.

MONTERREY, M. (2008), Análisis y Diseño de un Sistema de Mejora Continua Bajo La Metodología PHVA en La Empresa Cotton Knit S.A.C”, Universidad San Martín de Porres

PLUAS, M. (2018), Propuesta de mejora continua de procesos en el Contact Center de la empresa IIASA Caterpillar. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

PORTER (1986) Ventaja Competitiva. Grupo editorial Patria. ISBN 9786077440802

OHNO, TAICHI. (1998), Toyota Production System- beyond large – scale production. New York.

SHEWHART, W. A. (1939). Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control. Department of Agriculture. Dover, 1986, page 45

SULLIVAN, L. (1994). Profiting from Intellectual Capital: Extracting Value from Innovation. USA: Ed. John Wiley and Sons.

TAMAYO y TAMAYO M. (2003) El proceso de la investigación científica, Editorial Limusa, México, 2003.

TAJ, S. and BERRO, L. (2006) Application of Constrained Management and Lean Manufacturing in Developing Best Practices for Productivity Improvement in an Auto-Assembly Plant. International Journal of Productivity and Performance Management, 55, 332-345. <https://doi.org/10.1108/17410400610653264>

TEJEDA, A. (2011) Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. Ciencia y Sociedad. Volumen XXXVI, número 2. Pp 276-310.

VALDERRAMA (2014). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Cuantitativa, cualitativa y mixta. 2da edición. Editorial San Marcos. Lima ISBN 9786123024787

VALDERRAMA y VELASQUEZ (2019) El desarrollo de la tesis. Descriptiva, comparativa, correlacional, y cuasiexperimental. Ed. San Marcos. Lima, Perú. ISBN 9786123155926

VERA (2015). 7 pasos para elaborar una tesis. Ed Macro. Lima, Perú. ISBN: 9786123043117

ZUMARAN y otros (2017). Estadística par la investigación. Ed UCV, Lima, Perú. ISBN: 9786124158759

ANEXOS

Validación de instrumentos



Certificado de validez de contenido del instrumento que mide el Instrumento Kaizen y Productividad

N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: KAIZEN								
1	Dimensión 1: Planear (P) $CTP = \frac{(TPR - TPT)}{TPR} \times 100\%$ CTP = Cumplimiento de tiempo del proceso TPR = Tiempo del proceso real TPT = Tiempo del proceso teórico	x		x		x		
2	Dimensión 2: Hacer (D) $RA = \frac{(APAM - APDM)}{APAM} \times 100\%$ RA = Porcentaje de Reducción de actividades APAM = Nro. de Actividades del proceso antes de la mejora APDM = Nro. de actividades del proceso después de la mejora	x		x		x		
3	Dimensión 3: Verificar (C) $RDM = \frac{(TPAM - TPPDM)}{TPAM} \times 100\%$ RDM = Porcentaje de resultados después de la mejora TPAM = Tiempo de proceso antes de la mejora TPPDM = Tiempo de proceso proyectado después de la mejora	x		x		x		
4	Dimensión 4: Actuar (A) $RE = \frac{(TED - TEA)}{TED} \times 100\%$ RE = Porcentaje de rendimiento a partir de la mejora TED = Tiempo empleado después de la mejora TEA = Tiempo empleado antes de la mejora	x		x		x		
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD								
1	Dimensión 1: Eficiencia $E = \frac{TEP}{TP} \times 100\%$ E: Eficiencia TEP: Tiempo efectivo de producción TP: Tiempo total de producción	x		x		x		
2	Dimensión 2: Eficacia $Ef = \frac{tP}{tPR} \times 100\%$ Ef: Eficacia tP: Toneladas producidas tPR: Toneladas programadas	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: MSc Mary Laura Delgado Montes DNI: 42917804

Especialidad del validador: Ingeniería de la producción

09 de marzo del 2021

¹ Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
² Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo
³ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



 Firma del Experto Informante.

4	Dimensión 4: Actuar (A) $RE = \frac{(TED-TEA)}{TED} \times 100$ RE = % de rendimiento a partir de la mejora TED = Tiempo empleado después de la mejora TEA = Tiempo empleado antes de la mejora	x		x		x		
N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencial		Relevancia ¹		Claridad ²		Sugerencias
	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Dimensión 1: Eficiencia $\text{Eficiencia} = \frac{\text{tiempo efectivo de producción}}{\text{tiempo total para producción}} \times 100$	x		x		x		
2	Dimensión 2: Eficacia $\text{Eficacia} = \frac{\text{toneladas producidas}}{\text{toneladas programadas}} \times 100$	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x]

Aplicable después de corregir []

No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: Dávila Laguna Ronald Fernando

DNI: 22423025

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial



10 de marzo del 2021

¹ Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
² Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo
³ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

4	<p>Dimensión 4: Actuar (A)</p> $RE = \frac{(TED-TEA)}{TED} \times 100$ <p>RE = % de rendimiento a partir de la mejora TED = Tiempo empleado después de la mejora TEA = Tiempo empleado antes de la mejora</p>	x		x		x		
N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencial		Relevancia¹		Claridad¹		Sugerencias
	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
1	<p>Dimensión 1: Eficiencia</p> $\text{Eficiencia} = \frac{\text{tiempo efectivo de producción}}{\text{tiempo total para producción}} \times 100$	x		x		x		
2	<p>Dimensión 2: Eficacia</p> $\text{Eficacia} = \frac{\text{toneladas producidas}}{\text{toneladas programadas}} \times 100$	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):Hay Suficiencia.....

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg: Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo DNI: 07500140

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial, Magister en Administración Estratégica de Empresas

Lima, 08 de marzo del 2021

¹ Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
² Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo
³ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo



7288782520218
 MONTAYA CARDENAS
 INGENIERO INDUSTRIAL
 DNI: 07500140

Firma del Experto Informante.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión