

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA KAIZEN EN LA
PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN UNA
EMPRESA METALMECÁNICA**

PRESENTADO POR:

Bach. ALEX EDGAR CAYETANO ALVARO

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL: NUEVAS TECNOLOGÍAS Y
PROCESOS**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

HUANCAYO - PERÚ

2021

ASESORES

Dr. David Abel Nieto Modesto
Asesor Metodológico

Mg. Anthony Christian Montero Estrella
Asesor Temático

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mis padres Abilio y Eulogia, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

AGRADECIMIENTO

Me siento agradecido por el aporte realizado por profesionales en el desarrollo de esta tesis y a mi familia, quienes siempre están a mi lado en todo momento.

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

Dr. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA

PRESIDENTE



Dra. Amelia Celinda Chumpen Elera

JURADO



Ing. Sandro Enrique Ruiz Bustamante

JURADO



Ing. Pedro Elvis Elías Porras

JURADO

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA

SECRETARIO DOCENTE

ÍNDICE

1. FALSA PORTADA.....	i
2. HOJA CON EL NOMBRE DEL ASESOR.....	iii
3. DEDICATORIA.....	iv
4. AGRADECIMIENTO.....	v
5. HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS.....	vi
6. ÍNDICE.....	vii
7. RESUMEN.....	xiii
8. ABSTRACT.....	xiv
9. INTRODUCCIÓN.....	xv
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación y sistematización del problema.....	5
1.2.1. Problema General.....	5
1.2.2. Problemas Específicos.....	5
1.3. Justificación.....	6
1.3.1. Social.....	6
1.3.2. Teórica.....	6
1.3.3. Metodológica.....	6
1.4. Delimitaciones.....	7
1.4.1. Espacial.....	7
1.4.2. Temporal.....	7
1.4.3. Económica.....	7
1.5. Limitaciones.....	7
1.6. Objetivos.....	8
1.6.1. Objetivo General.....	8
1.6.2. Objetivos Específicos.....	8
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	9

2.1. Antecedentes.....	9
2.2. Marco Conceptual.....	13
2.3. Definición de términos.....	24
2.4. Hipótesis.....	26
2.4.1. Hipótesis General.....	26
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	26
2.5. Variables.....	26
2.5.1. Definición conceptual de la variable.....	26
2.5.2. Definición operacional de la variable.....	27
2.5.3. Operacionalización de la variable.....	28
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	29
3.1. Método de Investigación.....	29
3.2. Tipo de Investigación.....	29
3.3. Nivel de Investigación.....	30
3.4. Diseño de Investigación.....	30
3.5. Población y muestra.....	31
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.7. Procesamiento de la información.....	32
3.8. Técnicas y análisis de datos.....	33
3.9. Desarrollo de la propuesta de mejora.....	34
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	59
4.1. Análisis Descriptivo.....	59
4.2. Análisis Inferencial.....	63
CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	71
CONCLUSIONES.....	73
RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
• Bibliográficas.....	75
• Páginas web.....	77

ANEXOS

Anexo N° 01 - Matriz de consistencia.....	79
Anexo N° 02 - Matriz de operacionalización de las variables.....	80
Anexo N° 03 - Matriz de operacionalización del instrumento.....	81
Anexo N° 04 - Formato de Diagrama de Actividades del Proceso.....	84
Anexo N° 05 - Ficha de Estudio de Tiempos.....	85
Anexo N° 06 - Ficha de medición de Eficacia.....	86
Anexo N° 07 - Ficha de medición de Eficiencia.....	87
Anexo N° 08 - Ficha de medición de Productividad.....	88
Anexo N° 09 - Procedimiento de Atención de Reclamos.....	89
Anexo N° 10 - Especificación técnica del producto.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01 - Productividad actual de la empresa.....	3
Tabla N° 02 - Matriz de Operacionalización de la variable.....	28
Tabla N° 03 - Matriz Correlacional de Causas.....	36
Tabla N° 04 - Análisis de Pareto (80/20).....	37
Tabla N° 05 - Matriz de Priorización.....	38
Tabla N° 06 - Diagrama de Actividades del Proceso.....	42
Tabla N° 07 - Tiempos del proceso cuello de botella.....	51
Tabla N° 08 - Tiempos por tipo de actividad (Pre y Post).....	51
Tabla N° 09 - Eliminación del Muda.....	52
Tabla N° 10 - Comparativo del antes y después de la mejora.....	53
Tabla N° 11 - Productividad Fabricación de Luminarias (Después).....	54
Tabla N° 12 - Análisis Costo Beneficio (Flujo de Caja Proyectado).....	57
Tabla N° 13 - Estandarización de procesos.....	58
Tabla N° 14 - Medición de Eficiencia.....	59
Tabla N° 15 - Medición de Eficacia.....	60
Tabla N° 16 - Medición de Productividad.....	61
Tabla N° 17 - Prueba de normalidad en la Productividad con Shapiro – Wilk.....	64
Tabla N° 18 - Estadística de muestra de la Productividad mediante T-Student..	64
Tabla N° 19 - Prueba de muestras relacionadas Productividad con T-Student...	65
Tabla N° 20 - Prueba de normalidad en la Eficiencia mediante Shapiro-Wilk.....	66
Tabla N° 21 - Estadística de muestra de la Eficiencia mediante T-Student.....	67
Tabla N° 22 - Prueba de muestras relacionadas de la Eficiencia con T-Student	68
Tabla N° 23 - Prueba de normalidad en la Eficacia mediante Shapiro-Wilk.....	69
Tabla N° 24 - Estadística de muestra de la Eficacia mediante T-Student.....	69
Tabla N° 25 - Prueba de muestras relacionadas de la Eficacia con T-Student...	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01 - Productividad actual de la empresa.....	4
Figura N° 02 - Diagrama de Causa y Efecto.....	35
Figura N° 03 - Diagrama de Pareto (80/20).....	37
Figura N° 04 - Clasificación de los problemas por estratos.....	39
Figura N° 05 - Tiempo de atención de reclamos (pre mejora).....	40
Figura N° 06 - Tiempo de atención de reclamos (post mejora).....	46
Figura N° 07 - Interfaz para ingresar datos en el sistema macros.....	48
Figura N° 08 - Interfaz de resultados de la comparación de reglas.....	48
Figura N° 09 - Interfaz para ingresar datos en el MRP.....	50
Figura N° 10 - Interfaz para la explosión del MRP.....	50
Figura N° 11 - Productividad pre y post mejora de la empresa.....	55
Figura N° 12 - Eficiencia antes y después.....	62
Figura N° 13 - Eficacia antes y después.....	62
Figura N° 14 - Productividad antes y después.....	63

RESUMEN

La presente tesis respondió al problema: ¿De qué manera la aplicación de la metodología Kaizen influye en la productividad del área de producción de una empresa metalmecánica?, esta investigación tuvo como objetivo: Determinar de qué manera la aplicación de la metodología Kaizen influye en la productividad del área de producción de una empresa metalmecánica; y la hipótesis que se contrastó fue: La aplicación de la metodología Kaizen influye significativamente en la productividad del área de producción de una empresa metalmecánica. El método de investigación es científico, el tipo es aplicado, el nivel es explicativo y el diseño fue experimental de tipo cuasi experimental. La población estuvo compuesta por 51 colaboradores que laboran en el área de producción de la empresa metalmecánica, dado que el tamaño de la población es pequeño la muestra de tipo no probabilístico estuvo conformada por todos los integrantes de la población. La metodología propuesta consta de 7 fases: Definición de objetivos, creación del equipo de trabajo, recolección y análisis de datos, observación del proceso, plan de acción, seguimiento y evaluación de resultados y estandarización. Con la implementación de la propuesta se eliminó el proceso cuello de botella aumentando la capacidad de producción y disminuyendo el tiempo del proceso productivo, lo que a su vez logró incrementar la eficiencia de 84.50% a 92.19% y aumentar la eficacia de 88.08% a 91.50%, además se obtuvo un ratio Beneficio/Costo de 3.20. La conclusión principal es que, la productividad del área de producción en la empresa en estudio se incrementó en un 13.38%, aumentando de 74.46% a 84.42% después de la aplicación de la mejora continua (Kaizen).

PALABRAS CLAVES: Metodología Kaizen, producción, tiempos, productividad.

ABSTRACT

The present thesis answered the problem: How does the application of the Kaizen methodology influence the productivity of the production area of a metallurgical company?, this research aimed to: Determine how the application of the Kaizen methodology influences the productivity of the production area of a metallurgical company; and the hypothesis that was contrasted was: The application of the Kaizen methodology significantly influences the productivity of the production area of a metallurgical company. The research method is scientific, the type is applied, the level is explanatory and the design was experimental of quasi-experimental type. The population was composed of 51 collaborators who work in the production area of the metallurgical company; since the size of the population is small the non-probabilistic type sample was made up of all members of the population. The proposed methodology consists of 7 phases: Definition of objectives, creation of the task force, data collection and analysis, observation of the process, action plan, monitoring and evaluation of results and standardization. With the implementation of the proposal the bottleneck process was eliminated by increasing production capacity and decreasing the production process time, this in turn, increased efficiency from 84.50% to 92.19% and increased efficiency from 88.08% to 91.50%, in addition, a Benefit/Cost ratio of 1.33 was obtained. The main conclusion is that, the productivity of the production area in the company under study increased by 13.38%, increasing from 74.46% to 84.42% after the application of continuous improvement (Kaizen).

KEYWORDS: Kaizen methodology, production, times, productivity.

INTRODUCCIÓN

Esta tesis plantea la aplicación de la metodología Kaizen en una empresa metalmecánica, con el objetivo de incrementar la productividad mediante la optimización de sus dimensiones: eficiencia y eficacia en la línea de producción.

Con la finalidad de exponer detalladamente la investigación, se estructuró de la siguiente manera:

Capítulo I: Se efectuó el planteamiento y formulación del problema, la determinación de los objetivos y la justificación de la investigación.

Capitulo II: Se investigaron los antecedentes conformados por proyectos similares; igualmente se desarrolló el marco conceptual y la definición de términos concernientes a las variables y dimensiones del estudio. Asimismo, se planteó la hipótesis de trabajo y la operacionalización de las variables.

Capitulo III: Se expuso la metodología, el tipo, nivel y diseño de la investigación. Además se determinaron la población, el procedimiento muestral y las técnicas e instrumentos para la recolección y procesamiento de datos. Al mismo tiempo, se investigó la situación actual con el fin de desarrollar la propuesta de mejora a implementarse.

Capítulo IV: Se efectuó la presentación de resultados mediante el análisis estadístico descriptivo e inferencial, incluyendo la contrastación de la hipótesis.

Capítulo V: Se efectuó el análisis y discusión de resultados, realizando una comparación con trabajos previos de semejantes características.

Por último, se establecieron las conclusiones y las recomendaciones que serán consideradas por la compañía, así como las referencias bibliográficas y anexos correspondientes.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Actualmente, el sector metalmeccánico es un mercado en crecimiento debido principalmente a la implementación de innovaciones tecnológicas que reducen los costos por el impulso que generan a las economías de escala.

La industria metalmeccánica promedia el 16% del PIB industrial en América Latina, generando empleo de manera directa a 4.1 millones de personas e indirecta a 19.7 millones. Asimismo, la industria metalmeccánica cuenta con una considerable contribución en las exportaciones efectuadas en la región, por ejemplo en México representa el 57% del total exportado, de acuerdo con datos de la Asociación Latinoamericana del Acero (Alacero).

La participación de la industria en el PIB de la región se ha reducido del 17.1% en el año 2000 al 12.1% en 2012, convirtiéndonos en importadores de manufacturas especialmente procedentes de China. En el rubro metalmeccánico el panorama es más extremo, el flujo con China está en una proporción de 30 a 1, según Alacero.

Con relación al comercio bilateral con China, el déficit de los países latinos (México, Brasil, Argentina y Colombia) creció de 8 mil millones de dólares en el año 2003 a 71 mil millones en 2012, bajo una tendencia en crecimiento.

En el Perú, la industria metalmeccánica genera empleo a 280 mil trabajadores según la Sociedad Nacional de Industrias, este sector es muy importante porque abastece a diversos sectores como la minería, agronomía y pesquería; los cuales compran en gran parte productos metalmeccánicos (Agencia Peruana de Noticias, 2012).

Humberto Palma, presidente de la Asociación de Empresas Privadas Metalmeccánicas del Perú, indicó que este gremio nació de la necesidad de unificar empresas dedicadas a procesar tuberías, perfiles, planchas y otros productos metalmeccánicos que se empleen en el montaje de las obras. Asimismo, el líder gremial manifestó que su sector obtuvo niveles de producción (200 mil toneladas) y ventas (mil millones de dólares) en el 2014, en concordancia con el crecimiento de la economía peruana. Además indicó que si se concretan algunos proyectos mineros, la industria metalmeccánica aumentará, ya que el sector minero genera el 70% de las ventas del sector metalmeccánico.

La industria metalmeccánica representa un eslabón fundamental en la estructura productiva de la economía, sobre todo por su tecnología y valor agregado. En nuestro país, el sector metalmeccánica constituye el 12% del Valor Agregado Bruto (VAB) en la industria manufacturera y el 1.6% del Producto Bruto Interno (PBI) en la economía peruana. En esta industria existen 37 953 empresas formales en el mercado nacional donde cerca del 50% operan en la región Lima, asimismo el 99% está conformado por las mype y el 1% restante por la mediana y gran empresa durante el año 2016. Además, la fuerza laboral que genera este sector industrial es de 354 282 trabajadores y constituye el 23% de la PEA ocupada en el sector manufactura y el 2.2% de la PEA ocupada nacional (Ministerio de la Producción, 2017).

Actualmente, la empresa metalmeccánica materia del presente estudio que se dedica a brindar soluciones de iluminación a sus clientes, planea una producción mensual de cerca de 5000 luminarias de alumbrado público como puede verse en la Tabla N° 01. Asimismo, con el fin de comprender mejor la situación operacional de la planta durante el mes de enero del 2021, se calculó la eficiencia dividiendo el tiempo útil entre el tiempo total; igualmente se estimó la eficacia como la relación entre la producción real y la producción planeada y, finalmente, se determinó la productividad como el producto de la eficiencia con la eficacia.

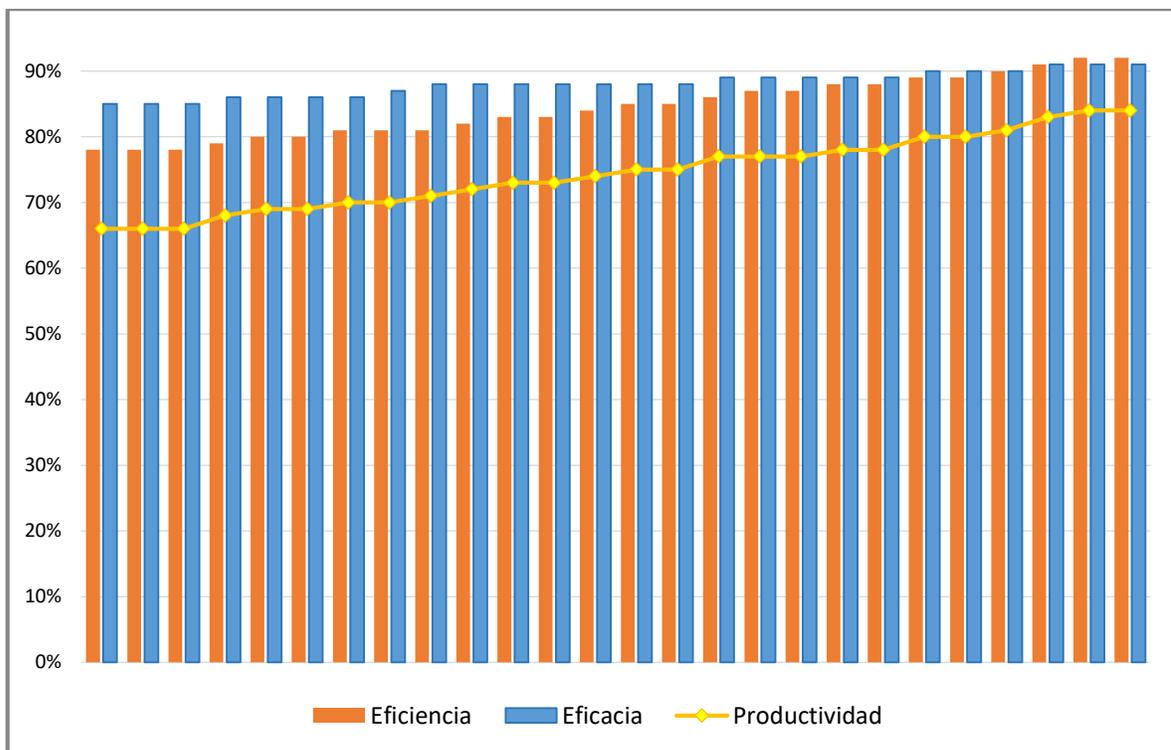
Tabla N° 01 - Productividad actual de la empresa

Día	Tiempo Planificado (min)	Tiempo Realizado (min)	Luminarias producidas (und)	Luminarias programadas (und)	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1	960	1236	163	192	0.78	0.85	0.66
2	960	1236	164	192	0.78	0.85	0.66
4	960	1226	164	192	0.78	0.85	0.66
5	960	1213	165	192	0.79	0.86	0.68
6	960	1207	165	192	0.80	0.86	0.69
7	960	1198	166	192	0.80	0.86	0.69
8	960	1188	166	192	0.81	0.86	0.70
9	960	1188	167	192	0.81	0.87	0.70
11	960	1179	168	192	0.81	0.88	0.71
12	960	1169	168	192	0.82	0.88	0.72
13	960	1161	168	192	0.83	0.88	0.73
14	960	1152	169	192	0.83	0.88	0.73
15	960	1144	169	192	0.84	0.88	0.74
16	960	1136	169	192	0.85	0.88	0.75
18	960	1128	169	192	0.85	0.88	0.75
19	960	1120	170	192	0.86	0.89	0.77
20	960	1109	170	192	0.87	0.89	0.77
21	960	1102	170	192	0.87	0.89	0.77
22	960	1092	171	192	0.88	0.89	0.78
23	960	1092	171	192	0.88	0.89	0.78
25	960	1083	172	192	0.89	0.90	0.80
26	960	1073	173	192	0.89	0.90	0.80
27	960	1064	173	192	0.90	0.90	0.81
28	960	1054	174	192	0.91	0.91	0.83
29	960	1045	174	192	0.92	0.91	0.84
30	960	1045	175	192	0.92	0.91	0.84
Total	24960	29640	4393	4992	0.8450	0.8808	0.7446

Fuente: Elaboración propia.

Como puede verse de la Figura N° 01, la variación de la productividad y sus dimensiones durante el mes de enero del 2021, donde el promedio de la productividad alcanzó el 74.46%, en tanto el promedio de la eficiencia fue de 84.50% y el promedio de la eficacia bordeó el 88.08%.

Figura N° 01 - Productividad actual de la empresa



Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia, puede darse cuenta que el problema principal de la empresa metalmecánica es la baja productividad en el área de producción y, por consiguiente, los problemas secundarios que se derivan conllevan la pérdida de eficiencia y eficacia. En tal sentido, se constata que la productividad actual de la empresa de 74.46% es relativamente baja con respecto a la productividad de la empresa metalmecánica Instruequipos Cía. Ltda. que asciende a 90.59% después de la mejora, como lo indica Cabezas (2014).

Mediante un análisis del proceso se pudo comprobar que las causas de estos problemas lo constituyen una suma de deficiencias en la línea de producción, como por ejemplo: No aprovecha máxima capacidad de producción, retraso en la entrega de pedidos, demora en la atención y solución de reclamos, entre otros.

Toda esta problemática vino ocasionando un efecto perjudicial para la empresa reflejado en la escasa capacidad de producción para cubrir la demanda de luminarias, provocando la pérdida de nuevos clientes al dejar de atenderlos y perjuicios por demoras en la entrega de pedidos.

Todas estas deficiencias halladas en el área de producción se resolverán durante el proceso de investigación en la parte temática.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema General

¿De qué manera la aplicación de la metodología Kaizen influye en la productividad del área de producción de una empresa metalmecánica?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cómo influye la aplicación de la metodología Kaizen en la eficiencia del área de producción de una empresa metalmecánica?
- b) ¿De qué modo la aplicación de la metodología Kaizen contribuye en la eficacia del área de producción de una empresa metalmecánica?

1.3. Justificación

1.3.1. Social

A fin de que la implementación de la metodología Kaizen repercuta en el incremento de la productividad, débase sensibilizar a los empleados para que ponga en práctica apropiadamente los nuevos métodos de trabajo, de tal forma que permita reducir el riesgo laboral y el manipuleo innecesario del material que causa la fatiga de los trabajadores; por consiguiente, se generará un ambiente idóneo donde se eleva la moral y la satisfacción del personal, logrando una mejor identificación y compromiso de los colaboradores interesados: directivos, personal de producción, proveedores, distribuidores y los consumidores finales.

Asimismo, la empresa brinda soluciones de iluminación garantizando la calidad, innovación y seguridad de sus productos a las principales empresas del país, quienes renuevan su confianza al seguir comprando las luminarias para incluirlos en sus respectivos proyectos, los cuales en su mayoría son de envergadura y alcance social, repercutiendo en la seguridad y bienestar de la ciudadanía en general.

1.3.2. Teórica

La investigación plantea que se incrementa la productividad en una empresa del sector metalmecánico, a través del conocimiento y la aplicación de conceptos y teorías básicas de la metodología Kaizen.

1.3.3. Metodológica

Con el objeto de cumplir con los objetivos de la tesis, se precisa contar con información para analizar los datos y presentar los resultados, siguiendo las fundamentaciones metodológicas de la investigación científica.

El estudio se justifica metodológicamente porque la manera como se desarrolla esta investigación científica deberá servir de referencia a los investigadores, profesionales y empresarios que pretendan determinar la conexión existente entre el uso de la metodología Kaizen y el crecimiento de la productividad.

Por tal propósito, se propuso la metodología para implementar la mejora continua (Kaizen), conformada por las siguientes fases:

- Fase 1: Selecciona un tema y define objetivos
- Fase 2: Crea un equipo de trabajo
- Fase 3: Recolecta y analiza datos
- Fase 4: Genbutsu Gemba (Observa el proceso)
- Fase 5: Realiza un Plan de acción
- Fase 6: Haz Seguimiento y evalúa los resultados
- Fase 7: Estandarización y expansión

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

El alcance de la investigación está referido al área de producción de la empresa Josfel Iluminación S.A.C., ubicada en Lima Metropolitana, Lima - Perú.

1.4.2. Temporal

El presente trabajo de investigación cubrió el periodo comprendido del 01 de Enero al 30 de Abril del 2021.

1.4.3. Económica

Este trabajo no supone altos costos que involucren grandes inversiones, por tanto, este proyecto fue financiado por la propia compañía porque posee los recursos requeridos para su puesta en marcha. Asimismo, el proyecto fue implementado con un costo relativamente bajo en relación con el beneficio económico esperado.

1.5. Limitaciones

Durante el desarrollo de la investigación se presentaron dificultades por la falta de disposición de algunos colaboradores para brindar información, debido a sus ocupaciones laborales y por el poco interés o confiabilidad en los resultados del estudio.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Determinar de qué manera la aplicación de la metodología Kaizen influye en la productividad del área de producción de una empresa metalmecánica.

1.6.2. Objetivos Específicos

- a) Establecer cómo influye la aplicación de la metodología Kaizen en la eficiencia del área de producción de una empresa metalmecánica.
- b) Determinar de qué modo la aplicación de la metodología Kaizen contribuye en la eficacia del área de producción de una empresa metalmecánica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Lema, en su tesis titulada: *“Estudio de tiempos y movimientos de la línea de producción de manteles de la empresa Aly Artesanías para mejorar la productividad”*, se enfocó en la reducción de tiempos y movimientos para la producción de manteles, utilizando diversas técnicas como diagramas de flujo y estudio de tiempos, seguidamente se efectuó el balance de línea para determinar el total de operarios por proceso; la investigación fue por su tipo aplicada y por su nivel descriptiva. En resumen, la eficiencia aumentó en 7%, la utilidad originada por el aumento de la producción ascendió a \$ 639.40 y la distancia recorrida por mes disminuyó en 16%. (2015, 170).

Mendoza, en su tesis titulada: *“Mejoras al proceso de elaboración de cerveza para incrementar la competitividad de la empresa”*, se analizó la línea de producción de cerveza para evaluar su funcionalidad e identificar los problemas de mayor incidencia como las excesivas mermas, con el objetivo de proponer una mejora de procesos en la elaboración de cerveza para aumentar la competitividad de la Compañía Cervecera de Coahuila. Además se experimentaron nuevos insumos para incrementar la producción, se evaluaron las condiciones de los trabajadores estableciendo sus metas y distinguiendo sus logros; finalmente, se planteó una alternativa para disminuir los costos a fin de aumentar el margen de utilidad. (2016, 62).

Yuqui, en su tesis titulada: *“Estudio de procesos, tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en Carrocerías Megabuss”*, tuvo como objetivo analizar los procesos para incrementar la productividad en la planta de ensamble de una carrocería; esta investigación fue de tipo aplicativo y con un diseño de trabajo de campo. Se efectuó un diagnóstico operacional elaborando el DOP, planos de recorrido y distribución de planta, seguido de un estudio de tiempos; luego del procesamiento y análisis de los datos se concluyó que existen tiempos improductivos y reproceso que retardan el tiempo de producción y afectan la productividad, razón por la cual se planteó una propuesta de mejoras. (2016, 155).

Colcha, en su tesis titulada: *“Propuesta de medidas de mejora que permitan aumentar la productividad de la línea de envasado en una planta comercializadora de pinturas”*, planteó como objetivo mejorar los procesos que favorece el aumento de la productividad de una planta comercializadora de pinturas y, a su vez, permita conservar la lealtad de los clientes mediante la entrega de productos oportunamente y con la calidad característica; se utilizó la herramienta del mapeo de procesos para analizar la situación actual encontrando actividades que no agregan valor, luego se diseñaron planes de acción implementando sistemas de control entre áreas operacionales. Finalmente, se generaron resultados favorables como el incremento de la productividad en la línea de envasado de 38 a 44 galones por hora-hombre y un crecimiento del nivel de servicio de 95.8% a 98.0%. (2018, 88).

Cabezas, en su tesis titulada: *“Gestión de procesos para mejorar la productividad de la línea de productos para exhibición en la empresa Instruequipos Cía. Ltda.”*, se focalizó en la gestión de procesos de producción y despacho para efectuar el diagnóstico situacional del área de producción mediante el empleo de la entrevista, observación y estudio de tiempos a fin de medir la capacidad real de producción de la compañía, así como para identificar los problemas existentes (cuellos de botella, descompromiso del personal, maquinaria obsoleta, entre otros); además se propusieron alternativas de solución como la compra de maquinaria y herramientas, elaboración de fichas de verificación de calidad, capacitación y mayor comunicación entre el personal. Se concluye que, la empresa aumentó su productividad de 74.24% a 90.59% y mejoró la calidad de sus productos terminados. (2014, 209).

2.2.1. Antecedentes Nacionales

Neyra, en su tesis titulada: *“Aplicación de la metodología Kaizen para la mejora de la productividad en la línea de parabrisas laminado del área de ensamble de la empresa AGP Perú S.A.C. - Cercado de Lima”*, planteó como objetivo establecer cómo la mejora de procesos incrementa la productividad en el área de ensamble de una compañía automotriz; la investigación fue de enfoque cuantitativo, aplicativo descriptivo, el diseño fue pre experimental y la población estuvo conformada por la producción de parabrisas durante 3 meses antes y después de la mejora. El proyecto resultó favorable para la compañía ya que generó una productividad de 6.81%, una eficiencia de 7.26% y una eficacia de 6.14%. (2017, 121).

Farje, en su tesis titulada: *“Implementación de la Mejora de procesos para incrementar la productividad de la empresa Sakmay Carpintería y Ebanistería, San*

Martín de Porres”, propuso el objetivo de implementar una mejora de procesos para el incremento de la productividad en una compañía de carpintería; la investigación fue de tipo aplicada, de nivel explicativo y de diseño cuasi-experimental, la población estuvo compuesta por la producción de puertas durante 12 semanas; los datos fueron recopilados a través de la observación con el apoyo de instrumentos como el DAP, posteriormente se procesó con el software SPSS obteniendo como resultado una productividad antes (20.42%) y después (25.51%) de la implementación de la mejora. (2017, 143).

Reyes, en su tesis titulada: *“Implementación del ciclo de mejora continua Deming para incrementar la productividad de la empresa Calzados León”*, se buscó la implementación del ciclo PHVA en la línea de producción con el objetivo de aumentar la productividad de la empresa, usando herramientas de calidad como 5S, hojas de verificación y adiestramiento en BPM y motivación; el tipo de investigación fue aplicada, el nivel descriptiva y diseño pre-experimental. Con la implementación de la mejora se incrementó la productividad de mano de obra en 25% y de materia prima en 4%, además se generó un ratio B/C de 2.41. (2015, 140).

Orozco, en su tesis titulada: *“Plan de Mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport-Chiclayo”*, planteó el objetivo de incrementar la productividad de una compañía de confecciones aplicando la metodología directamente sobre el proceso de producción; a través de la práctica de encuestas, entrevistas y observación se determinaron los problemas de la empresa como la deficiente producción debido al desorden y suciedad, la descoordinación de los empleados y el retraso de los pedidos, siendo la principal causa la falta de capacitación de personal y trabajo en equipo. Mediante el plan de mejora apoyado en los métodos de Lean Manufacturing, VSM y 5S, se logró un incremento de la productividad de mano de obra de 6% y de la productividad total de 15%. (2015, 188).

Chang, en su tesis titulada: *“Propuesta de Mejora del proceso productivo para incrementar la productividad en una empresa dedicada a la fabricación de sandalias de baño”*, planteó como objetivo la mejora del proceso de fabricación de sandalias para disminuir las pérdidas económicas ocasionadas por órdenes retrasadas, la demanda insatisfecha y los costos de tiempos improductivos; la investigación fue de tipo aplicada, de nivel descriptivo longitudinal y de diseño cuasi experimental. Con la implementación de la mejora se constató un aumento de la productividad de las horas máquina y mano de obra, así como un incremento de la capacidad útil de planta a 47% respecto a la capacidad total, lo que repercutió en el aumento de la producción para atender la demanda insatisfecha. (2016, 127).

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Metodología Kaizen

Para Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega, la metodología Kaizen es una filosofía que comprende todas las operaciones del negocio, también se le define como una estrategia de mejora continua relacionada a los costos, el cumplimiento de los pedidos, la seguridad y la salud en el trabajo, el desarrollo de personal, calidad de los productos, etc. Esta metodología se basa en el perfeccionamiento continuo del diseño inicial, por parte de todo el personal de la compañía, especialmente de los operarios de producción. También interviene en los procesos para la obtención del producto, incluyendo los procesos de gestión, y no requiere grandes inversiones. (2020, 37).

Los autores precisan que el método Kaizen requiere de una fuerte disciplina y concentración para mejorar permanentemente, planteando nuevos record en temas de productividad, calidad, costos, satisfacción al cliente y tiempos del ciclo. No es suficiente que la gerencia cuente con un sistema de información que le avise lo que ocurre en los procesos de producción sino que es importante visitar en varias ocasiones por día el proceso para analizar in situ qué ocurre y por qué; esto es, si se pretende mejorar los resultados es necesario concentrarse en mejorar los procesos. (2020, 38).

Según Socconini, la metodología Kaizen puede obtener mejoras rápidas en el desempeño de procesos definidos de producción, tiempos breves de cambio de productos, progresos en materia de orden y limpieza, mejor comunicación entre trabajadores y ambientes de trabajos más seguros, confiables y ergonómicos. La metodología Kaizen debe aplicarse cuando no existe una adecuada distribución de las áreas, existe una deficiencia de calidad, demasiado tiempo de entrega a los clientes, deficiencia en el orden y la limpieza, elevados gastos de operación y uso ineficiente de los equipos. (2019, 117).

Para Gillet-Goinard y Seno, el propósito de la metodología Kaizen es mejorar progresivamente la calidad y los costos, conservando soluciones tradicionales con sentido común sin transformar los métodos de trabajo y con el apoyo de todo el personal. (2014, 31).

En consecuencia, resulta innegable el rol de los trabajadores en la implementación de una nueva cultura organizacional, el esfuerzo continuo de los miembros que colaboran en una compañía constituyen la fuerza motriz de dicho cambio; es necesario el convencimiento de que lo que se desea implementar en la compañía resulte beneficioso para sí mismos. Se requiere establecer una capacitación permanente no sólo en el desempeño mecánico de una tarea determinada, sino en el proceso de aprendizaje que forma parte de la nueva cultura organizacional de mejoramiento continuo. La mejora continua no es cuestión de oficinas, sino que empieza en el gembu (donde ocurre la acción), no obstante se debe involucrar desde un inicio a la alta gerencia en su aplicación a fin de que se implante el

concepto Kaizen como una estrategia corporativa y que, a su vez, permita realizar el planeamiento estratégico que conduzca el rumbo de la empresa.

La filosofía Kaizen asume que nuestra forma de vida debe concentrarse en esfuerzos de mejora continua. Las mejoras bajo Kaizen son pequeñas e incrementales, genera resultados dramáticos a través del tiempo. El proceso Kaizen a menudo es sutil y poco dramático, apoyado en enfoques de sentido común de costo y riesgo bajo, garantizando el progreso incremental que se compensa en el largo plazo.

Características

La metodología Kaizen puede expresarse como una sombrilla porque con sus acciones resguardan las prácticas administrativas mediante el mejoramiento continuo. Por prácticas administrativas se describe a las acciones que contribuyen a la optimización de la calidad, dirigidas tanto a los trabajadores dentro de la empresa como a los clientes. Estas características son:

- a) Inicia con educación y termina con educación, esto es la constante capacitación para conseguir la mejora continua.
- b) Favorece el fortalecimiento de la creatividad, la confiabilidad y hace a las personas capaces de lograr los objetivos.
- c) Se consigue la distribución de responsabilidades y se crea un compromiso para fortalecer el aprendizaje mutuo.
- d) Facilita el ambiente para conseguir el compromiso durante la práctica.

Principios

Se fundamenta en que la mejora continua debe ser una forma de vida y para alcanzarla se determinan los siguientes principios:

- a) Satisfacción incesante del cliente
- b) Trabajo en equipo
- c) Predicar con el ejemplo
- d) Grandes problemas, pequeñas causas
- e) Reconocer abiertamente los problemas
- f) Promover la apertura y comunicación
- g) Manejar proyectos a través de equipos inter-funcionales
- h) Desarrollar la autodisciplina
- i) Fomentar el desarrollo de los empleados

Ventajas

La importancia del Kaizen reside en que el beneficio que aporta se transforma en una cadena de ventajas que traspasan los ámbitos laborales, las cuales ayudan a cada persona dentro y fuera de su trabajo, contribuyendo a romper las barreras de comunicación entre las diferentes áreas, donde las personas están más dispuestas en encontrar, analizar y solucionar los problemas.

El pensamiento Kaizen está enfocado en el logro de pequeñas mejoras pero significativas, por ende se esperan cambios cortos pero constantes, si la metodología se logra implementar, su utilidad puede ser proyectada como sigue:

- a) Empresa
 - Adiestra a los colaboradores a entregar lo mejor de cada uno, para lograr los objetivos de la compañía.
 - Mejora la productividad del personal.

b) Clientes

- Mejora la calidad considerando los requerimientos del cliente.
- Optimiza el servicio al cliente.

c) Empleados

- Comprometerse mejor en su puesto laboral.
- Conseguir mayores satisfacciones en el trabajo.

d) Familia

- Mejor calidad de vida del trabajador y familia.
- Aumenta la motivación individual y familiar.

e) Jefes

- El personal de su área aprende a trabajar en equipo.
- El jefe aprende a delegar funciones.

Se cuenta con tres procedimientos básicos del Kaizen en el Gemba:

a) Las 5s del Housekeeping

Se refieren a 5 términos japoneses que revelan una forma de conservar el orden en el Gemba, comprende una rutina de trabajo en la que analizan continuamente los resultados promoviendo la generación de nuevas ideas y/o soluciones.

Los 5 pasos son:

- Seiri (Organización): Eliminar el área de trabajo inutilizado.
- Seiton (Orden): Ordenar eficazmente el área de trabajo.
- Seiso (Limpieza): Optimizar la limpieza en el lugar de trabajo.
- Seiketsu (Limpieza estandarizada): Evitar la generación de desorden y suciedad.
- Shitsuke (Disciplina): Impulsar los esfuerzos en este sentido.

b) Eliminación del Muda (Despilfarros)

Parece ser la manera más efectiva para incrementar la productividad y disminuir los costos operativos. La metodología Kaizen enfatiza en esta actividad en vez de aumentar la inversión, con el fin de agregar valor al proceso. La palabra Muda no sólo representa el despilfarro o desperdicio, sino toda actividad que no añada valor al proceso.

La Muda que existen en el Gemba son:

- Muda de sobreproducción: Producir más de lo requerido para tener un grado mínimo de seguridad.
- Muda de inventario: Casi siempre es el resultado de una sobreproducción. Cuando hay un exceso de inventario no se añade ningún valor y su calidad se deteriora con el transcurso del tiempo.
- Muda de reparaciones/rechazo de productos defectuosos: Genera una interrupción en la producción y un costoso reproceso del trabajo, lo que implica significativas pérdidas económicas.
- Muda de movimiento: Cualquier movimiento del cuerpo que no genere valor al proceso, se considera improductivo.
- Muda de procesamiento: Con frecuencia el diseño de la tecnología es incompatible con un nivel aceptable de eficiencia. Muchas veces, esta muda es producto de la falta de sincronización de los procesos.
- Muda de espera: Se presenta cuando las manos de un trabajador están inactivas, ya sea por desbalances de línea, falta de stocks o partes de recambio, tiempos muertos, entre otros.
- Muda de transporte: El transporte de materiales o productos no agregan valor y con frecuencia ocurren daños durante el traslado.

c) Estandarización

Conservar los estándares es una manera de garantizar la calidad en cada proceso y de advertir la aparición de errores. Un estándar representa el mejor desarrollo del proceso, siendo más seguro y fácil de ejecutar por los empleados. Si el trabajador sigue de forma adecuada los estándares y realiza mejor su trabajo, el cliente estará satisfecho con la calidad del producto, lo cual contribuirá a que la empresa sea más productiva y rentable.

La metodología Kaizen se medirá a través de la Eliminación del muda y la Estandarización debido a que la gran mayoría de los problemas detectados están relacionados a despilfarro de tiempos, demasiado recorrido de material, desorden en la planta, entre otros, conforme se determina en el planteamiento del problema.

2.2.2. Productividad

Para Céspedes, Lavado y Ramírez, la productividad es una medida del uso óptimo de los factores en el proceso de producción. Si una empresa produce solo con el factor trabajo, entonces la productividad representa la cantidad de unidades producidas por unidad de trabajo, usualmente llamada productividad laboral. (2016, 13).

Según Fontalvo, De la Hoz y Morelos, la productividad es la relación que existe entre el volumen total de producción (salidas) y los recursos empleados (entradas) para lograr dicho nivel de producción. La productividad también se refiere a algún proceso en el cual interactúan elementos y operaciones para obtener un resultado, existen mejoras cuando ocurre cualquiera de los dos escenarios, con menos recursos se pueden obtener los mismos resultados o con los mismos recursos se pueden obtener mayores resultados. (2017, 50).

Para Hofman, Mas, Aravena y Guevara, la productividad es la relación entre lo que produce una empresa y los recursos destinados a la producción. Asimismo, la productividad es el fruto de las decisiones que toman las empresas en relación a la cantidad y calidad de los inputs de la producción, la tecnología empleada, el proceso de cambio a que están expuestos estos factores y su labor innovadora. (2017, 263).

Para Gutiérrez, la productividad se define como los resultados alcanzados en un proceso, así un aumento de la productividad implica el uso de recursos para generar mejores resultados. Además, la productividad se expresa por el cociente entre los resultados alcanzados y los recursos empleados, de tal forma que los resultados pueden cuantificarse en unidades producidas y los recursos empleados en número de empleados, tiempo utilizado, hora-máquina, etc. (2014, 20).

Según los especialistas de la Real Academia Española, la productividad es la relación entre lo que se produce y los recursos requeridos para su transformación como la mano de obra, materia prima, energía, maquinaria y equipos, etc. (2020, párr. 3).

Considerando las definiciones referidas de diversos autores se puede deducir que la productividad es el modo de medir el resultado del uso de los recursos para cumplir objetivos planteados, en otras palabras, es la relación entre los productos terminados y los factores de la producción que intervinieron en el proceso.

La productividad se mide en función al producto entre la eficiencia y la eficacia, por ende, debe evaluarse el desempeño de los trabajadores y el tiempo de las operaciones a través de registros de observaciones.

Fórmula 1. Productividad

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

Fuente: Calidad total y productividad.

Factores que determinan la productividad

Según Fontalvo, De la Hoz y Morelos, existen dos clases de factores que influyen en la productividad, los factores internos que pueden ser controlados por la compañía, y los factores externos, que son muy difíciles de controlar por la organización. Entre los factores internos consideran al producto, tecnología, personal, planta, inventarios, organización y métodos; y entre los factores externos contemplan a los cambios económicos y demográficos, recursos naturales y la administración pública. (2017, 52).

Factores internos de la productividad

Pueden clasificarse en factores duros, los cuales son difícilmente modificables; y factores blandos, que cambian con facilidad.

Factores duros:

Producto: Es el nivel en que un producto cumple con las exigencias de la producción. A través de una mejora del diseño y las especificaciones puede mejorarse el valor de uso del producto.

Planta y equipo: Su funcionamiento en óptimas condiciones en la planta, mediante un mantenimiento oportuno, disminución de tiempos muertos y utilización adecuada de la capacidad de planta.

Tecnología: A través de la automatización de procesos la tecnología puede mejorar los sistemas de comunicación, el control de procesos y el manejo de los materiales.

Materiales y energía: Se subraya el rendimiento del material, el control de desperdicios, el uso de materiales alternativos o sustitutos y la disminución de la energía.

Factores blandos:

Personas: Es el recurso principal en la mejora productiva, ya que son aquellos que desempeñan funciones importantes con talento y creatividad en varios campos.

Organización y sistemas: Una organización debe actuar orientada a objetivos, teniendo en cuenta una comunicación fluida en todos los ámbitos.

Métodos de trabajo: Busca que el trabajo sea productivo mediante el método utilizado para su ejecución.

Estilos de dirección: Afectan el diseño organizacional, las políticas de los trabajadores, la planeación de actividades, normas de comportamiento, etcétera.

Factores externos que influyen en la productividad

Ajustes estructurales: Entre los cambios estructurales más importantes tenemos los cambios de carácter económico, social y demográfico.

Recursos naturales: Especialmente mano de obra, energía y materias primas.

Administración pública e infraestructura: Las políticas, las estrategias y programas gubernamentales repercuten en la productividad de una compañía.

Eficiencia

Para Fontalvo, De la Hoz y Morelos, la eficiencia comprende el uso racional de los recursos para alcanzar resultados específicos, consiste en la capacidad de lograr un objetivo propuesto anticipadamente con el mínimo empleo de recursos y tiempo incurrido, se debe considerar que un incremento en la productividad no se debe forzosamente a un aumento en el uso de los recursos. (2017, 52).

Para Gutiérrez, la eficiencia es la relación entre el resultado logrado y los recursos que fueron utilizados, es decir, es el empleo adecuado de los recursos para conseguir el cumplimiento de los objetivos propuestos. (2014, 20).

Según los especialistas de la Real Academia Española, la eficiencia es la capacidad de emplear los recursos para conseguir un objetivo determinado. (2020, párr. 1).

En general, la eficiencia es el uso óptimo de los recursos dentro de un sistema productivo a fin de conseguir el cumplimiento adecuado de los objetivos propuestos en una organización. Se entiende por optimizar los recursos, la reducción de desperdicios, la disminución de tiempos improductivos por paros de máquinas, demoras, etc.

Considerando las definiciones anteriores, se puede deducir que la eficiencia es la relación entre el tiempo útil y el tiempo total.

Fórmula 2. Eficiencia

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

Fuente: Calidad total y productividad.

Eficacia

Para Fontalvo, De la Hoz y Morelos, la eficacia es el indicador que evidencia la capacidad que tiene la empresa para lograr los resultados esperados, es decir, representa el estado en la que una empresa logra sus objetivos establecidos con anterioridad. (2017, 51).

Para Gutiérrez, la eficacia es el nivel en que se ejecutan las actividades planeadas para lograr los resultados proyectados, es decir, es la capacidad de conseguir los resultados esperados. (2014, 20).

Según los especialistas de la Real Academia Española, la eficacia es la capacidad de lograr los resultados previamente establecidos. (2020, párr. 1).

Para Medianero, la eficacia es la relación entre los resultados obtenidos de la producción real y la producción planificada. (2016, 38).

En general, la eficacia es la capacidad de conseguir el objetivo establecido mediante el empleo de acciones y recursos, considerando criterios específicos.

Fórmula 3. Eficacia

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Produccion programada}}$$

Fuente: Calidad total y productividad.

2.3. Definición de términos

2.3.1. Metodología Kaizen

Es un método de producción que origina un mecanismo de mejoramiento continuo en toda la organización, creando un progreso constante en los niveles de la productividad.

El Kaizen se enfoca en alcanzar un cambio más allá de la rutina laboral en los trabajadores de la empresa, esto es, fomenta una nueva forma de realizar sus actividades cotidianas.

Eliminación del Muda

Se considera la manera más eficaz para mejorar la productividad y reducir los costos operativos. La palabra japonesa Muda significa desperdicio o despilfarro, es decir, cualquier actividad que consuma recursos y no añade valor al proceso.

Estandarización

La estandarización concede un valor agregado al producto a través de un procedimiento establecido, por eso el cumplimiento de los estándares es una manera de garantizar la calidad en cada proceso evitando la reaparición de defectos. Se afirma que un estándar representa la forma más segura y fácil de ejecutar un proceso por los trabajadores. La administración eficiente de los recursos requiere del cumplimiento diario de los estándares, por ello los estándares se vuelven parte integral del Kaizen ya que proporcionan la base para la mejora continua.

2.3.2. Productividad

La productividad determina la capacidad de un sistema para producir los productos requeridos, teniendo en cuenta el aprovechamiento óptimo de los recursos empleados. Existe productividad cuando se produce la misma cantidad con menos recursos empleados o cuando se produce más utilizando los mismos recursos, obteniendo una mayor rentabilidad empresarial en ambos casos.

Eficiencia

Es el esfuerzo realizado para conseguir los resultados trazados haciendo uso del mínimo recurso posible, es decir, es lograr los objetivos propuestos mediante el uso óptimo de los recursos.

Eficacia

Es el nivel de contribución para conseguir determinadas metas, es decir, mide el nivel de desempeño en las operaciones de un proceso para obtener los resultados esperados.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La aplicación de la metodología Kaizen influye significativamente en la productividad del área de producción de una empresa metalmecánica.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a) La aplicación de la metodología Kaizen influye considerablemente en la eficiencia del área de producción de una empresa metalmecánica.
- b) La aplicación de la metodología Kaizen contribuye significativamente en la eficacia del área de producción de una empresa metalmecánica.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Metodología Kaizen

Para Socconini, la metodología Kaizen puede obtener mejoras rápidas en el desempeño de procesos definidos de producción, tiempos breves de cambio de productos, progresos en materia de orden y limpieza, mejor comunicación entre trabajadores y ambientes de trabajos más seguros, confiables y ergonómicos. (2019, 117).

Productividad

Para Gutiérrez, la productividad se define como los resultados alcanzados en un proceso, así un aumento de la productividad implica el uso de recursos para generar mejores resultados. Además, la productividad se expresa por el cociente entre los resultados alcanzados y los recursos empleados, de tal forma que los resultados pueden cuantificarse en unidades producidas y los recursos empleados en número de empleados, tiempo utilizado, hora-máquina, etc. (2014, 20).

2.5.2. Definición operacional de la variable

Metodología Kaizen

La metodología Kaizen se establece en función a la evaluación del problema en la Eliminación del Muda y los procesos estandarizados con la Estandarización.

Dimensiones de la metodología Kaizen

- Eliminación del Muda: Se refiere a la reducción de despilfarros previa selección de problemas.
- Estandarización: Se obtiene del cociente entre los procesos estandarizados y el total de procesos.

Productividad

Se mide la productividad en función al producto entre la eficiencia y la eficacia, por ende, debe evaluarse el desempeño de los trabajadores y el tiempo de las operaciones a través de registros de observaciones.

Dimensiones de la Productividad

- Eficiencia: Es la relación entre el tiempo planificado y el tiempo realizado.
- Eficacia: Es el cociente entre la cantidad de luminarias producidas y la cantidad de luminarias programadas.

2.5.3. Operacionalización de la variable

Tabla N° 02 - Matriz de Operacionalización de la variable

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable Independiente (X) METODOLOGÍA KAIZEN	Para Socconini, la metodología Kaizen puede obtener mejoras rápidas en el desempeño de procesos definidos de producción, tiempos breves de cambio de productos, progresos en materia de orden y limpieza, mejor comunicación entre trabajadores y ambientes de trabajos más seguros, confiables y ergonómicos. (2019, 117).	La metodología Kaizen se establece en función a la evaluación del problema en la Eliminación del Muda y los procesos estandarizados con la Estandarización.	Eliminación del Muda	Selección de problemas (S.P.) $S.P. = \frac{\#Problemas\ seleccionados}{\#Problemas\ existentes} \times 100\%$	Razón
			Estandarización	Procesos Estandarizados (P.E.) $P.E. = \frac{\#Procesos\ Estandarizados}{Total\ de\ Procesos} \times 100\%$	Razón
Variable Dependiente (Y) PRODUCTIVIDAD	Para Gutiérrez, la productividad se define como los resultados alcanzados en un proceso, así un aumento de la productividad implica el uso de recursos para generar mejores resultados. Además, la productividad se expresa por el cociente entre los resultados alcanzados y los recursos empleados, de tal forma que los resultados pueden cuantificarse en unidades producidas y los recursos empleados en número de empleados, tiempo utilizado, hora-máquina, etc. (2014, 20).	Se mide la productividad en función al producto entre la eficiencia y la eficacia, por ende, debe evaluarse el desempeño de los trabajadores y el tiempo de las operaciones a través de registros de observaciones.	Eficiencia	Eficiencia de la línea de producción $Eficiencia = \frac{\text{Tiempo planificado}}{\text{Tiempo realizado}}$	Razón
			Eficacia	Eficacia de la línea de producción $Eficacia = \frac{\#Luminarias\ producidas}{\#Luminarias\ programadas}$	Razón

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de Investigación

En la investigación se empleó el método científico aplicado; ya que este método comprende un conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se utilizan para conseguir una investigación con resultados aceptables y válidos para la comunidad científica.

Hernández, Fernández y Baptista afirman que el uso del método científico en una investigación esclarece las relaciones entre las variables que afectan el fenómeno materia del estudio, así como plantea cuidadosamente los aspectos metodológicos a fin de garantizar la validez y confiabilidad de los resultados. (2014, 101).

3.2. Tipo de Investigación

El estudio reunió las condiciones metodológicas de ser una investigación aplicada, ya que tiene como propósito la aplicación directa de los conocimientos ya existentes para satisfacer una necesidad que genere beneficios a la ciudadanía; esto es, tuvo como objetivo analizar en qué medida se mejora la productividad a través de la aplicación de conocimientos y técnicas de la metodología Kaizen.

Cabezas, Andrade y Torres sostienen que la investigación aplicada comprende la producción de conocimientos que tengan una aplicación directa en la solución de problemas. (2018, 34).

3.3. Nivel de Investigación

El nivel de investigación es explicativo debido a que se respondió las causas y acontecimientos que influyen en la productividad; es decir, se explicó cómo se incrementa la productividad mediante la aplicación de la metodología Kaizen en una compañía metalmeccánica.

Cabezas, Andrade y Torres declaran que los estudios explicativos no terminan con la descripción de características o el establecimiento de relaciones entre variables, sino que responden a las causas de los sucesos o fenómenos estudiados. (2018, 34).

3.4. Diseño de Investigación

Por su diseño la investigación fue experimental de tipo cuasi experimental, porque se trabajará con un muestreo predeterminado donde no existe un grupo de control y solamente se trabajará con un grupo experimental a quienes se les aplicará un pre test, luego se le administra el tratamiento y, al final, se le aplicará un post test posterior al tratamiento.

Hernández, Fernández y Baptista afirman que en el diseño cuasi-experimental se manipula de manera deliberada una variable independiente para analizar su impacto sobre una o más variables dependientes, además opinan que los grupos ya están conformados antes del experimento. (2014, 151).

Grupo	Pre prueba	Variable Independiente	Pos prueba
Gt	Y ₁	X	Y ₂

Dónde:

Gt = Grupo de trabajo (muestra)

Y₁ = Productividad antes

X = Aplicación de la metodología Kaizen

Y₂ = Productividad después

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población es finita y está conformada por 51 colaboradores que laboran en el área de producción de la compañía Jوسفel Iluminación S.A.C.

Cabezas, Andrade y Torres expresan que la población es un conjunto de sujetos con especificaciones comunes, de los cuales surgen las conclusiones más significativas del estudio. (2018, 89).

3.5.2. Muestra

En esta investigación se utiliza el muestreo no probabilístico y dado que la población es pequeña se usó una muestra censal donde participan todos los integrantes de la población. La muestra se constituye por 51 colaboradores que laboran en el área de producción de la compañía Jوسفel Iluminación S.A.C.

Cabezas, Andrade y Torres declaran que la muestra es la toma de una pequeña parte del universo total de una población, la que dará a conocer sintéticamente datos específicos de un universo y sin incurrir en gastos elevados. (2018, 93).

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron diferentes técnicas e instrumentos de recolección de datos para conseguir la mayor información necesaria a fin de obtener un conocimiento de mayor amplitud sobre la situación problemática.

3.6.1. Técnica

Se empleó la técnica de observación de campo, ya que nos permitió obtener de la compañía datos de interés para la investigación.

Hernández, Fernández y Baptista afirman que la recopilación de datos conlleva a realizar un plan minucioso de procedimientos que nos orienten a reunir datos con un interés particular. (2014, 198).

3.6.2. Instrumento de recolección de datos

A fin de efectuar un análisis correcto de la producción, se emplearon los registros de datos para la identificación de problemas, a saber:

1. Registro de toma de tiempos
2. Registros del Diagrama de Actividades de Procesos
3. Fichas de Control de la producción

El instrumento de recopilación de datos viene a ser el cronómetro, que sirvió para medir los tiempos de cada operación que intervino en el proceso productivo con el propósito de comprender el desenvolvimiento de los indicadores.

Hernández, Fernández y Baptista señalan que un instrumento de medición registra datos observacionales que constituyen los conceptos o las variables que examina el investigador. (2014, 199).

3.6.3. Validez del instrumento

Se desarrolló a través del Juicio de Expertos, considerando a profesionales especializados de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Peruana Los Andes, quienes por su conocimiento y experiencia en el tema emitieron su opinión y dieron la validez del instrumento. (Anexo N° 03).

La confiabilidad se dio en el campo y fue aprobado por el Jefe de Producción.

3.7. Procesamiento de la información

Los datos recopilados se procesaron a través de programas informáticos, lo que nos permitió obtener cuadros estadísticos, fórmulas, diagramas y otros reportes, para una mejor comprensión.

Hernández, Fernández y Baptista expresan que actualmente el análisis cuantitativo de los datos ya no se procesa de forma manual sino mediante computadora, por tanto, este análisis se efectúa sobre una matriz de datos usando un programa computacional. (2014, 272).

3.8. Técnicas y análisis de datos

Análisis descriptivo

A través de la estadística descriptiva se registraron los datos y se calcularon los parámetros estadísticos que describen el conjunto estudiado.

Análisis inferencial

A fin de contrastar la hipótesis se efectuó el análisis de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk ya que la cantidad de datos obtenidos es menor que 50. En función a los resultados en la hipótesis general y específica, si los datos de las variables son paramétricas se realizó la prueba de T-Student, y si las variables son no paramétricas se empleó el método de Wilcoxon.

Hernández, Fernández y Baptista señalan que frecuentemente el objetivo de la investigación no solo pretende describir las distribuciones de las variables, sino a probar la hipótesis y ampliar los resultados obtenidos en la muestra a la población. Los datos recolectados de una muestra proporcionan resultados estadísticos llamados estadígrafos, por lo que los parámetros de la población pueden ser inferidos de estos estadígrafos, de ahí la denominación de estadística inferencial. (2014, 299).

Aspectos éticos de la Investigación

El investigador se compromete a respetar la veracidad del resultado; el respeto por la propiedad intelectual; la fiabilidad de los datos proporcionados por la compañía; la identidad de los personajes que participan en el estudio; honestidad; entre otros.

Hernández, Fernández y Baptista sostienen que por cuestiones de ética, es necesario apegarse al principio de confidencialidad, por ello es factible reemplazar la identidad de los participantes por códigos alfanuméricos, iniciales u otros nombres; idénticamente sucede con el reporte de resultados. (2014, 424).

3.9. Desarrollo de la propuesta de mejora

Se procede a desarrollar el procedimiento propuesto en la justificación metodológica para la aplicación de la metodología Kaizen, conformada por las siguientes fases:

Fase 1: Selecciona un tema y define objetivos

En el planteamiento de la problemática se detectaron algunas deficiencias en los procesos productivos que ocasionaron el problema principal de la compañía: la baja productividad en el área de producción. Estas deficiencias encontradas se resuelven en el desarrollo de esta propuesta de mejora.

Por tanto, el objetivo de estudio

Determinar de qué manera la aplicación de la metodología Kaizen influye en la productividad del área de producción de una empresa metalmecánica. Y, por ende, cómo aumentar sus dimensiones: eficiencia y eficacia.

Fase 2: Crea un equipo de trabajo

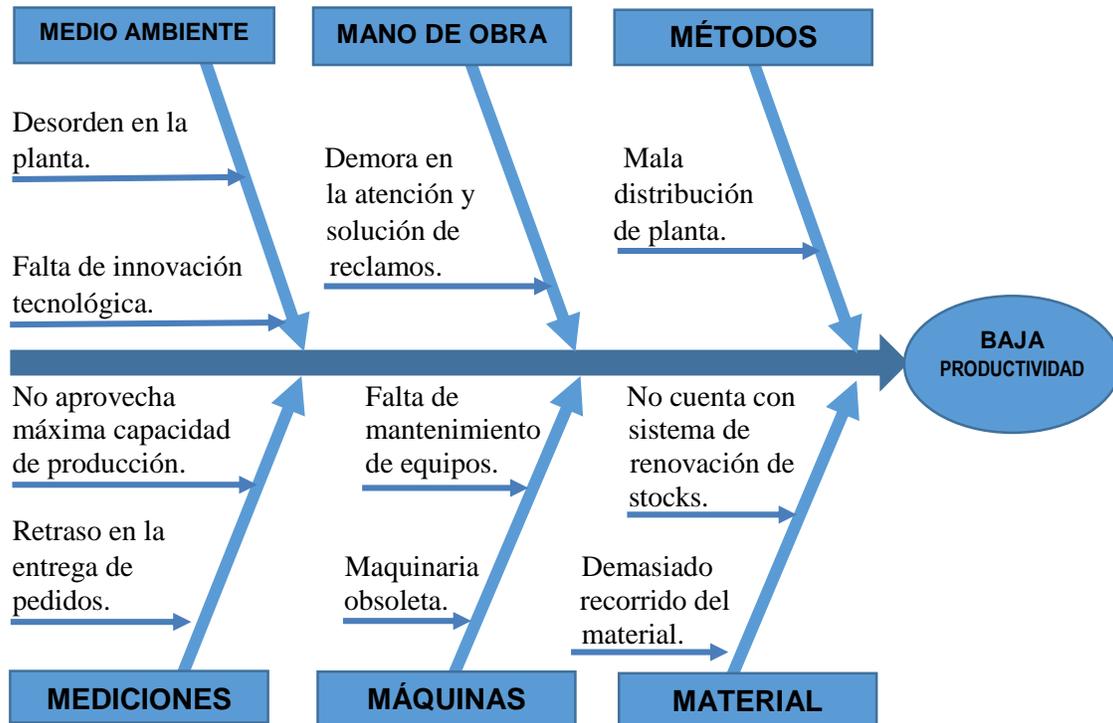
Estuvo conformado por el Jefe de Producción, el equipo investigador y con la participación de los colaboradores del área de producción de la empresa, quienes brindaron las facilidades para la recopilación de información y colaboraron en el planteamiento de alternativas para la solución de problemas.

Fase 3: Recolecta y analiza datos

A fin de tener un mayor entendimiento de las causas del problema que existen dentro de la compañía, se utiliza el Diagrama de Causa - Efecto (Ishikawa) con la participación de sus trabajadores.

En la Figura N° 02 se observan los 6 componentes raíces del problema, donde se aprecia que las causas de la baja productividad en la empresa están dispersas proporcionalmente entre dichos componentes (6M).

Figura N° 02 - Diagrama de Causa y Efecto



Fuente: Elaboración propia.

Luego, se realiza la Tabla N° 03: Matriz Correlacional de Causas, para calcular el nivel de relación que existe entre las causas del problema identificado en el Diagrama de Ishikawa, donde se obtuvo una puntuación porcentual por cada una.

Esta Matriz Correlacional se elaboró en conjunto con los encargados del área de producción, considerando como criterio de evaluación a “2” respondiendo a un nivel de mayor causalidad o mayor influencia de un criterio sobre el otro, “1” respondiendo a un nivel de igual causalidad o sea ambos criterios tienen el mismo nivel de influencia, y “0” respondiendo a un nivel de menor causalidad, es decir, representa al criterio que tiene menor influencia frente al otro.

Tabla N° 03 - Matriz Correlacional de Causas

Causas		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Σ	Imp	Ptj.
P1	Demora en la atención y solución de reclamos		1	2	0	2	1	2	2	2	2	14	3	42
P2	Retraso en la entrega de pedidos	1		2	1	2	2	2	2	2	2	16	9	144
P3	Desorden en la planta	0	0		0	2	0	2	1	2	2	9	1	9
P4	No aprovecha máxima capacidad de producción	2	1	2		2	2	2	2	2	2	17	9	153
P5	Demasiado recorrido del material	0	0	0	0		0	0	0	0	1	1	3	3
P6	Falta de innovación tecnológica	1	0	2	0	2		2	2	2	2	13	1	13
P7	Falta de mantenimiento de equipos	0	0	0	0	2	0		0	1	2	5	1	5
P8	No cuenta con sistema de renovación de stocks	0	0	1	0	2	0	2		2	2	9	3	27
P9	Maquinaria obsoleta	0	0	0	0	2	0	1	0		2	5	1	5
P10	Mala distribución de planta	0	0	0	0	1	0	0	0	0		1	3	3
Total														404

Impacto	Escala
Nada	0
Poco	1
Regular	3
Mucho	9

Fuente: Elaboración propia.

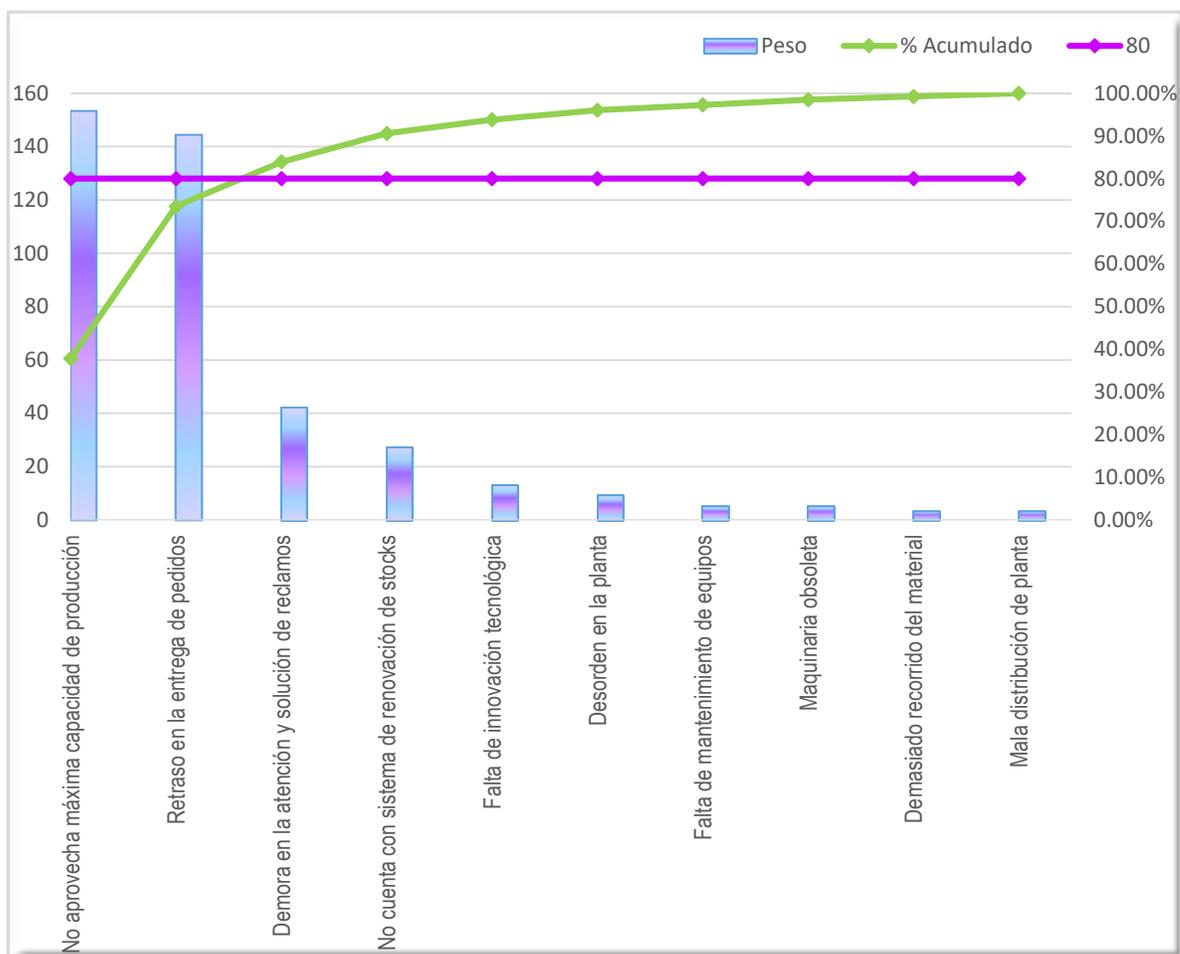
Igualmente, para tener una mejor precisión sobre las causas identificadas del problema existente en la compañía, se realiza la Tabla N° 04: Análisis de Pareto (80/20) considerando las puntuaciones porcentuales obtenidas.

Tabla N° 04 - Análisis de Pareto (80/20)

Causas		Ptj.	%	%Acum	%
P4	No aprovecha máxima capacidad de producción	153	37.87	37.87	80%
P2	Retraso en la entrega de pedidos	144	35.64	73.51	
P1	Demora en la atención y solución de reclamos	42	10.40	83.91	20%
P8	No cuenta con sistema de renovación de stocks	27	6.68	90.59	
P6	Falta de innovación tecnológica	13	3.22	93.81	
P3	Desorden en la planta	9	2.23	96.04	
P7	Falta de mantenimiento de equipos	5	1.24	97.28	
P9	Maquinaria obsoleta	5	1.24	98.52	
P5	Demasiado recorrido del material	3	0.74	99.26	
P10	Mala distribución de planta	3	0.74	100.00	

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 03 - Diagrama de Pareto (80/20)



Fuente: Elaboración propia.

De la Figura N° 03, se aprecia que el 80% de las causas del problema está comprendido por: No aprovecha máxima capacidad de producción (37.87%) y retraso en la entrega de pedidos (35.64%) y, en parte, por la demora en la atención y solución de reclamos; en consecuencia, éstas son las causas que más contribuyen en la baja productividad en la compañía.

Luego, se realiza la clasificación de las causas en cuatro áreas de la compañía: gestión, calidad, mantenimiento y procesos. Seguidamente, se efectúa un análisis utilizando la Tabla N° 05: Matriz de Priorización con el objeto de identificar las áreas de mayor incidencia.

Tabla N° 05 - Matriz de Priorización

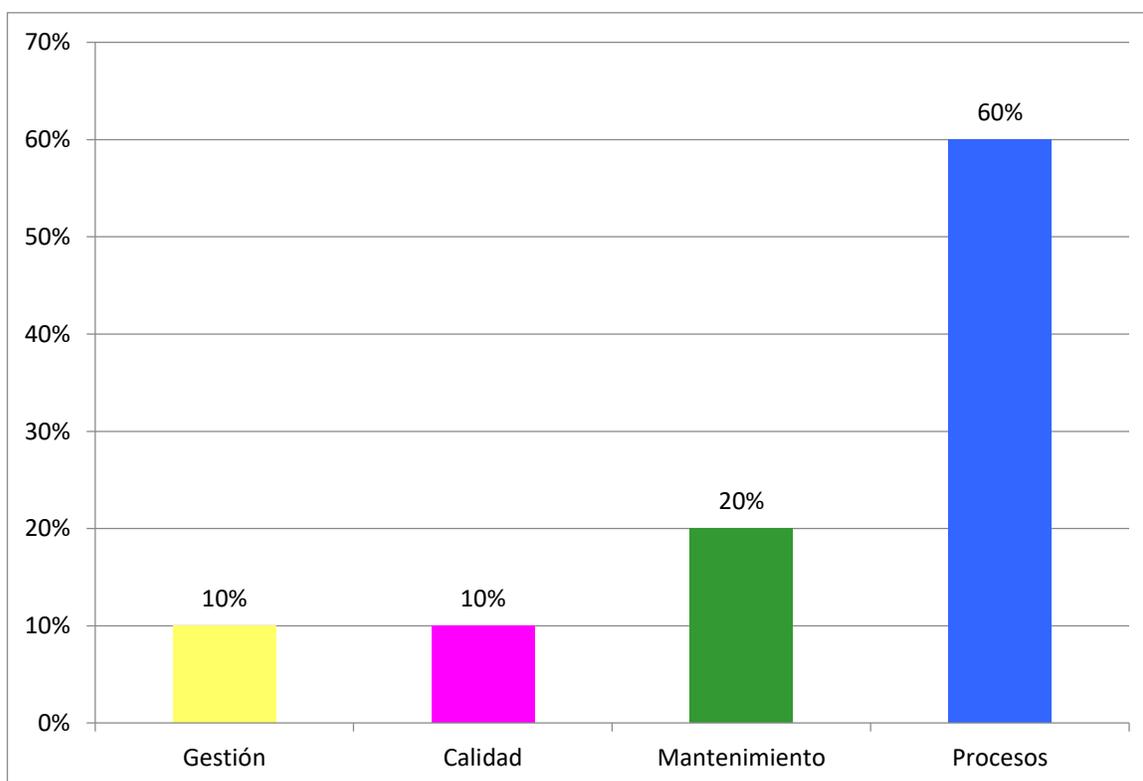
Problemas por área	Medio Ambiente	Mano de Obra	Método	Medición	Máquina	Material	Criticidad	Total	Porcentaje	Impacto	Calificación	Prioridad	Medidas a tomar
Gestión	1						Baja	1	10%	1	1	4	Gestión empresarial
Calidad		1					Baja	1	10%	2	2	3	Diseño de puestos
Mantenimiento					2		Media	2	20%	3	6	2	Gestión de mantenimiento
Procesos	1		1	2		2	Alta	6	60%	5	30	1	Mejora continua de procesos
Total	2	1	1	2	2	2		10	100%				

Criticidad	Impacto
Baja	1 al 2
Media	3 al 4
Alta	5

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N° 04, se aprecia que el área de mayor incidencia es Procesos con un 60%, seguido del área de Mantenimiento con un 20% de incidencia. Finalmente, se concluye que debe priorizarse el área de Procesos ya que tiene un impacto de 5 y un nivel alto de criticidad; para lo cual la mejor alternativa de solución sería la Mejora continua de procesos enfocada en la metodología Kaizen.

Figura N° 04 - Clasificación de los problemas por estratos



Fuente: Elaboración propia.

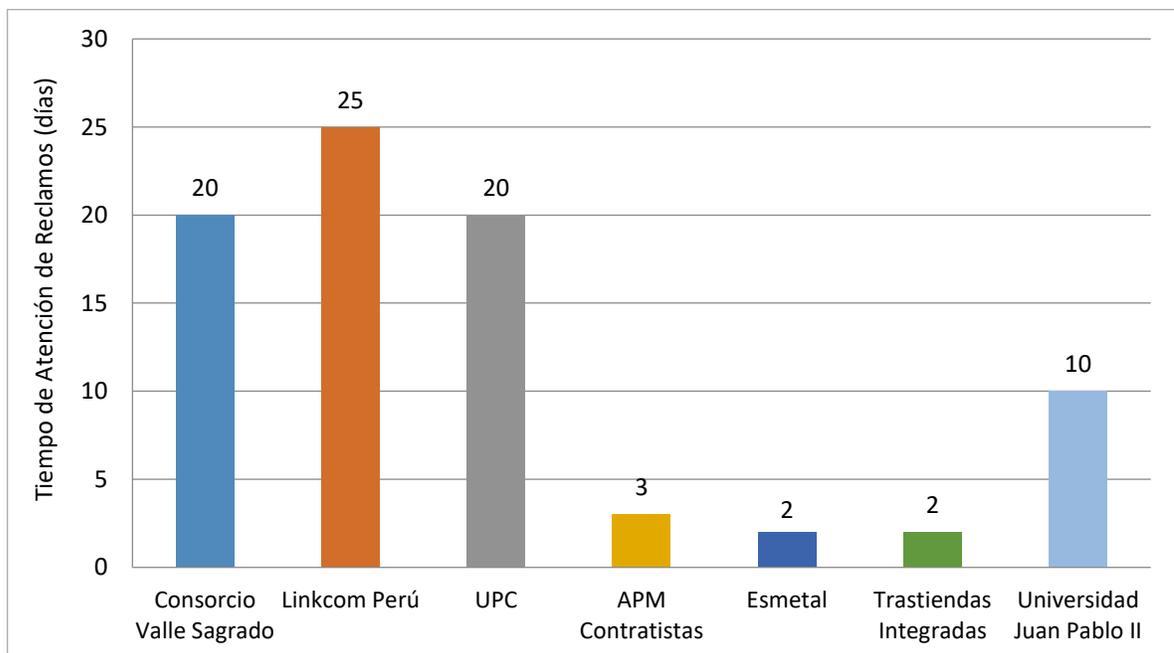
Fase 4: Genbutsu Gemba (Observa el proceso)

A continuación, se procede a efectuar el análisis crítico de las causas más importantes de la baja productividad, que fueron priorizadas en el Diagrama de Pareto.

Demora en atención y solución de reclamos

Actualmente existen diversos reclamos de los clientes por algún producto o servicio prestado que no satisface sus requerimientos mínimos. La reiterada existencia de productos defectuosos en los pedidos despachados y los reclamos que no son atendidos con celeridad vienen generando malestar y desconfianza en los clientes. En la Figura N° 05 se observa el tiempo de atención de reclamos durante la pre mejora, con un promedio de 12 días de demora en la solución de reclamos y donde más del 50% de los reclamos fueron atendidos con más de 10 días de retraso.

Figura N° 05 - Tiempo de atención de reclamos (pre mejora)



Fuente: Elaboración propia.

Retraso en la entrega de pedidos

Actualmente, los clientes se quejan constantemente de la demora en la entrega de sus pedidos, esto es debido a que la empresa no tiene una correcta programación de la producción ya que muchas veces no se respeta el orden secuencial de los trabajos por atender pedidos urgentes o retrasados, asimismo en ocasiones la empresa asume compromisos con nuevos pedidos sin tener en cuenta el tiempo que demora el área de compras para el reabastecimiento de algunos materiales faltantes. Esta problemática viene generando un desmedro en la imagen de la empresa, así como pedidos cancelados total o parcialmente y la disconformidad de los clientes por el mal servicio.

Además, la empresa no lleva un buen control de inventarios ya que no cuenta con un sistema de renovación de stocks MRP para calcular la cantidad y el momento en que deben comprarse los materiales, que garantice no se interrumpa la producción por falta de stocks.

No aprovecha máxima capacidad de producción

No existe un balance adecuado de la línea de producción de luminarias, ya que luego de analizar los procesos se halló el cuello de botella, es decir, el proceso más lento que determina la capacidad de producción de la planta. En la Tabla N° 06: Diagrama de Actividades del Proceso, se observan los tiempos de procesos para un lote de producción de 500 unidades (luminarias), donde el proceso cuello de botella es el armado con un tiempo estándar de 5 min/und, ya que tarda el mayor tiempo (2500 min) para producir un lote de producción (500 unidades).

Este desbalance de línea viene originando tiempos improductivos y por otro lado, un elevado tiempo del ciclo de fabricación, lo que repercute en una disminución de la eficiencia del proceso y, en consecuencia, en una baja productividad de la línea de producción.

Diagrama N°: 01 Hoja N°: 01			RESUMEN					
Producto: Luminaria de alumbrado público			Actividad		Actual	Propues sto	Econo mía	
Actividad: Fabricación de Luminarias de alumbrado público			Operación 		15			
			Transporte 		4			
			Espera 		9			
			Inspección 		4			
			Almacenamiento 		2			
Método: Propuesto			Distancia					
Lugar: Planta de Producción			Tiempo (min)		13099			
Operario (s) : Ficha N° 01			Costo					
Compuesto por: Fecha: 20/01/2021			Mano de Obra					
			Material					
Aprobado por: Fecha:			Total					
DESCRIPCIÓN	Distan cia	Tiempo (min)	Actividad					Observación
								
Almacén							1	
Traslado al área de corte		0,5				1		
Calibración		25			1			
Cortado por plasma		375	1					4 piezas por min
Inspección		250		1				
Traslado al área de doblado		0,5				2		
Armado de dobladora		90			2			Según modelo
Doblado a α 120°		250	2					
Armado de dobladora		90			3			Según modelo
Doblado a α 90°		250	3					
Armado de dobladora		90			4			Según modelo
Doblado a α 45°		250	4					
Armado de dobladora		90			5			Según modelo
Doblado a α 15°		250	5					
Inspección		125		2				
Soldadura		1250	6					
Traslado al área bonderizado		0,5				3		
1° Bonderizado-Desengrasado		1000	7					Tiempo de 60 min Capacidad de 30 piezas
Secado		5			6			
2° Bonderizado		1000	8					Tiempo de 60 min Capacidad de 30 piezas

Secado		40			7			
3º Bonderizado		1000	9					Tiempo de 60 min Capacidad de 30 piezas
Secado		40			8			
4º Bonderizado		500	10					Tiempo de 30 min Capacidad de 30 piezas
Secado		30			9			
Horno 150º C		680	11					Tiempo de 40 min Capacidad de 30 piezas
Pintado		500	12					
Horno 350º C		500	13					
Inspección		250		3				
Armado		2500	14					Entrada de Pernos 5/16", Cable N° 16 y Led
Inspección		167		4				
Empaque		1500	15					
Traslado al área de almacén		0,5				4		
Almacén P.T.							2	

Fase 5: Realiza un Plan de acción

La propuesta debe proponer mejoras con el fin de eliminar las deficiencias detectadas que influyen en la productividad de la compañía, por eso es esencial seleccionar la herramienta más adecuada que asegure dicho propósito. Para tal fin, se recolectó información de diversas alternativas de solución antes de seleccionar a la variable independiente.

Ciclo PHVA

“Esta metodología describe los cuatro pasos esenciales que se deben llevar a cabo de forma sistemática para lograr la mejora continua, entendiendo como tal el mejoramiento continuado de la calidad (disminución de fallos, aumento de la eficacia y eficiencia, solución de problemas, previsión y eliminación de riesgos potenciales...). El círculo de Deming lo componen 4 etapas cíclicas: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo) de forma que las actividades son reevaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras”. (Deming, 1986).

Kaizen

“Kaizen significa: mejoramiento continuo, pero mejoramiento todos los días, a cada momento, realizado por todos los empleados de la organización, en cualquier lugar de la empresa. Y que va de pequeñas mejoras incrementales a innovaciones drásticas y radicales”. Masaaki Imai (2006; 2007).

Reingeniería

“Consiste en agrupar diferentes esfuerzos de los sectores de la organización de esta forma se diseñaran nuevos productos en los procesos, o mejorar los ya existentes, reflejando sus beneficios en la disminución de costos incrementando la calidad de producto de proceso o servicio”. (Hammer y Stanton, 1997, 37).

Elección de la mejor alternativa de solución

Después de efectuar una comparación de las herramientas mencionadas, se eligió como la mejor alternativa de solución al Mejoramiento Continuo: Kaizen, en vista que la aplicación de esta metodología emplea técnicas de Ingeniería Industrial alcanzando soluciones efectivas enfocadas en la optimización de procesos a fin de incrementar la productividad de la empresa.

Por ende, luego de haber identificado las causas que ocasionaban mayor impacto en la baja productividad, se plantearon algunas alternativas de solución que se consideraron como propuestas de mejora a aplicar:

- Implementación de un procedimiento de atención y solución de reclamos
- Implementación de una macros que determine la secuencia óptima de producción en tiempo real
- Implementación de un Sistema de Renovación de Stocks - MRP para disminuir el tiempo de actividad en el área de planeamiento y control.
- Eliminación del proceso cuello de botella

Cabe precisar, que durante la etapa de pre mejora comprendida entre los meses de enero y febrero del 2021 se efectuó la identificación y diagnóstico de los procesos actuales con el objeto de mejorarlos. Igualmente, durante la etapa de post mejora comprendida entre los meses de marzo y abril del 2021 se puso en marcha el nuevo proceso efectuando el seguimiento y control, lo que posibilitó realizar la supervisión y monitoreo respectivo, finalmente se evaluaron los resultados y beneficios económicos de la implementación.

Para la implementación de la propuesta, se puso en práctica la herramienta de mejora elegida con el objeto de incrementar la productividad en la compañía fabricante de luminarias de alumbrado público:

Procedimiento de atención de reclamos

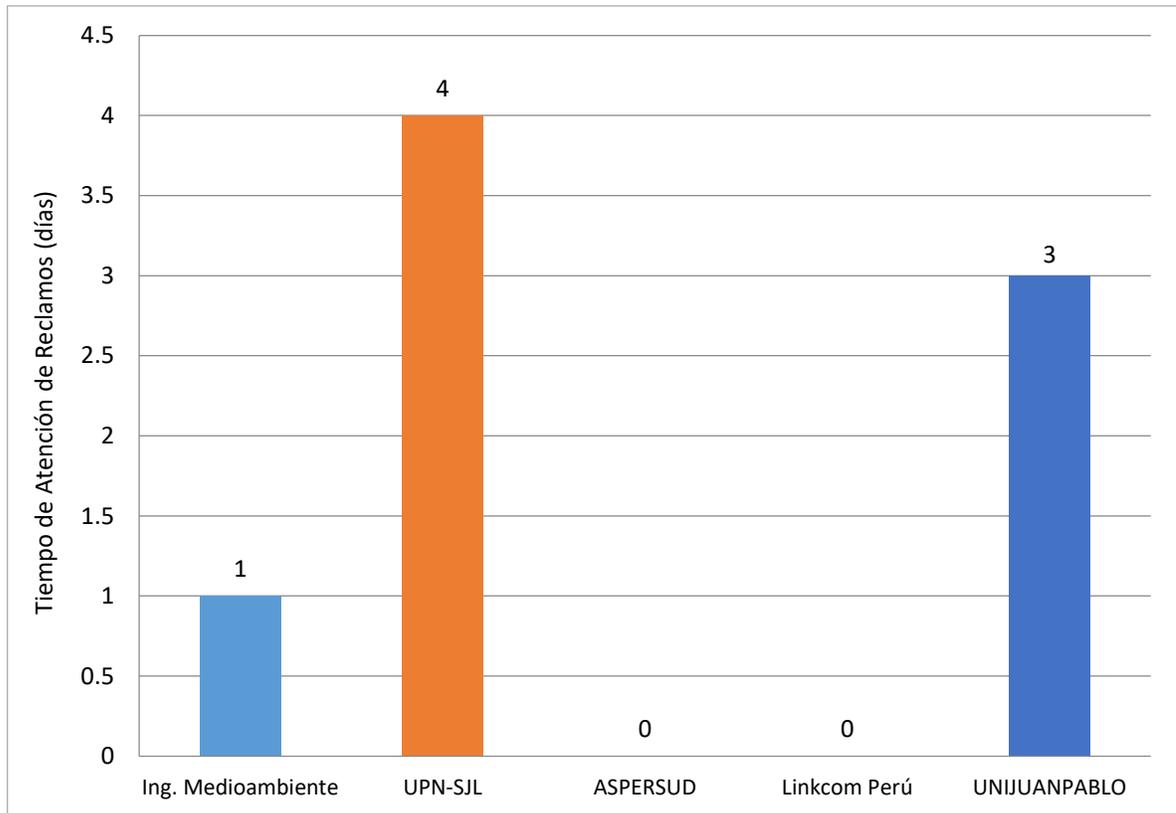
Se estableció un procedimiento para la atención de reclamos de los clientes para determinar las causas de manera rápida que permita dar una solución inmediata ya sea mediante la reposición de los equipos u otra forma de resolución, como puede verse en el Anexo N° 09.

En paralelo a la atención del reclamo hacia el cliente, se realiza el análisis de la causa raíz del problema que ocasionó el reclamo para determinar la falla y tomar las acciones correctivas para evitar su repetición si fuese necesario.

La mejora en el plan de seguimientos de reclamos, la simplificación del procedimientos de trabajo y el aumento de la eficiencia del personal involucrado proporcionó un mejor tiempo de respuesta lo que repercutió en mayor confianza y fidelización del cliente.

En la Figura N° 06 se observa que el tiempo promedio de atención de reclamos se redujo a 1.6 días, donde 3 de cada 5 reclamos (60%) fueron atendidos en menos de 1 día de retraso.

Figura N° 06 - Tiempo de atención de reclamos (post mejora)



Fuente: Elaboración propia.

Secuencia óptima de producción

Se propuso la implementación de una macros que determine en cuestión de segundos la secuencia óptima de producción, es decir, el orden en el cual serán fabricados los diferentes productos con el fin de evitar posibles retrasos en la entrega de los pedidos.

Como se observa en la Figura N° 07: Interfaz para ingresar datos en el sistema macros, para el desarrollo de la macros se requiere ingresar los datos de partida:

- Tiempo de Operación: Tiempo de proceso del producto en la máquina para finalizar el pedido del cliente.
- Fecha de Entrega: Fecha en la cual nuestro cliente solicita el pedido.
- Fecha de Recepción: Fecha en la cual disponemos de la materia prima o del recurso transformado, preparado para procesarse en la máquina.
- Fecha de Planta: Fecha máxima en la cual disponemos de la planta para procesar el producto.
- N° de Operaciones: Número de operaciones restantes.

Además, la metodología de secuenciación comprende los siguientes teoremas (reglas de secuencia):

- SOT.- Secuencia de fabricación en función del mínimo tiempo de operación necesario para fabricar el producto.
- EDD.- Secuencia de fabricación en función de la fecha en la cual solicita el cliente el pedido.
- FIFO.- Secuencia de fabricación en función de la entrada de materia prima para procesar el pedido.
- MOORE.- Secuencia de fabricación que optimiza los retrasos globales de los pedidos.
- CR.- Secuencia de fabricación en función del cociente entre la fecha de entrega y el tiempo restante en planta.
- STR/OP.- Secuencia de fabricación en función del tiempo restante de holgura por operación.

El sistema macros se construyó mediante el programa MS Excel empleando la siguiente interfaz:

Figura N° 07 - Interfaz para ingresar datos en el sistema macros

SECUENCIA OPTIMA DE PRODUCCION

Pedido	T. Operación	F. Entrega	F. Recepción	F. Planta	N° Operaciones
P-001	9	26/05/2021	02/06/2021	21/05/2021	4
P-002	8	29/05/2021	27/04/2021	27/05/2021	3
P-003	2	04/06/2021	26/05/2021	29/05/2021	6
P-004	6	01/06/2021	27/04/2021	27/05/2021	4
P-005	3	02/06/2021	24/05/2021	29/05/2021	3
P-006	2	05/06/2021	27/04/2021	02/06/2021	3
P-007	4	03/06/2021	25/05/2021	31/05/2021	5
P-008	2	07/06/2021	27/04/2021	31/05/2021	6
P-009	24	22/03/2021	25/05/2021	17/03/2021	4
P-010	12	24/05/2021	27/04/2021	22/05/2021	2
P-011	20	22/05/2021	26/05/2021	19/05/2021	4
P-012	5	31/05/2021	27/04/2021	27/05/2021	3
P-013	14	25/05/2021	01/06/2021	20/05/2021	5
P-014	16	24/05/2021	27/05/2021	17/05/2021	6
P-015	7	31/05/2021	27/04/2021	28/05/2021	3

F. Hoy

30/03/2021

Número de pedidos

REGLAS DE SECUENCIA

SOT

EDD

FIFO

MOORE

CR

STR/OP

Comparación de las reglas

Borrar datos

Fuente: Elaboración propia.

Cada teorema aporta una secuencia de producción dependiendo de la configuración y cantidad de pedidos a procesar, de manera que mediante la comparación entre los diferentes teoremas se obtiene aquella regla que proporciona la secuencia óptima de fabricación.

Figura N° 08 - Interfaz de resultados de la comparación de reglas

RESULTADOS

	N° de retrasos	Retraso
SOT	5	16.00
EDD	10	25.00
FIFO	11	36.00
MOORE	3	9.00
CR	12	40.00
STR/OP	8	20.00

Secuencia Optima

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Figura N° 08, una vez ingresado los datos de partida en el sistema macros se compararon las reglas obteniendo la secuencia óptima de producción “Moore”, lo que permitió comprobar que la empresa disminuyó el tiempo de entrega de los pedidos y, por consiguiente, redujo a tres entregas con 9 días de retraso. Esto trajo consigo, que la empresa mejore su imagen en el mercado, se reduzcan las inconformidades de clientes y los pedidos cancelados por el mal servicio, así como incurra en menos penalidades por demora en la entrega de los pedidos.

Implementación de un Sistema de Renovación de Stocks - MRP

En el área de Planeación de la producción se propuso la implementación de un sistema MRP que reduzca el tiempo de operación de 2 días a 1 hora, con el fin de calcular la cantidad y el momento que deben adquirirse los materiales para el programa de producción.

Como se observa en la Figura N° 09, para el desarrollo del sistema MRP se requieren tomar los siguientes datos:

- La demanda que supone la cantidad de luminarias de alumbrado a producir
- El plazo de entrega de materiales por parte de los proveedores
- El inventario de existencias de almacén
- El stock de seguridad
- La composición o árbol de materiales por unidad producida

De este modo, el sistema MRP se diseñó en el programa MS Excel utilizando las siguientes interfaces:

Figura N° 09 - Interfaz para ingresar datos en el MRP

LISTA DE MATERIALES

TOMA DE DATOS

BORRAR DATOS

AYUDA

NIVEL 0

CODIGO	LUMINARIA DE ALUMBRADO PÚBLICO				
DISPONIBILIDAD	5840				
STOCK SEGURIDAD	4160				
LEAD TIME	1				
SEMANAS	8				

NIVEL 1

CODIGO	CARCASA	REFLECTOR	EQUIPO ELÉCTRICO	FILTRO Y DIFUSOR
CANTIDAD	6640	6640	6640	6640
DISPONIBILIDAD	7500	5000	6500	7000
STOCK SEGURIDAD	4160	4160	4160	4160
LEAD TIME	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 10 - Interfaz para la explosión del MRP

EXPLOSION - PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES

NECESIDADES BRUTAS

EXPLOSION

BORRAR DATOS

NIVEL 0

Código	SEMANAS									
LUMINARIA DE ALUMBRADO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Demanda										
Disponibilidad										
Stock Seguridad										
Requerimientos netos										
Emision Orden de Compra										

Fuente: Elaboración propia.

Eliminación del cuello de botella

Con el propósito de eliminar el cuello de botella en el proceso de armado, se recomendó duplicar el personal asignado a dicho proceso; lo que trajo consigo una reducción en el tiempo del proceso de 5 a 2.5 minutos por cada luminaria producida, conforme puede verse en la Tabla N° 07.

Tabla N° 07 - Tiempos del proceso cuello de botella

Elemento	Tiempo Estándar (Antes)		Tiempo Estándar (Después)	
	min/lote	min/und	min/lote	min/und
Armado	2500	5	1250	2.5

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 08 se aprecian los tiempos por tipo de actividad, donde el tiempo total del proceso productivo ha disminuido en 1250 minutos respecto a la situación previa a la mejora (de 13099 a 11849 minutos), esta reducción se debe a la eliminación del cuello de botella en el proceso de armado. Todas estas mejoras repercutieron positivamente en el nivel de productividad de la empresa en estudio.

Tabla N° 08 - Tiempos por tipo de actividad (Pre y Post)

DESCRIPCIÓN		ANTES (min)	DESPUÉS (min)
Operación	○	11805	10555
Inspección	□	792	792
Transporte	⇒	2	2
Demora	D	500	500
Almacenamiento	▽	-	-
Tiempo Total		13099	11849

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 09 puede verse la Eliminación del Muda, que se refiere a la reducción de despilfarros (tiempos, defectos, demoras, costos, etc.) a través de la solución de problemas seleccionados que fueron priorizados previamente en el Diagrama de Pareto, en otros términos, se solucionaron los 4 problemas existentes que fueron seleccionados en el Análisis de Pareto, obteniendo un porcentaje relativo de Eliminación del muda del 100%.

Tabla N° 09 - Eliminación del Muda

Problemas Existentes (Priorizados)	Problemas Seleccionados	Solución
No aprovecha máxima capacidad de producción	✓	Eliminación del proceso cuello de botella (Armado)
Retraso en la entrega de pedidos	✓	Secuenciamiento óptimo de producción
Demora en la atención y solución de reclamos	✓	Procedimiento de atención de reclamos
No cuenta con sistema de renovación de stocks	✓	Planificación de Requerimiento de Materiales
Problemas Existentes (PE) = 4	Problemas Seleccionados (PS) = 4	

Eliminación del muda = $PS \div PE = 4 \div 4 = 100\%$
--

Fuente: Elaboración propia.

Fase 6: Haz Seguimiento y evalúa los resultados

Como resultado de la aplicación de la metodología Kaizen, se presenta la Tabla N° 10: Comparativo del antes y después de la mejora, donde se comparan los indicadores cuyos valores se han modificado durante la pre y post mejora, estos cambios resultaron favorables para el aumento de la productividad en la compañía metalmecánica. Se puede concluir que, mientras la capacidad de producción ha aumentado significativamente en un 67%, los demás indicadores han disminuido en diferentes magnitudes, por ejemplo: el tiempo total del proceso productivo se redujo en 1250 min, el tiempo promedio de atención de reclamos disminuyó de 12 a 1.6 días, entre otros.

Tabla N° 10 - Comparativo del antes y después de la mejora

Indicador	Antes	Después	Diferencia	
Tiempo medio de atención de reclamos (días)	12	1.6	10.4	↓
Tiempo total del proceso productivo (min/lote)	13099	11849	1250	↓
Capacidad de producción (und/mes)	4992	8320	3328	↑
N° de retrasos en la entrega de pedidos	15	3	12	↓
Cuello de botella: Armado (min/und)	5	2.5	2.5	↓

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la Tabla N° 11: Productividad Fabricación de Luminarias (Después), puede verse que al disminuir el tiempo total ejecutado aumentó la eficiencia post mejora, simultáneamente al incrementarse la producción real aumentó la eficacia post mejora, por consiguiente, la productividad post mejora también aumentó al ser equivalente al producto de la eficacia y eficiencia.

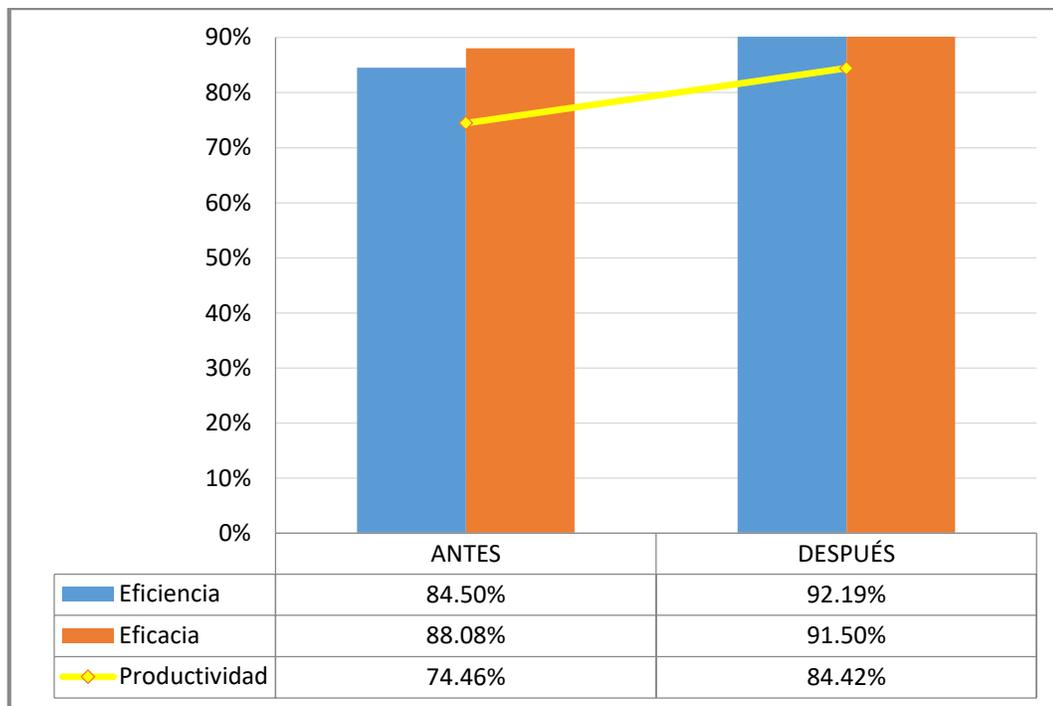
Tabla N° 11 - Productividad Fabricación de Luminarias (Después)

Día	Tiempo Planificado (min)	Tiempo Realizado (min)	Luminarias producidas (und)	Luminarias programadas (und)	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1	960	1123	281	320	0.85	0.88	0.75
2	960	1119	282	320	0.86	0.88	0.76
3	960	1112	282	320	0.86	0.88	0.76
4	960	1101	284	320	0.87	0.89	0.77
5	960	1095	284	320	0.88	0.89	0.78
6	960	1087	286	320	0.88	0.89	0.78
8	960	1078	286	320	0.89	0.89	0.79
9	960	1078	287	320	0.89	0.90	0.80
10	960	1069	289	320	0.90	0.90	0.81
11	960	1060	289	320	0.91	0.90	0.82
12	960	1052	291	320	0.91	0.91	0.83
13	960	1043	291	320	0.92	0.91	0.84
15	960	1043	293	320	0.92	0.92	0.85
16	960	1043	293	320	0.92	0.92	0.85
17	960	1043	294	320	0.92	0.92	0.85
18	960	1035	294	320	0.93	0.92	0.86
19	960	1024	296	320	0.94	0.93	0.87
20	960	1017	296	320	0.94	0.93	0.87
22	960	1008	298	320	0.95	0.93	0.88
23	960	1008	298	320	0.95	0.93	0.88
24	960	1000	300	320	0.96	0.94	0.90
25	960	991	301	320	0.97	0.94	0.91
26	960	983	301	320	0.98	0.94	0.92
27	960	973	303	320	0.99	0.95	0.94
29	960	965	303	320	0.99	0.95	0.94
30	960	965	305	320	0.99	0.95	0.94
Total	24960	27115	7607	8320	0.9219	0.9150	0.8442

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N° 11, puede apreciarse un aumento de la eficiencia y eficacia respecto a la situación anterior y, en consecuencia, un aumento de la productividad debido a que ésta es directamente proporcional a ambas dimensiones.

Figura N° 11 - Productividad pre y post mejora de la empresa



Fuente: Elaboración propia.

En tal sentido, se observa que la Eficiencia aumentó de 84.50% a 92.19%, o sea, en un 9.10%; mientras que la Eficacia se incrementó de 88.08% a 91.50%, es decir, en un 3.88% y; finalmente, la Productividad se elevó de 74.46% a 84.42%, esto es, en un 13.38%.

Evaluación económica (beneficio/costo)

Como resultado de la aplicación de la metodología Kaizen, se proyecta una producción adicional de 3328 luminarias de alumbrado público por mes.

En primer término, se estimaron los costos de materia prima que originó esta producción adicional post mejora, seguidamente se calcularon los gastos anuales de mantenimiento y los demás costos que conforman el presupuesto de inversión de la aplicación de la metodología Kaizen que suma S/. 29,000.00.

En segundo lugar, se estimaron los ingresos de ventas por año teniendo en cuenta un precio unitario de S/. 420 por luminaria para el primer año (Ver Tabla N° 12).

El costo de oportunidad del capital está dado por la tasa pasiva que presenta el Banco Pichincha por depósitos a plazos en moneda nacional de 181 a 360 días, ascendiente a 3.00% (Fuente: SBS, 31 de marzo del 2021).

En la Tabla N° 12, se observa que el ratio Beneficio/Costo (B/C) es de 3.20; como es mayor que 1, se deduce que la aplicación de la metodología Kaizen en la empresa es rentable en los próximos 3 años. Asimismo, se puede interpretar de los resultados obtenidos, que por cada sol que se invierte en la empresa, se obtiene 3.20 soles.

Tabla N° 12 - Análisis Costo Beneficio (Flujo de Caja Proyectado)

INGRESOS		2021	2022	2023
Ingreso por Ventas		3'064,320.00	9'417,000.00	16'061,760.00
TOTAL INGRESOS	S/.	3'064,320.00	9'417,000.00	16'061,760.00
EGRESOS				
Materia Prima		919,296.00	2'825,100.00	4'818,528.00
Mano de Obra Directa		76,000.00	112,000.00	112,000.00
Mantenimiento de equipos		9,850.00	10,500.00	11,050.00
Sistema de Renovación Stocks	2,000.00			
Secuencia Óptima de Producción	3,600.00			
Procedimiento de atención de reclamos	1,800.00			
Mejora continua de procesos	15,800.00			
Seguimiento y control del proceso	2,600.00			
Otros gastos	3,200.00			
TOTAL EGRESOS	S/.	29,000.00	1'005,146.00	2'947,600.00
FLUJO DE CAJA	S/.	-29,000.00	2'059,174.00	6'469,400.00
	VAN	S/. 18'244,770		
	B/C	3.20		

Fuente: Elaboración propia.

Fase 7: Estandarización y expansión

En la Tabla N° 13 puede verse el resultado de la Estandarización, que se obtiene del cociente entre los procesos estandarizados (4) y el total de procesos deficientes (4) que fueron priorizados en el Diagrama de Pareto, por tener mayor incidencia en la baja productividad de la compañía.

Tabla N° 13 - Estandarización de procesos

Procesos Deficientes	Procesos Estandarizados
No aprovecha máxima capacidad de producción	Proceso de Armado (Asignación de 2 equipos de trabajo para eliminar cuello de botella)
Retraso en la entrega de pedidos	Secuenciamiento óptimo de producción
Demora en la atención y solución de reclamos	Procedimiento de Atención y solución de reclamos
No cuenta con sistema de renovación de stocks	Sistema de Requerimiento de Materiales (MRP)
Total Procesos Deficientes (TP) = 4	Procesos Estandarizados (PE) = 4

$$\text{Estandarización} = \text{PE} \div \text{TP} = 4 \div 4 = 100\%$$

Fuente: Elaboración propia.

Se efectuó la documentación de los nuevos procedimientos estandarizados y se capacitó a los trabajadores sobre la correcta aplicación de los mismos, comprometiéndolos para continuar con la implementación de la metodología a fin de que los resultados vayan mejorando en forma progresiva y, de esta manera, promover una cultura de mejora continua en la compañía para dar pie a futuros estudios en otras áreas con problemáticas similares.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis descriptivo

En la Tabla N° 14, se presentan los datos de la Eficiencia obtenidos durante la pre y post mejora del proyecto, donde se observa que la Eficiencia aumentó de 84.50% a 92.19% como resultado de la implementación de la mejora continua.

Tabla N° 14 - Medición de Eficiencia

EFICIENCIA		
N°	ANTES	DESPUÉS
1	0.78	0.85
2	0.78	0.86
3	0.78	0.86
4	0.79	0.87
5	0.80	0.88
6	0.80	0.88
7	0.81	0.89
8	0.81	0.89
9	0.81	0.90
10	0.82	0.91
11	0.83	0.91
12	0.83	0.92
13	0.84	0.92
14	0.85	0.92
15	0.85	0.92
16	0.86	0.93
17	0.87	0.94
18	0.87	0.94
19	0.88	0.95
20	0.88	0.95
21	0.89	0.96
22	0.89	0.97
23	0.90	0.98
24	0.91	0.99
25	0.92	0.99
26	0.92	0.99
Min	0.78	0.85
Max	0.92	0.99
Media	0.8450	0.9219

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 15, puede verse los datos de la Eficacia hallados durante la pre y post mejora del proyecto, donde se aprecia que la Eficacia se incrementó de 88.08% a 91.50% como resultado de la aplicación de la metodología Kaizen.

Tabla N° 15 - Medición de Eficacia

EFICACIA		
N°	ANTES	DESPUÉS
1	0.85	0.88
2	0.85	0.88
3	0.85	0.88
4	0.86	0.89
5	0.86	0.89
6	0.86	0.89
7	0.86	0.89
8	0.87	0.90
9	0.88	0.90
10	0.88	0.90
11	0.88	0.91
12	0.88	0.91
13	0.88	0.92
14	0.88	0.92
15	0.88	0.92
16	0.89	0.92
17	0.89	0.93
18	0.89	0.93
19	0.89	0.93
20	0.89	0.93
21	0.90	0.94
22	0.90	0.94
23	0.90	0.94
24	0.91	0.95
25	0.91	0.95
26	0.91	0.95
Min	0.85	0.88
Max	0.91	0.95
Media	0.8808	0.9150

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 16, se observan los datos de la Productividad calculados durante la pre y post mejora del proyecto, donde se nota que la Productividad se elevó de 74.46% a 84.42% como resultado de la implementación del método de Kaizen.

Tabla N° 16 - Medición de Productividad

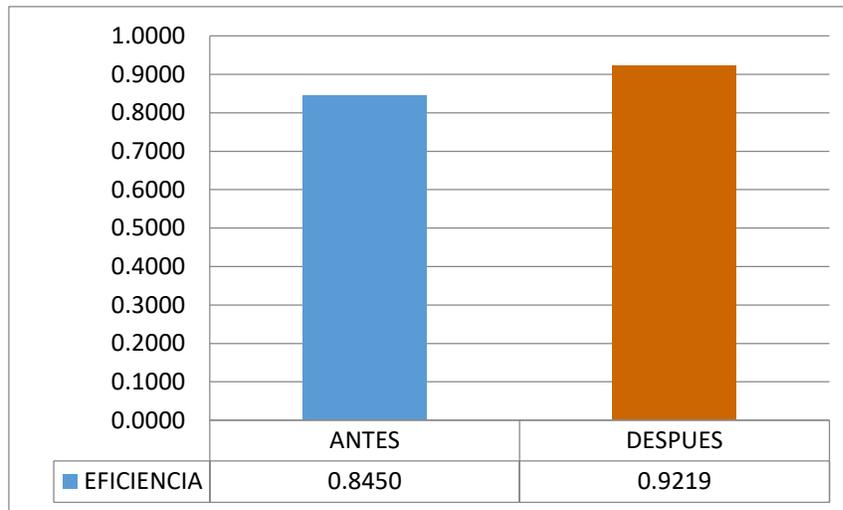
PRODUCTIVIDAD		
N°	ANTES	DESPUÉS
1	0.66	0.75
2	0.66	0.76
3	0.66	0.76
4	0.68	0.77
5	0.69	0.78
6	0.69	0.78
7	0.70	0.79
8	0.70	0.80
9	0.71	0.81
10	0.72	0.82
11	0.73	0.83
12	0.73	0.84
13	0.74	0.85
14	0.75	0.85
15	0.75	0.85
16	0.77	0.86
17	0.77	0.87
18	0.77	0.87
19	0.78	0.88
20	0.78	0.88
21	0.80	0.90
22	0.80	0.91
23	0.81	0.92
24	0.83	0.94
25	0.84	0.94
26	0.84	0.94
Min	0.66	0.75
Max	0.84	0.94
Media	0.7446	0.8442

Fuente: Elaboración propia.

Comparación de medias (Pre y post mejora)

En la Figura N° 12, se aprecia que la Eficiencia aumentó de 84.50% a 92.19%, o sea, en un 9.10%.

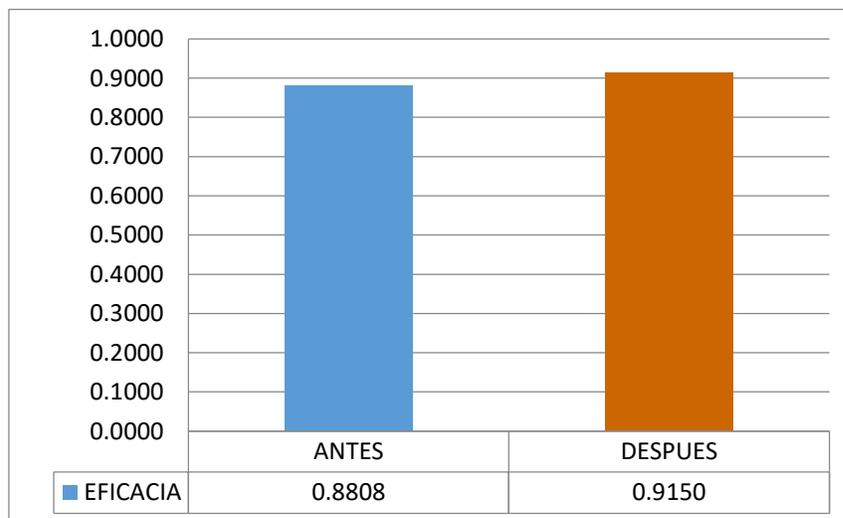
Figura N° 12 - Eficiencia antes y después



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N° 13, puede verse que la Eficacia se incrementó de 88.08% a 91.50%, o sea, en un 3.88%.

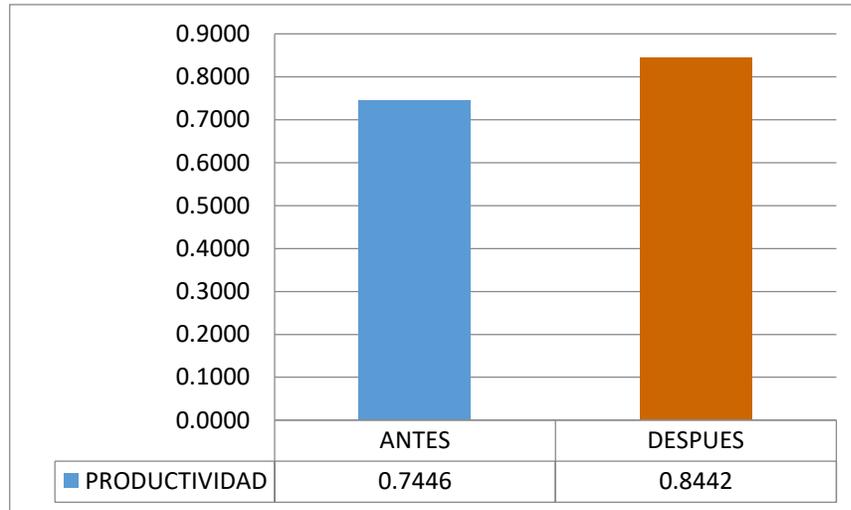
Figura N° 13 - Eficacia antes y después



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N° 14, se nota que la Productividad se elevó de 74.46% a 84.42%, o sea, en un 13.38%.

Figura N° 14 - Productividad antes y después



Fuente: Elaboración propia.

4.2. Análisis inferencial

4.2.1. Análisis de la hipótesis general

Ha: La aplicación de la metodología Kaizen influye significativamente en la productividad del área de producción de una empresa metalmeccánica.

Con el fin de contrastar la hipótesis general, se requiere establecer si los datos de la Productividad en la pre y post prueba tienen un comportamiento paramétrico, por eso se realizó el análisis de normalidad a través del método de Shapiro-Wilk, ya que la cantidad de datos obtenidos en ambas series es menor que 50.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p_{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla N° 17 - Prueba de normalidad en la Productividad mediante Shapiro-Wilk

Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad ANTES	,955	26	,300
Productividad DESPUÉS	,951	26	,240

Fuente: Elaboración propia.

Como puede deducirse de la Tabla N° 17, la significancia de la Productividad en la pre y post prueba es de 0.300 y 0.240 respectivamente; por consiguiente, dado que ambas son mayores que 0.05 y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que los datos de ambas series tienen un comportamiento paramétrico. Por lo tanto, con el fin de comprobar que la Productividad se ha incrementado, se procedió a realizar el análisis con el estadígrafo de T-Student.

Contrastación de la hipótesis general:

H₀: La aplicación de la metodología Kaizen no influye significativamente en la productividad del área de producción de una empresa metalmeccánica.

H_a: La aplicación de la metodología Kaizen influye significativamente en la productividad del área de producción de una empresa metalmeccánica.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla N° 18 - Estadística de muestra de la Productividad mediante T-Student

	Estadísticas de muestras emparejadas			
	Media	N	Desviación estándar	Error estándar de la media
Productividad ANTES	,7446	26	,05595	,01097
Productividad DESPUÉS	,8442	26	,05954	,01168

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 18, queda comprobado que la media de la Productividad antes (0.7446) es menor a la media de la Productividad después (0.8442), por lo tanto no se cumple que $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, por tal razón se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Para confirmar que el análisis realizado es el correcto, se procedió al análisis mediante el pvalor o la significancia de los datos obtenidos de ambas productividades con la prueba de T-Student.

Regla de decisión:

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $pvalor > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 19 - Prueba de muestras relacionadas de la Productividad con T-Student

	Prueba de muestras emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Diferencias emparejadas							
	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
			Inferior	Superior				
Productividad ANTES - Productividad DESPUÉS	-,09962	,00662	,00130	-,10229	-,09694	-76,709	25	,000

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 19, se confirma que la significancia de la prueba de muestras relacionadas para ambas productividades es de 0.000, en consecuencia, de acuerdo a la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa: La aplicación de la metodología Kaizen influye significativamente en la productividad del área de producción de una empresa metalmeccánica.

4.2.2. Análisis de la primera hipótesis específica H₁

H_{a1}: La aplicación de la metodología Kaizen influye considerablemente en la eficiencia del área de producción de una empresa metalmecánica.

En la primera hipótesis específica se determina si los datos de la Eficiencia en la pre y post prueba tienen un comportamiento paramétrico, por ello se realizó el análisis de normalidad mediante el método de Shapiro-Wilk, teniendo en cuenta que la cantidad de datos obtenidos es menor que 50.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p_{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla N° 20 - Prueba de normalidad en la Eficiencia mediante Shapiro-Wilk

	Prueba de normalidad		
	Estadístico	Shapiro-Wilk gl	Sig.
Eficiencia ANTES	,943	26	,155
Eficiencia DESPUÉS	,957	26	,344

Fuente: Elaboración propia.

Como puede deducirse de la Tabla N° 20, la significancia de la Eficiencia en la pre y post prueba es de 0.155 y 0.344 respectivamente; en consecuencia, dado que ambas son mayores que 0.05 y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que los datos de ambas series tienen un comportamiento paramétrico. Por lo tanto, con el fin de comprobar que la Eficiencia se ha incrementado, se procedió a realizar el análisis con el estadígrafo de T-Student.

Contrastación de la hipótesis específica H₁

H₀₁: La aplicación de la metodología Kaizen no influye considerablemente en la eficiencia del área de producción de una empresa metalmecánica.

H_{a1}: La aplicación de la metodología Kaizen influye considerablemente en la eficiencia del área de producción de una empresa metalmecánica.

Regla de decisión:

$$H_{01}: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_{a1}: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla N° 21 - Estadística de muestra de la Eficiencia mediante T-Student

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desviación estándar	Error estándar de la media
Eficiencia ANTES	,8450	26	,04519	,00886
Eficiencia DESPUÉS	,9219	26	,04252	,00834

Fuente: Elaboración propia.

Como puede comprobarse de la Tabla N° 21, la media de la Eficiencia antes (0.8450) es menor a la media de la Eficiencia después (0.9219), por lo tanto no se cumple H₀₁: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, por tal razón se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Para confirmar que el análisis realizado es el correcto, se procedió al análisis mediante el pvalor o la significancia de los datos obtenidos de ambas eficiencias con la prueba de T-Student.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 22 - Prueba de muestras relacionadas de la Eficiencia con T-Student

	Prueba de muestras emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Diferencias emparejadas							
	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
			Inferior	Superior				
Eficiencia ANTES - Eficiencia DESPUÉS	-,07692	,00679	,00133	-,07967	-,07418	-57,735	25	,000

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 22, se confirma que la significancia de la prueba de muestras relacionadas para ambas eficiencias es de 0.000, por consiguiente, de acuerdo a la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa: La aplicación de la metodología Kaizen influye considerablemente en la eficiencia del área de producción de una empresa metalmecánica.

4.2.3. Análisis de la segunda hipótesis específica H₂

H_{a2}: La aplicación de la metodología Kaizen contribuye significativamente en la eficacia del área de producción de una empresa metalmecánica.

En la segunda hipótesis específica se determina si los datos de la Eficacia en la pre y post prueba tienen un comportamiento paramétrico, por ello se realizó el análisis de normalidad mediante el método de Shapiro-Wilk, teniendo en cuenta que la cantidad de datos obtenidos es menor que 50.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p_{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla N° 23 - Prueba de normalidad en la Eficacia mediante Shapiro-Wilk

Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia ANTES	,930	26	,077
Eficacia DESPUÉS	,928	26	,071

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse de la Tabla N° 23, la significancia de la Eficacia en la pre y post prueba es de 0.077 y 0.071 respectivamente; en consecuencia, dado que ambas son mayores que 0.05 y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que los datos de ambas series tienen un comportamiento paramétrico. Por lo tanto, con el fin de comprobar que la Eficacia se ha incrementado, se procedió a realizar el análisis con el estadígrafo de T-Student.

Contrastación de la hipótesis específica H₂

H₀₂: La aplicación de la metodología Kaizen no contribuye significativamente en la eficacia del área de producción de una empresa metalmecánica.

H_{a2}: La aplicación de la metodología Kaizen contribuye significativamente en la eficacia del área de producción de una empresa metalmecánica.

Regla de decisión:

$$H_{02}: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_{a2}: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla N° 24 - Estadística de muestra de la Eficacia mediante T-Student

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desviación estándar	Error estándar de la media
Eficacia ANTES	,8808	26	,01875	,00368
Eficacia DESPUÉS	,9150	26	,02319	,00455

Fuente: Elaboración propia.

Como puede comprobarse de la Tabla N° 24, la media de la Eficacia antes (0.8808) es menor a la media de la Eficacia después (0.9150), por lo tanto no se cumple H_0 : $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, por tal razón se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Para confirmar que el análisis realizado es el correcto, se procedió al análisis mediante el pvalor o la significancia de los datos obtenidos de ambas eficacias con la prueba de T-Student.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 25 - Prueba de muestras relacionadas de la Eficacia con T-Student

	Prueba de muestras emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Diferencias emparejadas							
	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
Inferior				Superior				
Eficacia ANTES - Eficacia DESPUÉS	-,03423	,00643	,00126	-,03683	-,03163	-27,132	25	,000

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 25, se confirma que la significancia de la prueba de muestras relacionadas para ambas eficacias es de 0.000, en consecuencia, de acuerdo a la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa: La aplicación de la metodología Kaizen contribuye significativamente en la eficacia del área de producción de una empresa metalmecánica.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente tesis, titulada “Aplicación de la metodología Kaizen en la productividad del área de producción en una empresa metalmecánica”, fue contrastada con los trabajos de investigación vinculados al tema del presente estudio, como Orozco (2015), Lema (2015) y Farje (2017).

En la Tabla N° 16, se observa que la Productividad es de 74.46% antes y de 84.42% después de la aplicación de la mejora continua (Kaizen), lo que representa un incremento de la productividad del 13.38% en la empresa fabricante de luminarias. Esto es concordante con la tesis de Orozco (2015) que mediante la implementación del plan de mejora en la empresa Todo Sport aumentó la productividad en 15%. Summers (2006, 225) indica que la mejora de procesos *“se enfoca en eliminar el desperdicio de tiempo, esfuerzo, materiales, dinero y mano de obra. El conocimiento combinado que se obtiene durante los esfuerzos de mejora es el que permite a una organización desarrollar sus mejores prácticas y llegar a un nuevo nivel de desempeño, que dará como resultado satisfacción para sus clientes”*.

En la Tabla N° 14, se aprecia que la Eficiencia se incrementó en 9.10%, debido a que subió de 84.50% a 92.19% después de la aplicación de la mejora continua (Kaizen) en la empresa en estudio; esto es congruente con lo sustentado por Lema (2015), que mediante la optimización de tiempos y movimientos en los procesos de producción de la empresa Aly Artesanías aumentó la eficiencia en 7%. Según lo descrito por Prokopenko (1989, 4), la eficiencia significa *“producir bienes de alta calidad en el menor tiempo posible. Sin embargo, debe considerarse si esos bienes se necesitan”*.

En la Tabla N° 15, puede verse que la Eficacia aumentó de 88.08% a 91.50%, esto es, se incrementó en 3.88% debido a la aplicación de la mejora continua (Kaizen), de modo que se hallaron coincidencias con la investigación de Farje (2017), que mediante la implementación de una mejora de procesos en la línea de fabricación de puertas de la empresa Sakmay Carpintería y Ebanistería logró incrementar la eficacia en 13.08%. De acuerdo a Medianero (2016, 38), la eficacia *“es la relación entre los resultados obtenidos y las metas trazadas”*.

CONCLUSIONES

1. Se concluye que, con la aplicación de la metodología Kaizen en la compañía fabricante de luminarias se incrementó la productividad de 74.46% a 84.42%, incrementando así en un 13.38%.
2. Se concluye que, con la aplicación de la metodología Kaizen en la compañía fabricante de luminarias se incrementó la eficiencia de 84.50% a 92.19%, aumentando así en un 9.10%.
3. Se concluye que, con la aplicación de la metodología Kaizen en la compañía fabricante de luminarias se incrementó la eficacia de 88.08% a 91.50%, elevándose así en un 3.88%.

RECOMENDACIONES

1. Impulsar el manejo de las herramientas de mejora de procesos, comprometiendo a la empresa para continuar con la implementación de la mejora, dado que los resultados continuarán mejorando sobre todo a mediano o largo plazo.
2. Capacitar a los trabajadores sobre las nuevas herramientas de mejora para que puedan aplicarlas correctamente a fin de evitar consecuencias perjudiciales en los resultados, con el objeto de fomentar una cultura de mejora continua en la empresa para dar pie a futuras investigaciones.
3. En función a los resultados obtenidos en el área de producción de luminarias de alumbrado público, la compañía debe seguir realizando estudios de mejora en otras áreas con problemáticas semejantes, con el objeto de incrementar gradualmente la productividad total, por ejemplo un proyecto para la implementación de un sistema de información ERP que integre todas las áreas según las necesidades de la empresa, con el fin de que los procesos se automaticen y la compañía sea más efectiva a lo largo de su cadena de suministro como resultado de la reducción de tiempos de abastecimiento y costos de inventario, cumplimiento de entregas, entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliográficas

- BONILLA, E.; Díaz, B.; Kleeberg, F. y Noriega, M. (2020). Mejora continua de los procesos: Herramientas y técnicas. Lima: Universidad de Lima, Fondo Editorial.
- CABEZAS, J. (2014). Gestión de procesos para mejorar la productividad de la línea de productos para exhibición en la empresa Instruequipos Cía. Ltda. Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- CÉSPEDES, N.; Lavado, P. y Ramírez, N. (2016). Productividad en el Perú: medición, determinantes e implicancias. Lima: Universidad del Pacífico.
- COLCHA, A. (2018). Propuesta de medidas de mejora que permitan aumentar la productividad de la línea de envasado en una planta comercializadora de pinturas. Tesis para optar el título de Magíster en Administración de Empresas. Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- CHANG, A. (2016). Propuesta de Mejora del proceso productivo para incrementar la productividad en una empresa dedicada a la fabricación de sandalias de baño. Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- CUATRECASAS, L. (2012). Gestion de mantenimiento de los equipos productivos. Madrid: Editorial Diaz de Santos.
- FARJE, C. (2017). Implementación de la Mejora de procesos para incrementar la productividad de la empresa Sakmay Carpintería y Ebanistería, San Martín de Porres - 2017. Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- FONTALVO, T.; De la Hoz, E. y Morelos, J. (2018). La productividad y sus factores: Incidencia en el mejoramiento organizacional. Dimensión Empresarial, 47-60.
- GILLET-GOINARD, F. y Seno, B. (2014). Control de Calidad. México: Grupo Editorial Patria.

- GUTIÉRREZ, H. (2014). Calidad y Productividad. 4° Ed. México: McGraw Hill.
- HERNÁNDEZ, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill.
- HOFMAN, A.; Mas, M.; Aravena, C. y Guevara, J. (2017). Crecimiento económico y productividad en Latinoamérica. Mexico: El Trimestre económico.
- IMAI, M. (1998). KAIZEN La clave de la ventaja competitiva japonesa. México: Compañía Editorial Continental, S.A.
- LEMA, R. (2015). Estudio de tiempos y movimientos de la línea de producción de manteles de la empresa Aly Artesanías para mejorar la productividad. Tesis para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial. Quito: Universidad de las Américas.
- MENDOZA, J. (2016). Mejoras al proceso de elaboración de cerveza para incrementar la competitividad de la empresa. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. México: Instituto Politécnico Nacional.
- NEYRA, R. (2017). Aplicación de la metodología Kaizen para la mejora de la productividad en la línea de parabrisas laminado del área de ensamble de la empresa AGP Perú S.A.C. - Cercado de Lima. Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad César Vallejo.
- OROZCO, E. (2015). Plan de Mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport. Chiclayo - 2015. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Chiclayo: Universidad Señor de Sipán.
- PROKOPENKO, J. (1989). La gestión de la productividad. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- REYES, M. (2015). Implementación del ciclo de mejora continua Deming para incrementar la productividad de la empresa Calzados León. Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.

SOCCONINI, L. (2019). Lean Manufacturing paso a paso. Barcelona: Editorial Prodigitalk, SL.

VALDERRAMA, S. (2013). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica; cuantitativa, cualitativa y mixta. Perú: San Marcos.

YUQUI, J. (2016). Estudio de procesos, tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en Carrocerías Megabuss. Tesis para optar el título de Ingeniero en Administración Industrial. Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo.

b) Páginas Web

Becerra, Omar (2012). Elaboración de instrumentos de investigación. Curso taller.

Disponible en red:

<https://nticsaplicadaalainvestigacion.wikispaces.com/file/view/guia+para+elaboracion+de+instrumentos.pdf>.

Real Academia Española (2018). Diccionario de la lengua española. Disponible en

red:

<https://dle.rae.es/>

ANEXOS

Anexo N° 01 - Matriz de consistencia

“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA KAIZEN EN LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES	MÉTODOLOGÍA
<p>Problema general:</p> <p>¿De qué manera la aplicación de la metodología Kaizen influye en la productividad del área de producción de una empresa metalmecánica?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar de qué manera la aplicación de la metodología Kaizen influye en la productividad del área de producción de una empresa metalmecánica.</p>	<p>1. Antecedentes A Nivel Internacional -PUCE.- Ecuador (2018): Colcha “Propuesta de medidas de Mejora que permitan aumentar la Productividad de la línea de envasado en una planta comercializadora de pinturas” -UTA.- Ecuador (2014): Cabezas “Gestión de Procesos para mejorar la Productividad de la línea de productos para exhibición en la empresa Instruequipos Cía. Ltda.” A Nivel Nacional -UCV.- Trujillo (2015): Reyes “Implementación del ciclo de mejora continua Deming para incrementar la productividad de la empresa Calzados León” -UCV.- Lima (2017): Neyra “Aplicación de la metodología Kaizen para la mejora de la productividad en la línea de parabrisas laminado del área de ensamble de la empresa AGP Perú S.A.C.” 2. Marco Conceptual:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Metodología Kaizen • Eliminación del Muda • Estandarización • Productividad • Eficiencia • Eficacia 	<p>Hipótesis general:</p> <p>La aplicación de la metodología Kaizen influye significativamente en la productividad del área de producción de una empresa metalmecánica.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>X. Metodología Kaizen</p> <p>Dimensiones:</p> <p>X.1. Eliminación del muda X.2. Estandarización</p>	<p>Método de investigación: En esta investigación se utiliza el método científico.</p> <p>Tipo de investigación: Es aplicada porque tiene como propósito analizar en qué medida se incrementa la productividad a través de la aplicación de conocimientos y técnicas de la metodología Kaizen.</p> <p>Nivel de investigación: Es explicativo porque se responderá las causas y acontecimientos afectan a la productividad, puesto que se explicará cómo se incrementa la productividad mediante la aplicación de la metodología Kaizen.</p> <p>Diseño de Investigación: Es experimental de tipo cuasi experimental, porque se trabajará con un muestreo predeterminado donde no existe un grupo de control y solamente se trabajará con un grupo experimental a quienes se le aplicará una pre prueba, después se le administra el tratamiento y, finalmente, se le aplicará una post prueba posterior al tratamiento.</p> <p>Población y Muestra</p> <p>Población: En la presente investigación, la población es finita y está conformada por 51 colaboradores que laboran en el área de producción de la empresa Josef Iluminación S.A.C.</p> <p>Muestra: En esta investigación se utiliza el muestreo no probabilístico y dado que la población es pequeña se usó una muestra censal donde participan todos los integrantes de la población. La muestra se constituye por 51 colaboradores que laboran en el área de producción de la empresa Josef Iluminación S.A.C.</p> <p>Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos</p> <p>Técnica: Se utilizará la técnica de observación de campo, puesto que esta permitirá obtener datos de interés para la investigación. El instrumento de recolección de datos viene a ser el cronómetro, que servirá para medir los tiempos de cada actividad que interviene en el proceso de producción con la finalidad de conocer el desenvolvimiento de los indicadores, utilizando los siguientes registros: Registro de toma de tiempos, Registros del Diagrama de Actividades de Procesos y Fichas de Control de la producción.</p> <p>Técnicas Estadísticas de Análisis y Procesamiento de Datos</p> <p>Se aplica las siguientes técnicas de procesamiento de datos: Ordenamiento y clasificación; Registro manual; Proceso computarizado empleando programas informáticos.</p> <p>Se aplica las siguientes técnicas de análisis: observación, estudio de métodos y tiempos, análisis de procesos, tabulación de cuadros con cantidades y porcentajes; comprensión de diagramas y flujogramas.</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>1. ¿Cómo influye la aplicación de la metodología Kaizen en la eficiencia del área de producción de una empresa metalmecánica?</p> <p>2. ¿De qué modo la aplicación de la metodología Kaizen contribuye en la eficacia del área de producción de una empresa metalmecánica?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>1. Establecer cómo influye la aplicación de la metodología Kaizen en la eficiencia del área de producción de una empresa metalmecánica.</p> <p>2. Determinar de qué modo la aplicación de la metodología Kaizen contribuye en la eficacia del área de producción de una empresa metalmecánica.</p>		<p>Hipótesis específicas:</p> <p>1. La aplicación de la metodología Kaizen influye considerablemente en la eficiencia del área de producción de una empresa metalmecánica.</p> <p>2. La aplicación de la metodología Kaizen contribuye significativamente en la eficacia del área de producción de una empresa metalmecánica.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Y. Productividad</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Y.1. Eficiencia Y.2. Eficacia</p>	

Anexo N° 02 - Matriz de operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable Independiente (X) METODOLOGÍA KAIZEN	Para Socconini, la metodología Kaizen puede obtener mejoras rápidas en el desempeño de procesos definidos de producción, tiempos breves de cambio de productos, progresos en materia de orden y limpieza, mejor comunicación entre trabajadores y ambientes de trabajos más seguros, confiables y ergonómicos. (2019, 117).	La metodología Kaizen se establece en función a la evaluación del problema en la Eliminación del Muda y los procesos estandarizados con la Estandarización.	Eliminación del Muda	Selección de problemas (S.P.) $S.P. = \frac{\#Problemas\ seleccionados}{\#Problemas\ existentes} \times 100\%$	Razón
			Estandarización	Procesos Estandarizados (P.E.) $P.E. = \frac{Procesos\ Estandarizados}{Total\ de\ Procesos} \times 100\%$	Razón
Variable Dependiente (Y) PRODUCTIVIDAD	Para Gutiérrez, la productividad se define como los resultados alcanzados en un proceso, así un aumento de la productividad implica el uso de recursos para generar mejores resultados. Además, la productividad se expresa por el cociente entre los resultados alcanzados y los recursos empleados, de tal forma que los resultados pueden cuantificarse en unidades producidas y los recursos empleados en número de empleados, tiempo utilizado, hora-máquina, etc. (2014, 20).	Se mide la productividad en función al producto entre la eficiencia y la eficacia, por ende, debe evaluarse el desempeño de los trabajadores y el tiempo de las operaciones a través de registros de observaciones.	Eficiencia	Eficiencia de la línea de producción $Eficiencia = \frac{Tiempo\ planificado}{Tiempo\ realizado}$	Razón
			Eficacia	Eficacia de la línea de producción $Eficacia = \frac{\#Luminarias\ producidas}{\#Luminarias\ programadas}$	Razón

Anexo N° 03 - Matriz de operacionalización del instrumento

Certificado de validez del contenido del instrumento - Ficha N° 01



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

INSTRUMENTO DE OPINION DE EXPERTOS

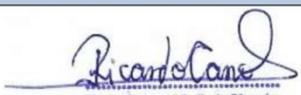
CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL
INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN LA PRODUCCION DE LUMINARIAS

APELLIDOS Y NOMBRES DEL JUEZ VALIDADOR	GRADO ACADÉMICO	AUTOR DEL INSTRUMENTO
Cano Suárez Vladimir Ricardo	Ingeniería Industrial	Alex Edgar Cayetano Alvaro

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia ₁		Relevancia ₂		Claridad ₃	
		Si	No	Si	No	Si	No
	VARIABLE INDEPENDIENTE:						
	METODOLOGÍA KAIZEN						
	DIMENSION 1: Eliminación del Muda	Si	No	Si	No	Si	No
1	$\text{Selección de Problemas} = \frac{PS}{PE} \times 100\%$ PS = # de Problemas Seleccionados PE = # de Problemas Existentes	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Estandarización	Si	No	Si	No	Si	No
2	$\text{Procesos Estandarizados} = \frac{TPE}{TP} \times 100\%$ TPE = Total de Procesos Estandarizados TP = Total de Procesos	✓		✓		✓	
	VARIABLE DEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No
	PRODUCTIVIDAD						
	DIMENSION 1: Eficiencia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
3	$\text{Eficiencia} = \frac{TP}{TR}$ TP = Tiempo Planificado TR = Tiempo Realizado	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Eficacia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
4	$\text{Eficacia} = \frac{LPd}{LPg}$ LPd = # de Luminarias Producidas LPg = # de Luminarias Programadas	✓		✓		✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): **SI HAY**

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** Aplicable después de corregir [] No aplicable []

LUGAR Y FECHA	DNI N°	FIRMA DEL JUEZ VALIDADOR	TELÉFONO N°
Huancayo, 20 de Enero del 2021	09824010	 Cano Suárez, Vladimir Ricardo ING. INDUSTRIAL CIP: 187963	926780995

₁Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

₂Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

₃Claridad: 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.

Certificado de validez del contenido del instrumento - Ficha N° 02



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

INSTRUMENTO DE OPINION DE EXPERTOS

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL
INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN LA PRODUCCION DE LUMINARIAS

APELLIDOS Y NOMBRES DEL INFORMANTE	GRADO ACADÉMICO	AUTOR DEL INSTRUMENTO
UCHUYROCHA MONTES AULO VILLO	INGENIERIA INDUSTRIAL	Alex Edgar Cayetano Alvaro

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia,		Relevancia,		Claridad,	
		Si	No	Si	No	Si	No
	VARIABLE INDEPENDIENTE:						
	METODOLOGÍA KAIZEN						
	DIMENSION 1: Eliminación del Muda	Si	No	Si	No	Si	No
1	$\text{Selección de Problemas} = \frac{PS}{PE} \times 100\%$ PS = # de Problemas Seleccionados PE = # de Problemas Existentes	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Estandarización	Si	No	Si	No	Si	No
2	$\text{Procesos Estandarizados} = \frac{TPE}{TP} \times 100\%$ TPE = Total de Procesos Estandarizados TP = Total de Procesos	✓		✓		✓	
	VARIABLE DEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No
	PRODUCTIVIDAD						
	DIMENSION 1: Eficiencia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
3	$\text{Eficiencia} = \frac{TP}{TR}$ TP = Tiempo Planificado TR = Tiempo Realizado	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Eficacia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
4	$\text{Eficacia} = \frac{LPd}{LPg}$ LPd = # de Luminarias Producidas LPg = # de Luminarias Programadas	✓		✓		✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY

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

LUGAR Y FECHA	DNI N°	FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE	TELÉFONO N°
Lima, 19 de Marzo 2021	10452349	 CIP: 55809	987543690

¡Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
 ¡Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
 ¡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.

Certificado de validez del contenido del instrumento - Ficha N° 03



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

INSTRUMENTO DE OPINION DE EXPERTOS

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL
INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN LA PRODUCCION DE LUMINARIAS

APELLIDOS Y NOMBRES DEL INFORMANTE	GRADO ACADÉMICO	AUTOR DEL INSTRUMENTO
CAICEDO BUSTAMANTE VICTOR ANTONIO	DOCTOR	Alex Edgar Cayetano Alvaro

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia,		Relevancia,		Claridad,	
		Si	No	Si	No	Si	No
VARIABLE INDEPENDIENTE:							
METODOLOGÍA KAIZEN							
DIMENSION 1: Eliminación del Muda							
1	$\text{Selección de Problemas} = \frac{PS}{PE} \times 100\%$ <small>PS = # de Problemas Seleccionados PE = # de Problemas Existentes</small>	X		X		X	
DIMENSION 2: Estandarización							
2	$\text{Procesos Estandarizados} = \frac{TPE}{TP} \times 100\%$ <small>TPE = Total de Procesos Estandarizados TP = Total de Procesos</small>	X		X		X	
VARIABLE DEPENDIENTE:							
PRODUCTIVIDAD							
DIMENSION 1: Eficiencia del proceso							
3	$\text{Eficiencia} = \frac{TP}{TR}$ <small>TP = Tiempo Planificado TR = Tiempo Realizado</small>	X		X		X	
DIMENSION 2: Eficacia del proceso							
4	$\text{Eficacia} = \frac{LPd}{LPg}$ <small>LPd = # de Luminarias Producidas LPg = # de Luminarias Programadas</small>	X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

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

LUGAR Y FECHA	DNI N°	FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE	TELÉFONO N°
LIMA 27/11/2021	10340291	 Ing. Victor A. Caicedo Bustamante INGENIERO INDUSTRIAL CIP: N° 22037	996707850

•Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
•Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
•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.

Anexo N° 05 - Ficha de Estudio de Tiempos

Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tiempo Observado (min/und)	Factor de Valoración	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar (min/und)	Tiempo Estándar (min/und)
TOTAL TIEMPO ESTÁNDAR																

Suplementos constantes:

- Necesidades personales %
- Base por fatiga %

Suplementos variables:

- Trabajar de pie %
- Postura anormal %
- Concentración intensa %
- Monotonía %

Evaluación del Sistema Westinghouse

Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	F.V.	F.V.

F.V.: Factor de Valoración

Anexo N° 06 - Ficha de medición de Eficacia

MEDICIÓN DE EFICACIA			
PROCESO:		ELABORADO POR:	
FORMULA:	EFICACIA = LPd ÷ LPg	FECHA:	
Nro.	LPd = LUMINARIAS PRODUCIDAS	LPg = LUMINARIAS PROGRAMADAS	EFICACIA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Anexo N° 07 - Ficha de medición de Eficiencia

MEDICIÓN DE EFICIENCIA			
PROCESO:		ELABORADO POR:	
FORMULA:	EFICIENCIA = TP ÷ TR	FECHA:	
Nro.	TP = TIEMPO PLANIFICADO	TR = TIEMPO REALIZADO	EFICIENCIA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Anexo N° 08 - Ficha de Medición de Productividad

MEDICIÓN DE PRODUCTIVIDAD			
PROCESO:		ELABORADO POR:	
FORMULA:	PRODUCTIVIDAD = Efe x Efi	FECHA:	
Nro.	Efe = EFICIENCIA	Efi = EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Anexo N° 09 - Procedimiento de Atención de Reclamos

1. PROCEDIMIENTOS DE ATENCIÓN DE RECLAMOS

1.1 OBJETIVO

Establecer el procedimiento para la atención de los reclamos de los clientes tomando las acciones correctivas que permitan su solución y evitar su repetición.

1.2 ALCANCE

Se aplica a la atención de reclamos de nuestros clientes y/o usuarios de todos los productos y servicios brindados por la empresa.

1.3 DEFINICIONES

- 1.3.1 **Reclamo:** Es cualquier comunicación de insatisfacción de los clientes por algún producto o servicio prestado.
- 1.3.2 **Reclamo procedente:** Es aquel reclamo que se sustenta en una falla o error de la empresa, de acuerdo con nuestra garantía y condiciones.
- 1.3.3 **Reclamo no procedente:** Es aquel reclamo que se sustenta en una falla o error que no compete a la empresa o que la causa fue producida por un factor externo, como mal uso por parte del cliente, inadecuada instalación por terceros contratados por el cliente, deficiente transporte y manipuleo de los productos o por estar fuera de garantía.
- 1.3.4 **Cliente:** Cualquier persona natural y/o jurídica contratante directo de los productos y/o servicios que ofrece la empresa.
- 1.3.5 **Reclamo por Falla de producto:** Son aquellos reclamos asociados a fallas de componentes, mal funcionamiento del producto, fallas en el diseño y otros similares.
- 1.3.6 **Reclamo por Falla del servicio:** Son aquellos reclamos asociados a presupuestos, atención del personal, demoras, temas administrativos, servicio de instalación, etc.

2. DOCUMENTOS PARA CONSULTAR

- O-CAL-007 Manual de Calidad, Capitulo Enfoque al Cliente.
- P-CAL-004 Acciones Correctivas y Preventivas.
- Garantía y condiciones.
- Base de datos de Informe Final de Reclamos

2.1 RESPONSABILIDADES

- La Gerencia I+D es responsable de la implementación del presente procedimiento.
- La Gerencia General, la Gerencia de Operaciones, la Gerencia Comercial y Gerencia I+D con los Gerentes de Proyecto, son responsables que los reclamos sean solucionados, cumpliendo y haciendo cumplir el presente procedimiento.
- El Analista de Calidad (AC) y todo el personal responsable de algún proceso, son responsables de cumplir con los lineamientos establecidos en el presente procedimiento.

2.2 CONDICIONES GENERALES

- Los clientes pueden hacer llegar su reclamo vía fax, mail, teléfono u otros.
- Todo miembro de la organización que reciba o tome conocimiento de un reclamo del cliente, debe seguir los lineamientos establecidos líneas abajo asegurando que el reclamo ingrese al sistema.

3. FASE I : ATENDIENDO EL RECLAMO HACIA EL CLIENTE

3.1 RECEPCIÓN Y REGISTRO DE RECLAMOS

- El ATC llena el F-COM-008 Ficha de Reclamo, una vez que la información esté completa el AC asigna un número correlativo en el F-COM-020 Correlativo de Ficha de Reclamo y apertura un file virtual de reclamos con el número del reclamo donde colocará de manera digital la Ficha de Reclamo, colocará el informe técnico, si el reclamo lo amerita y cualquier otro documento.

- El AC, informa al cliente vía telefónica o vía correo electrónico, el ingreso de su reclamo a nuestro sistema, indicándole el número asignado y que debe traer los productos fallados a nuestro local salvo acuerdo entre ambas partes.

3.2 ANÁLISIS DEL RECLAMO

- El AC se comunicará con el cliente para intentar establecer las causas de manera rápida u dar una solución inmediata, de no solucionarse por esta vía se solicitará al cliente la entrega en planta de los productos observados.
- El AC analiza las causas y las documenta en el F-COM-027 Informe Técnico de Reclamos, si el reclamo lo amerita, con el soporte de Laboratorio o del Gerente de I+D si fuera necesario.

3.3 EVALUACIÓN

- Si el reclamo lo amerita, se generará el F-COM-027 Informe Técnico de Reclamo, el Gerente I+D junto o el AC evalúan el reclamo para definir si se considera procedente o no procedente. Si el reclamo procede y fuera necesario cambiar los componentes o el producto, el AC ingresará una OP de reclamo en el sistema.
- Los costos involucrados en la atención de los reclamos se controlan al momento de solicitar los recursos, ya sea en administración, Tesorería, o en almacén.

3.4 INFORME AL CLIENTE

- El AC luego de una evaluación detallada registra en el F-COM-020 la Procedencia o no del reclamo.
- En los casos de reclamos considerados No Procedentes que hayan involucrado costos en la atención del reclamo, la comunicación al cliente podrá incluir el detalle de dichos costos solicitándosele el cobro, salvo los casos en que la Gerencia General o Gerencia Comercial autoricen el no cobro.
- El plazo para comunicar al cliente la procedencia o no su reclamo, es menor de 10 días útiles como máximo luego de haber realizado la evaluación.

4. FASE II : ATENDIENDO EL RECLAMO HACIA LA EMPRESA

4.1 ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ DE PROBLEMA

- En paralelo a la atención del reclamo hacia el cliente, la Gerencia I+D debe realizar el análisis de la causa raíz del problema que ocasionó el reclamo para evitar su repetición si fuese necesario.
- El plazo para este análisis no debe ser mayor a 05 días útiles a partir de la fecha de resolución del Informe Técnico de Reclamo, si el reclamo lo amerita, donde se establezcan las “acciones a tomar o compromisos” para evitar la repetición del reclamo. Estas acciones que tomar deben estar sustentadas por un correo electrónico o mediante F-CAL-005 SAP enviado por el gerente responsable dirigido al área responsable de la acción a tomar.
- Si se concluye que la causa del reclamo es atribuible al proveedor del producto, se procede en paralelo con lo establecido en el P-LOG-003 Reclamo al Proveedor.

4.2 SEGUIMIENTO Y CIERRE DE RECLAMOS

- El AC una vez se haya resuelto el reclamo y previa comunicación con el cliente, procede a cerrar el reclamo en el F-COM-020.
- El AC determinará si el reclamo requiere una Acción Correctiva o Preventiva en función a la sensibilidad del reclamo.
- El AC presentará indicadores mensuales al Gerente responsable sobre el estado de reclamos.
- El control de los costos y gastos incurridos en cada uno de los reclamos es llevado por el área contable, y se presentaran conforme le sean solicitados. Dicho monto será asignado al centro de costos de la gerencia respectiva.

4.3 REGISTROS

- F-COM-008 - Ficha de Reclamo.
- F-COM-020 - Correlativo de Ficha de Reclamo.
- F-COM-027 - Informe Técnico de Reclamo.
- File virtual de Reclamos.

- Informe de acciones tomadas, si el reclamo lo amerita (correo electrónico).
- Comunicación al cliente (correo electrónico o vía telefónica).

Anexo N° 10 - Especificación técnica del producto

MILLENIUM IV

ALUMBRADO
VIAL

EXTERIOR



DESCRIPCIÓN

Luminaria tipo vial.

Carcasa fabricada en aluminio inyectado en alta presión, tratado con una base Wash Primer y acabado con sistema de pintura electrostática en polvo y secado al horno.

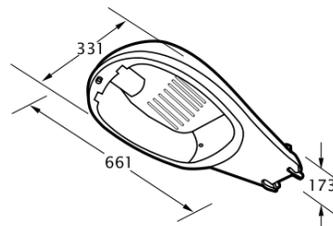
Sistema óptico diseñado con un reflector envolvente de aluminio 99.8% puro, de una sola pieza embutido, abrigillado y anodizado químicamente.

Cubierta óptica de cristal transparente liso plano.

El sistema óptico y la cubierta óptica están sellados con una junta de silicona asegurando el alto grado de hermeticidad IP66. Sistema de cierre por medio de una palanca de acero inoxidable.

Los componentes eléctricos están instalados en una placa removible dentro del recinto portaequipo y cuenta con un grado de hermeticidad IP44. Fácil acceso para el cambio de lámparas por medio de la cubierta óptica sin necesidad de mover el reflector, lo que asegura una posición constante de la lámpara dentro del recinto óptico.

Las características mecánicas y eléctricas cumplen las especificaciones de las Normas IEC-60529, IEC-62262.



APLICACIONES

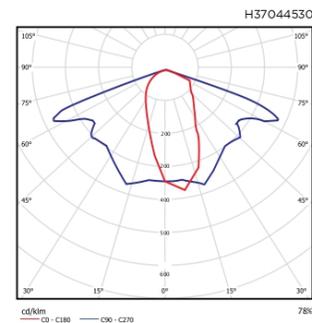
Ideal para la iluminación de vías públicas, urbanas y rurales. Además, se puede emplear para la iluminación de plazas, parques, zonas perimétricas entre otras aplicaciones.

VERSIONES

Disponible en color gris.

Sistema de cierre por medio de un perno triangular de ajuste. Se puede montar a brazo de poste por medio de ajuste con O2 abrazaderas.

Puede instalarse en postes, mediante pastoral de fierro o concreto, con diámetros de embone desde 30mm. hasta 60mm. y una penetración máxima de 80mm.



CÓDIGO	LÁMPARA	SOCKET	POTENCIA (W)	EQUIPO	FUSIBLE	PESO (kg)
CESP5312	HIT/HST	E40	1x250	EM	x	8.1
H37044530	HST	E40	1x250	EM	✓	8.2

Nos reservamos el derecho de hacer modificaciones, por mejora del producto, sin previa notificación.

MILLENIUM IV - ALUMBRADO VIAL - EXTERIOR

 ILUMINACIÓN 231



230 MILLENIUM IV

Light
ILUMINACIÓN