

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



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**MEJORA DE PROCESOS PARA INCREMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA FABRICANTE DE
LUMINARIAS**

PRESENTADO POR:

Bach. ERASMO CARRASCO ROMÁN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: NUEVAS TECNOLOGIAS Y PROCESOS

SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: SISTEMAS DE PRODUCCION

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

HUANCAYO - PERU

2021

FALSA PORTADA

ASESOR

Ing. Jorge Franklin García Cuba
Asesor Metodológico

DEDICATORIA

Al gran esfuerzo, cooperación y mucho tiempo de los docentes e involucrados fue posible el desarrollo de este ejemplar con honores.

El mismo es dirigido al conglomerado de compañeros e investigadores que facilitaron el avance con la amplia experiencia prestada y el amor incondicional de enseñanza para el futuro.

Así mismo agradecemos al Dios, que por su voluntad de darnos fuerza y salud se terminó a buen tiempo el trabajo que es importante para el desarrollo personal y el buen servir a los demás.

AGRADECIMIENTO

El excelente trabajo es en agradecimiento a esta gran casa de estudios que con mucho cariño acogió mis pasos de estudiante siendo participe de mis aprendizajes donde siempre lograr los objetivos fue el ánimo a seguir. También se la dedico a mis padres, amigos, colegas, compañeros y profesores, que fueron el índice de toda decisión para culminar esta gran travesía de esfuerzos y voluntades.

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

DR. TAPIA SILGUERA, RUBÉN DARÍO
PRESIDENTE

JURADO

JURADO

JURADO

MG. UNTIVEROS PEÑALOZA, LEONEL
SECRETARIO DOCENTE

ÍNDICE

1. FALSA PORTADA.....	i
2. HOJA CON EL NOMBRE DEL ASESOR.....	ii
3. DEDICATORIA.....	iii
4. AGRADECIMIENTO.....	iv
5. HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS.....	v
6. INDICE.....	vi
7. ABSTRACT.....	xi
8. RESUMEN.....	xi
9. INTRODUCCION.....	xiii
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación y sistematización del problema.....	11
1.2.1. Problema General.....	11
1.2.2. Problemas Especificos.....	11
1.3. Justificación.....	11
1.3.1. Práctica o Social.....	11
1.3.2. Teórica.....	11
1.3.3. Metodológica.....	12
1.4. Delimitaciones.....	12
1.4.1. Espacial.....	12
1.4.2. Temporal.....	12
1.4.3. Económica.....	12
1.5. Limitaciones.....	13
1.6. Objetivos.....	13
1.6.1. Objetivo General.....	13
1.6.2. Objetivos Especificos.....	13
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	14
2.1. Antecedentes.....	14

2.2. Marco conceptual.....	17
2.3. Definición de términos.....	27
2.4. Hipótesis.....	29
2.4.1. Hipótesis General.....	29
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	29
2.5. Variables.....	29
2.5.1. Definición conceptual de la variable.....	29
2.5.2. Definición operacional de la variable.....	30
2.5.3. Operacionalización de la variable.....	31
CAPITULO III: METODOLOGIA.....	32
3.1. Método de investigación.....	32
3.2. Tipo de investigación.....	32
3.3. Nivel de investigación.....	32
3.4. Diseño de investigación.....	32
3.5. Población y muestra.....	33
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.7. Procesamiento de la información.....	34
3.8. Técnicas y análisis de datos.....	35
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	57
4.1. Análisis Descriptivo.....	57
4.2. Análisis Inferencial.....	61
CAPITULO V: DISCUSION DE RESULTADOS.....	69
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES.....	72
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	73
• Bibliográficas.....	73
• Páginas web.....	74

ANEXOS

Anexo N° 01 - Matriz de consistencia.....	76
Anexo N° 02 - Matriz de operacionalización de las variables.....	77
Anexo N° 03 - Matriz de operacionalización del instrumento.....	78
Anexo N° 04 - Determinación de la Población.....	81
Anexo N° 05 - Formato de Diagrama de Actividades del Proceso.....	82
Anexo N° 06 - Formato de Estudio de Tiempos.....	84
Anexo N° 07 - Formato de medición de Productividad.....	85
Anexo N° 08 - Plano de Distribución de Planta.....	86
Anexo N° 09 - Cotización de la Cortadora plasma CNC.....	87
Anexo N° 10 - Características técnicas de la Cortadora plasma CNC.....	88
Anexo N° 11 - Especificación técnica del producto.....	97

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01 - Productividad pre mejora.....	3
Tabla N° 02 - Correlación de Causas.....	7
Tabla N° 03 - Tabla de Pareto.....	8
Tabla N° 04 - Priorización de áreas.....	9
Tabla N° 05 - Pasos para la Mejora de procesos.....	19
Tabla N° 06 - Matriz de Operacionalización de la variable.....	31
Tabla N° 07 - Diagrama de Actividades del Proceso (Antes).....	37
Tabla N° 08 - Productividad Fabricación de Luminarias (Antes).....	39
Tabla N° 09 - Tiempos de los procesos de corte y troquelado.....	43
Tabla N° 10 - Evaluación del Sistema Westinghouse.....	44
Tabla N° 11 - Estudio de Tiempos de los Procesos Manuales.....	45
Tabla N° 12 - Tiempos de los procesos no manuales.....	46
Tabla N° 13 - Diagrama de Actividades del Proceso (Después).....	47
Tabla N° 14 - Actividades que agregan Valor (Pre y Post).....	49
Tabla N° 15 - Productividad Fabricación de Luminarias (Después).....	54
Tabla N° 16 - Comparativo de Indicadores (antes y después de la mejora).....	55
Tabla N° 17 - Análisis Costo Beneficio (Flujo de Caja Proyectado).....	56
Tabla N° 18 - Medición de Eficiencia.....	57
Tabla N° 19 - Medición de Eficacia.....	58
Tabla N° 20 - Medición de Productividad.....	59
Tabla N° 21 - Prueba de normalidad en la Productividad con Shapiro - Wilk.....	62
Tabla N° 22 - Estadística de muestra de la Productividad mediante T-Student.....	63
Tabla N° 23 - Prueba de muestras relacionadas Productividad con T-Student.....	63
Tabla N° 24 - Prueba de normalidad en la Eficiencia mediante Shapiro-Wilk.....	64
Tabla N° 25 - Estadística de muestra de la Eficiencia mediante T-Student.....	65
Tabla N° 26 - Prueba de muestras relacionadas de la Eficiencia con T-Student.....	66

Tabla N° 27 - Prueba de normalidad en la Eficacia mediante Shapiro-Wilk.....	67
Tabla N° 28 - Estadística de muestra de la Eficacia mediante T-Student.....	68
Tabla N° 29 - Prueba de muestras relacionadas de la Eficacia con T-Student...	68
Tabla N° 30 - Contrastación de resultados de investigación con otros autores...	70

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01 - Productividad pre mejora.....	4
Figura N° 02 - Comparativo de Productividad de Empresas Similares.....	5
Figura N° 03 - Diagrama de Ishikawa.....	6
Figura N° 04 - Diagrama de Pareto.....	8
Figura N° 05 - Categorización de causas por ámbitos.....	10
Figura N° 06 - Componentes de un sistema de producción.....	24
Figura N° 07 - Capacitación en Innovación Tecnológica.....	51
Figura N° 08 - Capacitación en Mantenimiento Industrial.....	51
Figura N° 09 - Capacitación en Catálogo de Productos.....	52
Figura N° 10 - Capacitación en Seguridad y Salud en el Trabajo.....	52
Figura N° 11 - Productividad pre y post mejora de la empresa.....	53
Figura N° 12 - Eficiencia antes y después.....	60
Figura N° 13 - Eficacia antes y después.....	60
Figura N° 14 - Productividad antes y después.....	61

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como problemática: ¿De qué manera la implementación de una Mejora de procesos incrementa la productividad en una empresa fabricante de luminarias?, el objetivo fue: Determinar de qué manera la implementación de una Mejora de procesos incrementa la productividad en una empresa fabricante de luminarias y la hipótesis general que se contrastó fue: La implementación de una Mejora de procesos incrementa la productividad de una empresa fabricante de luminarias.

En la investigación se aplicó el método científico, de tipo aplicado y nivel explicativo, el diseño fue cuasi experimental. La población se compuso de 615 empresas metalmecánicas en el distrito de San Juan de Miraflores, la muestra de tipo no probabilístico estuvo conformada por la empresa Jوسفel Iluminación SAC, seleccionada por ser representativa y tener facilidad de acceso a la información.

En conclusión, se demostró que la implementación de la Mejora de procesos en la empresa aumentó la productividad de 61.73% a 74.38%, incrementándose en un 20.49%.

PALABRAS CLAVES: Mejora de procesos, producción, tiempos, productividad.

ABSTRACT

The present research work had as a problem: How does the implementation of a Process Improvement increase productivity in a luminaire manufacturing company? , the objective was: To determine how the implementation of a Process Improvement increases productivity in a luminaire manufacturer and the general hypothesis that was contrasted was: The implementation of a Process Improvement increases the productivity of a luminaire manufacturer.

In the research the scientific method was applied, of type applied and level explanatory, the design was quasi-experimental. The population was composed of 615 metallurgical companies in the district of San Juan de Miraflores; the non-probabilistic type sample was formed by the company Jوسفel Iluminación SAC, selected for being representative and having easy access to information.

In conclusion, it was shown that the implementation of Process Improvement in the company increased productivity from 61.73% to 74.38%, increasing by 20.49%.

KEYWORDS: Process improvement, production, times, productivity.

INTRODUCCION

La presente tesis plantea la mejora de procesos en una empresa fabricante de luminarias, cuyo objetivo es incrementar la productividad mediante la optimización de sus dimensiones: eficiencia y eficacia en el proceso productivo.

Con el propósito de describir detalladamente el trabajo realizado, esta investigación se estructuró como sigue:

Capítulo I: Se realiza la formulación del problema y del objetivo de la investigación, al igual que de la justificación del trabajo.

Capitulo II: Se examinan los antecedentes investigando proyectos semejantes a nivel nacional e internacional; además se detallan las bases teóricas y el marco conceptual referentes a las variables y dimensiones de estudio. Asimismo, se establece la hipótesis de trabajo y la operacionalización de las variables, previa definición conceptual y operacional de éstas.

Capitulo III: Se explica la metodología a través del método, tipo, nivel y diseño de la investigación. También, se determinaron la población, el procedimiento muestral y los instrumentos de recolección, procesamiento y análisis de datos. Se desarrolla la propuesta de mejora para su respectiva implementación.

Capítulo IV: Se presentan los resultados y la contrastación de la hipótesis mediante la estadística descriptiva e inferencial.

Capítulo V: Se efectúa la discusión de los resultados, realizando un cotejo con investigaciones semejantes que fueron analizados en capítulos anteriores.

Para finalizar, se plantearon las conclusiones y recomendaciones a ser consideradas por la empresa en estudio.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad el rubro metalmecánico está en crecimiento, debido principalmente a las inversiones en innovación tecnológica que reducen los costos por el impulso que generan a las economías de escala.

La industria metalmecánica promedia el 16% del PBI industria en Latinoamérica, generando trabajo de manera directa a 4.1 millones de habitantes e indirecta a 19.7 millones. Asimismo, la industria metalmecánica cuenta con una considerable contribución en la exportación efectuada a nivel regional, por ejemplo en Méjico alcanza el 57% de sus exportaciones, como indica la Asociación Latinoamericana del Acero (Alacero).

La contribución del sector industrial en el PBI regional se ha reducido del 17.1% al 12.1% entre el año 2000 y el 2012, convirtiéndonos en importadores de manufacturas especialmente procedentes de China. En el rubro metalmecánico el panorama es más extremo, el intercambio con China se encuentra en una relación de 30 a 1, según Alacero.

En relación a los comercios bilaterales con China, el saldo deficitario de las naciones latinoamericanas (Brasil, Méjico, Colombia y Argentina) creció de US\$ 8 mil millones en el año 2003 a US\$ 71 mil millones en 2012.

En el Perú, la industria metalmecánica 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 metalmecánicos. (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 la construcción. Asimismo, el jefe del gremio manifestó que su sector obtuvo rangos de producción de 200 mil toneladas y ventas de mil millones de dólares en el año 2014, en concordancia con la mejoría de la economía peruana. Además indicó que si se concretan algunos proyectos mineros, la industria metalmeccánica aumentará, ya que el rubro de la minería genera el 70% de las ventas de la industria metalmeccánica.

En nuestro país, la industria metalmeccánica constituye el 12% del Valor Agregado Bruto en la industria de manufactura y un 16% del Producto Bruto Interno (PBI).

En el sector metalmeccánico existen 37,953 empresas formalizadas en el ámbito local donde cerca del 50% operan en Lima Región, asimismo el 99% está conformado por las micro y pequeñas empresas, el 1% restante por las medianas y grandes empresas durante el 2016. De igual forma, la generación de empleo es de 354,282 trabajadores y constituye el 23% de la PEA-ocupada en la industria manufacturera y el 2.2% de la PEA-ocupada del país. (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. Con el fin de comprender mejor la situación operacional de la planta, durante el mes de setiembre del 2020 se calculó la eficiencia dividiendo el tiempo útil entre el tiempo total; igualmente se estimó la eficacia como el cociente entre las luminarias producidas y las luminarias programadas y, finalmente, se determinó la productividad multiplicando la eficiencia por la eficacia.

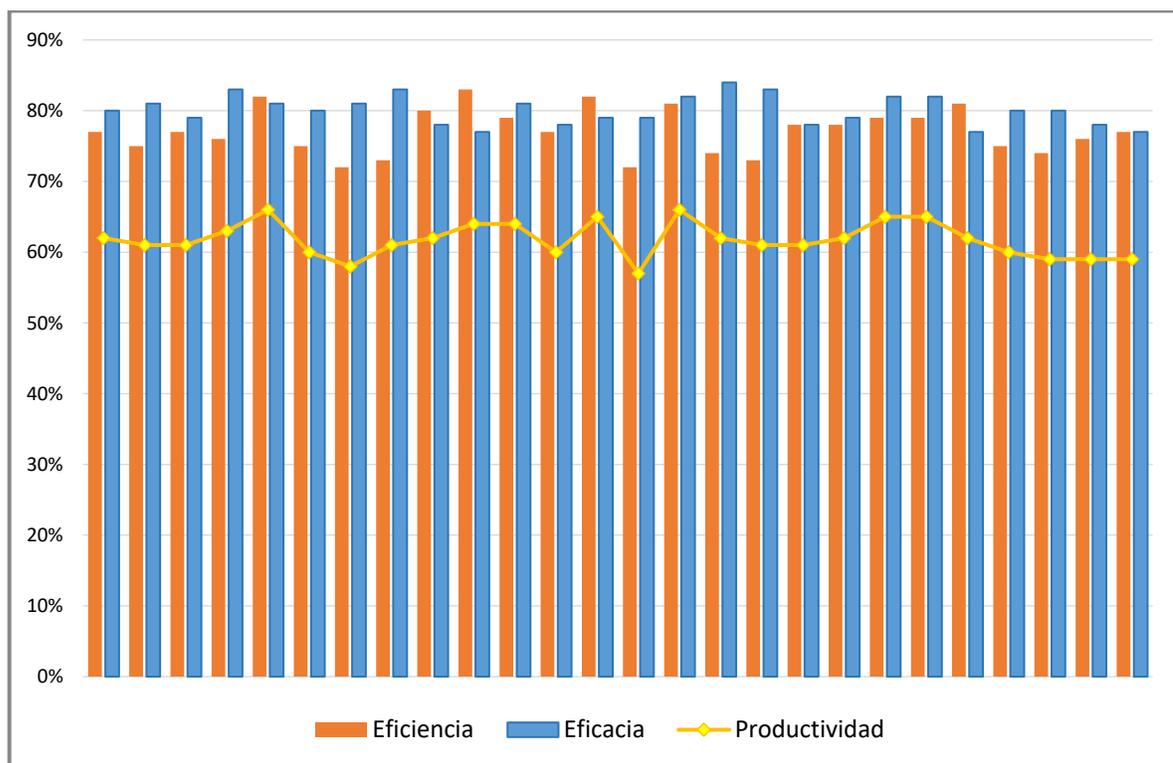
Tabla N° 01 - Productividad pre mejora

Día	Tiempo Útil (min)	Tiempo Total (min)	Producción Real (und)	Producción Planeada (und)	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1	960	1246	154	192	0.77	0.80	0.62
2	960	1274	155	192	0.75	0.81	0.61
3	960	1246	152	192	0.77	0.79	0.61
4	960	1255	159	192	0.76	0.83	0.63
5	960	1172	156	192	0.82	0.81	0.66
7	960	1283	154	192	0.75	0.80	0.60
8	960	1329	156	192	0.72	0.81	0.58
9	960	1320	159	192	0.73	0.83	0.61
10	960	1200	149	192	0.80	0.78	0.62
11	960	1163	147	192	0.83	0.77	0.64
12	960	1209	156	192	0.79	0.81	0.64
14	960	1246	149	192	0.77	0.78	0.60
15	960	1164	151	192	0.82	0.79	0.65
16	960	1329	152	192	0.72	0.79	0.57
17	960	1182	157	192	0.81	0.82	0.66
18	960	1302	161	192	0.74	0.84	0.62
19	960	1311	159	192	0.73	0.83	0.61
21	960	1228	149	192	0.78	0.78	0.61
22	960	1237	152	192	0.78	0.79	0.62
23	960	1209	157	192	0.79	0.82	0.65
24	960	1218	158	192	0.79	0.82	0.65
25	960	1191	147	192	0.81	0.77	0.62
26	960	1283	154	192	0.75	0.80	0.60
28	960	1292	153	192	0.74	0.80	0.59
29	960	1265	150	192	0.76	0.78	0.59
30	960	1246	148	192	0.77	0.77	0.59
Total	24960	32400	3994	4992	0.7712	0.8008	0.6173

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N° 01, se muestra una variación irregular de la productividad y sus dimensiones durante el mes de setiembre del 2020, donde el promedio de la productividad alcanzó el 61.73%, en tanto el promedio de la eficiencia fue de 77.12% y la media de la eficacia bordeó el 80.08%.

Figura N° 01 - Productividad pre mejora

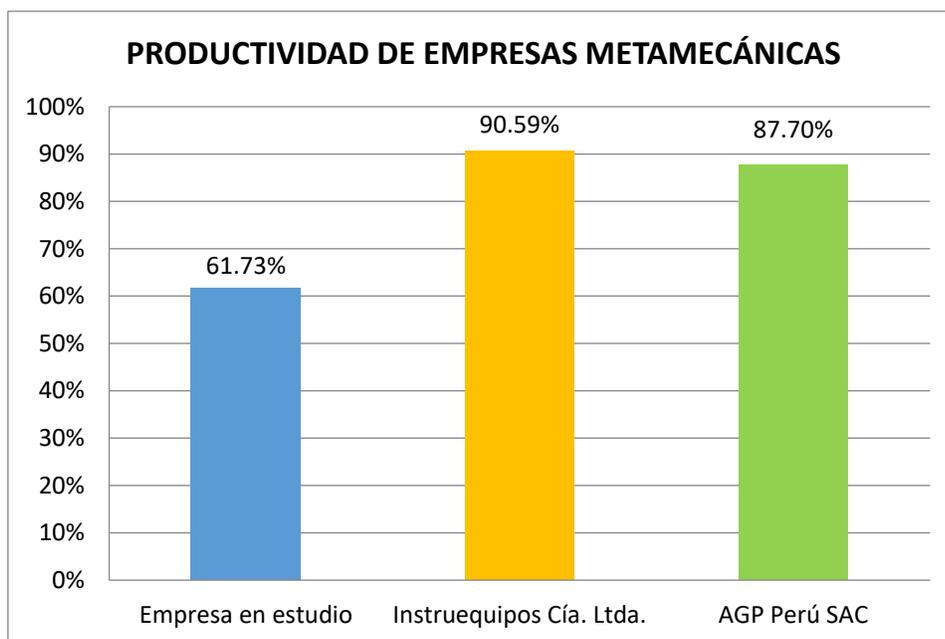


Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia, puede darse cuenta que el problema primordial de la empresa Josfel Iluminación SAC es la baja productividad en el área de operaciones y, por consiguiente, los problemas secundarios que se derivan conllevan la pérdida de eficiencia y eficacia.

De tal forma, se constata que la productividad actual de la empresa metalmeccánica en estudio equivalente a 61.73% es baja con respecto a la productividad de la compañía metalmeccánica Instruequipos Cía. Ltda., que asciende a 90.59% según Cabezas (2015); así como en relación a la productividad de la compañía metalmeccánica AGP Perú SAC, que es igual a 87.70% según Neyra (2017).

Figura N° 02 - Comparativo de Productividad de Empresas Similares



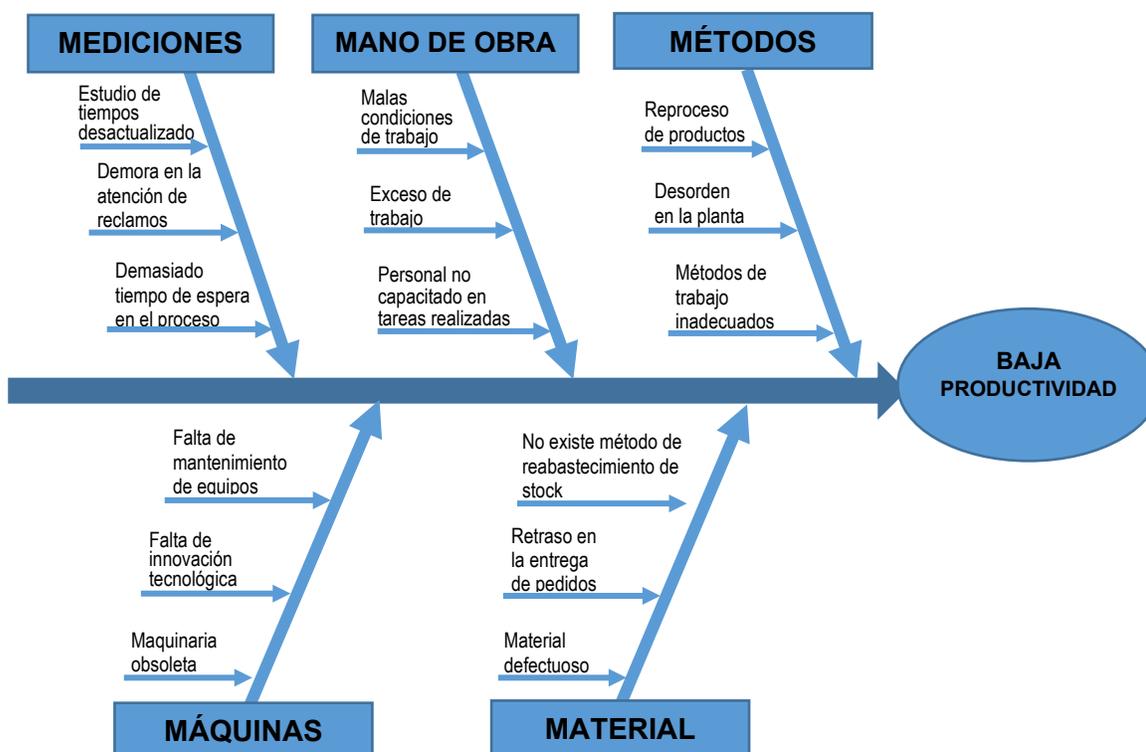
Fuente: Elaboración propia.

Mediante un análisis del proceso se pudo comprobar que las causas de estos problemas lo constituyen un conjunto de deficiencias en el área de producción, como por ejemplo: métodos de trabajo inadecuados, demasiado tiempo de procesamiento y espera, personal no capacitado en tareas realizadas, empleo de maquinaria obsoleta, falta de innovación tecnológica, escaso mantenimiento de equipos, desorden en la planta, entre otros.

Toda esta problemática vino ocasionando un efecto perjudicial para la empresa que se reflejó en una baja capacidad productiva para responder a la demanda de luminarias, provocando pérdidas de nuevos clientes, perjuicios por órdenes de pedidos retrasados, etcétera.

A fin de tener un mayor entendimiento de las causas del problema que existen dentro de la empresa, se confeccionó el Diagrama de Ishikawa con la colaboración de los empleados. En la Figura N° 03 se observan las 5 categorías (5M), donde se aprecia que las causas de la baja productividad en la empresa están dispersas proporcionalmente entre las 5M.

Figura N° 03 - Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia.

Luego, se realizó una Matriz de Correlación para calcular el grado de relación existente entre las causas del problema identificadas en el Diagrama de Ishikawa que tuvieron un impacto de escala 1, 3 y 9; obteniendo un puntaje diferenciado.

Tabla N° 02 - Correlación de Causas

Causas		Cs1	Cs2	Cs3	Cs4	Cs5	Cs6	Cs7	Cs8	Cs9	Cs10	Σ	Imp	Ptj.
Cs1	Personal no capacitado en tareas realizadas		1	2	0	2	1	2	2	2	2	14	3	42
Cs2	Demasiado tiempo de proceso y espera	1		2	1	2	2	2	2	2	2	16	9	144
Cs3	No existe método de reabastecimiento de stock	0	0		0	2	0	2	1	2	2	9	1	9
Cs4	Métodos de trabajo inadecuados	2	1	2		2	2	2	2	2	2	17	9	153
Cs5	Falta de mantenimiento de equipos	0	0	0	0		0	0	0	0	1	1	3	3
Cs6	Demora en la atención de reclamos	1	0	2	0	2		2	2	2	2	13	1	13
Cs7	Falta de innovación tecnológica	0	0	0	0	2	0		0	1	2	5	1	5
Cs8	Retraso en la entrega de pedidos	0	0	1	0	2	0	2		2	2	9	3	27
Cs9	Desorden en la planta	0	0	0	0	2	0	1	0		2	5	1	5
Cs10	Maquinaria obsoleta	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.

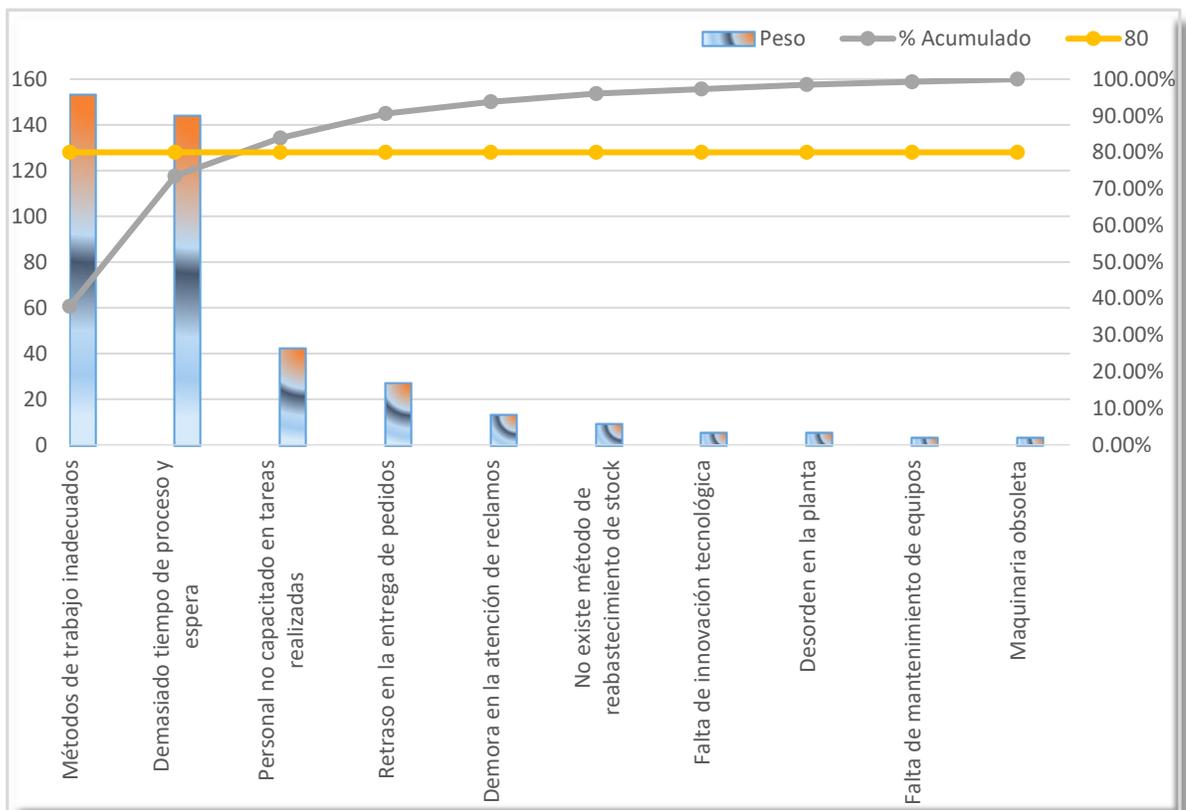
De igual manera, para tener una mejor precisión sobre las causas identificadas del problema existente en la compañía, se realiza el Análisis de Pareto que considera el puntaje conseguido en la Tabla N° 02.

Tabla N° 03 - Tabla de Pareto

Causas		Ptj.	%	%Acum	%
Cs4	Métodos de trabajo inadecuados	153	37.87	37.87	80%
Cs2	Demasiado tiempo de proceso y espera	144	35.64	73.51	
Cs1	Personal no capacitado en tareas realizadas	42	10.40	83.91	20%
Cs8	Retraso en la entrega de pedidos	27	6.68	90.59	
Cs6	Demora en la atención de reclamos	13	3.22	93.81	
Cs3	No existe método de reabastecimiento de stock	9	2.23	96.04	
Cs7	Falta de innovación tecnológica	5	1.24	97.28	
Cs9	Desorden en la planta	5	1.24	98.52	
Cs5	Falta de mantenimiento de equipos	3	0.74	99.26	
Cs10	Maquinaria obsoleta	3	0.74	100.00	

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 04 - Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia.

De la Figura N° 04, se aprecia que el 80% de las causas del problema que influyen en baja productividad está comprendido por: métodos de trabajo inadecuados (37.87%) y demasiado tiempo de proceso y espera (35.64%) y, en parte, por el personal no capacitado en tareas realizadas.

Luego, se realiza la categorización de las causalidades en cuatro ámbitos de la compañía; seguidamente, se efectúa un análisis utilizando la Matriz de Priorización con el propósito de identificar las áreas de mayor incidencia.

Tabla N° 04 - Priorización de áreas

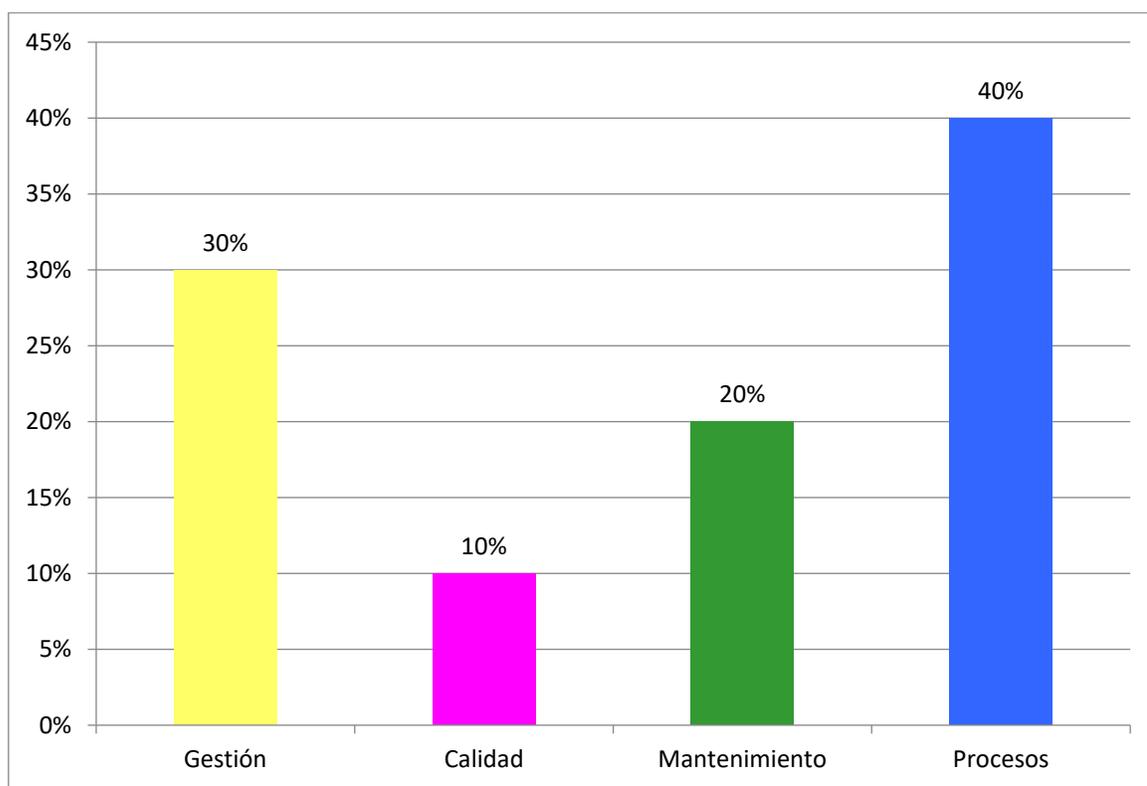
Problemas por área	Medio Ambiente	Mano de Obra	Método	Medición	Máquina	Material	Criticidad	Total	Porcentaje	Impacto	Calificación	Prioridad	Medidas a tomar
Gestión	1			1		1	Baja	3	30%	1	3	3	Gestión empresarial
Calidad		1					Baja	1	10%	2	2	4	Diseño de puestos
Mantenimiento					2		Media	2	20%	3	6	2	Gestión de mantenimiento
Procesos	1		1	1		1	Alta	4	40%	5	20	1	Mejora 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.

De lo observado en la Figura N° 05, el área más afectada es Procesos (40%) secundada por Gestión (30%). Finalmente, se concluye que se priorice el área de Procesos debido a su elevado nivel de criticidad e impacto (5); para lo cual la mejor alternativa de solución sería la Mejora de procesos a través de la Medición del trabajo y Estudio de métodos ya que el 80% de los problemas detectados están relacionados a los métodos de trabajo inadecuados, demasiado tiempo de proceso y espera, entre otros, conforme se establece en el Análisis de Pareto.

Figura N° 05 - Categorización de causas por ámbitos



Fuente: Elaboración propia.

Todas estas deficiencias encontradas en la compañía se resolvieron 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 implementación de una Mejora de procesos incrementa la productividad en una empresa fabricante de luminarias?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cómo influye la aplicación de una Mejora de procesos en el incremento de la eficiencia de una empresa fabricante de luminarias?
- b) ¿De qué modo la implementación de una Mejora de procesos incrementa la eficacia en una empresa fabricante de luminarias?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o Social

En la aplicación de una mejora de procesos que incida en el incremento de la productividad, débese concienciar a los colaboradores a fin de que practiquen los nuevos procedimientos de trabajo en forma adecuada, evitando la manipulación inadecuada del material y/o equipo que causa fatiga e inseguridad en los trabajadores, esto debe permitir la reducción del riesgo laboral generando un ambiente idóneo donde se eleva la moral y la satisfacción del personal y, en consecuencia, se logre un mejor compromiso de los actores interesados: directores, colaboradores, proveedores, vendedores y el consumidor final.

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 sus luminarias de alumbrado público para incluirlos en sus respectivos proyectos, los cuales en su mayoría son de gran envergadura y alcance social, repercutiendo en el bienestar y la seguridad de la población en general.

1.3.2. Teórica

La presente investigación plantea que se incrementa la productividad en una compañía del sector metalmecánico, por intermedio del conocimiento y la aplicación de conceptos y teorías de la Mejora de procesos.

1.3.3. Metodológica

A fin de concretar el objetivo del estudio, es preciso recopilar información para procesarla, analizarla y dar a conocer los resultados, respetando los fundamentos metodológicos de la investigación científica.

El trabajo debe justificarse metodológicamente porque la forma como se desarrolla esta investigación sirve de referencia para el investigador, profesional y empresario que busca precisar la relación existente entre el uso de la “Mejora de procesos” y el crecimiento de la productividad.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

El alcance de estudio está referido al área de producción de Josfel Iluminación SAC, ubicada en Lima Metropolitana - Perú.

1.4.2. Temporal

El estudio se desarrolló en el periodo establecido del 01 de Julio al 31 de Diciembre del 2020.

1.4.3. Económica

El trabajo no conlleva altos costes porque no se incurre en gran inversión de recursos para su ejecución; de tal forma que este proyecto fue financiado por la compañía, habiendo sido implementado a un coste bajo en referencia con el beneficio 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 implementación de una Mejora de procesos incrementa la productividad en una empresa fabricante de luminarias.

1.6.2. Objetivos Específicos

- a) Especificar cómo influye la aplicación de una Mejora de procesos en el incremento de la eficiencia de una empresa fabricante de luminarias.
- b) Establecer de qué modo la implementación de una Mejora de procesos repercute en el incremento de la eficacia de una empresa fabricante de luminarias.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Ledesma (2019) en su tesis "Gestión por procesos para incrementar la productividad en una empresa metal mecánica", establece el objetivo de elevar la productividad de la compañía metalmeccánica. Se identificaron las raíces de la escasa productividad a fin de plantear mejoras. Se aplicó un análisis descriptivo y estadística inferencial para analizar el comportamiento de las variables de estudio. Se pudo concluir que la Gestión de procesos elevó la productividad de la compañía metalmeccánica en 16,97%.

De acuerdo a **Brañez (2018)** en su tesis "Mejora de los métodos de trabajo para incrementar la productividad en una empresa metal mecánica ubicada en Comas", se logró incrementar la productividad de la compañía metalmeccánica a través de la mejora de los procedimientos de trabajo y el uso óptimo de materia prima, disminuyendo tiempos, mermas y costes de fabricación, adquiriendo nuevos equipos, implementando un plan de mantenimiento preventivo, así como mediante la aplicación de las 5'S para mejorar el ambiente de trabajo. Se concluye que la implementación de la mejora, se pudo elevar la productividad en la producción de garruchas a 75% y bridas a 39%, logrando un ahorro de S/. 61,695.16 en el año 1.

Según **Neyra (2017)** en su tesis "Aplicación de la metodología Kaizen para la mejora de la productividad en la línea de parabrisas laminado del área de ensamblaje de la empresa AGP Perú SAC", establece de qué modo la mejora continua de procesos aumentó la productividad en una compañía metalmeccánica automotriz. La investigación fue cuantitativa, aplicada-descriptiva y de diseño pre-experimental. La población se compuso de 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 7.27% y una eficacia de 6.14%.

Como indica **Valera (2019)** en su tesis "Mejora del proceso de fabricación de cajas chinas para incrementar la productividad en una empresa metalmecánica, Cajamarca", propone un método que comprende el análisis de procesos a fin de diagnosticar la problemática actual y mejorar los procesos. Mediante el diagrama de Ishikawa y análisis de Pareto se identificaron los principales problemas de producción, que fueron resueltos aplicando la medición del trabajo, planeación de operaciones, distribución de planta y método 5'S. En conclusión, se demostró la efectividad de las mejoras propuestas elevando la productividad en 94%.

De acuerdo a **Farje (2017)** en su tesis "Implementación de la Mejora de Procesos para incrementar la Productividad de la empresa Sakmay Carpintería y Ebanistería, San Martín de Porres - 2017", se determina el objetivo de aumentar la productividad de una compañía carpintera mediante la aplicación de una mejora de procesos. La investigación es de tipo aplicada, nivel explicativa y diseño cuasiexperimental; la población estuvo compuesta por la producción de puertas en 12 semanas. Los datos fueron recopilados a través de la observación con el apoyo de instrumentos como el DAP, posteriormente se ingresaron al software SPSS para su procesamiento obteniendo como resultado un incremento de la productividad de 20.42% a 25.51%.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Como indica **Cabezas (2015)** en su tesis "Gestión de Procesos para mejorar la Productividad de la línea de productos para exhibición en la empresa Instruequipos Cía. Ltda.", se focaliza en la gestión de procesos de producción y despacho a fin de diagnosticar su problemática a través del empleo de la entrevista, observación y estudio de tiempos para medir la capacidad real de producción y la productividad de la empresa metalmecánica. Se propusieron alternativas de solución como la compra de maquinaria y herramientas, elaboración de hojas de control de calidad, capacitación y mejor comunicación entre el personal. Se concluye, que la empresa metalmecánica aumentó su productividad de 74.24% a 90.59%.

Según **Ordoñez (2017)** en su tesis “Propuesta de mejoramiento de la productividad en una empresa metalmecánica mediante la aplicación de un VSM”, se identifican y priorizan las actividades que no añaden valor, utilizando técnicas de “manufactura esbelta” a fin de disminuir los desperdicios existentes o eliminarlos, se realizó el estudio de tiempos de los procesos clave de la empresa metalmecánica. Se obtuvo un incremento de la productividad global en 76,71%, una disminución del tiempo de entrega y procesamiento en 40,16% y 91,88% correspondientemente y un incremento de las utilidades netas en \$ 35,000.

De acuerdo a **Ariza y Padilla (2015)** en su tesis “Propuesta de mejoramiento de la productividad en una pyme del sector metalmecánico de estructuras en Bogotá como estrategia para competir contra las importaciones de China”, se analiza los índices de productividad, planificación de producción y control de inventario a fin de plantear la mejora de la competitividad empresarial. Se aumentó la capacidad de la compañía metalmecánica al rediseñar el cuello de botella, planificar la producción y el inventario, logrando aumentar la productividad en 31% y disminuir el tiempo de entrega en 100%. Además, se espera que el costo directo de mano de obra se reduzca en 33% y 19% para marcos y vigas, respectivamente.

Según **Yuqui (2016)** en su tesis “Estudio de Procesos, tiempos y movimientos para mejorar la Productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en Carrocerías Megabuss”, se establece el objetivo de efectuar una medición del trabajo a fin de incrementar la productividad de una carrocería metalmecánica. Esta investigación es de tipo descriptivo aplicativo, con un diseño de estudio de campo. Se realizó un diagnóstico a fin de elaborar los diagramas de operaciones de proceso, de distribución de planta y de recorrido, así como un estudio de tiempos; luego de procesar y analizar la data se concluyó que existen tiempos no productivos y reproceso, que retardan los tiempos de producción y afectan la productividad, motivo por lo cual se planteó una propuesta de mejoras.

De acuerdo a **Colcha (2018)** en su tesis “Propuesta de medidas de Mejora que permitan aumentar la Productividad de la línea de envasado en una planta comercializadora de pinturas”, se plantearon medidas de mejora de procesos que contribuyeron al incremento de la productividad de la compañía. Se utilizó la herramienta del mapeo de procesos a fin de analizar la situación actual hallando actividades que no agregan valor, luego se diseñaron planes de acción proponiendo la ejecución de sistemas de control. Finalmente, se generaron resultados favorables especialmente el incremento de la productividad a 44 galones por hr-h y un aumento del nivel de servicio de 95.8% a 98.0%.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Mejora de procesos

Proceso

Es el conjunto de actividades interconectadas que utilizan las entradas para obtener un resultado esperado, o que se realizan bajo ciertos parámetros con un objeto establecido: producir productos o brindar servicios.

Existen dos formas de clasificarse los procesos:

1) De acuerdo al tipo de flujo del producto

- En línea: Este proceso está diseñado para producir un determinado tipo de bienes o servicios, por eso no se adapta fácilmente a fabricar otra clase de productos. Cuenta con un adecuado balance de línea de producción que genera un alto grado de eficiencia.
- Intermitente: Es cuando los equipos similares están agrupados en la planta. La producción es de gran variedad y se realiza por lote a intervalo intermitente.
- Por proyecto: Existe un determinado proceso productivo por cada proyecto que se implementa, siendo la producción de bajo volumen y alta variedad. Cada proyecto por procesos tiene un principio y un fin establecidos.

2) De acuerdo al tipo de servicio al cliente

- Producción para inventarios
- Producción para surtir pedidos

Tipos de procesos

Existen tres tipos de procesos en una empresa, dependiendo del impacto que producen en el resultado final.

- **Proceso estratégico:** Donde la compañía establece y lleva el control de sus procesos, siendo coherentes con la visión y misión de la empresa. Estos procesos influyen en toda la organización debido a que proveen los lineamientos y directrices al resto de procesos.
- **Proceso clave:** Donde mediante la transformación de recursos se obtienen bienes y/o brindan servicios con valor agregado al cliente, por eso se toman en cuenta como la razón de ser de la empresa.
- **Proceso de soporte:** Donde se abastece el recurso necesario para desarrollar los procesos clave de la empresa.

Mejora de procesos

Esta técnica se focaliza en reducir el desperdicio de diversos factores: material, esfuerzo, tiempo, mano de obra y capital; que permita el desarrollo y la mejora del nivel de desempeño para brindar satisfacción al cliente.

La mejora de procesos se puede perfeccionar después de que haya ocurrido, para eso se requiere implementar un ciclo de mejora continua que optimice los indicadores del proceso, en caso que éste no satisfaga lo establecido por el cliente.

Tipos de mejoras de procesos

- Mejora estructural: Se emplean soluciones de tipo conceptual o a través de nuevas tecnologías de gestión; por ejemplo: el análisis de valor, la reingeniería, entre otras.
- Mejora funcional: Las técnicas utilizadas como el análisis de datos y diseño de experimento; para la reducción de desperdicio se emplea las 5S, el Kaizen, entre otras.

Con la finalidad de mejorar cualquier proceso, primero se debe hacer funcionar correctamente el proceso comprobando que éste brinde el resultado esperado. A continuación, se presentan los cuatro pasos de la Mejora de procesos a fin de incrementar su eficiencia, también denominada Ciclo de Mejora continua:

Tabla N° 05 - Pasos para la Mejora de procesos

Paso	PDCA	Forma de implementación
1	Plan	Planificar los objetivos de mejora para el proceso y establecer de qué modo estos objetivos van a alcanzarse.
2	Do	Ejecutar las actividades planeadas para alcanzar la mejora del proceso.
3	Check	Comprobar la efectividad de las actividades de mejora que anteriormente se han ejecutado.
4	Act	Actualizar el mecanismo de los procesos con las nuevas actividades de las mejoras implantadas que hayan demostrado su efectividad.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.1. Estudio de métodos

Es la conjunción adecuada del factor material, humano y económico con el objeto de aumentar la productividad.

Los objetivos del estudio de métodos son:

- Mejorar los procesos
- Optimizar el diseño y la disposición del lugar donde se trabaja
- Racionalizar el trabajo y disminuir el cansancio innecesario del trabajador
- Preservar el empleo de material, personal, maquinaria y equipo
- Crear mejores condiciones para aumentar la seguridad en el trabajo
- Realizar el trabajo de manera más fácil, sencilla y segura

Esta técnica consta de 8 pasos:

1. Seleccionar la tarea que va ser examinada, considerando factores de índole económico, técnico y humano.
2. Registrar los datos concernientes al método actual por observación directa.
3. Analizar lo registrado con sentido crítico a través de la técnica del interrogatorio.
4. Idear el método propuesto por medio de la técnica del interrogatorio con el apoyo del personal implicado.
5. Evaluar alternativas de solución para implementar el nuevo método a fin de contrastarlo con la situación actual.
6. Establecer el nuevo método por medio de diagramas de proceso para exponerlo a todo el personal involucrado de la empresa.
7. Implementar el nuevo método con la cooperación del personal.
8. Conservar en uso el nuevo método planteando disposiciones que eviten retornar al método antiguo.

Herramientas del Estudio de métodos:

- Diagrama de Operaciones del Proceso: Es la representación gráfica del proceso referente a la secuencia en que se transforma la materia prima en producto terminado, lo que facilita el estudio de los elementos que intervienen durante el proceso con el objeto de optimizar la disposición de planta y el empleo de los recursos a fin de disminuir los retrasos y tiempos improductivos.
- Diagrama de Actividades de Proceso: Esta representación detallada facilita el análisis profundo de los procesos, teniendo en cuenta todos los elementos involucrados: inspecciones, operaciones, almacenajes, transportes y demoras.

Índice de Actividades que Agregan Valor (IAAV)

Es el indicador que relaciona las actividades que agregan valor con la totalidad de actividades descritas en el Diagrama de Actividades del Proceso, que son representadas por elementos de operación, inspección, transporte, almacenaje y demora.

Fórmula 1. Índice de Actividades que Agregan Valor:

$$IAAV = \frac{\text{Actividades AV}}{\text{Total de Actividades}} \times 100\%$$

IAAV = Índice de Actividades que Agregan Valor

Actividades AV = Actividades que Agregan Valor del DAP

Total de Actividades = Total de Actividades del DAP

Fuente: Prieto Samaniego.

2.2.1.2. Medición del trabajo

Es una herramienta fundamental que especifica la tarea de un empleado con relación a sus tiempos establecidos, con el objeto de emplear esta data conforme a los requerimientos de la empresa.

Es la parte cuantitativa del estudio del trabajo que expresa el resultado del esfuerzo humano en relación al tiempo ejecutado, de tal manera que el personal concluya una tarea en un ritmo normal de trabajo.

Se cuenta con 3 métodos de medición del trabajo:

a) Estimación

Representa el cronometraje del tiempo por medio de la observación de las operaciones. Tiene un carácter subjetivo debido a que incluso los analistas más expertos incurren en equivocaciones en las mediciones.

b) Medida en base a datos históricos

Los datos empleados son históricos, ya que corresponden a mediciones registradas anteriormente.

c) Medida en base a aparatos

Se efectúan mediciones con apoyo del cronómetro (mecánico, eléctrico o digital).

d) Medida en base a datos normalizados

Se registran tiempos con la asistencia de tablas generadas para el giro del negocio en condiciones normales.

Estudio de tiempos

Es una técnica de la medición del trabajo usada para estimar los tiempos y ritmos de trabajo, con el objeto de analizar el tiempo requerido para realizar una actividad seleccionada. Los materiales empleados son: cronómetro, formularios de estudio de tiempos y tablero de observaciones.

Para tal propósito, se debe establecer el Tiempo estándar, el cual representa el tiempo promedio para realizar una tarea a un ritmo normal por un trabajador calificado, considerando ciertos suplementos como necesidades fisiológicas, cansancio, trabajo de pie, monotonía física, entre otros.

Fórmula 2. Tiempo estándar:

$$TE = TPS \times FC(1 + \text{Suplementos})$$

TE = Tiempo Estándar

TPS = Tiempo Promedio Seleccionado (Observado)

FC= Factor de Calificación

Fuente: (Meyers, Fred)

2.2.2. Productividad

De acuerdo a Lefcovich (2008, pág.23), “el desempeño de la empresa depende directamente de la mejora constante de su actividad productiva. Su progreso depende de factores básicos como el precio con el que se venden los productos, el costo de los insumos, cantidad de productos que se venden y cantidad de productos totales de los insumos que se han utilizado. Los tres primeros factores dependen de aspectos externos, y el último depende directamente de la empresa”. Como lo indica García (2011, pág.13), la productividad es “la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron. Las empresas deben utilizar recursos que les produzca riqueza a las comunidades y a los países”.

Según Lefcovich (2009, p.32), la productividad es “el aumento o la disminución del rendimiento del proceso económico, medido de forma física o monetaria”.

Cuatrecasas (2012, p.13), describe a la productividad como “una actividad económica, de la organización, cuyo objetivo es obtener más productos o servicios, para alcanzar la satisfacción de las necesidades de los consumidores”.

Figura N° 06 - Componentes de un sistema de producción



Fuente: Cuatrecasas (2012).

García (2011, p.17), indica que la productividad es “la relación entre productos logrados y los insumos que intervienen en la producción”.

El indicador de la productividad es producto del aprovechamiento de los factores que interactúan en el proceso de producción, medidos en tiempo definido.

Como lo indica Gutiérrez (2010, p.21), la productividad debe medirse “a partir de los recursos utilizados para alcanzar resultados favorables, los resultados alcanzados se pueden medir en unidades producidas y los recursos empleados en número de trabajadores, horas máquina, etc.”.

Teniendo en cuenta las conceptualizaciones anteriores de diversos investigadores se puede concluir que la productividad significa medir el resultado del recurso empleado para cumplir el objetivo propuesto.

Fórmula 3. Productividad

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

Fuente: Calidad total y productividad.

Componentes que afectan a la productividad

Componentes internos:

Material directo, máquina y tecnología

Estos elementos juegan un rol estratégico para aumentar la productividad. Con el propósito de lograr buenos resultados se requiere especialmente:

- Mantenimiento adecuado de máquinas a fin de que operen de modo óptimo y fiable, de tal forma que se eviten averías que puedan generar retrasos en la producción que afecten la productividad de los procesos siguientes.
- Mejorar la capacidad productiva tomando medidas preventivas para evitar la aparición de cuellos de botella.
- Optimizar el proceso de producción, almacenamiento y sistemas de acarreo, de igual modo realizar el control de calidad del material y producto terminado.

Energía - Material en general

Con el fin de alcanzar resultados beneficiosos se requiere:

- Adecuada selección de materiales tomando en cuenta la calidad y cantidad.
- Uso óptimo de la energía, poniendo en práctica técnicas de ahorro.
- Aplicar métodos con el fin de reciclar sub-productos y desperdicios.
- Tratamiento y control oportuno de desechos y mermas.

Talento humano

Es el recurso más valioso de la empresa. Los principales lineamientos de la gestión de personal para mejorar la productividad de las organizaciones, son:

- Distinguir y apoyar la tarea del colaborador.
- Incorporar talentos calificados y formación actualizada.
- Salvaguardar la sanidad y seguridad del personal a fin de que trabajen en situaciones adecuadas y protegidas.
- Favorecer el clima laboral centrado en el respeto y buen trato al personal.

Componentes externos:

- Disposición de materiales
- Normas gubernamentales sobre impuestos y gravámenes
- Equipamiento apropiado
- Disposición de recursos financieros
- Reglamentación estatal, entre otros.

2.2.2.1. Eficiencia

De acuerdo a Gutiérrez y Vara (2009, p.7), la eficiencia “es la relación existente entre los resultados logrados y los recursos. Se aplica optimizando recursos y reduciendo tiempos no usados por paros de equipo, demoras, etcétera”.

La eficiencia es el uso racional de los recursos pertenecientes a un proceso productivo, a fin de que los resultados propuestos sean positivos para la organización.

Fórmula 4. Eficiencia

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

Fuente: Calidad total y productividad.

2.2.2.2. Eficacia

Como lo indica Echevarría y Mendoza (2005, pág.235), la eficacia es “el grado que se alcanzan los objetivos previstos, a través de acciones específicas”.

Para García (2005, p.23), la eficacia “implica la obtención de resultados esperados y puede reflejarse en cantidades, calidad o ambos”.

Fórmula 5. Eficacia

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

Fuente: Calidad total y productividad.

2.3. Definición de términos

2.3.1. Mejora de procesos

Proceso

“Es la secuencia de pasos que se siguen teniendo en cuenta ciertos lineamientos en un proceso productivo, para finalmente tener un producto terminado, siendo el inicio en su realización con la adquisición de la materia prima, interviniendo el uso de maquinaria y los equipos que necesariamente intervienen, para obtener finalmente un producto, luego de haber seguido sus diferentes etapas en su producción” (Tovar, 2007, p.27).

Mejora de procesos

Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008) determinan a la mejora de los procesos como “el estudio de todos los elementos del mismo; es decir, la secuencia de actividades, sus entradas y salidas, con el objetivo de entender el proceso y sus detalles, y de esta manera, poder optimizarlo en función a la reducción de costos y el incremento de la calidad del producto y de la satisfacción del cliente”.

Según Lefcovich (2009), es el conglomerado de actividades que se efectúan al interior de la empresa, capaz de lograr los resultados esperados.

Estudio de métodos

Para Kanawaty (1996, p.77), esta herramienta es “el registro crítico y sistemático de las formas de realizar actividades, con el objetivo de realizar mejoras en los procesos”.

Examinar los métodos de cómo se desarrolla el trabajo y el proceso productivo con el propósito de optimizarlos, es una forma de lograr mejores resultados a fin de incrementar la productividad de la empresa.

Medición del trabajo

Para Silva (2000, p. 2), esta técnica “busca determinar el tiempo que le toma a un trabajador realizar una labor determinada según lineamientos establecidos”.

También es un método que comprende el empleo de varias técnicas a fin de establecer el tiempo que un empleado cualificado realiza cierta tarea.

El objetivo de la medición del trabajo es investigar, disminuir y eliminar el tiempo improductivo, ya que no involucra la ejecución de trabajo productivo.

2.3.2. Productividad

Schroeder (2008, p.533) explica a la productividad como “la capacidad de un sistema para hacer los productos que se requieren y a la misma vez, mide el grado en que se aprovechan los recursos que son usados, es decir al darle el valor agregado. Existe productividad cuando se utilizan los mismos recursos o cuando se producen los mismos bienes o servicios dando como resultado una mayor rentabilidad a la empresa”.

Eficiencia

“Es el esfuerzo a realizar para lograr las metas trazadas haciendo uso del mínimo esfuerzo o recurso posible. Alcanzar las metas con un costo mínimo y otras variables que también se puedan disminuir”, de acuerdo a lo descrito por la Editora F.C.A. (2013, pág.25).

Eficacia

“Es el nivel de contribución para alcanzar determinadas metas. Muestra el grado de desempeño en las operaciones de un proceso productivo del bien o servicio. Para culminar el proceso es eficaz si este cumple con su fin” (Pérez, 2010, pág.157).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La implementación de una Mejora de procesos incrementa la productividad de una empresa fabricante de luminarias.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a) La aplicación de una Mejora de procesos influye significativamente en el incremento de la eficiencia de una empresa fabricante de luminarias.
- b) La implementación de una Mejora de procesos repercute de modo significativo en el incremento de la eficacia de una empresa fabricante de luminarias.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Mejora de procesos

Para Summers (2006, pág.225) “la mejora de procesos se orienta en la eliminación de los desperdicios; siendo estos de tiempo, esfuerzo, materiales, dinero y mano de obra, el factor resultante de esta mejora permite el desarrollo y llegar a un mejor nivel de desempeño que a su vez brinda satisfacción al cliente”.

Productividad

Según Gutiérrez (2010, p.21), esta variable “se mide a partir de los recursos utilizados para alcanzar resultados favorables, los resultados alcanzados se pueden medir en unidades producidas y los recursos empleados en número de trabajadores, horas máquina, etc.”.

2.5.2. Definición operacional de la variable

2.5.2.1. Mejora de procesos

Herramientas para analizar los procesos como el estudio de métodos y la medición del trabajo, a fin de aumentar la productividad.

Dimensiones:

Estudio de métodos

Examinar los procedimientos en el desarrollo del trabajo y el proceso productivo con el propósito de optimizarlos, es una forma de lograr mejores resultados a fin de incrementar la productividad de la empresa.

Medición del trabajo

Silva (2000, pág.2), afirma que esta dimensión “busca determinar el tiempo que le toma a un trabajador realizar una labor determinada según lineamientos establecidos”.

2.5.2.2. Productividad

Se estima la productividad como producto entre la eficiencia y la eficacia, por lo tanto, debe medirse el tiempo de las operaciones y el desempeño de los trabajadores mediante registros de observaciones.

Dimensiones:

Eficiencia

Prokopenko (1989, p.4), explica que esta dimensión “es la manera de emplear el mínimo tiempo para producir bienes de calidad teniendo en cuenta la necesidad de esos bienes”.

Para esta tesis, la eficiencia es la división del tiempo útil entre el tiempo total.

Eficacia

Medianero (2016, p.38), expresa que esta dimensión “es la relación entre los resultados obtenidos de la producción real y la producción planificada”.

Para esta investigación, esta dimensión es la división de la producción real entre la producción programada.

2.5.3. Operacionalización de la variable

Tabla N° 06 - Matriz de Operacionalización de la variable

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable Independiente (X) MEJORA DE PROCESOS	La mejora de procesos se orienta en la eliminación de los desperdicios; siendo estos de tiempo, esfuerzo, materiales, dinero y mano de obra, el factor resultante de esta mejora permite el desarrollo y llegar a un mejor nivel de desempeño que a su vez brinda satisfacción al cliente (Summers, 2006, p.225).	Herramientas para analizar los procesos como el estudio de métodos y la medición del trabajo, a fin de aumentar la productividad.	Estudio de métodos	<p>Índice de Actividades que Agregan Valor:</p> $IAAV = \frac{\text{Actividades AV}}{\text{Total de Actividades}} \times 100\%$ <p>IAAV = Índice de Actividades que Agregan Valor</p> <p>Actividades AV = Actividades que Agregan Valor del DAP</p> <p>Total de Actividades = Total de Actividades del DAP</p>	Razón
			Medición del trabajo	<p>Tiempo estándar:</p> $TE = TPS \times FC(1 + \text{Suplementos})$ <p>TE = Tiempo Estándar</p> <p>TPS = Tiempo Promedio Seleccionado (Observado)</p> <p>FC= Factor de Calificación</p>	Razón
Variable Dependiente (Y) PRODUCTIVIDAD	La productividad se mide a partir de los recursos utilizados para alcanzar resultados favorables, los resultados alcanzados se pueden medir en unidades producidas y los recursos empleados en número de trabajadores, horas máquina, etc. (Gutiérrez, 2010, p.21).	Se estima la productividad como producto entre la eficiencia y la eficacia, por lo tanto, debe medirse el tiempo de las operaciones y el desempeño de los trabajadores mediante registros de observaciones.	Eficiencia	<p>Eficiencia de la línea de producción</p> $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo util}}{\text{Tiempo total}}$	Razón
			Eficacia	<p>Eficacia de la línea de producción</p> $\text{Eficacia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Produccion programada}}$	Razón

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

Se usó el método científico aplicado, porque contiene una secuencia de procedimientos empleados a fin de lograr una investigación con un resultado aceptable y válido para la comunidad científica.

3.2. Tipo de investigación

Corresponde a la investigación aplicada, ya que está orientada a comprender y solucionar los problemas que repercuten en una baja productividad, esto es, el objeto es evaluar en qué magnitud se eleva la productividad a través del empleo de técnicas de la mejora de procesos.

3.3. Nivel de investigación

Es explicativo porque se esclarecieron las causales y eventos que influyen en la productividad, esto es, se expone de qué modo se incrementa la productividad por medio de la mejora de procesos en una compañía metalmeccánica.

3.4. Diseño de investigación

Es cuasi experimental porque los elementos no son asignados aleatoriamente a los grupos, sino se mantienen intactos ya que fueron conformados antes del estudio, además la variable independiente manipula deliberadamente a la variable dependiente para examinar su efecto sobre ésta, de acuerdo a lo propuesto por Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.151).

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

Donde:

Gt. = Grupo de trabajo (muestra)

Y₁ = Productividad antes

X = Implementación de la Mejora de procesos

Y₂ = Productividad después

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población es finita está compuesta por todas las empresas del rubro metalmecánica en el distrito San Juan de Miraflores que asciende a 615 empresas, según datos obtenidos por el Ministerio de la Producción e INEI conforme se detalla en el Anexo N° 04.

3.5.2. Muestra

En este trabajo, se empleó el muestreo no probabilístico y la muestra está conformada por la empresa Jوسفel Iluminación SAC, seleccionada por ser representativa y contar con facilidad de acceso a la información empresarial.

Criterios de selección

- Criterios de inclusión:
 - Empresa representativa en la industria metalmecánica
 - Empresa con accesibilidad de información confidencial
- Criterios de exclusión:
 - Empresa con acceso de información de carácter restringido
 - Empresa fuera de los límites del distrito de San Juan de Miraflores

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnica

Se usó la observación de campo, por medio del cual se obtuvo información sobre la compañía de importancia para el estudio.

3.6.2. Instrumento de recolección de datos

A fin de efectuar una evaluación minuciosa del proceso con el propósito de identificar problemas, se utilizaron los siguientes registros de datos:

1. Formato de toma de tiempos
2. Formato de Diagrama de Actividades del Proceso
3. Formato de Control de producción

El instrumento de recopilación de datos fue el cronómetro, que se aplicó a fin de determinar el tiempo de los elementos que actúan en el proceso productivo, con el objeto de entender el comportamiento de cada indicador.

3.6.3. Validez del instrumento

Se hizo por intermedio del Juicio de Expertos, contemplando a profesionales especializados de Ingeniería Industrial de la UPLA, los cuales por su conocimiento y experticia en la temática emitieron su juicio y dieron validez al instrumento.

La confiabilidad se dió en el campo, habiendo sido aprobado por el Jefe de Producción.

3.7. Procesamiento de la información

Para una mejor comprensión del estudio, los datos recopilados se procesaron por medio de los programas Excel y SPSS, lo que posibilitó obtener tablas estadísticas e inferenciales, diagramas, formulaciones, etcétera.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Análisis descriptivo

Se emplearon las mediciones de tendencia central y de variabilidad, además se utilizaron el histograma y polígono de frecuencia para variables cuantitativas, y diagrama de barras para variables discretas.

Análisis inferencial

Con el objeto de contrastar la hipótesis se aplicó la prueba comparativa de medias, para lo cual se utilizó el test de “Shapiro Wilk” para muestras $n \leq 50$ y la prueba “Kolmogorov Smirnov” si la muestra es $n > 50$. Dependiendo de los resultados, si la variable es paramétrica se realiza el test de T-Student, y si la variable no es paramétrica se emplea Wilcoxon.

Aspectos éticos de la Investigación

El tesista está comprometido por el respeto a la veracidad del resultado y la propiedad intelectual, por la confiabilidad de los datos proporcionados por la empresa, por la identidad de las personas que participan en el estudio, por la presentación de información veraz y auténtica, por la honestidad, entre otros.

3.9. Desarrollo de la propuesta

3.9.1. Situación actual

Seguidamente, corresponde analizar críticamente las causas más importantes de la baja productividad, priorizadas en el Diagrama de Pareto del Planteamiento del problema.

3.9.1.1. Métodos de trabajo inadecuados

No se analizaron crítica y detalladamente los métodos actuales que conlleven a un adecuado control de las operaciones, lo que viene generando actividades que no agregan valor y tiempos muertos en el proceso, lo cual contribuye a la pérdida de productividad en la empresa.

Estas deficiencias pueden notarse con mayor énfasis en el área de corte, debido a que el método actual de corte por fricción produce excesivas rebabas en las planchas metálicas, lo que a su vez, viene generando demasiado tiempo de espera o demora ya que es necesario lijar manualmente estas partes sobresalientes del metal para que no presente distorsión en la plataforma de la luminaria por efecto de la soldadura de puntos.

3.9.1.2. Demasiado tiempo de procesamiento y espera

El tiempo estándar de los procesos hombre-máquina no se encuentra actualizado ya que no se estimaron por medio del sistema Westinghouse, una de las metodologías más completas y utilizadas por la gran parte de evaluadores de estudio del trabajo. Por lo tanto, fue necesario realizar un nuevo estudio de tiempos mediante el cronometraje, pero antes se llevó a cabo un estudio de métodos a fin de eliminar tareas que no añaden valor y, por ende, reducir los tiempos improductivos.

Como puede verse en la Tabla N° 07, existe veintiún (21) actividades que no agregan valor, de las cuales catorce (14) son demoras o esperas en el proceso de producción que generan un tiempo improductivo de 1135 minutos, y las restantes siete (07) corresponden a traslados de materiales cuyos tiempos improductivos asciende a 3,5 minutos.

Tabla N° 07 - Diagrama de Actividades del Proceso (Antes)

Diagrama N°: 01 Hoja N°: 01			RESUMEN					
Producto: Luminaria de alumbrado público			Actividad	Actual	Propues to	Econo mía		
Actividad: Fabricación de Luminarias de alumbrado público			Operación ○	23				
			Transporte ⇨	7				
			Espera D	14				
			Inspección □	4				
			Almacenamiento ▽	2				
Método: Actual			Distancia					
Lugar: Planta de Producción			Tiempo (min)	17600,5				
Operario (s) : Ficha N° 01			Costo					
			Mano de Obra					
Compuesto por: Fecha: 12/08/2020			Material					
Aprobado por: Fecha:			Total					
DESCRIPCIÓN	Distancia	Tiempo (min)	Actividad					Observación
			○	□	D	⇨	▽	
Almacén							1	
Traslado al área de corte		0,5					1	
Cortado		240	1					
Traslado al área de troquelado		0,5					2	
Armado de troquel		120			1			
Troquelado de Ø 20 mm		500	2					
Armado de troquel		120			2			
Troquelado de Ø 5/8"		500	3					
Armado de troquel		120			3			
Troquelado de Ø 5/16"		500	4					
Armado de troquel		120			4			
Troquelado de Ø 3/16"		500	5					
Armado de destajada		90			5			
1° Destaje		500	6					
Armado de destajada		90			6			
2° Destaje		500	7					
Inspección		250		1				
Limado		500	8					
Planchado		500	9					

Traslado al área de doblado		0,5				3	
Armado de dobladora		90			7		Según modelo
Doblado a α 120°		250	10				
Armado de dobladora		90			8		Según modelo
Doblado a α 90°		250	11				
Armado de dobladora		90			9		Según modelo
Doblado a α 45°		250	12				
Armado de dobladora		90			10		Según modelo
Doblado a α 15°		250	13				
Inspección		125		2			
Soldadura		1250	14				
Traslado al área bonderizado		0,5				4	
1° Bonderizado-Desengrasado		1000	15				Tiempo de 60 min Capacidad de 30 piezas
Secado		5			11		
2° Bonderizado		1000	16				Tiempo de 60 min Capacidad de 30 piezas
Secado		40			12		
3° Bonderizado		1000	17				Tiempo de 60 min Capacidad de 30 piezas
Secado		40			13		
4° Bonderizado		500	18				Tiempo de 30 min Capacidad de 30 piezas
Secado		30			14		
Traslado al área de horneado		0,5				5	
Horno 150° C		680	19				Tiempo de 40 min Capacidad de 30 piezas
Pintado		500	20				
Horno 350° C		500	21				
Inspección		250		3			
Traslado al área de armado		0,5				6	
Armado		2500	22				Entrada de Pernos 5/16", Cable N° 16 y Led
Inspección		167		4			
Empaque		1500	23				
Traslado al área de almacén		0,5				7	
Almacén P.T.							2

Fuente: Elaboración propia.

Estos tiempos improductivos vienen generando un elevado tiempo del ciclo de fabricación, lo que a su vez, repercutió en una reducción de la eficiencia del proceso y, por lo tanto, en una baja productividad de la línea de producción como puede verse en la Tabla N° 08.

Tabla N° 08 - Productividad Fabricación de Luminarias (Antes)

Día	Tiempo Útil (min)	Tiempo Total (min)	Producción Real (und)	Producción Planeada (und)	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1	960	1246	154	192	0.77	0.80	0.62
2	960	1274	155	192	0.75	0.81	0.61
3	960	1246	152	192	0.77	0.79	0.61
4	960	1255	159	192	0.76	0.83	0.63
5	960	1172	156	192	0.82	0.81	0.66
7	960	1283	154	192	0.75	0.80	0.60
8	960	1329	156	192	0.72	0.81	0.58
9	960	1320	159	192	0.73	0.83	0.61
10	960	1200	149	192	0.80	0.78	0.62
11	960	1163	147	192	0.83	0.77	0.64
12	960	1209	156	192	0.79	0.81	0.64
14	960	1246	149	192	0.77	0.78	0.60
15	960	1164	151	192	0.82	0.79	0.65
16	960	1329	152	192	0.72	0.79	0.57
17	960	1182	157	192	0.81	0.82	0.66
18	960	1302	161	192	0.74	0.84	0.62
19	960	1311	159	192	0.73	0.83	0.61
21	960	1228	149	192	0.78	0.78	0.61
22	960	1237	152	192	0.78	0.79	0.62
23	960	1209	157	192	0.79	0.82	0.65
24	960	1218	158	192	0.79	0.82	0.65
25	960	1191	147	192	0.81	0.77	0.62
26	960	1283	154	192	0.75	0.80	0.60
28	960	1292	153	192	0.74	0.80	0.59
29	960	1265	150	192	0.76	0.78	0.59
30	960	1246	148	192	0.77	0.77	0.59
Total	24960	32400	3994	4992	0.7712	0.8008	0.6173

Fuente: Elaboración propia.

3.9.1.3. Personal no capacitado en tareas realizadas

El personal de planta no está capacitado para realizar correctamente sus labores diarias, especialmente en temas relevantes que contrarresten la pérdida de productividad y rendimiento laboral, como por ejemplo: procedimientos de trabajo, innovación tecnológica, mantenimiento de equipos, catálogo de productos, entre otros. Esta problemática no sólo es atribuible a la ausencia de un programa de capacitación sino a otras deficiencias como la alta rotación de personal, falta de compromiso de la gerencia, excesiva carga de trabajo, pobre cultura organizacional, etc.

3.9.2. Propuesta de mejora

Con el objeto de proponer mejoras para eliminar las deficiencias detectadas que repercuten en la productividad de la compañía, es esencial seleccionar la herramienta más adecuada que asegure dicho propósito. Para tal fin, se recolectó data de diversas herramientas para seleccionar a la variable independiente.

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).

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”. (Edwards Deming, 1986).

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, p.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 a la Mejora de procesos, en vista que la aplicación de esta herramienta es más sencilla y emplea técnicas de ingeniería industrial alcanzando soluciones efectivas enfocadas en la optimización de procesos a fin de incrementar la productividad de la compañía.

En consecuencia, una vez identificado las causales que ocasionaban mayores impactos en la baja productividad, se plantearon algunas alternativas de solución que se consideraron como propuestas de mejora a aplicar:

- Implementar una máquina cortadora plasma CNC a fin de reducir el tiempo de fabricación, la cantidad de defectos y el costo operativo de las luminarias.
- Eliminar las tareas que no añaden valor al proceso para disminuir los tiempos improductivos.
- Realizar un nuevo estudio de tiempos por medio del sistema de calificación Westinghouse, con el objeto de asegurar la obtención de resultados óptimos y más confiables.
- Implementar un plan de entrenamiento para los colaboradores del área de producción en materias relacionadas a sus actividades diarias para mejorar la productividad laboral.

Es preciso indicar, que durante la fase de pre mejora que abarcó los meses de julio, agosto y setiembre del 2020 se identificaron y diagnosticaron los procesos con el objeto de mejorarlos. Asimismo, durante la fase post mejora que comprendió los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2020 se puso en marcha el nuevo proceso realizando el seguimiento y control, lo que permitió efectuar la supervisión y monitoreo correspondiente, igualmente se evaluó el resultado de la implantación.

3.9.3. Implementación de la propuesta

3.9.3.1. Mejora de métodos de trabajo

Se planteó la implementación de una máquina de plasma que efectúe cortes milimétricos y troqueles necesarios en un mismo proceso, así como garantice que los bordes de los cortes en las planchas metálicas sean uniformes y planos para que el proceso de soldadura por puntos no genere aberturas mayores a 0.1mm y/o distorsión en las plataformas de las luminarias y, por ende, no ocasione el efecto peine al secar la pintura electrostática.

Con la implementación de la cortadora plasma se redujo considerablemente el tiempo de fabricación y el costo operativo de las luminarias, ya que esta máquina en un mismo proceso reemplaza las funciones que realizaban varias máquinas antiguas como las de cortado, troquelado, destajado, entre otras. Esto trajo consigo un mayor espacio libre en la planta para el desplazamiento del personal y los materiales, así como un aumento significativo en la producción y la calidad de las luminarias, lo que repercutió favorablemente en el crecimiento de la productividad.

En la Tabla N° 09 puede verse que con la implementación de la cortadora plasma CNC el tiempo del proceso de corte y troquelado se redujo a 375 minutos previo trabajo de calibración (25 minutos), por consiguiente, la cantidad de las Operaciones disminuyeron en 6 y su tiempo en 2865 minutos, de igual modo la cantidad de Demoras se redujeron en 5 y su respectivo tiempo en 635 minutos; esto es, sin considerar la eliminación del tiempo de limado y planchado (1000 minutos) de las partes sobresalientes del metal que ocasionaba el proceso de corte anterior.

Tabla N° 09 - Tiempos de los procesos de corte y troquelado (Antes y Después)

Actividades		ANTES	DESPUÉS	Actividades	
--	--	--	25 min	CALIBRACIÓN	D
CORTADO	O	240 min	375 min	CORTADO POR PLASMA (4 piezas por minuto)	O
TRASLADO A TROQUELADO	T	0,5 min			
ARMADO DE TROQUEL	D	120 min			
TROQUELADO DE Ø 20 mm	O	500 min			
ARMADO DE TROQUEL	D	120 min			
TROQUELADO DE Ø 5/8"	O	500 min			
ARMADO DE TROQUEL	D	120 min			
TROQUELADO DE Ø 5/16"	O	500 min			
ARMADO DE TROQUEL	D	120 min			
TROQUELADO DE Ø 3/16"	O	500 min			
ARMADO DE DESTAJADA	D	90 min			
1° DESTAJE	O	500 min			
ARMADO DE DESTAJADA	D	90 min			
2° DESTAJE	O	500 min			

Actividades		ANTES	DESPUÉS	Reducción
OPERACIONES	Tiempo	3240 min	375 min	2865 min
	Cantidad	7	1	6
DEMORAS	Tiempo	660 min	25 min	635 min
	Cantidad	6	1	5
TRANSPORTES	Tiempo	0,5 min	0 min	0,5 min
	Cantidad	1	0	1

Fuente: Elaboración propia.

3.9.3.2. DAP con actividades que añaden valor

A fin de asegurar la obtención de resultados óptimos y favorables, se calculó el tiempo estándar de los procesos hombre-máquina mediante el sistema Westinghouse, una de las metodologías utilizadas ampliamente por los analistas de tiempos y movimientos.

De la Tabla N° 11, se muestra que el tiempo estándar de los procesos manuales (hombre-máquina) suma 7542.18 min por cada lote de 500 luminarias fabricadas, teniendo en cuenta el sistema de calificación Westinghouse que estima 4 factores al evaluar la actuación del operario: Habilidad, Esfuerzo, Condiciones y Consistencia.

Tabla N° 10 - Evaluación del Sistema Westinghouse

Elemento	Habilidad		Esfuerzo		Condiciones		Consistencia		F.V.	F.V.
Inspección corte	0.00	D	0.02	C2	-0.03	E	0.01	C	0.00	1.00
Doblado a α 120°	0.03	C2	0.02	C2	0.00	D	0.00	D	0.05	1.05
Doblado a α 90°	0.03	C2	0.02	C2	0.00	D	0.00	D	0.05	1.05
Doblado a α 45°	0.03	C2	0.02	C2	0.00	D	0.00	D	0.05	1.05
Doblado a α 15°	0.03	C2	0.02	C2	0.00	D	0.00	D	0.05	1.05
Inspección doblado	0.00	D	0.02	C2	-0.03	E	0.01	C	0.00	1.00
Soldadura	0.06	C1	0.02	C2	0.00	D	-0.02	E	0.06	1.06
Pintado	0.03	C2	0.02	C2	0.00	D	0.00	D	0.05	1.05
Inspección horno	0.00	D	0.02	C2	-0.03	E	0.01	C	0.00	1.00
Armado	0.06	C1	0.02	C2	0.00	D	-0.02	E	0.06	1.06
Inspección armado	0.00	D	0.02	C2	-0.03	E	0.01	C	0.00	1.00
Empaque	0.03	C2	0.02	C2	0.00	D	0.00	D	0.05	1.05

F.V.: Factor de Valoración

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 11 - Estudio de Tiempos de los Procesos Manuales

Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tiempo Observado (min/lote)	Factor de Valoración	Tiempo Normal (min/lote)	Suplementos	Tiempo Estándar (min/lote)	Tiempo Estándar (min/und)
Inspección corte	225	215	213	221	215	221	213	221	215	215	217.40	1.00	217.40	0.15	250.01	0.50
Doblado a α 120°	207	206	206	207	208	207	208	207	207	207	207.00	1.05	217.35	0.15	249.95	0.50
Doblado a α 90°	212	205	203	211	205	211	203	211	205	205	207.10	1.05	217.46	0.15	250.08	0.50
Doblado a α 45°	207	207	206	207	207	205	209	208	209	205	207.00	1.05	217.35	0.15	249.95	0.50
Doblado a α 15°	207	207	206	207	208	207	208	207	206	208	207.10	1.05	217.46	0.15	250.08	0.50
Inspección doblado	109	109	108	109	109	108	109	109	108	109	108.70	1.00	108.70	0.15	125.01	0.25
Soldadura	1026	1022	1019	1028	1027	1023	1028	1027	1029	1025	1025.40	1.06	1086.92	0.15	1249.96	2.50
Pintado	414	413	413	414	415	413	415	415	415	414	414.10	1.05	434.81	0.15	500.03	1.00
Inspección horno	217	218	216	217	217	216	219	220	219	215	217.40	1.00	217.40	0.15	250.01	0.50
Armado	2049	2053	2036	2045	2053	2032	2067	2071	2071	2032	2050.90	1.06	2173.95	0.15	2500.04	5.00
Inspección armado	145	145	144	145	146	145	146	145	146	145	145.20	1.00	145.20	0.15	166.98	0.33
Empaque	1245	1240	1234	1245	1247	1240	1247	1247	1234	1244	1242.30	1.05	1304.42	0.15	1500.08	3.00
Total Tiempo Estándar															7542.18	15.08

Suplementos constantes:

Necesidades personales 5%

Base por fatiga 4%

Suplementos variables:

Trabajar de pie 2%

Postura anormal 1%

Concentración intensa 2%

Monotonía 1%

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, los tiempos de los procesos “no manuales” son constantes y dependen de la capacidad de diseño de la máquina conforme puede verse en la siguiente Tabla N° 12. Con el fin de atacar el cuello de botella (corte y troquelado), se recomendó la adquisición de una cortadora plasma CNC que redujo el tiempo del proceso a 375 min por cada lote de 500 luminarias fabricadas y aumentó significativamente la calidad del producto, lo que contribuyó en el crecimiento de la productividad.

Tabla N° 12 - Tiempos de los procesos no manuales

Elemento	Tiempo Estándar (min/lote)	Tiempo Estándar (min/und)
Cortado por plasma	375	0.75
1° Bonderizado-Desengrasado	1000	2.00
2° Bonderizado	1000	2.00
3° Bonderizado	1000	2.00
4° Bonderizado	500	1.00
Horno 150° C	680	1.36
Horno 350° C	500	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la Tabla N° 13 puede verse que se ha eliminado 16 actividades que no añaden valor (8 operaciones, 5 demoras y 3 transportes); lo que contribuyó a que el tiempo total del proceso disminuya en 4501,5 minutos respecto a la situación anterior (de 17600,5 a 13099 minutos), esta reducción se debió en gran parte a la implementación de una máquina de corte plasma CNC que en un mismo proceso realiza las actividades de corte y troquelado de las planchas metálicas.

Tabla N° 13 - Diagrama de Actividades del Proceso (Después)

Diagrama N°: 02 Hoja N°: 01			RESUMEN					
Producto: Luminaria de alumbrado público			Actividad	Actual	Propues sto	Econo mía		
Actividad: Fabricación de Luminarias de alumbrado público			Operación ○	23	15	8		
			Transporte ⇨	7	4	3		
			Espera D	14	9	5		
			Inspección □	4	4	-		
			Almacenamiento ▽	2	2	-		
Método: Propuesto			Distancia					
Lugar: Planta de Producción			Tiempo (min)					
Operario (s) : Ficha N° 01			Costo					
Compuesto por: Fecha: 11/11/2020			Mano de Obra					
Aprobado por: Fecha:			Material					
			Total					
DESCRIPCIÓN	Distancia	Tiempo (min)	Actividad					Observación
			○	□	D	⇨	▽	
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			
3° Bonderizado		1000	9					Tiempo de 60 min Capacidad de 30 piezas
Secado		40			8			
4° Bonderizado		500	10					Tiempo de 30 min Capacidad de 30 piezas
Secado		30			9			
Horno 150° C		680	11					Tiempo de 40 min Capacidad de 30 piezas
Pintado		500	12					
Horno 350° 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	

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 14 se diferencian las Actividades que Añaden Valor (AAV) de las que no añaden, donde se aprecia que el Índice IAAV se incrementó de 54.00% a 55.88% durante la pre y post mejora. El aumento de este indicador repercutió significativamente en el crecimiento de los índices de productividad en la compañía en estudio.

Tabla N° 14 - Actividades que agregan Valor (Pre y Post)

DESCRIPCIÓN		ANTES		DESPUÉS	
		SI	NO	SI	NO
Operación	○	23		15	
Inspección	□	4		4	
Transporte	⇒		7		4
Demora	D		14		9
Almacenamiento	▽		2		2
TOTAL		27	23	19	15
Índice de Actividades que Agregan Valor (IAAV)		54.00%		55.88%	

Fuente: Elaboración propia.

3.9.3.3. Capacitación de personal

Con el propósito de aumentar la productividad y rendimiento laboral, se llevó a cabo una programación de capacitación a los colaboradores del área de producción en materias relacionadas a sus labores diarias como:

- Innovación Tecnológica
- Mantenimiento Industrial
- Catálogo de Productos
- Seguridad y Salud

El proceso de capacitación del personal se estructuró en concordancia con el desarrollo de la mejora de procesos.

Capacitación en Innovación Tecnológica

Para la competitividad de las compañías es menester que desarrollen procesos de innovación de nuevos productos y los relacionados al desarrollo tecnológico de equipos, maquinarias y tecnologías de la información y comunicación.

Por ello, la empresa en estudio debe adquirir periódicamente equipos y maquinarias para sus procesos de producción, sin embargo en pocas oportunidades la opinión de los trabajadores son consideradas a la hora de adquirir nuevas tecnologías. El personal tampoco viene siendo capacitado en el manejo de maquinaria y equipos, a pesar que el factor humano debe ser el área de atención en la capacitación de innovaciones y tecnologías de procesos.

Por tal motivo, se requiere efectuar una capacitación adecuada en innovación tecnológica, con el objetivo de que el personal reconozca los conceptos y elementos requeridos en la gestión de la innovación y con ellos hacer uso de metodologías y herramientas prácticas, para promover la innovación y desarrollo tecnológico de productos, maquinaria y equipos desde una perspectiva empresarial moderna.

Figura N° 07 - Capacitación en Innovación Tecnológica

PROCESO 1	1	Innovación Tecnológica	
	Objetivos		
	<i>El personal adquiere conocimientos y competencias para gestionar y diseñar estrategias de desarrollo tecnológico e innovación en la organización.</i>		
	Módulo		
	1	Introducción - Conceptos básicos	00:20
	2	Gestión de la Tecnología y de la Innovación	01:00
	3	Coffee break	00:15
	4	Transferencia y Vigilancia de la Tecnología	00:50
	5	Caso: Operación de Cortadora Plasma CNC	00:45
	6	Retroalimentación	00:30
7	Examen de Control	00:20	
		04:00	

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 08 - Capacitación en Mantenimiento Industrial

PROCESO 2	2	Mantenimiento Industrial	
	Objetivos		
	<i>Identificar acciones correctivas, preventivas y predictivas de mantenimiento según una sustentación técnica de tiempo y espacio que supeditan sus aplicaciones a procesos de manufactura.</i>		
	Módulo		
	1	Introducción - Conceptos básicos	00:25
	2	Tipos de Mantenimiento	01:00
	3	Coffee break	00:15
	4	Mantenimiento Centrado en Fiabilidad (RCM)	00:30
	5	Mantenimiento de Máquinas Industriales	01:00
	6	Retroalimentación	00:30
7	Examen de Control	00:20	
		04:00	

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 09 - Capacitación en Catálogo de Productos

PROCESO 3	3	Catálogo de Productos	
	Objetivos		
	<p><i>Clasificar los productos que el portafolio de una empresa tiene establecidos para su negocio, mostrando de manera efectiva a los clientes de la organización todos los productos que esta ofrece.</i></p>		
	Módulo		Duración
	1	Introducción - Conceptos básicos	00:20
	2	Descripción de Productos - Codificación	01:00
	3	Coffee break	00:15
	4	Organización del Catálogo de Productos	00:45
	5	Base de datos - Catálogos Electrónicos	00:50
	6	Retroalimentación	00:30
7	Examen de Control	00:20	
		04:00	

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 10 - Capacitación en Seguridad y Salud en el Trabajo

PROCESO 4	4	Seguridad y Salud en el Trabajo	
	Objetivos		
	<p><i>Utilizar las diversas herramientas y técnicas sobre la Seguridad y Salud en el Trabajo a fin de mejorar las condiciones laborales y reducir los accidentes y las enfermedades ocupacionales.</i></p>		
	Módulo		Duración
	1	Conceptos básicos - Legislación	00:20
	2	Sistema de Gestión de Seguridad y Salud (SG-SST)	01:00
	3	Coffee break	00:15
	4	Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos	00:45
	5	Equipos de Protección Personal (EPPs)	00:50
	6	Retroalimentación	00:30
7	Examen de Control	00:20	
		04:00	

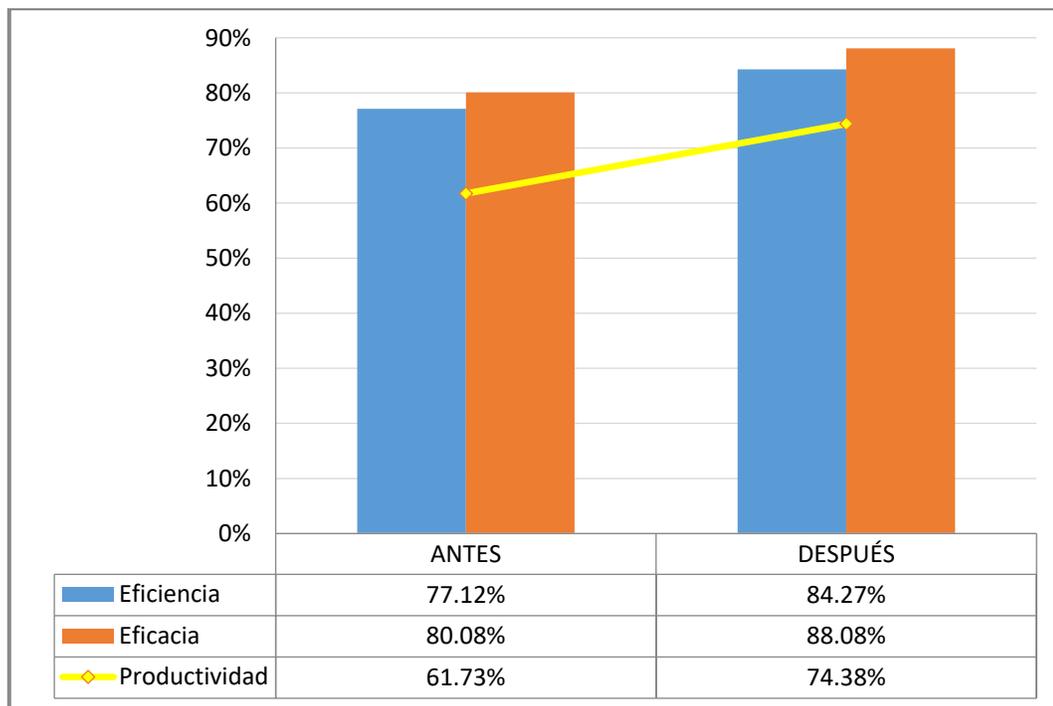
Fuente: Elaboración propia.

3.9.3.4. Productividad post mejora

En la Tabla 14 se observa que, a medida que el tiempo total disminuye la eficiencia aumenta ya que según la Fórmula 4 ambos son inversamente proporcionales, asimismo mientras la producción real aumenta la eficacia se incrementa ya que según la Fórmula 5 ambos son directamente proporcionales; por lo tanto, la productividad post mejora también aumenta, ya que según la Formula 3 es resultado de multiplicar la eficiencia con la eficacia.

En la Figura N° 11, puede verse un resultado favorable respecto a la comparación de la pre y post mejora, ya que la eficiencia aumentó de 77.12% a 84.27%, la eficacia creció de 80.08% a 88.08% y, finalmente la productividad se incrementó de 61.73% a 74.38%.

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



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 15 - Productividad Fabricación de Luminarias (Después)

Día	Tiempo Útil (min)	Tiempo Total (min)	Producción Real (und)	Producción Planeada (und)	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1	960	1226	162	192	0.78	0.84	0.66
2	960	1226	163	192	0.78	0.85	0.66
3	960	1216	163	192	0.79	0.85	0.67
5	960	1203	164	192	0.80	0.85	0.68
6	960	1197	164	192	0.80	0.85	0.68
7	960	1188	165	192	0.81	0.86	0.70
8	960	1178	165	192	0.81	0.86	0.70
9	960	1178	166	192	0.81	0.86	0.70
10	960	1169	167	192	0.82	0.87	0.71
12	960	1159	167	192	0.83	0.87	0.72
13	960	1150	168	192	0.83	0.88	0.73
14	960	1140	168	192	0.84	0.88	0.74
15	960	1140	169	192	0.84	0.88	0.74
16	960	1140	169	192	0.84	0.88	0.74
17	960	1140	170	192	0.84	0.89	0.75
19	960	1131	170	192	0.85	0.89	0.76
20	960	1119	171	192	0.86	0.89	0.77
21	960	1112	171	192	0.86	0.89	0.77
22	960	1102	172	192	0.87	0.90	0.78
23	960	1102	172	192	0.87	0.90	0.78
24	960	1093	173	192	0.88	0.90	0.79
26	960	1083	174	192	0.89	0.91	0.81
27	960	1074	174	192	0.89	0.91	0.81
28	960	1064	175	192	0.90	0.91	0.82
29	960	1055	175	192	0.91	0.91	0.83
30	960	1055	176	192	0.91	0.92	0.84
Total	24960	29640	4393	4992	0.8427	0.8808	0.7438

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la Tabla N° 16, puede verse un cuadro comparativo de indicadores cuyos valores se han modificado durante la pre y post mejora, estos cambios resultaron favorables para el incremento de la productividad en la empresa metalmecánica. Se puede concluir que, mientras la capacidad de producción ha aumentado en un 10%, los demás indicadores han disminuido en diferentes magnitudes, por ejemplo: el tiempo total del proceso productivo se redujo en 4501,5 min.

Tabla N° 16 - Comparativo de Indicadores (antes y después de la mejora)

Indicador	Antes	Después	Diferencia	
Tiempo total del proceso productivo (min/lote)	17 600,5	13 099	4 501,5	↓
Capacidad de producción (und/mes)	3 994	4 393	399	↑
Tiempo improductivo (min/lote)	1138,5	502	636,5	↓
Cuello de botella (min/lote)	3 240	375	2 865	↓
Actividades que no añaden valor (Demora y Transporte)	21	13	8	↓

Fuente: Elaboración propia.

3.9.4. Análisis económico

Como efecto de la mejora de procesos, se genera una producción excedente de 399 luminarias de alumbrado público por mes.

En primer término, se estimó el costo de material directo que originó dicha producción excedente, seguidamente se calcularon los gastos anuales de mantenimiento y los demás costos que conforman la inversión de la implementación del presente proyecto que suma S/. 50,320.00.

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° 17).

El costo de capital está dado por la tasa pasiva que presenta el Banco de Comercio por depósito a plazo en soles de 181 a 360 días, ascendiente a 3.60% (Fuente: SBS, 30 de diciembre del 2020).

En la Tabla N° 17, se observa que el ratio Beneficio/Costo (B/C) es de 3.19; como es mayor que 1, se deduce que la implementación del proyecto es rentable en los próximos 3 años.

Tabla N° 17 - Análisis Costo Beneficio (Flujo de Caja Proyectado)

		2021	2022	2023
INGRESOS		2'010,960.00	2'154,600.00	2'298,240.00
TOTAL INGRESOS	S/.	2'010,960.00	2'154,600.00	2'298,240.00
EGRESOS				
Materia Prima		603,288.00	646,380.00	689,472.00
Mantenimiento de equipos		9,850.00	10,500.00	11,050.00
Cortadora plasma CNC	28,320.00			
Instalación de maquinaria	1,200.00			
Mejora de procesos	13,600.00			
Capacitación al personal	1,800.00			
Seguimiento y control del proceso	2,400.00			
Otros gastos	3,000.00			
TOTAL EGRESOS	S/.	50,320.00	613,138.00	656,880.00
FLUJO DE CAJA	S/.	-50,320.00	1'397,822.00	1'497,720.00
	VAN	S/. 4'131,250.07		
	B/C	3.19		

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis Descriptivo

En la Tabla N° 18, se presenta los resultados de la Eficiencia obtenidos en la pre y post mejora.

Tabla N° 18 - Medición de Eficiencia

EFICIENCIA		
N°	ANTES	DESPUES
1	0.77	0.78
2	0.75	0.78
3	0.77	0.79
5	0.76	0.80
6	0.82	0.80
7	0.75	0.81
8	0.72	0.81
9	0.73	0.81
10	0.80	0.82
12	0.83	0.83
13	0.79	0.83
14	0.77	0.84
15	0.82	0.84
16	0.72	0.84
17	0.81	0.84
19	0.74	0.85
20	0.73	0.86
21	0.78	0.86
22	0.78	0.87
23	0.79	0.87
24	0.79	0.88
26	0.81	0.89
27	0.75	0.89
28	0.74	0.90
29	0.76	0.91
30	0.77	0.91
Mínimo	0.72	0.78
Máximo	0.83	0.91
Promedio	0.7712	0.8427

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 19, se muestra los resultados de la Eficacia obtenidos en la pre y post mejora.

Tabla N° 19 - Medición de Eficacia

EFICACIA		
N°	ANTES	DESPUES
1	0.80	0.84
2	0.81	0.85
3	0.79	0.85
5	0.83	0.85
6	0.81	0.85
7	0.80	0.86
8	0.81	0.86
9	0.83	0.86
10	0.78	0.87
12	0.77	0.87
13	0.81	0.88
14	0.78	0.88
15	0.79	0.88
16	0.79	0.88
17	0.82	0.89
19	0.84	0.89
20	0.83	0.89
21	0.78	0.89
22	0.79	0.90
23	0.82	0.90
24	0.82	0.90
26	0.77	0.91
27	0.80	0.91
28	0.80	0.91
29	0.78	0.91
30	0.77	0.92
Mínimo	0.77	0.84
Máximo	0.84	0.92
Promedio	0.8008	0.8808

Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar, se presenta los resultados de la Productividad obtenidos en la pre y post mejora, como puede verse en la Tabla N° 20.

Tabla N° 20 - Medición de Productividad

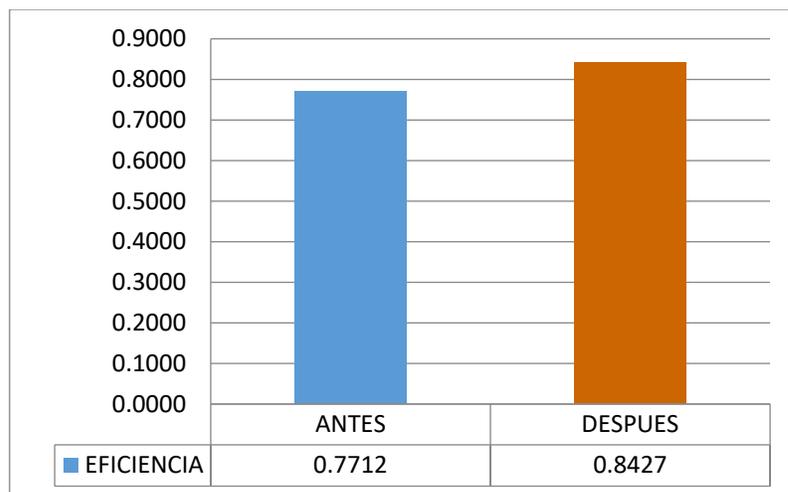
PRODUCTIVIDAD		
N°	ANTES	DESPUES
1	0.62	0.66
2	0.61	0.66
3	0.61	0.67
5	0.63	0.68
6	0.66	0.68
7	0.60	0.70
8	0.58	0.70
9	0.61	0.70
10	0.62	0.71
12	0.64	0.72
13	0.64	0.73
14	0.60	0.74
15	0.65	0.74
16	0.57	0.74
17	0.66	0.75
19	0.62	0.76
20	0.61	0.77
21	0.61	0.77
22	0.62	0.78
23	0.65	0.78
24	0.65	0.79
26	0.62	0.81
27	0.60	0.81
28	0.59	0.82
29	0.59	0.83
30	0.59	0.84
Mínimo	0.57	0.66
Máximo	0.66	0.84
Promedio	0.6173	0.7438

Fuente: Elaboración propia.

Además, se comparó las medias de la Eficiencia, Eficacia y Productividad para evaluar la tendencia durante la pre y post mejora.

Como puede verse en la Figura N° 12, la Eficiencia se incrementó de 77.12% a 84.27%, es decir, aumentó en un 9.27%.

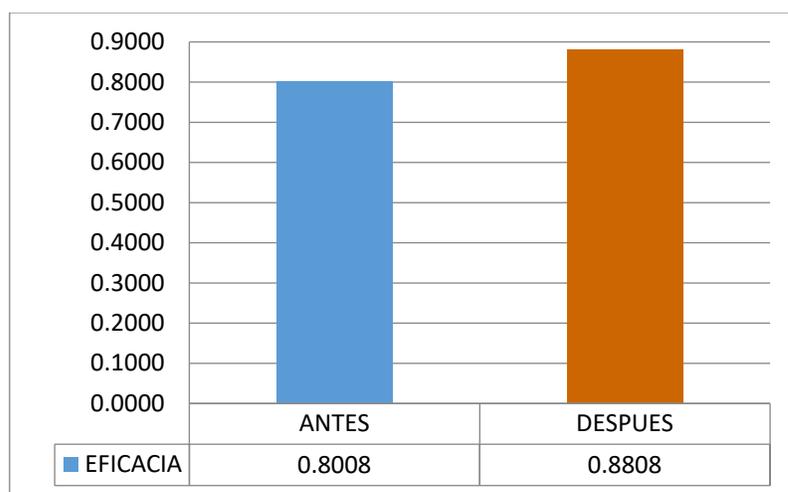
Figura N° 12 - Eficiencia antes y después



Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, la Eficacia se elevó de 80.08% a 88.08%, habiéndose incrementado en un 9.99%, como puede verse en la Figura N° 13.

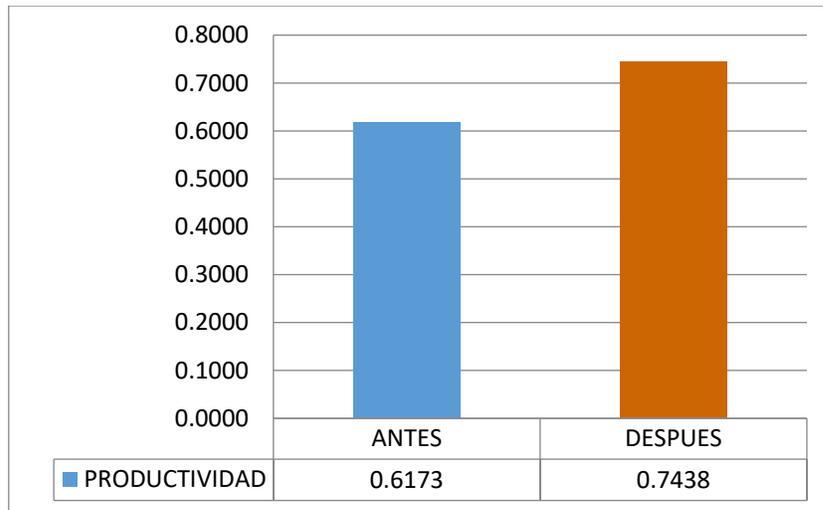
Figura N° 13 - Eficacia antes y después



Fuente: Elaboración propia.

Para culminar, la Productividad subió de 61.73% a 74.38%; habiéndose incrementado en un 12.65%, como puede verse en la Figura N° 14.

Figura N° 14 - Productividad antes y después



Fuente: Elaboración propia.

4.2. Análisis Inferencial

4.2.1. Análisis de la hipótesis general

Ha: La implementación de una Mejora de procesos incrementa la productividad de una empresa fabricante de luminarias.

Para la contrastación de la hipótesis general, se precisa establecer si las cifras de la variable Productividad tienen un comportamiento paramétrico en el pre y post test, por ello se realizó el análisis de normalidad por medio de Shapiro-Wilk, en vista que el número de cifras que se obtuvieron es inferior a 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° 21 - Prueba de normalidad en la Productividad mediante Shapiro-Wilk

Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad ANTES	,960	26	,388
Productividad DESPUES	,961	26	,408

Fuente: Elaboración propia.

Las significancias de la Productividad en el pre y post test es de 0.388 y 0.408, como puede deducirse de la Tabla N° 21; por consiguiente, al ser mayores que 0.05 y conforme a la regla de decisión, se demuestra que las cifras que se obtuvieron tienen comportamiento paramétrico. Por lo tanto, con el propósito de conocer si la Productividad se incrementó, se procedió a realizar el análisis por medio del test de T-Student.

Contrastación de la hipótesis general:

H₀: La implementación de una Mejora de procesos no incrementa la productividad de una empresa fabricante de luminarias.

H_a: La implementación de una Mejora de procesos incrementa la productividad de una empresa fabricante de luminarias.

Regla de decisión:

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

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

Tabla N° 22 - Estadística de muestra de la Productividad mediante T-Student

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desviación estándar	Error estándar de la media
Productividad ANTES	,6173	26	,02459	,00482
Productividad DESPUES	,7438	26	,05404	,01060

Fuente: Elaboración propia.

Como se demuestra en la Tabla N° 22, el promedio de la Productividad-antes (0.6173) es menor que el promedio de la Productividad-después (0.7438), en consecuencia al no cumplirse $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa quedando comprobado que la implementación de una Mejora de procesos incrementa la productividad de una empresa fabricante de luminarias.

Con el propósito de comprobar que el análisis efectuado es el adecuado, se evaluó por medio del pvalor o significancia del resultado de la prueba T-Student para la productividad antes y después.

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° 23 - Prueba de muestras relacionadas de la Productividad con T-Student

	Prueba de muestras emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Diferencias emparejadas				95% de intervalo de confianza de la diferencia			
	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	Inferior				
Productividad ANTES - Productividad DESPUES	-,12654	,06331	,01242	-,15211	-,10097	-10,192	25	,000

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se desprende de la Tabla N° 23, la significancia del test de muestras relacionadas sobre la Productividad es 0.000, por consiguiente, conforme a la regla de decisión se debe rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa.

4.2.2. Análisis de la primera hipótesis específica H₁

H_{a1}: La aplicación de una Mejora de procesos influye significativamente en el incremento de la eficiencia de una empresa fabricante de luminarias.

Para la contrastación de la hipótesis específica, se precisa establecer si las cifras de la Eficiencia tienen un comportamiento paramétrico en el pre y post test, por ello se realizó el análisis de normalidad por medio de Shapiro-Wilk, en vista que el número de cifras que se obtuvieron es inferior a 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° 24 - Prueba de normalidad en la Eficiencia mediante Shapiro-Wilk

	Prueba de normalidad		
	Estadístico	Shapiro-Wilk	
		gl	Sig.
Eficiencia ANTES	,965	26	,494
Eficiencia DESPUES	,959	26	,380

Fuente: Elaboración propia.

Como puede comprobarse de la Tabla N° 24, la significancia de la Eficiencia en el pre y post test es de 0.494 y 0.380, como una y otra son mayores que 0.05 y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que ambas series de datos presentan un comportamiento paramétrico. Por lo tanto, con el propósito de comprobar que la Eficiencia se incrementó, se procedió a realizar el análisis mediante el estadígrafo de T-Student.

Contrastación de la hipótesis específica H₁

H₀₁: La aplicación de una Mejora de procesos no influye significativamente en el incremento de la eficiencia de una empresa fabricante de luminarias.

H_{a1}: La aplicación de una Mejora de procesos influye significativamente en el incremento de la eficiencia de una empresa fabricante de luminarias.

Regla de decisión:

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

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

Tabla N° 25 - Estadística de muestra de la Eficiencia mediante T-Student

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desviación estándar	Error estándar de la media
Eficiencia ANTES	,7712	26	,03192	,00626
Eficiencia DESPUES	,8427	26	,03935	,00772

Fuente: Elaboración propia.

Se demuestra de la Tabla N° 25, que el promedio de la Eficiencia-antes (0.7712) es menor que el promedio de la Eficiencia-después (0.8427), entonces al no cumplirse H₀₁: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Con el objeto de comprobar que el análisis realizado es el adecuado, se efectuó la evaluación por medio del pvalor o significancia del resultado de la prueba de T-Student para la eficiencia pre y post mejora.

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° 26 - Prueba de muestras relacionadas de la Eficiencia con T-Student

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Eficiencia ANTES - Eficiencia DESPUES	-,07154	,05010	,00982	-,09177	-,05130	-7,282	25	,000

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla N° 26, se constata que el valor de significancia de la prueba de muestras relacionadas de la Eficiencia es de 0.000, confirmando que se debe rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa.

4.2.3. Análisis de la segunda hipótesis específica H₂

H_{a2}: La implementación de una Mejora de procesos repercute de modo significativo en el incremento de la eficacia de una empresa fabricante de luminarias.

Se determinó si los datos de la Eficacia en la pre y post prueba tienen un comportamiento paramétrico, por lo que teniendo en cuenta que la cantidad de datos obtenidos es 26, siendo menos de 50, para el análisis de la normalidad se empleó el estadígrafo de Shapiro-Wilk.

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° 27 - Prueba de normalidad en la Eficacia mediante Shapiro-Wilk

Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia ANTES	,950	26	,226
Eficacia DESPUES	,945	26	,174

Fuente: Elaboración propia.

Como puede deducirse de la Tabla N° 27, la significancia de la Eficacia antes es 0.226 y después es 0.174; entonces al ser mayores que 0.05 y conforme a la regla de decisión, queda comprobado que las cifras tienen comportamiento paramétrico. Por consiguiente, con el objeto de conocer si se incrementó la Eficacia, se efectuó el análisis mediante el estadígrafo de T-Student.

Contrastación de la hipótesis específica H₂

H₀₂: La implementación de una Mejora de procesos no repercute de modo significativo en el incremento de la eficacia de una empresa fabricante de luminarias.

H_{a2}: La implementación de una Mejora de procesos repercute de modo significativo en el incremento de la eficacia de una empresa fabricante de luminarias.

Regla de decisión:

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

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

Tabla N° 28 - Estadística de muestra de la Eficacia mediante T-Student

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desviación estándar	Error estándar de la media
Eficacia ANTES	,8008	26	,02058	,00404
Eficacia DESPUES	,8808	26	,02314	,00454

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla N° 28, se demuestra que el promedio de la Eficacia-antes (0.8008) es menos que el promedio de la Eficacia-después (0.8808), entonces al no cumplirse $H_{02}: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, se debe rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. Con el objeto de comprobar que el análisis realizado es el apropiado, se efectuó la evaluación por medio del pvalor o significancia del resultado de la prueba de T-Student para las eficacias pre y post mejora.

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° 29 - Prueba de muestras relacionadas de la Eficacia con T-Student

	Prueba de muestras emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Diferencias emparejadas			95% de intervalo de confianza de la diferencia					
	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	Inferior	Superior				
Eficacia ANTES - Eficacia DESPUES	-,08000	,03453	,00677	-,09395	-,06605	-11,815	25	,000	

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla N° 29, se verifica que la significancia de la prueba de muestras relacionadas de la Eficacia es 0.000, confirmando que debe rechazarse la hipótesis nula y aceptarse la hipótesis alternativa.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La tesis titulada: “Mejora de procesos para incrementar la productividad en una empresa fabricante de luminarias” se contrastó con las investigaciones vinculadas al tema desarrollado como Ledesma (2019), Neyra (2017) y Farje (2017).

Como se observa en la Tabla N° 20, la variable Productividad es de 61.73% antes de la mejora de procesos y de 74.38% después de la mejora de procesos, lo que representa un aumento de la productividad del 20.49% en la empresa metalmecánica en estudio. Esto tiene concordancia con la tesis del autor Ledesma (2019) que mediante la gestión de procesos en la línea de producción de una empresa metalmecánica en Santa Anita incrementó la productividad en 16.97%. Summers (2006, p.225) señala que la mejora de procesos se focaliza en suprimir el desperdicio relacionado a diversos elementos como el material, trabajo, capital, tiempo y personal, lo que permite lograr el desarrollo y mejorar el nivel de desempeño a fin de brindar satisfacción al cliente.

De la Tabla N° 18, se demuestra que la eficiencia de la empresa metalmecánica en estudio ha aumentado en un 9.27%, ya que la eficiencia se ha elevado de un 77.12% a un 84.27% después de la aplicación de la mejora de procesos, de modo que se sostiene lo investigado por Neyra (2017), que mediante la mejora continua del área de ensamblaje en la compañía metalmecánica AGP Perú SAC logró incrementar la eficiencia en un 7.27%. Como indica Prokopenko (1989, p.4), la eficiencia es la utilización del tiempo menor para fabricar productos de calidad considerando el requerimiento de dichos productos.

Como se demuestra de la Tabla N° 19, la eficacia pasó de un 80.08% a un 88.08% fruto de la implementación de la mejora de procesos; lo que representa un incremento de 9.99%, encontrándose concordancias con la tesis de Farje (2017), que logró un incremento del 13.08% en la eficacia de la línea de fabricación de puertas de la compañía Sakmay. Medianero (2016, p.38), afirma que la eficacia es la relación entre el resultado conseguido de la producción real y la programada.

En resumen, se muestra un cuadro comparativo de los resultados de la investigación con los trabajos semejantes de los autores citados anteriormente.

Tabla N° 30 - Contrastación de resultados de la investigación con otros autores

	Antes	Después	Incremento	Incremento en otros trabajos similares	
Productividad	61.73%	74.38%	20.49%	Ledesma (2019)	16,97%
Eficiencia	77.12%	84.27%	9.27%	Neyra (2017)	7.27%
Eficacia	80.08%	88.08%	9.99%	Farje (2017)	13.08%

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La implementación de la mejora de procesos en la compañía metalmecánica en estudio resultó ser exitosa, ya que la productividad se incrementó en 20.49%, aumentando así de 61.73% a 74.38%.
2. Con la aplicación de la mejora de procesos en la compañía metalmecánica en estudio, la eficiencia aumentó en 9.27%, subiendo así de 77.12% a 84.27%.
3. Con la implementación de la mejora de procesos en la empresa metalmecánica en estudio, la eficacia se incrementó en 9.99%, ya que se elevó de 80.08% a 88.08%.

RECOMENDACIONES

1. Concientizar a los trabajadores sobre las nuevas herramientas de mejora para que sean aplicadas correctamente con el fin de asegurar resultados favorables y fomentar una cultura de mejora continua en la empresa para dar pie a futuras investigaciones.
2. Implementar progresivamente otras técnicas de mejoras en la empresa, con el compromiso de proseguir con el mejoramiento continuo de sus procesos, con el fin de que los resultados sigan mejorando especialmente en el mediano o largo plazo.
3. En base a los resultados obtenidos en el área de fabricación de luminarias, la compañía debe seguir realizando estudios de mejora en otras áreas con problemáticas similares, con el objeto de aumentar gradualmente la productividad total, por ejemplo un proyecto para la implementación de procedimientos de atención de reclamos a fin de evitar demoras en la atención y solución de reclamos, realizando un mejor seguimiento de los mismos para disminuir el tiempo de respuesta a los clientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliográficas

- ARIAS, G. (2012). *El Proyecto de Investigación*. Caracas: Episteme.
- ARIZA, L. y PADILLA, M. (2015). *Propuesta de mejoramiento de la productividad en una pyme del sector metalmecánico de estructuras en Bogotá como estrategia para competir contra las importaciones de China*. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- BERNAL, C. (2010). *Metodología de la investigación*. 3° Ed. Colombia: Pearson Education.
- BRAÑEZ, L. (2018). *Mejora de los métodos de trabajo para incrementar la productividad en una empresa metal mecánica ubicada en Comas*. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola.
- CABEZAS, J. (2015). *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. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- COLCHA, A. (2018). *Propuesta de medidas de Mejora que permitan aumentar la Productividad de la línea de envasado en una planta comercializadora de pinturas*. Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- 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.
- GARCÍA, A. (2011). *Productividad y reducción de costos*. Mexico: Trillas.
- GARCÍA, R. (2005). *Estudio de tiempos*. 2° ed. Mexico: McGraw-Hill.
- GUTIERREZ, H. (2010). *Calidad y Productividad*. México: McGraw Hill.
- GUTIÉRREZ, H., & Vara, R. (2009). *Control Estadístico de Calidad*. México: McGraw-Hill.
- HERNÁNDEZ Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. The McGraw-Hill.
- KANAWATI, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo 4° Edición*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- KRAJESWSKI, Lee, Larry RITZMAN y Manoj MALHOTRA (2008). *Administración de operaciones. Procesos y cadenas de valor*. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación.

- LEDESMA, F. (2019). *Gestión por procesos para incrementar la productividad en una empresa metal mecánica. Santa Anita, 2019*. Lima: Universidad César Vallejo.
- LEFCOVICH, M. (2008). *Gestión total de la productividad*. Buenos Aires: El Cid.
- MEYERS, Fred. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura*. Mexico: Pearson Education.
- MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN (2014). *Bebidas no alcohólicas. Estudio de investigación sectorial*. Perú: Ministerio de la Producción.
- MUTHER, R. (1997). *Distribución de Planta*. Hispano Europea.
- NEYRA, R. (2017). *Aplicación de la metodología Kaizen para la mejora de la productividad en la línea de parabrisas laminado del área de ensamblaje de la empresa AGP Perú SAC*. Lima: Universidad César Vallejo.
- ORDÓÑEZ, M. (2017). *Propuesta de mejoramiento de la productividad en una empresa metalmeccánica mediante la aplicación de un VSM*. Ecuador: Universidad de Las Américas.
- PROKOPENKO, J. (1989). *La gestión de la productividad*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- SABINO. (2000). *Investigación, Fundamentos y Metodología*. 5ta. Edición. México: McGraw Hill.
- SUMMERS, D. (2006). *Administración de Calidad*. 1ª ed. México: Pearson.
- SCHROEDER, R. (2008). *Administración de Operaciones*. México: McGraw Hill.
- TAMAYO, & Tamayo, M. (1992). *El Proceso de la Investigación Científica*. Limusa.
- VALDERRAMA, S. (2013). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica; cuantitativa, cualitativa y mixta*. Perú: San Marcos.
- VALERA, A. (2019). *Mejora del proceso de fabricación de cajas chinas para incrementar la productividad en una empresa metalmeccánica*. Lima: Universidad Privada del Norte.
- 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 Industrial. Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería.

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>.

ANEXOS

Anexo N° 01 - Matriz de consistencia

“MEJORA DE PROCESOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA FABRICANTE DE LUMINARIAS”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES	MÉTODOLOGIA
<p>Problema general:</p> <p>¿De qué manera la implementación de una Mejora de procesos incrementa la productividad en una empresa fabricante de luminarias?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar de qué manera la implementación de una Mejora de procesos incrementa la productividad en una empresa fabricante de luminarias.</p>	<p>1. Antecedentes A Nivel Nacional</p> <p>-USIL.- Lima (2018): Brañez “Mejora de los métodos de trabajo para incrementar la productividad en una empresa metal mecánica ubicada en Comas”</p> <p>-UCV.- Lima (2017): Neyra “Aplicación de la metodología Kaizen para la mejora de la productividad en la línea de parabrisas laminado del área de ensamblaje de la empresa AGP Perú SAC”</p> <p>A Nivel Internacional</p> <p>-UTA.- Ecuador (2015): Cabezas “Gestión de Procesos para mejorar la Productividad de la línea de productos para exhibición en la empresa Instruequipos Cía. Ltda.”</p> <p>-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”</p> <p>2. Marco Conceptual:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejora de Procesos • Estudio de Métodos • Medición del Trabajo • Productividad • Eficiencia • Eficacia 	<p>Hipótesis general:</p> <p>La implementación de una Mejora de procesos incrementa la productividad de una empresa fabricante de luminarias.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>X. Mejora de procesos</p> <p>Dimensiones:</p> <p>X.1. Estudio de métodos. X.2. Medición del trabajo</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 mediante la aplicación de conocimientos y técnicas de la mejora de procesos.</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 a través de una mejora de procesos.</p> <p>Diseño de Investigación: Es cuasi experimental, porque los sujetos no son asignados al azar a los grupos, ni son emparejados, se mantienen intactos pues estos fueron conformados antes de la investigación, por otra parte la variable independiente manipula deliberadamente a la variable dependiente para observar sus efectos sobre ella.</p> <p>Población y Muestra</p> <p>Población: La población es finita y está conformada por todas las empresas del rubro metalmecánica en el distrito de San Juan de Miraflores constituido por 615 empresas.</p> <p>Muestra: Se utilizará el muestreo no probabilístico o dirigido, donde la muestra está conformada por la empresa Jوسفل Iuminación 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 una Mejora de procesos en el incremento de la eficiencia de una empresa fabricante de luminarias?</p> <p>2. ¿De qué modo la implementación de una Mejora de procesos incrementa la eficacia en una empresa fabricante de luminarias?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>1. Especificar cómo influye la aplicación de una Mejora de procesos en el incremento de la eficiencia de una empresa fabricante de luminarias.</p> <p>2. Establecer de qué modo la implementación de una Mejora de procesos repercute en el incremento de la eficacia de una empresa fabricante de luminarias.</p>		<p>Hipótesis específicas:</p> <p>1. La aplicación de una Mejora de procesos influye significativamente en el incremento de la eficiencia de una empresa fabricante de luminarias.</p> <p>2. La implementación de una Mejora de procesos repercute de modo significativo en el incremento de la eficacia de una empresa fabricante de luminarias.</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) MEJORA DE PROCESOS	La mejora de procesos se orienta en la eliminación de los desperdicios; siendo estos de tiempo, esfuerzo, materiales, dinero y mano de obra, el factor resultante de esta mejora permite el desarrollo y llegar a un mejor nivel de desempeño que a su vez brinda satisfacción al cliente (Summers, 2006, p.225).	Herramientas para el análisis de la realización de procesos a fin de incrementar la productividad mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo.	Estudio de métodos	Índice de Actividades que Agregan Valor: $IAAV = \frac{\text{Actividades AV}}{\text{Total de Actividades}} \times 100\%$ IAAV = Índice de Actividades que Agregan Valor Actividades AV = Actividades que Agregan Valor del DAP Total de Actividades = Total de Actividades del DAP	Razón
			Medición del trabajo	Tiempo estándar: TE = TPSx FC(1 + Suplementos) TE = Tiempo Estándar TPS = Tiempo Promedio Seleccionado (Observado) FC= Factor de Calificación	Razón
Variable Dependiente (Y) PRODUCTIVIDAD	La productividad se mide a partir de los recursos utilizados para alcanzar resultados favorables, los resultados alcanzados se pueden medir en unidades producidas y los recursos empleados en número de trabajadores, horas máquina, etc. (Gutiérrez, 2010, p.21).	Se estima la productividad como producto entre la eficiencia y la eficacia, por lo tanto, debe medirse el tiempo de las operaciones y el desempeño de los trabajadores mediante registros de observaciones.	Eficiencia	Eficiencia de la línea de producción $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo util}}{\text{Tiempo total}}$	Razón
			Eficacia	Eficacia de la línea de producción $\text{Eficacia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Produccion programada}}$	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 INFORMANTE	GRADO ACADÉMICO	AUTOR DEL INSTRUMENTO
CAICEDO BUSTAMANTE VICTOR ANTONIO	DOCTOR	Erasmó Carrasco Román

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia,		Relevancia,		Claridad,	
		Si	No	Si	No	Si	No
	VARIABLE INDEPENDIENTE:						
	MEJORA DE PROCESOS						
	DIMENSION 1: Estudio de métodos	Si	No	Si	No	Si	No
1	$IAAV = \frac{AAV}{TA} \times 100\%$ <p>IAAV = Índice de Actividades que Agregan Valor AAV = Actividades que Agregan Valor del DAP TA = Total de Actividades del DAP</p>	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Medición del trabajo	Si	No	Si	No	Si	No
2	$TE = TPS \times FC (1 + S)$ <p>TE = Tiempo Estándar TPO = Tiempo Promedio Seleccionado FC = Factor de Calificación S = Suplementos</p>	✓		✓		✓	
	VARIABLE DEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No
	PRODUCTIVIDAD						
	DIMENSION 1: Eficiencia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
3	$\text{Eficiencia} = \frac{TU}{TT}$ <p>TU = Tiempo Útil TT = Tiempo Total</p>	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Eficacia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
4	$\text{Eficacia} = \frac{PR}{PP}$ <p>PR = Producción Real PP = Producción Programada</p>	✓		✓		✓	

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, 5 de Agosto de 2020	103 40291	 Ing. Victor A. Caicedo Bustamante INGENIERO INDUSTRIAL CIP: N° 22037	99670 7850

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 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
CANO SUAREZ VLADIMIR RICARDO	INGENIERIA INDUSTRIAL	Erasmus Carrasco Román

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia,		Relevancia,		Claridad,	
		Si	No	Si	No	Si	No
	VARIABLE INDEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No
	MEJORA DE PROCESOS						
	DIMENSION 1: Estudio de métodos	Si	No	Si	No	Si	No
1	$IAAV = \frac{AAV}{TA} \times 100\%$ <p>IAAV = Índice de Actividades que Agregan Valor AAV = Actividades que Agregan Valor del DAP TA = Total de Actividades del DAP</p>	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Medición del trabajo	Si	No	Si	No	Si	No
2	$TE = TPS \times FC (1 + S)$ <p>TE = Tiempo Estándar TPO = Tiempo Promedio Seleccionado FC = Factor de Calificación S = Suplementos</p>	✓		✓		✓	
	VARIABLE DEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No
	PRODUCTIVIDAD						
	DIMENSION 1: Eficiencia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
3	$Eficiencia = \frac{TU}{TT}$ <p>TU = Tiempo Útil TT = Tiempo Total</p>	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Eficacia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
4	$Eficacia = \frac{PR}{PP}$ <p>PR = Producción Real PP = Producción Programada</p>	✓		✓		✓	

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, 12 de Agosto del 2020	09824010	<p>Cano Suarez, Vladimir Ricardo ING. INDUSTRIAL CIP: 187963</p>	926780995

¡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
VALES CARRILLO JORGE A.	DOCTOR	Erasmó Carrasco Román

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia ₁		Relevancia ₂		Claridad ₃	
		Si	No	Si	No	Si	No
	VARIABLE INDEPENDIENTE:						
	MEJORA DE PROCESOS						
	DIMENSION 1: Estudio de métodos	Si	No	Si	No	Si	No
1	$IAAV = \frac{AAV}{TA} \times 100\%$ IAAV = Índice de Actividades que Agregan Valor AAV = Actividades que Agregan Valor del DAP TA = Total de Actividades del DAP	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Medición del trabajo	Si	No	Si	No	Si	No
2	$TE = TPS \times FC (1 + S)$ TE = Tiempo Estándar TPO = Tiempo Promedio Seleccionado FC = Factor de Calificación S = Suplementos	✓		✓		✓	
	VARIABLE DEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No
	PRODUCTIVIDAD						
	DIMENSION 1: Eficiencia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
3	$\text{Eficiencia} = \frac{TU}{TT}$ TU = Tiempo Útil TT = Tiempo Total	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Eficacia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
4	$\text{Eficacia} = \frac{PR}{PP}$ PR = Producción Real PP = Producción Programada	✓		✓		✓	

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, 13 de Julio de 2020	08512100	ING. JORGE A. VALES CARRILLO Reg. CIP. 031187	934546586

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.

Anexo N° 04 - Determinación de la Población

La población es finita y está conformada por todas las empresas del rubro metalmecánica en el distrito de San Juan de Miraflores (SJM) que asciende a 615 empresas, según datos obtenidos por el Ministerio de la Producción e INEI.

Sustentación:

Ministerio de la Producción (2017) afirma: *“En esta industria (metalmecánica) operan 37 mil 953 empresas formales en el mercado local, alrededor del 50% se concentran en la región Lima (...)”* (p.15).

Empresas metalmecánicas		
En el Perú	%	En Lima
37 953	50%	18 976,5

Fuente: Ministerio de la Producción.

INEI - Perú: Estructura Empresarial (2018).

Empresas		
En SJM	En Lima	%
35 835	1 106 853	3.24%

Fuente: INEI - Directorio de Empresas y Establecimientos.

Por tanto, las empresas metalmecánicas en San Juan de Miraflores (SJM) serán:

Empresas metalmecánicas		
En Lima	%	En SJM
18 976,5	3.24%	615

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 05 - Formato de Diagrama de Actividades del Proceso

Diagrama N°: 02 Hoja N°: 01			RESUMEN					
Producto: <i>Luminaria de alumbrado público</i>			Actividad		Actual	Propues sto	Econo mía	
Actividad: <i>Fabricación de Luminarias de alumbrado público</i>			Operación ○		23	15	8	
			Transporte ⇨		7	4	3	
			Espera D		14	9	5	
			Inspección □		4	4	-	
			Almacenamiento ▽		2	2	-	
Método: <i>Propuesto</i>			Distancia					
Lugar: <i>Planta de Producción</i>			Tiempo (min)		17600,5	13099	4501,5	
Operario (s) : Ficha N° 01			Costo					
Compuesto por: Fecha: 11/11/2020			Mano de Obra					
			Material					
Aprobado por: Fecha:			Total					
DESCRIPCIÓN	Distancia	Tiempo (min)	Actividad					Observación
			○	□	D	⇨	▽	
<i>Almacén</i>							1	
<i>Traslado al área de corte</i>		0,5				1		
<i>Calibración</i>		25			1			
<i>Cortado por plasma</i>		375	1					4 piezas por min
<i>Inspección</i>		250		1				
<i>Traslado al área de doblado</i>		0,5				2		
<i>Armado de dobladora</i>		90			2			Según modelo
<i>Doblado a α 120°</i>		250	2					
<i>Armado de dobladora</i>		90			3			Según modelo
<i>Doblado a α 90°</i>		250	3					
<i>Armado de dobladora</i>		90			4			Según modelo
<i>Doblado a α 45°</i>		250	4					
<i>Armado de dobladora</i>		90			5			Según modelo
<i>Doblado a α 15°</i>		250	5					
<i>Inspección</i>		125		2				
<i>Soldadura</i>		1250	6					

<i>Traslado al área bonderizado</i>		0,5				3	
<i>1° Bonderizado-Desengrasado</i>		1000	7				<i>Tiempo de 60 min Capacidad de 30 piezas</i>
<i>Secado</i>		5			6		
<i>2° Bonderizado</i>		1000	8				<i>Tiempo de 60 min Capacidad de 30 piezas</i>
<i>Secado</i>		40			7		
<i>3° Bonderizado</i>		1000	9				<i>Tiempo de 60 min Capacidad de 30 piezas</i>
<i>Secado</i>		40			8		
<i>4° Bonderizado</i>		500	10				<i>Tiempo de 30 min Capacidad de 30 piezas</i>
<i>Secado</i>		30			9		
<i>Horno 150° C</i>		680	11				<i>Tiempo de 40 min Capacidad de 30 piezas</i>
<i>Pintado</i>		500	12				
<i>Horno 350° C</i>		500	13				
<i>Inspección</i>		250		3			
<i>Armado</i>		2500	14				<i>Entrada de Pernos 5/16", Cable N° 16 y Led</i>
<i>Inspección</i>		167		4			
<i>Empaque</i>		1500	15				
<i>Traslado al área de almacén</i>		0,5				4	
<i>Almacén P. T.</i>							2

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 06 - Formato de Estudio de Tiempos

Estudio N°: 01 Hoja N°: 01		Actividad: fabricación de luminaria de alumbrado Público										Fecha de estudio: 05/11/2020		
Método: Propuesto		Observado por: Erasmo Carrasco										Aprobado por: Jefe de Producción		
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tiempo Observado	Valoración de Ritmo	Tiempo Normal	
Inspección de Corte.	225	215	213	221	215	221	215	221	215	215	217.40	1.00	217.40	
Doblado a α 120°	207	206	206	207	208	207	208	207	207	207	207.00	1.05	217.55	
Doblado a α 90°	205	212	203	211	205	211	203	211	205	205	207.10	1.05	217.46	
Doblado a α 45°	207	207	206	207	207	205	209	208	209	205	207.00	1.05	217.35	
Doblado a α 15°	207	207	206	208	207	207	208	207	206	208	207.10	1.05	217.46	
Inspección doblado	109	109	108	109	109	108	109	109	108	109	108.70	1.00	108.70	
Soldadora	1026	1022	1019	1028	1027	1023	1028	1027	1029	1025	1025.40	1.06	1086.42	
Pintado	414	413	413	414	415	413	415	415	415	414	414.10	1.05	434.82	
Inspección horno	217	218	216	217	217	216	219	220	219	215	217.40	1.00	217.40	
Armado	2049	2053	2036	2045	2053	2032	2067	2071	2071	2032	2050.90	1.06	2173.95	
Inspección armado	145	145	144	145	146	145	146	145	145	146	145.20	1.00	145.20	
Empaque	1245	1240	1234	1245	1247	1240	1247	1247	1234	1244	1242.30	1.05	1304.42	

Anexo N° 07 - Formato de medición de Productividad

FICHA DE PRODUCTIVIDAD			
PROCESO:	fabricacion de luminaria de alumbrado publico	Elaborado por: Erasmo Carrasco	
FORMULA:	PRODUCTIVIDAD = EFICACIA x EFICIENCIA	Fecha: 16/12/2020	Método: Propuesto
N°	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
1	0.78	0.84	0.66
2	0.78	0.85	0.66
3	0.79	0.85	0.67
5	0.80	0.85	0.68
6	0.80	0.85	0.68
7	0.81	0.86	0.70
8	0.81	0.86	0.70
9	0.81	0.86	0.70
10	0.82	0.87	0.71
12	0.83	0.87	0.72
13	0.83	0.88	0.73
14	0.84	0.88	0.74
15	0.84	0.88	0.74
16	0.84	0.88	0.74
17	0.84	0.89	0.75
19	0.85	0.89	0.76
20	0.86	0.89	0.77
21	0.86	0.89	0.77
22	0.87	0.90	0.78
23	0.87	0.90	0.78
24	0.88	0.90	0.79
26	0.89	0.91	0.81
27	0.89	0.91	0.81
28	0.90	0.91	0.82
29	0.91	0.91	0.83
30	0.91	0.92	0.84

Anexo N° 08 - Plano de Distribución de Planta



Fuente: Josfel Iluminación SAC

Anexo N° 09 - Cotización de la Cortadora plasma CNC



NANO INGENIERIA S.A.C.
 RUC: 20603831927
 LIMA: Jr. Los Nardos 293 - Urb. Entel Peú - S.J.M.
 Teléfonos: +51 - 998005263

COTIZACION 097-2021

CLIENTE: JOSFEL ILUMINACION S.A.C.
 RUC: 20603800002
 ATENCIÓN: ERASMO CARRASCO
 TELÉFONO: 992055683
 DIRECCION: Av. La Mar 750 Ofic. 415 Miraflores.

MONEDA: DÓLAR
 VENDEDOR: NATALIE MEDINA
 TELÉFONO: 998005263
 EMAIL: nanoingenieriasac@gmail.com
 FORMA DE PAGO: 50% adelanto, 50% contra entrega.
 VALIDEZ: 10 DIAS

EMAIL: e.carrasco@jوسفel.pe
 REQ / REF.: suministro maquina corte plasma swift cut xp 32amp

CONDICIONES ESPECIALES:

ITEM	CANT.	U/M		DESCRIPCIÓN	P.U.	TOTAL	TIEMPO DE ENTREGA
1	1	UNID	SWIFT CUT	SWIFT CUT XP 32 AMP EEUU	24,000.00	24,000.00	1 SEMANA CALENDARIO
				SE ADJUNTA FICHA TECNICA DEL MODELO XP 32AMP			
SUB TOTAL						24,000.00	
I.G.V 18%						4,320.00	
TOTAL S/.						28,320.00	

Garantía por servicio 12 meses.

Observaciones:

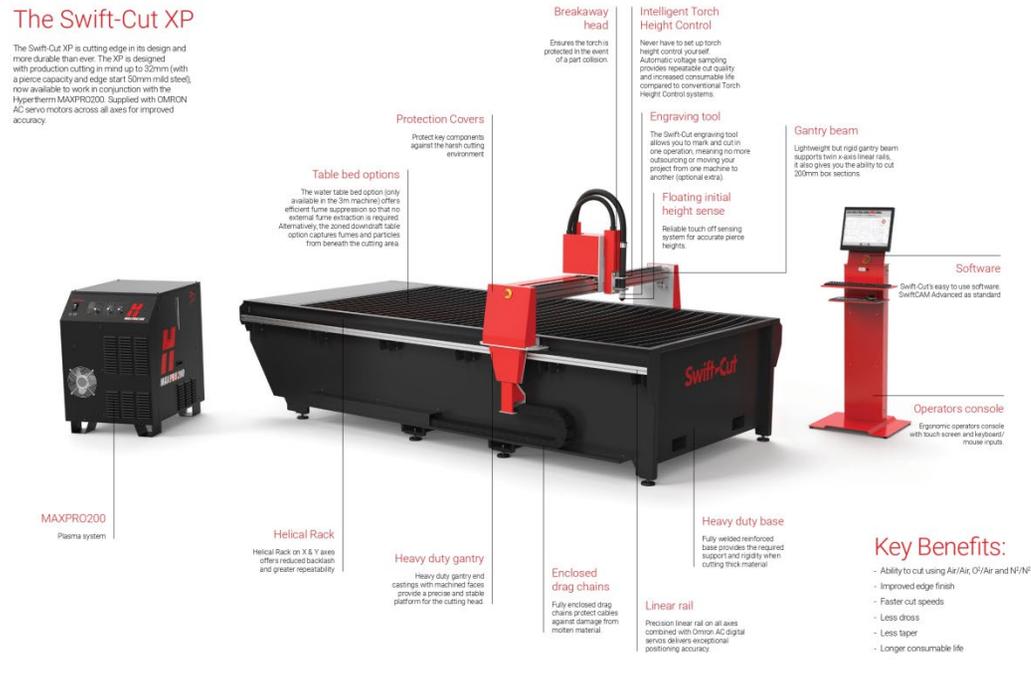
- Favor mencionar la cotización en su O/C
- Entrega en nuestros almacenes donde se haya realizado la facturación, salvo se indique lo contrario.

NATALIE MEDINA
Asesor Técnico Comercial
 Dpto. de Proyectos y Ventas
 CEL: 998005263

Anexo N° 10 - Características técnicas de la Cortadora plasma CNC

The Swift-Cut XP

The Swift-Cut XP is cutting edge in its design and more durable than ever. The XP is designed with production cutting in mind up to 32mm (with a pierce capacity and edge start 50mm mild steel), now available to work in conjunction with the Hypertherm MAXPRO200. Supplied with OMRON AC servo motors across all axes for improved accuracy.



MAXPRO200
Plasma system

Helical Rack
Helical Rack on X & Y axes offers reduced backlash and greater repeatability.

Heavy duty gantry
Heavy duty gantry end castings with machined faces provide a precise and stable platform for the cutting head.

Enclosed drag chains
Fully enclosed drag chains protect cables against damage from molten material.

Linear rail
Precision linear rail on all axes combined with Omron AC digital servos delivers exceptional positioning accuracy.

Heavy duty base
Fully welded reinforced base provides the required support and rigidity when cutting thick material.

Key Benefits:

- Ability to cut using Air/Air, O₂/Air and N₂/N₂
- Improved edge finish
- Faster cut speeds
- Less dross
- Less taper
- Longer consumable life

Breakaway head
Ensures the torch is protected in the event of a part collision.

Intelligent Torch Height Control
Never have to set up torch height control yourself. Automatic voltage sampling provides repeatable cut quality and increased consumable life compared to conventional Torch Height Control systems.

Engraving tool
The Swift-Cut engraving tool allows you to mark and cut in one operation, meaning no more outsourcing or moving your project from one machine to another (optional extra).

Floating initial height sense
Reliable touch-off sensing system for accurate pierce heights.

Gantry beam
Lightweight but rigid gantry beam supports twin x-axis linear rails. It also gives you the ability to cut 200mm box sections.

Software
Swift-Cut's easy to use software, SwiftCAM Advanced as standard.

Operators console
Ergonomic operators console with touch screen and keyboard/mouse inputs.



The Swift-Cut XP high amperage cutting allows for a pierce capacity up to 32mm and significantly improved cut speeds.

Swift-Cut Software

Swift-Cut's easy to use software guarantees that anyone with a basic knowledge of computers will be capable of operating the CNC plasma cutting system. Minimal training means the table will be operational almost immediately, maximising output from the start.



Beginner and Advanced CNC controls

If you are new to CNC and require a simplified software interface or if you are an advanced user who wants the latest features in CNC, our software will suit your needs.

Plate Alignment

Never struggle aligning your material again, the software will do the work for you.

Sheet Trim

Easily trim off scrap material.

Cut recovery

Easily recover interrupted cuts due to a breakaway head or emergency stop condition.

G-code Favourites

Save up to 5 g-code files for quick loading.

Dry run

Run the g-code file without cutting.

Automatic lead in/out

Software automatically applies lead ins/ out for quicker programming.

JPEG/DXF/DWG import capable

Import .dxf files or convert .jpg images for cutting.

Automatic nesting

Automatically nests parts for economical sheet usage.

Part in part nesting

Nest parts in scrap areas to fully utilise the sheet.

Zero Datum store

Don't lose a datum point again, this system stores your last datum point so even if you lose power you won't lose your position.

Configurable datum points

Set up to 5 datum points anywhere on the cutting bed. This can be used to reduce set up times when using jig fixtures or set custom parking positions.

Advanced Drawing Importer

Built in system to clean, scale or delete items within problematic drawings.

Customisable cutting rules

Optimise cutting parameters for best cutting performance.

Customisable toolsets

Modify or create toolsets for new materials.

3D part preview

Preview the part in 3D before cutting.

Parametric shape library

Over 80 configurable shapes.

G-Code Queue

Queue up to 5 g-code files for quick loading.



Available in 2 sizes



Swift-Cut XP
3000mm x 1500mm
cutting area (1.0 x 5)

Swift-Cut XP
4000mm x 2000mm
cutting area (1.3 x 6.5)

Cutting Power Options

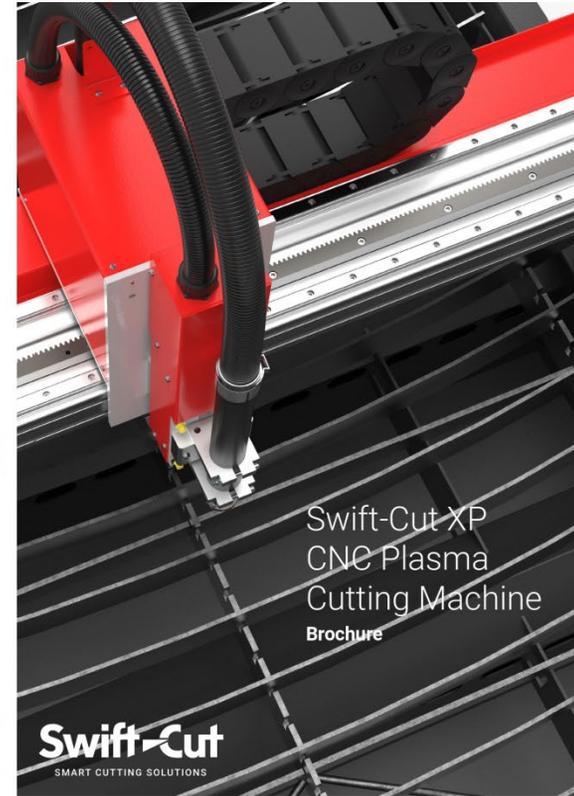
Plasma Source: Hypertherm

Max pierce capacity	Mild steel	Stainless steel	Aluminium	Duty cycle	100% duty cycle
Powermax 45* XP	12mm	12mm	10mm	50%	32Amps
Powermax 65	16mm	12mm	12mm	50%	46 Amps
Powermax 85	19mm	16mm	16mm	60%	66 Amps
Powermax 105	22mm	20mm low use	20mm	80%	94 Amps
Powermax 125	25mm	20mm	25mm	100%	125 Amps
MAXPRO200	30mm	25mm	25mm	100%	200 Amps

* single phase



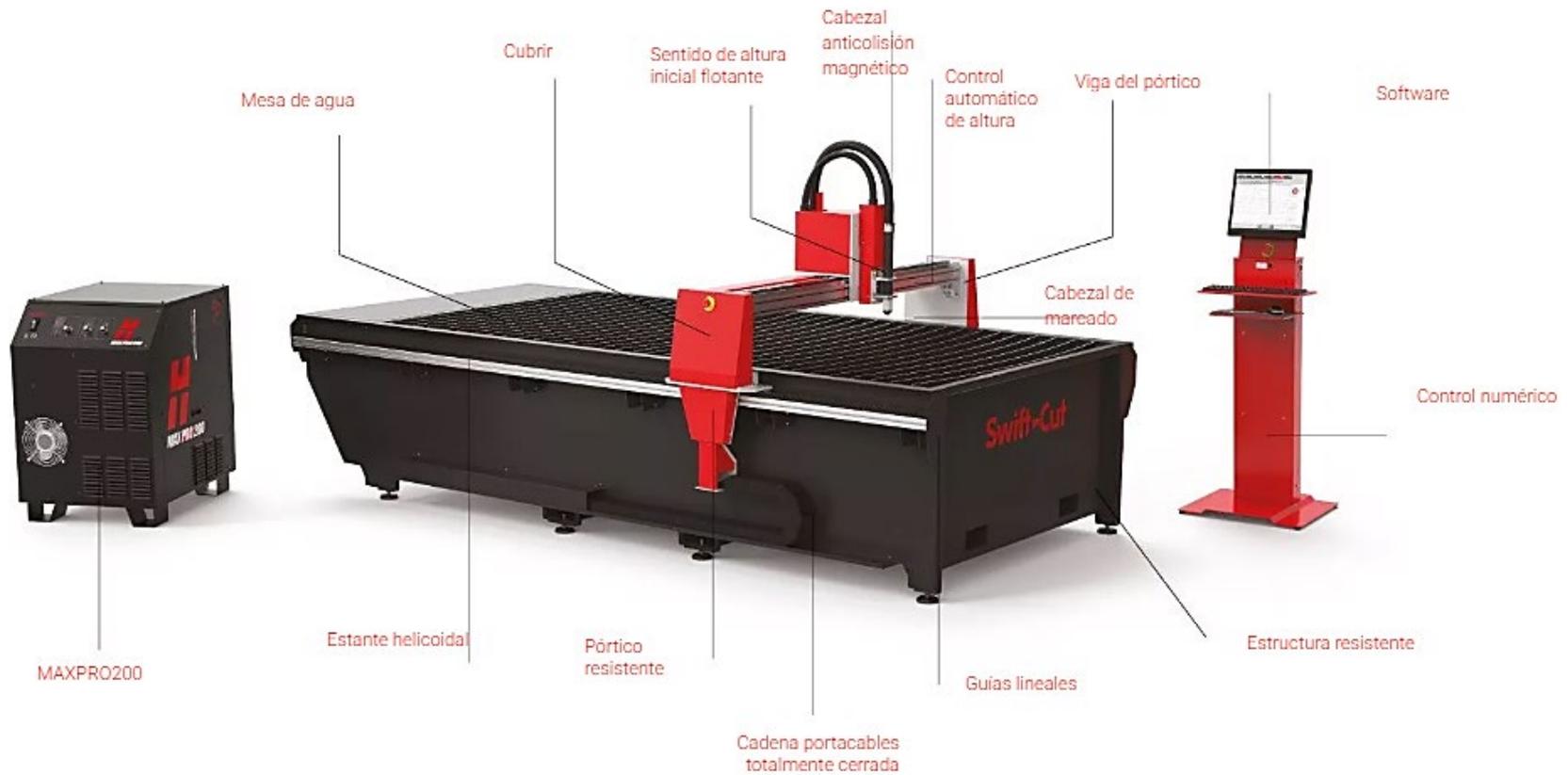
For more information contact
swift-cut.com



Swift-Cut XP
CNC Plasma
Cutting Machine
Brochure

Swift-Cut
SMART CUTTING SOLUTIONS

Swift-Cut XP



Swift-Cut XP

El Swift-Cut XP es de vanguardia en su diseño y más duradero que nunca. El nuevo XP está diseñado con un corte de producción en mente de hasta 32MM, ahora disponible para trabajar conjuntamente con el Hypertherm MAX PRO 200. Se suministra con servomotores OMRON AC en todos los ejes para una mayor precisión.

La antorcha mecanizada refrigerada por líquido está montada en un pórtico de trabajo más pesado rediseñado para proporcionar una plataforma robusta para el corte de alto amperaje, esto permite una capacidad de perforación hasta 32MM y velocidades de corte mejoradas, con corte de gas mezclado disponible en todas las opciones de plasma. El aumento de la altura de despacho desde la mesa hasta el pórtico permite cortar la sección de caja de hasta 150 mm. Añada a eso la oportunidad de utilizar la tecnología de la niebla del agua, que no sólo le dará un corte exacto pero es la tecnología óptima para trabajar con el acero inoxidable y el aluminio, y el Swift-Cut XP realmente es todo su cortado para ser.

CARACTERISTICAS TECNICAS / FULL SPEC

SERIES XP / CNC

Cabezal anticolidión magnético

Prevenga la falta prematura de la antorcha con nuestro sistema principal Separatista.

Control de altura de la antorcha digital

Siga el contorno del metal de hoja automáticamente.

Sentido flotante inicial de la altura

Sistema de detección confiable del tacto apagado para las alturas exactas de Pierce.

Base completamente soldada

La base de alta resistencia rediseñada desde el suelo proporciona soporte y rigidez.

Control inteligente de la altura de la antorcha

Nunca tendrás que controlar la altura de la antorcha tú mismo. El muestreo automático de voltaje proporciona una calidad de corte repetible y una mayor vida útil de los consumibles en comparación con los sistemas convencionales de control de la altura de la antorcha.

Herramienta de grabado

La herramienta de grabado Swift-Cut le permite marcar y cortar en una sola operación, lo que significa que ya no tendrá que subcontratar o trasladar su proyecto de una máquina a otra (extra opcional).

Opciones de cama de mesa

Todos los tamaños de mesa están disponibles con extracción por zonas de tiro descendente o por mesa de agua. La opción de tiro descendente requiere que la mesa esté conectada a un ventilador de extracción o a una unidad de filtración. La opción de mesa de agua no requiere ningún equipo adicional, pero debe ser tratada y vaciada periódicamente. Ambas opciones ofrecen una eficaz supresión de humos.

Gestión de cables cerrados

Todos los cables completamente cubiertos para evitar daños causados por desechos fundidos.

Consola independiente

Coloque la consola en la posición más conveniente alrededor de la mesa con el conjunto de interfaz del operador plug and play.

Manejo de humos

Sistema segmentado de tiro descendente que permite la extracción en el punto de corte dándole un ambiente eficiente, rentable y seguro de corte.

Montacargas bolsillos

Reubicación y transporte sin esfuerzo de la mesa.

Guías lineales

Ofrece una gran calidad de corte a alta velocidad.

Bastidor helicoidal

Corte con precisión y suavidad para obtener una ventaja adicional en calidad de corte y rendimiento.

Sistema de impulsión

Impulsión conducida IGBT de sinusoidal Omron 400W.

Motor servo

Control de altura de la antorcha de Digitaces conducido por el sistema impulsor servo de 100W OMRON.

VENTAJAS CLAVE

- Capacidad de cortar usando Aire/Aire, O2/Aire y N2/Aire.
- Mejora el acabado de los bordes.
- Velocidades de corte más rápidas.
- Menos escoria.
- Menos cónico.
- Mayor vida útil de los consumibles.

OPCIONES DE ENERGIA

Hypertherm

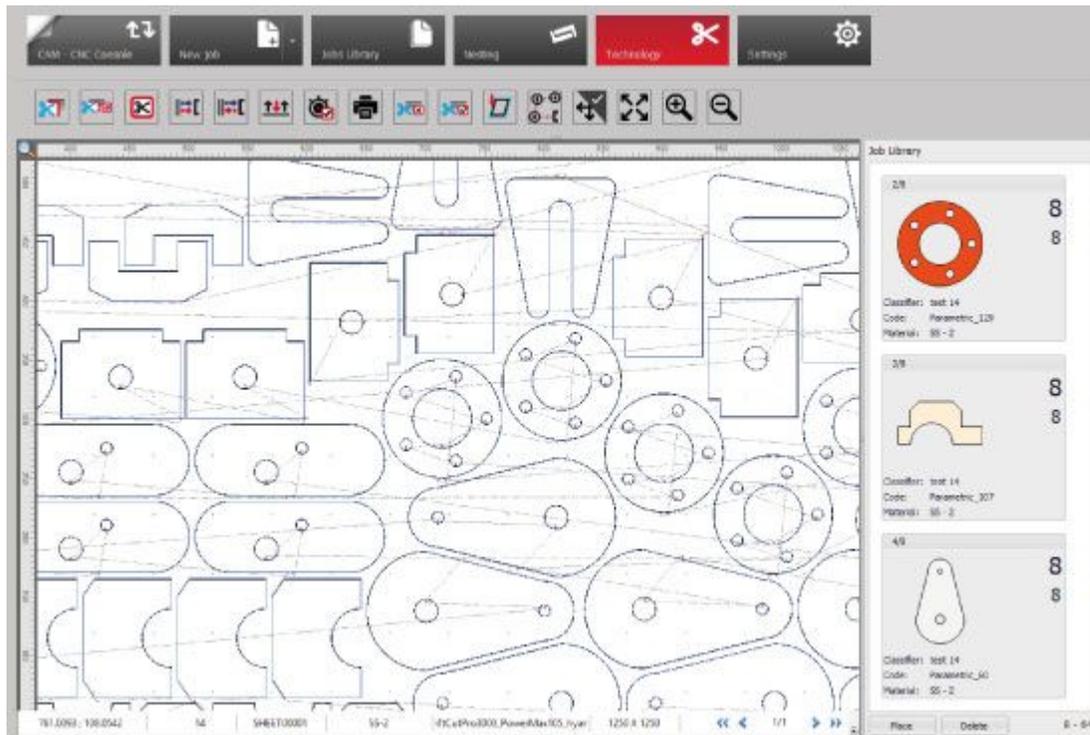
- Powermax 45 XP * - Hasta 12 mm
- Powermax 65 - Hasta 16 mm
- Powermax 85 - Hasta 19mm
- Powermax 105 - Hasta 22mm
- Powermax 125 - Hasta 25 mm
- MaxPro 200 - Hasta 32 mm

Los espesores citados se basan en el acero dulce.

* Opción monofásica disponible.

SOFTWARE - SwiftCAM

El software de fácil uso de Swift-Cut garantiza que cualquier persona con conocimientos básicos de informática será capaz de manejar el sistema de corte por plasma CNC. Un entrenamiento mínimo significa que la máquina estará operativa casi inmediatamente, maximizando el rendimiento desde el principio.



Control de corte directo

Control remoto de los ajustes de los sistemas de plasma Powermax de Hypertherm.

- Control automático de los amperios de corte.
- Control automático de la presión del aire.
- Control automático del modo de corte.
- Lea los códigos de averías de la consola del operador.

Modo de arco continuo

Una solución simple y única que permite a los operadores cortar mallas de alambre y materiales perforados con los sistemas de plasma Powermax de Hypertherm.

Controles CNC para principiantes y avanzados

Si es nuevo en CNC y necesita una interfaz de software simplificada o si es un usuario avanzado que desea las últimas funciones de CNC, nuestro software se adaptará a sus necesidades.

Alineación de la placa

Nunca más te esfuerces en alinear tu material, el software hará el trabajo por ti.

Corte de la hoja

Recorta fácilmente el material de desecho.

Recuperación del corte

Recuperar fácilmente los cortes interrumpidos debido a una cabeza de rotura o a un botón de emergencia.

Favoritos del código G

Guarda hasta 5 archivos de código G para una carga rápida.

Funcionamiento en seco

Ejecutar el archivo de código G sin cortar.

Plomo automático in/out

El software aplica automáticamente las entradas y salidas para una programación más rápida.

Capacidad de importación JPEG/DXF/DWG

Importar archivos .dxf o convertir imágenes .jpg para cortarlas.

Anidación automática *

Anida automáticamente las piezas para un uso económico de la hoja.

Parte en la jerarquización de la parte

Anidar las partes en las zonas de desecho para aprovechar al máximo la hoja.

Tienda de datos

No pierdas un punto de referencia otra vez, este sistema almacena tu último punto de referencia, así que incluso si pierdes energía no perderás tu posición.

Puntos de referencia configurables

Establezca hasta 5 puntos de referencia en cualquier lugar de la cama de corte. Esto se puede utilizar para reducir los tiempos de configuración cuando se utilizan dispositivos de plantilla o para establecer posiciones de aparcamiento personalizadas.

Recorte de recuperación

Recuperar el corte en cualquier lugar de la trayectoria de la herramienta.

Importador de Dibujos Avanzados

Sistema incorporado para limpiar, escalar o eliminar elementos dentro de los dibujos problemáticos.

Reglas de corte personalizables

Optimizar los parámetros de corte para obtener el mejor rendimiento de corte.

Conjuntos de herramientas personalizables

Modifique o cree conjuntos de herramientas para nuevos materiales.

Vista previa de parte 3D

Previsualiza la parte en 3D antes de cortar.

Biblioteca de formas paramétricas

Más de 80 formas configurables.

Puntos de referencia

5 puntos de referencia configurable por el usuario para los accesorios de JIG.

Cola del código G

Encolar hasta 5 archivos de código g para una rápida carga.

* Sólo avanzado

<https://swift-cut.com/es/swift-cut-xp-plasma-cutting-machine-2/#1625147059847-fdef6555-ef6a>

Anexo N° 11 - 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.

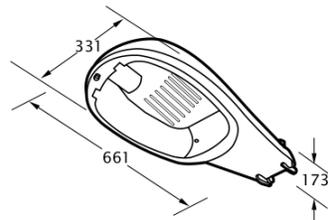
Sistema óptico diseñado con un reflector envoltivo de aluminio 99.8% puro, de una sola pieza embutido, abrillantado y anodizado químicamente.

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

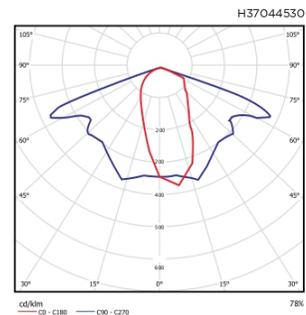
Ideal para la iluminación de vías públicas, urbanas y rurales. Además, se puede emplear para la iluminación de plazas, parques, zonas perimétricas entre otras aplicaciones.

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

No reservamos el derecho de hacer modificaciones, por mejora del producto, sin previa notificación.

MILLENIUM IV - ALUMBRADO VIAL - EXTERIOR

Jaquet
ILUMINACIÓN 231



230 MILLENIUM IV

Light
ILUMINACIÓN