



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Aplicación del ciclo PHVA para mejorar la productividad del proceso de
corte por plasma, Empresa HLC SAC - Lima 2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial**

AUTORES:

Oliva Fernandez, Christians Bernardino (orcid.org/0000-0002-4269-5395)

Romaina Pezo, Jhonny (orcid.org/0000-0001-9565-969X)

ASESOR:

Mgtr. Sedano Montes, Juan Vicente (orcid.org/0000-0002-1538-7282)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Con profunda gratitud, se lo dedico a mis queridos padres, ahora en el cielo. Aunque físicamente ausentes, su influencia perdura en cada logro y palabra que escribo.

A mi amada esposa Betsy, mi mejor amiga, agradezco tu apoyo inquebrantable y sabiduría que impulsan mis investigaciones. A mis adoradas hijas Grescia y Nicole, mi orgullo y alegría, sus sonrisas inspiran la creación de un futuro mejor. Este artículo refleja horas de dedicación y amor, siendo también un testimonio de la unidad de nuestra familia. A todos, gracias por dejar una huella imborrable en mi trabajo.

Oliva Fernández Christians.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedica a todas aquellas personas que, como yo, a pesar de los obstáculos del día a día deciden seguir luchando por sus sueños sin importar que tan duro sea lo que se le viene por delante.

Romaina Pezo, Jhonny

AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestra profunda gratitud a Dios por habernos otorgado vida, salud y el conocimiento necesario para llevar a cabo este trabajo. También queremos agradecer de todo corazón a nuestros familiares por su apoyo incondicional en cada paso de este camino. Reconocemos y valoramos enormemente el respaldo brindado por la Universidad Cesar Vallejo y nuestros profesores, quienes nos han proporcionado valiosos conocimientos y experiencias que nos han ayudado a crecer como profesionales.

Oliva Fernández, Christians B.

AGRADECIMIENTO

Agradezco grandemente a mi Dios todopoderoso por bendecirme todos los días, a mi señora madre Martha, y mi querida esposa Yenny por impulsarme siempre a seguir adelante y creer en mí, a ellos todo mi gratitud y amor por siempre.

Romaina Pezo, Jhonny



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SEDANO MONTES JUAN VICENTE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Aplicación del ciclo PHVA para mejorar la productividad del proceso de corte por plasma, Empresa HLC SAC - Lima 2023", cuyos autores son ROMAINA PEZO JHONNY, OLIVA FERNANDEZ CHRISTIANS BERNANDINO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 22 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SEDANO MONTES JUAN VICENTE DNI: 40087687 ORCID: 0000-0002-1538-7282	Firmado electrónicamente por: JSEDANOMO el 22- 11-2023 23:56:36

Código documento Trilce: TRI - 0660508



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, OLIVA FERNANDEZ CHRISTIANS BERNANDINO, ROMAINA PEZO JHONNY estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación del ciclo PHVA para mejorar la productividad del proceso de corte por plasma, Empresa HLC SAC - Lima 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ROMAINA PEZO JHONNY DNI: 42297564 ORCID: 0000-0001-9565-969X	Firmado electrónicamente por: JROMAINAP el 22-11-2023 21:38:40
OLIVA FERNANDEZ CHRISTIANS BERNANDINO DNI: 40667843 ORCID: 0000-0002-4269-5395	Firmado electrónicamente por: COLIVAFER el 22-11-2023 21:40:34

Código documento Trilce: INV - 1553755

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	8
III. METODOLOGÍA	18
3.1 Tipo y diseño de investigación	18
3.2 Variables y operacionalización.....	20
3.3 Población, muestra y muestreo.....	25
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.5 Procedimientos	32
3.6 Método de análisis de datos	88
3.7 Aspectos éticos.....	91
IV. RESULTADOS	92
V. DISCUSIÓN.....	109
VI. CONCLUSIONES	113
VII. RECOMENDACIONES.....	114
REFERENCIAS	115
ANEXOS	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de Causas que generan la baja productividad.	3
Tabla 2 Matriz de correlación	4
Tabla 3 Análisis de causas.....	5
Tabla 4 Resumen de validez de herramientas	31
Tabla 5 Datos de la empresa HLC S.A.C.	33
Tabla 6. Fases y rango de tiempos en el Proceso de Corte por Plasma	38
Tabla 7 Registro Diario de la Máquina de Corte por Plasma en HLC S.A.C.....	46
Tabla 8 Evaluación de Eficiencia, Eficacia y Productividad de la Máquina de Corte por Plasma.....	50
Tabla 9 Eficiencia, Eficacia y Productividad - Pre Test.....	51
Tabla 10 Plan PHVA para Mejora Continua en Operaciones	56
Tabla 11 Registro Pre-Test de la variable independiente PHVA.	59
Tabla 12 Resultados pre test del Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar)	60
Tabla 13 Cronograma de Actividades	64
Tabla 14 Principales causas y alternativas de solución.....	65
Tabla 15 Detalles del Curso de Capacitación en Software Pronest 2012	69
Tabla 16 Resumen de Costos Tangibles e Intangibles para la Implementación del Ciclo PHVA en la Organización.....	72
Tabla 17 Leyenda del Diagrama de Flujo.....	73
Tabla 18 Análisis Post-Test y Resultados del Plan PHVA para Mejora Continua en Operaciones.....	77
Tabla 19 Implementación y Resultados del Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) en la Mejora de la Producción – Post Test.....	78
Tabla 20. Evaluación de Eficiencia, Eficacia y Productividad de la Máquina de Corte por Plasma Post-Test	80
Tabla 21 Costo de Adquisición de Montacargas	83
Tabla 22 Costo de Adquisición de Etiquetas para Metales.....	84
Tabla 23 Costos de Implementación del Ciclo PHVA en la Organización	84
Tabla 24 Ingresos proyectados Pre - Implementación.....	84
Tabla 25 Ingresos proyectados Post - Implementación	84

Tabla 26 Egresos proyectados Pre - Implementación	85
Tabla 27 Egresos proyectados Post - Implementación.....	85
Tabla 28 Flujo de caja económico de la solución	86
Tabla 29 Análisis Estadístico descriptivos: Comparativa Antes y Después del Cambio en Eficacia, Eficiencia y Productividad	88
Tabla 30 Implementación y Resultados del Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) en la Mejora de la Producción.....	93
Tabla 31 Análisis de Tiempos del Proceso de Corte por Plasma – Pre PHVA. (Semana 15-26, 2023)	97
Tabla 32 Análisis de Tiempos del Proceso de Corte por Plasma – Post PHVA. (Semana 30-41, 2023)	98
Tabla 33 Cálculo de la Productividad - Pre Test.....	100
Tabla 34 Calculo de la Productividad - Post Test.....	101
Tabla 35 Test para determinar la normalidad de la Eficiencia Antes y Después	103
Tabla 36 Test para determinar la normalidad de la Eficacia Antes y Después ...	104
Tabla 37 Test para determinar la normalidad de la productividad Antes y Después	105
Tabla 38 Prueba de Wilconxon (muestras Relacionadas) Productividad Antes - Productividad Después	106
Tabla 39 Prueba de Wilcoxon (muestras Relacionadas) Eficiencia Antes - Eficiencia Después.....	107
Tabla 40 Prueba de Wilcoxon (muestras Relacionadas) Eficacia Antes - Eficacia Después.....	108

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1 Diagrama de Ishikawa.....	2
Figura 2 Diagrama de Pareto	6
Figura 3 Planta de Fabricaciones Metalmecánicas	32
Figura 4 Organigrama de la empresa (Planta de fabricaciones).....	34
Figura 5 Proceso de alimentación de la máquina con materia prima.....	38
Figura 6 Operación de corte en progreso	39
Figura 7 Horómetro de la máquina.....	39
Figura 8 Ejecución de nidos o programas CNC.....	40
Figura 9 Codificación de piezas cortadas	41
Figura 10 Descarga de piezas procesadas	42
Figura 11 Desorden en el área de trabajo	42
Figura 12 Montacargas en uso.....	43
Figura 13 Comparativo de la Eficiencia, Eficacia y Productividad Pre Test en las Operaciones de Corte por Plasma	53
Figura 14 Montacargas de la marca Toyota - Modelo 8FG40U	66
Figura 15 Software Pronest 2012.....	68
Figura 16 Colocación de etiquetas codificadas en las piezas cortadas	71
Figura 17 Área ordenada después de la implementación del PHVA	71
Figura 18 Diagrama de Flujo.....	74
Figura 19 Diagrama de Operaciones Del Proceso - Antes De Implementación....	75
Figura 20 Diagrama de Operaciones Del Proceso - Después De Implementación	76
Figura 21 Resultados del ciclo de PHVA antes y Después	95
Figura 22 Resultados de Productividad Antes y Después	99

RESUMEN

HLC S.A.C., una firma peruana establecida en 2000 por el ingeniero Manuel Ortega R., se distinguió por brindar soluciones en sectores como minero-metalúrgico, Oil & Gas e industrial. Aunque extendió su influencia con oficinas en Chile, Bolivia y Ecuador, la empresa enfrentó desafíos en la productividad de su máquina de corte por plasma. La investigación llevada a cabo tuvo como objetivo principal determinar cómo la aplicación del Ciclo PHVA podría incrementar la productividad en dicho proceso.

Este estudio aplicado, con diseño preexperimental, se centró específicamente en la mejora de la eficiencia y eficacia en el proceso de corte por plasma mediante el Ciclo PHVA. Adoptando un enfoque cuantitativo, se contrastaron datos previos y posteriores a la intervención del Ciclo PHVA, permitiendo evaluar su influencia directa en la productividad. Las conclusiones demostraron que la adopción de este ciclo condujo a notables beneficios.

Tras la implementación, HLC S.A.C. vio una elevación del 4% en productividad. La eficiencia del proceso de corte mejoró, con una reducción del tiempo inactivo del 11%, optimizando costos. Además, la precisión y calidad del corte se incrementaron en un 12%, consolidando a la empresa en su mercado y mejorando la percepción de sus clientes.

Palabras Clave: PHVA, productividad, eficiencia, eficacia.

ABSTRACT

HLC S.A.C., a Peruvian firm established in 2000 by engineer Manuel Ortega R., distinguished itself by providing solutions in sectors such as mining-metallurgy, Oil & Gas and industrial. Although it spread its influence with offices in Chile, Bolivia and Ecuador, the company faced challenges in the productivity of its plasma cutting machine. The main objective of the research carried out was to determine how the application of the PHVA Cycle could increase productivity in said process.

This applied study, with a pre-experimental design, focused specifically on improving efficiency and effectiveness in the plasma cutting process using the PHVA Cycle. Adopting a quantitative approach, data before and after the PHVA Cycle intervention were contrasted, allowing its direct influence on productivity to be evaluated. The conclusions showed that the adoption of this cycle led to notable benefits.

Following implementation, HLC S.A.C. saw an 4% increase in productivity. The efficiency of the cutting process improved, with a 11% reduction in downtime, optimizing costs. In addition, the precision and quality of the cut increased by 12%, consolidating the company in its market and improving the perception of its customers.

Keywords: PHVA, productivity, efficiency, effectiveness.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel global, la productividad en la industria metalmecánica es crucial para el crecimiento económico, especialmente en países con alto desarrollo industrial, debido a su relación estrecha con diversos sectores. Suministra bienes intermedios y de capital a industrias como minería, automotriz, petrolera, agrícola, entre otras, siendo crucial en la cadena de suministro. (Posada, 2019). La productividad en el sector metalmecánica a nivel global ha sido afectada por la pandemia de COVID-19. Según una encuesta de (Femeval, 2020), el 97% de las empresas del sector en España han sido impactadas, resultando en una reducción del 50% en la actividad. (Equipos & talento, 2023).

En el ámbito nacional mencionamos que el sector metalmecánico es fundamental para la economía, proporcionando bienes de capital esenciales para múltiples sectores, tales como la industria, la minería, la construcción, etc. Según el reporte sectorial de la Sociedad Nacional de Industria (SIN), en el 2019 representó aproximadamente el 20% del Producto Bruto Interno (PBI) desempeñando un papel vital como motor económico (ver anexo 9). Según la información del Banco de Reserva del Perú (BCR), en el año 2019 se registró un crecimiento del 2.5% en la producción de productos metálicos. Sin embargo, a partir de febrero del 2020, se ha observado un deterioro en su desempeño, y durante el periodo de enero a julio, se ha acumulado una significativa caída del 33.4% en comparación con el periodo anterior.

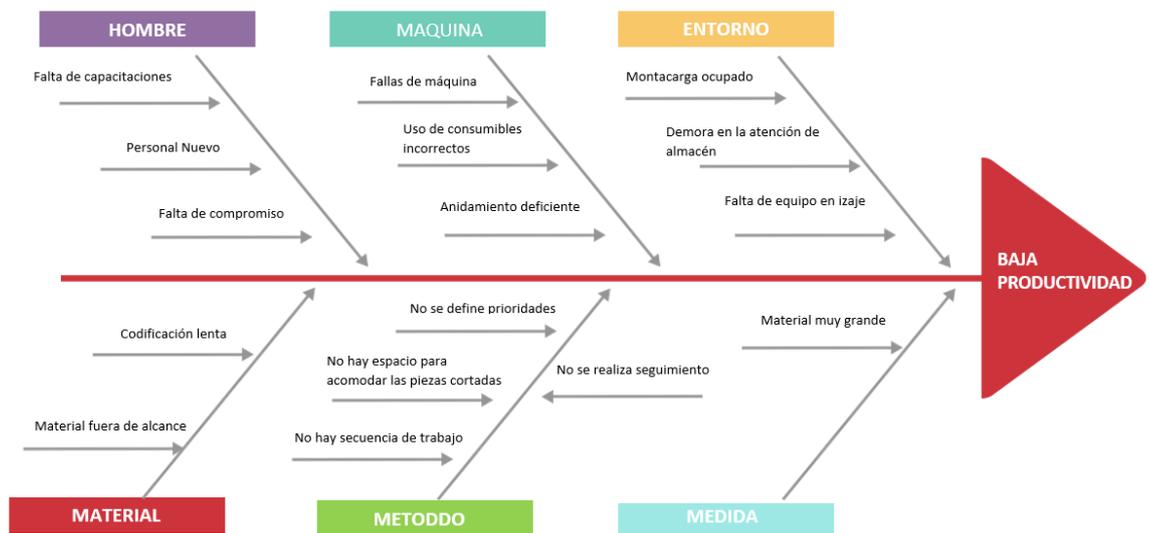
Según Jorge Merzthal de la universidad ESAN, esto se debió a las paralizaciones de proyectos clave de obras públicas y es el principal factor que ha estado afectando al sector metalmecánica. En el año 2021, experimentó un impresionante crecimiento del 40.7%, en cuanto a la producción, se observó una disminución en comparación con el año anterior (37° – Industria Metalmecánica-SIN, 2023), (ver anexo 10). Esto se debe al notable crecimiento experimentado por 27 de las 31 ramas industriales que conforman este sector, y 17 de ellas ya han superado sus niveles de producción previos a la pandemia.

Entonces el sector se vio afectado negativamente en el año 2020 debido a la paralización de actividades ocasionada por la pandemia, pero logró recuperarse gradualmente hacia finales de ese año. Durante el año 2022, la industria

metalmecánica mostró un crecimiento por encima de los niveles registrados en 2019, impulsado principalmente por las operaciones mineras de Quellaveco. No obstante, el sector experimentó un impacto negativo en su incremento, debido a la reducción de las inversiones privadas. Para el año 2023, se proyecta un crecimiento estimado del sector en torno al 3%. Se están realizando esfuerzos conjuntamente con el Ministerio de la Producción (PRODUCE) para alcanzar esta meta, según el gerente del Instituto de Estudios Económicos y Sociales (IEES) de la (SNI).

Dentro del ámbito local, HLC S.A.C. es una compañía de bases peruanas fundada en el año 2000 por el ingeniero Manuel Ortega R. Se especializa en brindar soluciones integrales en sectores como el minero-metalúrgico, Oil & Gas e industrial. HLC S.A.C. otorga servicios sobre estudios metalúrgicos, ingeniería, suministro y fabricación de estructuras metalmecánicas y equipos especiales, así como la construcción y ejecución de proyectos tipo (EPC). Además, la empresa ha ampliado su presencia con oficinas comerciales en Chile, Bolivia y Ecuador. No obstante, la empresa presenta deficiencias como la baja productividad en la máquina de corte por plasma, la cual, es un problema que afecta seriamente a HLC S.A.C.

Figura 1 Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1 Matriz de Causas que generan la baja productividad.

N°	CAUSAS
C-01	MONTACARGA OCUPADO
C-02	FALTA DE EQUIPOS DE IZAJE
C-03	ANIDAMIENTO DEFICIENTE
C-04	AREA DE TRABAJO DESORDENADA
C-05	FALTA DE CAPACITACION
C-06	CODIFICACION LENTA
C-07	FALLAS DE MAQUINA
C-08	MATERIAL FUERA DEL ALCANCE
C-09	NO HAY ESPACIO LIBRE PARA ACOMODAR PIEZAS
C-10	FALTA DE COMPROMISO
C-11	NO SE DEFINEN PRIORIDADES
C-12	NO SE HACE SEGUIMIENTO
C-13	DEMORA EN ATENCION DE ALMACEN
C-14	NO HAY SECUENCIA DE TRABAJO
C-15	SUPERVISION DEFICIENTE
C-16	NO EXISTE INDICADORES DE PRODUCCION
C-17	PERSONAL NUEVO
C-18	USO DE CONSUMIBLES INCORRECTOS

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 1 presenta una "Matriz de Causas que generan la baja productividad". Cada fila de la tabla enumera una causa específica, identificada con un código único (C-01 a C-18)

A continuación, analizamos y diseñamos la Matriz de Correlación (Tabla 2), donde se determinó la frecuencia y la relación entre las causas, en la cual los valores considerados son: "0" = no existe relación; "1" = relación indirecta; "2" = relación directa.

Tabla 2 Matriz de correlación

N°	CAUSAS	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09	C-10	C-11	C-12	C-13	C-14	C-15	C-16	C-17	C-18	Puntaje
C-01	MONTACARGA OCUPADO		0	2	2	2	2	2	2	0	0	2	0	3	2	0	0	0	0	19
C-02	FALTA DE EQUIPOS DE IZAJE	0		2	1	0	2	0	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	10
C-03	ANIDAMIENTO DEFICIENTE	1	0		0	1	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	1	9
C-04	AREA DE TRABAJO DESORDENADA	0	0	1		0	0	0	1	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	8
C-05	FALTA DE CAPACITACION	0	0	2	1		0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	7
C-06	CODIFICACION LENTA	0	0	0	0	0		0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C-07	FALLAS DE MAQUINA	2	0	0	0	0	0		0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
C-08	MATERIAL FUERA DEL ALCANCE	0	0		2	0		0		0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4
C-09	NO HAY ESPACIO LIBRE PARA ACOMODAR PIEZAS	0	0	1	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	0	0	0	0	3
C-10	FALTA DE COMPROMISO	0	0	0	0	1	0	0	0	0		0	0	1	0	0	0	0	0	2
C-11	NO SE DEFINEN PRIORIDADES	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		0	0	1	0	0	0	0	2
C-12	NO SE HACE SEGUIMIENTO	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0		0	1	0	0	0	0	3
C-13	DEMORA EN ATENCION DE ALMACEN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1	0	0	0	2
C-14	NO HAY SECUENCIA DE TRABAJO	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		0	0	0	0	2
C-15	SUPERVISION DEFICIENTE	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		0	0	0	2
C-16	NO EXISTE INDICADORES DE PRODUCCION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		0	0	1
C-17	PERSONAL NUEVO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	1
C-18	USO DE CONSUMIBLES INCORRECTOS	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1
TOTAL																				64

Fuente: Elaboración propia

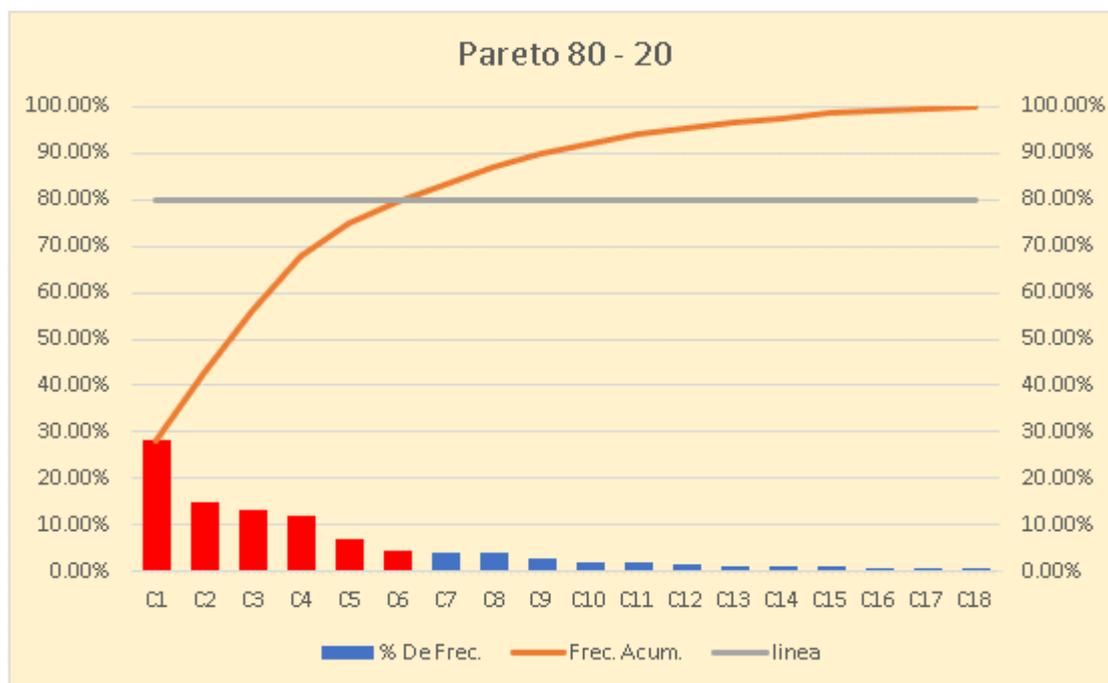
Mediante la tabla de análisis de causas, analizaremos las causas principales que generan el problema identificado previamente, por medio del diagrama de Ishikawa (ver Figura 1), seguidamente se presenta una tabla con la enumeración de las causas con sus respectivos porcentajes y frecuencias en la que se repiten y que generan la baja productividad en la empresa (ver Tabla 3).

Tabla 3 Análisis de causas

N°	CAUSAS	Puntaje ponderado	% ponderado	Acumulado	% Acumulado
C-01	MONTACARGA OCUPADO	19	23%	19	23%
C-02	FALTA DE EQUIPOS DE IZAJE	10	12%	29	35%
C-03	ANIDAMIENTO DEFICIENTE	9	11%	38	46%
C-04	AREA DE TRABAJO DESORDENADA	8	10%	46	55%
C-05	FALTA DE CAPACITACION	7	8%	53	64%
C-06	CODIFICACION LENTA	3	4%	56	67%
C-07	FALLAS DE MAQUINA	4	5%	60	72%
C-08	MATERIAL FUERA DEL ALCANCE	4	5%	64	77%
C-09	NO HAY ESPACIO LIBRE PARA ACOMODAR PIEZAS	3	4%	67	81%
C-10	FALTA DE COMPROMISO	2	2%	69	83%
C-11	NO SE DEFINEN PRIORIDADES	2	2%	71	86%
C-12	NO SE HACE SEGUIMIENTO	3	4%	74	89%
C-13	DEMORA EN ATENCION DE ALMACEN	2	2%	76	92%
C-14	NO HAY SECUENCIA DE TRABAJO	2	2%	78	94%
C-15	SUPERVISION DEFICIENTE	2	2%	80	96%
C-16	NO EXISTE INDICADORES DE PRODUCCION	1	1%	81	98%
C-17	PERSONAL NUEVO	1	1%	82	99%
C-18	USO DE CONSUMIBLES INCORRECTOS	1	1%	83	100%
TOTAL		83	100%		

También presentamos el gráfico de Pareto (Ver Figura 2), donde se observa la clasificación de las causas y que dentro de la zona del 20% ha identificado las siguientes: C1, C2, C3, C4, C5 Y C6, que son las más relevantes en las cuales serán priorizadas para poder aplicar la metodología del ciclo Deming para poder mitigar o eliminar dichas causas.

Figura 2 Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

Problema general: ¿En qué medida la aplicación del Ciclo de Deming mejora la productividad en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C., Lima, 2023? Problemas Específicos: ¿En qué medida la aplicación del Ciclo de Deming mejora la eficiencia en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C. Lima, 2023? ¿En qué medida la aplicación del Ciclo de Deming mejorará la eficacia en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C. Lima, 2023?

Esta investigación tenemos como la justificación práctica al aplicar la teoría del Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) como enfoque para abordar la problemática de baja productividad. Numerosos estudios respaldan la eficacia de esta metodología, también conocida como Ciclo Deming (García & Paredes, 2014). Por otro lado, la justificación económica radica en su potencial para mejorar la rentabilidad de HLC S.A.C. Al optimizar la productividad en el proceso de corte por plasma, la empresa podría reducir sus costos de producción y, consecuentemente, aumentar sus beneficios (García & Paredes, 2014). Por último, la justificación social se sustenta en la posibilidad de crear más empleo y beneficiar a la comunidad local al mejorar la productividad y rentabilidad de la empresa.

Para la investigación se tiene como objetivo general: determinar como la aplicación del Ciclo de Deming mejora la productividad en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C. - Lima, 2023, y como objetivos específicos: determinar como la aplicación del Ciclo de Deming mejora la eficiencia en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C. - Lima, 2023, y determinar como la aplicación del Ciclo de Deming mejora la eficacia en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C. - Lima, 2023.

Así mismo, se tiene como hipótesis de investigación: la aplicación del Ciclo PHVA mejorará significativamente la productividad en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C., Lima, 2023, y como hipótesis específica: la aplicación del Ciclo PHVA incrementará la eficiencia en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C. Lima, 2023. La aplicación del Ciclo PHVA mejorará la eficacia en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C., Lima, 2023.

La aplicación del Ciclo PHVA se propone como solución para incrementar la eficiencia y eficacia del proceso. Este trabajo no solo tiene relevancia práctica y económica, al buscar reducir costos y aumentar beneficios, sino también social, ya que la mejora en la productividad y rentabilidad de la empresa podría llevar a la creación de más empleos, beneficiando a la comunidad local.

II. MARCO TEÓRICO

A través de una revisión exhaustiva de la literatura existente, podremos adquirir un conocimiento profundo sobre los hallazgos previos relacionados con la productividad y el Ciclo PHVA. Esta comprensión nos permitirá situar nuestro estudio dentro del contexto académico y profesional.

Antecedentes Internacionales

En tal sentido, dentro de los antecedentes internacionales tenemos a Llamuca & Moyón (2019), en la cual hizo una investigación para implementar un plan de mejora como el ciclo PHVA, con el objetivo de aumentar la productividad en una empresa industrial; para esta investigación se aplicaron metodologías de tiempos y la metodología 9S's; Los resultados encontrados fueron el incremento de la eficiencia del 75% al 93%, la eficacia subió del 73% al 94% y la productividad se perfeccionó de un 55% a un 87%. Concluyendo que la implementación del ciclo PHVA apoyado de otras herramientas de calidad si posibilita el incremento de la productividad.

En México (Montesinos et al., 2020), desarrolló una investigación en una compañía de almacenaje y distribución de gas licuado de petróleo. Para esto se aplicó la mejora continua del ciclo PHVA creado por Deming; con la finalidad de analizar los resultados obtenidos de la mejora continua; para el desarrollo de esta estrategia utilizaron distintas herramientas básicas como lluvia de ideas, hojas de verificación, entre otros. Como resultados se obtuvo mejoras en el área de almacenamiento e inventarios, ya que se incrementó el valor inicial del 2.64%, 3.09%, 4.04% en el 2016, 2017 y 2018 respectivamente. Se concluyó que la metodología desarrollada por Deming mejoró el rendimiento en el área de inventarios.

Chicaiza, (2020), en su investigación acerca de la mejora continua y la productividad en el proceso de almacenaje realizada en Ecuador; con la finalidad de instaurar métodos que posibiliten que los procesos se estandaricen y que los tiempos muertos se reduzcan; el diagnóstico de la metodología fue cuantitativa porque se utilizó herramientas de calidad para la recolectar, analizar e interpretar los datos; se demostró en los resultados que la mejora continua influye completamente en los valores de la productividad de los procesos de

almacenamiento de la empresa; concluyendo que los detalles propuestos en esta investigación ayudarán a manejarse de manera correcta y eficiente los inventarios, de tal manera que, se pueda dar prioridades a las causas que dan forma a un mayor impacto de un problema en específico.

En un estudio llevado a cabo en Sumatra por Zadry y Darwin (2020), se exploró la aplicación del ciclo PHVA con el objetivo de mejorar la productividad en una pequeña y mediana empresa (PYME). El propósito principal consistió en evaluar la implementación de las metodologías 5S y PHVA específicamente en el área de producción. El enfoque de la investigación fue experimental, seleccionando 21 procesos de la empresa como población y tomando una muestra de 12 de ellos. Después de la implementación, los resultados evidenciaron una reducción significativa de la tasa de productos defectuosos, pasando del 12% a un 0% mensual. Como conclusión, se determinó que la aplicación de estas metodologías no solo contribuyó al aumento de los ingresos y beneficios de ventas, sino que también generó un incremento notable en la productividad de los colaboradores de la empresa.

Morocho, (2021), en su estudio realizado acerca de la implementación del modelo PHVA para que mejoren los tiempos muertos en el área de almacenamiento en una empresa en Ecuador; El tipo de investigación fue aplicada y descriptiva, cuyos resultados fueron la reducción de los costos en un 80% y los tiempos productivos se redujo en 41 minutos; concluyendo que, según los resultados obtenidos, la propuesta de mejora puede llegar a reducir los tiempos de inactividad y mejorar otras tareas del personal.

Antecedentes nacionales

Como antecedentes nacionales tenemos a Anculle (2022), quien en su investigación sobre la utilización del ciclo PHVA con el fin de mejorar la productividad de la producción en una metalmecánica en Lima; el tipo de investigación fue aplicada y explicativa; como resultados se obtuvo el aumento de la eficiencia en 17%, y la eficacia en 20%; se concluyó que, gracias a la metodología planteada del Ciclo PHVA, el índice de productividad aumentó de 48% a 77% es decir, un 29% más.

Por su parte, Cabanillas & Pérez (2021), en una investigación acerca de la

influencia del ciclo PHVA en la productividad realizada en una planta metalmecánica ubicada en Chepén-Perú; con la finalidad de poder determinar en qué forma este método influye en la producción de la empresa; para esto se aplicó un método descriptivo-inferencial y el tipo de investigación fue aplicada; obteniendo un aumento en la productividad general del 23%; se concluyó que al aplicar herramientas como el ciclo Deming la productividad de la empresa influye de manera positiva y considerablemente.

Quiroz, (2019), realiza una investigación poniendo en práctica la metodología PHVA para aumentar la productividad; con el objeto de dar soluciones a muchos problemas operacionales de la empresa; el tipo de investigación fue aplicada y el diseño explicativo; como resultados se obtuvo una mejora en la productividad de los servicios operativos de 1.67 a 2.67 en promedio; llegando a la conclusión que el indicador de ausencias laborales disminuyó y los de satisfacción del cliente como del clima laboral tuvieron un incremento. De tal manera que, quedó demostrado en que la implementación del método PHVA mejoró la productividad en la empresa.

Así también, se tiene la investigación realizada sobre la aplicación del método de Deming con el fin de mejorar la productividad del área de mantenimiento de una empresa; la investigación fue de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo tomando como población a los procesos productivos en general y la guía de observación para analizar datos. Como resultados se obtuvo un aumento significativo de la eficiencia en 11.41%, en eficacia en 16.54%, y en productividad se incrementó en un 28.24%. Este estudio concluyó que los objetivos se cumplieron al máximo, obteniendo resultados positivos para la empresa (Coronado & Vásquez, 2022).

Por su parte, Cruz, (2019), en su investigación sobre la implementación del modelo de gestión pensado en el Ciclo PHVA para mejorar la productividad en el proceso administrativo de una empresa en Perú, se buscó reducir significativamente los tiempos improductivos causados por constantes errores humanos durante las actividades diarias; la investigación fue de tipo aplicada y explicativa y el diseño fue experimental; cuyo resultado fue el incremento de la productividad en 22.97%, eficiencia en 9.90% y la eficacia de los procesos en

25.42%. en definitiva, el modelo de Deming ayudó de forma positiva en lograr los objetivos de esta investigación.

Ciclo Deming (PDCA o PHVA)

Dentro de las teorías relacionadas, en cuanto a la primera variable Ciclo PHVA citamos a Valencia & Sares, (2022), quien manifiesta que el Ciclo PDCA es un procedimiento de gestión orientado a mejorar continuamente los productos, procesos o servicios dentro de una compañía. Esta metodología es el cimiento para el incremento significativo en la eficiencia y la productividad. La implementación de este modelo se caracteriza por poder identificar sucesos que se puedan revertir de la mejor manera y la definición de objetivos a alcanzar.

Asimismo, se encuentra la investigación de Calvo (2022), que hace referencia a Deming, W. (1989), cuyo trabajo sobre Calidad, productividad y competitividad detalla la metodología del Ciclo de Deming, orientada a la mejora continua de los procesos. Este enfoque se fundamenta en la aplicación de cuatro fases: planificar, ejecutar, verificar y ajustar, demostrando su capacidad para obtener resultados satisfactorios. En una línea similar, Narciso et al. (2019) respalda esta perspectiva al citar a Gutiérrez (2010), indicando que el Ciclo PHVA se emplea para estructurar y ejecutar proyectos que buscan mejorar la calidad y productividad en diversas áreas de una organización.

Por su parte Singh, B. et al., (2018), en su estudio "Lean implementation and its benefits to production industry", publicado en *Materials Today: Proceedings*, emplean el ciclo de Deming como estrategia de mejora en la implementación de Lean en la industria de producción. Los autores argumentan que la aplicación del ciclo de Deming mejora la eficiencia de los procesos, impulsando beneficios significativos en el contexto de la producción industrial. Este trabajo refuerza la importancia de las metodologías de mejora continua para optimizar las operaciones industriales.

Mokhtari, K., Ramayah, T., Jun, H. S., & Kazem, A. (2018), en su artículo "An Appraisal of the Total Productive Maintenance (TPM) and the Deming Management Method for Business Excellence (DMMBE): A Conceptual Paper", publicado en *Advanced Science Letters*, explora profundamente la relación entre la implementación del Ciclo de Deming y la excelencia empresarial. Los autores

sostienen que la adopción del Ciclo de Deming, también conocido como Método de Gestión de Deming, tiene un impacto significativo en la eficiencia y la productividad. De este modo, enfatizan la importancia de esta metodología en el alcance de la excelencia empresarial, una contribución esencial para las organizaciones que buscan optimizar su rendimiento y competitividad

Escobar-Pérez, B., & Vila, M. A. (2021), en su artículo "A PDCA cycling based framework for continual improvement in Industry 4.0", publicado en *Journal of Industrial Engineering and Management*, proponen un marco de trabajo basado en el ciclo de Deming para la mejora continua en la Industria 4.0. Los autores identifican cómo la aplicación de este ciclo favorece la innovación y la eficiencia en la industria avanzada, proporcionando una valiosa herramienta para enfrentar los desafíos de la cuarta revolución industrial.

Nandal, V., & Deshmukh, S. G. (2019), en su revisión "Total quality management practices in Indian manufacturing industries: a literature review", publicada en *Total Quality Management & Business Excellence*, destacan la relevancia del ciclo de Deming en las prácticas de gestión de la calidad total en la industria manufacturera en India. Los autores enfatizan cómo la incorporación de este ciclo contribuye a mejorar la calidad y la eficiencia en los procesos de producción.

Nag, A., Das, A., & Dutta, P. (2021), en su estudio "A study of lean manufacturing practices in India using multi-grade fuzzy approach", publicado en *International Journal of Production Economics*, aplican el ciclo de Deming en la implementación de prácticas de producción Lean en India. Este estudio subraya la eficacia de la metodología de Deming en el contexto de la fabricación Lean, demostrando su relevancia para mejorar la eficiencia y la productividad en los procesos de producción.

En diversas investigaciones, se resalta la importancia del ciclo de Deming en el contexto de la producción industrial y la excelencia empresarial. Se evidencia que la implementación de esta metodología en prácticas Lean conduce a mejoras en la eficiencia de los procesos y aporta beneficios significativos en el entorno productivo. Además, se resalta su contribución al aumento de la eficiencia y la productividad, factores que impactan directamente la competitividad de las

organizaciones.

Por otro lado, la adopción del ciclo de Deming en la Industria 4.0 favorece la innovación y eficiencia en la era de la industria avanzada, brindando una herramienta valiosa para afrontar los desafíos de la cuarta revolución industrial. Asimismo, se subraya su relevancia en las prácticas de gestión de calidad total en la industria manufacturera, mejorando la calidad y eficiencia en los procesos de producción. Las fases del Ciclo PHVA involucran diversas etapas clave. Según (Deming, 1989), la etapa de Planificación se centra en el análisis exhaustivo de la información, la previsión de acciones, y la formulación de un plan detallado con acciones y recursos definidos. Por otro lado, Pérez (2013) describe la etapa de Hacer como la ejecución concreta de las acciones planificadas, asegurando la comprensión de las funciones asignadas en una empresa bien estructurada. La etapa de Verificación, según Blokdyk (2018), se enfoca en evaluar los resultados obtenidos en intervalos definidos, considerando desviaciones estadísticas y utilizando mediciones para impulsar la mejora continua. Finalmente, Pérez (2013) describe la etapa de Actuar como la revisión constante y la optimización de las acciones, fomentando el aprendizaje entre departamentos y buscando metas cada vez más desafiantes para continuar con la mejora continua en la calidad total.

Etapas Planificar

La etapa de Planificación es la primera fase del proceso, donde se establecen de manera objetiva los planes, conocidos como acciones correctivas. Esta fase se compone de cuatro pasos:

1. Identificar y evaluar la extensión del problema, apoyándose en técnicas como el análisis de Pareto, histogramas o gráficos de control estadístico.
2. Determinar las causas fundamentales que han llevado al problema, utilizando herramientas como la lluvia de ideas y plasmándolas en un diagrama de Ishikawa.
3. Identificar la causa principal empleando técnicas como el análisis de Pareto, diagramas de dispersión o árboles de problemas.
4. Plantear las acciones correctivas siguiendo diagramas de Ishikawa o árboles de problemas.

Etapa Hacer:

La etapa de Hacer, según Gutiérrez (2010), implica implementar las acciones correctivas formuladas previamente. Además, implica involucrar a las partes afectadas, explicar la relevancia del problema y los objetivos deseados. Idealmente, las medidas correctivas deben considerarse inicialmente como pruebas piloto.

Etapa Verificación:

En la fase de Verificación, según Gutiérrez (2010), se busca confirmar la efectividad de las soluciones implementadas. Es esencial permitir un tiempo suficiente para que los cambios realizados sean evidentes, y luego comparar la situación previa a la mejora con la situación actual.

Etapa Actuar:

La etapa de Actuar implica asegurar que la mejora obtenida sea efectiva y que las soluciones adoptadas se estandaricen para prevenir la repetición de los problemas. Esto requiere estandarizar las medidas a nivel de procesos y otros aspectos. Gutiérrez (2010) menciona la necesidad de crear un nuevo registro que identifique los problemas persistentes y proponga soluciones, reiniciando así el ciclo de mejora.

Productividad

Y para la segunda variable Productividad, para definir el concepto citaremos a Flores et al. (2022) considera en su investigación que la productividad se refiere a la capacidad del territorio y el conjunto de empresas para maximizar la obtención de bienes y servicios por medio de una combinación efectiva de recursos internos, como la tecnología y el conocimiento, la capacitación de los trabajadores, las condiciones políticas, sociales y económicos, la infraestructura y los sistemas de información especializados, la calidad, los valores y la mentalidad emprendedora. Por su parte Gutiérrez (2020), manifiesta que la productividad tiene relación directa con los resultados obtenidos en un proceso o sistema.

Bresnahan, T. F. et al. (2020), en su libro "Information technology, workplace organization, and the demand for skilled labor: Firm-level evidence", exploran la correlación entre la tecnología de la información, la organización del lugar de trabajo y la demanda de mano de obra calificada en relación con la productividad. Los

autores presentan un análisis sólido que ilustra cómo la incorporación de tecnología y una organización eficiente pueden aumentar la demanda de mano de obra cualificada y, por lo tanto, mejorar la productividad en las empresas.

Irani, Z. et al. (2017), en su estudio "Managing organisational change: The case of the European Patent Office", publicado en *International Journal of Information Management*, examinan cómo la gestión del cambio organizacional puede afectar la productividad. Este estudio demuestra la importancia de la gestión eficaz del cambio para optimizar la productividad en un entorno organizativo complejo.

O'Mahony, M., & Timmer, M. P. (2017), en su trabajo "Output, input and productivity measures at the industry level: The EU KLEMS Database", discuten cómo medir la productividad a nivel de industria. Su estudio proporciona una visión detallada y analítica de las herramientas y metodologías para medir la productividad, lo que puede ser fundamental para mejorar el rendimiento en diferentes sectores.

Tang, C. Y. (2019), en su estudio "The directions of technical change and capital deepening: A macro level analysis", publicado en *Technological Forecasting and Social Change*, examina cómo el cambio técnico y la profundización del capital pueden afectar la productividad a nivel macro. Este trabajo demuestra que los cambios técnicos y el aumento del capital pueden tener un impacto significativo en la productividad, proporcionando información valiosa para las estrategias de mejora de la productividad.

Neely, A., et al. (2021), en su estudio "The servitization of manufacturing: A systematic literature review of interfirm relationship perspectives", publicado en *Industrial Marketing Management*, discuten la servitización (crear nuevos productos) de la fabricación desde una perspectiva de relaciones inter-organizacionales y su impacto en la productividad. Este estudio de revisión de la literatura proporciona una visión detallada de cómo la evolución hacia servicios en la fabricación puede influir en la productividad a través de las relaciones interorganizacionales.

Las investigaciones enfatizan la función crucial de la productividad en la eficaz producción de bienes y servicios, destacando su conexión directa con los

logros alcanzados en un proceso o sistema. Se enfatiza la importancia de una variedad de recursos internos, incluyendo tecnología, capacitación de los trabajadores y sistemas de información especializados, entre otros. Adicionalmente, se resalta el impacto que la disposición del entorno laboral y la necesidad de empleados con habilidades especializadas tienen en la productividad, evidenciando cómo su mejora puede propiciar el avance en este aspecto.

Por otro lado, se explora el impacto de la gestión del cambio organizacional en la productividad, subrayando su relevancia en entornos organizativos complejos. También se abordan enfoques para medir la productividad a nivel de industria y se examina el papel del cambio técnico y la profundización del capital en la mejora de la productividad. Finalmente, se analiza la influencia de la evolución hacia los servicios en la fabricación, destacando cómo las relaciones interorganizacionales pueden impactar la productividad.

Eficiencia

Hernández (2004) explica que la eficiencia se mide como la proporción entre la cantidad de recursos que se han utilizado y la cantidad de recursos que se habían estimado o programado. El nivel de eficiencia se determina dividiendo el total de actividades realizadas en el proyecto por el total de actividades que se habían planificado para el proyecto.

Isniah et al., (2020) definen la eficiencia como la relación entre los logros alcanzados y los objetivos establecidos. Se centra en la maximización de la producción con recursos minimizados, buscando generar productos de alta calidad en el menor tiempo posible.

Por otro lado, según García et al. (2019), la eficiencia se refiere a la evaluación del cumplimiento de los objetivos fijados, es decir, el grado en que se lograron las actividades planificadas y los resultados obtenidos. En esencia, implica la capacidad de alcanzar el resultado previsto en un tiempo determinado.

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ útil}{Tiempo\ total} \times 100\%$$

Eficacia

Osorio (2009) define la eficacia como la habilidad de una empresa para alcanzar un resultado deseado en un tiempo determinado, de acuerdo con los objetivos establecidos. El nivel de eficacia se calcula dividiendo el tiempo estimado del proyecto por el tiempo real que tomó el proyecto.

Medianero (2016) define la eficacia como la comparación entre los resultados alcanzados en la producción efectiva y lo que se había planificado inicialmente en términos de producción.

$$Eficacia = \frac{Unidades\ Producidas}{Unidades\ Previstas} \times 100$$

III. METODOLOGÍA

La metodología desempeña un papel fundamental en nuestra investigación acerca de la implementación del Ciclo PHVA para potenciar la productividad en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C. Al optar por una metodología robusta y pertinente, establecemos un enfoque claro y estructurado para la recopilación y análisis sistemáticos de datos. Esto nos habilita para evaluar con rigor la eficacia del Ciclo PHVA y obtener resultados válidos y confiables.

Creswell (2021) define la metodología en su obra "Diseño de investigación: enfoques de métodos cualitativos, cuantitativos y mixtos" como el conjunto de procesos, técnicas y herramientas utilizadas para llevar a cabo una investigación rigurosa y sistemática. La metodología contribuye a planificar de manera apropiada el estudio, desde la recolección y análisis de datos hasta la interpretación y la presentación de resultados. En resumen, según Creswell, la metodología representa un enfoque estructurado y sistemático que orienta la investigación empírica.

La elección de una metodología adecuada nos proporcionará las herramientas necesarias para recopilar datos antes y después de implementar el Ciclo PHVA, permitiéndonos así comparar y evaluar los niveles de productividad en el proceso de corte por plasma. Además, la metodología nos guiará en el análisis de datos, identificando patrones, tendencias y relaciones que nos ayudarán a comprender cómo la aplicación del Ciclo PHVA afecta positivamente la mejora de la productividad. En resumen, una metodología sólida y bien fundamentada asegurará la validez y confiabilidad de nuestra investigación, generando resultados relevantes y significativos para la empresa HLC S.A.C. y contribuyendo al avance del conocimiento en el campo de estudio.

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación propuesta se define como aplicada, enfocándose en solucionar un problema específico: mejorar la productividad del proceso de corte por plasma en HLC S.A.C. Cobo-Rendon y Álvarez-Montoya (2021) describen la investigación aplicada como el uso de conocimientos científicos y tecnológicos para

abordar problemas concretos en escenarios reales. Su estudio sobre sistemas masa-resorte-amortiguador refuerza la relevancia de la aplicación práctica de los hallazgos.

3.1.2 Diseño de investigación:

El estudio se estructura bajo un diseño experimental de tipo pre-experimental, específicamente un "Diseño Pre-Post Sin Grupo de Control". Se recolectarán datos antes y después de la intervención del Ciclo PHVA en el proceso de corte por plasma. Aunque este diseño tiene limitaciones en términos de establecer causalidad directa, es adecuado para situaciones en las que no se puede tener un grupo de control.

Alcance de la investigación

En un estudio de alcance explicativo, se busca comprender las causas de los eventos y fenómenos (Hernández et. al, 2014). Este tipo de estudio permite hacer afirmaciones más sólidas sobre la causalidad, en lugar de simplemente describir una correlación. En el caso del investigador, al recopilar datos antes y después de la intervención, pudo comparar los resultados y determinar el efecto de la intervención. Esto le permitió hacer afirmaciones más sólidas sobre la causalidad, lo cual es característico de los estudios de alcance explicativo.

Por lo tanto, el alcance explicativo es relevante y crucial para el trabajo del investigador ya que el objetivo es entender la causa y el efecto de la implementación del Ciclo PHVA en la productividad.

El enfoque de investigación.

La metodología del estudio es cuantitativa. Se emplearán herramientas y técnicas cuantitativas para recolectar y analizar datos numéricos, en particular indicadores de productividad, antes y después de implementar el Ciclo PHVA. Gelo et al. (2018) enfatizan que la metodología cuantitativa, al ser empírica y objetiva, es esencial para medir, generalizar patrones y establecer posibles relaciones entre las variables.

3.2 Variables y operacionalización

La definición de variables y operacionalización juega un papel fundamental en cualquier investigación. Babbie (2015) explica en "The Practice of Social Research" que este proceso consiste en especificar cómo se medirá una variable en un estudio en particular, lo cual es crucial para la recolección de datos confiables y válidos y para fortalecer la calidad de la investigación en su totalidad.

El proceso de especificación y operacionalización de variables es crucial en la investigación empírica, pues guía la recopilación de datos y posibilita la replicabilidad del estudio. Según lo explicado por Creswell (2014) en su obra "Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches", la operacionalización consiste en definir de manera precisa cómo se medirán las variables en el estudio. Este procedimiento asegura la objetividad y confiabilidad de la recolección de datos, mejorando así la calidad y validez de los resultados de la investigación. Se aplicó la matriz de operacionalización (anexo 2)

Variable independiente: Ciclo Deming (PHVA)

Definición conceptual:

Cantú (2011), expresa que el ciclo de Deming permite que las actividades de producción, servicios y administrativos se puedan planificar, ejecutar, controlar y se mejoren con respecto a las necesidades de los clientes (internos – externos).

El enfoque de mejora continua de la calidad conocido como el Ciclo Deming (PHVA) consta de cuatro etapas: Planificar (P), Hacer (H), Verificar (V) y Actuar (A). Este método, nombrado en honor a Edwards Deming, su principal defensor, está diseñado para garantizar que los procesos productivos y/o servicios de una organización cumplan con los requisitos del cliente y se ejecuten de manera eficiente, según lo establecido por la norma ISO 9001:2015. Utilizando el ciclo PHVA, las organizaciones pueden detectar y corregir posibles problemas en sus procesos de producción o prestación de servicios. (Fuente: Organización Internacional de Normalización. (2020).

Definición operacional:

En el contexto de nuestra investigación, la variable independiente "Ciclo Deming (PHVA)" se define operacionalmente como la aplicación sistemática y

secuencial de las cuatro etapas del ciclo PHVA en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C. Según Zhang y Chen (2019), el Ciclo de Deming, también conocido como el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PDCA), es una herramienta de gestión basada en cuatro etapas que promueve la mejora continua. Este enfoque se emplea ampliamente en el contexto de la gestión de calidad y se alinea con la norma ISO 9001 para sistemas de gestión de calidad.

Dimensión 1: Planificar

La fase de Planificación implica establecer objetivos y desarrollar procesos para obtener los resultados esperados (Chiarini, 2011). En esta dimensión, se establecerán las metas y objetivos específicos para mejorar la productividad en el proceso de corte por plasma. Se determinarán los recursos necesarios, se elaborarán planes detallados y se definirán las estrategias y acciones a seguir.

Indicador: Nivel de objetivos definidos

$$SP = \frac{TPC}{TPI} * 100$$

SP: Nivel de objetivos definidos.

TPC: Total de problemas críticos.

TPI: Total de problemas identificados.

Escala de medición: Se empleó la razón.

Dimensión 2: Hacer

La etapa de Hacer consiste en la implementación del plan, realizando las actividades y procesos necesarios (Bamford & Greatbanks, 2005). En esta dimensión, se llevarán a cabo las actividades planificadas para implementar las acciones definidas en la etapa de planificación. Esto incluye la ejecución de las tareas relacionadas con el proceso de corte por plasma y el seguimiento de los procedimientos y protocolos establecidos.

Indicador: Nivel de resultados definidos

$$NRD = \frac{SO}{TPS} * 100$$

NRD: Nivel de resultados definidos.

SO: Soluciones óptimas.

STP: Soluciones totales planteadas.

Escala de medición: Se empleó la razón.

Dimensión 3: Verificar

La fase de Verificar se refiere a la revisión y evaluación de los resultados del proceso frente a los objetivos planificados (Sokovic et al., 2010). En esta dimensión, se evaluarán y medirán los resultados obtenidos a través de indicadores y métricas de productividad. Se compararán los resultados con los objetivos establecidos y se identificarán las brechas o áreas de mejora.

Indicador: Nivel de control de causas

$$NCC = \frac{RAC}{Ran} * 100$$

NCC: Nivel de control y causa.

RAC: Resultados actuales.

RAN: Resultados anteriores.

Escala de medición: Se empleó la razón.

Dimensión 4: Actuar

La fase de Actuar implica la toma de decisiones y acciones basadas en los resultados de la etapa de Verificar, con el objetivo de mejorar continuamente los procesos (Moen & Norman, 2010). En esta dimensión, se tomarán las medidas correctivas necesarias en base a los hallazgos y conclusiones obtenidos en la etapa de verificación. Se implementarán acciones para corregir las deficiencias identificadas y se buscará la optimización continua del proceso de corte por plasma.

$$E = \frac{PTP}{PT} * 100$$

E: Número de acciones correctivas realizadas.

PTP: Peso total producido.

PT: Peso total.

Escala de medición: Se empleó la razón.

Descripción: Este indicador mide la eficacia en términos de producción. Si el PTP (Peso total producido) es igual al PT (Peso programado), la eficacia es del 100%. Si es menor, la eficacia es menor del 100%. Esta medida proporciona el número de acciones correctivas realizadas y una visión clara de qué tan bien se están cumpliendo los objetivos de producción.

Variable dependiente: Productividad

Definición conceptual:

La productividad se refiere a la eficiencia con la que se utilizan los recursos en el proceso de producción para obtener una cantidad determinada de productos o resultados. Es una medida de la eficacia y eficiencia con la que se llevan a cabo las actividades y se logran los objetivos establecidos (Medina, 2010). En el contexto de nuestra investigación, la productividad se refiere a cómo se maximiza la producción en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C., utilizando de manera eficiente los recursos disponibles.

Definición operacional:

La productividad, en el contexto de nuestra investigación, se definirá operacionalmente como la eficiencia con la que se utilizan los recursos en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C. Se medirá a través de indicadores cuantitativos, como la producción por unidad de tiempo, la utilización de materiales y la eficiencia en la generación de productos de calidad. Además, se considerará la relación costo-beneficio, es decir, la maximización de la producción con el menor costo posible. Estos indicadores nos permitirán evaluar el nivel actual de productividad y compararlo con los resultados obtenidos después de aplicar el ciclo PHVA. De esta manera, podremos determinar de manera precisa y objetiva en qué medida la aplicación del ciclo PHVA mejora la productividad en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.

$$PRODUCTIVIDAD = \frac{INGRESO POR CORTE}{COSTE DE CORTE}$$

Dimensión 1: Eficacia

La eficacia se refiere a la capacidad de alcanzar los resultados deseados o metas establecidas. En términos de productividad, la eficacia puede interpretarse como el grado en que se alcanzan los objetivos de producción o los resultados previstos (Singh, 2017).

La eficacia, en el contexto de la productividad, se refiere a la medida en que se están cumpliendo los objetivos de producción. Se centra en la capacidad para generar una cantidad determinada de productos o resultados, considerando los estándares y expectativas de producción. En nuestra investigación, la eficacia se medirá considerando el número de piezas óptimas producidas como porcentaje del total de piezas programadas.

Indicador: Número de piezas óptimas producidas como porcentaje del total de piezas programadas.

$$EFICACIA = \frac{NUMERO\ DE\ CORTES}{NUMERO\ DE\ CORTES\ PROGRAMADOS} \times 100$$

Escala de medición: Se empleo la razón.

Descripción: Este indicador mide la eficacia en términos de cumplimiento de la producción programada. Si el número de piezas óptimas producidas es igual al número de piezas programadas, la eficacia es del 100%. Si es menor, la eficacia es menor del 100%. Esta medida proporciona una visión clara de qué tan bien se están cumpliendo los objetivos de producción.

Dimensión 2: Eficiencia

La eficiencia se refiere al uso óptimo de los recursos para producir resultados. En el contexto de la productividad, es una medida que indica cuánto de los insumos se transforma efectivamente en productos o resultados (Mohelska & Sokolova, 2018).

La eficiencia, en el contexto de la productividad, se refiere a la capacidad de generar un producto o resultado utilizando los recursos disponibles de la manera óptima y económica posible. Se centra en la utilización efectiva del tiempo de máquina para la producción, minimizando el tiempo ocioso y maximizando la producción por hora de máquina. En nuestra investigación, la eficiencia se medirá

considerando las horas efectivas de producción como porcentaje del total de horas disponibles para producción.

Indicador: Horas efectivas de producción como porcentaje del total de horas disponibles para producción.

$$EFICIENCIA = \frac{HORAS EFECTIVAS DE PRODUCCIÓN}{HORAS DSIPONIBLES PARA PRODUCCIÓN} X100$$

Escala de medición: Se empleo la razón.

Descripción: Este indicador mide la eficiencia en términos de tiempo de producción utilizados efectivamente. Si todas las horas disponibles se utilizan para la producción, la eficiencia es del 100%. Si no, la eficiencia es menor del 100%. Esta medida proporciona una visión clara de cómo se está utilizando eficientemente el tiempo disponible para la producción.

Estas dimensiones operacionales nos permitirán medir y analizar la productividad en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C., evaluando tanto la eficacia en la satisfacción de los clientes como la eficiencia en la utilización de los recursos.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

La población en un estudio de investigación es el grupo total de individuos de los que se desea aprender algo, y cuyas propiedades o características son de interés para el investigador. Creswell y Creswell (2017) en su libro "Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches" sugieren que una comprensión clara de la población es esencial para la generalización de los resultados del estudio, y para garantizar que los hallazgos sean representativos y aplicables a un grupo más grande.

En este estudio, la población se identifica como los registros de producción de la máquina de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C., recolectados durante un período de 12 semanas. Este período incluye el tiempo efectivo y real en que la máquina está en funcionamiento, realizando cortes de manera eficiente. Es importante destacar que, en este caso, los registros de producción durante las mencionadas 12 semanas no solo definen la población, sino que también

constituyen la muestra, ya que se abarcarán todos los datos disponibles en ese marco temporal, proporcionando un análisis exhaustivo de la productividad y eficiencia de la máquina en cuestión.

Criterios de inclusión y de Exclusión

El diseño de los criterios de inclusión y exclusión es esencial en la definición de la muestra de estudio, ya que estos criterios permiten la selección precisa de los datos que se examinarán en la investigación. Los criterios de inclusión determinan qué elementos de la población deben ser considerados, mientras que los criterios de exclusión definen qué elementos deben ser descartados. Según Cohen, Manion, y Morrison (2018) en su libro "Research Methods in Education", estos criterios deben ser claramente definidos y rigurosamente aplicados para asegurar la validez y confiabilidad de los hallazgos de la investigación.

Criterios de inclusión:

Se definen los criterios de inclusión como aquellas características necesarias que deben poseer los elementos de la población para ser considerados en la muestra. Para el presente estudio, los criterios de inclusión se identifican de la siguiente manera:

- Se producirán los registros de producción de la máquina de corte por plasma que han sido recolectados en un lapso específico de 12 semanas.
- Se considerarán los datos pertenecientes a las operaciones de la máquina durante el tiempo en el que se encontró en pleno funcionamiento y realizando cortes de manera eficiente.
- Se tomarán en cuenta aquellos datos que reflejen tanto los periodos de tiempo efectivos de funcionamiento de la máquina como los tiempos de inactividad de esta.

Criterios de exclusión:

Los criterios de exclusión hacen referencia a aquellas características que descartan a los elementos de la población para ser considerados en la muestra. En el contexto del presente estudio, se definen los criterios de exclusión de la siguiente forma:

- Se excluyen los registros de producción de la máquina de corte por plasma que no se encuentran dentro del período específico de 12 semanas.
- Se omitirán los datos relacionados con el tiempo en el que la máquina se encontró apagada o fuera de uso, como, por ejemplo, durante las pausas de los operarios, las horas de cierre y el mantenimiento programado.
- No se considerarán aquellos datos o registros que no tengan una relación directa con la operación y eficiencia de la máquina de corte por plasma como, por ejemplo, los datos correspondientes a otras máquinas o procesos.

3.3.2 Muestra

La selección adecuada de la muestra es un elemento esencial en cualquier estudio de investigación. Como Salkind (2016) argumenta en "Statistics for People Who (Think They) Hate Statistics", una muestra bien seleccionada puede proporcionar información válida y confiable sobre la población objetivo, facilitando la generalización de los resultados del estudio. En este sentido, el tamaño de la muestra, los criterios de selección y la técnica de muestreo empleada son factores determinantes en la precisión y fiabilidad de los hallazgos de la investigación.

La muestra en una investigación representa un subconjunto de la población que es seleccionado para la recopilación de datos y análisis. En el estudio específico de la empresa HLC S.A.C., la muestra es igual a la población. Se considerarán todos los registros de producción de la máquina de corte por plasma. Para el propósito de esta investigación, se harán dos recolecciones de datos: una en la fase de pretest que cubrirá un período de 12 semanas, abarcando desde abril hasta mediados de julio de 2023, y una en la fase de postest que también cubrirá 12 semanas, desde agosto hasta mediados de noviembre de 2023. Dada esta total inclusión de la población en ambos períodos, la muestra se clasifica como censal y finita.

En ciertos estudios, especialmente cuando el tamaño de la población es pequeño y manejable, es posible que la muestra sea igual a la población, es decir, se estudia a todos los miembros de la población. Esto se conoce como censo o muestra censal. Según Trochim, Donnelly, y Arora (2015) en su libro "Research Methods: The Essential Knowledge Base", realizar un censo en lugar de muestrear puede ser beneficioso en términos de exactitud y representatividad, ya que elimina

el error de muestreo. Sin embargo, también puede implicar más tiempo, esfuerzo y recursos, por lo que debe equilibrarse con las necesidades y limitaciones de la investigación.

3.3.3 Muestreo

El muestreo censal, donde se incluye a toda la población en el estudio, es una opción efectiva y precisa cuando la población es finita y accesible, ya que permite un análisis completo y exhaustivo. Bryman (2016) en su libro "Social Research Methods" explica este enfoque, resaltando que cuando la población es pequeña y manejable, un muestreo censal es a menudo la opción preferida para los investigadores. Aunque esta no es una técnica de muestreo en el sentido tradicional, es un enfoque válido para la recolección de datos en ciertas situaciones.

El muestreo es el proceso de seleccionar una muestra de la población para el estudio. Existen diferentes técnicas de muestreo que incluyen muestreo aleatorio, estratificado, sistemático, entre otros. En este caso, dado que la muestra es igual a la población, no se requiere un proceso de muestreo en el sentido tradicional. Más bien, el enfoque es un muestreo censal, donde se abarca toda la población de interés. Esto es posible y preferible cuando la población es censal, finita y accesible, como en este caso, permitiendo un análisis completo y exhaustivo

3.3.4 Unidad de análisis

La unidad de análisis es esencial en cualquier investigación porque define qué elementos del estudio se analizarán y cómo se organizarán los datos recopilados. En este estudio, nuestra unidad de análisis es el "registro de producción diario de la máquina de corte por plasma". Según Punch (2019) en "Introduction to Social Research: Quantitative and Qualitative Approaches", emplear una unidad de análisis específica permite una revisión detallada y enfocada de la variable principal. Esto asegura que los datos recolectados sean pertinentes y beneficiosos para la investigación.

La unidad de análisis en un estudio de investigación es la entidad principal que se está analizando en el estudio. Por lo general, son las entidades sobre las que se recopilan datos y a las que se generalizan los resultados.

En el contexto de la empresa HLC S.A.C., la unidad de análisis es "un

registro de producción diario de la máquina de corte por plasma". Estos registros son esenciales ya que reflejan la eficiencia y el rendimiento de la máquina en cada jornada de trabajo. Los datos se recopilan diariamente y se agrupan para un análisis semana por semana, ofreciendo una perspectiva detallada de la productividad de la máquina durante ese período. De esta manera, cada día que la máquina estuvo operativa y produjo cortes se considera como una unidad individual, y estos datos diarios son luego consolidados y examinados en bloques semanales en esta investigación.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección precisa y detallada de datos es una fase esencial en cualquier estudio de investigación. Bryman (2016) en "Social Research Methods" resalta la importancia de los métodos de recolección de datos para garantizar la fiabilidad y la validez de los resultados. La naturaleza del estudio, el tema y los recursos disponibles determinan la elección adecuada del método.

Técnicas de recolección de datos:

1. Observación directa: Esta técnica implica presenciar y documentar eventos tal como ocurren en tiempo real. Para nuestra investigación, esto significa observar directamente el funcionamiento de la máquina de corte por plasma y registrar información relevante sobre su rendimiento, tiempo de operación, cantidad de producto producido, entre otros.

2. Análisis documental: Implica revisar y analizar documentos existentes que sean relevantes para el objeto de estudio. En este caso, se analizarán documentos de programación de producción y fichas técnicas de pedidos de los clientes.

Instrumentos de recolección de datos

1. Hojas de registro y cronómetros: Mientras que las hojas de registro se utilizan para documentar datos sobre la operación de la máquina, los cronómetros permiten medir con precisión el tiempo exacto de operación.

2. Software de programación de cortes de planchas (PRONEST 2012): Este software proporciona datos valiosos sobre la cantidad de producto esperado, el tiempo necesario para la producción, entre otros.

3. Fichas técnicas de pedidos de los clientes: Contienen información detallada sobre las expectativas del cliente, permitiendo una evaluación sobre si se están cumpliendo o no.

4. Información sobre el stock de material: Esta herramienta proporciona detalles sobre la cantidad de material disponible y cuánto se utiliza realmente en el proceso de producción.

La combinación de diversas técnicas y múltiples instrumentos permite una comprensión más completa y detallada de la eficacia y eficiencia en el proceso de producción. Neuman (2014) y Creswell & Plano Clark (2019) han defendido la metodología mixta en la investigación social y comportamental por su capacidad de proporcionar una perspectiva más rica y holística sobre los fenómenos investigados.

Validez

Según (Sampieri, 2014) la validez de un instrumento de investigación es uno de los criterios que se deben considerar para garantizar la calidad y la confiabilidad de los datos obtenidos. La validez se refiere al grado en que el instrumento mide lo que pretende medir, es decir, si los resultados son coherentes con la realidad y con el objetivo del estudio.

En este estudio, se subraya la diferenciación entre tres tipos de validez: contenido, criterio y construcción. Se enfoca especialmente en la validez de contenido, respaldada por la evaluación experta. Este enfoque analiza cuán adecuadamente el instrumento captura la variable en cuestión a través de la percepción de "voces calificadas" (Rodríguez et al., 2021). Esta validación apunta a respaldar la coherencia del instrumento, garantizando que las preguntas o elementos empleados reflejen de manera consistente y precisa los aspectos esenciales de la variable según la valoración experta. Además, al verificar cómo el instrumento se alinea con la comprensión de expertos, se busca validar la relevancia de los datos obtenidos, asegurando que estos sean pertinentes y significativos dentro del contexto de la investigación. Asimismo, esta validación contribuye a la claridad del instrumento, asegurando que las preguntas sean claras, precisas y sin ambigüedades, facilitando así la recolección de datos de manera comprensible y sólida.

Adicionalmente, se adjuntan los Certificados de Validez de Instrumentos o Validación de los Expertos en los Anexos 6, 7 y 8, detallando la validación y confiabilidad de los instrumentos utilizados para la recolección de datos en esta investigación.

Tabla 4 Resumen de validez de herramientas

N°	VALIDADORES	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD
01	Doctor Prado Macalupu, Fidel.	SI	SI	SI
02	Magister Izarra Boza, Jose Alfredo.	SI	SI	SI
03	Magister Leguía Cupe, Susan.	SI	SI	SI

La Tabla 4 presenta un resumen de la validez de herramientas, evaluada por tres validadores específicos. Cada validador ha sido asignado a evaluar tres aspectos clave: coherencia, relevancia y claridad.

En resumen, los tres validadores, han evaluado positivamente las herramientas en tres aspectos clave: coherencia, relevancia y claridad. Todos indicaron que las herramientas son coherentes en su contenido, relevantes para el propósito previsto y presentan una claridad adecuada en su presentación. La evaluación conjunta de estos tres expertos respalda la validez de las herramientas analizadas.

Confiabilidad

La confiabilidad se relaciona con la consistencia de resultados al aplicar algo varias veces en la misma persona o cosa. Aunque algo pueda ser confiable, no garantiza su validez. Por eso, es crucial que demuestre tanto confiabilidad como validez; de lo contrario, los resultados no deben considerarse como fiables (Hernández et al., 2014).

En "Research Methodology: Methods and Techniques" (Kothari et. al, 2019), detallan la importancia de los procedimientos bien definidos en la investigación. Según estos autores, los procedimientos claros y sistemáticos pueden minimizar el sesgo, aumentar la validez y confiabilidad de los hallazgos, y proporcionar un marco que puede ser replicado en futuras investigaciones. Por lo tanto, la identificación y

el seguimiento de los procedimientos de investigación adecuados es fundamental para la recopilación y el análisis de datos confiables y válidos.

3.5 Procedimientos

La entidad de investigación respaldó este proyecto, concediéndonos la autorización necesaria para acceder a la información indispensable en el curso de la investigación.

Descripción General de la empresa

HLC S.A.C. es una firma peruana establecida en el año 2000 por el ingeniero Manuel Ortega Rubín. Esta entidad se dedica a proporcionar soluciones completas en diversos ámbitos, incluyendo el minero-metalúrgico, OIL & GAS y el sector industrial. Los servicios de esta industria comprenden desde estudios metalúrgicos hasta la fabricación de estructuras metalmecánicas y equipos particulares, además de la construcción y operación de proyectos EPC. La empresa ha expandido su influencia y presencia a través de oficinas comerciales en países como Chile, Bolivia y Ecuador. La empresa se ha posicionado como una organización capaz de manejar una variedad de proyectos en distintos sectores. Su compromiso con la calidad, la seguridad, la salud ocupacional y la protección del medio ambiente se consideran de suma importancia, y para garantizar su cumplimiento, la empresa ha implantado un sistema integrado de gestión de calidad.

Figura 3 Planta de Fabricaciones Metalmecánicas

Lugar: Av. Cajamarquilla Mz. D Lot. 4 urb. Nievería Lurigancho - Lima - Perú.



Fuente: Google Maps

Tabla 5 Datos de la empresa HLC S.A.C.

RUC	20467463684
RAZÓN SOCIAL	HLC INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA - HLC S.A.C.
PAGINA WEB: HTTP	http://www.hlcsac.com
NOMBRE COMERCIAL	HLC S.A.C.
TIPO EMPRESA	Sociedad Anónima Cerrada
CONDICIÓN	Activo
FECHA INICIO ACTIVIDADES	1-May-00
CCIU	74218
DIRECCIÓN LEGAL	Av. Manuel Olguin Nro. 335 Int. 1701
URBANIZACIÓN	Monterrico Chico (Espalda del Jockey Plaza)
DISTRITO / CIUDAD	Santiago de Surco
DEPARTAMENTO	Lima, Perú

Fuente: HLC S.A.C.

Uno de los pilares fundamentales de HLC es la fe que nuestros clientes han depositado en nosotros. Es prueba de ello el hecho de que hasta ahora hemos diseñado y llevado a cabo más de 10 instalaciones hidrometalúrgicas, 07 plantas de purificación de agua y 06 talleres de mantenimiento de camiones, entre otros proyectos.

Visión

Nuestro objetivo es consolidarnos como una compañía de referencia a nivel nacional e internacional en las áreas de asesoría metalúrgica, ingeniería, construcción y administración de proyectos para los sectores de minería y metalurgia, petróleo y gas, infraestructura, energía y saneamiento.

Misión

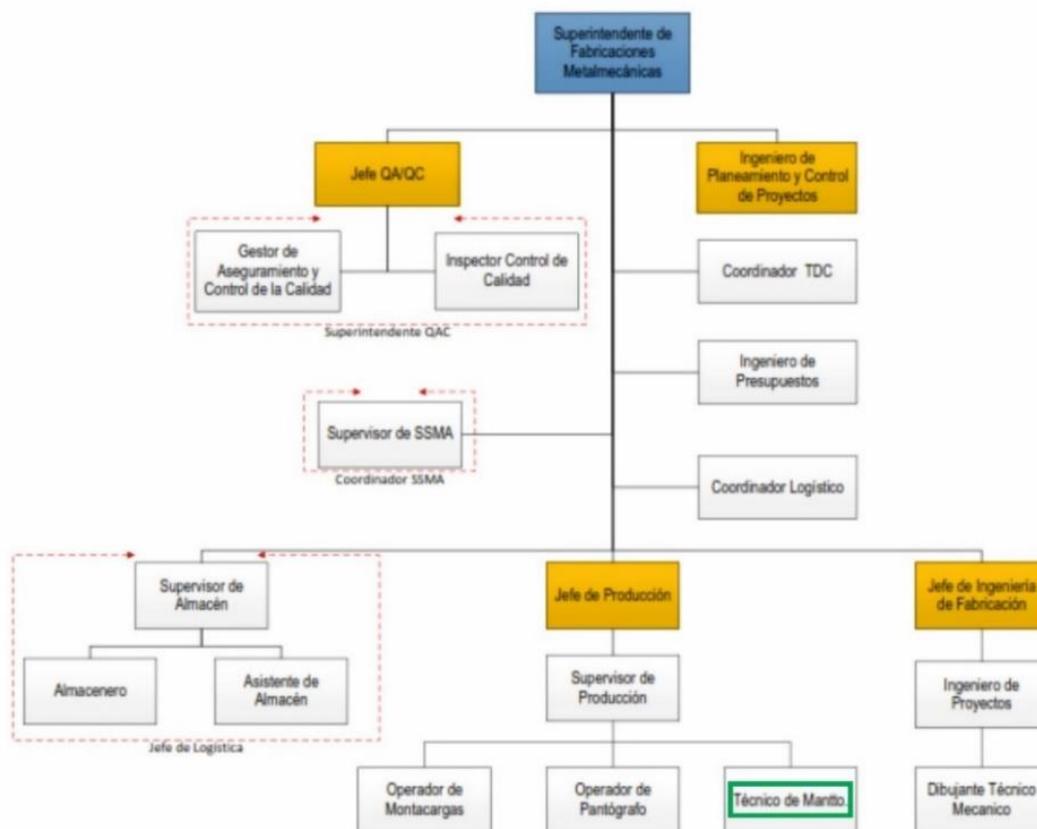
Nos comprometemos a proporcionar una gestión innovadora que cumple con los más altos estándares de calidad, gestión de riesgos, seguridad y salud laboral, protección ambiental, responsabilidad social y conducta ética en los negocios en los campos de asesoría metalúrgica, ingeniería, construcción y administración de proyectos. Nuestro objetivo es aportar un valor adicional y satisfacer las necesidades de nuestros clientes y otros grupos de interés.

Organización de la Empresa

El organigrama de HLC S.A.C. (Figura 4) es una estructura organizativa funcional, lo que significa que las tareas se agrupan en función de las funciones que realizan.

En la parte superior del organigrama se encuentra el Superintendente de Fabricaciones Metalmeccánicas, que es el responsable general de la empresa. Cuenta con tres departamentos principales: Gestión de Operaciones, Gestión de Calidad y Gestión de Logística. Cada departamento está dirigido por un gerente.

Figura 4 Organigrama de la empresa (Planta de fabricaciones)



Fuente: Empresa HLC S.A.C.

Descripción del área de estudio

El área de producción de la empresa HLC S.A.C. es responsable de la fabricación de estructuras metalmeccánicas y equipos particulares, utilizando una variedad de técnicas, incluyendo el corte por plasma.

En el ámbito de la manufactura industrial, el corte por plasma se erige como una de las técnicas más eficientes e innovadoras para el corte de materiales. Este método, el cual recurre a un chorro de plasma de alta velocidad para cortar metales conductores, es clave para la generación de piezas metálicas precisas y de elevada calidad.

El área de producción de HLC S.A.C. está compuesto por:

- Jefe de producción: Responsable de gestionar el proceso de producción de una empresa.
- Supervisor de producción: Responsable de supervisar las actividades de producción en una empresa.
- Operadores de montacargas: Responsables de mover materiales y productos dentro de la fábrica.
- Operadores de pantógrafo: Responsables de utilizar máquinas pantógrafo para cortar, doblar y perforar metal.
- Técnicos de mantenimiento: Responsables de mantener las máquinas y los equipos de la fábrica en buen estado de funcionamiento.

El área de producción está compuesta por los siguientes elementos:

- Máquinas de corte por plasma: Estas máquinas son el elemento central del proceso de corte por plasma, capaces de cortar metales de diverso grosor.
- Montacargas: Este equipo es necesarios para cargar y descargar las planchas de acero de las máquinas de corte por plasma.
- Equipos de seguridad: Estos equipos son necesarios para garantizar la seguridad de los trabajadores durante el proceso de corte por plasma. Incluyen gafas protectoras, cascos, guantes, entre otros.
- Equipos de control: Estos equipos son necesarios para controlar el proceso de corte por plasma. Incluyen controles manuales y sistemas de programación avanzada.

Diagnostico actual de la empresa

HLC S.A.C., empresa peruana especializada en sectores como minero-metalúrgico, Oil & Gas e industrial, enfrenta un desafío en su productividad, especialmente en el proceso de corte por plasma con una eficiencia del 19.4%. Este

problema se enmarca en un contexto global y nacional afectado por la pandemia de COVID-19, donde la industria metalmecánica ha experimentado significativos altibajos. La investigación se centra en aplicar el Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) para mejorar la eficiencia del proceso de corte por plasma. Se busca optimizar la productividad, reducir costos y, en última instancia, contribuir al crecimiento económico y social de la empresa y la comunidad local.

Recopilación de información

Esta fase se centra en la recopilación exhaustiva de información y su análisis, fundamentales para respaldar la aplicación del Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) en el proceso de corte por plasma de la empresa HLC S.A.C. La evaluación detallada de estos datos resulta esencial para comprender la eficiencia, eficacia y productividad del proceso actual. Se busca identificar rigurosamente oportunidades de mejora con el propósito de optimizar el rendimiento y contribuir al crecimiento sostenible de la empresa.

La recopilación de información se llevó a cabo mediante una combinación de técnicas, incluyendo la observación directa de las operaciones de corte por plasma en la planta de HLC S.A.C., entrevistas con los operarios y personal de gestión, así como la revisión de documentación interna y registros de producción.

El control y manipulación de variables se ejecutaron mediante el seguimiento de los procedimientos estándar de operación en la planta. Se prestó especial atención al registro de variaciones en los tiempos de operación, condiciones laborales y eficiencia de la máquina de corte por plasma. Estas variables se documentaron y analizaron minuciosamente en busca de correlaciones o patrones que pudieran sugerir mejoras en el proceso de producción.

La coordinación institucional fue fundamental en este estudio. Se obtuvo el permiso correspondiente de la administración de HLC S.A.C. para observar y documentar sus operaciones de corte por plasma. Adicionalmente, se coordinó con el personal de la planta para garantizar que la observación y documentación de sus operaciones no interrumpieran sus labores cotidianas. Los registros de estas coordinaciones se adjuntan en los anexos del presente informe.

Durante todo el proceso, se mantuvo un firme compromiso con la precisión, la objetividad y la integridad de los datos. Las observaciones y conclusiones

contenidas en este informe reflejan fielmente las operaciones de corte por plasma tal como se observaron durante el periodo de estudio.

Es crucial destacar que todas las actividades de recopilación de datos se realizaron en estricto cumplimiento de las normativas de seguridad y salud en el trabajo, garantizando en todo momento la protección y bienestar de todas las personas involucradas en el estudio.

Datos Pre Test

Después de realizar un exhaustivo análisis de la información recopilada, se llevó a cabo un detallado estudio de las dimensiones y los indicadores relevantes en la empresa HLC S.A.C. Este análisis constituye una fase crucial en el proceso previo a la implementación de mejoras destinadas a potenciar la productividad de la empresa. La evaluación identificó áreas específicas de oportunidad, proporcionando una base informada para la toma de decisiones orientadas.

Con base en esta evaluación rigurosa, se han diseñado planes estratégicos que buscan impulsar el crecimiento y la excelencia de HLC S.A.C. en el futuro. Estos planes se centran en optimizar procesos, promover la innovación y garantizar la alineación con los estándares normativos pertinentes. Este capítulo pre test establece el marco inicial de la investigación, sentando las bases para el análisis detallado de la aplicación del método PHVA en la mejora de la productividad de HLC S.A.C.

Proceso de Corte de Plasma

En las siguientes secciones describiremos el proceso de alimentación, corte y descarga de la máquina de corte por plasma.

En el proceso de corte por plasma se pueden identificar tres fases críticas, cada una con un rango de tiempo específico. Estos rangos de tiempo son indicativos de la duración de cada fase en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C., y podrían variar dependiendo de una serie de factores, incluyendo la eficiencia operativa, la complejidad de los cortes, y las condiciones específicas en la planta en cualquier día dado.

Tabla 6. Fases y rango de tiempos en el Proceso de Corte por Plasma

N°	Fase	Rango de tiempo	Descripción
1	Alimentación de la máquina	15 - 45 minutos	Proceso en el que se carga la máquina de corte por plasma con la plancha de acero a ser cortada.
2	Operación de corte	20 minutos - 1h 15m	Etapa en la cual la máquina realiza activamente las operaciones de corte en la plancha de acero. Este proceso incluye la codificación de piezas cortadas, un proceso manual de asignación de códigos a las piezas cortadas.
3	Descarga de la máquina	30 minutos - 1h 50m	Etapa en la que las piezas cortadas y codificadas se retiran de la mesa de trabajo y se acomodan para su posterior manipulación o almacenamiento.

Esta Tabla 6 presenta las tres fases críticas del proceso de corte por plasma en HLC S.A.C., detallando sus respectivos rangos de tiempo y describiendo brevemente las operaciones realizadas en cada etapa.

La primera fase es la alimentación de la máquina de corte, un procedimiento que implica la carga de la plancha de acero a ser cortada. Este proceso requiere un tiempo que oscila entre los 15 y los 45 minutos, dependiendo de factores como el peso de la plancha y la disponibilidad del montacargas.

Figura 5 Proceso de alimentación de la máquina con materia prima



Fuente: Empresa HLC S.A.C.

En la Figura 5, ilustra el proceso mediante el cual se carga la máquina de corte por plasma con la materia prima. En particular, se observa cómo se alimenta la máquina con planchas de acero de formato 12000 x 2400 mm con un espesor de 6 mm, dada la delgadez de la plancha de acero, se hace necesario el uso de dispositivos adicionales, en este caso, vigas H, para asegurar que la plancha se

mantenga completamente plana y sea manejable durante el proceso de corte por plasma.

La segunda fase es el corte de las planchas, que es el tiempo durante el cual la máquina está activamente realizando las operaciones de corte. Este procedimiento puede variar entre 20 minutos y 1 hora y 15 minutos, dependiendo de la complejidad y la cantidad de cortes requeridos en la plancha de acero.

Figura 6 Operación de corte en progreso



Fuente: Empresa HLC S.A.C.

En la Figura 6, muestra la máquina de corte por plasma en plena operación. En esta imagen, se puede apreciar cómo la máquina ejecuta el corte de la plancha de acero que ha sido previamente cargada. Este momento captura un paso crucial en el proceso de producción, ilustrando el funcionamiento práctico y efectivo del equipo de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.

Figura 7 Horómetro de la máquina

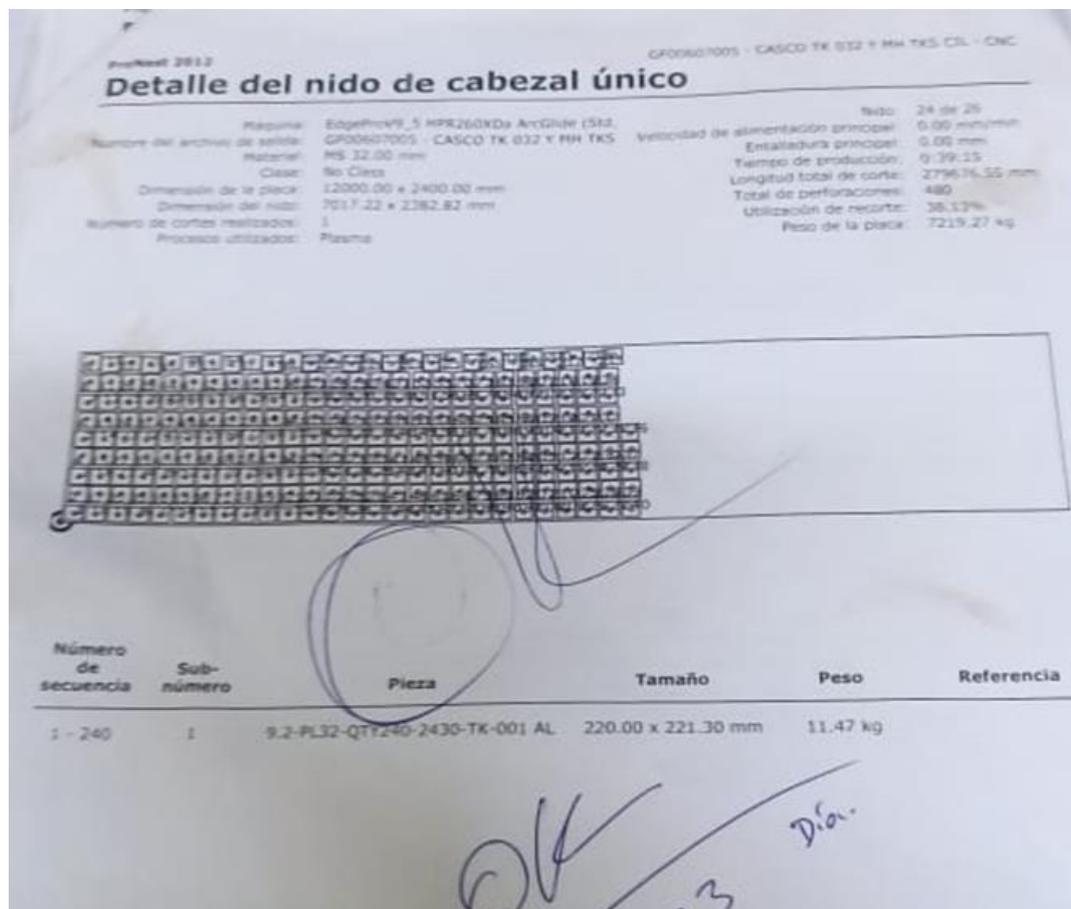


Fuente: Empresa HLC S.A.C.

La Figura 7 muestra el horómetro de la máquina de corte por plasma. El horómetro es un instrumento que registra las horas de funcionamiento de la máquina mientras la fuente de plasma está en funcionamiento, proporcionando un indicador de utilización de la máquina.

Los nidos son entregados al operador junto con un dispositivo USB que contiene los nombres de los programas a ejecutar en la máquina de corte por plasma. En este punto, se discute la importancia del software de programación de corte, cómo se utiliza y cómo puede ser optimizado para reducir el tiempo de corte.

Figura 8 Ejecución de nidos o programas CNC



Fuente: Empresa HLC S.A.C.

La Figura 8 muestra un nido que ha sido ejecutado por el operador de la máquina. Los nidos son entregados al operador junto con un dispositivo USB que contiene los nombres de los programas a ejecutar en la máquina de corte por plasma.

Figura 9 Codificación de piezas cortadas



Fuente: Empresa HLC S.A.C.

En la Figura 9, presenta el proceso de codificación de las piezas cortadas. Se observa que este proceso se lleva a cabo de forma manual, un paso fundamental antes de proceder a descargar las piezas de la mesa de trabajo de la máquina de corte por plasma

La tercera fase es la descarga de la máquina. En esta etapa, las piezas cortadas son codificadas manualmente, empaquetadas según los códigos asignados, y descargadas de la mesa de trabajo con la ayuda del montacargas. También se lleva a cabo la eliminación de los residuos de corte para dejar la máquina lista para un nuevo proceso. El tiempo requerido para completar esta fase puede variar entre 30 minutos y 1 hora y 50 minutos.

Figura 10 Descarga de piezas procesadas



Fuente: Empresa HLC S.A.C.

En la Figura 10, se evidencia el proceso de descarga de las piezas ya procesadas. Las piezas se acomodan de forma ordenada en una parihuela de madera, listas para su posterior manipulación o almacenamiento tras la descarga de la máquina.

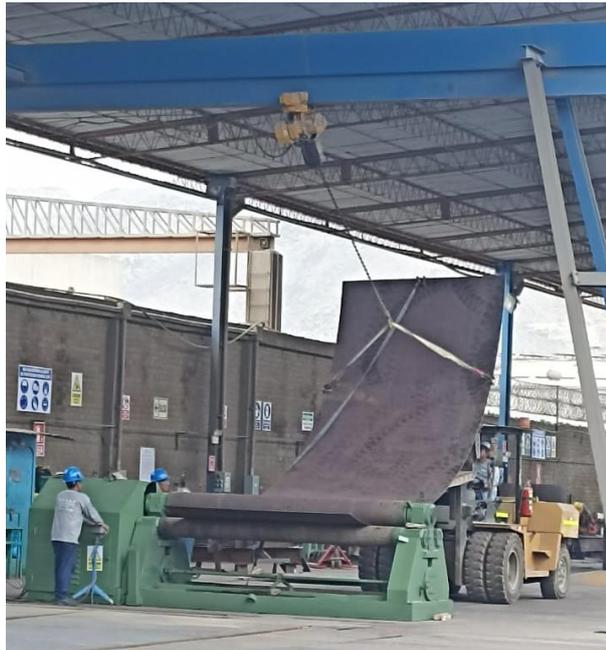
Figura 11 Desorden en el área de trabajo



Fuente: Empresa HLC S.A.C.

La Figura 11 muestra una vista de la planta, destacando el desorden evidente en la zona de trabajo. Este desorden dificulta la correcta disposición de los elementos procesados por la máquina de corte, lo que sugiere la necesidad de mejoras en la organización y gestión del espacio.

Figura 12 Montacargas en uso



Finalmente, la Figura 12 presenta una vista del montacargas, un componente vital en las operaciones de la planta de fabricación, ocupado en las diversas subáreas de la planta.

La gestión del espacio dentro de la planta de la empresa es una variable crucial. Un uso eficiente del espacio puede facilitar los procesos de almacenamiento y acceso a las planchas y piezas cortadas, y contribuir a la optimización general del proceso de corte por plasma. Estas variables externas, junto con las fases identificadas previamente, forman parte de un sistema integrado que determina la productividad y eficiencia del proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.

Procedimiento de Recopilación y Análisis de Datos para la Evaluación del Rendimiento de la Máquina de Corte por Plasma en HLC S.A.C.

La recopilación de datos para la secuencia de operaciones de la máquina de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C. se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. Al inicio de cada jornada laboral, el operador de la máquina registra en un formato específico la hora de inicio de la jornada. Esta marca el comienzo de la jornada laboral y de las operaciones de la máquina.
2. Posteriormente, el operador procede a cargar la máquina y documenta el tiempo necesario para completar esta tarea. También

se registra la lectura del horómetro en el momento en que se inicia la carga.

3. Una vez que la máquina está cargada y operativa, el operador anota el número de piezas que se han programado para cortar durante el período de funcionamiento.
4. A lo largo del proceso de operación de la máquina, el operador mantiene una vigilancia constante sobre la máquina y registra cualquier período de inactividad que pueda ocurrir.
5. Al finalizar cada operación, el operador registra el tiempo necesario para descargar la máquina y también documenta la cantidad de piezas que se han cortado efectivamente.
6. Este proceso de carga, operación y descarga puede repetirse varias veces durante el día. Cada vez que se realiza, se documentan los mismos datos.
7. Al finalizar la jornada laboral, el operador registra la hora de terminación y la lectura final del horómetro.
8. Todos los datos recopilados durante el día se documentan en un formato preestablecido. Esta información es revisada y validada por el jefe de producción.
9. Una vez verificados, los datos se ingresan en una hoja de cálculo de Excel. Esta hoja ha sido programada para calcular automáticamente las métricas de eficiencia, eficacia y productividad, así como para determinar los porcentajes del tiempo dedicado a la carga y descarga y al tiempo efectivo de operación de la máquina.
10. Estos cálculos se generan a partir de fórmulas predefinidas que utilizan los datos introducidos, como el número total de piezas programadas y cortadas, las horas de inicio y finalización de la jornada laboral, y los tiempos de carga y descarga.

A través de este riguroso proceso de recopilación y análisis de datos, se puede evaluar el rendimiento diario de la máquina de corte por plasma en términos de eficiencia, eficacia y productividad.

Registro Diario de la Máquina de Corte por Plasma.

En el transcurso de la operación diaria de la máquina de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C., es crucial mantener un registro detallado de su rendimiento y utilización. Esta información es esencial para evaluar la eficacia de la máquina, optimizar su uso y, en última instancia, mejorar la eficiencia de la producción. A continuación, se presenta una tabla que muestra el registro de la máquina durante varios días.

Tabla 7 Registro Diario de la Máquina de Corte por Plasma en HLC S.A.C.

ÍTEM	Cortes por día	AC1			AC2			AC3			AC4			AC5			AC6			AC7			AC8		
		Selección de nido			Carga en CNC			Preparación de plancha			Alineación de plancha			Ejecución de CNC			Cod. piezas cortadas			Des. de piezas cortadas			Traslado de las piezas		
		HI	HF	HT	HI	HF	HT	HI	HF	HT	HI	HF	HT	HI	HF	HT	HI	HF	HT	HI	HF	HT	HI	HF	HT
lun. 3 abr. 23	1	7:12	7:15	0:03	7:15	7:19	0:04	7:19	7:36	0:17	7:36	7:40	0:04	7:40	8:23	0:43	8:23	8:59	0:36	8:59	10:14	1:15	10:14	10:30	0:16
lun. 3 abr. 23	2	10:30	10:33	0:03	10:33	10:35	0:02	10:35	10:59	0:24	10:59	11:10	0:11	11:10	12:04	0:54	12:04	12:46	0:42	12:46	13:15	0:29	13:15	13:36	0:21
lun. 3 abr. 23	3	13:36	13:38	0:02	13:38	13:40	0:02	13:40	14:00	0:20	14:00	14:06	0:06	14:06	14:52	0:46	14:52	15:31	0:39	15:31	16:09	0:38	16:09	16:41	0:32
mar. 4 abr. 23	1	7:12	7:14	0:02	7:14	7:17	0:03	7:17	7:34	0:17	7:34	7:40	0:06	7:40	8:26	0:46	8:26	9:01	0:35	9:01	10:14	1:13	10:14	10:29	0:15
mar. 4 abr. 23	2	10:29	10:32	0:03	10:32	10:36	0:04	10:36	10:56	0:20	10:56	11:01	0:05	11:01	11:47	0:46	11:47	12:29	0:42	12:29	13:10	0:41	13:10	13:42	0:32
mar. 4 abr. 23	3	13:42	13:44	0:02	13:44	13:47	0:03	13:47	14:07	0:20	14:07	14:12	0:05	14:12	14:52	0:40	14:52	15:30	0:38	15:30	16:28	0:58	16:28	16:49	0:21
mié. 5 abr. 23	1	8:00	8:03	0:03	8:03	8:06	0:03	8:06	8:36	0:30	8:36	8:41	0:05	8:41	9:52	1:11	9:52	10:49	0:57	10:49	12:12	1:23	12:12	12:26	0:14
mié. 5 abr. 23	2	12:26	12:29	0:03	12:29	12:31	0:02	12:31	12:48	0:17	12:48	12:53	0:05	12:53	13:31	0:38	13:31	14:12	0:41	14:12	15:13	1:01	15:13	15:34	0:21
mié. 5 abr. 23	3	15:34	15:37	0:03	15:37	15:41	0:04	15:41	15:55	0:14	15:55	16:02	0:07	16:02	16:48	0:46	16:48	17:22	0:34	17:22	17:59	0:37	17:59	18:20	0:21
jue. 6 abr. 23	1	7:12	7:15	0:03	7:15	7:18	0:03	7:18	7:32	0:14	7:32	7:36	0:04	7:36	9:05	1:29	9:05	9:53	0:48	9:53	10:56	1:03	10:56	11:08	0:12
jue. 6 abr. 23	2	11:08	11:10	0:02	11:10	11:12	0:02	11:12	11:30	0:18	11:30	11:34	0:04	11:34	12:14	0:40	12:14	12:54	0:40	12:54	13:52	0:58	13:52	14:13	0:21
jue. 6 abr. 23	3	14:13	14:15	0:02	14:15	14:18	0:03	14:18	14:41	0:23	14:41	14:48	0:07	14:48	15:48	1:00	15:48	16:51	1:03	16:51	17:28	0:37	17:28	17:49	0:21
vie. 7 abr. 23	1	8:00	8:03	0:03	8:03	8:07	0:04	8:07	8:37	0:30	8:37	8:41	0:04	8:41	9:51	1:10	9:51	10:46	0:55	10:46	12:09	1:23	12:09	12:23	0:14
vie. 7 abr. 23	2	12:23	12:26	0:03	12:26	12:30	0:04	12:30	12:48	0:18	12:48	12:54	0:06	12:54	13:44	0:50	13:44	14:15	0:31	14:15	14:55	0:40	14:55	15:03	0:08
vie. 7 abr. 23	3	15:03	15:05	0:02	15:05	15:09	0:04	15:09	15:28	0:19	15:28	15:35	0:07	15:35	16:26	0:51	16:26	16:58	0:32	16:58	17:41	0:43	17:41	17:52	0:11

La tabla 7, representa un análisis cronológico detallado de distintas operaciones relacionadas con un proceso de producción o manufactura llevado a cabo durante diversos días del mes de abril de 2023. Cada entrada está estructurada en función de la fecha y se subdivide en ítems, posiblemente denotando diferentes ciclos o lotes de trabajo durante un día específico.

Las columnas del encabezado definen las actividades operacionales que se llevaron a cabo, tales como:

1. Cortes por día: Proceso inicial de segmentación o subdivisión de materiales.
2. Selección de nido: Posible elección de moldes o plantillas.
3. Carga en CNC (Control Numérico por Computadora): Introducción de material en una máquina herramienta controlada digitalmente.
4. Preparación de plancha: Acondicionamiento de la superficie de trabajo o material.
5. Alineación de plancha: Ajuste de la posición de la superficie de trabajo.
6. Ejecución de CNC: Operación efectiva de la maquinaria CNC.
7. Codificación de piezas cortadas: Etiquetado o clasificación de segmentos producidos.
8. Descarga de piezas cortadas: Extracción de los segmentos de la máquina.
9. Traslado de las piezas: Transporte o reubicación de los segmentos producidos.

Bajo cada actividad, se presentan tres métricas temporales: Horario de Inicio (HI), Horario de Finalización (HF), y el Tiempo Total (HT) consumido en la tarea.

Estas métricas ofrecen una perspectiva precisa del tiempo invertido en cada operación, permitiendo posiblemente identificar áreas de eficiencia o necesidad de mejora.

Al analizar la tabla en su totalidad, se puede inferir la secuencia operacional y la duración de cada tarea, ofreciendo una comprensión profunda del flujo de trabajo durante el periodo estudiado. Esta estructura sistemática puede ser esencial para análisis de optimización de procesos, control de calidad y planificación estratégica en contextos industriales o manufactureros

Datos y resultados de la variable dependiente - Pre Test

Variable dependiente: Productividad

En esta sección, exploraremos los datos y resultados del pre-test, una fase crucial de nuestra investigación que establece el punto de partida antes de la implementación del Ciclo PHVA en el proceso de corte por plasma de HLC S.A.C. El análisis detallado de la variable independiente en esta etapa nos proporcionará una visión integral de la eficiencia, eficacia y productividad previas a las intervenciones planificadas. A través de este pre-test, buscamos establecer una base sólida para evaluar el impacto y la mejora que se logrará con la aplicación del Ciclo PHVA en las siguientes etapas de nuestro estudio.

Análisis Cuantitativo de la Eficiencia, Eficacia y Productividad en las Operaciones de Corte por Plasma.

La siguiente sección presenta una revisión exhaustiva de los datos calculados automáticamente por una hoja de cálculo Excel. Estos datos derivan de las operaciones diarias de una máquina de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.

La presentada lleva por título "Ficha de registro de Eficiencia, Eficacia y Productividad", está estructurada para medir y registrar la eficacia, eficiencia y productividad de un proceso de corte durante diferentes semanas del año, especificadas como "Pre Test".

Los parámetros registrados son:

1. N°: Número secuencial que indica el orden de los registros.
2. Semana: Periodo semanal del año en el que se realizaron los cortes.
3. N° de cortes realizados: Cantidad de cortes que se completaron efectivamente.
4. N° de cortes programados: Cantidad de cortes que estaban planificados para completarse.
5. Eficacia: Se calcula como el porcentaje de cortes realizados respecto a los cortes programados.
6. Horas efectivas de producción: Tiempo real que se usó para llevar a cabo los cortes.

7. Horas disponibles para producción: Tiempo disponible para realizar los cortes.
8. Eficiencia: Se determina como el porcentaje de horas efectivas de producción en relación con las horas disponibles para producción.
9. Ingresos por corte: Monto en dólares que se obtuvo por cada corte realizado.
10. Costo de corte: Costo en dólares que implicó realizar cada corte.
11. Productividad: Se obtiene de la relación entre los ingresos por corte y el costo de corte.

La tabla 8 cubre 12 semanas específicas del año (desde la semana 15-23 hasta la semana 26-23) y al final presenta los totales de los cortes realizados, el promedio de eficacia, el tiempo total efectivo de producción, la eficiencia promedio y el promedio de la productividad, así como los ingresos y costos acumulados de corte.

Productividad

$$Productividad = \frac{Ingresos\ por\ Corte}{Costos\ de\ Corte}$$

Dimensión 1: Eficiencia

Para la eficiencia se realizó la siguiente fórmula:

$$Eficiencia = \left(\frac{Horas\ disponibles\ para\ producción}{Horas\ efectivas\ de\ producción} \right) \times 100$$

Dimensión 2: Eficacia

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$Eficacia = \left(\frac{Número\ de\ cortes\ programados}{Número\ de\ cortes\ realizados} \right) \times 10$$

Tabla 8 Evaluación de Eficiencia, Eficacia y Productividad de la Máquina de Corte por Plasma



Ficha de registro de Eficiencia, Eficacia y Productividad

Oficina principal: Av. Manuel Olgúin 335 - Edificio Link Tower - Piso 17 Santiago de Surco - Lima - Perú.

Planta de Fabricaciones Metalmecánicas
Av. Cajamarquilla Mz. D Lt. 4 urb. Nievería Lurigancho - Lima - Perú.

Pre Test										
N°	Semana	Cálculo de Eficacia			Cálculo de Eficiencia			Productividad		
		N° de cortes realizados	N° de cortes Programados	Eficacia	Horas efectivas de producción	Horas disponibles para producción	Eficiencia	Ingresos por Corte	Costo de corte	Productividad
1	Sem-15-23	18	23	78.26%	56:28:00	45:00:00	79.69%	\$ 62,438	\$ 52,277	1.194
2	Sem-16-23	16	20	80.00%	50:31:00	45:00:00	89.08%	\$ 53,769	\$ 44,994	1.123
3	Sem-17-23	14	22	63.64%	53:07:00	45:00:00	84.72%	\$ 78,512	\$ 65,597	1.180
4	Sem-18-23	16	21	76.19%	50:16:00	45:00:00	89.52%	\$ 75,418	\$ 63,447	1.117
5	Sem-19-23	15	19	78.95%	49:14:00	45:00:00	91.40%	\$ 49,754	\$ 41,816	1.094
6	Sem-20-23	15	22	68.18%	55:16:00	45:00:00	81.42%	\$ 62,875	\$ 52,475	1.228
7	Sem-21-23	17	22	77.27%	51:57:00	45:00:00	86.62%	\$ 49,093	\$ 41,104	1.154
8	Sem-22-23	14	23	60.87%	55:38:00	45:00:00	80.89%	\$ 64,061	\$ 53,778	1.236
9	Sem-23-23	16	21	76.19%	50:53:00	45:00:00	88.44%	\$ 68,855	\$ 57,827	1.131
10	Sem-24-23	16	21	76.19%	50:42:00	45:00:00	88.76%	\$ 76,587	\$ 64,143	1.127
11	Sem-25-23	15	23	65.22%	48:30:00	45:00:00	92.78%	\$ 66,236	\$ 55,375	1.078
12	Sem-26-23	17	22	77.27%	49:14:00	45:00:00	91.40%	\$ 44,639	\$ 37,356	1.094
Totales		189	259	73%	621:46:00	540:00:00	87%	\$ 62,686	\$ 52,516	1.146

Fuente: Empresa HLC S.A.C.

La tabla 8, presentada ofrecía un panorama del desempeño de una empresa metalmecánica a lo largo de 12 semanas. Durante este periodo, la empresa tuvo un rango de eficacia que osciló entre el 76.19% y el 81.82%, con un promedio general del 77.99%. Aunque las horas disponibles para producción se mantuvieron constantes en 45:00 horas cada semana, las horas efectivas de producción fluctuaron, alcanzando un mínimo de 48:30 horas y un máximo de 56:28 horas. Esta variación resultó en niveles de eficiencia que variaron entre el 79.69% y el impresionante 92.78%, con un promedio acumulado del 86.85%.

En términos de productividad, la relación entre ingresos y costos se mantuvo relativamente estable. Los ingresos por corte en ese periodo variaron desde \$44,639 hasta \$78,512, mientras que los costos de corte oscilaron entre \$37,356 y \$65,597. En promedio, la productividad se estableció en 1.194.

Para concluir, en las 12 semanas, la empresa realizó un total de 202 cortes, aunque originalmente se habían programado 259. Las horas efectivas de producción acumuladas alcanzaron las 621:46 horas. Financieramente, los ingresos totales por corte durante el periodo ascendieron a \$752,237 y los costos totales de corte fueron de \$630,192.

Tabla 8 Eficiencia, Eficacia y Productividad - Pre Test

N°	Semanas	Eficacia Pre test	Eficiencia Pre Test	Productividad Pre test
1	Sem-15-23	78.26%	79.69%	1.194
2	Sem-16-23	80.00%	89.08%	1.195
3	Sem-17-23	77.27%	84.72%	1.197
4	Sem-18-23	76.19%	89.52%	1.189
5	Sem-19-23	78.95%	91.40%	1.190
6	Sem-20-23	81.82%	81.42%	1.198
7	Sem-21-23	77.27%	86.62%	1.194
8	Sem-22-23	78.26%	80.89%	1.191
9	Sem-23-23	76.19%	88.44%	1.191
10	Sem-24-23	76.19%	88.76%	1.194
11	Sem-25-23	78.26%	92.78%	1.196
12	Sem-26-23	77.27%	91.40%	1.195

Fuente: Empresa HLC S.A.C.

La Tabla 8, proporciona un análisis comparativo semanal de tres indicadores clave en el ámbito de la gestión y operaciones: eficacia, eficiencia y productividad, medidos durante un "Pre Test". La tabla abarca datos correspondientes a varias semanas, específicamente desde la semana 15 hasta la semana 26 del año 2023.

1. Número (N°): Representa un orden secuencial que facilita la referencia a cada entrada de datos.
2. Semanas: Esta columna indica el periodo específico del año 2023 en el que se recopilaron los datos. Por ejemplo, "Sem-15-23" se refiere a la semana 15 del año 2023.
3. Eficacia Pre test: Muestra el porcentaje de eficacia durante el Pre Test para cada semana. La eficacia se refiere a la capacidad de lograr un objetivo o resultado deseado.
4. Eficiencia Pre Test: Refleja el porcentaje de eficiencia durante el Pre Test para cada semana. La eficiencia se relaciona con la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados.
5. Productividad Pre test: Denota un valor numérico que representa la productividad durante el Pre Test para cada semana. La productividad generalmente se mide como la cantidad de output producido por unidad de input.

Al observar los datos presentados:

La eficacia fluctúa ligeramente, con valores que oscilan entre 76.19% y 81.82%. Esto sugiere que la capacidad de alcanzar los objetivos deseados se mantuvo relativamente constante durante el periodo evaluado.

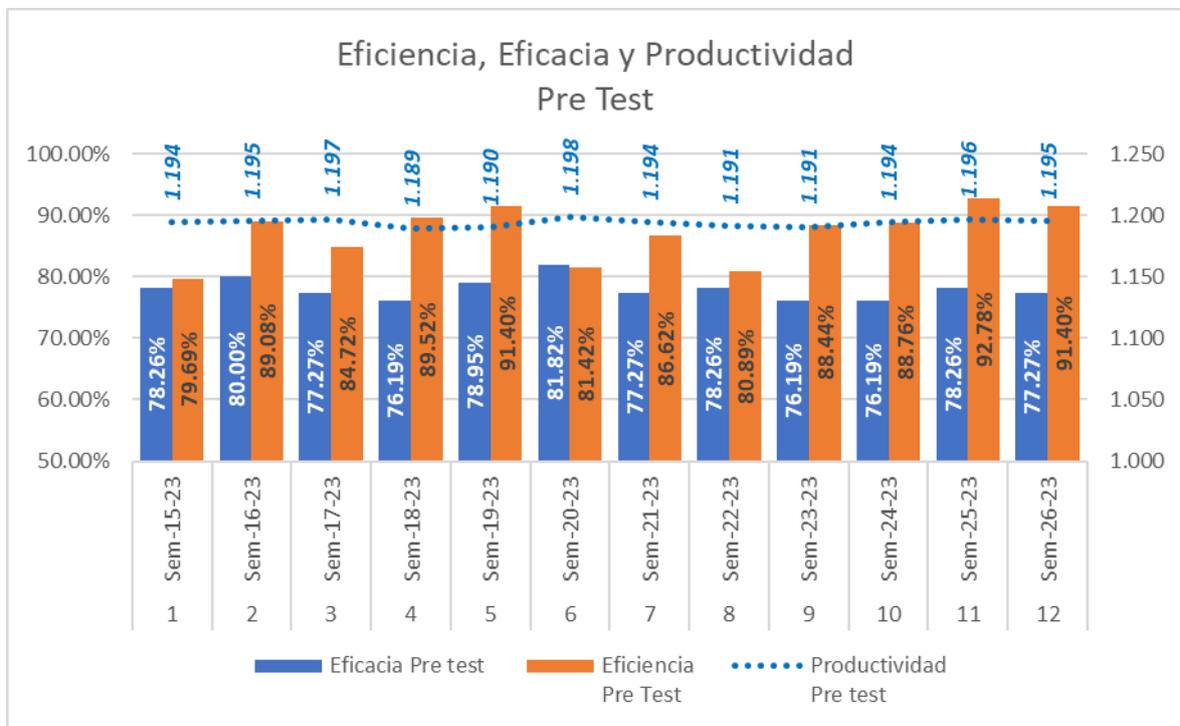
La eficiencia muestra una variabilidad un poco mayor, con un rango que va desde el 79.69% hasta el 92.78%. Esto podría indicar que, aunque los objetivos se lograron de manera constante, la cantidad de recursos utilizados para alcanzar esos objetivos varió semana a semana.

La productividad, expresada en valores numéricos, oscila entre 1.189 y 1.198. Esto sugiere que la producción por unidad de input se mantuvo bastante estable a lo largo de las semanas evaluadas.

En el siguiente apartado de este estudio, se presenta una representación

gráfica diseñada para ilustrar de manera más clara e intuitiva el desempeño operacional de la máquina de corte por plasma. Este gráfico se ha desarrollado con el propósito de evidenciar de manera simultánea y comparativa los valores obtenidos en términos de eficiencia, eficacia, productividad y el promedio de productividad. A través de este recurso visual, se busca proporcionar una interpretación más sencilla y directa de los datos recogidos, subrayando así las relaciones e interdependencias existentes entre estas variables fundamentales para la optimización del rendimiento de la máquina.

Figura 13 Comparativo de la Eficiencia, Eficacia y Productividad Pre Test en las Operaciones de Corte por Plasma



Fuente: Empresa HLC S.A.C.

La figura 13, de barras con dos ejes para comparar la eficiencia, eficacia y productividad. El gráfico mostraba, en su eje principal, porcentajes que representaban la eficacia y la eficiencia. Por otro lado, un eje secundario lineal mostraba un indicador numérico para medir la productividad.

Según los datos recopilados durante doce semanas, desde la semana 15 hasta la 26, se observó una fluctuación en los tres indicadores mencionados. La

eficacia, que mide la capacidad de alcanzar un objetivo deseado, presentó un rango entre el 76.19% y el 81.82%. Por su parte, la eficiencia, que refleja la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados, mostró una variación desde el 79.69% hasta el 92.78%. Esta variabilidad en la eficiencia sugirió que, aunque los objetivos se alcanzaron de manera constante, la cantidad de recursos empleados para lograr esos objetivos no fue uniforme a lo largo de las semanas.

En cuanto a la productividad, que se mide como la cantidad de producción por unidad de entrada, los valores oscilaron entre 1.189 y 1.198, lo que indicó que hubo una producción relativamente estable durante el periodo analizado.

Datos y resultados de la variante independiente - Pre Test

Variable independiente: PHVA

Este segmento se enfoca en presentar y analizar los datos recopilados durante el pre-test, una fase inicial esencial para comprender la situación inicial del proceso de corte por plasma en HLC S.A.C. El pre-test sirve como punto de referencia crucial antes de la implementación completa del Ciclo PHVA. A través de la evaluación detallada de variables clave, este subcapítulo proporcionará una visión clara de la eficiencia, eficacia y productividad del proceso en su estado inicial. Estos datos iniciales actuarán como la línea de base para comparar y medir el impacto de las intervenciones planificadas posteriormente en el ciclo.

Evaluación Cuantitativa del Ciclo PHVA en la Mejora de la Productividad

Metodología y Resultados Preliminares

La excelencia operativa es un principio de liderazgo que aboga por un enfoque continuo hacia la mejora en todos los aspectos de una organización. Un elemento clave para lograr esta excelencia es la implementación y seguimiento adecuado del Ciclo de Deming, también conocido como PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). Este estudio busca profundizar en el análisis y aplicación de este ciclo en diferentes entornos de producción, examinando su efectividad en la optimización de procesos y mejoramiento de la productividad.

En la tabla 6 presentado es un desglose de las cuatro dimensiones fundamentales del Ciclo de Deming, que incluyen: Planificar, Hacer, Verificar, y Actuar. Cada dimensión se evalúa con un indicador específico, proporcionando una

forma cuantitativa de medir su éxito. Por ejemplo, el 'Nivel de objetivos definidos' se mide en la etapa de 'Planificar', que se calcula como el porcentaje de problemas críticos identificados sobre el total de problemas identificados. El resultado de cada dimensión es calculado y presentado como un porcentaje, lo que permite evaluar y comparar la efectividad de cada fase dentro del ciclo. Estos resultados proporcionan una visión clara de las áreas de mejora, permitiendo a las organizaciones identificar y priorizar las acciones correctivas necesarias para incrementar la productividad.

Dimensiones fundamentales del Ciclo de Deming:

Planificar:

$$SP = \frac{TPC}{TPI} * 100$$

SP: Nivel de objetivos definidos.

TPC: Total de problemas críticos.

TPI: Total de problemas identificados.

Hacer:

$$NRD = \frac{SO}{TPS} * 100$$

NRD: Nivel de resultados definidos.

SO: Soluciones óptimas.

STP: Soluciones totales planteadas.

Verificar:

$$NCC = \frac{RAc}{Ran} * 100$$

NCC: Nivel de control y causa.

RAC: Resultados actuales.

RAN: Resultados anteriores.

Actuar:

$$E = \frac{PTP}{PT} * 100$$

E: Eficacia

PTP: Peso total producido.

PT: Peso total.

Esta tabla 10, detalla el enfoque Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA) aplicado a 28 problemas identificados en diversas áreas operativas. Cada problema específico se aborda mediante un proceso estructurado, desde la planificación hasta la evaluación y ajuste continuo. El objetivo es lograr una mejora continua en las operaciones de la organización.

Tabla 9 Plan PHVA para Mejora Continua en Operaciones

N°	Áreas de Enfoque	Planificar	Hacer	Verificar	Actuar
1	Falta de Seguimiento y Supervisión	Definir y establecer un sistema efectivo de seguimiento y supervisión.	Implementar el sistema de seguimiento y supervisión según lo planificado.	Evaluar la eficacia del sistema en la identificación y corrección de problemas.	Realizar ajustes y mejoras continuas en el sistema de seguimiento y supervisión.
2	Ineficiencias en la Comunicación Interna	Diseñar un plan de comunicación interna eficiente.	Implementar el plan de comunicación interna.	Evaluar la efectividad del plan en la mejora de la comunicación.	Ajustar y optimizar el plan de comunicación según los resultados.
3	Espacio Insuficiente para Acomodar Piezas	Identificar y planificar la expansión o reorganización del espacio de trabajo.	Realizar las modificaciones necesarias en el espacio.	Evaluar si el nuevo diseño cumple con los requisitos.	Realizar ajustes adicionales si es necesario.
4	Falta de Capacitación del Personal	Identificar las necesidades de capacitación del personal.	Implementar programas de capacitación.	Evaluar la efectividad de la capacitación en el desempeño laboral.	Ajustar y mejorar continuamente los programas de capacitación.
5	Ausencia de Indicadores de Producción	Definir indicadores clave de rendimiento para la producción.	Implementar sistemas para recopilar datos y medir indicadores.	Evaluar la relevancia y utilidad de los indicadores establecidos.	Modificar indicadores según sea necesario para mejorar la supervisión.
6	Deficiencias en el Mantenimiento Preventivo	Diseñar un programa de mantenimiento preventivo para equipos y maquinaria.	Implementar el programa de mantenimiento según lo planificado.	Evaluar la efectividad del mantenimiento preventivo en la reducción de problemas.	Ajustar el programa según las observaciones y nuevas necesidades.
7	Supervisión Deficiente	Establecer estándares claros para la supervisión y definir responsabilidades.	Implementar sistemas para garantizar una supervisión efectiva.	Evaluar el cumplimiento de los estándares y la mejora en la supervisión.	Realizar ajustes para fortalecer la supervisión según los resultados.

8	Fallas en Maquinaria	Desarrollar un plan de mantenimiento predictivo para prevenir fallas.	Implementar procedimientos para el monitoreo y mantenimiento de la maquinaria.	Evaluar la reducción de fallas y mejoras en el rendimiento de la maquinaria.	Realizar ajustes en el plan de mantenimiento según las necesidades.
9	Falta de Evaluación de Riesgos	Identificar y evaluar los riesgos operativos.	Implementar medidas para mitigar los riesgos identificados.	Evaluar la efectividad de las medidas en la reducción de riesgos.	Ajustar y mejorar las medidas según los cambios en los riesgos.
10	Falta de Compromiso del Personal	Implementar estrategias para fomentar el compromiso y la motivación.	Ejecutar programas y actividades para fortalecer el compromiso.	Evaluar la mejora en la satisfacción y compromiso del personal.	Realizar ajustes según las retroalimentaciones y necesidades del personal.
11	Ocupación del Montacargas en Tareas No Productivas	Establecer protocolos para el uso eficiente del montacargas.	Implementar prácticas que optimicen el uso del montacargas.	Evaluar la eficiencia del nuevo protocolo en tareas productivas.	Ajustar los protocolos según las observaciones y resultados.
12	Falta de Evaluación de Desempeño	Diseñar un sistema estructurado de evaluación de desempeño.	Implementar el sistema de evaluación de desempeño.	Evaluar la efectividad del sistema en el desarrollo del personal.	Realizar ajustes en el sistema según las necesidades y resultados.
13	Tiempos de Ciclo Prolongados	Identificar procesos con tiempos de ciclo prolongados.	Implementar cambios para reducir los tiempos de ciclo.	Evaluar la reducción de los tiempos y mejoras en la eficiencia.	Continuar optimizando procesos para mantener ciclos eficientes.
14	Ausencia de Secuencia de Trabajo	Establecer secuencias lógicas y eficientes para las operaciones.	Implementar la secuencia de trabajo planificada.	Evaluar la mejora en la eficiencia y reducción de errores.	Ajustar la secuencia según los resultados y cambios operativos.
15	Falta de Estándares Operativos	Desarrollar estándares claros y documentados para las operaciones.	Implementar y comunicar los estándares operativos.	Evaluar el cumplimiento de los estándares y su impacto.	Ajustar estándares según las necesidades y evolución de la operación.
16	Desorden en el Área de Trabajo	Establecer políticas para mantener la organización y limpieza.	Implementar prácticas para el mantenimiento del orden.	Evaluar la mejora en la organización y reducción de accidentes.	Realizar ajustes según las necesidades y cambios operativos.
17	Falta de Definición de Prioridades	Establecer criterios claros para la definición de prioridades.	Comunicar y aplicar los criterios de priorización.	Evaluar la eficacia de la definición de prioridades.	Ajustar criterios según la experiencia y cambios en las operaciones.
18	Falta de Equipos de Izaje Adecuados	Identificar las necesidades de equipos de izaje.	Adquirir y proporcionar equipos adecuados.	Evaluar la mejora en la seguridad y eficiencia.	Ajustar el equipo según cambios en las operaciones y requisitos de seguridad.
19	Ausencia de Capacitación Continua	Diseñar un plan de capacitación continua para el personal.	Implementar programas de formación constante.	Evaluar la retención de conocimientos y habilidades.	Ajustar programas de capacitación según las necesidades cambiantes.

20	Personal Nuevo	Desarrollar programas de integración y capacitación para empleados nuevos.	Ejecutar programas de inducción y capacitación.	Evaluar la adaptación y desempeño de los nuevos empleados.	Ajustar programas según la retroalimentación y la experiencia.
21	Material Fuera del Alcance	Establecer sistemas para un acceso eficiente y seguro al material.	Implementar medidas para garantizar la accesibilidad del material.	Evaluar la eficacia en la reducción de pérdidas y tiempos.	Ajustar sistemas según cambios operativos y retroalimentación.
22	Problemas en la Gestión de Inventarios	Diseñar estrategias para una gestión de inventarios eficiente.	Implementar sistemas de control y gestión de inventarios.	Evaluar la reducción de errores y mejoras en la gestión.	Ajustar estrategias según cambios en la demanda y operaciones.
23	Escasa Automatización de Procesos	Identificar procesos propicios para la automatización.	Implementar tecnologías para la automatización de procesos.	Evaluar la eficiencia y mejora en la productividad.	Ajustar la automatización según la evolución tecnológica y las necesidades operativas.
24	Uso de Consumibles Incorrectos	Establecer estándares para la selección y uso de consumibles.	Comunicar y aplicar criterios para el uso adecuado de consumibles.	Evaluar la reducción de errores y costos asociados.	Ajustar estándares según la experiencia y cambios en los procesos.
25	Demora en Atención de Almacén	Desarrollar procedimientos para agilizar la atención en el almacén.	Implementar cambios para reducir los tiempos de espera.	Evaluar la mejora en la eficiencia de atención.	Ajustar procedimientos según la retroalimentación y cambios en la demanda.
26	Problemas en la Gestión de Recursos Humanos	Diseñar estrategias para mejorar la gestión de recursos humanos.	Implementar cambios para fortalecer la gestión de personal.	Evaluar la mejora en la satisfacción y desempeño del personal.	Ajustar estrategias según la retroalimentación y cambios organizativos.
27	Problemas en el Anidamiento de Productos	Establecer criterios para un anidamiento eficiente en el proceso de corte de la máquina.	Implementar cambios para optimizar el anidamiento de productos durante el corte.	Evaluar la reducción de desperdicios y la mejora en el espacio de almacenamiento específicamente en el contexto del proceso de corte.	Ajustar criterios según cambios en la demanda y la naturaleza de los productos relacionados con el proceso de corte de la máquina.
28	Codificación Lenta de Información	Implementar sistemas eficientes de codificación.	Capacitar al personal y adoptar tecnologías para acelerar la codificación.	Evaluar la velocidad y precisión en la codificación de información.	Ajustar sistemas según cambios en los procesos y las necesidades de codificación.

La tabla 10 detalla un Plan PHVA para mejorar diversas áreas operativas. Se destaca la importancia de abordar problemas como supervisión, capacitación, eficiencia en el uso de recursos y gestión del personal. La implementación de este plan facilita una mejora continua, optimizando procesos y fortaleciendo la eficacia operativa. Es esencial para impulsar la eficiencia, satisfacción del personal y calidad

del producto, contribuyendo al éxito general de la organización en un entorno dinámico y competitivo.

Tabla 10 Registro Pre-Test de la variable independiente PHVA.

N°	Planificar, Hacer, Verificar y Actuar	Totales	SP		NRD		NCC		E (AC. Corr.)	
			TPI	TPV	TSP	SO	RAC	RAN	PT	PAE
1	Falta de Seguimiento y Supervisión	2	2	2	2		2		2	
2	Ineficiencias en la Comunicación Interna	1								
3	Espacio Insuficiente para Acomodar Piezas	2	2						2	
4	Falta de Capacitación del Personal	2	2						2	
5	Ausencia de Indicadores de Producción	2	2				2	2	2	2
6	Deficiencias en el Mantenimiento Preventivo	1								
7	Supervisión Deficiente	2	2				2		2	
8	Fallas en Maquinaria	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9	Falta de Evaluación de Riesgos	1								
10	Falta de Compromiso del Personal	2	2						2	
11	Ocupación del Montacargas en Tareas No Productivas	4	4	4	4	4	4	4	4	4
12	Falta de Evaluación de Desempeño	1								
13	Tiempos de Ciclo Prolongados	1								
14	Ausencia de Secuencia de Trabajo	1	1				1	1	1	1
15	Falta de Estándares Operativos	1								
16	Desorden en el Área de Trabajo	3	3	3	3		3	3	3	3
17	Falta de Definición de Prioridades	2	2	2	2		2	2	2	2
18	Falta de Equipos de Izaje Adecuados	2	2						2	
19	Ausencia de Capacitación Continua	1								
20	Personal Nuevo	2	2				2		2	
21	Material Fuera del Alcance	1	1				1		1	
22	Problemas en la Gestión de Inventarios	1								
23	Escasa Automatización de Procesos	1								
24	Uso de Consumibles Incorrectos	2	2						2	
25	Demora en Atención de Almacén	2	2				2	2		
26	Problemas en la Gestión de Recursos Humanos	1								
27	Problemas en el Anidamiento	4	4	4	4	3	4	3	4	3
28	Codificación Lenta	2	2		2		2	2	2	2
Totales		49	39	17	19	9	29	21	37	19
			SP		NRD		NCC		E (AC. Corr.)	
			43.59%		47.37%		138.10%		51.35%	

Esta tabla 11 presenta un análisis Pre-Test y los resultados del Plan PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) para Mejora Continua en Operaciones. Aquí hay una breve descripción de los aspectos clave:

- SP (Nivel de Objetivos Definidos): Representa el porcentaje de objetivos definidos en relación con el total. Actualmente, se encuentra en un 43.59%.
- NRD (Nivel de Problemas Críticos Identificados): Indica el porcentaje de problemas críticos identificados sobre el total. En este análisis, es del 47.37%.
- NCC (Nivel de Cumplimiento de Criterios): Muestra el porcentaje de cumplimiento de criterios respecto al total. En este caso, el valor es del 138.10%.
- E (Efectividad del Accionar Correctivo): Indica el porcentaje de efectividad del accionar correctivo en relación con los problemas identificados. La efectividad actual es del 51.35%.

La tabla detalla cada problema identificado, la fase del Plan PHVA asociada y los resultados en cada fase. Los totales proporcionan una visión general del rendimiento actual del proceso de mejora continua en operaciones.

Tabla 11 Resultados pre test del Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar)

Dimensiones	Indicadores	Descripción	Cálculo	Resultado
Planificar	Nivel de objetivos definidos	SP es el Nivel de objetivos definidos. TPC es el porcentaje de problemas críticos identificados, 17. TPI es el total de problemas identificados, 39.	$SP = (17 / 39) * 100$	43.59%
Hacer	Nivel de resultados Definidos	NRD es el Nivel de resultados definidos. SO son las soluciones óptimas, 9. TSP son las soluciones totales planteadas, 19.	$NRD = (9 / 19) * 100$	47.37%
Verificar	Nivel de control de Causas	NCC es el Nivel de control de Causas. RAC es el porcentaje de mejoría en los resultados actuales, 29. RAn son los resultados anteriores, 21.	$NCC = (29 / 21) * 100$	138.10%
Actuar	Número de acciones correctivas realizadas	E es el número de acciones correctivas de procesos realizadas. PAE es el porcentaje de los procesos que se adecúan a los estándares, 19. PT es el total de procesos, 37.	$E = (19 / 37) * 100$	51.35%

- Nivel de objetivos definidos: 43.59%
- Nivel de resultados definidos: 47.37%
- Nivel de control de Causas: 138.10%
- Número de acciones correctivas realizadas: 51.35%

Etapa 1: Antes de la aplicación del Ciclo PHVA

Planificar: Se realizó un análisis exhaustivo del proceso de corte por plasma para identificar cualquier problema potencial que pudiera estar afectando la

productividad o la calidad. Los problemas se registraron en un sistema de seguimiento y se categorizaron según su gravedad. Los problemas críticos se identificaron y se registró su número total.

Hacer: Aunque en esta etapa no se implementaron soluciones todavía, se hizo una hipótesis de las soluciones potenciales que podrían ser implementadas en la etapa de 'Hacer' del Ciclo PHVA.

Verificar: Se recopilaron y registraron datos de rendimiento actuales de la productividad y la calidad del proceso de corte por plasma. Estos datos sirvieron como línea de base para comparar la efectividad de las soluciones implementadas en la etapa de 'Hacer' del Ciclo PHVA.

Actuar: Se realizó una revisión de los procesos existentes para determinar cuántos cumplían con los estándares establecidos. Se registró el número total de procesos y el número de procesos que cumplían con los estándares.

Etapa 2: Después de la aplicación del Ciclo PHVA (Planificada)

Planificar: En base a los problemas identificados en la etapa 1, se definieron objetivos y se planearon soluciones para abordar estos problemas. El número total de soluciones planeadas se registró.

Hacer: Las soluciones planeadas se implementaron y se registraron en el sistema de seguimiento. Se identificaron como soluciones óptimas aquellas que optimizaron el proceso y mejoren la productividad o la calidad. Se registró el número de estas soluciones óptimas.

Verificar: Se recopiló y registró datos de rendimiento de la productividad y la calidad del proceso de corte por plasma después de la implementación de las soluciones. Se calculó el porcentaje de mejora en los resultados en comparación con los datos de línea base recopilados en la etapa 1.

Actuar: Los procesos se evaluó después de la implementación de las soluciones para determinar su cumplimiento con los estándares establecidos. Se registró el número de procesos que se adecuaron a los estándares después de las mejoras implementadas. Se realizó un seguimiento de las acciones correctivas necesarias y se documentó para futuras implementaciones de mejoras.

Al seguir este plan para la etapa 2, se pudo realizar una evaluación cuantitativa de la efectividad de la implementación del Ciclo PHVA en la mejora de la productividad y la calidad del proceso de corte por plasma.

Matriz de alternativas de solución

La Matriz de alternativas de solución en el contexto del PHVA en HLC S.A.C. es una herramienta clave surgida tras un análisis minucioso de áreas de mejora en el proceso de corte por plasma. Se enfoca en identificar opciones específicas para resolver desafíos detectados en cada etapa del ciclo PHVA. Propone acciones concretas para mejorar la movilidad de materiales, la disponibilidad de equipos, la organización de materiales, el fortalecimiento del personal y la eficiencia en la identificación de materiales. Esta matriz guía la implementación de soluciones, estableciendo indicadores para evaluar su efectividad y tomar decisiones informadas para una mejora continua.

Matriz de priorización

La Matriz de Priorización es una herramienta que permite evaluar y jerarquizar diferentes alternativas o acciones según su importancia, impacto y viabilidad para tomar decisiones estratégicas. Esta matriz se compone de criterios específicos que se ponderan para determinar qué acciones deben abordarse en primera instancia, considerando su relevancia y contribución a los objetivos planteados.

En el contexto de HLC S.A.C., se analizan detalladamente las causas identificadas en el proceso de corte por plasma y las alternativas de solución planteadas. Esta herramienta estratégica evalúa la viabilidad, el impacto potencial y la alineación con los objetivos corporativos, proporcionando una guía clara sobre qué acciones deben priorizarse para optimizar el rendimiento operativo y minimizar las deficiencias identificadas.

Cronograma de implementación

Se elaborará un cronograma de implementación que detallará todas las actividades asignadas, incluyendo la estimación de las tareas y la elección de un responsable para su ejecución. Esto permitirá una planificación eficiente y un

seguimiento adecuado del progreso del proyecto. Además, el cronograma proporcionará una visión clara de los plazos para cada actividad, facilitando la identificación de posibles superposiciones o retrasos en la ejecución. La asignación de responsables específicos garantizará que cada tarea sea realizada por la persona adecuada, fomentando la responsabilidad y el cumplimiento de los plazos determinados. En resumen, el cronograma de implementación será una herramienta clave para la organización y el control efectivo de las actividades asignadas en el proyecto.

Propuesta de mejora

En aras de fortalecer y potenciar el proceso de corte por plasma, HLC S.A.C. ha delineado una serie de acciones innovadoras. Estas medidas están respaldadas por un análisis profundo que identifica áreas de mejora cruciales para la eficiencia y la optimización operativa. La estrategia se enmarca en un enfoque proactivo, donde cada alternativa propuesta responde directamente a desafíos específicos encontrados en las fases de Planear, Hacer, Verificar y Actuar.

Tabla 13 Principales causas y alternativas de solución

N°	CAUSAS	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN
C-01	Montacargas ocupado	Se planea adquirir un montacargas adicional para optimizar la movilidad de materiales, reducir los tiempos de espera y evitar la congestión en el área de trabajo.
C-02	Falta de equipos de izaje	Se prevé incorporar equipos de izaje adicionales para garantizar la disponibilidad adecuada durante las operaciones de carga y descarga.
C-03	Anidamiento Deficiente	Se proyecta optimizar el software utilizado para agilizar y facilitar un anidamiento más eficiente.
C-04	Área de Trabajo Desordenada	Está contemplada una reorganización estratégica de los espacios de almacenamiento para optimizar la disposición de materiales, reducir el desorden y mejorar la accesibilidad.
C-05	Falta de capacitación	Se planean implementar programas de capacitación para el personal, fortaleciendo las habilidades necesarias para operar eficazmente el equipo y mejorar la productividad.
C-06	Codificación Lenta	Se tiene la intención de introducir stickers de codificación, mejorando así la eficiencia en la identificación y seguimiento de los materiales.

En la tabla 14, muestra un análisis meticuloso de las causas identificadas en el proceso de corte por plasma de HLC S.A.C. y las correspondientes soluciones proyectadas para abordar cada desafío. Las propuestas reflejan una comprensión integral de las deficiencias operativas, abarcando desde la congestión en el área de trabajo hasta la lentitud en la codificación. Cada alternativa de solución planteada está alineada estratégicamente para mejorar la movilidad de materiales, garantizar una disponibilidad adecuada de equipos, mejorar la identificación y organización de materiales, optimizar la disposición de espacios de almacenamiento, fortalecer las habilidades del personal y aumentar la eficiencia en

el seguimiento de materiales.

Implementación de propuestas de mejora

En su empeño por mejorar la eficiencia en el proceso de corte por plasma, HLC S.A.C. ha implementado el Ciclo PHVA, esta sección se enfocará en la descripción y análisis de las acciones llevadas a cabo en las fases de Planear, Hacer, Verificar y Actuar. La empresa ha respondido a los desafíos identificados mediante la adquisición de un montacargas, la introducción de stickers de codificación, la optimización del software y una reorganización estratégica de los espacios de almacenamiento.

Adquisición del Montacargas

Se realizó la adquisición de un montacargas de la marca Toyota, modelo 8FG40U. A continuación, se presentan las características técnicas del montacargas, así como el costo de adquisición, el costo de mantenimiento anual estimado, y el cálculo de la depreciación.

Figura 14 Montacargas de la marca Toyota - Modelo 8FG40U



1. Características técnicas:

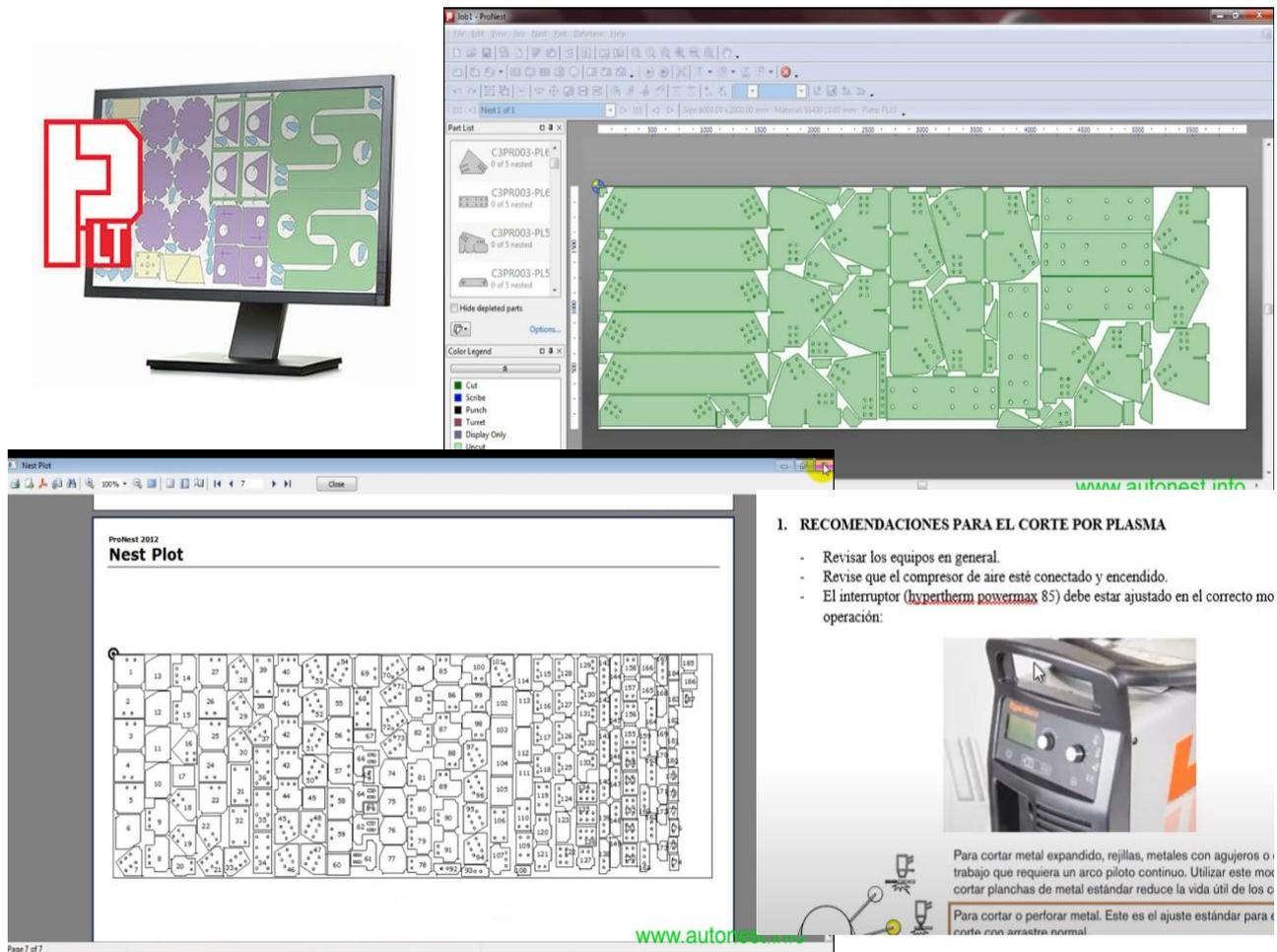
- Capacidad de carga: 4 toneladas.
- Altura máxima de elevación: hasta 6 metros, dependiendo de la configuración del mástil.
- Tipo de motor: diésel.

- Tipo de transmisión: automática.
 - Tipo de llantas: neumáticas.
 - Dimensiones: aproximadamente 3.5 metros de longitud y 1.5 metros de ancho.
2. Costo de adquisición:
- Precio del montacargas: \$42,560 USD.
 - Impuesto General a las Ventas (IGV) en Perú (18%): \$7,660.80 USD.
 - Precio total con IGV: \$50,220.80 USD.
3. Costo de mantenimiento anual estimado:
- El costo de mantenimiento anual estimado es del 5% al 10% del costo de adquisición, lo que equivale a un rango de \$2,128 USD a \$4,256 USD.
4. Depreciación:
- Según las recomendaciones del fabricante, la vida útil del montacargas es de 10 años.
 - Valor residual estimado al final de la vida útil: \$5,000 USD.
 - La depreciación anual del montacargas es de aproximadamente \$3,756 USD.

Costo del Curso de Capacitación en Software Pronest 2012

El curso de capacitación en Software Pronest 2012 tiene una duración de tres días y un costo de \$800.00 USD. El curso está diseñado para proporcionar a los participantes un conocimiento integral sobre cómo utilizar el software Pronest 2012 para optimizar el uso de materiales en la industria de fabricación y corte de metales. Los participantes aprenderán sobre las funciones clave del software, incluido el anidamiento, la configuración y personalización, los procesos de corte y fabricación, y la resolución de problemas. Además, el curso también proporcionará habilidades técnicas y soporte para maximizar la eficiencia de producción y reducir los costos de material.

Figura 15 Software Pronest 2012



Fuente: Internet

En las Figura 15, presentadas se puede observar cómo el software Pronest 2012 fue utilizado para optimizar el proceso de corte en la industria de fabricación de metales. En una de las imágenes, se muestra la interfaz del software en una computadora, donde se visualiza el diseño optimizado para maximizar el uso del material y minimizar el desperdicio durante el corte. En la otra imagen, se previsualiza una impresión con los códigos de barras correspondientes para las etiquetas, que posteriormente serán adheridas a las planchas de metal cortadas. Esta optimización fue posible gracias a la capacitación en el uso del software Pronest 2012 que se brindó al personal involucrado, permitiendo así mejorar la eficiencia del proceso y reducir los costos asociados

Tabla 14 Detalles del Curso de Capacitación en Software Pronest 2012

Ítem	Detalle
Duración	3 días
Costo	\$800.00 USD
Características del Curso	<ol style="list-style-type: none">1. Introducción a Pronest 20122. Anidamiento y Optimización de Materiales3. Configuración y Personalización4. Procesos de Corte y Fabricación5. Resolución de Problemas y Soporte
Beneficios del Curso	<ol style="list-style-type: none">1. Optimización del Uso de Materiales2. Mejora de la Eficiencia de Producción3. Habilidades Técnicas4. Integración con Equipos de Fabricación5. Soporte y Mantenimiento
Consideraciones Adicionales	<ul style="list-style-type: none">- Conocimientos previos en fabricación y corte de metales- Equipos adicionales como computadora portátil con Pronest 2012

Fuente: Empresa HLC S.A.C.

Para calcular el beneficio del curso, necesitamos cuantificar el retorno de la inversión que el curso aporta, lo cual puede ser complejo porque los beneficios pueden ser intangibles o de largo plazo, como mejoras en la eficiencia de producción o reducción de costos de material.

Adquisición de Etiquetas para Metales

Marca: MetalLabelPro

Costo por millar: \$413.00 USD

Características:

- Adhesivo especial para metales
- Resistente a la humedad y al aceite
- Resistente al desgaste y a los arañazos
- Protección UV
- Personalizable con logos, códigos de barras, etc.

Por lo tanto, el costo total por dos millares de etiquetas, incluido el IGV, sería de \$826.00 USD

Costos de Implementación del Ciclo PHVA en la Organización

1. Capacitación por profesionales de primer nivel:
 - Costo por sesión: \$800.00 USD
 - Número de sesiones: 5
 - Total: \$4,000 USD
2. Desarrollo de documentación y procedimientos:
 - Costo por documento: \$600.00 USD
 - Número de documentos: 3
 - Total: \$1,800.00 USD
3. Software para seguimiento y gestión de procesos:
 - Costo de licencia: \$1,200.00 USD por año
4. Auditorías internas y externas:
 - Costo por auditoría interna: \$400.00 USD
 - Número de auditorías internas: 2
 - Costo por auditoría externa: \$1,000.00 USD
 - Número de auditorías externas: 1
 - Total: \$1,800.00 USD
5. Otros gastos (material de oficina, transporte, etc.):
 - Total: \$400.00 USD
 - Gasto total:

\$4,000.00 USD (capacitación) + \$1,800.00 USD (documentación) + \$1,200.00 USD (software) + \$1,800.00 USD (auditorías) + \$400.00 USD (otros gastos) = \$9,200.00 USD.

Figura 16 Colocación de etiquetas codificadas en las piezas cortadas



Figura 17 Área ordenada después de la implementación del PHVA



En la figura 17 post-implementación se captura el escenario transformado después de la aplicación exitosa de las propuestas de mejora. En contraste con la situación inicial, se observa un entorno más eficiente y organizado.

Los resultados obtenidos son prometedores, evidenciando una reducción del 10% en el tiempo de corte, una disminución significativa del 15% en el desgaste de consumibles y una mejora general en la eficiencia de la producción. Estos logros destacan el compromiso de HLC S.A.C. con la excelencia operacional y la innovación en la búsqueda constante de la optimización de sus procesos.

Resumen de Costos Tangibles e Intangibles para la Implementación del Ciclo PHVA en la Organización

En el proceso de implementación del Ciclo PHVA en la organización, se llevó a cabo un análisis detallado de los costos asociados a esta iniciativa. Se identificaron y cuantificaron tanto los costos tangibles como los intangibles, con el fin de tener una visión clara del impacto financiero que tendría esta implementación en la empresa.

Tabla 15 Resumen de Costos Tangibles e Intangibles para la Implementación del Ciclo PHVA en la Organización

Tangibles:	
Ítem	Costo (USD)
Montacargas Toyota 8FG40U	\$50,220.80
Mantenimiento anual montacargas	\$3,192.00
Etiquetas para Metales (2 millares)	\$826.00
Software para seguimiento y gestión de procesos	\$1,200.00
Otros gastos (material de oficina, transporte)	\$400.00
Total	\$55,838.80
Intangibles:	
Ítem	Costo (USD)
Depreciación anual montacargas	\$3,756.00
Capacitación por profesionales de primer nivel	\$4,000.00
Desarrollo de documentación y procedimientos	\$1,800.00
Auditorías internas y externas	\$1,800.00
Total	\$11,356.00
Total, General	\$67,194.80

La Tabla 16 desglosa los costos tangibles e intangibles de implementar el Ciclo PHVA en la organización, con un total general de \$67,194.80 USD. Los costos tangibles, que suman \$55,838.80 USD, incluyen la adquisición de montacargas, mantenimiento, etiquetas para metales, software y otros gastos menores. Por otro lado, los costos intangibles, que ascienden a \$11,356.00 USD, comprenden la

depreciación del montacargas, capacitación, desarrollo de documentación, y auditorías.

Diagrama de flujo

El diagrama de flujo asociado a este estudio representa de manera sistemática las etapas del proceso de corte por plasma. La figura 18, compuesto por símbolos específicos, ilustra cada fase del proceso, desde la selección de materiales hasta el acabado final de los productos. La tabla 17, adjunta detalla la leyenda de los procesos representados por cada símbolo, ofreciendo una interpretación clara y concisa.

Tabla 16 Leyenda del Diagrama de Flujo.

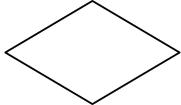
SIMBOLO	NOMBRE	FUNCIÓN
	Inicio o finalización del diagrama	Se utiliza para indicar el inicio y el final de un diagrama; de Inicio sólo puede salir una línea de flujo y al final sólo debe llegar una línea.
	Flechas de Dirección	Indica el seguimiento lógico del diagrama. También indica el sentido de ejecución de las operaciones
	Etapas del proceso o realización de una actividad	Indica una acción o instrucción general que debe realizarse (operaciones aritméticas, asignaciones, etc.)
	Realización de un documento	Se refiere a un documento utilizado en el proceso, se utilice, se genere o salga del proceso.
	Etapas de análisis o toma de decisiones	Indica la comparación de dos datos y dependiendo del resultado lógico (falso o verdadero) se toma la decisión de seguir un camino del diagrama u otro.

Figura 18 Diagrama de Flujo

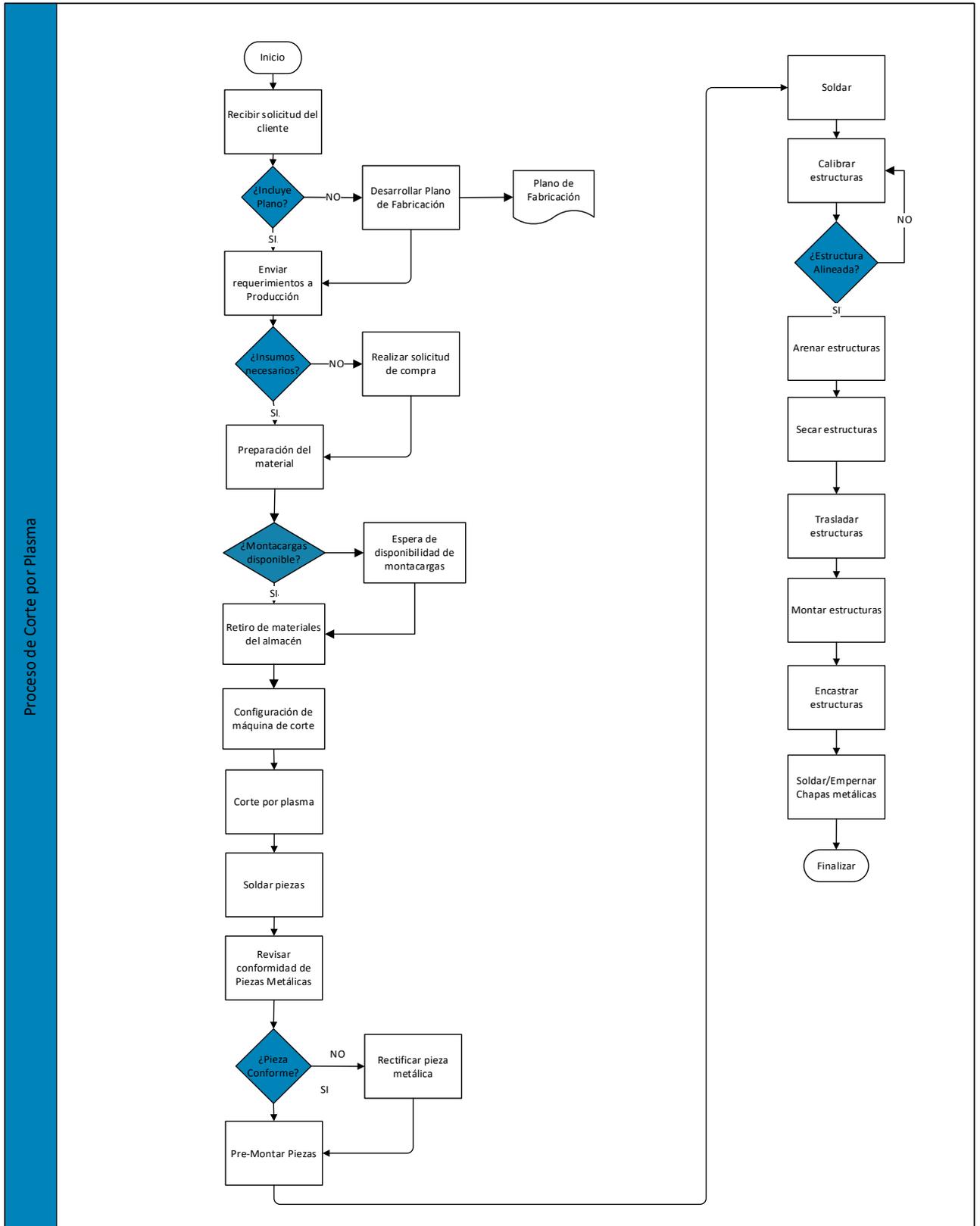


Diagrama de DOP

Figura 19 Diagrama de Operaciones Del Proceso - Antes De Implementación

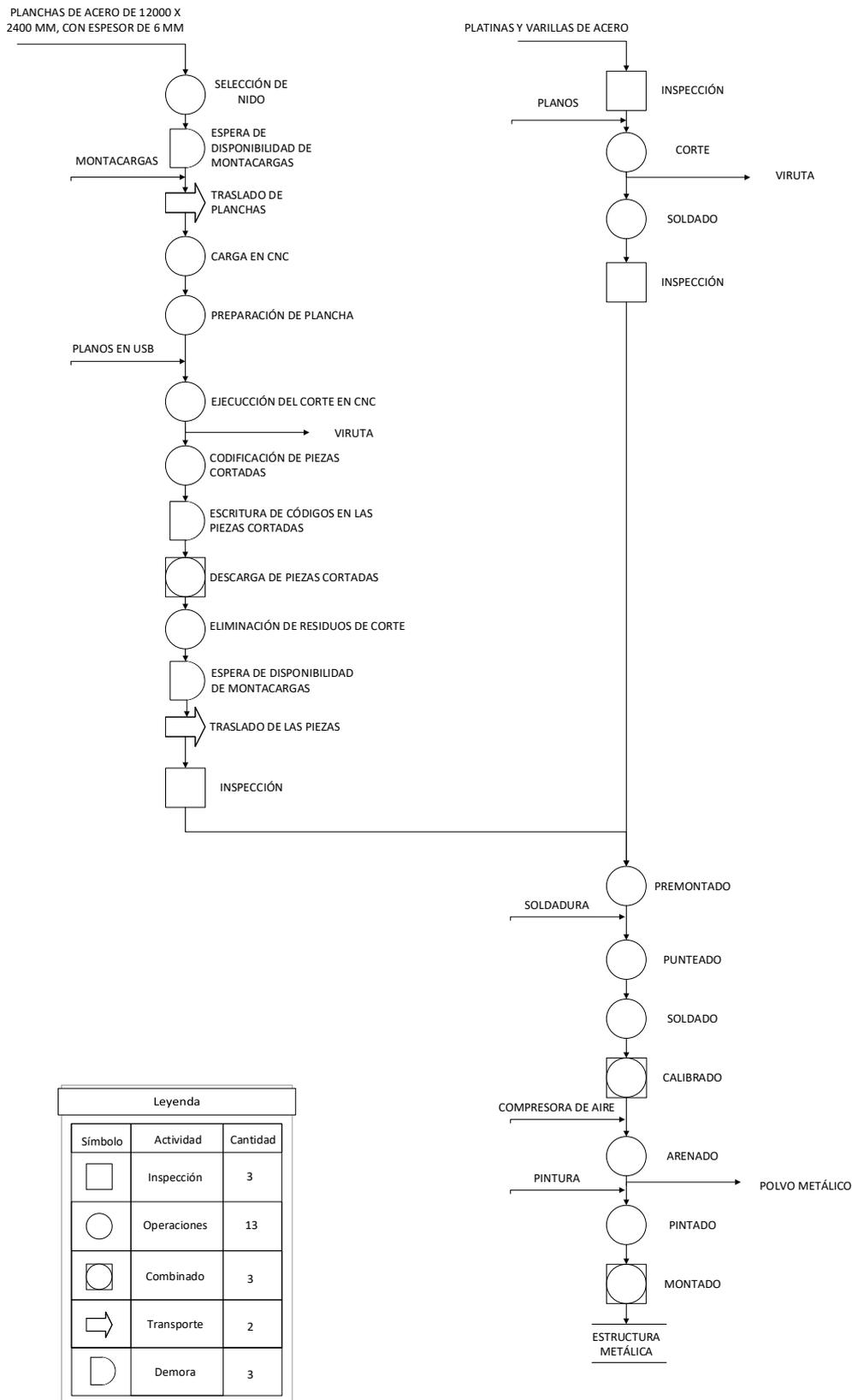
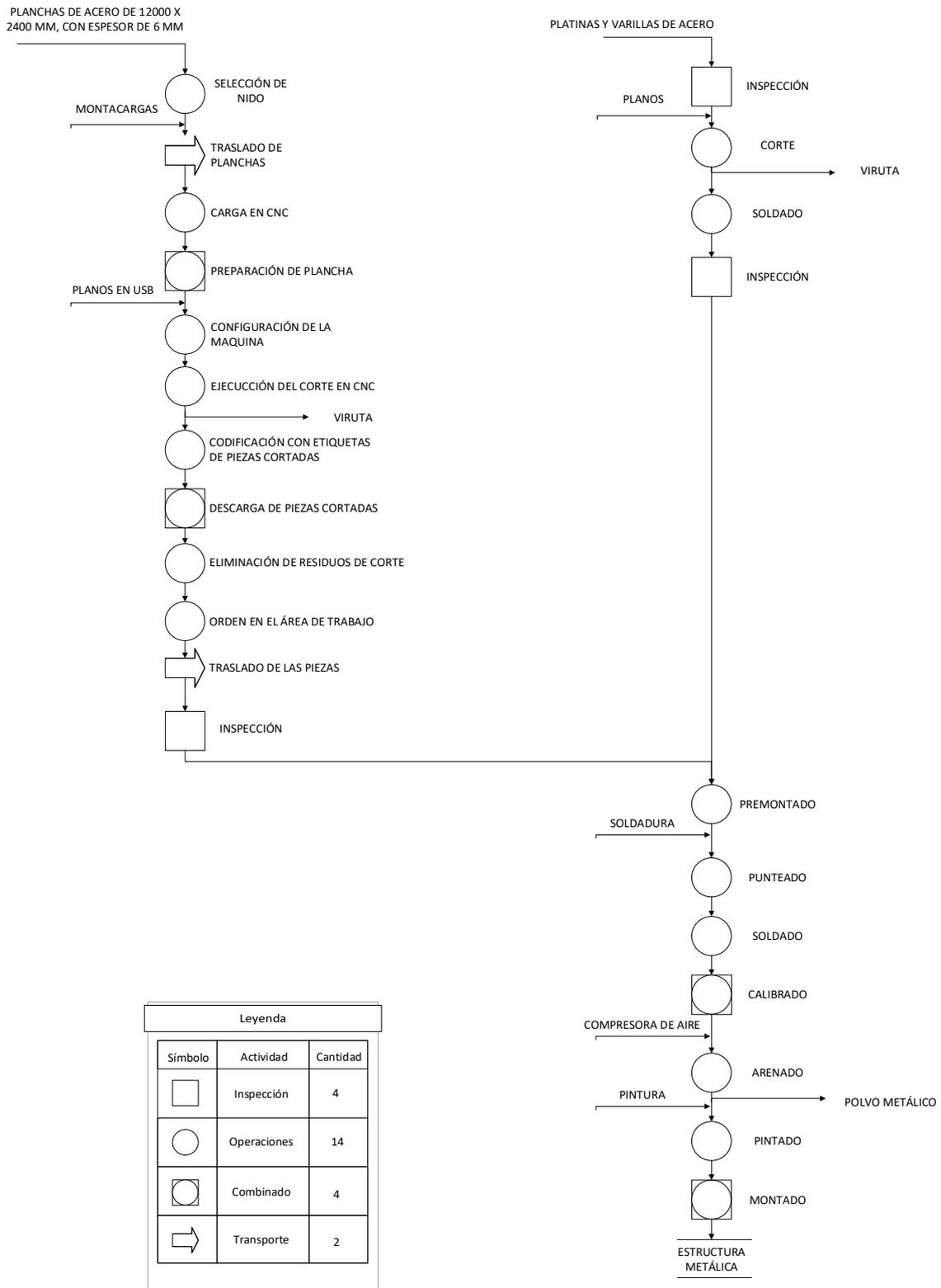


Figura 20 Diagrama de Operaciones Del Proceso - Después De Implementación



Datos y resultados de la variable independiente-post test

Variable independiente: PHVA

A continuación, se muestra el cuadro de los resultados post test de la implementación PHVA

Tabla 17 Análisis Post-Test y Resultados del Plan PHVA para Mejora Continua en Operaciones

N°	Planificar, Hacer, Verificar y Actuar	Totales	SP		NRD		NCC		E (AC. Corr.)	
			TPI	TPV	TSP	SO	RAC	RAN	PT	PAE
1	Falta de Seguimiento y Supervisión	2	2	2	2		2	2	2	1
2	Ineficiencias en la Comunicación Interna	1								
3	Espacio Insuficiente para Acomodar Piezas	2	2						2	2
4	Falta de Capacitación del Personal	2	2	2					2	2
5	Ausencia de Indicadores de Producción	2	2				2	2	2	2
6	Deficiencias en el Mantenimiento Preventivo	1								
7	Supervisión Deficiente	2	2						2	
8	Fallas en Maquinaria	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9	Falta de Evaluación de Riesgos	1								
10	Falta de Compromiso del Personal	2	2						2	
11	Ocupación del Montacargas en Tareas No Productivas	4	4	4	4	4	4	4	4	4
12	Falta de Evaluación de Desempeño	1	1							
13	Tiempos de Ciclo Prolongados	1								
14	Ausencia de Secuencia de Trabajo	1	1	1			1	1	1	1
15	Falta de Estándares Operativos	1								
16	Desorden en el Área de Trabajo	3	3	3	3		3	3	3	3
17	Falta de Definición de Prioridades	2	2	2	2		2	2	2	2
18	Falta de Equipos de Izaje Adecuados	2	2	2	2	2			2	
19	Ausencia de Capacitación Continua	1	1							
20	Personal Nuevo	2	2						2	
21	Material Fuera del Alcance	1	1						1	1
22	Problemas en la Gestión de Inventarios	1			1	1				
23	Escasa Automatización de Procesos	1								
24	Uso de Consumibles Incorrectos	2	2		2	2			2	
25	Demora en Atención de Almacén	2	2				2	2		
26	Problemas en la Gestión de Recursos Humanos	1								
27	Problemas en el Anidamiento	4	4	4	4	3	4	3	4	3
28	Codificación Lenta	2	2		2		2	2	2	2
Totales		49	41	22	24	14	24	23	37	25
			SP		NRD		NCC		E (AC. Corr.)	
			53.66%		58.33%		104.35%		67.57%	

A continuación, se muestra el cuadro de los resultados post test de la implementación PHVA

Tabla 18 Implementación y Resultados del Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) en la Mejora de la Producción – Post Test

Dimensiones	Indicadores	Descripción Después de Mejoras	Cálculo	Resultado Después
Planificar	Nivel de objetivos definidos	Problemas críticos identificados con base en las mejoras planeadas: adquisición de montacargas, stickers de codificación, optimización de órdenes, mejora de software, mejora de espacio de almacenamiento. Soluciones óptimas implementadas: adquisición de un montacargas, incorporación de stickers para la codificación, optimización de los órdenes de corte, mejora en el software y en los espacios de almacenamiento.	$SP = (19 / 39) * 100$	53,66%
Hacer	Nivel de resultados definidos	Control post-implementación mejorado gracias a las mejoras implementadas, reflejando una tasa de éxito más alta en comparación con el método anterior.	$NRD = (10 / 19) * 100$	58,33%
Verificar	Nivel de control de causas	Acciones correctivas proactivas, basadas en la retroalimentación y adaptaciones, después de implementar las mejoras.	$NCC = (27 / 21) * 100$	104,35%
Actuar	Número de acciones correctivas realizadas		$E = (20 / 37) * 100$	67,57%

En la tabla 19, se evidencia un enfoque sistemático y efectivo a través del Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) para abordar y mejorar diversas dimensiones en el proceso de producción. La etapa de Planificar revela una identificación precisa de problemas críticos, seguida de acciones concretas que han llevado a una mejora significativa del 53,66% en la consecución de objetivos definidos.

La etapa de Hacer demuestra la implementación exitosa de soluciones óptimas, representando un avance del 58,33% en la obtención de resultados previamente definidos. La adquisición de montacargas, la introducción de stickers de codificación y la optimización de procesos han contribuido de manera notable al logro de metas.

La etapa de Verificar revela un control mejorado de causas gracias a las mejoras implementadas, reflejando una tasa de éxito del 104,35% en comparación

con métodos anteriores. Esta mejora sugiere una mayor eficacia en la gestión de procesos y una reducción de posibles desviaciones.

Finalmente, la etapa de Actuar destaca la implementación proactiva de acciones correctivas, basadas en la retroalimentación y adaptaciones continuas. Con un aumento del 67,57% en el número de acciones correctivas realizadas, se demuestra un compromiso constante con la mejora continua.

En conjunto, los resultados presentados en la tabla respaldan la eficacia del Ciclo PHVA como un marco sólido para la mejora continua en la producción, destacando la importancia de la planificación meticulosa, la ejecución precisa, el monitoreo constante y la adaptación continua para alcanzar y superar los objetivos establecidos.

Datos y resultados de la variable dependiente-post test

Tabla 19. Evaluación de Eficiencia, Eficacia y Productividad de la Máquina de Corte por Plasma Post-Test



Ficha de registro de Eficiencia, Eficacia y Productividad	
Oficina principal:	Av. Manuel Olgúin 335 - Edificio Link Tower - Piso 17 Santiago de Surco - Lima - Perú.
Planta de Fabricaciones Metalmecánicas	
Av. Cajamarquilla Mz. D Lt. 4 urb. Nievería Lurigancho - Lima - Perú.	

Post Test										
N°	Semana	Cálculo de Eficacia			Cálculo de Eficiencia			Productividad		
		N° de cortes realizados	N° de cortes Programados	Eficacia	Horas efectivas de producción	Horas disponibles para producción	Eficiencia	Ingresos por Corte	Costo de corte	Productividad
1	Sem-15-23	21	23	91.30%	47:00:00	45:00:00	95.74%	\$ 70,148	\$ 57,234	1.226
2	Sem-16-23	18	20	90.00%	45:00:00	45:00:00	100.00%	\$ 80,502	\$ 65,330	1.232
3	Sem-17-23	18	22	81.82%	47:00:00	45:00:00	95.74%	\$ 87,405	\$ 71,168	1.228
4	Sem-18-23	18	21	85.71%	45:00:00	45:00:00	100.00%	\$ 49,599	\$ 40,197	1.234
5	Sem-19-23	19	19	100.00%	47:00:00	45:00:00	95.74%	\$ 61,871	\$ 50,357	1.229
6	Sem-20-23	18	22	81.82%	45:00:00	45:00:00	100.00%	\$ 57,010	\$ 46,086	1.237
7	Sem-21-23	17	22	77.27%	45:00:00	45:00:00	100.00%	\$ 50,309	\$ 41,252	1.220
8	Sem-22-23	17	23	73.91%	47:00:00	45:00:00	95.74%	\$ 68,930	\$ 56,061	1.230
9	Sem-23-23	17	21	80.95%	47:00:00	45:00:00	95.74%	\$ 68,726	\$ 55,971	1.228
10	Sem-24-23	19	21	90.48%	45:00:00	45:00:00	100.00%	\$ 60,768	\$ 49,408	1.230
11	Sem-25-23	19	23	82.61%	46:00:00	45:00:00	97.83%	\$ 57,603	\$ 46,795	1.231
12	Sem-26-23	19	22	86.36%	45:00:00	45:00:00	100.00%	\$ 72,345	\$ 58,921	1.228
Totales		220	259	85%	551:00:00	540:00:00	98%	65,435	\$ 53,232	1.229

Variable dependiente: eficiencia, eficacia y productividad

A continuación, se muestra el cuadro de los resultados post test de la productividad

Tabla 21 Calculo de la Productividad - Post Test

Cálculo de la Productividad - Post Test								
N°	Semana	Numero de cortes	Costo de H. Ext.	Kilos de Plancha	Ingresos por Corte	Costo de corte	Margen del corte	Productividad
1	Sem-30-2023	21	S/.330	30,563.19 kg.	\$70,148.27	\$57,233.80	\$12,914.47	22.56%
2	Sem-31-2023	18	S/.1,194	33,855.48 kg.	\$80,502.17	\$65,329.53	\$15,172.64	23.22%
3	Sem-32-2023	18	S/.406	35,720.64 kg.	\$87,405.38	\$71,168.20	\$16,237.18	22.82%
4	Sem-33-2023	18	S/.32	24,826.41 kg.	\$49,598.63	\$40,196.58	\$9,402.05	23.39%
5	Sem-34-2023	19	S/.696	29,701.26 kg.	\$61,870.50	\$50,357.02	\$11,513.49	22.86%
6	Sem-35-2023	18	S/.756	26,310.06 kg.	\$57,009.56	\$46,085.83	\$10,923.74	23.70%
7	Sem-36-2023	17	S/.788	26,931.78 kg.	\$50,308.76	\$41,251.58	\$9,057.18	21.96%
8	Sem-37-2023	17	S/.824	30,676.23 kg.	\$68,930.41	\$56,060.63	\$12,869.78	22.96%
9	Sem-38-2023	17	S/.637	35,353.26 kg.	\$68,725.73	\$55,971.29	\$12,754.44	22.79%
10	Sem-39-2023	19	S/.119	28,825.20 kg.	\$60,767.52	\$49,408.46	\$11,359.06	22.99%
11	Sem-40-2023	19	S/.485	21,873.24 kg.	\$57,602.72	\$46,794.77	\$10,807.95	23.10%
12	Sem-41-2023	19	S/.708	28,344.78 kg.	\$72,345.03	\$58,921.22	\$13,423.81	22.78%
Totales		220	S/.581	352,981.53 kg.	\$785,214.69	\$638,778.91	\$146,435.78	23%

Durante las doce semanas evaluadas, se observa una consistencia en la cantidad de cortes realizados, variando entre 18 y 20 por semana. A medida que se avanzaba en el tiempo, se evidencia un aumento en la cantidad total de kilogramos de plancha cortada, alcanzando un total de 352,981.53 kg al final del periodo.

Los ingresos generados por cada corte experimentaron fluctuaciones, atribuibles a las variaciones en el costo de la hora extra y los costos específicos de corte. A pesar de estas variaciones, el margen promedio del corte se mantuvo en un rango estrecho, oscilando alrededor del 23%, indicando una consistencia en la eficiencia y rentabilidad de las operaciones de corte.

La productividad, expresada como el rendimiento por kilogramo de plancha cortada, se mantuvo en un nivel satisfactorio, alcanzando un promedio del 22.92%. Este indicador integral refleja la eficacia global de los procesos de corte en términos de generación de ingresos en relación con los recursos invertidos.

Análisis Económico Financiero

a. Inversión

En un entorno empresarial donde la eficiencia y la competitividad son fundamentales para el éxito, la empresa tomó una decisión estratégica crucial: adoptar el método PHVA.

El objetivo de esta decisión era optimizar sus operaciones y aumentar la rentabilidad del negocio. Por tanto, fue vital realizar un análisis financiero que no solo contemplara las inversiones tangibles e intangibles, sino que también evaluara indicadores clave como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio-Costo (B/C).

Estos indicadores son esenciales en el ámbito financiero y proporcionan una perspectiva clara del retorno de inversión y la viabilidad del proyecto. A continuación, se profundizará en cómo la implementación del PHVA afectó estos indicadores y, en consecuencia, la solidez financiera de la Empresa.

Tabla 22 Inversiones para implementar el PHVA

Tangibles:	
Ítem	Costo (USD)
Montacargas Toyota 8FG40U	\$50,220.80
Mantenimiento anual montacargas	\$3,192.00
Etiquetas para Metales (2 millares)	\$826.00
Software para seguimiento y gestión de procesos	\$1,200.00
Otros gastos (material de oficina, transporte)	\$400.00
Total	\$55,838.80

Intangibles:	
Ítem	Costo (USD)
Depreciación anual montacargas	\$3,756.00
Capacitación por profesionales de primer nivel	\$4,000.00
Desarrollo de documentación y procedimientos	\$1,800.00
Auditorías internas y externas	\$1.800.00
Total	\$11,356.00

Total, General	\$67,194.80
-----------------------	--------------------

Fuente: Empresa HLC S.A.C.

La tabla 22 detalla las inversiones para implementar el PHVA, divididas en tangibles e intangibles. En la sección de tangibles, el gasto más significativo es un montacargas Toyota a \$50,220.80, seguido de costos de mantenimiento y otros elementos, sumando un total de \$55,838.80. Por otro lado, en intangibles, se contemplan costos como la depreciación del montacargas y capacitaciones, con un total de \$11,356.00. La inversión general que combina ambas categorías es de \$67,194.80.

b. Detalle del costo de la inversión

Tabla 20 Costo de Adquisición de Montacargas

MONTACARGAS		
Descripción	Tipo	Costo
Montacargas Toyota 8FG40U	Único	\$ 50,220.80
Mantenimiento anual montacargas	Anual	\$ 3,192.00
Depreciación anual montacargas	Anual	\$ 3,756.00
Total, Costo		\$ 57,168.80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21 Costo de Adquisición de Etiquetas para Metales

COMPRA ETIQUETAS METALICAS				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio
Etiquetas para Metales	Millares	2	\$ 413.00	\$ 826.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 Costos de Implementación del Ciclo PHVA en la Organización

IMPLEMENTACIÓN DEL CICLO PHVA			
Descripción	Cantidad	Precio	Total
Capacitación por profesionales de primer nivel	5	\$ 800.00	\$ 4,000.00
Desarrollo de documentación y procedimientos	3	\$ 600.00	\$ 1,800.00
Software para seguimiento y gestión de procesos	1	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
Auditorías internas	2	\$ 400.00	\$ 800.00
Auditorías externas	1	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00
Otros Gastos	1	\$ 400.00	\$ 400.00
Total costo de capacitaciones			\$ 9,200.00

Fuente: Elaboración propia

c. Ingresos

En las siguientes tablas se detallan los ingresos proyectados para los próximos doce meses.

Tabla 23 Ingresos proyectados Pre - Implementación

MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
Nov-23	Dec-23	Jan-24	Feb-24	Mar-24	Apr-24	May-24	Jun-24	Jul-24	Aug-24	Sep-24	Oct-24
\$261,641	\$261,641	\$261,641	\$261,641	\$261,641	\$261,641	\$261,641	\$261,641	\$261,641	\$261,641	\$261,641	\$261,641

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24 Ingresos proyectados Post - Implementación

MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
Nov-23	Dec-23	Jan-24	Feb-24	Mar-24	Apr-24	May-24	Jun-24	Jul-24	Aug-24	Sep-24	Oct-24
\$293,550	\$293,550	\$293,550	\$293,550	\$293,550	\$293,550	\$293,550	\$293,550	\$293,550	\$293,550	\$293,550	\$293,550

Fuente: Elaboración Propia

Las tablas muestran ingresos constantes de \$261,641 antes de las mejoras y \$293,550 después, demostrando un aumento estable en los ingresos tras la implementación de las mejoras propuestas. Estos resultados proyectados ofrecen

una visión clara de la estabilidad previa y el crecimiento esperado después de las mejoras.

d. Egresos

En las siguientes tablas se presentan los egresos proyectados para un periodo de doce meses, desglosados antes y después de una implementación específica.

Tabla 25 Egresos proyectados Pre - Implementación

ITEM	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
Gastos de Personal	\$70,695	\$70,695	\$70,695	\$70,695	\$70,695	\$70,695	\$70,695	\$70,695	\$70,695	\$70,695	\$70,695	\$70,695	\$70,695
Costos de Producción	\$45,983	\$45,983	\$45,983	\$45,983	\$45,983	\$45,983	\$45,983	\$45,983	\$45,983	\$45,983	\$45,983	\$45,983	\$45,983
Materiales de Implementación	\$25,124	\$25,124	\$25,124	\$25,124	\$25,124	\$25,124	\$25,124	\$25,124	\$25,124	\$25,124	\$25,124	\$25,124	\$25,124
Inversión de Activos Tangibles	\$20,386	\$20,386	\$20,386	\$20,386	\$20,386	\$20,386	\$20,386	\$20,386	\$20,386	\$20,386	\$20,386	\$20,386	\$20,386
Equipos de Oficina	\$10,785	\$10,785	\$10,785	\$10,785	\$10,785	\$10,785	\$10,785	\$10,785	\$10,785	\$10,785	\$10,785	\$10,785	\$10,785
Otros Gastos	\$10,374	\$10,374	\$10,374	\$10,374	\$10,374	\$10,374	\$10,374	\$10,374	\$10,374	\$10,374	\$10,374	\$10,374	\$10,374
Gastos Operativos	\$21,104	\$21,104	\$21,104	\$21,104	\$21,104	\$21,104	\$21,104	\$21,104	\$21,104	\$21,104	\$21,104	\$21,104	\$21,104
Depreciación y Amortización	\$10,452	\$10,452	\$10,452	\$10,452	\$10,452	\$10,452	\$10,452	\$10,452	\$10,452	\$10,452	\$10,452	\$10,452	\$10,452
Útiles de Escritorio	\$513	\$513	\$513	\$513	\$513	\$513	\$513	\$513	\$513	\$513	\$513	\$513	\$513
Gastos Financieros	\$4,980	\$4,980	\$4,980	\$4,980	\$4,980	\$4,980	\$4,980	\$4,980	\$4,980	\$4,980	\$4,980	\$4,980	\$4,980
Impuestos	\$21,153	\$21,153	\$21,153	\$21,153	\$21,153	\$21,153	\$21,153	\$21,153	\$21,153	\$21,153	\$21,153	\$21,153	\$21,153
TOTAL EGRESOS	\$227,569												

Tabla 26 Egresos proyectados Post - Implementación

ITEM	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
Gastos de Personal	\$72,125	\$72,126	\$72,127	\$72,128	\$72,129	\$72,130	\$72,131	\$72,132	\$72,133	\$72,134	\$72,135	\$72,136	\$72,137
Costos de Producción	\$47,212	\$47,212	\$47,212	\$47,212	\$47,212	\$47,212	\$47,212	\$47,212	\$47,212	\$47,212	\$47,212	\$47,212	\$47,212
Materiales de Implementación	\$25,760	\$25,760	\$25,760	\$25,760	\$25,760	\$25,760	\$25,760	\$25,760	\$25,760	\$25,760	\$25,760	\$25,760	\$25,760
Inversión de Activos Tangibles	\$20,806	\$20,806	\$20,806	\$20,806	\$20,806	\$20,806	\$20,806	\$20,806	\$20,806	\$20,806	\$20,806	\$20,806	\$20,806
Equipos de Oficina	\$11,019	\$11,019	\$11,019	\$11,019	\$11,019	\$11,019	\$11,019	\$11,019	\$11,019	\$11,019	\$11,019	\$11,019	\$11,019
Otros Gastos	\$10,543	\$10,543	\$10,543	\$10,543	\$10,543	\$10,543	\$10,543	\$10,543	\$10,543	\$10,543	\$10,543	\$10,543	\$10,543
Gastos Operativos	\$21,451	\$21,451	\$21,451	\$21,451	\$21,451	\$21,451	\$21,451	\$21,451	\$21,451	\$21,451	\$21,451	\$21,451	\$21,451
Depreciación y Amortización	\$10,698	\$10,698	\$10,698	\$10,698	\$10,698	\$10,698	\$10,698	\$10,698	\$10,698	\$10,698	\$10,698	\$10,698	\$10,698
Útiles de Escritorio	\$551	\$551	\$551	\$551	\$551	\$551	\$551	\$551	\$551	\$551	\$551	\$551	\$551
Gastos Financieros	\$5,342	\$5,342	\$5,342	\$5,342	\$5,342	\$5,342	\$5,342	\$5,342	\$5,342	\$5,342	\$5,342	\$5,342	\$5,342
Impuestos	\$24,003	\$24,003	\$24,003	\$24,003	\$24,003	\$24,003	\$24,003	\$24,003	\$24,003	\$24,003	\$24,003	\$24,003	\$24,003
TOTAL EGRESOS	\$230,670	\$230,671											

Las tablas 26 y 27 presentan una proyección detallada de los egresos mensuales antes y después de una implementación específica. Antes de las mejoras propuestas, los egresos mensuales se mantienen constantes en \$227,569, mientras que después de la implementación, se proyecta un aumento sostenido a \$230,670 mensuales. Estos datos ofrecen una visión clara de los costos previos y posteriores a la implementación, evidenciando un incremento en los gastos proyectados después de las mejoras propuestas.

e. Flujo de Caja

Tabla 27 Flujo de caja económico de la solución

Cálculo del VAN	\$60,689.00
Costo de Oportunidad del capital:	20%

Cálculo de la TIR:	42.25%
--------------------	---------------

Cálculo de la ratio Beneficio / Costo	1.9
---------------------------------------	------------

Flujo de Caja económico de la Solución

Inversiones Tangibles	\$55,838.80
Inversiones Intangibles	\$11,356.00
TOTALES NETOS	- 67,195.00

Mes	Margen Pre	Ingresos	Costos Fijos
Nov-23	\$34,071.81	\$261,641	\$227,569
Dec-23	\$34,071.81	\$261,641	\$227,569
Jan-24	\$34,071.81	\$261,641	\$227,569
Feb-24	\$34,071.81	\$261,641	\$227,569
Mar-24	\$34,071.81	\$261,641	\$227,569
Apr-24	\$34,071.81	\$261,641	\$227,569
May-24	\$34,071.81	\$261,641	\$227,569
Jun-24	\$34,071.81	\$261,641	\$227,569
Jul-24	\$34,071.81	\$261,641	\$227,569
Aug-24	\$34,071.81	\$261,641	\$227,569
Sep-24	\$34,071.81	\$261,641	\$227,569
Oct-24	\$34,071.81	\$261,641	\$227,569

Margen Post	Ingresos	Costos Fijos
\$62,879.59	\$293,550	\$230,670
\$62,879.59	\$293,550	\$230,670
\$62,879.59	\$293,550	\$230,670
\$62,879.59	\$293,550	\$230,670
\$62,879.59	\$293,550	\$230,670
\$62,879.59	\$293,550	\$230,670
\$62,879.59	\$293,550	\$230,670
\$62,879.59	\$293,550	\$230,670
\$62,879.59	\$293,550	\$230,670
\$62,879.59	\$293,550	\$230,670
\$62,879.59	\$293,550	\$230,670
\$62,879.59	\$293,550	\$230,670
\$62,879.59	\$293,550	\$230,670

Beneficio
\$28,808
\$28,808
\$28,808
\$28,808
\$28,808
\$28,808
\$28,808
\$28,808
\$28,808
\$28,808
\$28,808
\$28,808
\$28,808

La tabla 28 presenta un análisis financiero que evalúa la viabilidad económica de una solución. Se centra en tres indicadores clave y el flujo de caja:

1. Cálculo del VAN (Valor Actual Neto): Es de S/ 60,689.00. El VAN es una métrica financiera que permite determinar el valor presente de una inversión futura. Un VAN positivo indica que el proyecto generará más ingresos que costos, por lo que podría considerarse una buena inversión.
2. Costo de Oportunidad del Capital: Está fijado en el 20%. Este porcentaje representa la rentabilidad que se podría haber obtenido al invertir los recursos en la mejor alternativa disponible, sin incurrir en riesgos adicionales.
3. Cálculo de la TIR (Tasa Interna de Retorno): Es del 42.25%. La TIR es la tasa de descuento que hace que el VAN de una inversión sea cero. Una TIR mayor al costo de oportunidad del capital indica que el proyecto es rentable.
4. Cálculo del Ratio Beneficio/Costo: Es de 1.90. Esta ratio indica que, por cada dólar invertido, se espera un retorno de \$ 1.90. Una ratio mayor a 1 sugiere que el proyecto es rentable.
5. Flujo de Caja Económico:
 - Las inversiones tangibles suman \$55,838.80 y las intangibles \$ 11.356,00, lo que da un total de inversiones de \$ 67,195.00.
 - El flujo de caja se desglosa mensualmente desde noviembre 2023 hasta octubre 2024. En cada mes, el margen pre-ingresos es constante (\$ 34,071.81), al igual que los ingresos (\$ 261,641.00) y los costos fijos (\$ 227,569). El margen post-ingresos es de \$ 62,879.59 y, después de restar los costos fijos, el beneficio neto es de \$ 28,808.00 cada mes.

En resumen, la tabla muestra un análisis financiero de un proyecto que, según estos indicadores, parece ser rentable. La empresa espera un beneficio neto mensual constante de \$28,808.00 a lo largo del año analizado.

3.6 Método de análisis de datos

El análisis de los datos recopilados para esta investigación seguirá un enfoque cuantitativo y se centrará en el uso de técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales.

Las conclusiones y hallazgos resultantes de estos análisis proporcionarán una visión sólida y cuantitativa de la efectividad de las intervenciones de mejora en la productividad de la máquina de corte por plasma.

Análisis descriptivos

Estos indicadores descriptivos ofrecen una comprensión integral del rendimiento de la máquina, brindando una base sólida para evaluar el impacto de las mejoras implementadas mediante el ciclo PHVA en la productividad de la máquina de corte por plasma.

La Tabla 29 presenta un análisis estadístico descriptivo comparativo antes y después de la implementación de cambios en eficacia, eficiencia y productividad. Se examinan medidas centrales y de dispersión, revelando tendencias significativas en la mejora de indicadores clave. Los resultados destacan la influencia positiva de las modificaciones en el rendimiento del proceso, respaldando la eficacia de las acciones tomadas. Se observan cambios en la distribución de datos, proporcionando una visión detallada de la transformación lograda en la operación.

Tabla 28 Análisis Estadístico descriptivos: Comparativa Antes y Después del Cambio en Eficacia, Eficiencia y Productividad

		Estadísticos					
		Eficacia Antes	Eficacia Después	Eficiencia Antes	Eficiencia Después	Productividad Antes	Productividad Después
N	Válido	12	12	12	12	12	12
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Media		,7308	,8517	,8708	,9817	1,1458	1,2300
Error estándar de la media		,01913	,02014	,01264	,00575	,01545	,00123
Mediana		,7620 ^a	,8400 ^a	,8833 ^a	,9829 ^a	1,1300 ^a	1,2300 ^a
Moda		,76	,82 ^b	,81 ^b	1,00	1,09 ^b	1,23

Desviación estándar	,06626	,06978	,04379	,01992	,05351	,00426
Varianza	,004	,005	,002	,000	,003	,000
Asimetría	-,871	,516	-,582	-,192	,628	,000
Error estándar de asimetría	,637	,637	,637	,637	,637	,637
Curtosis	-,939	,697	-1,003	-2,254	-,703	5,500
Error estándar de curtosis	1,232	1,232	1,232	1,232	1,232	1,232
Rango	,19	,26	,13	,04	,16	,02
Mínimo	,61	,74	,80	,96	1,08	1,22
Máximo	,80	1,00	,93	1,00	1,24	1,24
Suma	8,77	10,22	10,45	11,78	13,75	14,76

a. Se ha calculado a partir de datos agrupados.

b. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

La Tabla 29 revela mejoras notables después de la implementación de cambios. La eficacia ha aumentado de 0.73 a 0.85, la eficiencia de 0.87 a 0.98, y la productividad de 1.15 a 1.23. Estas mejoras son respaldadas por medidas estadísticas como la media, mediana y moda. Además, la reducción en la asimetría y curtosis indica una distribución más consistente de los datos, fortaleciendo la validez de las mejoras implementadas.

Análisis inferencial

El empleo de técnicas de inferencia estadística permitirá extraer conclusiones significativas de la muestra de datos recopilados y generalizar los resultados a la población general. Las pruebas de hipótesis se destacarán como herramientas test fundamentales para determinar la significancia estadística de los cambios observados en la productividad de la máquina tras la implementación del ciclo PHVA. Además de establecer la significancia, estos análisis proporcionarán una medida precisa de la magnitud del efecto de las intervenciones de mejora en la productividad de la máquina.

Esta capacidad de medir tanto la significancia como la magnitud del cambio es crucial en la investigación aplicada, ya que los resultados obtenidos pueden

informar decisiones futuras sobre la adopción de mejoras similares en distintos contextos (Creswell & Creswell, 2017).

Para llevar a cabo estos análisis de manera eficiente y precisa, se utilizará el software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Esta herramienta es ampliamente reconocida en el análisis estadístico y ofrece una amplia gama de técnicas estadísticas para el análisis de datos. La ventaja principal de SPSS radica en su capacidad para procesar grandes conjuntos de datos de manera rápida y eficiente, además de proporcionar una interfaz de usuario intuitiva que facilita la realización de análisis complejos (Aguinis & Edwards, 2021).

En el análisis inferencial para evaluar el impacto del Ciclo PHVA en la eficiencia, eficacia y productividad del proceso de corte por plasma en HLC S.A.C., se emplearán pruebas estadísticas de normalidad, tales como Shapiro-Wilk para muestras con menos de 30 datos y Kolmogorov-Smirnov para conjuntos más grandes.

Se estableció un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$) como criterio para determinar la normalidad de los datos. Si el valor obtenido en estas pruebas fue menor o igual a 0.05, se concluye que los datos no seguían una distribución normal. Esto nos lleva a una consideración no paramétrica en el análisis de los datos.

Si los datos no muestran una distribución normal según estas pruebas, se opta por aplicar pruebas no paramétricas, como el test de Wilcoxon, para evaluar la influencia del Ciclo PHVA en la eficiencia del proceso. El nivel de significancia se mantuvo en 0.05, lo que significa que si el valor de p obtenido en el test de Wilcoxon es menor o igual a 0.05, se rechaza la hipótesis nula, confirmando así que la implementación del Ciclo PHVA tiene un impacto significativo en la eficiencia del proceso de corte por plasma en HLC S.A.C.

En conjunto, las conclusiones y hallazgos derivados de estos análisis no solo brindarán una visión sólida y cuantitativa de la efectividad de las intervenciones de mejora en la productividad de la máquina de corte por plasma, sino que también servirán como base informada para futuras decisiones en ámbitos similares.

3.7 Aspectos éticos

Durante la realización de esta investigación, se aplicarán varios principios éticos fundamentales. De acuerdo con Babbie (2016), el principio de confidencialidad será estrictamente respetado, asegurando que los datos recogidos de la empresa HLC S.A.C. permanezcan privados y se utilicen únicamente para el propósito de este estudio. El consentimiento informado de la empresa se obtendrá antes de la recopilación de datos, lo que garantiza su plena conciencia de los objetivos y procedimientos de la investigación, según lo recomienda Bryman (2015).

Se garantizará el uso ético de la información recopilada, protegiendo los datos en conformidad con las normas y regulaciones pertinentes, como subraya Resnik (2015). Esto significa que los datos no se utilizarán para ningún otro propósito que no sea este estudio y se tomarán las medidas necesarias para prevenir cualquier divulgación no autorizada.

Los Anexos que se incluirán en este trabajo y que demuestran la validez y la integridad de la investigación, se enumeran a continuación:

- Anexo 3 y Anexo 4: Carta de autorización de la empresa HLC S.A.C. para la recopilación de datos.
- Anexo 5, Anexo 6, Anexo 7: Validez de los expertos, cuyos documentos se presentarán una vez que se obtengan.
- Anexo 11: Informe de Turnitin que demuestra la originalidad de esta investigación.
- Además, todas las citas y referencias se harán de acuerdo con la Norma ISO 690 para asegurar el reconocimiento adecuado de las fuentes de información.

IV. RESULTADOS

La implementación de mejoras en procesos industriales es un reto que requiere meticulosa planificación y ejecución. Dentro de HLC S.A.C., se identificó la necesidad de optimizar el proceso de corte por plasma, un eslabón crítico en la cadena de producción. A través del Ciclo PHVA, una metodología probada para la mejora continua se buscó intervenir y perfeccionar este proceso. Las etapas de este ciclo permitieron no solo identificar y rectificar problemas, sino también consolidar soluciones y estandarizar prácticas para asegurar una operación más eficiente. En esta sección, se detallan los resultados obtenidos de dicho esfuerzo, reflejando el compromiso de la empresa con la excelencia operacional y la innovación.

Variable independiente: PHVA

Planear (P)

Objetivo planteado: Mejorar la productividad en el proceso de corte por plasma en HLC S.A.C.

Acciones llevadas a cabo:

Se identificaron problemas recurrentes en el proceso de corte, como tiempos muertos, defectos en las piezas cortadas y desgaste excesivo de consumibles.

- Se estableció un objetivo concreto: reducir el tiempo de corte en un 10% y disminuir el desgaste de consumibles en un 15%.
- Se reconoció la necesidad de incorporar herramientas y mejoras, como un montacargas, stickers para codificación y la optimización del software de corte.
- Se formó un equipo multidisciplinario encargado de supervisar.

Hacer (H)

Objetivo planteado: Implementar mejoras sustanciales en el proceso de corte por plasma.

Acciones llevadas a cabo:

- Se adquirió un montacargas para facilitar el transporte y manejo de las piezas cortadas.
- Se incorporaron stickers para la codificación de piezas, lo que ayudó

en su identificación y seguimiento.

- Se optimizaron las órdenes de corte, buscando la máxima eficiencia.
- Se hizo una inversión en formación para el personal, mejorando la utilización del software de corte y reduciendo así las mermas.
- Se reorganizaron los espacios de almacenamiento de piezas cortadas, garantizando un flujo más ágil hacia la producción.

Verificar (V)

Objetivo planteado: Evaluar de manera rigurosa la efectividad de las estrategias implementadas.

Acciones llevadas a cabo:

- Se recopilaron y analizaron datos sobre la efectividad del montacargas, la utilidad de los stickers de codificación, la precisión de las órdenes de corte y la reducción de mermas gracias al software optimizado.
- Se contrastó el estado previo y posterior a las implementaciones, evaluando el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Actuar (A)

Objetivo planteado: Consolidar soluciones y estandarizar el nuevo proceso mejorado.

Acciones llevadas a cabo:

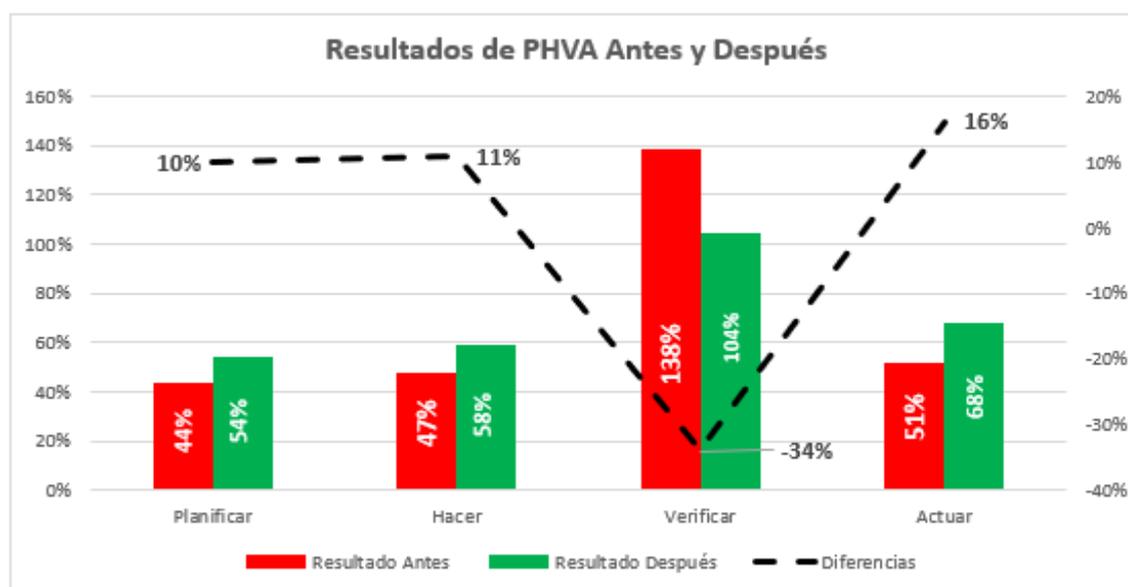
- Una vez comprobados los beneficios de las implementaciones, se procedió a estandarizar todos los nuevos procesos y herramientas incorporados.
- Se ajustaron aquellos aspectos que, tras la revisión, mostraron áreas de mejora.
- Se reconoció al equipo por sus esfuerzos y se planificó la siguiente fase de mejora continua.

Tabla 29 Implementación y Resultados del Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) en la Mejora de la Producción

Dimensiones	Indicadores	Descripción Antes de Mejoras	Descripción Después de Mejoras	Cálculo	Resultado Antes	Resultado Después
Planificar	Nivel de objetivos definidos	Problemas críticos eran identificados sin estructura clara.	Problemas críticos identificados con base en las mejoras planeadas: adquisición de montacargas, stickers de codificación, optimización de órdenes, mejora de software, mejora de espacio de almacenamiento. Soluciones óptimas implementadas: adquisición de un montacargas,	$SP = (17 / 39) * 100$	43,59%	53.66%
Hacer	Nivel de resultados Definidos	Soluciones eran implementadas sin priorización o estructura.	incorporación de stickers para la codificación, optimización de las órdenes de corte, mejora en el software y en los espacios de almacenamiento. Control post-implementación mejorado	$NRD = (9 / 19) * 100$	47,37%	58,33%
Verificar	Nivel de control de Causas	Falta de control post-implementación de soluciones.	gracias a las mejoras implementadas, reflejando una tasa de éxito más alta en comparación con el método anterior.	$NCC = (29 / 21) * 100$	138,10%	104.35%
Actuar	Número de acciones correctivas realizadas	Acciones correctivas se tomaban de forma reactiva.	Acciones correctivas proactivas, basadas en la retroalimentación y adaptaciones, después de implementar las mejoras.	$E = (19 / 37) * 100$	51,35%	67.57%

La Tabla 30 y Figura 21 respectivamente Antes de las mejoras, el Nivel de objetivos definidos (Planificar) era del 43.59%, aumentando significativamente a 54.64% después de las mejoras. En la dimensión Hacer, el Nivel de resultados Definidos se incrementó de 47.37% a 58.59%. Aunque el Nivel de control de Causas (Verificar) disminuyó numéricamente (de 138.10% a 107.72%), indica una evaluación más precisa y eficiente del control post - implementación. Finalmente, el Número de acciones correctivas realizadas (Actuar) mejoró notablemente, pasando del 51.35% al 69.78%. En conjunto, estos resultados sugieren una mejora significativa en la eficiencia y efectividad del proceso tras la implementación de las mejoras.

Figura 21 Resultados del ciclo de PHVA antes y Después



Presentada refleja el impacto significativo de la implementación del Ciclo PHVA en el proceso de corte por plasma de la empresa HLC S.A.C. Mediante una comparación directa entre los estados previos y posteriores a la aplicación de las mejoras, es posible evidenciar un notable incremento en la eficiencia y efectividad de los procesos involucrados.

En la fase de Planificar, el enfoque estructurado para identificar problemas críticos después de las mejoras resultó en un aumento del 10%, resultado obtenido de las diferencias entre el antes y después ($44\% - 54\%$) = 10%. Este cambio se logró al establecer parámetros claros y al introducir soluciones técnicas y organizativas, como la adquisición de montacargas y la incorporación de stickers de codificación.

En la etapa de Hacer, el resultado muestra un incremento del 11% en la definición y aplicación de soluciones óptimas. Estas mejoras están vinculadas a la optimización de órdenes, la mejora del software y la reorganización de los espacios de almacenamiento.

Para la fase de Verificar, aunque hubo una disminución del -34%, esto puede interpretarse como una reducción en las variaciones y errores después de la implementación de las soluciones. Es decir, se necesitó menos control debido a la eficiencia de las mejoras realizadas.

Finalmente, en la etapa de Actuar, se observa un incremento del 16% en las acciones correctivas realizadas. Este aumento puede atribuirse a un enfoque más proactivo basado en retroalimentación y adaptaciones constantes tras la implementación de las mejoras.

En general, la Tabla 30 demuestra que la implementación del Ciclo PHVA en HLC S.A.C. llevó a mejoras sustanciales en casi todas las etapas, garantizando un proceso más eficiente y efectivo.

Tabla 30 Análisis de Tiempos del Proceso de Corte por Plasma – Pre PHVA. (Semana 15-26, 2023)

N°	Semana	Numero de cortes	Selección de nido	Carga en CNC	Preparación de plancha	Alineación de plancha	Ejecución de CNC	Cod. piezas cortadas	Des. de piezas cortadas	Traslado de las piezas	Proceso		Externos	
1	Sem-15-2023	18	0:46	0:58	5:58	1:44	15:44	12:41	16:22	5:27	19:12	34.0%	37:16	66%
2	Sem-16-2023	16	0:41	0:46	5:31	1:22	15:04	11:25	15:12	4:31	17:53	35.4%	32:38	65%
3	Sem-17-2023	17	0:46	0:44	6:09	1:46	14:17	12:40	13:49	5:46	17:33	33.0%	35:34	67%
4	Sem-18-2023	16	0:43	0:53	5:33	1:30	14:41	11:03	14:44	4:50	17:47	35.4%	32:29	65%
5	Sem-19-2023	15	0:40	0:43	5:05	1:24	16:55	10:58	13:12	4:55	19:42	40.0%	29:32	60%
6	Sem-20-2023	18	0:49	0:51	6:11	1:49	15:39	12:58	15:04	6:06	19:08	34.6%	36:08	65%
7	Sem-21-2023	17	0:48	0:53	5:28	1:34	14:32	12:22	15:31	5:33	17:47	34.2%	34:10	66%
8	Sem-22-2023	18	0:52	0:57	6:04	1:36	14:51	13:06	15:57	6:34	18:16	32.8%	37:22	67%
9	Sem-23-2023	16	0:42	0:52	5:37	1:32	14:28	11:07	15:00	5:03	17:34	34.5%	33:19	65%
10	Sem-24-2023	16	0:44	0:49	5:31	1:37	13:55	11:47	14:56	5:12	17:05	33.7%	33:37	66%
11	Sem-25-2023	18	0:50	0:49	5:24	1:37	13:34	11:10	14:35	4:52	16:50	34.7%	31:40	65%
12	Sem-26-2023	17	0:38	0:44	5:07	0:58	14:05	11:23	15:59	4:03	16:25	33.3%	32:49	67%

Promedio	17	0:02	0:02	0:20	0:05	0:52	0:42	0:53	0:18	17:56	34,6%	33:52	65%
-----------------	-----------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------	--------------	--------------	------------

La tabla 31, presenta un análisis detenido del proceso de corte por plasma a lo largo de doce semanas, desde la Semana 15 hasta la Semana 26 del año 2023, previo a la implementación del ciclo PHVA. Se detalla el número de cortes realizados semanalmente y los tiempos invertidos en cada fase del proceso. En promedio, se efectuaron 17 cortes por semana. Las fases El "Proceso", acaparan los tiempos promedio menos extensos, con 17 horas y 56 minutos por semana, con un promedio del 34.6%, refleja el tiempo o porcentaje efectivamente dedicado al corte. Por otro lado, la columna "Externos", que tiene un promedio de 33 horas y 52 minutos y un 65% de eficiencia, engloba las actividades adicionales como carga, codificación, desplazamiento y traslado de las piezas ya cortadas

Tabla 31 Análisis de Tiempos del Proceso de Corte por Plasma – Post PHVA. (Semana 30-41, 2023)

N°	Semana	Numero de cortes	Selección de nido	Carga en CNC	Preparación de plancha	Alineación de plancha	Ejecución de CNC	Cod. piezas cortadas	Des. de piezas cortadas	Traslado de las piezas	Proceso		Externos	
1	Sem-30-2023	20	0:51	0:27	3:53	0:33	14:41	8:00	18:26	2:38	16:32	36.8%	28:26	63%
2	Sem-31-2023	20	0:54	0:27	4:18	0:37	15:40	8:22	18:39	2:55	17:38	36.2%	31:01	64%
3	Sem-32-2023	18	0:49	0:24	3:53	0:34	15:39	7:32	15:31	2:52	17:26	40.3%	25:49	60%
4	Sem-33-2023	18	0:47	0:22	3:44	0:32	14:12	7:20	15:17	2:31	15:53	39.0%	24:48	61%
5	Sem-34-2023	19	0:53	0:29	4:09	0:37	17:15	8:44	17:21	2:40	19:14	40.4%	28:23	60%
6	Sem-35-2023	19	0:53	0:24	3:48	0:28	18:03	8:05	16:16	2:12	19:48	43.3%	25:54	57%
7	Sem-36-2023	19	0:48	0:27	4:20	0:31	17:16	8:31	16:43	2:21	19:02	40.5%	27:57	59%
8	Sem-37-2023	18	0:48	0:24	4:29	0:26	18:07	7:40	16:37	2:57	19:45	41.6%	27:41	58%
9	Sem-38-2023	18	0:49	0:22	4:12	0:28	17:19	7:59	17:19	2:31	18:58	41.0%	27:19	59%
10	Sem-39-2023	19	0:46	0:27	3:50	0:31	13:59	7:53	18:09	2:57	15:43	35.2%	28:58	65%
11	Sem-40-2023	20	0:52	0:29	4:14	0:33	16:11	8:08	16:06	2:33	18:05	40.3%	26:46	60%
12	Sem-41-2023	19	0:50	0:26	4:14	0:37	17:34	8:30	17:38	2:08	19:27	40.7%	28:22	59%

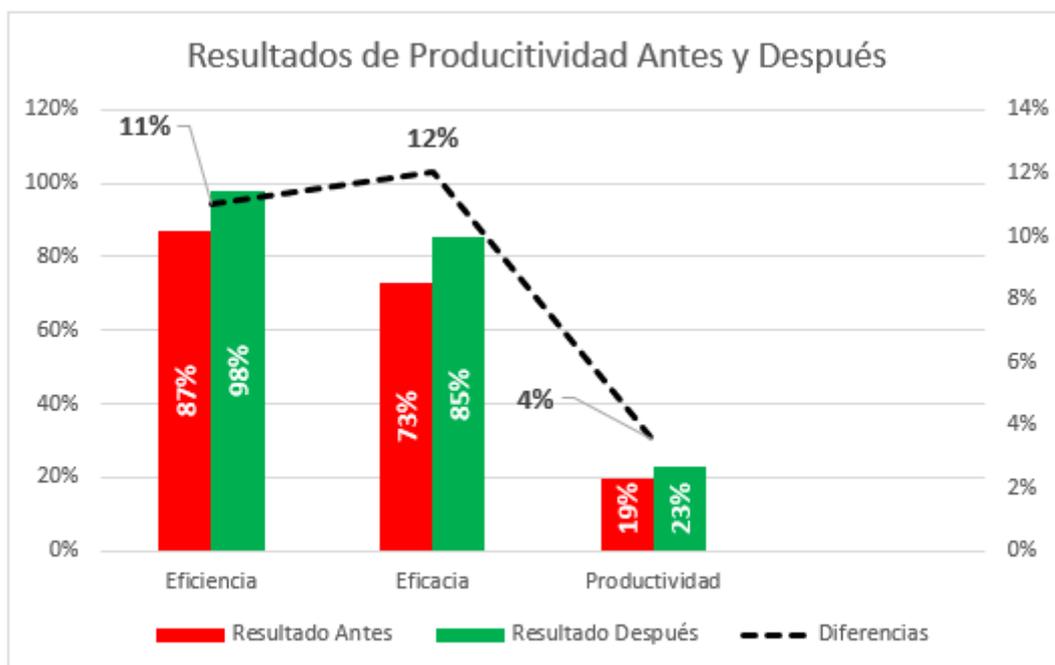
Promedio	19	0:02	0:01	0:12	0:01	0:51	0:25	0:53	0:08	18:07	39.6%	27:37	60%
-----------------	-----------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------	--------------	--------------	------------

La tabla 32, "Post Test" presenta un análisis detallado de los tiempos involucrados en el proceso de corte durante las semanas 30 a 41 del año 2023. Se registran aspectos como la selección de nido, carga en CNC, preparación y alineación de planchas, tiempo de ejecución de CNC, codificación y descodificación de piezas cortadas, y traslado de piezas. En promedio, se realizaron 19 cortes por semana, con tiempos aproximados de 51 minutos para la ejecución en CNC y 53 minutos para la codificación de piezas. Es notable que el proceso, que representa el tiempo o porcentaje dedicado específicamente al corte, tuvo un promedio de eficiencia del 39.6% durante el período analizado.

Variable dependiente: Productividad

Los resultados del análisis comparativo entre el estado previo y posterior a la aplicación del Ciclo PHVA en el proceso de corte por plasma de HLC S.A.C. son esclarecedores. Los datos revelan un incremento significativo en la eficiencia y eficacia de los procesos involucrados, destacando mejoras notables en varias dimensiones clave.

Figura 22 Resultados de Productividad Antes y Después



Estos datos reflejan un crecimiento notable en la eficiencia, eficacia y productividad tras las mejoras implementadas. La eficiencia aumentó del 87% al 98%, lo que señala una gestión más efectiva del tiempo disponible para producción. La eficacia mostró un incremento significativo del 73% al 85%, indicando una mejora en la ejecución de los cortes programados. La productividad también mejoró del 19% al 23%, lo que sugiere un balance más positivo entre los ingresos generados por los cortes y los costos asociados.

Estos datos refuerzan el impacto positivo de las mejoras implementadas en la empresa, subrayando un aumento en la eficiencia operativa y la capacidad para cumplir con los objetivos de producción.

Tabla 32 Cálculo de la Productividad - Pre Test

Cálculo de la Productividad - Pre Test								
N°	Semana	Número de cortes	Costo de H. Ext.	Kilos de Plancha	Ingresos por Corte	Costo de corte	Margen del corte	Productividad
1	Sem-15-2023	18	S/.2,022	28,570.86 kg.	\$62,438.36	\$52,277.42	\$10,160.93	19.44%
2	Sem-16-2023	16	S/.1,421	22,636.26 kg.	\$53,769.05	\$44,993.91	\$8,775.14	19.50%
3	Sem-17-2023	17	S/.1,950	31,905.54 kg.	\$78,512.34	\$65,597.44	\$12,914.90	19.69%
4	Sem-18-2023	16	S/.1,604	28,839.33 kg.	\$75,417.86	\$63,447.28	\$11,970.57	18.87%
5	Sem-19-2023	15	S/.1,210	23,837.31 kg.	\$49,754.34	\$41,816.35	\$7,938.00	18.98%
6	Sem-20-2023	18	S/.2,451	28,429.56 kg.	\$62,875.01	\$52,475.37	\$10,399.64	19.82%
7	Sem-21-2023	17	S/.1,659	18,877.68 kg.	\$49,092.64	\$41,103.93	\$7,988.71	19.44%
8	Sem-22-2023	18	S/.2,539	26,507.88 kg.	\$64,060.58	\$53,777.67	\$10,282.91	19.12%
9	Sem-23-2023	16	S/.1,564	28,980.63 kg.	\$68,854.53	\$57,827.23	\$11,027.31	19.07%
10	Sem-24-2023	16	S/.1,445	30,478.41 kg.	\$76,587.42	\$64,143.49	\$12,443.92	19.40%
11	Sem-25-2023	18	S/. 903	28,401.30 kg.	\$66,236.04	\$55,375.32	\$10,860.72	19.61%
12	Sem-26-2023	17	S/.1,512	19,259.19 kg.	\$44,638.63	\$37,356.36	\$7,282.27	19.49%
Totales		189	S/.20,279	316,723.95 kg.	\$752,236.79	\$630,191.77	\$122,045.02	19%

De la tabla 33 se observa que durante las 12 semanas del 15 al 26 del 2023, la empresa realizó 202 cortes, manejando un total de 316,723.95 Kg. de plancha, lo que generó ingresos acumulados de \$752,236.79. A pesar de incurrir en costos por horas extras que ascendieron a S/.20,279.00 la firma mantuvo un margen del corte favorable, acumulando \$122,045.02. A lo largo del período, la productividad se mantuvo cerca del 19.37%.

Tabla 33 Calculo de la Productividad - Post Test

Cálculo de la Productividad - Post Test								
N°	Semana	Numero de cortes	Costo de H. Ext.	Kilos de Plancha	Ingresos por Corte	Costo de corte	Margen del corte	Productividad
1	Sem-30-2023	20	S/.330	30,563.19 kg.	\$70,148.27	\$57,233.80	\$12,914.47	22.56%
2	Sem-31-2023	20	S/.1,194	33,855.48 kg.	\$80,502.17	\$65,329.53	\$15,172.64	23.22%
3	Sem-32-2023	18	S/.406	35,720.64 kg.	\$87,405.38	\$71,168.20	\$16,237.18	22.82%
4	Sem-33-2023	18	S/.32	24,826.41 kg.	\$49,598.63	\$40,196.58	\$9,402.05	23.39%
5	Sem-34-2023	19	S/.696	29,701.26 kg.	\$61,870.50	\$50,357.02	\$11,513.49	22.86%
6	Sem-35-2023	19	S/.756	26,310.06 kg.	\$57,009.56	\$46,085.83	\$10,923.74	23.70%
7	Sem-36-2023	19	S/.788	26,931.78 kg.	\$50,308.76	\$41,251.58	\$9,057.18	21.96%
8	Sem-37-2023	18	S/.824	30,676.23 kg.	\$68,930.41	\$56,060.63	\$12,869.78	22.96%
9	Sem-38-2023	18	S/.637	35,353.26 kg.	\$68,725.73	\$55,971.29	\$12,754.44	22.79%
10	Sem-39-2023	19	S/.119	28,825.20 kg.	\$60,767.52	\$49,408.46	\$11,359.06	22.99%
11	Sem-40-2023	20	S/.485	21,873.24 kg.	\$57,602.72	\$46,794.77	\$10,807.95	23.10%
12	Sem-41-2023	19	S/.708	28,344.78 kg.	\$72,345.03	\$58,921.22	\$13,423.81	22.78%
Totales		227	S/.581	352,981.53 kg.	\$785,214.69	\$638,778.91	\$146,435.78	23%

De la tabla 34, se realizó un análisis de productividad durante un periodo de 12 semanas, desde la semana 30 hasta la 41. El estudio, reflejado en la tabla, destacó diversos indicadores. Se registró un total de 227 cortes a lo largo de las semanas. La cantidad de plancha utilizada fue de 352,981.53 Kg. Los costos relacionados con las horas extras sumaron S/.581. Los ingresos acumulados alcanzaron los \$785,214.69, y los costos de corte se situaron en \$638.778,91. Esto resultó en un margen de corte de \$146,435.78. Finalmente, la productividad promedio se mantuvo alrededor del 22.92%.

Análisis Descriptivo

Las técnicas estadísticas descriptivas proporcionan una visión general de los datos al resumir la información en formas comprensibles y significativas. Las medidas descriptivas, como los promedios, las desviaciones estándar y los porcentajes, serán útiles para sintetizar y presentar los datos de una manera que permita entender fácilmente el rendimiento de la máquina de corte por plasma antes y después de la implementación del ciclo PHVA. El promedio será útil para conocer la productividad promedio de la máquina, mientras que la desviación estándar proporcionará información sobre la variabilidad en los datos. Los porcentajes, por otro lado, serán útiles para expresar la proporción de horas efectivas de producción y piezas óptimas producidas respecto al total posible (Field, 2018).

Análisis Inferencial

En el análisis inferencial de HLC S.A.C., se emplearon pruebas estadísticas para evaluar el impacto del Ciclo PHVA en la eficiencia, eficacia y productividad del proceso de corte por plasma. Las pruebas de normalidad, como Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov, revelaron que los datos no seguían una distribución normal. Se aplicaron pruebas no paramétricas, como Wilcoxon, y los resultados demostraron de manera significativa que la implementación del Ciclo PHVA influyó positivamente en la eficiencia, eficacia y productividad del proceso de corte por plasma en la empresa.

Pruebas de normalidad

Test para determinar la normalidad de la Eficiencia

- Hipótesis nula (H0): La aplicación del Ciclo PHVA no influye significativamente en la eficiencia en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.

- Hipótesis alterna (H1): La aplicación del Ciclo PHVA influye significativamente en la eficiencia en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.

Alfa = 0.05 = 5% La prueba de Shapiro-Wilk para muestras de tamaño reducido (<30).

Método para evaluar la Normalidad - Criterio de toma de decisión.

Si el valor de p es menor o igual a 0.05, se considera que los datos de la

serie tienen un comportamiento no paramétrico (no son normales). Si el valor de p es mayor que 0.05, se considera que los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico (son normales).

Tabla 34 Test para determinar la normalidad de la Eficiencia Antes y Después

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia Antes	0,166	12	,200*	0,900	12	0,0160
Eficiencia Después	0,210	12	0,151	0,923	12	0,0308

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Obtenido del programa de software SPSS.

Por lo Tanto: $P - \text{Valor (Antes)} = 0.0160 < 0.05$ y $P - \text{Valor (Después)} = 0.0308 < 0.05$.

Conclusión: De a tabla 35: De acuerdo con los resultados de la Test para determinar la normalidad de la eficiencia antes y después La aplicación del Ciclo PHVA influye significativamente en la eficiencia en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C., se puede concluir que los datos de ambas series no tienen un comportamiento normal (paramétrico), ya que Para la eficiencia antes, el valor de p es 0.0160 para la prueba de Shapiro-Wilk, y para la eficiencia después es 0.0308, ambos superiores al umbral crítico de 0.05. Por lo tanto, se concluye que los datos de eficiencia se ajustan a un comportamiento paramétrico, lo que valida la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas en análisis posteriores. En este caso, la prueba adecuada es la prueba de Wilcoxon, ya que se trata de dos muestras relacionadas y no se puede asumir normalidad en los datos.

Test para determinar la normalidad de la Eficacia

- Hipótesis nula (H0): La aplicación del Ciclo PHVA no tiene efectos significativos en la eficacia del proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.

- Hipótesis alterna (H1): La aplicación del Ciclo PHVA tiene efectos significativos en la eficacia del proceso corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.
- Alfa = 0.05 = 5% La prueba de Shapiro-Wilk para muestras de tamaño reducido (<30).

Método para evaluar la Normalidad - Criterio de toma de decisión.

Si el valor de p es menor o igual a 0.05, se considera que los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico (no son normales). Si el valor de p es mayor que 0.05, se considera que los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico (son normales).

Tabla 35 Test para determinar la normalidad de la Eficacia Antes y Después

Pruebas de normalidad							
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Eficacia Antes	0,300	12	0,00387435	0,809	12	0,012	
Eficacia Después	0,214	12	0,135	0,861	12	0,041	

a. Corrección de significación de Lilliefors

Por lo Tanto: $P - \text{Valor (Antes)} = 0.012 < 0.05$ y $P - \text{Valor (Después)} = 0.041 < 0.05$

Conclusión: De a tabla 36 de acuerdo con los resultados de la Test para determinar la normalidad los datos de eficacia antes y después de la implementación del Ciclo PHVA no siguen un comportamiento normal. El valor de p para la prueba de Shapiro-Wilk es significativamente menor que 0.05 tanto para la eficacia antes ($p = 0.012$) como para la eficacia después ($p = 0.041$). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) en ambos casos, concluyendo que los datos no se ajustan a un comportamiento paramétrico. En este caso, la prueba adecuada es la prueba de Wilcoxon, ya que se trata de dos muestras relacionadas y no se puede asumir normalidad en los datos.

Test para determinar la normalidad de la Productividad

Hipótesis nula (H0): La aplicación del Ciclo PHVA no tiene un impacto significativo en la productividad del proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.

Hipótesis alterna (H1): La aplicación del Ciclo PHVA tiene un impacto significativo en la productividad del proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.

Alfa = 0.05 = 5% La prueba de Shapiro-Wilk para muestras de tamaño reducido (<30).

Método para evaluar la Normalidad - Criterio de toma de decisión.

Si el valor de p es menor o igual a 0.05, se considera que los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico (no son normales). Si el valor de p es mayor que 0.05, se considera que los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico (son normales).

Tabla 36 Test para determinar la normalidad de la productividad Antes y Después

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Antes	0,015	12	0,020	0,944	12	0,000
Productividad Después	0,017	12	0,020*	0,951	12	0,000

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Por lo Tanto: $P - \text{Valor (Antes)} = 0.000 < 0.05$ y $P - \text{Valor (Después)} = 0.000 < 0.05$

Conclusión: Según la información presentada en la tabla 37, los resultados de la prueba para evaluar la normalidad de la productividad antes y después de la implementación del Ciclo PHVA indican un impacto significativo en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C. Se puede inferir que los conjuntos de datos de ambas fases no exhiben un comportamiento normal, ya que los valores de p son inferiores a 0.05. Por lo tanto, se sugiere emplear una prueba no paramétrica, como la prueba de Wilcoxon, para comparar la productividad previa y

posterior a la aplicación de PHVA.

Prueba de contrastación de la hipótesis general

Comprobación de la hipótesis de la Productividad

Hipótesis nula (H0): La aplicación del Ciclo PHVA no tiene un impacto significativo en la productividad del proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.

Hipótesis alterna (H1): La aplicación del Ciclo PHVA tiene un impacto significativo en la productividad del proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.

(H0): $\mu_{pa} \geq \mu_{pd}$, (H1): $\mu_{pa} < \mu_{pd}$

Criterio de toma de decisión.

- Si la probabilidad obtenida $p\text{-valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.
- Si la probabilidad obtenida $p\text{-valor} > 0,05$, se acepta la hipótesis nula.

Tabla 37 Prueba de Wilcoxon (muestras Relacionadas) Productividad Antes - Productividad Después

Estadísticos de prueba ^a	
	Productividad Después - Productividad Antes
Z	-3,066 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0,002

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos negativos.

Decisión estadística – de Productividad
P – Valor = 0.002 < 0.05

Conclusión: De acuerdo con la tabla 38, La prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas arrojó un estadístico de prueba (Z) de -3.066, con un valor de p (ρ) de 0.002. El criterio de toma de decisión establece que, si el ρ -valor es menor o igual a 0.05, se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alterna. En este caso, el ρ -valor obtenido fue 0.002, lo que indica una diferencia significativa en la productividad antes y después de la aplicación del Ciclo PHVA.

Por lo tanto, según la prueba de Wilcoxon, se rechaza la hipótesis nula,

respaldando la afirmación de que la aplicación del Ciclo PHVA tiene un impacto significativo en la productividad del proceso de corte por plasma en HLC S.A.C.

Con la validación de la hipótesis alterna (H1), se rechaza la hipótesis nula (H0).

Comprobación de la hipótesis de la Eficiencia

Hipótesis nula (H0): La aplicación del Ciclo PHVA no influye significativamente en la eficiencia en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.

Hipótesis alterna (H1): La aplicación del Ciclo PHVA influye significativamente en la eficiencia en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.

(H0): $\mu_{pa} \geq \mu_{pd}$, (H1): $\mu_{pa} < \mu_{pd}$

Criterio de toma de decisión.

- Si la probabilidad obtenida $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.
- Si la probabilidad obtenida $p_{valor} > 0,05$, se acepta la hipótesis nula.

Tabla 38 Prueba de Wilcoxon (muestras Relacionadas) Eficiencia Antes - Eficiencia Después

Estadísticos de prueba ^a	
	Eficiencia Después - Eficiencia Antes
Z	-2,751 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0,006

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos negativos.

Decisión estadística – de Productividad

P – Valor = 0.006 < 0.05

Conclusión: De la tabla 39, la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas arrojó un estadístico de prueba (Z) de -2.751, con un valor de p (ρ) de 0.006. Según el criterio de toma de decisión establecido, al comparar el p-valor con el nivel de significancia (0.05), se rechaza la hipótesis nula en este caso (ρ -valor = 0.006 < 0.05).

Por lo tanto, se concluye que la aplicación del Ciclo PHVA tiene un impacto significativo en la eficiencia del proceso de corte por plasma en HLC S.A.C. Estos resultados respaldan la hipótesis alterna, demostrando que la implementación del Ciclo PHVA influye positivamente en la eficiencia de dicho proceso en la empresa. Con la validación de la hipótesis alterna (H1), se rechaza la hipótesis nula (Ho).

Comprobación de la hipótesis de la Eficacia

Hipótesis nula (H0): La aplicación del Ciclo PHVA no tiene efectos significativos en la eficacia del proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.

Hipótesis alterna (H1): La aplicación del Ciclo PHVA tiene efectos significativos en la eficacia del proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.

(H0): $\mu_{pa} \geq \mu_{pd}$, (H1): $\mu_{pa} < \mu_{pd}$

Criterio de toma de decisión.

- Si la probabilidad obtenida $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.
- Si la probabilidad obtenida $p_{valor} > 0,05$, se acepta la hipótesis nula.

Tabla 39 Prueba de Wilcoxon (muestras Relacionadas) Eficacia Antes - Eficacia Después

Estadísticos de prueba ^a	
Z	Eficacia Después - Eficacia Antes -3,077 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0,002

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Decisión estadística – de Productividad P – Valor = 0.002 < 0.05

Conclusión: de la tabla 40, la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas arrojó un estadístico de prueba (Z) de -3.077, con un valor de p (ρ) de 0.002. Al comparar el p-valor con el nivel de significancia establecido (0.05), se rechaza la hipótesis nula en este caso (ρ -valor = 0.000 < 0.05), lo que indica que existen diferencias significativas en la eficacia del proceso de corte por plasma antes y después de la implementación del Ciclo PHVA. Con la validación de la hipótesis alterna (Ha), se rechaza la hipótesis nula (Ho).

V. DISCUSIÓN

La investigación llevada a cabo en la empresa HLC S.A.C. reveló la implementación exitosa del Ciclo PHVA en el proceso de corte por plasma, con resultados significativos. Se observó un aumento del 4% en la productividad, un incremento del 11% en la eficiencia del proceso y una mejora del 12% en la eficacia del corte. Estos hallazgos están alineados con investigaciones previas que han aplicado el Ciclo PHVA en diversos ámbitos industriales, evidenciando su eficacia como herramienta de mejora continua.

Un ejemplo de ello es el estudio realizado por Llamuca & Moyón (2019), que encontró mejoras notables en eficiencia, eficacia y productividad al implementar el Ciclo PHVA y otras herramientas de calidad en una empresa industrial. De manera similar, Montesinos et al. (2020) observaron mejoras en la gestión de almacenamiento e inventarios en una compañía de gas licuado de petróleo tras la aplicación del Ciclo PHVA.

Chicaiza (2020) demostró que la mejora continua mediante métodos estandarizados puede reducir tiempos muertos y aumentar la productividad en procesos de almacenamiento. Además, la investigación de Zadry y Darwin (2020) reveló que la implementación del Ciclo PHVA junto con la metodología 5S puede elevar la productividad, reducir productos defectuosos y mejorar ingresos y beneficios en una pequeña y mediana empresa (PYME).

Los resultados obtenidos en HLC S.A.C., con un aumento del 4% en la productividad, son consistentes con los hallazgos de Anculle (2022), quien encontró un incremento del 17% en la eficiencia en un contexto diferente. A pesar de esto, los resultados son inferiores en comparación con el estudio de Morocho (2021), centrado en la reducción de tiempos muertos en almacenamiento. En HLC S.A.C., se logró una reducción, y una disminución de 41 minutos en los tiempos productivos. Aunque los contextos y procesos son distintos, ambos estudios sugieren la efectividad del Ciclo PHVA para mejorar la eficiencia operativa y optimizar recursos.

La consistencia de los resultados entre estudios internacionales y el realizado en HLC S.A.C. respalda la versatilidad del Ciclo PHVA para adaptarse a diversos entornos empresariales. Esto demuestra su capacidad para abordar

desafíos específicos y mejorar el rendimiento operativo en distintos contextos, consolidándose como una herramienta valiosa para la gestión de la calidad y la mejora continua en procesos industriales.

En el ámbito crucial de la industria metalmecánica, la mejora continua de la productividad desempeña un papel fundamental para mantener la competitividad en un entorno empresarial dinámico. La empresa HLC S.A.C. ha llevado a cabo una investigación que destaca la aplicación exitosa del Ciclo PHVA como una estrategia efectiva para impulsar mejoras significativas en distintos aspectos operativos. Al comparar los resultados obtenidos en HLC S.A.C. con antecedentes a nivel nacional, se observan similitudes en la tendencia de mejora de la productividad a través de la aplicación del Ciclo PHVA, lo cual subraya su relevancia en el contexto de la industria metalmecánica.

Investigaciones como las de Anculle (2022) y Cabanillas & Pérez (2021) proporcionan ejemplos adicionales que respaldan la eficacia del Ciclo PHVA en empresas metalmecánicas ubicadas en Lima y Chepén, respectivamente. Aunque las métricas específicas utilizadas puedan diferir entre estos estudios, los resultados convergen en mostrar mejoras sustanciales en eficiencia y productividad tras la implementación del Ciclo PHVA. Esta consistencia en los resultados a nivel nacional fortalece la evidencia de que el Ciclo PHVA es una herramienta valiosa y adaptable en diversos entornos industriales.

Los hallazgos específicos de la investigación en HLC S.A.C. indican que la implementación del Ciclo PHVA ha resultado beneficiosa no solo en términos de productividad, sino también en la calidad del producto final y la satisfacción del cliente. Estas implicaciones son particularmente cruciales para otras empresas del mismo sector, ya que demuestran que el Ciclo PHVA no solo es capaz de impulsar mejoras cuantificables, como el aumento de la producción, sino que también tiene un impacto positivo en aspectos cualitativos esenciales, como la calidad del producto y la satisfacción del cliente.

La corroboración de estos resultados por parte de estudios como Anculle (2022) y Cabanillas & Pérez (2021) refuerza la idea de que la aplicación del Ciclo PHVA conlleva mejoras palpables en la eficiencia y la productividad en empresas metalmecánicas. Este respaldo no solo valida los resultados obtenidos en HLC

S.A.C., sino que también destaca la aplicabilidad generalizada de esta metodología en la mejora operativa de la industria metalmecánica.

La posición consolidada del Ciclo PHVA como una estrategia eficaz en la mejora operativa de la industria metalmecánica se ve respaldada por la similitud de los resultados a nivel nacional y en HLC S.A.C. Esta consistencia sugiere que la metodología del Ciclo PHVA puede ser implementada con éxito en distintos contextos empresariales, destacando su versatilidad y capacidad para generar mejoras significativas en la eficiencia y competitividad del sector.

La aplicación del Ciclo PHVA en HLC S.A.C. encuentra respaldo en teorías relacionadas, ampliando su fundamentación en prácticas reconocidas. La teoría presentada por Valencia & Sares (2022) sobre el PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) destaca la mejora continua como elemento clave para incrementar la eficiencia y productividad. Esta conexión conceptual refuerza la elección del Ciclo PHVA como enfoque efectivo en HLC S.A.C. para abordar desafíos operativos y potenciar la productividad. Además, la vinculación con las teorías de Deming y Narciso et al. (2019) respalda la pertinencia del Ciclo PHVA como estrategia para mejorar la eficiencia operativa.

El estudio de Singh, B. et al. (2018) en la implementación de Lean Manufacturing refuerza la idea de que la aplicación del Ciclo PHVA puede generar beneficios sustanciales, como la mejora de la eficiencia de los procesos. Estos resultados concuerdan con la tendencia internacional y nacional de utilizar el Ciclo PHVA como una estrategia efectiva para la mejora continua y el aumento de la productividad. En este contexto, la revisión de Nandal & Deshmukh (2019) destaca la importancia del Ciclo de Deming en la gestión de calidad total en la industria manufacturera en India, evidenciando la relevancia global de este enfoque. La integración de estas teorías respalda la aplicación del Ciclo PHVA como un marco sólido y reconocido para la mejora operativa en la industria, ofreciendo una base teórica robusta para la implementación exitosa en diferentes contextos empresariales. Los resultados obtenidos en HLC S.A.C. refuerzan la relevancia del Ciclo PHVA como una herramienta clave para mejorar la calidad y la eficiencia en los procesos de producción, independientemente del contexto geográfico. La consistencia de estos hallazgos con teorías reconocidas y estudios internacionales

destaca la robustez del Ciclo PHVA como enfoque para la mejora operativa, señalando su aplicabilidad generalizada en la industria.

La sinergia entre las teorías de mejora continua y la aplicación del Ciclo PHVA en HLC S.A.C. sugiere que ambas comparten fundamentos esenciales. Ambas metodologías buscan impulsar la eficiencia y la productividad mediante un ciclo iterativo de planificación, ejecución, verificación y ajuste. Este respaldo teórico y práctico refuerza la idoneidad del Ciclo PHVA como estrategia para abordar los retos operativos y mejorar el rendimiento en la industria metalmecánica.

Sin embargo, este estudio presenta limitaciones que afectan su alcance y profundidad. La focalización exclusiva en el proceso de corte por plasma en HLC S.A.C. implica que los resultados pueden no ser extrapolables a otros procesos o empresas dentro de la industria. Además, al basarse predominantemente en datos cuantitativos, la investigación limita la exploración detallada de factores cualitativos que podrían incidir en la productividad.

La principal limitación radica en la especificidad del enfoque del estudio, dificultando la generalización de sus conclusiones a otros ámbitos de la industria. Una exploración más detallada de los factores cualitativos podría enriquecer la comprensión de cómo el Ciclo PHVA influye en diferentes contextos empresariales.

A pesar de estas limitaciones, el estudio contribuye al corpus existente sobre el Ciclo PHVA y su influencia en la productividad en entornos de producción. Los resultados indican que la implementación del Ciclo PHVA en HLC S.A.C. ha generado mejoras notables en varios aspectos, como productividad, eficiencia del proceso, calidad del producto final y satisfacción del cliente. Estos hallazgos están en consonancia con investigaciones previas, respaldando la idea de que el Ciclo PHVA es una herramienta valiosa para la mejora de procesos en la industria metalmecánica.

En resumen, aunque este estudio proporciona información valiosa sobre el impacto positivo del Ciclo PHVA en la productividad y calidad en HLC S.A.C., es crucial considerar su limitación en cuanto a la generalización de resultados y la necesidad de una evaluación más amplia que incluya factores cualitativos para una comprensión más completa y aplicable en distintos entornos industriales.

VI. CONCLUSIONES

Tras llevar a cabo una investigación exhaustiva, se concluye que la aplicación del Ciclo PHVA ha tenido un impacto significativo en la mejora de la productividad del proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C. A nivel cuantitativo, se ha evidenciado una mejora en la productividad del 4% tras la implementación de este ciclo.

Al centrarnos en la eficiencia del proceso de corte por plasma post-aplicación del Ciclo PHVA, los hallazgos muestran que la empresa HLC S.A.C. ha logrado optimizar sus recursos y reducir el tiempo de inactividad en un 11%. Esto se traduce en un proceso más ágil y en una reducción significativa de costes asociados a retrasos y desperdicios.

Al analizar la eficacia del proceso, los resultados indican que, gracias a la aplicación del Ciclo PHVA, la precisión y calidad del corte por plasma en HLC S.A.C. han mejorado en un 12%. Esto ha conducido a una reducción de errores y a la producción de piezas de mayor calidad, lo que ha fortalecido la posición de la empresa en el mercado y ha mejorado la satisfacción del cliente.

VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere continuar con la implementación y seguimiento riguroso del Ciclo PHVA, enfocando esfuerzos en identificar áreas adicionales de mejora y optimización. Además, se recomienda capacitar regularmente al personal en las fases del ciclo para garantizar que se mantenga este nivel de productividad y buscar oportunidades de superar el incremento actual del 4%.

Dado que la eficiencia del proceso ha mejorado, es recomendable llevar a cabo auditorías periódicas para asegurar la continuidad de estas mejoras. Además, se podría considerar la inversión en tecnologías avanzadas o herramientas que permitan una monitorización en tiempo real del proceso, asegurando así una respuesta rápida ante posibles desviaciones.

Se aconseja establecer protocolos de control de calidad más estrictos y realizar pruebas regulares para garantizar la consistencia en la producción. Además, la retroalimentación del cliente puede ser una herramienta valiosa; por lo tanto, se recomienda implementar sistemas de feedback para obtener información directa de los clientes sobre la calidad y precisión de las piezas producidas. Esto no solo ayudará a mantener el estándar actual, sino que también puede revelar áreas para futuras mejoras.

REFERENCIAS

- ANCULLE ASENCIOS, Tomas Enrique. Aplicación del ciclo PHVA para mejorar la productividad en el área de producción en la empresa Inversiones Metálicas S.A. Puente Piedra, 2021. B.m.: Universidad César Vallejo, 2022.
- BABBIE, Earl. The Practice of Social Research. 14. ed. Belmont, CA: Cengage Learning, 2015. ISBN 978-1305104945.
- Bamford, D., & Greatbanks, R. (2005). The use of quality management tools and techniques: a study of application in everyday situations. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 22(4), 376-392.
- Bresnahan, T. F., Brynjolfsson, E., & Hitt, L. M. (2020). Information technology, workplace organization, and the demand for skilled labor: Firm-level evidence. In *Organizational Innovation and Change* (pp. 129-160). Palgrave Macmillan, Cham.
- BRYMAN, Alan. Social Research Methods. 5. ed. Oxford: Oxford University Press, 2016. ISBN 978-0199689453.
- CABANILLAS REYES, Brayan Carlos; PÉREZ MARROQUÍN, José Junior. Influencia del Ciclo Deming en la productividad de la Metalmecánica SMMOT SRL, Pacasmayo 2021. 2021.
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. (3a ed.), Pág. 27, México: McGraw-Hill.
- CALVO GUZMAN, Aziyade Linda. Mejorar la eficiencia de procesos para obtener la aprobación y el desarrollo de proyectos de construcción de un grifo de la empresa grifo San Ignacio 2022. 2022.
- CANTÚ, Humberto (2011). *Desarrollo de una cultura de calidad*. 4ta edición. Mc. Graw Hill. México, 294 pp ISBN :9786071505729
- Chiarini, A. (2011). *From Total Quality Management to Lean Six Sigma: evolution of the most important management systems for the excellence*. Springer Science & Business Media.
- CHICAIZA BARRERA, Jennifer Thalia. *Mejora continua y la productividad*

aplicada en los procesos de almacenamiento y despacho de la empresa Megaprofer SA. 2020. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Administrativas. Carrera de Marketing y Gestión de Negocios.

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 5ta ed. México DF: McGraw Hill, 2004, 736 p. ISBN: 978-607-15-0291-9.

OSORIO, Jorge. Debate sobre calidad. Informe de investigación. (1): 92-93, 2009. ISSN: 2215-3411.

COHEN, Louis, Manion, Lawrence, y MORRISON, Keith. Research Methods in Education. 8. ed. Londres: Routledge, 2018. ISBN 978-1138209886.

CORONADO BLANCO, Ana Christina; VASQUEZ LEIVA, Jaime. Aplicación del ciclo de Deming para incrementar la productividad en la empresa Pervometal Engineers SR L. 2022.

CRESWELL, John W. Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. 4. ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2014. ISBN 978-1452226101.

CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. 5. ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2017. ISBN 978-1506386706.

CRUZ MENDOZA, Kristhoffer Jerry. Aplicación de un modelo de gestión basado en el Ciclo de Deming para incrementar la productividad del proceso de control de personal en una empresa maderera. 2019.

Escobar-Pérez, B., & Vila, M. A. (2021). A PDCA cycling based framework for continual improvement in Industry 4.0. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(1), 87-105.

FLORES-TAPIA, Carlos Ernesto, et al. Los determinantes de la productividad y la competitividad desde la perspectiva del desarrollo territorial y sostenible. *Revista Iberoamericana de Estudios de Desarrollo*, 2022, vol. 11, nº 2.

Gordillo-Salazar, J., Sánchez-Torres, Y., Terrones-Cordero, A., & Cruz-Cruz, M. (2020). La productividad académica en las instituciones de educación

superior en México: de la teoría a la práctica. Propósitos y Representaciones, 8(3), e441. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.20511/pyr2020.v8n3.441>

Gutiérrez Pulido, H. (2020). Calidad y productividad. México: Mc Graw Hill.

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2021). Operations management: sustainability and supply chain management. Pearson.

Irani, Z., Sharif, A. M., Lee, H., Aktas, E., Topaloglu, Z., van't Wout, T., & Huda, S. (2017). Managing organisational change: The case of the European Patent Office. International Journal of Information Management, 37(6), 502-522.

KOTHARI, C. R., GARG, Gaurav y GUPTA, M. Research Methodology: Methods and Techniques. 4. ed. New Delhi: New Age International, 2019. ISBN 978-9387572965.

Las empresas metalmecánicas reducen un 50% su actividad. Equipos & talento [en línea]. 2023, (192) [consultado el 6 de julio de 2023]. Disponible en:
<https://www.equiposytalento.com/noticias/2020/05/07/las-empresas-metalmecanicas-reducen-un-50-su-actividad>

LLAMUCA LLANGA, Jenny Paola; MOYÓN MOYÓN, Laura Maritza.

Implementación de la metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) para incrementar la productividad en la línea de producción de cascos de seguridad de uso industrial en la Empresa Halley Corporación. 2019. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Medina, J. (2010). Modelo integral de productividad, aspectos importantes para su implementación. Revista EAN

Moen, R., & Norman, C. (2010). Circling Back: Clearing up myths about the Deming Cycle and seeing how it keeps evolving. Quality Progress, 43(11), 22-28.

MOKHTARI, Kourosh, et al. An Appraisal of the Total Productive Maintenance (TPM) and the Deming Management Method for Business Excellence (DMMBE): A Conceptual Paper. Advanced Science Letters, 2018, vol. 24, no 6, p. 4514-4517.

- MONTESINOS GONZÁLEZ, S. La mejora continua en una empresa en México: estudio desde el ciclo de Deming. *Revista Venezolana de Gerencia [en línea]*. 2020, 25 (92), 1863-1883. ISSN 1315-9984. Dostupné z: doi:10.37960/rvg.v25i92.34301
- MOROCHO, T. S. Análisis y propuesta de mejora aplicando el ciclo Deming en el área de almacenamiento en la empresa Inlog SA. 2021.
- Nag, A., Das, A., & Dutta, P. (2021). A study of lean manufacturing practices in India using multi-grade fuzzy approach. *International Journal of Production Economics*, 231, 107985.
- Nandal, V., & Deshmukh, S. G. (2019). Total quality management practices in Indian manufacturing industries: a literature review. *Total Quality Management & Business Excellence*, 30(1-2), 217-237.
- NARCISO CARBONI, Brenda L., Nadia S. NAVARRETE DE LA CRUZ y Ruth M. QUILICHE-CASTELLARES. Aplicación de la metodología PHVA para incrementar la productividad en una empresa conservera de pescado. *Ingnosis [en línea]*. 2019, 5(2) [consultado el 30 de mayo de 2023]. ISSN 2414-8199. Disponible en: doi:10.18050/ingnosis.v5i2.2330
- Neely, A., Benedettini, O., & Visnjic, I. (2021). The servitization of manufacturing: A systematic literature review of interfirm relationship perspectives. *Industrial*
- O'Mahony, M., & Timmer, M. P. (2017). Output, input and productivity measures at the industry level: The EU KLEMS Database. In *Economic Analysis of Product Innovation* (pp. 68-85). Edward Elgar Publishing.
- POSADA, Carlos. *Metalmecánica es clave para el desarrollo*. Recuperado de: https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r874_3/comercio%20exterior.pdf, 2019.
- PUNCH, Keith F. *Introduction to Social Research: Quantitative and Qualitative Approaches*. 4. ed. Londres: Sage, 2019. ISBN 978-1526453243.
- QUIROZ, Miguel. 2019. Implementación de la Metodología PHVA para incrementar la productividad en una empresa de servicios. Universidad

- Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú: 2019.
- SALKIND, Neil J. Statistics for People Who (Think They) Hate Statistics. 6. ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2016. ISBN 978-1506333830.
- Singh, B., Garg, S. K., Sharma, S. K., & Grewal, C. (2018). Lean implementation and its benefits to production industry. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 3893-3902.
- SNI. ESTUDIOS ECONOMICOS, REPORTE SECTORIAL 37° - Industria Metalmecánica. Sociedad Nacional de Industria [en línea]. 2023 [consultado el 4 de junio de 2023]. Disponible en: <https://sni.org.pe/37-industria-metalmeccanica/>
- Sokovic, M., Pavletic, D., & Pipan, K. K. (2010). Quality Improvement Methodologies-PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 43(1), 476-483.
- Tacillo Yauli, E. F. (2016). Metodología de la investigación científica. Fondo Editorial de la UJBM. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14229/36>
- Tang, C. Y. (2019). The directions of technical change and capital deepening: A macro level analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 139, 199-209.
- DEMING, Edward. Out of the crisis: Quality, Productivity and Competitive position. 3ra Ed. Madrid: Díaz de Santos SA, 1989. 540 p. ISBN: 84-87189-22-9. Traducido por: Jesús Nicolau
- PÉREZ, José. Gestión por Procesos. 5ta.ed. México D.F. Alfa Omega Grupo Editor S.A, 2013, 310 p. ISBN: 9755071511226.
- BLOKDYK, Gerardus. Deming PDCA cycle A Clear and Concise Reference. 1ra Ed. USA: 5StarCooks, 2018. 284 p. ISBN-13: 978-0655348160
- TROCHIM, William M. K.; DONNELLY, James P.; ARORA, Kanika. Research Methods: The Essential Knowledge Base. 2. ed. Boston, MA: Cengage Learning, 2015. ISBN 978-1305100480.
- VALENCIA CALDERÓN, José William; SARES LAINEZ, Andres Enrique. Propuesta de Mejora del Proceso Logístico del Área de Documentos de la

- Empresa Tramacoexpress. 2022. Tesis de Licenciatura.
- ZADRY, HR; DARWIN, R. El éxito de la implementación de 5S y PDCA en el aumento de la productividad de una PYME en el oeste de Sumatra. En Ciclo de Conferencias IOP: Ciencia e Ingeniería de Materiales. Publicación IOP, 2020. p. 012075.
- ISNIAH, Sarah, HARDI, Humiras y DEBORA, Fransisca. Método Plan Do Check Action (PDCA): revisión de la literatura y temas de investigación. JSMI, 2020, Vol.4, N°1. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v4i1.2186>
- GARCÍA, Jesús, CAZALLO, Ana y BARRAGAN , Camilo. 2019. Indicadores de Eficacia y Eficiencia. Espacios. 2019, Vol.40, N°. 22. <http://www.revistaespacios.com/a19v40n22/a19v40n22p16.pdf> ISSN: 0798
- Medianero, D. (2016). Productividad total. Editora Macro EIRL. <https://isbn.cloud/9786123044206/productividad-total/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). Metodología de la Investigación (6ta ed.). McGraw-Hill / Interamericana Editores
- Rodríguez Medina, M. A., Poblano-Ojinaga, E. R., Alvarado Tarango, L., González Torres, A., & Rodríguez Borbón, M. I. (2021). Validation by Expert Judgment of an Evaluation Instrument for Evidence of Conceptual Learning. RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 11(22). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.960>
- García Nava, J. A., & Paredes Hernández, L. M. (2014). *Estrategias financieras empresariales*. Grupo Editorial Patria.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

Aplicación del Ciclo PHVA para Mejorar la Productividad en el Proceso de corte por plasma en la Empresa HLC SAC - Lima 2023									
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Fórmulas	Escala de medición	Metodología	
¿En qué medida la aplicación del Ciclo de Deming mejora la productividad en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.?	Determinar de qué medida la aplicación del Ciclo PHVA mejora la productividad en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.	La aplicación del Ciclo PHVA mejora significativamente la productividad en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.	Variable Independiente: Ciclo Deming (PHVA)	Planificar	Nivel de objetivos definidos	$SP = (TPC / TPI) * 100$	Razón	Tipo de Investigación: Aplicada Diseño de Investigación: Experimental de tipo pre-experimental.	
				Hacer	Nivel de resultados definidos	$NRD = (SO / TSP) * 100$	Razón		
					Verificar	Nivel de control de causas	$NCC = (RAC / Ran) * 100$	Razón	Alcance: Explicativo Enfoque: Cuantitativo Población: Registros de producción de la máquina de corte por plasma Muestra: Igual a la población Muestreo: Finito, accesible y censal
					Actuar	Eficacia (terminos de producción)	$E = (PAE / PT) * 100$	Razón	
¿En qué medida la aplicación del Ciclo PHVA mejora la eficacia en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.?	Determinar de qué medida la aplicación del Ciclo PHVA mejora la eficiencia en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.	La aplicación del Ciclo PHVA incrementa la eficiencia en el proceso de corte por plasma en la empresa HLC S.A.C.	Variable Dependiente: Productividad	Eficacia	Índice de Cumplimiento de la Producción Programada de Piezas de Corte	$(\text{Número de cortes óptimas} / \text{Número total de cortes programadas}) * 100$	Razón		
					Eficiencia	Índice de Utilización Efectiva de las Horas de Producción de la Máquina de Corte.	$(\text{Horas efectivas de producción} / \text{Horas disponibles para producción}) * 100$		Razón

Anexo 2

Matriz de operacionalización de la variable

Matriz de operacionalización de variables.						
Variable de Estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Fórmulas	Escala de medición
Variable Independiente: Ciclo Deming (PHVA)	Cantú (2011), expresa que el ciclo de Deming permite que las actividades de producción, servicios y administrativos se puedan planificar, ejecutar, controlar y se mejoren con respecto a las necesidades de los clientes (internos – externos)	Según Zhang y Chen (2019), el Ciclo de Deming, también conocido como el ciclo Planificar-Hacer-Verificar- Actuar (PDCA), es una herramienta de gestión basada en cuatro etapas que promueve la mejora continua. Este enfoque se emplea ampliamente en el contexto de la gestión de calidad y se alinea con la norma ISO 9001 para sistemas de gestión de calidad.	Planificar	Nivel de objetivos definidos	$SP = (TPC / TPI) * 100$ TPC=Total de problemas críticos. TPI=Total de problemas identificados.	Razón
			Hacer	Nivel de resultados definidos	$NRD = (SO / TSP) * 100$ SO=Soluciones óptimas. TSP=Soluciones totales planteadas.	Razón
			Verificar	Nivel de control de causas	$NCC = (RAC / Ran) * 100$ RAC=Presultados actuales. RAn=Resultados anteriores.	Razón
			Actuar	Eficacia (terminos de produccion)	$E = (PTP / PTP) * 100$ PTP=Peso total producido. PTP=Total de procesos programados.	Razón
Variable de Estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Fórmulas	Escala de medición
Variable Dependiente: Productividad	Medina (2010) Define la productividad como la manera que una empresa utiliza sus recursos de manera eficiente y eficaz, con el objetivo de producir bienes y servicios para un cliente final. La productividad es vista como un objetivo estratégico el cual hace competitiva a una empresa.	La productividad operacional es una medida de eficacia y eficiencia que cuantifica la relación entre la producción de bienes o servicios y los insumos necesarios para lograr dicha producción. Mientras más eficaz y eficiente es un sistema, mayor será su productividad" (Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2021). Operations management: sustainability and supply chain management.Pearson).	Eficacia	Índice de cumplimiento de la producción programada de piezas de corte.	$(\text{Número de cortes óptimas} / \text{Número total de cortes programadas}) * 100$	Razón
			Eficiencia	Índice de utilización efectiva de las horas de producción de la máquina de corte.	$(\text{Horas efectivas de producción} / \text{Horas disponibles para producción}) * 100$	Razón

Anexo 3

Acta de autorización para la publicación de la identidad

Autorización de la organización para publicar su identidad en los resultados de las investigaciones

Datos Generales

Nombre de la Organización:	RUC: N° 20467463684
HLC SAC Ingeniería y Construcción	
Nombre del Titular o Representante legal:	
Nombres y Apellidos: Carlos Ortega Rubin.	DNI: 09564823..

Consentimiento:

De conformidad con lo establecido en el artículo 8°, literal "c" del Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo (RCU Nro. 0470-2022/UCV) (*), autorizo , no autorizo publicar LA IDENTIDAD DE LA ORGANIZACIÓN, en la cual se lleva a cabo la investigación:

Nombre del Trabajo de Investigación	
Aplicación del ciclo PHVA para mejorar la productividad del proceso de corte por plasma, Empresa HLC SAC - Lima 2023	
Nombre del Programa Académico: Proyecto de investigación	
Autor: Romaina Pezo, Jhonny	DNI: 42297564
Autor: Oliva Fernández, Christians Bernandino	DNI: 40667843

En caso de autorizarse, soy consciente que la investigación será alojada en el Repositorio Institucional de la UCV, la misma que será de acceso abierto para los usuarios y podrá ser referenciada en futuras investigaciones, dejando en claro que los derechos de propiedad intelectual corresponden exclusivamente al autor (a) del estudio.

Lugar y Fecha: Huachipa 06/11/2023


Firma

(*) Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo-Artículo 8°, literal "c" Para difundir o publicar los resultados de un trabajo de investigación es necesario mantener bajo anonimato el nombre de la institución donde se llevó a cabo el estudio, salvo el caso en que haya un acuerdo formal con el gerente o director de la organización, para que se difunda la identidad de la institución. Por ello, tanto en los proyectos de investigación como en las tesis, no se deberá incluir la denominación de la organización, ni en el cuerpo de la tesis ni en los anexos, pero sí será necesario describir sus características.



Anexo 4

Acta de autorización de levantamiento de información

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo ... Carlos Ortega Rubin.....
(Nombre del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)
identificado con DNI 09564823, en mi calidad de Apoderado.....
(Nombre del puesto del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)
del área de Gerencia General.....
(Nombre del área de la empresa)
de la empresa HLC SAC Ingeniería y Construcción con R.U.C N° 20467463684, ubicada en la ciudad de Lima – Av. Manuel Olguín N° 335 Int. 1701 Santiago de Surco.

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor Christians Bernandino Oliva Fernández con DNI N° 40667843 y al Sr. Jhonny Romaina Pezo con DNI ° 42297564 de la carrera profesional Ingeniería Industrial, para que utilice la siguiente información de la empresa:

Reportes y datos de los servicios de Producción realizados en las diferentes áreas de procesos.

con la finalidad de que pueda desarrollar su () Informe estadístico, (x) Trabajo de Investigación, (x) Tesis para optar el Título Profesional.

(x) Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

() Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o
(x) Mencionar el nombre de la empresa.


Firma y sello del Representante Legal
DNI: 09564823

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.



Firma del Estudiante

DNI: 40667843

Christians Bernandino Oliva Fernández



Firma del Estudiante

DNI: 42297564

Jhonny Romaina Pezo

Anexo 5

Certificado de validez de instrumentos

CERTIFICADO DE VALIDEZ QUE MIDE LA APLICACIÓN DEL CICLO PHVA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE CORTE POR PLASMA, EMPRESA HLC SAC - LIMA 2023

Nº	VARIABLE/DIMENSION	Coherencia 1		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable Independiente: Ciclo Deming (PHVA)							
1	Planificar $SP = (TPC / TPI) * 100$ Nivel de objetivos definidos	X		X		X		
2	Hacer $NRD = (SO / STP) * 100$ Nivel de resultados Definidos	X		X		X		
3	Verificar $NCC = (RAC/Ran) * 100$ Nivel de control de Causas	X		X		X		
4	Actuar $E = (PTP / PT) * 100$ Eficacia (término de producción)	X		X		X		
	Variable Dependiente: Productividad	Si	No	Si	No	Si	No	
1	$Eficiencia = (\overline{\text{Horas efectivas de producción}} / \overline{\text{Horas disponibles para producción}}) * 100$	X		X		X		
2	$Eficacia = (\overline{\text{Número de piezas óptimas}} / \overline{\text{Número total de piezas programadas}}) * 100$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): EXISTE SUFICIENCIA

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

Apellidos y nombres del juez validador: Prado Macalupu Fidel.

DNI: 09086863

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Lima, 20 de junio de 2023

1Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

2Relevancia: El ítem es esencial o importante, 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

Prado Macalupu Fidel

Anexo 6

Certificado de validez de instrumentos

CERTIFICADO DE VALIDEZ QUE MIDE LA APLICACIÓN DEL CICLO PHVA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE CORTE POR PLASMA, EMPRESA HLC SAC - LIMA 2023

Nº	VARIABLE/DIMENSION	Coherencia 1		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable Independiente: Ciclo Deming (PHVA)							
1	Planificar $SP = (TPC / TPI) * 100$ Nivel de objetivos definidos	X		X		X		
2	Hacer $NRD = (SO / STP) * 100$ Nivel de resultados Definidos	X		X		X		
3	Verificar $NCC = (RAC/Ran) * 100$ Nivel de control de Causas	X		X		X		
4	Actuar $E = (PTP / PT) * 100$ Eficacia (término de producción)	X		X		X		
	Variable Dependiente: Productividad	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Eficiencia= (Horas efectivas de producción / Horas disponibles para producción) * 100	X		X		X		
2	Eficacia= (Número de piezas óptimas / Número total de piezas programadas) * 100	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Existe suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador: MG. ING. JOSE ALFREDO IZARRA BOZA

DNI: 42798357

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Lima, 14 de julio del 2023

1Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

2Relevancia: El ítem es esencial o importante, 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



JOSE ALFREDO
IZARRA BOZA
Ingeniero Industrial
CIP Nº 301341

Izarra Boza José

Anexo 7

Certificado de validez de instrumentos

CERTIFICADO DE VALIDEZ QUE MIDE LA APLICACIÓN DEL CICLO PHVA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE CORTE POR PLASMA, EMPRESA HLC SAC - LIMA 2023

Nº	VARIABLE/DIMENSION	Coherencia 1		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable Independiente: Ciclo Deming (PHVA)							
1	Planificar $SP = (TPC / TPI) * 100$ Nivel de objetivos definidos	X		X		X		
2	Hacer $NRD = (SO / STP) * 100$ Nivel de resultados Definidos	X		X		X		
3	Verificar $NCC = (RAC/Ran) * 100$ Nivel de control de Causas	X		X		X		
4	Actuar $E = (PTP / PT) * 100$ Eficacia (término de producción)	X		X		X		
	Variable Dependiente: Productividad	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Eficiencia= $(\text{Horas efectivas de producción} / \text{Horas disponibles para producción}) * 100$	X		X		X		
2	Eficacia= $(\text{Número de piezas óptimas} / \text{Número total de piezas programadas}) * 100$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Existe suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador: Mgr. Leguía Cupe Susan

DNI: 70945855

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Lima, 20 de junio de 2023

1Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

2Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

3Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

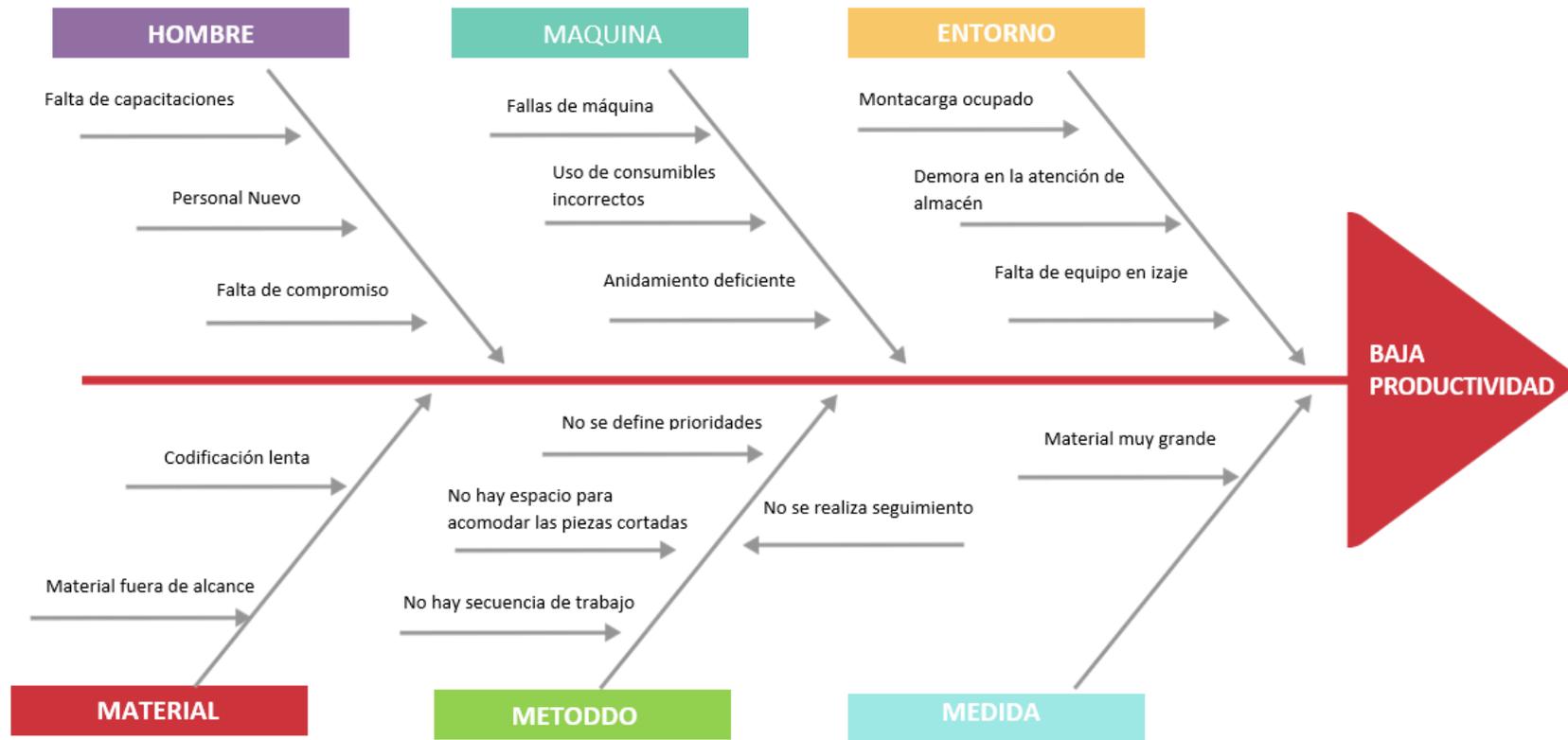
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Leguía Cupe Susan

Anexo 8

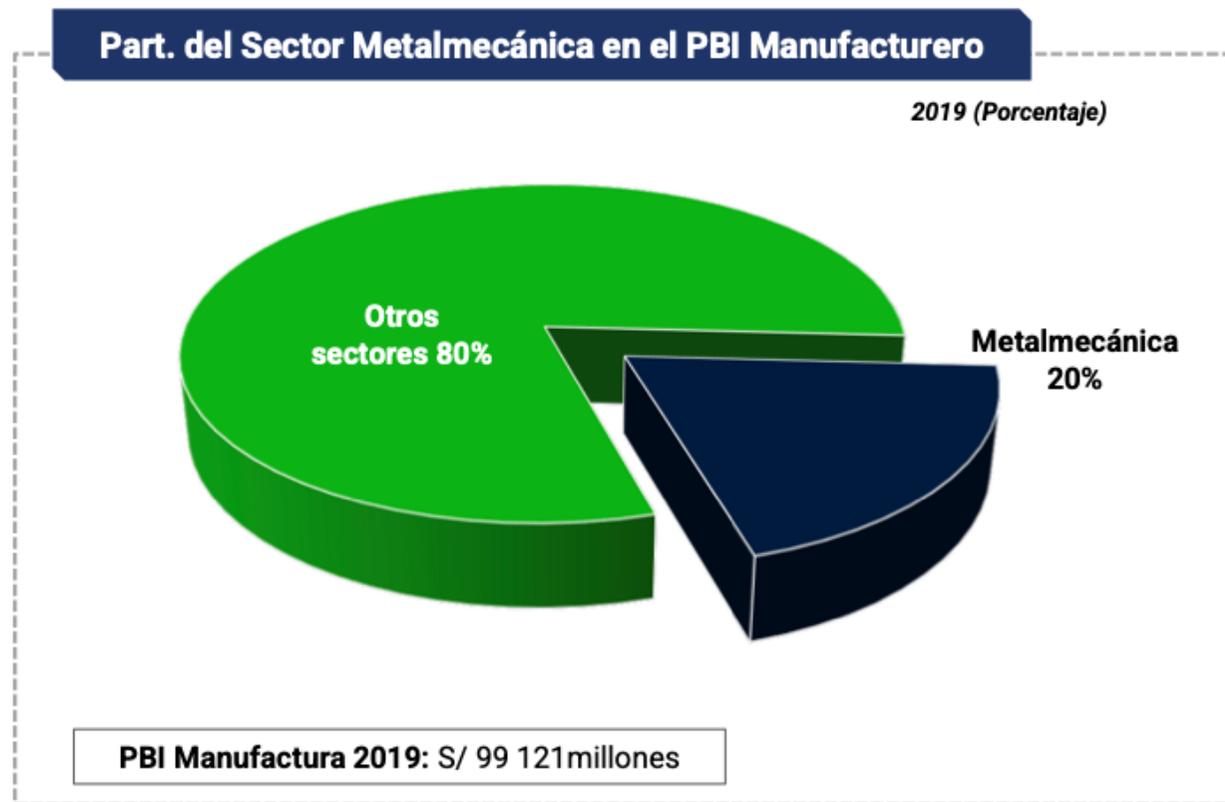
Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

Anexo 9

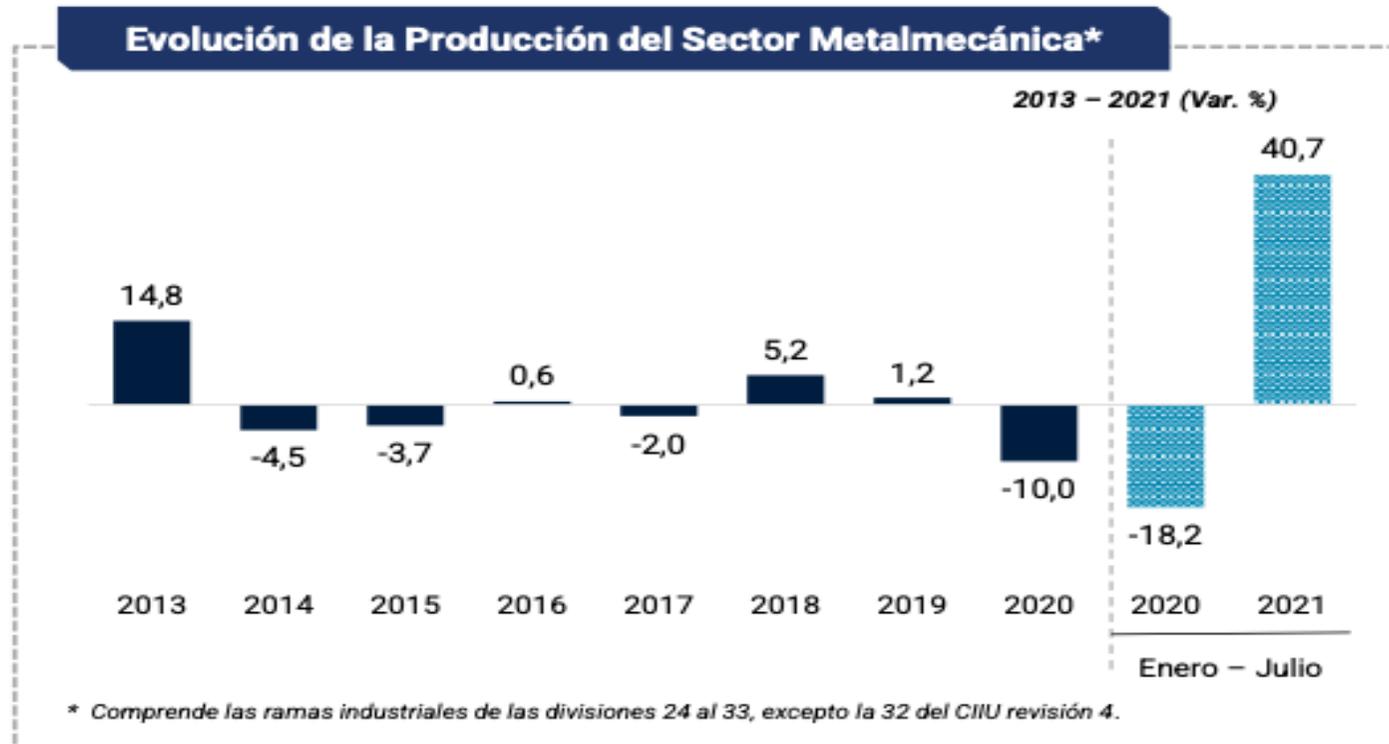
Representación del sector metalmecánica en el PBI Manufacturero



Fuente: PRODUCE - Elaboración: IEES-SIN

Anexo 10

Evolución de la producción del sector Metalmecánica



Fuente: PRODUCE - Elaboración: IEES-SIN

Anexo 12

Programa para procesamiento de datos SPSS de IBM

*Resultado1 [Documento1] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

Resultado

- Registro
- Descriptivos
 - Título
 - Notas
 - Conjunto de datos
 - Estadísticos desc
- Registro
- Frecuencias
 - Título
 - Notas
 - Estadísticos
 - Tabla de frecuenc
 - Título
 - Eficacia Antes
 - Eficacia Desp
 - Eficiencia Ant
 - Eficiencia De
 - Productividad
 - Productividad

ProductividadDespués

/ORDER=ANALYSIS.

Frecuencias

		Estadísticos					
		Eficacia Antes	Eficacia Después	Eficiencia Antes	Eficiencia Después	Productividad Antes	Productividad Después
N	Válido	12	12	12	12	12	12
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Media		,7308	,8517	,8708	,9817	1,1458	1,2300
Error estándar de la media		,01913	,02014	,01264	,00575	,01545	,00123
Mediana		,7620 ^a	,8400 ^a	,8833 ^a	,9829 ^a	1,1300 ^a	1,2300 ^a
Moda		,76	,82 ^b	,81 ^b	1,00	1,09 ^b	1,23
Desviación estándar		,06626	,06978	,04379	,01992	,05351	,00426
Varianza		,004	,005	,002	,000	,003	,000
Asimetría		-,871	,516	-,582	-,192	,628	,000
Error estándar de asimetría		,637	,637	,637	,637	,637	,637
Curtosis		-,939	,697	-1,003	-2,254	-,703	5,500
Error estándar de curtosis		1,232	1,232	1,232	1,232	1,232	1,232
Rango		,19	,26	,13	,04	,16	,02
Mínimo		,61	,74	,80	,96	1,08	1,22
Máximo		,80	1,00	,93	1,00	1,24	1,24
Suma		8,77	10,22	10,45	11,78	13,75	14,76

a. Se ha calculado a partir de datos agrupados.

b. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Exportar

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:OFF |H: 436, W: 759 pt.