

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



“MEJORA CONTINUA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES PARA CONEXIONES DE PVC DE LA EMPRESA.” INGENIERÍA DE SERVICIOS, FABRICACIÓN Y VENTAS DE METALES Y PLÁSTICOS ISFV M&P”

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD

AUTORES: JAMES YVAN MALCA ROJAS

JULIO MARTIN RAZZETTO VARELA

ASESOR: Dr. Ing. ALEJANDRO DANILO AMAYA CHAPA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Callao, 2023

PERÚ

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD.

Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN.

Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas

TÍTULO:

“Mejora continua para incrementar la productividad del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa Ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y Plásticos ISFV.M&P”

AUTORES / CÓDIGO ORCID / DNI

James Yvan Malca Rojas / ORCID: 0000-0002-0619-2010 / DNI: 19325185

Julio Martin Razzetto Varela / ORCID: 0009-0007-4179-1733 / DNI: 06057370

ASESOR y COASESOR / CÓDIGO ORCID / DNI

Dr. Ing. Alejandro Danilo Amaya Chapa / CÓDIGO ORCID / DNI: 25599178

LUGAR DE EJECUCIÓN

Lima, Perú

UNIDADES DE ANÁLISIS

Área de producción de la empresa “Ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV.M&P”

TIPO / ENFOQUE / DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Aplicada/ Cuantitativo/ Experimental

TEMA OCDE:

Ingeniería y tecnología

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN
(ACTA DE SUSTENTACIÓN)

DR. PAUL GREGORIO PAUCAR LLANOS : PRESIDENTE
DR. OSMART RAUL MORALES CHALCO : SECRETARIO
MG. ROMEL DARIO BAZAN ROBLES : VOCAL

ASESOR: DR. ALEJANDRO DANILO AMAYA CHAPA

N° de Libro 01 Folio N° 63

N° de Acta: N° 07 -2023-UPG-FIIS

Fecha de Aprobación: 25 de julio de 2023.

Document Information

Analyzed document	tesis- "MEJORA CONTINUA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES PARA CONEXIONES DE PVC - malca-mazzetto.docx (D169764614)
Submitted	2023-06-05 15:43:00
Submitted by	posgrado.fiis
Submitter email	posgrado.fiis@unac.pe
Similarity	12%
Analysis address	fiis.posgrado.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Nacional del Callao / TESIS-APLICACIÓN DEL CICLO DEMING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA MODEPSA S.A.C., CALLAO 2021-SOTO-PINEDA.docx Document TESIS-APLICACIÓN DEL CICLO DEMING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA MODEPSA S.A.C., CALLAO 2021-SOTO-PINEDA.docx (D143741227) Submitted by: posgrado.fiis@unac.pe Receiver: fiis.posgrado.unac@analysis.arkund.com	 5
SA	Universidad Nacional del Callao / Tesis _APLICACIÓN DEL CICLO DE DEMING PARA MEJORAR LOS PROCESOS DE ALMACENAMIENTO D E UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE MADERA INDUSTRIAL, LIMA - 2019"-Castellano Silva_Ma rcial.pdf Document Tesis _APLICACIÓN DEL CICLO DE DEMING PARA MEJORAR LOS PROCESOS DE ALMACENAMIENTO D E UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE MADERA INDUSTRIAL, LIMA - 2019"- Castellano Silva_Ma rcial.pdf (D102951180) Submitted by: posgrado.fiis@unac.pe Receiver: fiis.posgrado.unac@analysis.arkund.com	 27
W	URL: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32111/1/08%20ADE.pdf Fetched: 2023-06-05 15:44:00	 2
SA	Universidad Nacional del Callao / TESIS-APLICACIÓN DEL CICLO DEMING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA MODEPSA S.A.C., CALLAO 2021- SOTO -PINEDA ...docx Document TESIS-APLICACIÓN DEL CICLO DEMING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA MODEPSA S.A.C., CALLAO 2021- SOTO -PINEDA ...docx (D145594760) Submitted by: posgrado.fiis@unac.pe Receiver: fiis.posgrado.unac@analysis.arkund.com	 1
SA	Tesis_CastilloChavezVanessaNichole.pdf Document Tesis_CastilloChavezVanessaNichole.pdf (D110220902)	 1
SA	T3_Taller de Tesis 2_ EspinozaAlonzoAngel.docx Document T3_Taller de Tesis 2_ EspinozaAlonzoAngel.docx (D117974817)	 1

DEDICATORIA

A mis hijos Ariana Fátima y Nicolás por su entendimiento y en especial a mi esposa Jenny que siempre me empujó a cumplir con mis objetivos y a todos dedicándoles este logro alcanzado

James

A mis hijos FrancESCO, Francesca y Ángelo por su empuje para conmigo y a mi Esposa Milagros que por su paciencia y su espíritu de lucha me empujó a cumplir las metas propuestas.

Julio

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi asesor por todos los aportes facilitados, que me condujo a culminar la investigación, a la vez a todos mis compañeros por los aportes brindados en el desarrollo de la tesis

James

A mí asesor que me condujo a terminar este proyecto de investigación.

Julio

ÍNDICE

ÍNDICE	1
ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
RESUMEN	5
RIASSUME	6
INTRODUCCIÓN	7
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.1 Descripción de la realidad problemática	8
1.2. Formulación del problema	9
1.3. Objetivos.....	9
1.4 Justificación	10
1.5 Delimitantes de la investigación	11
II. MARCO TEÓRICO	12
2.1. Antecedentes: internacional y nacional	12
2.2. Base teórica:.....	17
2.3. Marco Conceptual:	29
2.4. Definición de términos básicos	33
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	34
3.1. Hipótesis general e hipótesis específicas	34
3.1.1. Operacionalización de las variables	34
IV. METODOLÓGÍA DEL PROYECTO	38
4.1. Diseño metodológico.	38
4.2. Método de Investigación:.....	39

4.3 Población y muestra	39
4.4. Lugar de estudio	40
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	41
4.6. Análisis y procesamiento de datos	41
4.7. Aspectos éticos en investigación.....	42
4.8. Procedimiento.....	42
V. RESULTADOS	57
5.1. Resultados descriptivos.....	57
5.2. Resultados inferenciales.....	65
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	69
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.....	69
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares	70
6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes	73
VII. CONCLUSIONES	74
VIII. RECOMENDACIONES.....	75
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
ANEXOS	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	37
Tabla 2. Análisis FODA de la empresa	43
Tabla 3. Distribución de frecuencia según ocurrencia.....	45
Tabla 4. Composición del plan de mejora	47
Tabla 5. Porcentaje alcanzado en la aplicación del Ciclo de Deming.	58
Tabla 6. Descripción de los casos procesados.	58
Tabla 7. Resultados descriptivos de la Productividad	59
Tabla 8. Descripción de los resultados de la eficiencia.....	60
Tabla 9. Resultados descriptivos de la eficacia.....	61
Tabla 10. Promedios semanales Pre Test	62
Tabla 11. Promedios semanales Post Test.....	62
Tabla 12. Prueba de Normalidad: Shapiro-Wilk	64
Tabla 13. Prueba T STUDENT para la Productividad	65
Tabla 14. Prueba T STUDENT para hallar el ρ de la Productividad	65
Tabla 15. Prueba T STUDENT para la Eficiencia.	66
Tabla 16. Prueba T STUDENT para hallar el ρ de la Eficiencia.....	67
Tabla 17. Prueba T STUDENT para la Eficacia.	68
Tabla 18. Prueba T STUDENT para hallar el ρ de la Eficacia.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de Deming – PHVA.....	17
Figura 2. Etapas y los 8 pasos planteado por Deming.....	19
Figura 3. Clasificación de los materiales industriales conforme al Diagrama de Venn.....	27
Figura 4. Diagrama Causa Efecto (Ishikawa).....	44
Figura 5. Diagrama de Pareto	46
Figura 6. Matriz de un codo de 4" a 90°	48
Figura 7. Molde de 4" de 4x2.	48
Figura 8. Cálculo del número teórico de cavidades.	49
Figura 9. Vista interior del molde para inyección.....	50
Figura 10. Desglose del molde para inyección.....	50
Figura 11. Molde de 4" codo de 4x2 para conexiones de PVC de 1 cavidad con columna inclinada y taco ajustador.	51
Figura 12. Molde de 4" codo para conexiones de PVC 2 cavidades y pistones hidraulicos.....	52
Figura 13. Molde de 4" YEE para conexiones de PVC de 2 cavidades pistones hidraulicos.....	53
Figura 14. Molde de 4" TEE para conexiones de PVC de 2 cavidades y pistones hidraulicos.....	54
Figura 16. Evolución de la Eficiencia	63
Figura 17. Evolución de la Eficacia	63
Figura 18. Evolución de la productividad	64

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objetivo de aplicar la mejora continua mediante la metodología de Deming y el Ciclo PHVA para incrementar la productividad del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa Ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y Plásticos ISFV.M&P, en Lima, periodo 2022, donde se realizó un análisis exhaustivo mediante herramientas de ingeniería para encontrar la raíz. La indagación fue de tipo aplicada, el nivel descriptivo, correlacional y de alcance longitudinal. Las técnicas usadas fueron la observación directa y la revisión documentaria. La población estuvo compuesta por los datos apuntados en un periodo de 16 semanas anteriores y posteriores a la aplicación del plan de mejora. La información fue procesada con el software SPSS 24. Se contrastó la hipótesis mediante la prueba T-Student cuyo valor SIG fue 0.003, menor a 0.050. La aplicación de la Mejora Continua alcanzó un promedio del 100% de aplicación, el indicador de la productividad se incrementó de un nivel promedio inicial (pre test) de 78,56 y el nivel promedio final (post test) 86,50. Por lo tanto, la aplicación de la Mejora Continua incrementó significativamente la productividad del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa.

Palabras clave: Ciclo de Deming, mejora continua, productividad, eficiencia, eficacia.

RIASSUME

Il presente studio è stato condotto con l'obiettivo di applicare il miglioramento continuo attraverso la metodologia Deming e il Ciclo PHVA per aumentare la produttività del processo di produzione di stampi per connessioni in PVC dell'azienda Servizi di ingegneria, produzione e vendita di metalli e materie plastiche. , a Lima, nel 2022, dove è stata effettuata un'analisi approfondita utilizzando strumenti di ingegneria per trovare la radice. L'indagine è stata di tipo applicato, il livello era descrittivo, correlazionale e di portata longitudinale. Le tecniche utilizzate sono state l'osservazione diretta e la revisione documentale. La popolazione era composta dai dati registrati in un periodo di 16 settimane prima e dopo l'applicazione del piano di miglioramento. Le informazioni sono state elaborate con il software SPSS 24. L'ipotesi è stata verificata utilizzando il test T-Student, il cui valore GIS è risultato pari a 0,003, inferiore a 0,050. L'applicazione del Miglioramento Continuo ha raggiunto una media del 100%, l'indicatore di produttività è aumentato da un livello medio iniziale (pre test) di 78,56 e un livello medio finale (post test) di 86,50. Pertanto, l'applicazione del Miglioramento Continuo ha aumentato significativamente la produttività del processo di produzione degli stampi per connessioni in PVC dell'azienda.

Parole chiave: Ciclo di Deming, miglioramento continuo, produttività, efficienza, efficacia.

INTRODUCCIÓN

La producción es la base fundamental de la economía de los países la cual depende directamente de múltiples factores como el acceso a los recursos, el desarrollo y uso de tecnología, así como, el talento humano (Orlova, 2021). En cuanto al talento humano, si bien en un inicio las corrientes del taylorismo respecto al análisis de la fuerza laboral determinaron que la división del trabajo incrementa la cantidad de producción por turno de trabajo (Martin, 2019), actualmente estudios en el sur de Europa en países como España, Grecia, Italia y Portugal, también se ha demostrado que una elevada productividad laboral está asociada a la flexibilidad horaria (Vallejo-Peña & Giachi, 2021), en consecuencia, se deben evaluar más factores relacionados a la productividad laboral como las innovaciones, cambios en los procesos, entrenamiento y capacitación, así como el uso de una mejor tecnología (Santaella, 2022).

En América Latina, los tipos de producción van desde la producción de lo más tradicional hasta la producción de servicios, de acuerdo a la información en muchos casos son muy similares sin embargo lo resaltante de estas economías es que son muy diferentes, por lo cual es más complicado poder establecer formas homogéneas para medir la productividad entre países o entre sus ciudades más representativas en función a sus fortalezas y debilidades para lo cual se requiere la construcción de mejores indicadores (CAF, 2021). Las herramientas de ingeniería son básicas para el desarrollo industrial de estas regiones, dado que sientan las bases para una correcta administración del sistema de producción para elevar de la competitividad, en función a su productividad y eficiencia (Ramírez y otros, 2021), en tal sentido, la mejora continua de los procesos de producción basada en lineamientos estrictamente técnicos, conforma los cimientos para el desarrollo de toda actividad productiva. En el Perú, el gobierno impulsa la productividad a través del gobierno mediante lineamientos de productividad y competitividad, para abordar los retos de la próxima década para el sector público y privado, haciendo énfasis en la micro y pequeña empresa, además de facilitar soporte técnico a los exportadores de productos no tradicionales (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019)

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Las empresas del sector manufacturero, por lo general tienen dificultades técnicas, la falta de mano de obra calificada, poco acceso a crédito, entre otros, y para dar una solución práctica que sea sostenible y económicamente viable es necesario realizar un análisis exhaustivo de la situación en particular de cada posible raíz de los múltiples problemas que presentan (Mor, et al, 2019). Los problemas operativos tienden a afectar directamente a la productividad general (Delvika y Silvina, 2021), igualmente denota problemas en la eficacia para lograr las metas propuestas, así como la optimización de recursos, es decir a nivel de eficiencia, en tal sentido estos indicadores son sumamente necesarios para poder medir y controlar a la producción. Entonces, si el objetivo es elevar la competitividad (medio local e internacional) es necesario fortalecer los aspectos organizacionales para lograr los niveles máximos de productividad para la completa satisfacción de los clientes (Ramírez, Magana y Ojeda, 2022).

En la empresa, las falencias en el proceso de producción están ligados a aspectos como: suprimir los procesos duplicados y minimizar los procesos no críticos, recortando o suprimiendo los errores, fallos de producción, en general, las tareas que no suman valor; la optimización de los tiempos en procesos, el desarrollo de procedimientos para y documentos para la eficiencia organizacional; acondicionar el proceso para elevar la productividad y eficiencia del personal en sus labores diarias, así mismo se espera un impacto positivo en los costos. La carencia de un plan de mejora continua en la empresa ISFV.M&P, no permite poder alcanzar un mayor desarrollo a la vez que se reiteran los problemas de ineficiencias en las operaciones productivas y la desorganización en que se llevan a cabo las actividades a diario, que evidencian la baja eficiencia de los trabajadores e ineficacia organizacional y productiva que compromete su competitividad.

El proceso de creación de moldes en los últimos periodos no permitía alcanzar mayores metas de producción, esta limitación no permitió darle respuesta rápida a los pedidos, puesto que el lineamiento es contar con moldes unitarios para productos de alta demanda, también se encontró un elevado el porcentaje de

piezas defectuosas, consecuencia de errores en el área de matricería y mecanizado por múltiples causas, para atender esta situación se motivó a la gerencia de producción a emprender un programa de mejora continua en el área de matricería y mecanizado, para incrementar el nivel de producción, optimizar los recursos y minimizar la cantidad de productos sub estándar.

1.2. Formulación del problema

Problema general

¿En qué medida la aplicación de la Mejora Continua incrementa la productividad del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P?

Problemas específicos

Problema Específico 1 (PE1): ¿De qué manera la implementación de una mejora continua incrementa la eficiencia en el proceso de fabricación de los moldes para conexiones de PVC de la empresa ISFV M&P?

Problema Específico 2 (PE2): ¿En qué medida la aplicación de la Mejora Continua incrementa la eficacia del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P?

1.3. Objetivos

Objetivo general

Determinar en qué medida, la aplicación de la Mejora Continua incrementa la productividad del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P

Objetivos específicos

Objetivo específico 1 (OE1): Cuantificar en qué medida, la aplicación de la Mejora Continua incrementa la eficiencia del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P.

Objetivo específico 2 (OE2): Calcular en qué medida, la aplicación de la Mejora Continua incrementa la eficacia del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P.

1.4 Justificación

La justificación de un estudio corresponde a la precisión de ciertos aspectos necesarios para fundamentar el contenido, la metodología y su relevancia. Este estudio ha considerado diversos sustentos científicos para justificar el planteamiento teórico, metodológico, práctico y económico. Entonces, se inició con la justificación teórica, la cual se encuentra fundamentada en el marco teórico, a través de los estudios citados, autores como Arias y Covinos (2021), sostuvieron que es necesaria una reflexión profunda sobre cada aspecto del objeto observable para lograr incrementar el conocimiento científico respecto del fenómeno analizado. Se realizó el diseño de indicadores para el monitoreo y control de la productividad, la eficacia y la eficiencia, los cuales tuvieron las funciones descritas durante el desarrollo del plan de mejora bajo la metodología Deming y el Ciclo PHVA en la línea de fabricación de tuberías de PVC. Se revisó y validó la metodología, considerando las acciones de la investigación, de la misma forma que la experiencia (Shchedrina, 2021).

Como fundamentación metodológica, en base a lo planteado por Arias y Covinos (2021), quienes indicaron que la propuesta de un procedimiento tratado a un problema novedoso o trascendente, aportará un conocimiento científico acerca de instrumentos a utilizar para medir las variables planteadas, a través de la técnica de observación y fichas de registro de datos, como apoyo a futuros trabajos de investigación.

La Justificación Práctica, se sostiene en que se dio la solución de los problemas realizando mejoras en la línea de producción de conexiones de PVC, que implica una correlación con la productividad, así mismo, estos conocimientos fundamentaron la trascendencia de analizar las dos variables, así como la relación hallada entre ellas.

Finalmente, la justificación económica, fue básicamente el beneficio económico que se obtuvo posteriormente de la aplicación del plan de mejora, donde la inversión en recursos, como la compra de tecnología, actualización de métodos, capacitación y periodos de prueba fue mucho menor a los beneficios producto del incremento sustancial de la cantidad producida y la reducción en costos de las horas-hombre.

1.5 Delimitantes de la investigación

Los aspectos limitantes en una investigación científica refieren a aquellas restricciones en el diseño y en los métodos que tienen posterior incidencia o afectación en la interpretación de los resultados finales (Salas, 2019).

Las limitaciones teóricas corresponden al nivel de alcance de la teoría anotada en el marco teórico (Iglesias, 2016) en tal sentido el estudio se basó en la metodología de la mejora continua Deming y la productividad, inclusive sus limitaciones.

La limitación temporal hace referencia a que el tiempo en que se desarrolla un estudio, es limitado, es decir marca un inicio y un fin en la línea temporal (De Oca, Cabeza y Bastidas, 2022), en cuanto a esta limitación para el estudio tuvo espacio en el año 2022, periodo en que se analizó el fenómeno y se recabaron los datos.

La limitación espacial se refiere al lugar físico donde se llevaron a cabo las indagaciones, el análisis y observación de los fenómenos (Rashid et al, 2019), en el presente estudio se consideró como limitación espacial, los ambientes del área de producción de tuberías de PVC de la empresa.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes: internacional y nacional

Antecedentes internacionales.

En la investigación de Amitkumar y Gajanan (2022) trató acerca de la implementación estratégica de 5S evaluado en los efectos en la productividad en la fabricación de maquinarias para plásticos, donde se aplicaron las 5S en conjunto con el mantenimiento productivo total. 5S es el enfoque de mejorar el negocio, estabilizar las operaciones eliminando las causas raíz de los desperdicios o defectos en el proceso u operación del negocio y, por lo tanto, realizar una mejora continua y mantenerla. Como herramienta se utilizaron las 5S ajustada para la mejora continua de los procesos críticos. Este documento presenta el estudio de implementación de 5S estratégico en una empresa de fabricación de maquinaria de plástico en India y determina la relación de 5S y la productividad mediante la prueba de hipótesis. En el estudio se demostró que se obtuvo un beneficio operativo muy significativo que correspondió con los esfuerzos y las expectativas. Este estudio también es un ejemplo para las pequeñas y medianas empresas que revela la perspectiva de 5S para lograr parámetros de desempeño comercial.

Benites (2021) investigó acerca de la aplicación del ciclo PHVA en los procesos de producción de la empresa ARY Servicios Generales S.A.C en Ecuador, con la finalidad de incrementar la productividad. En la investigación experimental se aplicaron entrevistas, realizada en los operarios, además la clasificación ABC, metodología de 5´S y la estandarización de métodos de trabajo. La productividad de la mano de obra se incrementó en 27% y la materia prima en 33%. Los beneficios se dieron principalmente en la línea de producción de lejía en su presentación de 4 litros, pero con la reducción de los problemas en 69%, se incrementó la productividad de la mano de obra en 16% y de la materia prima un 20%. Esta investigación es un aporte claro al presente planteamiento porque demostró que la aplicación del ciclo PHVA incrementa la productividad.

Garcés y Camino (2021), investigaron los efectos que tiene la aplicación y desarrollo de la Mejora continua entorno a la Productividad en el sector carroceros

de la zona 3 del Ecuador. Consistió en analizar una bibliografía específica de libros y de artículos científicos como fundamento teórico del estudio que fue de tipo cuantitativo y descriptivo. La información recabada mediante encuestas a los jefes de producción de treinta empresas certificadas en ISO 9001 aportaron importante información relacionada con estrategias de mejora continua para lograr mejoras en la productividad y la calidad, convirtiéndose en una ventaja competitiva de la organización. En este estudio se evidenció que la productividad se incrementa a partir de planes de mejora continua lo cual fue demostrado en un conglomerado de empresas.

En el artículo de estudio de caso de Montesinos, et al (2020) se trató sobre conocer los efectos del Ciclo Deming aplicado en la Mejora Continua en el área de inventarios de un almacén y distribuidora de GLP en México, como complemento se utilizó las herramientas mejora continua como: lluvia de ideas para evaluar fortalezas y debilidades; diagramas causa-efecto; hojas de verificación; Diagrama de Pareto y graficas de barras. El análisis post test en la empresa, se observó un incremento sustancial en el indicador del rendimiento del área de almacenamiento e inventarios, donde el valor original se incrementó en 2.64% (periodo 2016), al 3.09% (periodo 2017) y al 4.04% (periodo 2018). Quedó demostrado que esta metodología aplicada potenció significativamente el rendimiento y es perfectamente aplicable a cualquier otro tipo de proceso, en consecuencia, resulta práctico para la evaluación de la eficiencia y la eficacia en la productividad, por tanto, la mejora continua basada en la metodología Deming aporta resultados favorables en estos tres ítems.

En la revisión de la literatura de Isniah, et al (2020) analizaron el Método Plan Do Check Action (PDCA), realizaron una revisión de la literatura y temas de investigación acerca de la aplicación del Ciclo de Deming como herramienta de mejora continua utilizado en la manufactura y de servicios, donde al inicio presenta efectos pequeños al avanzar se obtienen grandes mejoras de manera general y específica, para tratar problemas de datos cualitativos y cuantitativos denotando un incremento en la productividad. En específico se halló que el Ciclo PDCA se aplicó a los procesos de fabricación donde se consiguieron mejoras como la reducción de los defectos, de las pérdidas, de las fallas en máquinas,

de consumo de energía, reducción de los tiempos de entrega por otra parte incrementó la calidad y la durabilidad. Este artículo analizó 50 publicaciones del periodo 2015 al 2020 de los cuales se describió su la implementación exitosa de la metodología, como base para la mejora de la productividad general y como un aporte a investigaciones posteriores.

Antecedentes nacionales.

En el artículo de revisión de la literatura de Suárez y Zeña (2022) sobre el ciclo Deming y la productividad, se analizó una amplia lista de artículos científicos compuesta por 35 fuentes de los cuales 70% fueron artículos, 20% libros y 10% tesis, redactados en inglés y español, ubicados con el apoyo de buscadores como Proquest, Dialnet, Scindirect, Redalyc, Scielo, Alicia y repositorios de universidades a nivel internacional, referidos al ciclo Deming y la productividad, que fueron publicados en el periodo de 2015 al 2020. El común denominador de los hallazgos fue que la aplicación del ciclo Deming eleva la productividad en las empresas, así mismo replica los resultados tanto en la eficiencia y la eficacia. Este artículo es muy importante para la investigación dado que es un sólido referente para fundamentar que la mejora continua bajo la metodología Deming efectivamente incrementa los niveles de productividad, eficiencia y eficacia los cuales fueron los objetivos de la investigación.

La investigación de Castellano (2021) de tipo aplicada, estuvo dirigida a mejorar los procesos de almacenamiento a través de la aplicación del Ciclo de Deming, donde los principales problemas correspondían al orden operativo, la reorganización de los procesos, la capacitación del personal en sus roles actualizados o mejorados. Los datos fueron recolectados por medio de la ficha de recolección de datos, tanto de los registros históricos como de la observación directa en el periodo de 4 meses antes y después de la implementación del plan de mejora. Se demostró, mediante pruebas estadísticas, que la aplicación de la metodología PHVA destacó un porcentaje de 89,47% y los indicadores de los procesos de almacenamiento se incrementaron sustancialmente: la recepción se incrementó a 4,38%, los productos ubicados de correctamente aumentó en un 5,94%, las horas hombre para toma de inventarios se redujeron en 42,00%, los pedidos entregados completos también subieron al 25,25% y finalmente, el

porcentaje de cumplimiento en los despachos subió en un 14,56%. El aporte principal, del estudio es que demuestra la utilidad y los resultados significativos a corto plazo de la aplicación de un plan de mejora basado en el Ciclo de Deming y que una reorganización de los procesos hizo posible elevar todos los indicadores de la empresa.

Espinoza (2020) en su tesis para optar el grado de maestro en Magíster en Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, aplicó las metodologías ciclo de Deming o PDCA y las 5S como estructura del plan de mejora para atender los problemas de la producción de envases industriales de plástico donde había un elevado número de productos defectuosos cuyo indicador 'defectuosidad en remolido' que señaló un 20% de pérdida, y en consecuencia de tiempo y materia prima. Se aplicó el ciclo PDCA (Deming) y las 5S por primera vez bajo la dirección de expertos, también se apoyó en el Diagrama de Pareto, Diagrama Causa Efecto, SIPOC, DOE, Polivalencia, entre otros. Se logró superar la meta del 5% de mejora así mismo fue económicamente viable porque la reducción de productos defectuosos tuvo un efecto mucho mayor a los costos del plan de mejora.

Narciso, Navarrete & Quiliche (2019), realizaron un estudio donde aplicaron la metodología PHVA en la línea de cocido de una empresa de conservas de pescado. Como diseño se consideró al estudio como pre experimental, además de tomar dos pruebas, (pre y post prueba), la población integrada por el total de procesos en la línea de cocido para el mejoramiento de las operaciones. En este estudio se procedió con un muestreo para la seleccionar la muestra, también se aplicó el diagrama de Ishikawa y la técnica de las 5W-H. En los procesos de eviscerado se renovó el método de trabajo reduciendo los tiempos muertos y considerando una penalidad por baja productividad. Se determinó el tiempo estándar en el área de molino conjuntamente con un balance de línea, con lo cual se consiguió minimizar a una hora el tiempo de enfriamiento de la materia prima con un incremento de 42 personas en el área de eviscerado. El proceso de sellado se incrementó su confiabilidad en un 11.4%, producto de un programa de mantenimiento. Por consiguiente, resultó que la eficiencia de la materia prima se incrementó en un 4%, lo mismo ocurrió con la productividad que tuvo un

aumento de 54.71 Kg/hh, respecto a la productividad, en consideración al costo de la mano de obra en alcanzó un índice de 16,943 kg/soles, así mismo la productividad de la máquina de máquina un 36,18 kg/horas-máquina. En general quedó demostrado que la metodología PHVA conllevó al incremento de la productividad. El estudio refuerza el conocimiento sobre la efectividad de la metodología de mejora continua en base al ciclo de Deming para un efecto positivo no sólo en la productividad general sino también en la productividad parcial, lo cual es un referente notable que suma al sustento de la hipótesis general.

En la investigación de Junchaya (2019) donde se desarrolló un proyecto de mejora de procesos enfocado al proceso de inyección – soplado, así como de mantenimiento de las máquinas y equipos complementarios (auxiliares) en la empresa de plásticos PIERIPLAST SAC. Las acciones de mejora estuvieron centradas en incrementar la producción y reducir los productos defectuosos, para lo cual se utilizó básicamente la metodología de mejora continua PHVA, la aplicación de las 5 “S”, un plan de capacitación para los participantes de los procesos nuevos y para el seguimiento de las órdenes de trabajo se realizó apoyado en el software SoftGap. Los resultados fueron más que satisfactorios se logró reducir las paradas de máquinas, se redujeron las piezas descartadas, y se incrementó la productividad de 1108 unidades/hora a 1129 unidades/hora (Juego didáctico 1/3); de 2304 unidades/hora a una cifra de 2618 unidades/ hora (Juego didáctico 1/6) y de 1920 unidades/hora a una cantidad de 2057 unidades/hora (Juego didáctico 1/8), así mismo se incrementó la disponibilidad de los productos de tipo Juego Didáctico 1/3 Naranja pasó de un nivel de 93.26% hasta un 94.97%, en tanto, a la producción de productos tipo Juego Didáctico Celeste 1/6 se elevó del 82.79% al 96.07%. Este estudio aporta un importante valor al planteamiento metodológico y de procedimiento al presente estudio, porque quedó plenamente demostrado que hubo un beneficio significativo a nivel operativo, el cual impacta también en los tiempos de producción y en los costos, a la vez que justifica con los resultados un incremento significativo de la productividad.

2.2. Base teórica:

Mejora Continua.

El mejoramiento implica una innovación, cambios en los procesos que deben ser planificados, ejecutados y estandarizados para proponer posteriormente un nuevo nivel más elevado con nuevas condiciones y requisitos (Canizales, 2020). Muchos expertos en las teorías generales de la mejora continua reconocieron al Dr. Edwards Deming como el autor que consolidó este concepto en cuatro etapas bien definidas donde evolucionó con la denominación Ciclo de Deming. Publicado en 1994 como el PDCA (por sus siglas en lengua inglesa): Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, es posible aplicarlo a una amplia variedad de organizaciones, departamentos o áreas específicas conjuntamente con muchas herramientas de gestión, como la administración de la producción (Zapata, 2016). Este enfoque Deming, resulta reflexivo, y es esta característica lo que genera ventaja, conduce al aprendizaje y que es muy compatible con la ingeniería, pues se basa en la planificación, previo análisis, además se obtienen resultados relativamente inmediatos, es de fácil e intuitiva aplicación por lo cual se convirtió en una gran vigencia a nivel global, sumado al fuerza del liderazgo, se podría afirmar que se ha posicionado como una metodología básica para las organizaciones (Godoy y Bessas, 2021)



Figura 1. Ciclo de Deming – PHVA.
Fuente. Safetya (2023)

El Ciclo de Deming o metodología PHVA, se aplicó al desarrollo de sistemas de gestión de la calidad, así también como herramienta para la mejora continua porque es compatible para el análisis de procesos, por tanto, se afirma que evalúa los procesos de forma sistemática. El enfoque inicial referido a la calidad, no inhibe a la herramienta PHVA en participar en todo tipo de procesos, según afirma Shewhart, el enfoque principal relaciona los procesos hacia su mejor con enfoque al cliente, lo cual es perfectamente alineado con los criterios de producción y productividad. Igualmente, Taguchi y Juran afirmaron que el mejoramiento paulatino de un ciclo conteniendo un plan de mejora hacia el siguiente plan convergen en una mejora general del sistema productivo (González y otros, 2016 pág. 54; 144).

El ciclo de mejora continua (Deming) se aplicó como una estrategia para estructurar el plan de mejora, para organizar adecuadamente las acciones de acuerdo a cada una de las cuatro etapas (planificar, hacer, verificar y actuar), donde según la tabla 5, se alcanzó el porcentaje total en cada etapa, con ello se instauraron las bases para que el modelo de gestión tenga una secuencia que le permita el mejoramiento progresivo. La creatividad y la innovación juegan un papel importante, dado que, en su momento las herramientas clásicas de gestión e ingeniería fueron también innovaciones y en aras de lograr un desarrollo teórico se busca complementar las teorías generales.

Etapas del Ciclo de Deming (PHVA)

Está conformado por cuatro: planear, hacer, verificar y actuar, las cuales conforman una metodología para dirigir el plan mejora de manera continua. La primera etapa, "**Planear**", se debe prestar especial atención, otorgándole el tiempo y los esfuerzos necesarios para realizar un buen trabajo, dado que es una etapa extremadamente crítica, en donde se reúne la información, se analiza la situación en general y se definen las metas (Godoy y Bessas, 2021).

La etapa "**Hacer**", refiere a la implementación en sí, es decir, a la aplicación directa de las contramedidas, en este punto Cuatrecasas (2022) explicó que se trata del desenvolvimiento y la realización del plan o planes propuestos en la etapa anterior de la planificación, en pocas palabras, concretar el plan de mejora.

La tercera etapa es la de “**Verificar**”, se procede a realizar una inspección para contrastar la eficacia alcanzada en la implementación del plan de mejora con los resultados y corroborar que se haya dado cumplimiento con cada punto. Al respecto (Cuatrecasas, 2022). Al respecto se considera una valoración de lo actuado en la segunda etapa de acuerdo al análisis de la información registrada tal forma que se pueda detectar anomalías en el cumplimiento del plan propuesto (González y otros, 2013).

La cuarta etapa “**Actuar**” según González, Domingo y Sebastián (2013), señalaron que en esta etapa se revisan los resultados y se evalúan conjuntamente con los objetivos que motivaron los planes de mejora indicados en la etapa “Planear”, es en esta instancia donde se puede enunciar si el ciclo fue favorable, en qué medida se generaron los cambios esperados o de lo contrario, si se considera que el ciclo no fue satisfactorio entonces se procede a un nuevo ciclo para cumplir con los objetivos que quedaron pendientes, en caso que el ciclo sea favorable o satisfactorio entonces se procede a fijar las mejoras como un nuevo estándar y se formulan nuevos objetivos, nuevos planes para un nuevo ciclo hacia un nivel más elevado que el inicial.

Etapa del ciclo	Paso No.	Nombre del paso	Posibles técnicas por usar
Planear	1	Delimitar y analizar la magnitud del problema.	Pareto, hoja de verificación, histograma, carta de control.
	2	Buscar todas las posibles causas.	Observar el problema, lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa.
	3	Investigar cuál es la causa más importante.	Pareto, estratificación, diagrama de dispersión, diagrama de Ishikawa.
	4	Considerar las medidas remedio.	Por qué... necesidad. Qué... objetivo. Dónde... lugar. Cuánto... tiempo y costo. Cómo... plan.
Hacer	5	Poner en práctica las medidas remedio.	Seguir el plan elaborado en el paso anterior e involucrar a los afectados.
Verificar	6	Revisar los resultados obtenidos.	Histograma, Pareto, carta de control, hoja de verificación.
Actuar	7	Prevenir la recurrencia del mismo problema.	Estandarización, inspección, supervisión, hoja de verificación, cartas de control.
	8	Conclusión.	Revisar y documentar el procedimiento y planear el trabajo futuro.

Figura 2. Etapas y los 8 pasos planteado por Deming.

Fuente. Aldana de Vega (2011, pág. 176) recuperado de Castellano (2021)

Importancia del Ciclo de Deming.

El vertiginoso avance de la ciencia ha dejado a varias teorías obsoletas y desfazadas, pero se ha demostrado en varias investigaciones recientes sobre estudio de casos y en varias investigaciones de tipo de revisión de la literatura en el último quinquenio, que la metodología PHVA es trascendental y se encuentra vigente, inclusive en países del primer mundo se ha evidenciado que su aplicación conlleva a múltiples beneficios a bajo costo, por este motivo se seleccionó como primera variable del estudio (Moyano y Villamil, 2021).

Mejora Continua y técnicas relacionadas

Los cambios continuos en el entorno empresarial, las diversas formas de satisfacer al cliente que cada día es más exigente, conlleva a la formulación de planes de mejora para alinear, renovar y acondicionar las operaciones y procesos internos, de tal forma que se adapte y se evolucione de acuerdo a las exigencias (Rajadell, 2019).

Un plan de mejora continua se compone de varias técnicas, herramientas, métodos empresariales, de ingeniería, sociales o de cualquier conocimiento que aporte a la solución de problemas o la adecuación a nuevos estándares con mejores resultados. Se aplica a toda la organización o a un área definida, donde el análisis previo y los resultados deben ser claros, con indicadores que reflejen el nivel previo y el posterior al plan de mejora, así mismo la implementación deberá contar con una estructura ordenada, con pasos a seguir y con responsables definidos que reporten lo actuado en cada etapa, dentro de un periodo definido (Proaño et al, 2017).

Diagrama de Ishikawa.

Conocido como diagrama causa-efecto, se utiliza para representar de forma organizada la variedad de posibles causas de cada problema que se presenta en la organización o una parte específica de la empresa. El gráfico consiste en colocar un eje horizontal central, que al lado derecho lleva el título del problema principal, luego se procede a colocar líneas diagonales desde el eje central y en sentido opuesto las cuales son posibles causas de segundo orden relacionadas al problema principal, posteriormente se colocan líneas oblicuas de tercer orden que parten de las líneas de segundo orden. Esta organización permite

“desmenuzar” cada posible causa y graficarlas para una tener una visión completa y ordenada, lo cual facilita mucho al planteamiento de soluciones. En el presente estudio se analizaron las sub categorías o secundarias; mano de obra, método de trabajo, medición, equipos y herramientas, materiales y medio ambiente (Tolosa, 2017). En la figura 4, se realizó el diagrama de causa efecto correspondiente a este estudio donde se organizaron las causas raíz en seis categorías conocidas como las “6M”, con ello se lograron identificar de manera clara y ordenada a las causas raíz.

Diagrama de Pareto.

Es una gráfica que expresa el conteo ordenado de las frecuencias de los valores de diferentes niveles acerca de una dimensión o categoría, los cuales tienen como base la regla 80-20 que indica que el 80% de las manifestaciones negativas son el efecto del 20% de las causas. Tiene una amplia aplicación, considerando a nivel industrial facilita la detección de irregularidades, reconocer los puntos de mejora para esbozar un plan de acción en la búsqueda de una mayor eficiencia, reduciendo las pérdidas a nivel operativo y económico (Nemur, 2016). En el desarrollo del estudio este diagrama se basó en la información de la tabla 3, donde se hallaron las frecuencias de las causas raíz, que finalmente fueron graficados en la figura 5, diagrama de Pareto.

Diagrama de Gantt. Este tipo de diagrama es un gráfico que sirve como herramienta de organización, control y programación de tiempo y actividades, es muy útil para identificar los proceso que se darán en paralelo, otorgando a los controladores de la actividad industrial información valiosa para una provechosa distribución de los recursos, especialmente del tiempo (Reviére, 2018). En el desarrollo del estudio este diagrama se basó en la información de la tabla 3, donde se hallaron las frecuencias de las causas raíz, que finalmente fueron graficados en la figura 5, diagrama de Pareto.

Las 5 “S”.

La cultura de la mejora continua se apoya en la metodología 5 “S” porque permite cambiar en un periodo relativamente corto de una situación problemática a un estado cercano al idóneo y que se mantendrá en el tiempo. Las cinco “S” forman parte de las estrategias de un plan de mejora continua, siendo su objetivo

principal cambiar la actitud de los empleados hacia sus labores productivas (Jaume et al, 2022). Las 5 "S" Se componen de cinco palabras en idioma japonés que inician con la letra "S" la cual refiere a un aspecto de la metodología, a continuación, veamos cada una.

La primera "S" refiere a la palabra "Seiri" que en español significa "clasificar", que en el desarrollo de las operaciones diarias exige un análisis para separar los elementos que son indispensables, los necesarios y separarlos de los innecesarios, muchas veces podría considerarse a esta definición redundante, simple o hasta obvia, pero en la práctica resulta sumamente beneficiosa (Jaume et al, 2022).

La segunda "S" corresponde a la palabra japonesa "Seiton" que traducida al español significa "ordenar", en tal sentido se debe analizar donde se van a colocar los lugares adecuados para los elementos necesarios y también el sitio para los no necesarios, de tal forma que se tenga un acceso debidamente acondicionado, fluido, rápido de acuerdo a las funciones desarrolladas para los elementos necesarios, así como, para los demás elementos y que no representen un obstáculo (Jaume et al, 2022).

La tercera "S" es la primera letra de la palabra "Seiso" que significa "limpiar", lo cual refiere a la limpieza directa y también a mantener una organización libre de actividades que representen un obstáculo, que provoquen retrasos o cualquier tipo de interferencia con las actividades productivas, especialmente con las actividades que generan valor (Jaume et al, 2022).

La cuarta "S" refiere a la palabra "Seiketsu" que se traduce al español como "estandarizar" o también como normalizar, este concepto quiere decir que se debe mantener todas las actividades de las anteriores ejecutadas en las tres "S" anteriores que representaron un avance en la mejora de los procesos (Jaume et al, 2022).

La quinta y última "S" se asigna a la palabra "Shitsuke" que significa "perseverar", entonces se interpreta como mantener la iniciativa, la fuerza de voluntad, el ímpetu, el deseo de mejorar para vencer y resistir en el deseo de mejorar y trabajar para ello, no solo mantener las mejoras sino también en asumir nuevos retos y superarse (Zubia, Brito y Ferreiro, 2018).

La metodología de las 5 "S" es parte de las herramientas Lean, enfocada en mejorar los procesos desde lo más elemental y básico para poder crecer propiamente hacia funciones y tareas más elaboradas, de la misma forma propiciar una cultura de mejora continua en los integrantes de la organización, puesto que, la metodología tiene un fondo filosófico, en el cual busca el crecimiento de la organización a partir del desarrollo integral de las personas en cada aspecto de las 5 "S" (Zubia, Brito y Ferreiro, 2018). Durante el desarrollo del plan de mejora se atendieron cada una de las "S" las mismas que se detallan en el punto 4.8 de la presente investigación.

Sistemas de gestión de calidad (SGC)

La implementación de un SGC se inicia con la decisión de parte del directorio en integrarla como parte de su estrategia, con el objetivo de mejorar el desempeño general y sentar las bases para un sólido y sostenible desarrollo en el tiempo. Las etapas iniciales donde se configura el diagnóstico proporcionan los problemas que serán atendidos a través de planes de mejora para superar estos impases iniciales y posteriormente alcanzar un nuevo nivel. Los sistemas de gestión de la calidad se basan en la Norma ISO 9001:2015 que posee en su estructura el ciclo de mejora continua PHVA, además de una serie de requisitos y recomendaciones para mantener los procesos enfocados a los requerimientos del cliente para su satisfacción y lograr una ventaja competitiva (Murrieta, Ochoa y Carballo, 2020).

Eficiencia

La Eficiencia es un concepto que se aplica relacionando el resultado alcanzado y los recursos que fueron invertidos en lograrlo, así mismo, el indicador permite visualizar el nivel del uso racional de los recursos evaluado en un periodo definido (Gutiérrez, 2020). Para obtener procesos eficientes es necesario conocer los factores externos e internos, determinar el contexto en que se realizará y realizar un plan con objetivos definidos para saber qué cantidad y tipo de recursos serán necesarios, así mismo una minuciosa programación del tiempo (Barnó y Stepien, 2019). Para los efectos del presente estudio se consideraron indicadores relacionados las horas hombre utilizadas y el total de

horas programadas las cuales se describen en la tabla 8, mostrando el porcentaje alcanzado en la etapa previo y posterior.

Eficacia

La eficacia se expresa como el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planteados (Gutiérrez, 2020) a diferencia de la eficiencia, la eficacia no relaciona los recursos empleados, en su lugar implica lograr los objetivos planteados a nivel estratégico, de acuerdo a un plan y a un plazo establecido (Barnó y Stepien, 2019). En cuanto a la eficacia, para el presente estudio se consideró calcular la eficacia en función a la meta de producción. En cuanto a la eficacia, para el presente estudio se consideró calcular la eficacia en función a la meta de producción, lo cual se muestra en la tabla 9, donde se compara el nivel anterior a la aplicación de la mejora y el nuevo nivel.

Estudio y mejora de los métodos del trabajo.

Hace referencia a un análisis integral y sistemático de los procedimientos para realizar las tareas y actividades de producción optimizando los recursos mediante estudios de tiempos, análisis de procesos, distribución de las máquinas, reducción de riesgos ergonómicos y estableciendo estándares en los procesos de producción que garanticen la productividad y la calidad (Cuatrecasas, 2017).

Productividad

La producción moderna tuvo su inicio con la revolución industrial, cuyo punto de partida fue la invención de la máquina de vapor de doble acción de James Watt (1776), seguido de Whitney (1798) con las maquinarias de piezas intercambiables, que abrieron las puertas a la producción en masa. El estudio de la administración científica del trabajo propuesta por Frederick Taylor (1856-1915) convirtió la producción en masa en una ciencia, con la división del trabajo en tareas específicas, el estudio de tiempos e institucionalizó la producción en lotes. En 1896, Henry Ford materializa su primer automóvil y en 1908 dio inicio a la fabricación bajo el “Modelo T” que condujo a la creación de su línea de ensamblaje en 1913 (Socconini, 2019).

La historia del modelo Toyota inició con Sakichi Toyoda inventor de telares automáticos en 1890, la mejora de este invento derivó en la venta de la patente y fue Kiichiro Toyoda quien con ese capital inició la Toyota Motor Corporation (1933) donde se inició el sistema de producción Toyota “Just in Time” o justo a tiempo posterior a la segunda guerra mundial, que fue el ejemplo para los industriales japoneses y el motor de la competitividad del país. El éxito internacional llegó con Eiji Toyoda y Taiichi Ohno lograron el éxito internacional aplicando el Lean Manufacturing, dominando los conceptos de productividad y competitividad (Socconini, 2019).

A través de la revisión de la literatura aparecen variados enfoques que señalaron que una adecuada gestión es la responsable de lograr una eficiencia operativa competitiva, además, que la innovación tecnológica o la utilización de tecnología extranjera impactan severamente en el nivel de producción (Sickles y Zelenyuk, 2019), este aspecto tiene repercusión en el estudio, dado que, se cuenta con una innovación tecnológica, la cual es una nueva matriz para la línea de producción de tubos de PVC, la cual duplica el nivel de producción por cada ciclo de inyectado. Sin embargo, las buenas políticas de gestión basadas en la teoría adecuada no es el único factor de crecimiento, tal como indica Dieppe (2021), existen crisis globales como la que propició la pandemia del 2020, siendo uno de los factores para que las inversiones y el comercio se hayan desacelerado, como complemento, Raza y Zhong (2022) precisaron en su investigación sobre modelado 3D de polímeros, que la productividad también se basa en la técnica y en la tecnología para producir piezas de alta calidad.

Una definición directa de la productividad fue la planteada por Nemur (2016), que interpretó a la productividad como el arte de crear, generar o mejorar bienes y servicios, posteriormente complementó la idea de la productividad total, como una relación donde se sustrae el total de entradas del total de salidas del proceso productivo. Para efectos prácticos, la productividad se entiende como la racionalización de los factores que participan en la producción y los resultados, para lo cual es muy importante la racionalización de los recursos de tal forma que se utilice estrictamente lo que haga necesario para los efectos deseados en el producto, es necesario considerar a la planificación como un aspecto

fundamental para la optimización de los recursos y de un buen desempeño laboral (Pucheu, 2021).

En la práctica, el concepto de productividad cuantifica la cantidad de producto que se puede generar a partir de la utilización de todo tipo de recursos, en tal sentido se busca el mejoramiento continuo del sistema productivo enfocado en sus dos componentes: eficiencia y eficacia, que, para efectos de cálculo de la productividad, se multiplican la eficiencia por la eficacia (Gutiérrez, 2020).

$$\textit{Productividad} = \textit{eficiencia} \times \textit{eficacia}$$

La productividad parcial es aplicable cuando el concepto de productividad general se aplica de forma localizada y se relaciona los resultados con uno o varios de los recursos que intervienen en la producción, de esta manera se logra visualizar cómo participa cada recurso y qué resultado se obtiene de cada uno de ellos (Juez, 2020). Se resume en la siguiente expresión matemática:

$$\textit{Productividad Parcial} = \frac{\textit{Resultados parciales}}{\textit{Factor 1} + \textit{Factor 2} + \textit{Factor 3} \dots + \textit{Factor N}}$$

Actualmente, si bien existen diversos enfoques novedosos sobre la productividad en las organizaciones, aún se mantiene el enfoque tradicional orientado básicamente a reducir costos, tiempo y realizar cambios convenientes de acuerdo al avance tecnológico, sin embargo, se espera que se amplie el panorama y que el ecosistema de la productividad involucre más a las destrezas de los trabajadores, elevar su compromiso, así como crear o incrementar el valor agregado del sistema (Jaén, 2021).

En el estudio, se analizó la productividad a través de sus indicadores señalados en la tabla 10 y de la tabla 11, donde se hallan también los indicadores de sus componentes, la eficiencia y la eficacia, para el análisis correspondiente pre y post test.

La “Capacitación de los trabajadores”, es un concepto en el cual se trata de integrar en el trabajador los conocimientos necesarios que pueda realizar sus funciones, compromiso, con conocimiento y debidamente entrenado, que quiere

decir que la repetición de los métodos y las técnicas correctas logrará un mayor nivel en la destreza, en la velocidad sin perder la calidad del producto, pretendiendo que el trabajador pueda identificar por sí mismo las tareas irrelevantes para su descarte, organizar su espacio de trabajo y de acuerdo a la experiencia en sus tareas diarias, plantear una organización de las operaciones para que sean más ágiles, finalmente redistribuir el tiempo ganado (Harvard Business Review, 2020, pág. 1-14). Para mantener las mejoras de una manera integral y sostenible en el tiempo, es necesario realizar una serie de reuniones de trabajo dirigidas específicamente a temas críticos para el sistema de producción, dichas reuniones de jornada completa deberán tener una frecuencia bimestral o trimestral, en lo cotidiano se pueden programar con mayor frecuencia reuniones con una duración máxima de treinta minutos (Lloret, 2020). Las reuniones de trabajo En el presente estudio se realizó una capacitación en los procesos nuevos, para cubrir las variaciones y cambios en el cambio de matriz y sus repercusiones.

Materiales para la construcción de moldes

La producción con polímeros como materia prima, es sumamente exigente en cuanto a calidad de los elementos que componen el sistema general, principalmente, moldes de garantía y elevada calidad con alta precisión y por supuesto una larga duración.

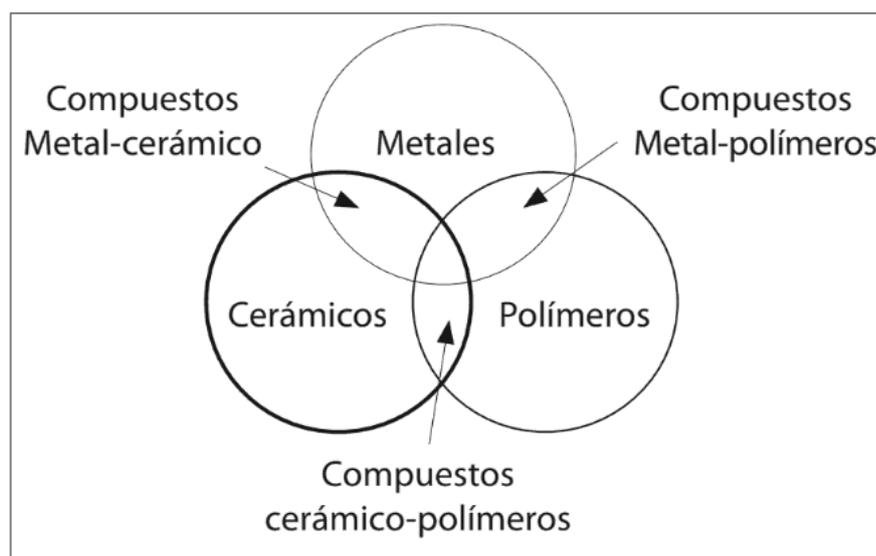


Figura 3. Clasificación de los materiales industriales conforme al Diagrama de Venn
Fuente. Contreras y otros, 2019 p. 25.

Los moldes para la fabricación de productos a base polímeros son compuestos de acero, también se utilizan materiales de colada (no metálicos) y metales no férricos, además existe la posibilidad de obtener moldes de cerámicos. Cada pieza tiene sus particularidades para el desmolde, por tal motivo, es necesaria una evaluación en función a la calidad y a la rentabilidad, puesto que el tiempo del ciclo y los costos de fabricación son puntos críticos a evaluar y controlar.

Los artículos deben cumplir condiciones especiales como la calidad de su superficie, que no contengan fallos como fisuras, rayaduras, distinto tonalidad de color, aspecto transparente o frágil, entre otros, así mismo se hace énfasis en su practicidad en destacarse por ciclos de corto tiempo que favorezca a la administración en la programación de pedidos de mayor volumen lo cual dirige el análisis a otra exigencia como es la exactitud de las dimensiones.

Procesos de maquinado

Las tareas de devaste y tallado de piezas de madera, óseas, de piedra y de metales fueron evolucionando con el tiempo junto a la tecnología y fue hasta 1569 que el ingenio de Besson que inventó el torno de tornillo y construido por Henry Maudslay materializó en madera a inicios del siglo XIX. En 1820 Eli Whitley fue un pionero en el uso de fresadoras horizontales para la fabricación de armamento balístico posteriormente apareció la fresadora vertical 40 años más tarde. Estas máquinas fueron la base para el inicio de la magnífica tecnología de maquinado actual que son guiadas por sistemas computarizados y automatizados que permitieron elevar la cantidad producida con una alta calidad (Baibakov, 2021).

Las actividades o tareas dirigidas a retirar material metálico, que de acuerdo al diseño no formará parte de la pieza forjada o formada por vaciado, en general posterior a los procesos de conformación de los metales, como la deformación en caliente y la metalurgia de polvos. El tratamiento para la pieza consta principalmente de desprender metal en porciones pequeñas que se desprende en forma de viruta mediante máquinas como fresadora, tornos o rectificadoras, mientras que los cortes con sierra y esmerilado también se incluyen dentro de esta categoría (Ortega, 2016).

Sistemas de medición

Como las operaciones de maquinado requieren de grados variables de precisión y de diferentes formas (para barrenos torneados, desplazamientos, ranuras y diámetro exteriores), se necesitan diferentes instrumentos de medición tanto para el operador de la máquina como para el inspector de control y calidad. Estos van desde las herramientas semi precisas, como escalas de acero y calibradores de muelle, hasta instrumentos de medición de alta precisión, como calibradores de altura, bloques de calibración y placas de superficie (Ortega, 2016)

Constitución y función del molde.

Los moldes, independientemente de su forma, capacidad, material o construcción, de forma práctica el molde se compone de dos partes simétricas cuya posición va fijada a los platos porta moldes de quipo para la inyección. Cada mitad tiene una función, una del lado inyector y la otra del lado extractor, este sistema simplifica enormemente la operación a diferencia de otro tipo de conformación. Una vez que el sistema se acciona el mecanismo se cierra e inicia el llenado por inyección y solidificación, en el siguiente paso el molde procede a abrirse por el plano de partición quedando expuesta la pieza ubicada en el lado del molde extractor que, al retraerse completamente, un perno fijo empuja la pieza para quedar finalmente desmoldada. Siguiendo la secuencia, al cierre de la inyectora se recupera el mecanismo extractor por la placa correspondiente, en seguida, la conexión con el cilindro inyector toma posición para iniciar un nuevo ciclo con el llenado del material, luego de aplicar la presión necesaria para que el material se adhiera a las cavidades del molde cerrándose ambos moldes por un periodo determinado, en esta parte se libera la presión, mientras se refrigera el material hasta que es desmoldado (Menges, Moldes para inyección de plásticos, p. 43-44)

2.3. Marco Conceptual:

Acero para Matrices para moldear plásticos

EL acero utilizado para este fin debe presentar buena templabilidad, resistencia a la compresión, a la temperatura, capacidad de troquelado en frío, resistencia a la abrasión, en general facilidad para ser maquinado. El tratamiento térmico,

suficiente con el sencillo, apto para ser pulido, resistente a la tenacidad y tracción, así como buena resistencia a los ataques químicos.

Aceros Bohler

Esta variedad es la adecuada para moldes para plástico son: Acero Starmold, Acero Moldinox, estos son los aceros que aplican para los procesos de transformación, de piezas de plástico. (Aceros Bohler,12-13)

Accesorios de PVC. De 4"

Elementos de acople entre dos o más partes constitutivas de un sistema de conducción de fluidos a presión de material de Plástico (poli cloruro de vinilo no plastificado PVC-U) aplica por sus propiedades en la conducción de fluidos que soportan presión y cuya manufactura es por el proceso de inyección. Los accesorios son: Codo de 4" de diámetro x 90, Codo de 4" x 90 con salida de 2", Codo de 4"x45, Tee de 4"x 2", Tee de 4"x 4", Yee de 4"x 2", Yee de 4" x 4" (Operador de Maquina Inyectora,48-55).

Se define como "Cavidad" a la sección del molde que conforma la superficie exterior de la pieza sometida al proceso de inyección y que toma la forma del molde, éstos pueden tener un diseño de cavidades múltiples o sencillos. (Penco,2013, Plastics Engineering Company, pág. 2)

Policloruro de vinilo - PVC

En la industria se utilizan diversos tipos de materiales, que se clasifican de acuerdo a su origen, a sus características, a su naturaleza (naturales o sintéticos) entre ellos tenemos a los polímeros. Los polímeros, conforme a sus propiedades físicas, térmicas, mecánicas, o dieléctricas, son seleccionados para determinadas actividades, procesos de transformación, como soplado, extrusión, inyección, entre otros. El PVC proviene de la polimerización de monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo, el resultado fue un material más versátil perteneciente a la variedad de los plásticos, con propiedades termo plásticas, para la fabricación de productos rígidos y flexibles (Contreras et al, 2018).

PVC-rígido

Es el tercer material de esta variedad en ser usado en la industria mundial, producto de la polimerización por radicales libres del cloruro de vinilo ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$) cuya estructura es parecida al polietileno, se produce por medio de

una resina que resulta de esta polimerización, posee más versatilidad en la familia de los plásticos, cuenta con una propiedad muy importante, es termoplástica, lo cual permite que cambie su forma con la acción del calor, pues reblandece y es muy moldeable con facilidad, al bajar su temperatura retorna a su consistencia inicial manteniendo la nueva forma, además que se pueden obtener del PVC productos tanto rígidos como flexibles.

En cuanto a su composición química, posee un 43% derivados del petróleo y 57% de sal común, por tanto, es menos dependiente del petróleo. El PVC es altamente resistente a la abrasión, el flexible o plastificado tiene uso doméstico a gran escala, en cuanto al PVC rígido (PVC de suspensión o masa) tiene propiedades plastificantes, aditivos modificadores de flujo, estabilizadores, colorantes modificadores de impacto, entre otros, mayormente utilizado en la fabricación de tuberías, botellas y en la industria automovilística (Quiminet.com,2006, ¿Qué es el cloruro de polivinilo?, pág. 1)

Maquinas Herramientas:

Torno. Mediante movimientos de revolución se mecanizan piezas se va retirando material a criterio del operario de acuerdo a un diseño. La pieza queda fija en el carriot y el cabezal mientras la cuchilla remueve el material.

Fresadora. Su función principal es el mecanizado de piezas rectangulares y planas a través del arranque de láminas (viruta), para ello el material debe estar sujeto a la mesa por acción de una mordaza.

Rectificadora. Su función es el maquinado de las superficies de las piezas metálicas (planas o curvas) con una precisión extrema, mediante la abrasión por una herramienta llamada muela en una trayectoria recta o circular.

Pantógrafo. son mecanismos articulados de corte, por plasma u oxicorte, con el cual también se pueden hacer grabados. La rectificadora es una de las herramientas más importantes para un taller, especialmente aquel que se encarga de la manufactura y reparación de motores a combustión interna.

Sierra. Su uso es de corte de materiales como metal o madera por el filo dentado de la herramienta manejada a mano con movimientos enérgicos, para cada tipo de material existen varios tipos de hojas.

Maquina Control Numérico por Computadora (CNC). El control numérico por computadora (o más comúnmente conocido como CNC) permite el control de la posición de un elemento físico con suma precisión por ser un sistema automatizado de máquinas herramientas manejadas por comandos programados previamente cargados y almacenados, los cuales pueden ser accionados manualmente (botones o palancas) o por medios electrónicos.

Temple o endurecimiento del acero al carbono

Este material no contiene ningún otro elemento de aleación que no sea el carbono y pequeños porcentajes de elementos como el manganeso que son necesarios en la manufactura del acero. Se utiliza para cuchillos limas y herramienta finas de corte, como formones, para madera, debido a que conserva bien un filo agudo. El acero al carbono es mucho más fácil de tratar térmicamente que los aceros aleados y los aceros para herramienta. El proceso del temple del acero se efectúa en dos operaciones. A esta operación los metalurgistas la llaman autenticación. El acero autenticado (con estructura cristalina cubica centrada en las caras) contiene todo el carbono en los intersticios (espacios o huecos en la estructura espacial). El segundo paso es enfriar el metal calentado al rojo con tal rapidez que no tenga oportunidad de transformarse en microestructuras más suaves, pero que aún conservan al carbono en solución en la austenita. A esta operación se le llama temple. Los medios de temple como salmuera, el agua, las sales fundidas, el aceite y el aire se enfrían a diferentes velocidades. Es necesario que el enfriamiento sea más lento para los aceros que se utilizan en las herramientas y los regímenes rápidos para el acero al carbono puro. El enfriamiento rápido puede producir, agrietamiento en las secciones más delgadas y, por tanto, se utiliza normalmente en secciones pequeñas o delgadas de baja masa y para los aceros al carbono. Cuando se enfría rápidamente el acero austenizado hasta un punto inferior a la temperatura tiende a transformarse en su estructura cristalina natural del sistema cubico centrado en el cuerpo en los intersticios. El resultado es una estructura cubica alargada, deformada que es muy dura y a la cual se llama martensita. (Neely, 1992, Materiales y Procesos de Manufactura, pag,94-95)

2.4. Definición de términos básicos

Actuar: Es la acción de realizar una etapa de procedimiento.

Componente: Es un elemento de que forma parte de conjunto de piezas a cuál es denominado como sistema.

Costos: Denominado también como “costos”, se la define como el valor económico que adquieren los factores de producción y que es requerido para su realización.

Eficacia: Es la capacidad de cumplir la meta trazada.

Eficiencia: Es la capacidad de lograr una meta trazada en función al tiempo, esfuerzo o recurso invertido.

Efectividad: se compone de la suma de la eficiencia y de la eficacia, es un indicador muy importante en la administración y la programación de operaciones.

Equipos: Es la denominación que recibe la maquinaria que se emplea para la ejecución de un proceso laboral dentro de la entidad.

Fallas en los equipos: Es la eventualidad en un equipo cuando ya no tiene la capacidad de seguir funcionando según su diseño y se le brinda el apelativo de “fuera de función”.

Mejora: Es la capacidad de aumentar la capacidad de cumplir los requisitos de funcionalidad.

Planificación: Se le denomina al planteamiento de pasos o etapas ordenadas y jerarquizadas para ejecutar la realización un proceso activo dentro de la entidad.

Polímeros, se define así a aquellas moléculas de gran tamaño conformadas por cadenas de extensas formadas de moléculas más pequeñas. Los polímeros sintéticos son elaborados por lo general en base a partes del petróleo y su uso industrial son compuestos como el nylon, el caucho y el polietileno.

Procedimiento: Forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso.

Proceso: Una serie de actividades que se encuentran interrelacionadas y que en su interacción presentan como producto una transformación de un elemento.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis general e hipótesis específicas

Hipótesis General

La aplicación de la Mejora Continua incrementa significativamente la productividad del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P

Hipótesis específicas

HE1: La aplicación de la Mejora Continua incrementa significativamente la eficiencia del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P.

HE2: La aplicación de la Mejora Continua incrementa significativamente la eficacia del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P

3.1.1. Operacionalización de las variables

Variable independiente: Ciclo de Deming

Definición conceptual. La metodología de mejora continua Deming o Ciclo de Deming es conocida también como metodología PHVA por la letra inicial de cada una de sus etapas: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, su aplicación se enfoca al diseño, desarrollo y ejecución de planes de mejora operativa, de calidad u otra ya que es una metodología versátil, así como también es una herramienta para el análisis, seguimiento y mejora continua de procesos y en consecuencia del sistema en general (González y otros, 2016 pág. 54)

Definición operacional. La estrategia de mejora continua Deming se aplicó siguiendo cada etapa del Ciclo PHVA: Planear, Hacer, Verificar y Actuar, para integrar y sistematizar el plan de mejora de acuerdo a esta secuencia conjuntamente con los procesos de producción.

Dimensión: Planificar.

Indicador: Nivel de cumplimiento del plan de mejora (NCPM)

Índice:

$$\text{NCPM} = \frac{\text{Total de oportunidades de mejora programadas}}{\text{Total de oportunidades de mejora detectadas}} \times 100$$

Dimensión: Hacer.

Indicador: Nivel de cumplimiento de objetivos (NCO)

Índice:

$$\text{NCO} = \frac{\text{Total de objetivos conforme}}{\text{Total de objetivos realizados}} \times 100$$

Dimensión: Verificar.

Indicador: Nivel de cumplimiento de Inspecciones (NCE)

Índice:

$$\text{NCE} = \frac{\text{Total de inspecciones ejecutadas}}{\text{Total de inspecciones planificadas}} \times 100$$

Dimensión: Actuar.

Indicador: Nivel de Cumplimiento de la mejora continua (NCCM)

Índice:

$$\text{NCCM} = \frac{\text{Número de procedimientos ejecutados}}{\text{Número de procedimientos planificados}} \times 100$$

Variable dependiente: Productividad

Definición conceptual. La Organización Internacional del Trabajo - OIT (2016), estableció como concepto de productividad al uso eficaz de la innovación y de los recursos para el incremento de los productos y servicios, así mismo Gutiérrez (2020) afirmó que la productividad es el resultado del producto de dos componentes: la eficiencia por la eficacia.

Definición operacional. Se halló la productividad como el resultado de los factores de los índices de eficiencia y eficacia por cada semana de estudio.

Dimensión: Eficiencia.

Indicador: Porcentaje Horas Hombre utilizadas (%HHU)

Índice:

$$\%HHU = \frac{\text{Horas reales trabajadas}}{\text{Horas programadas}} \times 100$$

Dimensión: Eficacia.

Indicador: Porcentaje Horas Hombre utilizadas. (NE)

Índice:

$$NE = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Meta de producción}} \times 100$$

Método: Deductivo – Inductivo.

Técnica: las técnicas de investigación científica son aquellas definidas por especialistas para estandarizar, regular y garantizar la validez de los resultados del uso de esta técnica, para el presente estudio se utilizó la técnica de la observación de campo, según afirma Valderrama (2015), es la manera de separar una muestra para analizar el fenómeno estudiado y que aporte información a su explicación. En el estudio se procedió al uso de la observación como técnica seleccionada que se desarrolló con el acopio de los datos de campo durante las semanas que tuvo duración el estudio.

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Fórmula	Escala de medición
Independiente "Mejora continua"	El Ciclo de Deming o metodología PHVA (siglas de sus etapas: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), su aplicación se enfoca al diseño, desarrollo y ejecución de planes de mejora operativa, de calidad u otra ya que es una metodología versátil, así como también es una herramienta para el análisis, seguimiento y mejora continua de procesos y en consecuencia del sistema en general (González y otros, 2016 pág. 54)	La estrategia de mejora continua Deming se aplicó siguiendo cada etapa del Ciclo PHVA: Planear, Hacer, Verificar y Actuar, para integrar y sistematizar el plan de mejora de acuerdo a esta secuencia conjuntamente con los procesos de producción	Planificar	Nivel de cumplimiento del plan de mejora (NCPM)	$NCPM = \frac{\text{Total de oportunidades de mejora programadas}}{\text{Total de oportunidades de mejora detectadas}} \times 100$	Razón
			Hacer	Nivel de cumplimiento de objetivos (NCO)	$NCO = \frac{\text{Total de objetivos conforme}}{\text{Total de objetivos realizados}} \times 100$	
			Verificar	Nivel de cumplimiento de Inspecciones (NCE)	$NCE = \frac{\text{Total de inspecciones ejecutadas}}{\text{Total de inspecciones planificadas}} \times 100$	Razón
			Actuar	Nivel de Cumplimiento de la mejora continua (NCMC)	$NCMC = \frac{\text{Número de procedimientos ejecutados}}{\text{Número de procedimientos planificados}} \times 100$	
Dependiente "Productividad"	La Organización Internacional del Trabajo - OIT (2016), estableció como concepto de productividad al uso eficaz de la innovación y de los recursos para el incremento de los productos y servicios, así mismo Gutiérrez (2020) afirmó que la productividad es el resultado del producto de dos componentes: la eficiencia por la eficacia.	Se halló la productividad como el resultado de los factores de los índices de eficiencia y eficacia por cada semana de estudio.	Eficiencia	Porcentaje Horas Hombre utilizadas. (%HHU)	$\%HHU = \frac{\text{Horas reales trabajadas}}{\text{Horas programadas}} \times 100$	Razón
			Eficacia	Nivel de Eficacia. (NCD)	$\text{Eficacia} = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Meta de producción}} \times 100$	Razón

Fuente. Elaboración propia.

IV. METODOLÓGÍA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico.

Los trabajos de investigación obedecen a un tipo, en este caso, se aplicó un tipo de investigación descriptivo y correlacional ya que se describe las ocurrencias del área de producción, las raíces de la ineficiencia, cómo se vio afectada la eficacia y en consecuencia afectar negativamente a la productividad, de la misma forma evidenciar lo actuado en la etapa de aplicación de la variable independiente y representar en los resultados los efectos como el incremento de la productividad de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV.M&P.

Las investigaciones académicas también se caracterizan por tener un diseño, estos pueden pertenecer a dos ramas existentes las cuales están bien definidas como los diseños experimentales y los diseños no experimentales. Las investigaciones de diseño experimental son aquellas indagaciones donde se analiza una o varias variables, donde son manipuladas en forma intencionada a través de acciones llamadas “estímulos”, de estas acciones se espera identificar sus posibles efectos, observar cuales son los resultados en un contexto controlado, es decir, donde sólo se permita actuar a las variables bajo un medio modificado (factores controlados), para posteriormente recabar los datos puesto que, por lo general los estímulos están relacionados con los objetivos de la investigación (Hernández y Mendoza, 2018). El presente estudio tiene como variable independiente a la mejora continua bajo la metodología Deming con el objetivo de conocer sus efectos en la productividad que actúa como variable dependiente.

Los estudios de diseño experimental también se sub dividen en pre experimentales y estudios cuasi experimentales. En el primer caso, los diseños pre experimentales cuentan con condiciones que se definen como de control mínimo, a diferencia de los experimentos puros, en este caso no se logra aislar completamente los factores que participan, sólo de manera parcial, lo necesario como para conseguir reacciones alineados con los objetivos. Otra importante característica es que los estudios pre experimentales realizan una pre prueba,

es decir, y pasado el estímulo una post prueba, ambas sin variar la población (Hernández y Mendoza, 2018). En esta investigación se trabajó un diseño pre experimental, dado que adicionalmente al control parcial sobre el estímulo se realizó la pre prueba correspondiente anterior a la aplicación del estímulo (plan de mejora basado en el Ciclo de Deming), como siguiente paso se procesó con una segunda medición para evaluar los posibles cambios en la variable productividad.

La temporalidad en las investigaciones puede optar por dos diseños: transversal y longitudinal. En el caso del primero, los estudios transversales reúnen la información en un solo punto temporal, a diferencia de los estudios longitudinales en que los datos se recolectan los datos en varios puntos temporales, es decir, en distintos momentos durante el periodo de la investigación (Hernández y Mendoza, 2018). En este estudio se utilizaron fichas de recolección durante la observación en campo con frecuencia semanal en la etapa previa a la implementación igualmente para la etapa post test.

4.2. Método de Investigación:

En la indagación se va emplear un método sistémico, en el cual se realizará un estudio del elemento desde una definición entre las interrelaciones de las variables a través de un análisis del problema, la necesidad de implementar una mejor mediante el Ciclo de Deming elevar el nivel de la productividad general.

4.3 Población y muestra

Población.

Durante el proceso de investigación, un estudio concentra sus esfuerzos en indagar sobre un tema específico, así mismo, busca concentrar su análisis en una porción del universo de elementos que tengan como característica de que al menos un aspecto en común de tal manera que se pueda considerar un conjunto determinado que se representa con la letra "N" (Pandey y Pandey, 2021). De acuerdo a la naturaleza de los elementos analizados, se tuvo una interacción entre el personal operativo, los materiales, las maquinarias industriales, la infraestructura, entre otros, de tal forma que se tuvo que discriminar en cual sería

la característica común entre los elementos para agruparlos como población y la respuesta fue la información, puesto que se ha considerado a los resultados de los indicadores de la productividad, la eficiencia y la eficacia según consta en la documentación de la empresa, así mismo aquella información reunida durante el periodo de análisis y recolección de datos in situ, fueron recolectados a diario y fueron consolidados con una frecuencia semanal, por tanto, se tendrá un índice promedio por semana para el período pre test y post test de un total de dieciséis semanas previas y posteriores.

Muestra

Definida la población, se procedió a determinar una muestra, teóricamente una muestra es una porción, subconjunto o parte representativa de una población, es decir que esta “muestra” comparte las características fundamentales que conforman a una población como tal y que el tratamiento estadístico es igual de válido que si se tratase a la población completa (Valderrama, 2015). Existen varios métodos para definir una muestra, uno de ellos es el muestreo que trata de una fórmula estadística estándar para realizar ese cálculo, otro método es el de seleccionar la muestra a conveniencia de la investigación, en el presente trabajo se procedió a seleccionar convenientemente al total de la población como muestra, con lo cual la población (N) es igual a la muestra (n) considerando a $N=16$.

4.4. Lugar de estudio

Los estudios aplicados e investigaciones experimentales requieren de un espacio físico para poder realizarse, en este espacio es donde se analizarán las observaciones de las ocurrencias del fenómeno observable y, según sea el caso, habrá un control parcial o total de las condiciones, los estímulos y de las variables participantes. Para efectos del presente estudio, se llevó a cabo en la empresa Ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV.M&P en la ciudad de Lima durante el periodo 2022, específicamente en el área de producción donde se elaboran las piezas de PVC a partir de la inyección de este material en una matriz (molde).

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.

Técnicas

Las investigaciones se rigen por métodos y procedimientos sistemáticos, por tanto, las técnicas utilizadas también siguen este mismo ordenamiento lógico con el objetivo de que el debido proceso de la investigación esté garantizado (Valderrama, 2015). Para el presente caso se utilizaron dos técnicas: el análisis documental y la observación de campo.

Instrumentos de recolección de datos.

Los llamados instrumentos de investigación son elementos de los cuales se valen los investigadores para la obtención de la información relevante y metodológicamente válida. Un instrumento es válido en la medida que por capacidad propia pueda medir las magnitudes que requiere la investigación (Hernández y Mendoza, 2018)). La ficha de recolección de datos, se utilizó para el análisis documental y las hojas de inspección como instrumento para la técnica de la observación de campo.

Las técnicas e instrumentos fueron validados por “Juicio de Expertos”, donde se consultó a tres expertos en el tema de la investigación, con preparación y experiencia en metodología de la investigación científica, que tienen el título profesional en ingeniería industrial y grado de maestro, quienes confirmaron y validaron que las técnicas e instrumentos están acorde con los objetivos del estudio.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

El análisis de datos acopiado en la etapa pre test y un post de los índices de productividad, eficiencia y eficacia, fue ordenada para el análisis correspondiente mediante la estadística descriptiva con el apoyo de software como Microsoft Excel (para el caso de las tablas y gráficos simples) y el software IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences) versión 27 donde se evaluó la media, mediana, varianza, la desviación, entre otros.

La segunda parte del análisis correspondió al análisis estadístico inferencial, que inició con la determinación del comporta del comportamiento de los datos mediante la prueba de “Normalidad” con el test de Shapiro-Wilk. Posteriormente,

se continuo con la comprobación de la hipótesis general y las hipótesis específicas mediante la prueba T de Student, que de acuerdo al comportamiento paramétrico de los datos se aplicó en todos los casos. Para el análisis inferencial se utilizó el software IBM SPSS en su versión 27, así como las tablas correspondientes donde se expresó el SIG bilateral o el p valor de SIG, elemental para el respectivo contrasten de las hipótesis.

4.7. Aspectos éticos en investigación

En este punto de la investigación corresponde hacer énfasis a la ética, explicando el principio ético que aplica a los estudios, que al son una actividad humana que se fundamenta en alcanzar la verdad para difundir conocimientos, es pertinente que no sólo aplique rigurosidad metodológica, sino también, integridad, verdad, transparencia, libre de influencia, prejuicios o cualquier tipo de distorsión de la información que está siendo tratada (Zhengfeng y Jianquan, 2021). La ética en la ciencia hace referencia al campo moral que regule la conducta del investigador que, según esta ciencia, debe obrar con una conducta moral, con respeto por las personas, justicia y buscando el bien social (Akbulut y Tevfik Tolga, 2021).

Es muy importante cultivar y asegurar la ética en una investigación, dado que es fundamental generar confianza entre los investigadores evitando incumplir con los códigos de ética o con el marco legal nacional. En cuanto al estudio, las prácticas éticas fueron llevadas a cabo de forma completa e integral, los investigadores cumplieron con las exigencias del centro de estudio universitario, los códigos de ética y las normas legales nacionales e internacionales, así mismo se garantizó la confidencialidad porque se mantuvo en reserva la información y secreto profesional de la empresa, así mismo las fuentes teóricas, los cálculos y la redacción se realizaron de forma diáfana y minuciosa.

4.8. Procedimiento

El contenido de este punto hace referencia a las acciones realizadas para la aplicación del plan de mejora bajo la metodología PHVA, así como lo actuado en la etapa de análisis previo y posterior a esta aplicación. Durante la primera etapa

de estudio, de manera preliminar se analizó la producción de artículos de PVC, la empresa facilitó los ambientes y la información para poder seguir con el estudio a fin de conocer los problemas del área y sus causas. Se realizó una reunión de trabajo en conjunto con el personal del área conformada por veinte trabajadores, donde se plasmó una lluvia de ideas y se enumeraron cada uno de los aspectos que posiblemente interfieran con la producción. El resultado fue un análisis FODA donde se anotaron las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de la organización descritos en la tabla 2, donde se destacó la baja producción para cubrir el mercado en cuanto a debilidades, por otra parte, la fortaleza más resaltante es la vocación de la dirección en seguir planes que conlleven a una mejora continua.

Tabla 2. Análisis FODA de la empresa

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Directivos con visión de mejora para la empresa • Amplia experiencia en el rubro del negocio. • Capacidad para inversiones importantes • Equipamiento adecuado y proveedores de equipos y mantenimiento. • Elevado nivel de talento humano a todo nivel. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de clientes nacionales y extranjeros • Clientes con necesidades cambiantes en busca de nuevos diseños • Creciente mercado de tuberías • Oportunidades de alianzas comerciales. • Acceso a materias primas, insumos y mano de obra calificada.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Baja producción, la producción no es suficiente para cubrir las solicitudes de los clientes o de ampliar el mercado. • Tiempos de producción relativamente elevados. • Procedimientos desactualizados. • Indicadores de gestión desfasados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Competencia desleal de empresas informales. • Variaciones abruptas en el tipo de cambio que complica las importaciones. • Propuestas de leyes que limitarían los usos del plástico. • Dificultades políticas con países proveedores de maquinaria, repuestos e insumos.

Fuente. Elaboración propia.

Así mismo, se formuló un diagrama Causa-efecto, expuesto en la Figura 3, donde se colocó lo hallado en la “lluvia de ideas” de acuerdo a las seis categorías, según corresponda.

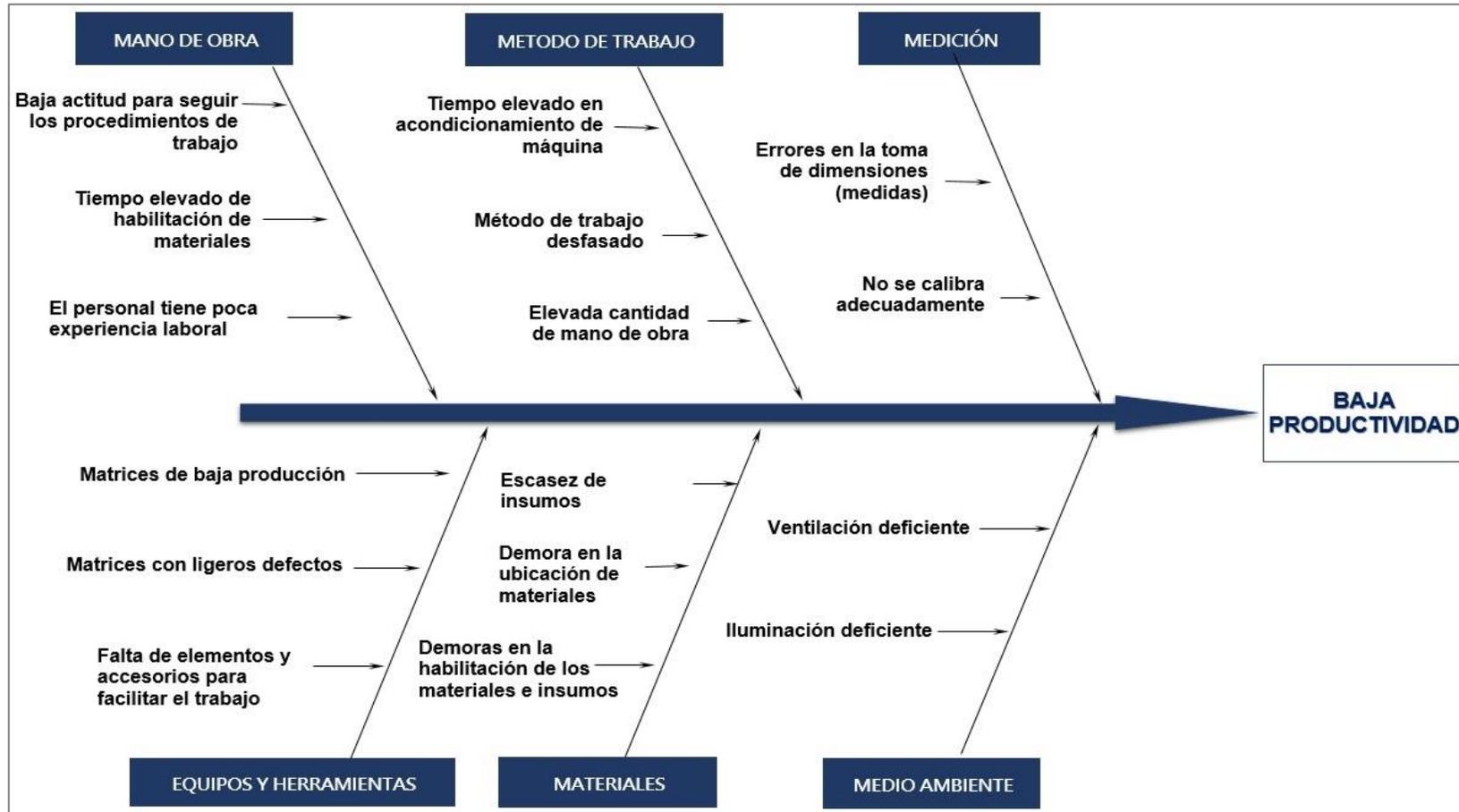


Figura 4. Diagrama Causa Efecto (Ishikawa)

Fuente. Elaboración propia

Tabla 3. Distribución de frecuencia según ocurrencia.

N°	Deficiencias	Frecuencias	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado
D1	Matrices de baja producción	38	11%	11%
D2	Tiempo elevado en acondicionamiento de máquina	34	10%	22%
D3	Matrices con ligeros defectos	33	10%	31%
D4	Elevada cantidad de mano de obra	31	9%	41%
D5	Método de trabajo desfasado	28	8%	49%
D6	Demoras en la habilitación de los materiales e insumos	27	8%	57%
D7	Errores en la toma de dimensiones (medidas)	24	7%	64%
D8	Baja actitud para seguir los procedimientos de trabajo	22	7%	71%
D9	No se calibra adecuadamente	19	6%	77%
D10	Falta de elementos y accesorios para facilitar el trabajo	16	5%	81%
D11	Tiempo elevado de habilitación de materiales	16	5%	86%
D12	Escasez de insumos	13	4%	90%
D13	Demora en la ubicación de materiales	12	4%	94%
D14	Ventilación deficiente	10	3%	97%
D15	Iluminación deficiente	6	2%	99%
D16	El personal tiene poca experiencia laboral	5	1%	100%
Total		334	100%	

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 3, se ordenó de manera decreciente a las deficiencias (causas raíz) donde se definió evidenció que las primeras diez suman el 81% del porcentaje acumulado, lo cual es compatible con el planteamiento de Pareto. En función a estos resultados se elaboró un diagrama de Pareto para concluir con la etapa de identificación de causas de los problemas a tratar. En la figura 4, fue evidenciada de forma gráfica la distribución de frecuencias donde la mayor fue: “matrices de baja producción” y culmina con “Falta de elementos y accesorios para facilitar el trabajo”.

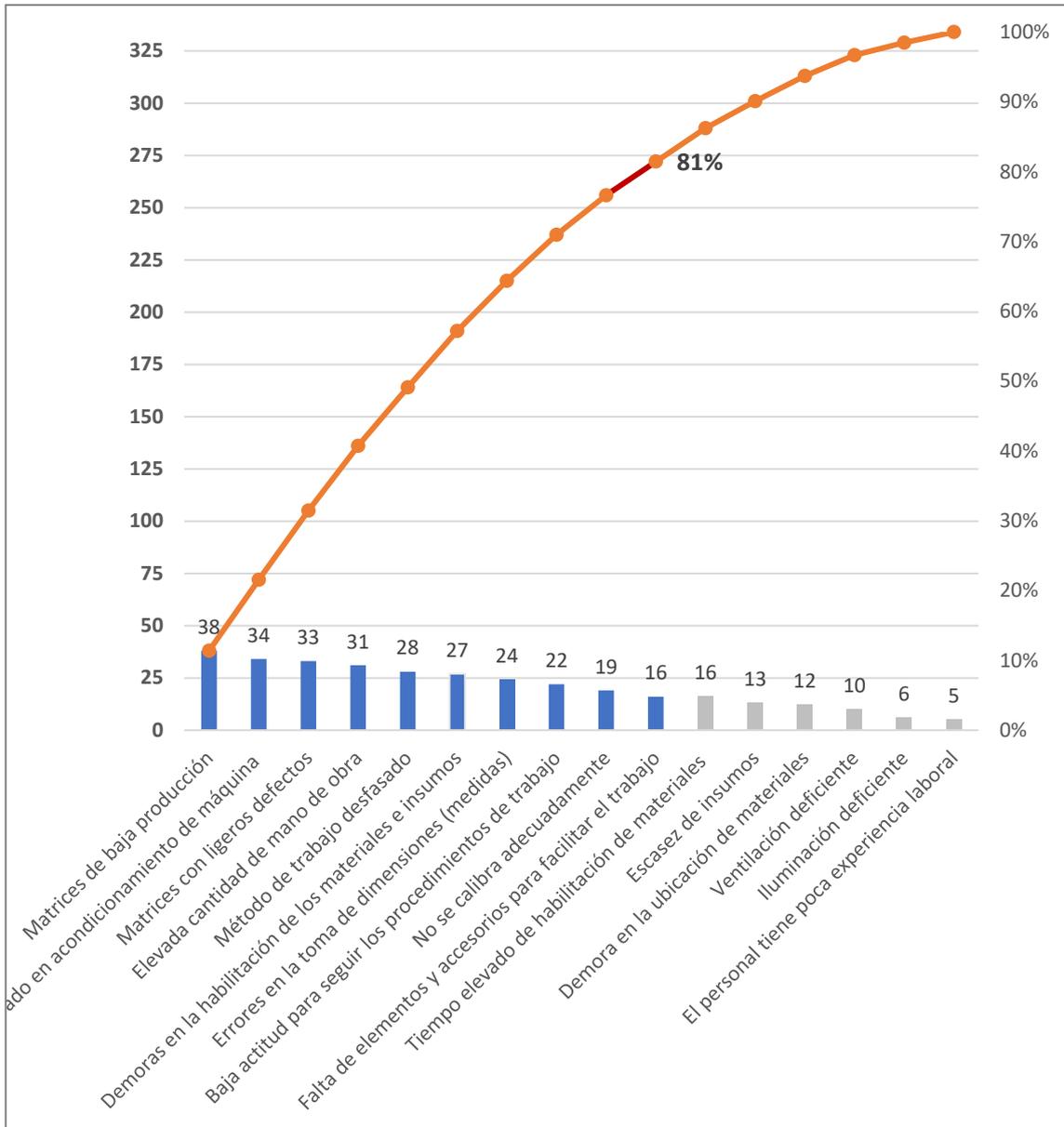


Figura 5. Diagrama de Pareto

Fuente. Elaboración propia

Concluidos los estudios previos para reconocer los problemas o causas raíz, se procedió a realizar las mediciones correspondientes al primer periodo de medición que estuvo conformado por dieciséis semanas de observación y anotación de mediciones, donde se obtuvo un promedio semanal de los tres indicadores para la variable independiente: productividad, eficiencia y eficacia. Posteriormente se elaboró un cuadro que se relacionó a cada plan de acción o propuesta de solución con cada una de estas causas las cuales están expresadas en la tabla 4.

Tabla 4. Composición del plan de mejora

Plan de Mejora Continua	Causas Raíz
1 Diseño e implementación de una nueva matriz Moldes de 4" (Codo, Tee, Yee, Reducción Tee y Yee de 4", 2") de 2 cavidades.	Matrices de baja producción. Matrices con ligeros defectos
2 Implementación de nuevos procedimientos de trabajo	Tiempo elevado en acondicionamiento de máquina Elevada cantidad de mano de obra Método de trabajo desfasado Baja actitud para seguir los procedimientos de trabajo
3 Aplicación de 5 "S"	Demoras en la habilitación de los materiales e insumos Falta de elementos y accesorios para facilitar el trabajo
4 Capacitación para los nuevos procedimientos	No se calibra adecuadamente Errores en la toma de dimensiones (medidas)

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 4, se procedió a relacionar cada una de las causas raíz con una propuesta de solución conforme a su naturaleza, magnitud y características especiales, como se indicó: diseño e implementación de una nueva matriz moldes de 4" (Codo, Tee, Yee, Reducción Tee y Yee de 4", 2") de 2 cavidades, implementación de nuevos procedimientos de trabajo, la aplicación de 5 "S" y capacitación para los nuevos procedimientos.

Proceso de diseño y elaboración de Diseño e implementación de una nueva matriz.

El primer paso del plan de mejora, se basó en el análisis de la productividad de la forma inicial de trabajo, donde se contaba con una matriz para la elaboración de moldes de 4" de y 1 cavidad con lo cual no era posible cumplir con las exigencias requeridas por los clientes. En la etapa previa se procedía a la fabricación de piezas de PVC mediante una matriz, que al inicio de las operaciones de la empresa cumplía con lo requerido en cuanto a velocidad de producción y capacidad, pero paulatinamente esta producción dejó de ser

suficiente, por tanto, en el análisis de las causas raíz de los problemas se identificó a este motivo como una de las causas más importantes por corregir y se consideró su corrección en el plan de mejora.

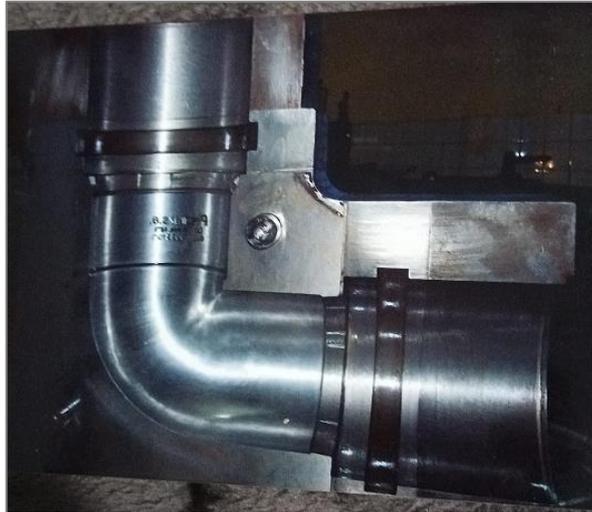


Figura 6. Matriz de un codo de 4" a 90°
Fuente. Empresa ISFV.M&P

En la figura 6 y la figura 7 se muestran imágenes del molde de una cavidad de 4 pulgadas y ángulo de 90 grados sexagesimales.

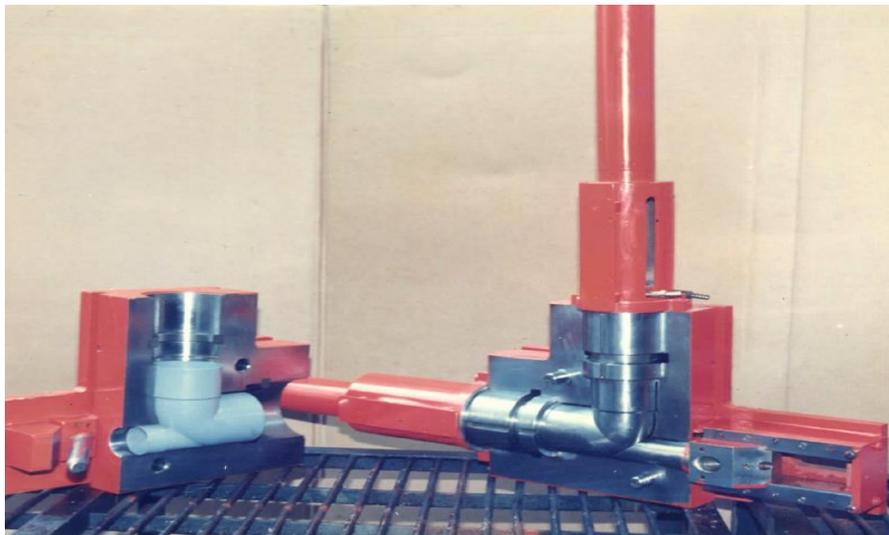


Figura 7. Molde de 4" de 4x2.
Fuente. Empresa ISFV.M&P

El proceso para la elaboración de nuevas matrices fue mejorado, pero no forma parte del plan de mejora dado que no se identificó como una causa raíz de algún

tipo de inconveniente en el análisis previo, sin embargo, ha colaborado con el desarrollo del área de manera indirecta, además es preciso resaltar que fueron los avances tecnológicos y técnicos de la empresa, como parte de su propiedad que se mantuvo en reserva.

Si bien el desarrollo de esta nueva forma de fabricación de matrices tiene carácter confidencial, es relevante y posible indicar algunas de las características generales para este proceso para lo cual se mencionaron los materiales y pesos así como algunos parámetros referentes para este proceso.

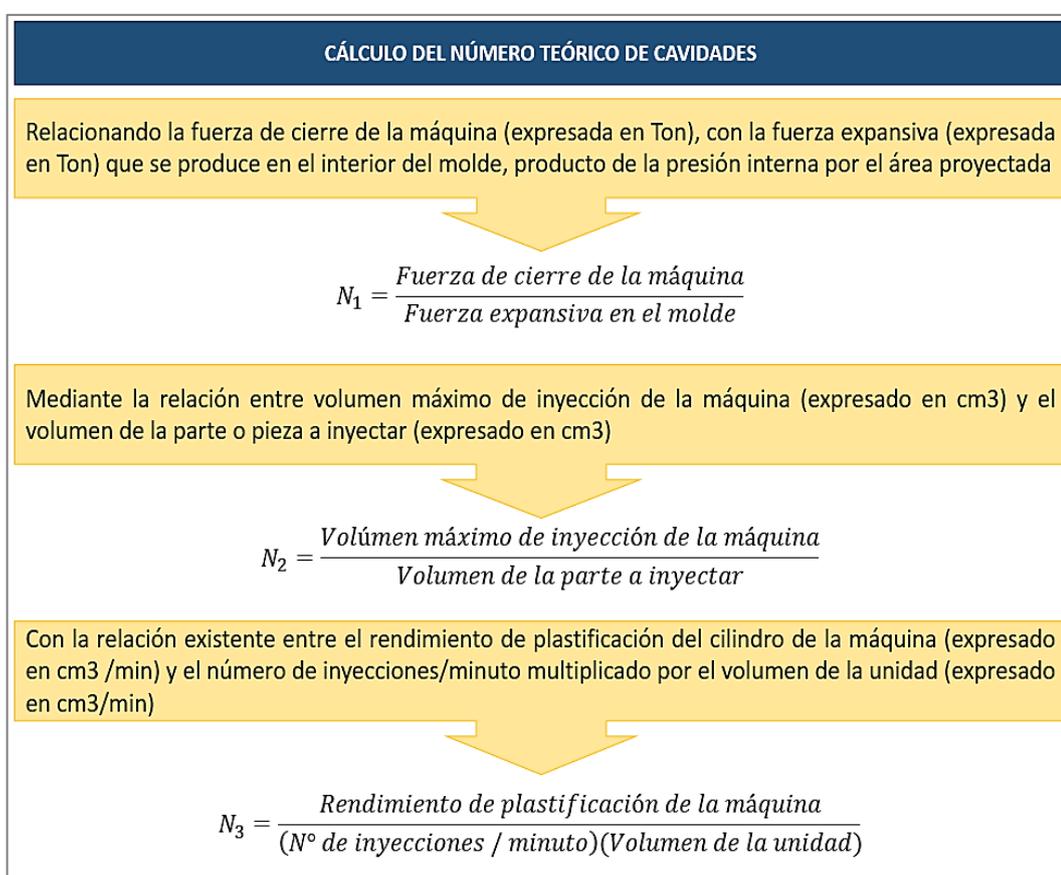


Figura 8. Cálculo del número teórico de cavidades.
Fuente. Prada y Acota (2017)

En la figura 8 se puede apreciar los tres parámetros que conformaron la base para configurar las presiones, fuerza de cierre en la determinación de los números de cavidades de una matriz de moldes de inyección.

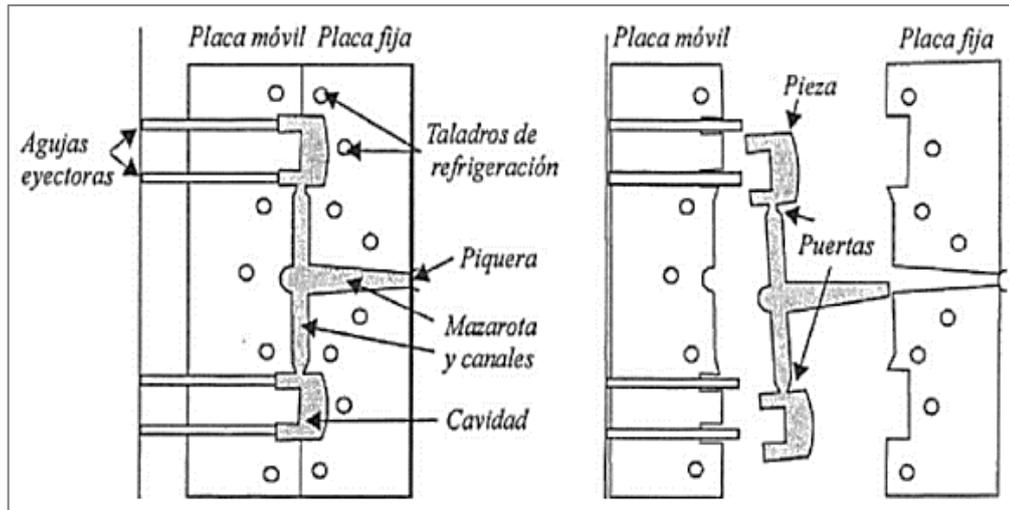


Figura 9. Vista interior del molde para inyección
Fuente. Prada y Acota (2017)

La figura 9, explica una vista interior de los moldes para inyección con un corte de forma transversal e indicando cada una de sus partes en dos vistas para dar un acercamiento muy próximo a la forma de cómo se realizó este proceso en la empresa.

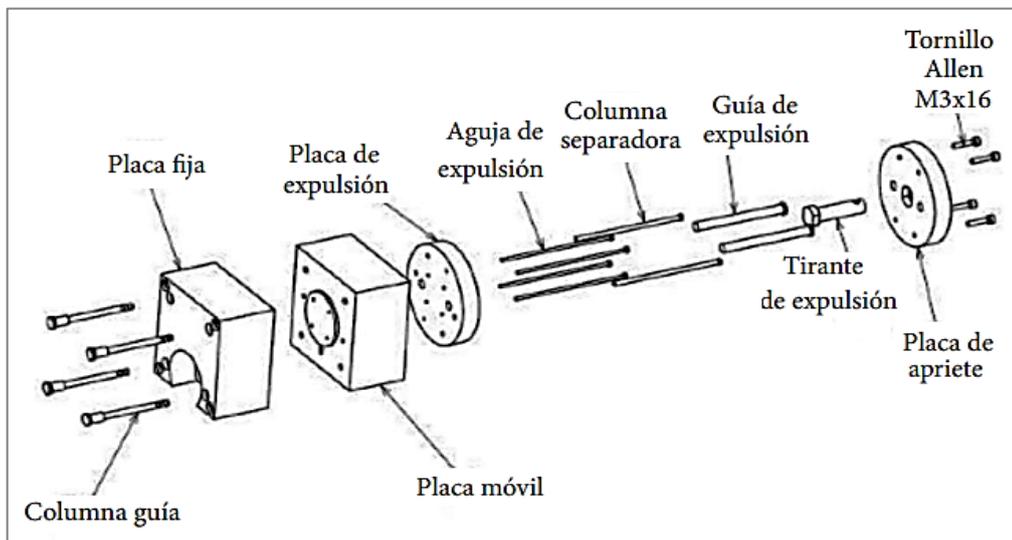


Figura 10. Desglose del molde para inyección.
Fuente. Prada y Acota (2017)

En la figura 10, se ilustró de forma general cómo se desglosa el molde de inyección en cada una de sus partes con una vista de plano de montaje.

A partir del desarrollo e implementación de la nueva matriz por parte de la empresa, se logró producir los moldes necesarios para la producción de unidades de uniones de PVC a partir de inyección de polímeros. El proceso de inyección de materiales plásticos que se procedió a producir fueron piezas de PVC, uniones que principalmente tienen dos formas: la forma tipo “Y” y la forma tipo “T”, que el mercado de tuberías exigía a grandes cantidades y con la velocidad inicial del proceso no era posible alcanzar a satisfacer la cantidad de piezas demandada, ello motivó que se cambiara el molde de una cavidad a un molde simétrico de dos cavidades, aprovechándose la potencia de los equipos de inyección para lograr un resultado mayor al proceso inicial.

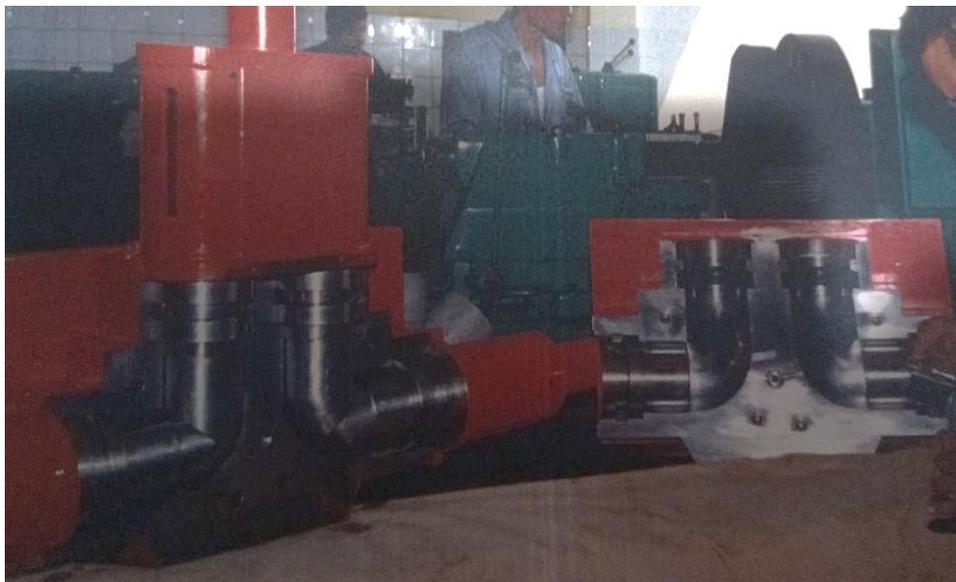


Figura 11. Molde de 4” codo de 4x2 para conexiones de PVC de 1 cavidad con columna inclinada y taco ajustador.
Fuente. Empresa ISFV.M&P

En la figura 11, se aprecia una imagen donde se evidencia el modelo nuevo con un molde de dos cavidades, con un proceso semi manual que implicó menor utilización de mano de obra, en donde el tiempo de aplicación del material PVC sólo alimentaba el sistema para una pieza por vez ahora será de doble alimentación para dos unidades por ciclo de inyección.

Durante el proceso de fabricación de los nuevos moldes tuvieron que evaluarse aspectos como las dimensiones de la pieza para la nueva forma de inyección con el molde de dos cavidades, de esta forma se analizaron también las

propiedades mecánicas, para que la pieza culmine el nuevo proceso con las condiciones diseñadas por el área de ingeniería y de acuerdo a las normas de regulación de estándares internacionales como la norma DIN 7728-1:1988-01 y la norma DIN 16780.

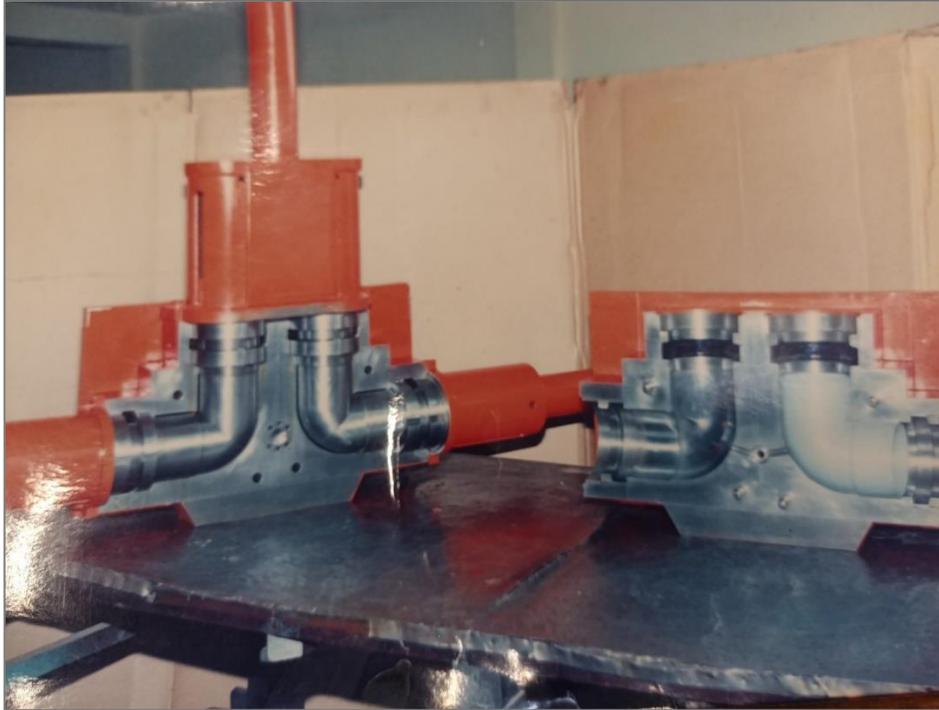


Figura 12. Molde de 4" codo para conexiones de PVC 2 cavidades y pistones hidráulicos.

Fuente. Empresa ISFV.M&P

En la figura 12, se evidencia los moldes simples de doble cavidad para las conexiones de PVC de 90° con diámetro de 4 pulgadas. En el diseño del proceso también se tuvo énfasis en reducir el tiempo de ciclo, desde el cierre de molde, la inyección, hasta el desmoldeado de las piezas. De la misma forma se analizó el consumo energético, el cual se elevó, no obstante ello estuvo previsto en el diseño y fue ampliamente compensado con el doble de unidades producidas por este nuevo proceso de inyección de moldes en pares simétricos.

Durante la fase de cierre del molde, se revisó que no hubieran obstrucciones al nuevo ciclo, el abastecimiento del sistema y las condiciones para la puesta en marcha como la pulcritud de la superficie, la precisión en la presión, la temperatura correcta y la expulsión satisfactoria del producto elaborado

anteriormente. Una vez que se cerraron las partes del molde, se iniciaron las fases de llenado de forma convencional considerando la velocidad, la presión y temperatura específica para este tipo de pieza en particular. Se continuo con la la presión dentro del molde que fue incrementado paulatinamente, también se eleva la temperatura para que el material viscoso tome la forma del molde.



Figura 13. Molde de 4" YEE para conexiones de PVC de 2 cavidades pistones hidraulicos.

Fuente. Empresa ISFV.M&P

EL tiempo de se mantenimiento de la presión para obtener el espesor deseado para la pieza es corroborado de manera automática por el sistema, de tal forma que se redujeron los errores por este factor, no obstante una cantidad mínima de productos no cumplieron con los estándares, posiblemente por la densidad del material inyectado que en muy pocas ocasiones varía, pero es lago considerado dentro del proceso general que se vió contrarrestado con la mayor cantidad de unidades producidas.

Cuando se ha alcanzado la temperatura de adecuada se procede a la expulsión de la pieza que terminado el ciclo ha tomado la forma del molde, en la figura 13, se ilustraron a las conexiones de PVC de tipo "Y" con 3 orificios para los fluídos

con una inclinación oblicua, a la derecha se muestra como culminó el desmolde al completar su enfriamiento.

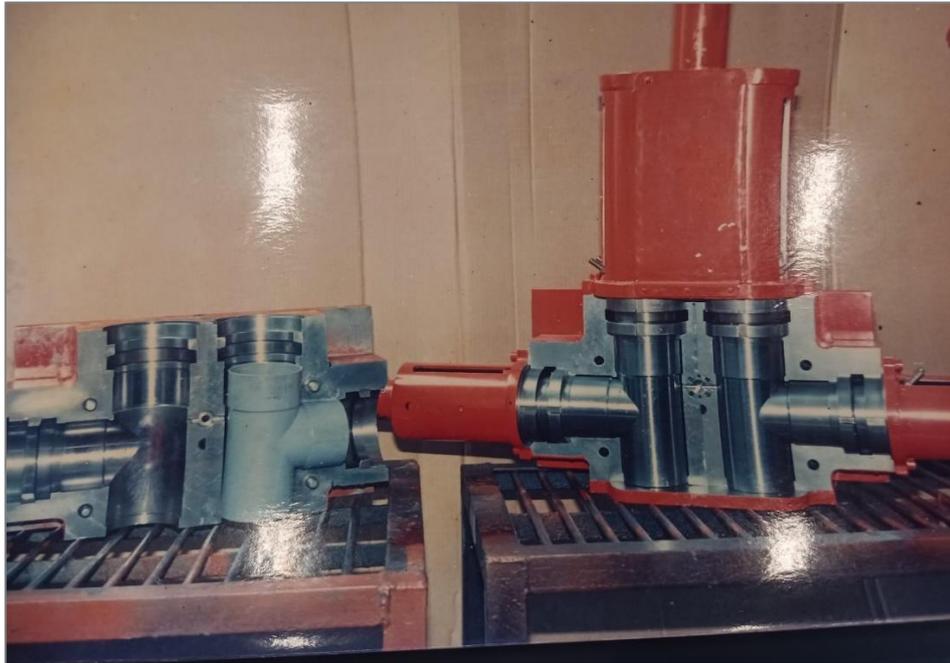


Figura 14. Molde de 4" TEE para conexiones de PVC de 2 cavidades y pistones hidráulicos.

Fuente. Empresa ISFV.M&P

Así mismo, en la figura 14, se aprecia a la derecha la presentación de los inyectores con los moldes cerrados y al lado izquierdo los moldes y el producto, en este caso una unión de tipo "T" en material PVC. Fue así como se renovó el proceso total a partir de nuevo diseño de matriz, a su vez de moldes mejorados que actuaron reduciendo desperdicios, de acuerdo al tipo, las nuevas especificaciones técnicas para la correcta elaboración del producto y los acabados correspondientes a cada ciclo de inyección, reduciendo la cantidad de personal que opera directamente, incrementando la cantidad producida, minimizando los errores (pérdidas por "rechupes" o vacuolas, piezas rotas o quebradizas con poca resistencia mecánica, superficies con residuos pegajosos, rizado o arrugado de superficies, grietas, rayaduras, áreas quemadas, pulido sin uniformidad, imperfecciones en los bordes, entre otros), finalmente, en conclusión se mejoró el proceso de forma integral lo cual permitió facilitar la operatividad para elevar el nivel de la producción.

Implementación de nuevos procedimientos de trabajo

Si bien el proceso de inyección para la elaboración de piezas de PVC es un proceso estándar donde la organización debe ajustarse a esta, y en el caso de la empresa se contaba con un ingeniero encargado de la supervisión del desarrollo de las actividades de producción, además de un técnico especializado en este tipo de procesos contando con el apoyo de 4 operarios de producción encargados de los procesos de soporte del sistema, como el abastecimiento de material, desmolde, ajuste de accesorios, entre otros.

En el nuevo proceso desarrollado se implementaron innovaciones tecnológicas, como los controladores, equipos y sistema de CNC para un mejor control de los parámetros en la inyección, presión, temperatura, tiempo de cierre y apertura, por lo cual los requerimientos de personal fueron distintos, se mantuvo a un ingeniero supervisor encabezando al grupo conformado por un técnico especializado en CNC y a diferencia del personal anterior está mucho más calificado justificando el incremento del 25% en el costo en relación al costo del técnico anterior, sin embargo en el nuevo procedimiento sólo se requiere de un personal operativo de la producción, lo cual representó la reducción del 75% de los costos para este nivel del personal.

En el anexo 7, se indicaron las actividades, describiendo el tipo de proceso y el tiempo del ciclo de inyección, así mismo, en el anexo 8 se describe el diagrama analítico de los procesos donde participa el personal conjuntamente con el sistema de producción de inyección y todos sus subsistemas y componentes.

Aplicación de 5 "S"

La metodología se aplicó de manera ágil y sin problemas, dado que la gerencia otorgó los permisos correspondientes, así como, las indicaciones a los trabajadores del área para apoyar y disponer de las horas extra que sean necesarias para lograr lo que el equipo de implementación propone. En esta primera etapa se organizó el espacio de trabajo con la designación de las ubicaciones de cada elemento de acuerdo a un criterio de funcionalidad y garantizando el libre tránsito que se había obstaculizado y entorpecido. Los materiales se clasificaron por categorías, también las herramientas y otros elementos necesarios para el proceso de inyección de PVC.

La segunda etapa correspondiente a “Seiton”, se procedió con ordenar, que básicamente refiere a colocar los equipos, herramientas e insumos en el lugar que corresponde de acuerdo a lo indicado en el paso anterior, “clasificar”, dando cumplimiento al nuevo orden, dado que tuvieron que realizarse ajustes y cambios porque ha variado el proceso y la cantidad de trabajadores. Como tercera “S” se procedió con la limpieza, que más que quitar lo innecesario es mantener la funcionalidad liberando de obstáculos a los procesos, por tanto, se procedió a realizar una limpieza al retirar las equipos, soportes, accesorios y conexiones viejas y las que no participarán del nuevo proceso con los moldes de doble cavidad, además de quitar los desperdicios y mantenerlos en las zonas correspondientes.

La estandarización de los cambios corresponde a la aplicación de la cuarta “S” Seiketsu, que contó con la revisión y supervisión para asegurar los avances conseguidos en las etapas anteriores, si bien cada trabajador es consciente de los procesos que debe cumplir hace falta un aseguramiento a partir del control en los niveles jerárquicos, lo cual va relacionado a la última “S” Shitsuke, que consistió en regular los esfuerzos para equilibrar el control con la perseverancia propia de cada colaborador conjuntamente con el control, a la vez que se incentivó la mejora continua mediante capacitaciones. En el anexo 8 y anexo 9 se encuentran la organización y redistribución de los espacios de la planta de la empresa ISFV.M&P.

Capacitación del equipo de trabajo

De acuerdo a la nueva distribución de trabajadores las funciones del equipo han variado, principalmente en el personal técnico especializado y operario para los cuales se programó una capacitación integral con los siguientes temas: respecto a la parte técnica, se trató sobre la maquinaria industrial especializada, configuración de arranque, control de defectos y fallas, acondicionamiento de equipos, apoyo al área de mantenimiento. En cuanto a temas complementarios se trataron temas de calidad, como el compromiso de producir correctamente “cero defectos”, así mismo, aspectos de seguridad industrial como el uso de equipo de protección personal, protocolos de emergencia en caso de incendios, explosiones y accidentes.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

En relación al primer indicador de la variable independiente, Mejora Continua bajo la metodología Deming, se procedió de la siguiente manera: se contó con 4 propuestas de solución representan el número de oportunidades de mejora detectadas e igual número fueron atendidos, por tanto, se alcanzó el 100% en este indicador.

Nivel de cumplimiento del plan de mejora (NCPM)

$$\text{NCPM} = \frac{\text{Total de oportunidades de mejora programadas}}{\text{Total de oportunidades de mejora detectadas}} \times 100$$

$$\text{NCPM} = \frac{4}{4} \times 100 = 100\%$$

En cuanto al segundo indicador, se desarrolló un objetivo por cada oportunidad de mejora por lo cual de forma aritmética se representa con el número 4, los cuales fueron alcanzados completamente.

Nivel de cumplimiento de objetivos (NCO)

$$\text{NCO} = \frac{\text{Total de objetivos conforme}}{\text{Total de objetivos realizados}} \times 100$$

$$\text{NCO} = \frac{4}{4} \times 100 = 100\%$$

En el tercer indicador, referido a la programación y ejecución de inspecciones para verificar, se halló que las 4 inspecciones se realizaron conforme a lo planificado.

Nivel de cumplimiento de Inspecciones (NCE)

$$\text{NCE} = \frac{\text{Total de inspecciones ejecutadas}}{\text{Total de inspecciones planificadas}} \times 100 = \frac{4}{4} \times 100 = 100\%$$

El último indicador refiere a cuantas de las acciones planificadas fueron ejecutadas, para el caso del estudio fueron 4 por lo cual se alcanzó el 100% en este indicador.

$$\text{NCMC} = \frac{\text{Número de procedimientos ejecutados}}{\text{Número de procedimientos planificados}} \times 100 = \frac{4}{4} \times 100 = 100\%$$

En la tabla 5 se elaboró un resumen de los indicadores y su promedio final que alcanzó el 100%.

Tabla 5. Porcentaje alcanzado en la aplicación del Ciclo de Deming.

Dimensión	Indicador	Porcentaje
Planear	Nivel de cumplimiento del plan de mejora - NCPM	100%
Hacer	Nivel de cumplimiento de objetivos - NCO	100%
Verificar	Nivel de cumplimiento de Inspecciones - NCE	100%
Actuar	Nivel de Cumplimiento de la mejora continua - NCMC	100%
	Promedio	100%

Fuente. Elaboración propia.

En relación al primer indicador de la variable dependiente, productividad del área de producción se procesaron los datos descriptivos con el Software IBM SPSS v24.

Tabla 6. Descripción de los casos procesados.

	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Porcentaje de Horas Hombre Utilizadas (%HHU) Pre Test	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
Porcentaje de Horas Hombre Utilizadas (%HHU) Post Test	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
Nivel de Eficacia (NE) Pre Test	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
Nivel de Eficacia (NE) Post Test	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
Productividad - Pre Test	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
Productividad - Post Test	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%

Fuente. Elaboración propia.

En relación a lo expresado en la tabla 6 se indican los valores de la población “N” igual a 16, la misma población en la etapa pre y post del estudio, donde los casos válidos son del 100%, quiere decir que ninguno de los elementos fue separado, descartado o reemplazado.

Tabla 7. Resultados descriptivos de la Productividad

			Estadístico	Desviación Error
Productividad Pre Test	Media		78,5625	1,46904
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	75,4313	
		Límite superior	81,6937	
	Media recortada (5%)		78,8472	
	Mediana		80,0000	
	Varianza		34,529	
	Desviación		5,87615	
	Mínimo		65,00	
	Máximo		87,00	
	Rango		22,00	
	Rango Inter cuartil		8,75	
	Asimetría		-0,824	0,564
	Curtosis		0,497	1,091
Productividad Post Test	Media		86,5000	1,78885
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	82,6871	
		Límite superior	90,3129	
	Media recortada (5%)		86,7222	
	Mediana		85,5000	
	Varianza		51,200	
	Desviación		7,15542	
	Mínimo		73,00	
	Máximo		96,00	
	Rango		23,00	
	Rango Inter cuartil		12,25	
	Asimetría		-0,324	0,564
	Curtosis		-0,892	1,091

Fuente. Elaboración propia.

Según lo expuesto en la tabla 7, se expusieron los resultados correspondientes a los resultados descriptivos de la variable “productividad”, en la parte pre test alcanzó una media de 78,5625, en tanto en la etapa post test alcanzó una media de 86,5000.

Tabla 8. Descripción de los resultados de la eficiencia

			Estadístico	Desviación Error
Porcentaje de Horas Hombre Utilizadas (%HHU) Pre Test	Media		91,6875	0,36192
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	90,9161	
		Límite superior	92,4589	
	Media recortada (5%)		91,7083	
	Mediana		92,0000	
	Varianza		2,096	
	Desviación		1,44770	
	Mínimo		89,00	
	Máximo		94,00	
	Rango		5,00	
	Rango Inter cuartil		2,00	
	Asimetría		-0,579	0,564
	Curtosis		-0,224	1,091
	Porcentaje de Horas Hombre Utilizadas (%HHU) Post Test	Media		95,8125
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	94,4474	
		Límite superior	97,1776	
Media recortada (5%)			95,8472	
Mediana			96,5000	
Varianza			6,563	
Desviación			2,56174	
Mínimo			92,00	
Máximo			99,00	
Rango			7,00	
Rango Inter cuartil			4,00	
Asimetría			-0,279	0,564
Curtosis			-1,330	1,091

Fuente. Elaboración propia.

La descripción de la tabla 8, refiere a los resultados descriptivos de la dimensión, “eficiencia” donde el indicador “Porcentaje de Horas Hombre Utilizadas” (%HHU) en la sección anterior a la aplicación del plan, alcanzó una media de 91,6875, y en la etapa post test alcanzó un puntaje de 95,8125.

Tabla 9. Resultados descriptivos de la eficacia

		Estadístico	Desviación Error	
Nivel de Eficacia (NE) Pre Test	Media	85,6250	1,46877	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	82,4944	
		Límite superior	88,7556	
	Media recortada (5%)	85,8056		
	Mediana	87,0000		
	Varianza	34,517		
	Desviación	5,87509		
	Mínimo	73,00		
	Máximo	95,00		
	Rango	22,00		
	Rango Inter cuartil	7,25		
	Asimetría	-0,556	0,564	
	Curtosis	0,134	1,091	
	Nivel de Eficacia (NE) Post Test	Media	90,1875	1,54709
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	86,8900	
		Límite superior	93,4850	
Media recortada (5%)		90,3750		
Mediana		91,5000		
Varianza		38,296		
Desviación		6,18836		
Mínimo		79,00		
Máximo		98,00		
Rango		19,00		
Rango Inter cuartil		13,00		
Asimetría		-0,483	0,564	
Curtosis		-1,018	1,091	

Fuente. Elaboración propia.

Los resultados descriptivos para el segundo indicador correspondiente a la dimensión “Eficacia” se evidenciaron de manera concisa en la tabla 9, donde se halló que el indicador “Nivel de Eficacia” (NE) alcanzó en la etapa pre test una media de 85,6250 y este mismo indicador en la etapa post test alcanzó una media de 90,1875. En ambos casos la desviación no superó un valor de 1.6,

Tabla 10. Promedios semanales Pre Test

Semanas Pre Test	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
1	0.89	0.73	0.65
2	0.92	0.89	0.82
3	0.91	0.92	0.83
4	0.94	0.87	0.82
5	0.91	0.95	0.87
6	0.93	0.93	0.86
7	0.91	0.87	0.80
8	0.93	0.84	0.78
9	0.92	0.87	0.80
10	0.93	0.89	0.83
11	0.89	0.86	0.77
12	0.92	0.87	0.80
13	0.93	0.84	0.78
14	0.92	0.79	0.73
15	0.92	0.77	0.71
16	0.90	0.81	0.73

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 11. Promedios semanales Post Test

Semanas Post Test	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
1	0.92	0.79	0.73
2	0.94	0.83	0.79
3	0.92	0.90	0.83
4	0.94	0.91	0.85
5	0.95	0.91	0.86
6	0.96	0.97	0.93
7	0.98	0.92	0.91
8	0.92	0.92	0.85
9	0.97	0.83	0.80
10	0.94	0.81	0.76
11	0.99	0.85	0.84
12	0.97	0.97	0.93
13	0.99	0.95	0.94
14	0.98	0.92	0.90
15	0.97	0.98	0.96
16	0.99	0.97	0.96

Fuente. Elaboración propia.

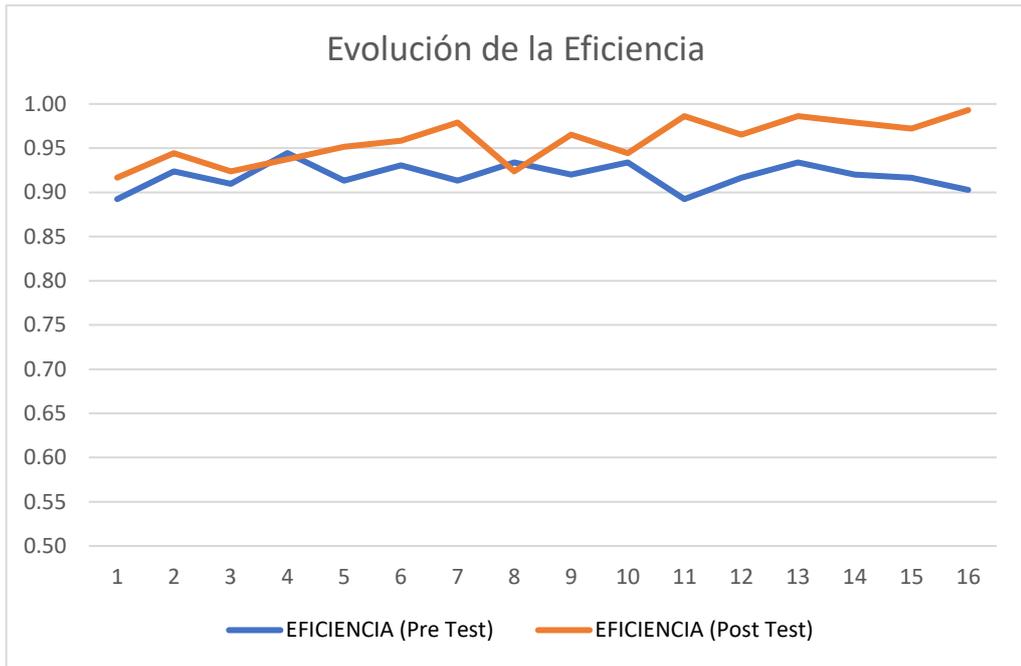


Figura 15. Evolución de la Eficiencia

Fuente. Elaboración propia.

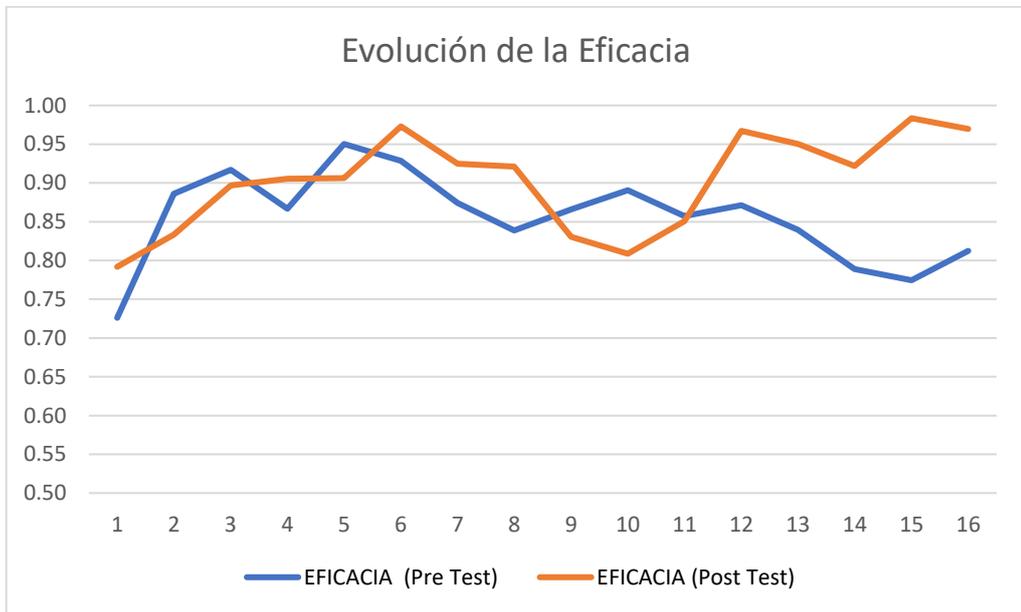


Figura 16. Evolución de la Eficacia

Fuente. Elaboración propia.

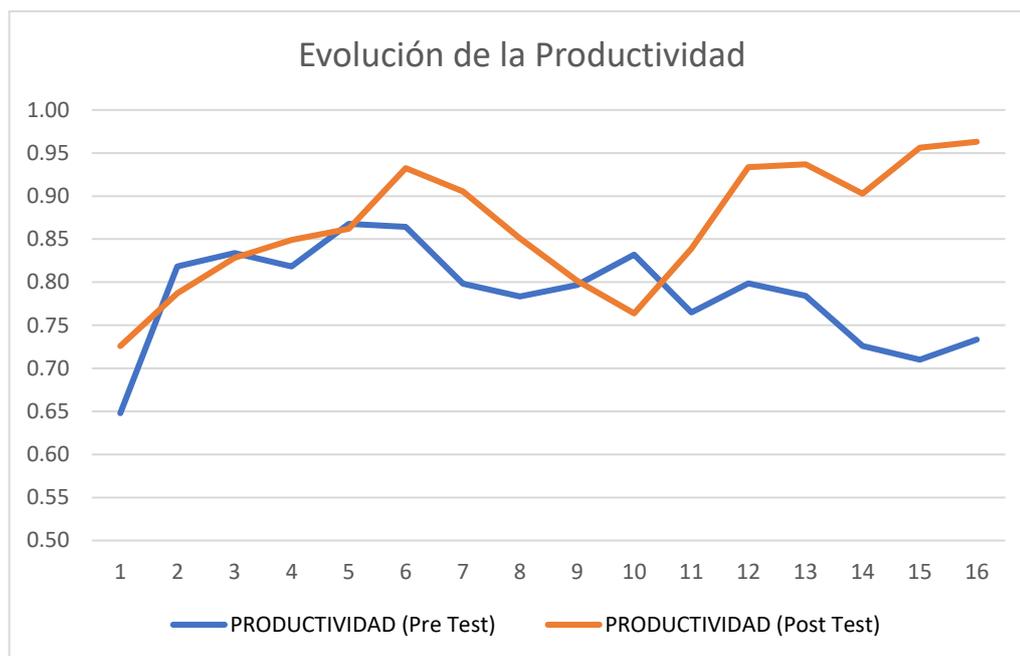


Figura 17. Evolución de la productividad

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 12. Prueba de Normalidad: Shapiro-Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Porcentaje de Horas Hombre Utilizadas (%HHU) Pre Test	0,920	16	0,169
Porcentaje de Horas Hombre Utilizadas (%HHU) Post Test	0,898	16	0,074
Nivel de Eficacia (NE) Pre Test	0,960	16	0,670
Nivel de Eficacia (NE) Post Test	0,908	16	0,109
Productividad Pre Test	0,942	16	0,379
Productividad Post Test	0,948	16	0,455

Fuente. Elaboración propia.

En todos los casos se evidenció que las muestras tuvieron comportamiento paramétrico (valor de Sig. > 0.050).

5.2. Resultados inferenciales

Hipótesis Alternativa (H_A): La aplicación de la Mejora Continua incrementa significativamente la productividad del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P.

Hipótesis Nula (H_0): La aplicación de la Mejora Continua no incrementa significativamente la productividad del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P.

En la Tabla 12, la información presentada tuvo un comportamiento paramétrico, por ello se aplicó la prueba T-Student.

Tabla 13. Prueba T STUDENT para la Productividad

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Productividad - Pre Test	78,5625	16	5,87615	1,46904
Productividad - Post Test	86,5000	16	7,15542	1,78885

Fuente. Elaboración propia con SPSS 27.

Tabla 14. Prueba T STUDENT para hallar el ρ de la Productividad

Prueba de muestras emparejadas								
Diferencias emparejadas								
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Productividad Pre Test - Productividad Post Test	-7,9375	8,98494	2,2462	-12,725	-3,1498	-3,53	15	0,003

Fuente. Elaboración propia con SPSS 27.

Interpretación:

La Tabla 13, indicó que la media pre test fue 78,5625, la cual fue menor que la media post test igual a 86,5000. Se demostró el incremento un puntaje de 7.937 en la media de productividad. Según lo evidenciado en la Tabla 14 y a la regla de decisión, el valor de Sig. fue 0.003, el cual es inferior al valor referencial de 0.050; por tanto, se acepta la hipótesis de investigación o hipótesis alterna. Quedó demostrado que la aplicación de la Mejora Continua incrementó significativamente la productividad del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P.

Hipótesis específica: Eficiencia

Hipótesis Alterna (H_A): La aplicación de la Mejora Continua incrementa significativamente la eficiencia del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P.

Hipótesis Nula (H_0): La aplicación de la Mejora Continua no incrementa significativamente la eficiencia del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P.

En la Tabla 12, la información presentada tuvo un comportamiento paramétrico, por ello se aplicó la prueba T-Student.

Tabla 15. Prueba T STUDENT para la Eficiencia.

	Estadísticas de muestras emparejadas			Desv. Error promedio
	Media	N	Desv. Desviación	
Porcentaje de Horas Hombre Utilizadas (%HHU) Pre Test	91,6875	16	1,44770	0,36192
Porcentaje de Horas Hombre Utilizadas (%HHU) Post Test	95,8125	16	2,56174	0,64043

Fuente. Elaboración propia con SPSS 27.

Tabla 16. Prueba T STUDENT para hallar el ρ de la Eficiencia

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
				Inferior	Superior				
Porcentaje de Horas Hombre Utilizadas (%HHU) Pre Test - Porcentaje de Horas Hombre Utilizadas (%HHU) Post Test	-4,125	3,1172	0,7793	-5,786	-2,4639	-5,29	15	0,000	

Fuente. Elaboración propia con SPSS 27.

Interpretación:

La Tabla 15, indicó que la media pre test fue 91,6875, la cual fue menor que la media post test igual a 95,8125. Se demostró el incremento un puntaje de 4.125 puntos en la media de la eficiencia. Según lo evidenciado en la Tabla 16 y a la regla de decisión, el valor de Sig. fue 0.000 el cual es inferior al valor referencial de 0.050; por tanto, se acepta la hipótesis específica o hipótesis alterna. Quedó demostrado que la aplicación de la Mejora Continua incrementó significativamente la eficiencia del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P.

Hipótesis específica: Eficacia

Hipótesis Alterna (H_A): La aplicación de la Mejora Continua incrementa significativamente la eficacia del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P.

Hipótesis Nula (H_0): La aplicación de la Mejora Continua no incrementa significativamente la eficacia del proceso de fabricación de moldes para

conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P.

En la Tabla 12, la información presentada tuvo un comportamiento paramétrico, por ello se aplicó la prueba T-Student.

Tabla 17. Prueba T STUDENT para la Eficacia.

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Nivel de Eficacia (NE) Pre Test	85,6250	16	5,87509	1,46877
Nivel de Eficacia (NE) Post Test	90,1875	16	6,18836	1,54709

Fuente. Elaboración propia con SPSS 27.

Tabla 18. Prueba T STUDENT para hallar el ρ de la Eficacia

Prueba de muestras emparejadas								
Diferencias emparejadas								
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Nivel de Eficacia (NE) Pre Test - Nivel de Eficacia (NE) Post Test	-4,562	8,35838	2,08959	-9,016	-0,1083	-2,183	15	0,045

Fuente. Elaboración propia con SPSS 27.

Interpretación:

La Tabla 17, indicó que la media pre test fue 85,6250, la cual fue menor que la media post test igual a 90,1875. Se demostró el incremento un puntaje de 4.562 puntos en la media de la eficacia. Según lo evidenciado en la Tabla 18 y a la regla de decisión, el valor de Sig. fue 0.045, el cual es inferior al valor referencial de 0.050; por tanto, se acepta la hipótesis específica o hipótesis alterna. Quedó demostrado que la aplicación de la Mejora Continua incrementó significativamente la eficacia del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

La discusión es la parte más relevante y significativa de una investigación, además de ser la de mayor complejidad, de elaborar y organizar a fin de conseguir una interpretación de los datos y su relación con los objetivos e hipótesis, así como la situación de los conocimientos acerca de la temática de la investigación (Pérez, et al, 2019, pág. 380-386; Ramírez y Calles, 2021, pág. 54). En primer lugar, la primera parte de la hipótesis refiere a la aplicación de la Mejora Continua fue un proceso que se desarrolló posteriormente a la etapa de análisis (pre test) en donde se planteó un plan integral enfocado directamente a los problemas más graves para garantizar el mayor impacto posible. La empresa no contaba con un plan de mejora continua o un esquema planificado similar, por lo cual se evaluó los efectos posteriores a la aplicación. La aplicación de la metodología Deming fue completamente satisfactoria dado que en cada una de las etapas se logró el 100%.

En la segunda parte de la hipótesis general se analizó a la productividad donde el supuesto fue un incremento de la ella, a raíz de la aplicación de la variable independiente (mejora continua Deming), al respecto se contrastó lo siguiente: la productividad tuvo fluctuaciones en este indicador, siendo el más bajo 65, el más alto 87 y la media de 78,56 en la etapa pre test. En la segunda etapa (post test) la media del indicador de la productividad fue de 86,50 y como valor mínimo 73 y valor máximo de 96. De acuerdo a esta información se afirmó en la conclusión general que el incremento fue de 7.937 en el índice de productividad, lo cual fue muy significativo, dado que, en los sistemas de producción en serie los incrementos porcentuales significan un gran incremento en el nivel de la producción del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa. Así mismo, los resultados inferenciales correspondieron a los resultados descriptivos, porque el nivel de significancia menos a 0.050 lo corroboró.

En el caso de la primera hipótesis específica relativa a la eficiencia, se procedió a confrontar los resultados descriptivos de la media del indicador de la eficiencia

pre test con un valor de 91,68, en comparación con la media del mismo indicador en la etapa post test que se incrementó en 4.125 puntos alcanzando un valor de 95,81; por tanto, el incremento fue sustancial y significativo para la eficiencia.

La segunda hipótesis específica está dirigida a la eficacia, los resultados descriptivos para el indicador del nivel de la eficacia tuvieron una media pre test de 85,62, en contraste del nivel que se obtuvo en la etapa post test que fue de 90,18, que representó un incremento de 4.562 puntos; en consecuencia, se determinó que el contraste pre test y post test se ha hallado un incremento significativo que corroboró la segunda hipótesis específica.

Los resultados inferenciales, tanto para la primera hipótesis específica relativa a la eficiencia y la segunda hipótesis específica referida a la eficacia justificaron con los valores de SIG correspondientes, dando validez al procedimiento.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

Una discusión de resultados indica una contrastación de los conocimientos previos significativos para el análisis e interpretación de resultados, lo cual resulta de una revisión bibliográfica (Aceituno, Alosilla y Moscoso, 2021), en tal sentido se procedió a analizar los resultados de la presente indagación con los antecedentes citados en el marco teórico como tesis de maestría y artículos científicos.

La mejora continua basada en la metodología Deming fue utilizada por Benites (2021) en su investigación sobre los efectos de la aplicación de esta metodología en la empresa ARY Servicios Generales S.A.C. en Ecuador, teniendo en común también con el presente estudio, la variable dependiente: Productividad. Si bien la naturaleza de los problemas que se trataron tuvieron como solución a la clasificación ABC, también se tuvo a la aplicación de las 5S, con lo cual se consiguió un incremento muy importante de la productividad de 27%, demostrando así que es posible lograr importantes cambios positivos en la productividad, a comparación de la presente que logró incrementar en 7,9 puntos, respecto de la media inicial y la media final de la productividad, son resultados que apuntan hacia una misma dirección en base a una misma metodología como variable independiente.

En el siguiente estudio de Montesinos et al (2020), estuvo enfocado en una empresa de almacenamiento de GLP en México, donde el análisis y hallazgo de los problemas siguió una secuencia muy similar al presente estudio coincidiendo en el uso de lluvia de ideas, diagrama causa-efecto y diagrama de Pareto y posterior a la aplicación del Ciclo de Mejora Continua Deming la productividad se incrementó en 4.04% en el último año, lo cual es un resultado muy similar al alcanzado por la presente indagación, que contrasta favorablemente los resultados de tipo estudio de caso a nivel internacional. Así mismo, Amitkumar y Gajanan (2022) analizaron la productividad a partir de la aplicación de un plan de mejora basado en las 5S, cuya relevancia es significativa porque las 5S son una de las herramientas utilizadas en el plan de mejora del presente trabajo, de la misma forma tuvo efectos positivos en la productividad, con lo cual se aceptaron las hipótesis generales en ambos estudios.

En el estudio de Garcés y Camino (2021) analizaron un grupo de empresas en Ecuador pertenecientes a un sector específico (carrocero) donde el plan de mejora continua elevó la productividad del conglomerado de empresas, lo cual contrasta con los resultados del presente trabajo y haciendo una comparación más general la revisión de la literatura de Isniah, et al (2020) donde se analizaron 50 estudios donde se aplicaron el PHVA (PDCA en inglés) a empresas de tipo manufactura, y como en el presente estudio se consiguieron resultados homogéneos orientados a la mejora de la productividad general. A diferencia de los estudios de casos que evaluaron en detalle las situaciones particulares de las empresas, en la revisión de la literatura se logró consolidar, bajo el común denominador de la aplicación de la mejora continua Deming, que impactó favorablemente a la productividad logrando significativos incrementos en cada uno de sus índices.

La mejora de procesos basado en la mejora continua Deming fue aplicada por Castellano (2021) donde se consiguió un incremento sustancial en los cinco indicadores de su estudio, a partir de una implementación efectiva al 89%, lo cual demuestra la efectividad de la metodología como influencia positiva en los procesos, en similitud del presente estudio que consiguió un 100% en la aplicación de la metodología. El trabajo de Espinoza (2020) para calificar como

maestro en ingeniería industrial aplicó el ciclo de Deming y las 5S en la producción de envases plásticos, en similitud con el estudio actual se utilizó el Diagrama de Pareto y Diagrama Causa-efecto, consiguiendo un beneficio mayor del 5% adicional lo cual es congruente con el resultado de la presente investigación. La similitud de los tres estudios es metodología y resultados concuerdan perfectamente, evidenciando un beneficio significativo.

En el estudio de Narciso, Navarrete y Quiliche (2019) los resultados de la aplicación del Ciclo de Deming fueron muy satisfactorios dado que todos los indicadores mostraron incrementos importantes principalmente en la productividad, en comparación los métodos, ambos, el presente y el de Navarrete et al, fueron experimentales y tuvieron dos mediciones, pre prueba y post prueba, siendo la segunda etapa donde se reconocieron los incrementos en los índices, siendo ambas empresas de producción a escala media, un beneficio porcentual superior al 5% se traduce en un importante incremento del nivel de producción.

El estudio de Junchaya (2019) coincide en una forma muy similar de producción, que es la inyección por soplado de la misma forma que la línea de producción de tubos plásticos de la empresa del presente estudio, en consecuencia, los problemas de ambas áreas de producción también fueron muy similares, considerando que la tecnología es un factor evolutivo y en consecuencia cambiante, cada innovación tecnológica representa necesariamente un nuevo acondicionamiento de la distribución de las máquinas, capacitación del personal, reorganización de los procesos y acondicionamiento de procedimientos. Luego de aplicar un plan de mejora continua PHVA, las 5 "S" y un programa de capacitación para los participantes de los nuevos procesos producto de la mejora, los resultados fueron más que satisfactorios a nivel de productividad, además coincide con el crecimiento de los índices de la presente investigación.

El artículo de Suárez y Zeña (2022) trató sobre una revisión de la literatura de 35 fuentes donde se aplicó el Ciclo de Deming de mejora continua en las cuales se halló un efecto positivo, dado que se en cada uno de ellos se incrementó la productividad, así como aspectos como la eficiencia y la eficacia, de esta manera se complementó la discusión de los resultados con un grupo de estudios con

resultados recurrentes a todos los estudios analizados en este capítulo, por tanto es muy importante reconocer que la mejora continua basada en el ciclo de Deming es una metodología fuerte, adaptable a múltiples sectores y problemas de orden operativo y estratégico.

Las teorías generales de la productividad, mejora continua y Ciclo de Deming, basadas en autores clásicos y citas actuales conformaron el marco teórico en todos los casos analizados, de esta forma se evidenció un sólido conocimiento a nivel teórico acerca de las variables del estudio. Posteriormente al análisis de la presente indagación con cada uno de los antecedentes, se evidenció que, el entorno internacional y nacional coincide rotundamente en que la mejora continua Deming aporta de manera positiva muy significativamente a la productividad, de tal forma que refuerza y respalda los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

Los autores, James Yvan Malca Rojas con código ORCID: 0000-0002-0619-2010 y Julio Martin Razzetto Varela con código ORCID: 0009-0007-4179-1733, con grado de bachiller en Ingeniería Industrial, que realizaron la presente investigación sobre un tema acorde a la especialidad de la maestría y de acuerdo al nivel requerido para obtener el grado de maestro, en la cual se ha expuesto las bases teóricas debidamente citadas de acuerdo al formato ISO 690, así mismo se procesó la información facilitada por la empresa de acuerdo a la metodología revisada y validado por jurados especialistas, con total transparencia y de acuerdo a la ética profesional, por tanto, se garantiza la veracidad y la autenticidad del mismo.

VII. CONCLUSIONES

Primera: La aplicación de la Mejora Continua incrementó significativamente la productividad del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P, se demostró en el resultado de los cálculos de la investigación, a nivel descriptivo, en el índice que pasó de un nivel promedio inicial (pre test) de 78,56 y el nivel promedio final (post test) 86,50; y los cálculos inferenciales a través del estadígrafo T Student se corroboró el resultado con una significancia de 0.003, muy por inferior al p valor (0.050).

Segunda. Se demostró que la aplicación de la Mejora Continua incrementó significativamente la eficiencia del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P, evidenciado mediante el cálculo estadístico inferencial de valor de la significancia igual a 0.000, fue inferior al del p valor de 0.05, por tanto, se demostró una mejora, porque pasó de un nivel promedio inicial (pre test) de 91,68 a un nivel promedio final (post test) 95,81.

Tercera. Se determinó que la aplicación de la Mejora Continua incrementó significativamente la eficacia del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P, que se demostró mediante el cálculo estadístico inferencial donde se halló una significancia de 0.045, un resultado numérico inferior al p valor de 0.050, con esta evidencia, se demostró una mejora en el nivel de la eficacia, cuyo porcentaje se incrementó de un nivel inicial pre test de 85,62 a un porcentaje final post test de 90,18.

VIII. RECOMENDACIONES

Programar periódicamente un nuevo análisis para mantener activo y actualizado el “Ciclo de Mejora continua PHVA” es la forma de que los resultados alcanzados sean sostenibles y se pueda proyectar a un nuevo nivel superior despejando posibles acciones que perturben los procesos de fabricación.

Organizar cuatro capacitaciones al año relacionados a la mejora continua y sobre las herramientas 5 “S”, lean manufacturing y temas complementarios sobre compromiso con sus funciones y productividad.

Establecer un programa de mantenimiento preventivo para los nuevos sistemas implementados, con la finalidad de no perder lo conseguido en aprovechamiento eficiente del tiempo programado.

Disponer el establecimiento de auditorías de seguimiento periódicas a los procesos de fabricación nuevos, para verificar el cumplimiento de lo alcanzado en el ciclo de mejora continua anterior.

Conducir las reevaluaciones a través de las personas más preparadas, ya sea personal de la empresa o personal externo, para guiar a los miembros de la organización para garantizar que todos estén comprometidos y alineados con las tareas de los futuros planes de mejora.

Replicar las acciones del plan de mejora en nuevas líneas de inyección, adaptándolas a las particularidades de cada una y optimizando los recursos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEITUNO HUACANI, Carlos; ALOSILLA ROBLES, Washington; MOSCOSO PARICOTO, Isela. 2021. Discusión de resultados. Lima; *Colección Bicentenario*. ISBN 978-612-00-6208-1
- ALDANA DE VEGA, Luzangela. 2013. Calidad y servicio. Bogotá: ECOE Ediciones. ISBN. 9789586489577
- AKBULUT, S. y TEVFIK TOLGA, S. 2021. *Recommendations for the ethical guidelines for publication of scientific studies: The responsibilities of editors, reviewers and the authors*, Annals of Medicine and Surgery, Vol. 72, pp. 1-6.
- AMITKUMAR Dhanjibhai Makwana & GAJANAN Shankarrao Patange (2022) Strategic implementation of 5S and its effect on productivity of plastic machinery manufacturing company, Australian Journal of Mechanical Engineering, 20:1, 111-120, DOI: 10.1080/14484846.2019.1676112
- ARIAS J. y COVINOS M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. (1ª Ed.). Enfoques Consulting EIRL. ISBN. 9786124844423
- BAIBAKOV, Sergei. 2021. Diseño de procesos de mecanizado: Automatización y mejora de la productividad. Ediciones Nuestro Conocimiento. ISBN-10: 6203571598
- BARNÓ MARTÍNEZ, Lorenzo y STEPIEN, Agnieszka. 2019. Eficiencia y productividad en arquitectura. Madrid: *Fundación Arquía*. ISBN. 9788409055678
- BENITES ALIAGA, Ricardo Steiman, et al. Aplicación del ciclo PHVA para incrementar la productividad en el área de producción Frescor de la empresa ARY Servicios Generales SAC, 2020. *Journal of business and entrepreneurial studies*, 2021, vol. 5, no 3, p. 38-45. e-ISSN: 2576-0971
- BORBÓN PÉREZ, Olga Gloria Barbón, et al. La elaboración de la sección «Discusión» de artículos científicos originales. ¿Un reto para los docentes universitarios? *Educación Médica*, 2019, vol. 20, no 6, p. 380-386. ISSN: 1579-2099

- CAF - BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA. 2021. *Medición de los niveles de productividad de las ciudades en América Latina*. [Online] [Citado: abril 21, 2022.] <http://ikels-dspace.azurewebsites.net/handle/123456789/1863>
- CANIZALES MUÑOZ, Luis Darío. Elementos clave de la innovación empresarial. Una revisión desde las tendencias contemporáneas. *Revista Innova ITFIP*, 2020, vol. 6, no 1, p. 50-69. ISSN 2619-3558
- CASTELLANO SILVA, Marcial Oswaldo, 2021. *Aplicación del Ciclo de Deming para mejorar los procesos de almacenamiento de una empresa distribuidora de madera industrial, Lima - 2018* [en línea]. Tesis de Maestría. Callao: Universidad Nacional del Callao [Consulta: marzo de 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12952/5843>
- CARBONI, Brenda L. Narciso; DE LA CRUZ, Nadia S. Navarrete; QUILICHE-CASTELLARES, Ruth M. Aplicación de la metodología PHVA para incrementar la productividad en una empresa conservera de pescado. *INGnosis*, 2019, vol. 5, no 2, p. 92-105.
- CONTRERAS BRAVO, Leonardo Emiro, VARGAS TAMAYO, Luis Fernando, RÍOS LINARES, Ricardo Augusto. 2018. *Procesos de fabricación en polímeros cerámicos*. Primera Edición. Bogotá: Ediciones de la U. ISBN 9789587627428.
- CRUELLES RUÍZ, J. A. 2013. *Productividad en tareas administrativas: la oficina eficiente*. Marcombo : Alfaomega, 2013. p. 260. ISBN-13: 978-6077075714.
- CUATRECASAS ARBÓS, Lluís. 2022. *Manual de organización e ingeniería de la producción y gestión de operaciones*. Barcelona: *Profit Editorial*. ISBN. 9788418464119.
- CUATRECASAS ARBÓS, Lluís. 2017. *Ingeniería de procesos y de planta*. Barcelona: *Profit Editorial*. ISBN. 9788416904013.
- DE OCA ROJAS, Yorberth Montes; CABEZA, Segundo Nelson Castillo; BASTIDAS, Carlos Isaac Barros. *Metodología de investigación en emprendimiento: Una estrategia para la producción científica de docentes*

- universitarios. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 2022, vol. 18, no 2, p. 381-390. ISSN: 1315-9518
- DELVIKA, Yuana; SILVINA, Nukhe Andri. The Analysis of Company Productivity Measurement of ABD-Medan Inc. by Using Craig Harris Method. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 2021, vol. 6, no 7, p. 190-194. ISSN 2456-2165
- DIEPPE, Alistair (ed.). *Global productivity: Trends, drivers, and policies*. World Bank Publications, 2021. ISBN. 978-1-4648-1608-6
- ESPINOZA ARIAS, Anthony Moisés, 2020. *Propuesta de mejora continua en el proceso de producción de una planta de plásticos mediante la metodología PDCA y manufactura esbelta*. [en línea]. Tesis de Maestría. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú [Consulta: mayo de 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/15595>.
- GARCÉS GUERRA, Mónica del Rocío; CAMINO FREIRE, Jenny Alexandra. *Mejora continua y la productividad en el sector carrocero de la zona 3 del Ecuador*. 2021. Tesis de Maestría. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Administrativas. Maestría en Administración de Empresas. [Consulta: marzo de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32111/1/08%20ADE.pdf>
- GODOY, Raimundo y BESSAS, Claudia. 2021. Formación de gestores: creando las bases de la gestión: Entienda cómo desarrollar una gestión enfocada en resultados. Belo Horizonte: *Escola de Gestão Aquila*. ISBN. 9789585202306.
- GONZÁLEZ GAYA, Cristina, DOMINGO NAVAS, Rosario y SEBASTIÁN PÉREZ, Miguel Ángel. 2013. *Técnicas de mejora de la calidad*. Madrid : UNED Publicaciones, 2013. ISBN: 9788436241235.
- GONZÁLEZ ORTIZ, Óscar Claret y ARCINIEGAS ORTIZ, Jaime Alfonso . 2016. *Sistemas de gestión de calidad: teoría y práctica bajo la norma ISO 2015*. Bogotá : Ecoe Ediciones, 2016. ISBN: 9789587713039.
- GUTIERREZ PULIDO, Humberto. 2020. *Calidad y productividad. 5ta edición*. Bogotá: *Mc Graw Hill Interamericana S A*. ISBN. 9786071514578.

- HARVARD BUSINESS Review Press. 2020. Guía HBR: Mejora tu productividad. Cambridge: *Harvard Business Review Press*, ISBN 978-84-291-9488-3.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, MENDOZA TORRES, Christina Paulina. 2018. Metodología de la investigación, las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Nueva York: *Mcgraw-Hill*. ISBN13 9781456260965
- IGLESIAS, María Emilia. 2016. Metodología de la investigación científica: diseño y elaboración de protocolos y proyectos. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: *Centro de publicaciones educativas y material didáctico*. ISBN 7989875384644.
- ISNIAH, Sarah, et al. Plan do check action (PDCA) method: literature review and research issues. *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, 2020, vol. 4, no 1, p. 72-81. ISSN (Online)2580-2895
- JAÉN WILLIAMSON, Rafael. 2021. El Ecosistema de Productividad. Porto Alegre: *Simplissimo Books*. ISBN 9786558901235
- JAUME ALDAVERT, Eduard Vidal; Jordi J. Lorente y Aldavert, Xavier. 2022. Guía práctica 5S para la mejora continua: La base del Lean. Tercera edición. Barcelona: Alda Talent Editorial. ISBN. 9788494691911.
- JUEZ, Julio. 2020. Productividad Extrema: Como Ser Más Eficiente, Producir Más, y Mejor. Madrid: *Editorial Julio Juez*. ISBN. 9788835835479
- JUNCHAYA CAVERO, Marlene Janet, 2019. *Proyecto de mejora de procesos de inyección – soplado y mantenimiento de maquinarias y equipos auxiliares de la empresa PIERIPLAST SAC* [en línea]. Trabajo de suficiencia profesional. Lima: Universidad San Martín de Porres [consulta: abril de 2021]. Disponible en: https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/5009/junchaya_cmj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- LLORET MILLÁN, Pilar. 2020. Reuniones de 30 minutos: Mejorando la eficiencia, el clima laboral y la felicidad en las empresas. Barcelona: *Profit Editorial*. ISBN 9788417942380
- MARTIN, Juan. 2019. CEREM INTERNATIONAL BUSINESS SCHOOL . *Taylor y la administración científica de las empresas*. [Online] 22 de octubre,

2019. [Citado: agosto 02, 2022.] <https://www.cerem.es/blog/taylor-y-la-administracion-cientifica-de-las-empresas>
- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS (MEF). 2019. *Plan Nacional de Competitividad y Productividad, 2019-2030*. https://www.mef.gob.pe/concdecompetitividad/Plan_Nacional_de_Competitividad_y_Productividad_PNCP.pdf
- MONTESINOS GONZÁLEZ, Salvador, VÁZQUEZ CID DE LEÓN, Carlos; MAYA ESPINOZA, Ivonne y GRACIDA GRACIDA, Enrique Baruc. Mejora Continua en una empresa en México: estudio desde el ciclo Deming. *Revista Venezolana de Gerencia*, 2020, vol. 25, no 92, p. 1863-1883. ISSN: 1315-9984.
- MOR, Rahul S., et al. Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2019, vol. 30, no 6, p. 899-919. ISSN: 1741-038X
- MOYANO HERNÁNDEZ, Faber Andrés; VILLAMIL SANDOVAL, Diana Carolina. Análisis del ciclo PHVA en la gestión de proyectos, una revisión documental. *Revista Politécnica*, 2021, vol. 17, no 34, p. 55-69. SSN 1900-2351
- MURRIETA SAAVEDRA, Yaritza Alejandra; OCHOA ÁVILA, Eneida; CARBALLO MENDÍVIL, Blanca. Reflexión crítica de los sistemas de gestión de calidad: ventajas y desventajas. *Revista En-contexto*, 2020, vol. 8, no 12, p. 115-132.
- NEMUR, Lisa. 2016. *Productividad: Consejos y Atajos de Productividad para Personas Ocupadas*. Pontevedra: Babelcube. ISBN. 9781507139400
- ORLOVA, Ekaterina V. Innovation in company labor productivity management: data science methods application. *Applied System Innovation*, 2021, vol. 4, no 3, p. 68.
- ORTEGA VALERA, Enrique. 2016. *Procesos de mecanizado*. Editorial Enrique Ortea Varela (LibrosFP). ISBN-10: 8494140477
- PANDEY, P. y PANDEY, M. M. 2021. *Research Methodology Tools and Techniques*. Buzau: Bridge Center, 2021. ISBN 978-606-93502-7-0.

- PRADA OSPINA, Ricardo, ACOSTA PRADO; Julio César. 2017. El moldeo en el proceso de inyección de plásticos para el logro de objetivos empresariales. *Dimensión Empresarial*, 15(1), 157-168.
- PROAÑO VILLAVICENCIO, Diana Ximena; GISBERT SOLER, Víctor y PÉREZ BERNABEU, Elena. Metodología para elaborar un plan de mejora continua. *3c Empresa: Investigación y pensamiento crítico*, 2017, N°1, p. 50-56. ISSN: 2254 – 3376
- PUCHEU, Juan Andrés. 2021. Gestión de la productividad y el desempeño: Cómo gestionar personas en distintos tipos de procesos y puestos. Santiago de Chile: *Ediciones Universidad de Chile*. ISBN. 9789561428034
- RAJADELL CARRERAS, Manuel. 2019. Creatividad. Emprendimiento y mejora continua: Emprendimiento y mejora continua. Barcelona: *Editorial Reverté S.A.* ISBN 9788429195149.
- RAMÍREZ PÉREZ, José Felipe, LÓPEZ TORRES, Virginia Guadalupe; HERNÁNDEZ CASTILLO, Sergio Alonso; MOREJÓN VALDÉS, Maylevis. Lean Six Sigma e Industria 4.0, una revisión desde la administración de operaciones para la mejora continua de las organizaciones. *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, 2021, vol. 5, no 4, p. 151-168. ISSN 2602-8166.
- RAMIREZ MENDEZ, Graziella Guadalupe; MAGANA MEDINA, Deneb Elí y OJEDA LOPEZ, Ruth Noemí. *Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción científica*. *Trascender contab. gest.* [online]. 2022, vol.7, n.20 [citado 2022-12-21], pp.189-208. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-63882022000200189&lng=es&nrm=iso. Epub 11-Nov-2022. ISSN 2448-6388.
- RAMÍREZ MONTAÑEZ, Julio César; CALLES MORENO, Rafael Jesús. *Manual de metodología de la investigación en negocios internacionales*. Ecoe Ediciones, 2021. ISBN. 978-958-503-088-6.

- RASHID, Yasir, et al. Case study method: A step-by-step guide for business researchers. *International journal of qualitative methods*, 2019, vol. 18, p. 1609406919862424.
- RAZA, Muhammad Huzaifa; ZHONG, Ray Y.; KHAN, Mahram. Recent advances and productivity analysis of 3D printed geopolymers. *Additive Manufacturing*, 2022, p. 102685. Online ISSN: 2214-7810
- REVIÉRE, Cristina y REVIÉRE, Olivier. 2018. ¿Qué es un Diagrama de Gantt? Comprender y utilizar con eficacia el software libre Gantt Project para la gestión de proyectos.
- SAFETYA. 2023. PHVA: Procedimiento lógico y por etapas para la mejora continua. Disponible en: <https://safetya.co/phva-procedimiento-logico-y-por-etapas/>. Fecha de consulta 13 de marzo de 2023.
- SALAS-BLAS, Edwin. Comprendiendo las limitaciones de la investigación. *Propósitos y Representaciones*, 2019, vol. 7, no SPE, p. e424-424. ISSN 2310-4635
- SANTAELLA, Jesús. 2022. ¿Qué es la productividad, ¿cómo se calcula y qué efectos tiene sobre la empresa? *Revista Economía 3 educación para el liderazgo* edición 350 [Citado: mayo 23, 2022.] <https://economia3.com/que-es-productividad-empresa-como-calcularlo/>
- SHCHEDRINA, I. *Cultural-Historical Epistemology and Individual Methodological Attitudes of a Scientist.* 2021, *Epistemology y Philosophy of Science*, pp. 59-65.
- SNYDER, Hannah. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of business research*, 2019, vol. 104, p. 333-339.
- SICKLES, Robin C.; ZELENYUK, Valentin. *Measurement of productivity and efficiency.* Cambridge University Press, 2019. ISBN. 9781107036161
- SOCCONINI PÉREZ GÓMEZ, Luis Vicente. 2019. *Lean Manufacturing, paso a paso.* Barcelona: Marge Books. ISBN 9788417903046.
- SUÁREZ VÁSQUEZ, Katherine; ZEÑA RAMOS, José La Rosa. El ciclo Deming y la productividad: Una Revisión Bibliográfica y Futuras Líneas de Investigación. *Qantu Yachay*, 2022, vol. 2, no 1, p. 63-79. ISSN: 28108248

- TOLOSA, Lander. *Técnicas de mejora continua en el transporte*. Marge books, 2017. ISSN: 2254 – 3376
- VALDERRAMA S. (2015), Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. (7ma Ed.). Lima: Editorial, San Marcos.
- VALLEJO PEÑA, F. Alberto., & GIACHI, Sandro. (2021). Flexibilidad horaria, horas reales trabajadas y productividad laboral en el sur de Europa. *Revista Internacional De Organizaciones*, (25-26), 151–177. <https://doi.org/10.17345/rio25-26.151-177>. ISSN: 2013-570X
- ZAPATA, Amparo. 2016. *Ciclo de la calidad PHVA*. Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia. ISBN. 9789587753059
- ZHENG, Fei, et al. Industrial productivity dilemma in management and economics: Retrospect and prospect. *International Journal of Management Reviews*, 2023. Online ISSN:1468-2370
- ZUBIA FLORES, Sagrario Guadalupe, BRITO LAREDO, Janette y FERREIRO MARTÍNEZ, Velia Verónica, *Mejora Continua: Implementación De Las 5S En Una Microempresa (Continuous Improvement and the Implementation of 5S in a Microenterprise)* (2018). *Revista Global de Negocios*, v. 6 (5) p. 97-110, 2018, Disponible en SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3242326>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicadores	Fórmula	Metodología
<u>Problema General</u> ¿En qué medida la aplicación de la Mejora Continua incrementa la productividad del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P?	<u>Objetivo General</u> Determinar en qué medida, la aplicación de la Mejora Continua incrementa la productividad del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P	<u>Hipótesis General</u> La aplicación de la Mejora Continua incrementa significativamente la productividad del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P.	Variable 1 / Variable independiente: Mejora Continua	Planificar	Nivel de cumplimiento del plan de mejora (NCPM)	$NCPM = \frac{\text{Total de oportunidades de mejora programadas}}{\text{Total de oportunidades de mejora detectadas}} \times 100$	Tipo de Investigación: Aplicada. Descriptiva-Correlacional. Cuantitativa. Longitudinal. Método: Deductivo. Diseño de Investigación: Pre - Experimental Población y Muestra Población: Área de producción de tubería. Muestra: Data total obtenida del área estudio. Técnicas: Observación Directa Instrumentos: Ficha de recolección de datos. Técnica de procedimiento de
				Hacer	Nivel de cumplimiento de objetivos (NCO)	$NCO = \frac{\text{Total de objetivos conforme}}{\text{Total de objetivos realizados}} \times 100$	
				Verificar	Nivel de cumplimiento de Inspecciones (NCE)	$NCE = \frac{\text{Total de inspecciones ejecutadas}}{\text{Total de inspecciones planificadas}} \times 100$	
				Actuar	Nivel de Cumplimiento de la mejora continua (NCMC)	$NCMC = \frac{\text{Número de procedimientos ejecutados}}{\text{Número de procedimientos planificados}} \times 100$	

<u>Problema Específico</u>	<u>Objetivo Específico</u>	<u>Hipótesis Específica</u>	Variable 2 / Variable Dependiente:	Eficiencia	Porcentaje de Horas Hombre Utilizadas. (%HHU)	$\%HHU = \frac{\text{Horas reales trabajadas}}{\text{Horas programadas}} \times 100$	Datos: Análisis descriptivo e inferencial.
¿En qué medida la aplicación de la Mejora Continua incrementa la eficiencia del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P?	Cuantificar en qué medida, la aplicación de la Mejora Continua incrementa la eficiencia del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P.	La aplicación de la Mejora Continua incrementa significativamente la eficiencia del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P.	Productividad				
¿En qué medida la aplicación de la Mejora Continua incrementa la eficacia del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P?	Calcular en qué medida, la aplicación de la Mejora Continua incrementa la eficacia del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P.	La aplicación de la Mejora Continua incrementa significativamente la eficacia del proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC de la empresa ingeniería de servicios, fabricación y ventas de metales y plásticos ISFV M&P.		Eficacia	Nivel de Eficacia. (NE)	$\text{Eficacia} = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Meta de producción}} \times 100$	

Fuente. Elaboración propia.

Anexo 2. Matriz de operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Fórmula	Escala de medición
Independiente "Mejora continua"	El Ciclo de Deming o metodología PHVA (siglas de sus etapas: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), su aplicación se enfoca al diseño, desarrollo y ejecución de planes de mejora operativa, de calidad u otra ya que es una metodología versátil, así como también es una herramienta para el análisis, seguimiento y mejora continua de procesos y en consecuencia del sistema en general (González y otros, 2016 pág. 54)	La estrategia de mejora continua Deming se aplicó siguiendo cada etapa del Ciclo PHVA: Planear, Hacer, Verificar y Actuar, para integrar y sistematizar el plan de mejora de acuerdo a esta secuencia conjuntamente con los procesos de producción	Planificar	Nivel de cumplimiento del plan de mejora (NCPM)	$NCPM = \frac{\text{Total de oportunidades de mejora programadas}}{\text{Total de oportunidades de mejora detectadas}} \times 100$	Razón
			Hacer	Nivel de cumplimiento de objetivos (NCO)	$NCO = \frac{\text{Total de objetivos conforme}}{\text{Total de objetivos realizados}} \times 100$	
			Verificar	Nivel de cumplimiento de Inspecciones (NCE)	$NCE = \frac{\text{Total de inspecciones ejecutadas}}{\text{Total de inspecciones planificadas}} \times 100$	Razón
			Actuar	Nivel de Cumplimiento de la mejora continua (NCMC)	$NCMC = \frac{\text{Número de procedimientos ejecutados}}{\text{Número de procedimientos planificados}} \times 100$	
Dependiente "Productividad"	La Organización Internacional del Trabajo - OIT (2016), estableció como concepto de productividad al uso eficaz de la innovación y de los recursos para el incremento de los productos y servicios, así mismo Gutiérrez (2020) afirmó que la productividad es el resultado del producto de dos componentes: la eficiencia por la eficacia.	Se halló la productividad como el resultado de los factores de los índices de eficiencia y eficacia por cada semana de estudio.	Eficiencia	Porcentaje Horas Hombre utilizadas. (%HHU)	$\%HHU = \frac{\text{Horas reales trabajadas}}{\text{Horas programadas}} \times 100$	Razón
			Eficacia	Nivel de Eficacia. (NE)	$NE = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Meta de producción}} \times 100$	Razón

Fuente. Elaboración propia.

Anexo N° 3. Instrumentos de recolección de datos

ORDEN DE TRABAJO				N°	
Prioridad:				Cuenta N°	
Requerido por:		Aprobado por:		Fecha:	
Equipo:					
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA					
Supervisor:		Sección		Fecha:	
MATERIAL Y HERRAMIENTAS NECESARIAS					
Coordinado por:		Departamento:			
N° de orden de impedimento de la operación		Tiempo:		Fecha:	
Fecha de regreso a operación:		Hora:		Supervisor:	
Servicio verificado:		Responsable:			
Sumario del servicio ejecutado:					
Fecha de terminación del servicio				Hora:	
Comentarios sobre el problema					
Hora-hombre utilizadas	Eficiencia	Nombre	Comentarios del consumo de horas-hombre		

Fuente: La empresa

Anexo 4. Juicio de Expertos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA MEJORA CONTINUA BASADA EN EL CICLO DE DEMING Y LA PRODUCTIVIDAD							
VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Variable independiente: Mejora continua basada en el Ciclo de Deming							
Dimensión 1: Planear Nivel de cumplimiento del plan de mejora: $NCPM = \frac{\text{Total de oportunidades de mejora programadas}}{\text{Total de oportunidades de mejora detectadas}} \times 100$	X		X		X		
Dimensión 2: Hacer. Nivel de cumplimiento de objetivos: $NCO = \frac{\text{Total de objetivos conforme}}{\text{Total de objetivos realizados}} \times 100$	X		X		X		
Dimensión 3: Verificar Nivel de cumplimiento de Inspecciones: $NCE = \frac{\text{Total de inspecciones ejecutadas}}{\text{Total de inspecciones planificadas}} \times 100$	X		X		X		
Dimensión 4: Actuar Nivel de Cumplimiento de la mejora continua: $NCMC = \frac{\text{Número de procedimientos ejecutados}}{\text{Número de procedimientos planificados}} \times 100$	X		X		X		
Variable dependiente: Productividad							
Dimensión 1: Eficiencia. Porcentaje Horas Hombre utilizadas: $\%HHU = \frac{\text{Horas reales trabajadas}}{\text{Horas programadas}} \times 100$	X		X		X		
Dimensión 2: Eficacia. Nivel de Eficacia: $NE = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Meta de producción}} \times 100$	X		X		X		

Observaciones: Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador. Mg.: Castellano Silva, Marcial Oswaldo DNI: 42773815

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial 25 de enero de 2023

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


 Firma del Experto Informante

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA MEJORA CONTINUA BASADA EN EL CICLO DE DEMING Y LA PRODUCTIVIDAD

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Variable independiente: Mejora continua basada en el Ciclo de Deming							
Dimensión 1: Planear Nivel de cumplimiento del plan de mejora: $NCPM = \frac{\text{Total de oportunidades de mejora programadas}}{\text{Total de oportunidades de mejora detectadas}} \times 100$	X		X		X		
Dimensión 2: Hacer. Nivel de cumplimiento de objetivos: $NCO = \frac{\text{Total de objetivos conforme}}{\text{Total de objetivos realizados}} \times 100$	X		X		X		
Dimensión 3: Verificar Nivel de cumplimiento de Inspecciones: $NCE = \frac{\text{Total de inspecciones ejecutadas}}{\text{Total de inspecciones planificadas}} \times 100$	X		X		X		
Dimensión 4: Actuar Nivel de Cumplimiento de la mejora continua: $NMC = \frac{\text{Número de procedimientos ejecutados}}{\text{Número de procedimientos planificados}} \times 100$	X		X		X		
Variable dependiente: Productividad	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Dimensión 1: Eficiencia. Porcentaje Horas Hombre utilizadas: $\%HHU = \frac{\text{Horas reales trabajadas}}{\text{Horas programadas}} \times 100$	X		X		X		
Dimensión 2: Eficacia. Nivel de Eficacia: $NE = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Meta de producción}} \times 100$	X		X		X		

Observaciones: Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador. Mg.: Bazán Robles, Romel Darío

DNI: 41091024

Especialidad del validador: Maestría en Ingeniería Industrial con mención en Productividad y Relaciones Industriales

27 de enero de 2023

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

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

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



Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA MEJORA CONTINUA BASADA EN EL CICLO DE DEMING Y LA PRODUCTIVIDAD

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	SÍ	No	SÍ	No	SÍ	No	
Variable independiente: Mejora continua basada en el Ciclo de Deming							
Dimensión 1: Planear Nivel de cumplimiento del plan de mejora: $NCPM = \frac{\text{Total de oportunidades de mejora programadas}}{\text{Total de oportunidades de mejora detectadas}} \times 100$	X		X		X		
Dimensión 2: Hacer. Nivel de cumplimiento de objetivos: $NCO = \frac{\text{Total de objetivos conforme}}{\text{Total de objetivos realizados}} \times 100$	X		X		X		
Dimensión 3: Verificar Nivel de cumplimiento de inspecciones: $NCE = \frac{\text{Total de inspecciones ejecutadas}}{\text{Total de inspecciones planificadas}} \times 100$	X		X		X		
Dimensión 4: Actuar Nivel de Cumplimiento de la mejora continua: $NCMC = \frac{\text{Número de procedimientos ejecutados}}{\text{Número de procedimientos planificados}} \times 100$	X		X		X		
Variable dependiente: Productividad							
Dimensión 1: Eficiencia. Porcentaje Horas Hombre utilizadas: $\%HHU = \frac{\text{Horas reales trabajadas}}{\text{Horas programadas}} \times 100$	X		X		X		
Dimensión 2: Eficacia. Nivel de Eficacia: $NE = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Meta de producción}} \times 100$	X		X		X		

Observaciones: Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador: Mg.: Valdivia Sánchez, Luis Alberto DNI: 07639522

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial y Maestro en productividad y relaciones industriales

25 de enero de 2023

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

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

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

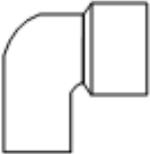
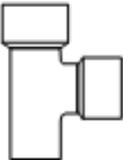
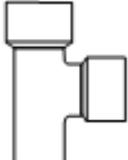
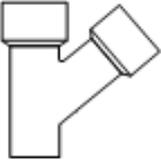

Firma del Experto Informante

Anexo 5. Ubicación geográfica de la empresa ISFV.M&P



Fuente. Empresa ISFV.M&P

Anexo 6. Moldes para conexiones de PVC fabricados por la empresa ISFV.M&P

ACCESORIOS PARA DESAGUE O ALCANTARILLADO NORMA INDECOPI 399.003			ACCESORIOS PARA AGUA S/P (SIMPLE PRESIÓN O C/R (CON ROSCA)) NORMA INDECOPI 339.002																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CÓDIGO</th> <th>CODOS</th> <th>DIÁMETRO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CD 2013</td> <td>CODO</td> <td>2" X 90°</td> </tr> <tr> <td>CD 2015</td> <td>CODO</td> <td>2" X 45°</td> </tr> <tr> <td>CD 2017</td> <td>CODO</td> <td>4" X 90°</td> </tr> <tr> <td>CD 2019</td> <td>CODO</td> <td>4" X 45°</td> </tr> <tr> <td>CD 2021</td> <td>CODO</td> <td>4" X 2°</td> </tr> </tbody> </table>	CÓDIGO	CODOS	DIÁMETRO	CD 2013	CODO	2" X 90°	CD 2015	CODO	2" X 45°	CD 2017	CODO	4" X 90°	CD 2019	CODO	4" X 45°	CD 2021	CODO	4" X 2°		<table border="1"> <thead> <tr> <th>CÓDIGO</th> <th>CODOS</th> <th>DIÁMETRO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CA 2012</td> <td>TEE</td> <td>1/2" SP o C/R</td> </tr> <tr> <td>CA 2014</td> <td>TEE</td> <td>3/4" SP o C/R</td> </tr> <tr> <td>CA 2016</td> <td>TEE</td> <td>1" SP o C/R</td> </tr> </tbody> </table>	CÓDIGO	CODOS	DIÁMETRO	CA 2012	TEE	1/2" SP o C/R	CA 2014	TEE	3/4" SP o C/R	CA 2016	TEE	1" SP o C/R	
CÓDIGO	CODOS	DIÁMETRO																															
CD 2013	CODO	2" X 90°																															
CD 2015	CODO	2" X 45°																															
CD 2017	CODO	4" X 90°																															
CD 2019	CODO	4" X 45°																															
CD 2021	CODO	4" X 2°																															
CÓDIGO	CODOS	DIÁMETRO																															
CA 2012	TEE	1/2" SP o C/R																															
CA 2014	TEE	3/4" SP o C/R																															
CA 2016	TEE	1" SP o C/R																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CÓDIGO</th> <th>TEES</th> <th>DIÁMETRO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TD 2023</td> <td>TEE</td> <td>2" X 2"</td> </tr> <tr> <td>TD 2025</td> <td>TEE</td> <td>4" X 2"</td> </tr> <tr> <td>TD 2027</td> <td>TEE</td> <td>4" X 4"</td> </tr> </tbody> </table>	CÓDIGO	TEES	DIÁMETRO	TD 2023	TEE	2" X 2"	TD 2025	TEE	4" X 2"	TD 2027	TEE	4" X 4"		<table border="1"> <thead> <tr> <th>CÓDIGO</th> <th>TEES</th> <th>DIÁMETRO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TA 2018</td> <td>TEE</td> <td>1/2" SP o C/R</td> </tr> <tr> <td>TA 2020</td> <td>TEE</td> <td>3/4" SP o C/R</td> </tr> <tr> <td>TA 2022</td> <td>TEE</td> <td>1" SP o C/R</td> </tr> </tbody> </table>	CÓDIGO	TEES	DIÁMETRO	TA 2018	TEE	1/2" SP o C/R	TA 2020	TEE	3/4" SP o C/R	TA 2022	TEE	1" SP o C/R							
CÓDIGO	TEES	DIÁMETRO																															
TD 2023	TEE	2" X 2"																															
TD 2025	TEE	4" X 2"																															
TD 2027	TEE	4" X 4"																															
CÓDIGO	TEES	DIÁMETRO																															
TA 2018	TEE	1/2" SP o C/R																															
TA 2020	TEE	3/4" SP o C/R																															
TA 2022	TEE	1" SP o C/R																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CÓDIGO</th> <th>YEEES</th> <th>DIÁMETRO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>YD 2029</td> <td>YEE</td> <td>2" X 2"</td> </tr> <tr> <td>YD 2031</td> <td>YEE</td> <td>4" X 2"</td> </tr> <tr> <td>YD 2033</td> <td>YEE</td> <td>4" X 4"</td> </tr> </tbody> </table>	CÓDIGO	YEEES	DIÁMETRO	YD 2029	YEE	2" X 2"	YD 2031	YEE	4" X 2"	YD 2033	YEE	4" X 4"		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">UNIÓN POR ROSCA (UPR)</th> <th>DIÁMETRO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>UA 2024</td> <td>UPR</td> <td>1/2"</td> </tr> <tr> <td>UA 2026</td> <td>UPR</td> <td>3/4"</td> </tr> <tr> <td>UA 2028</td> <td>UPR</td> <td>1"</td> </tr> </tbody> </table>	UNIÓN POR ROSCA (UPR)		DIÁMETRO	UA 2024	UPR	1/2"	UA 2026	UPR	3/4"	UA 2028	UPR	1"							
CÓDIGO	YEEES	DIÁMETRO																															
YD 2029	YEE	2" X 2"																															
YD 2031	YEE	4" X 2"																															
YD 2033	YEE	4" X 4"																															
UNIÓN POR ROSCA (UPR)		DIÁMETRO																															
UA 2024	UPR	1/2"																															
UA 2026	UPR	3/4"																															
UA 2028	UPR	1"																															

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7. Diagrama analítico de proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL SISTEMA ANTERIOR									
Hoja N°		Resumen	Símbolos	Actual	Observaciones				
Sección Nro.		Operación	○	4					
Fecha:/...../.....	Transporte	⇒	0					
Producto:	Conexiones de PVC	Espera	D	1					
Hecho por /firma:		Inspección	□	0					
Modelo:	Anterior	Almacén	▽	0					
Descripción	Cantidad	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo					Observaciones
				○	⇒	▽	□	D	
1. Cierre de molde		25	0	●					
2. Carga de materiales		14	0	●					
3. Inyección de materia prima		37	0	●					
4. Enfriamiento		28	0					●	
5. Apertura y desmolde		9	0	●					
Total			113	0	4	0	0	0	1

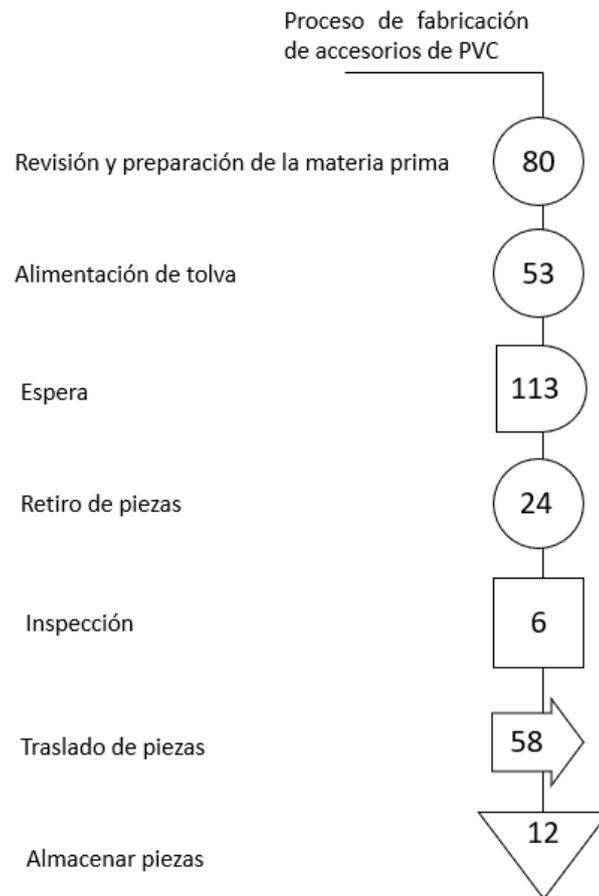
Fuente: Elaboración Propia

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL SISTEMA MEJORADO										
Hoja N°		Resumen	Símbolos		Actual	Observaciones				
Sección Nro.		Operación	○		4					
Fecha:/...../.....	Transporte	⇒		0					
Producto:	Conexiones de PVC	Espera	D		1					
Hecho por /firma:		Inspección	□		0					
Modelo:	Mejorado	Almacén	▽		0					
Descripción	Cantidad	Tiempo (s)	Distancia (m)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇒	▽	□	D		
6. Cierre de molde		33	0	●						
7. Carga de materiales		18	0	●						
8. Inyección de materia prima		47	0	●						
9. Enfriamiento		35	0					●		
10. Apertura y desmolde		11	0	●						
Total			144	0	4	0	0	0	1	

Fuente: Elaboración Propia

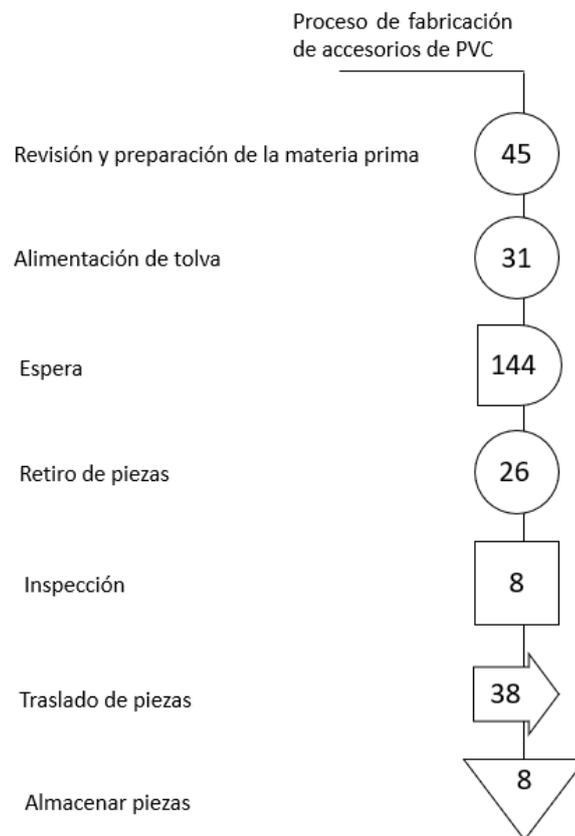
Anexo 8. Diagrama analítico de proceso de fabricación de moldes para conexiones de PVC

Hoja N°	
Sección Nro.	
Fecha:/...../.....
Producto:	Conexiones de PVC
Hecho por /firma:	
Modelo:	Anterior



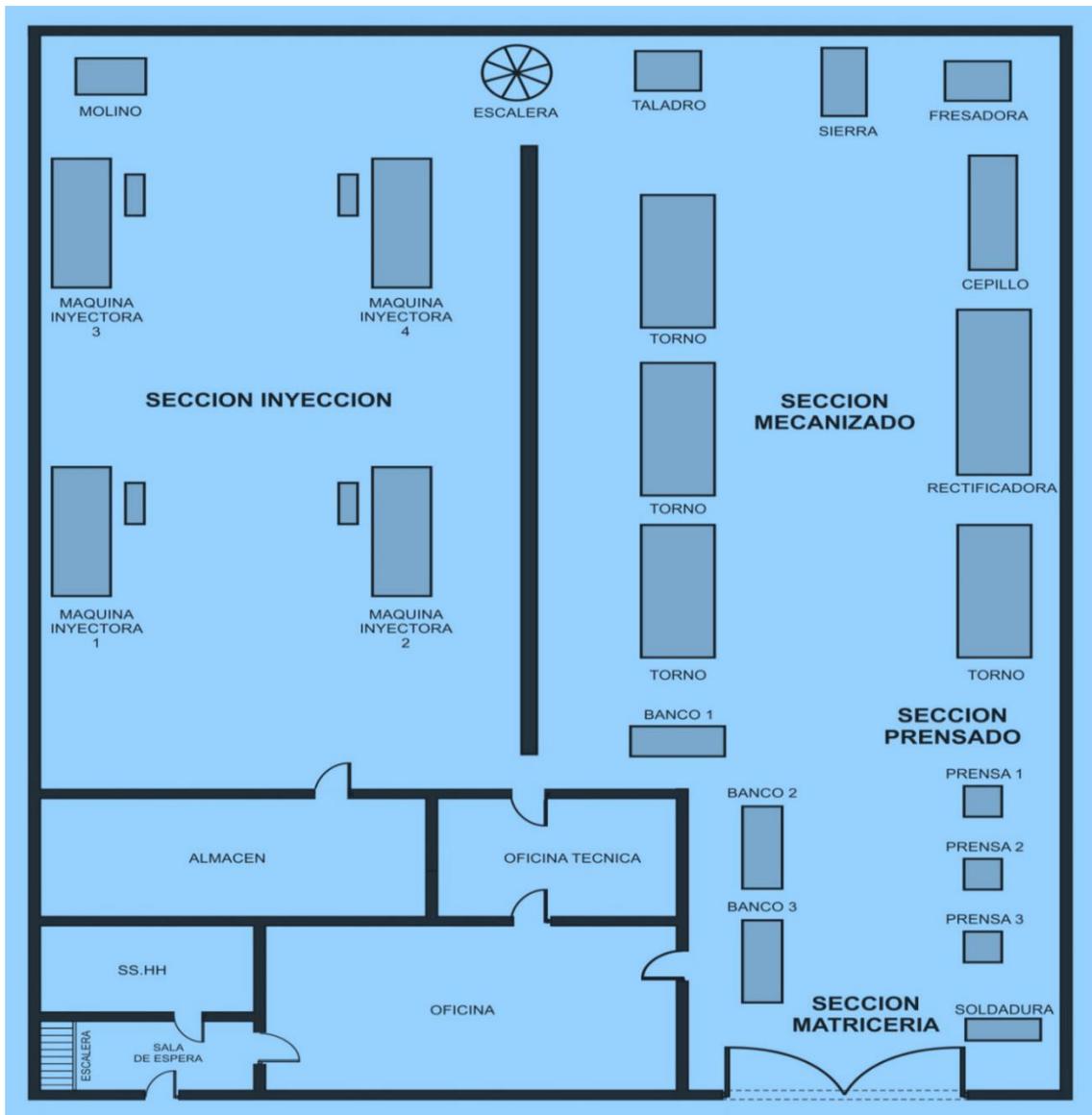
Símbolo	Actividad	Cantidad
○	Operación	3
⇒	Traslado	1
D	Demora	1
□	Inspección	1
▽	Almacenamiento	1
Total de actividades		7
Tiempo total (s)		346

Hoja N°	
Sección Nro.	
Fecha:/...../.....
Producto:	Conexiones de PVC
Hecho por /firma:	
Modelo:	Anterior



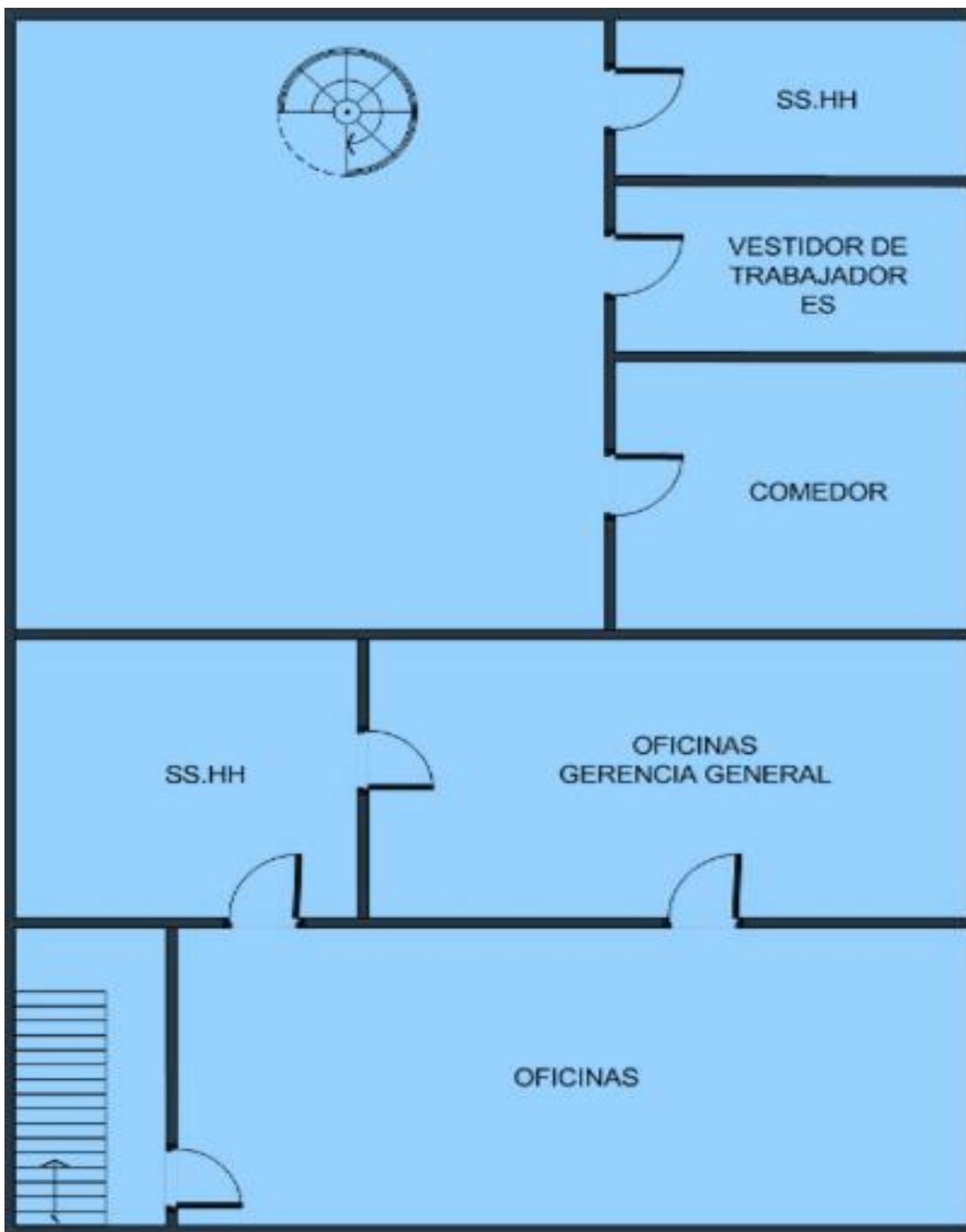
Símbolo	Actividad	Cantidad
○	Operación	3
⇒	Traslado	1
D	Demora	1
□	Inspección	1
▽	Almacenamiento	1
Total de actividades		7
Tiempo total (s)		300

Anexo 8. Distribución de planta de la empresa ISFV.M&P 1er piso



Fuente Elaboración Propia

Anexo 9. Distribución de planta de la empresa ISFV.M&P 2do piso



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 10. Peso en gramos de accesorios

Accesorios	Peso (gramos)
Codos de 2" x 90°	0,050
Codos de 2" x 45°	0,050
Codos de 4" x 2"	0,270
Codos de 4" X 45°	0,210
Codos de 4" x 4"	0,230
Trampa de 2"	0,120
Tee de 2"	0,090
Tee de 4" x 2"	0,220
Tee de 4" x 4"	0,310
Yee de 2"	0,100
Yee 4" x 2"	0,260
Yee 4" x 4"	0,440
U.P.R. 1/2"	0,020
Reducción de campana 4" x 2"	0,140
Yee de 6"	0,905
Codo de 6"	0,810

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 11. Especificaciones del Modelo VT 300 y Modelo VT 400

Característica	MODELO VT 300	MODELO VT 400
Capacidad de inyección en gramos	822	1165
Carrera de prensa en mm	580	650
Máxima distancia entre platina en mm	1220	1350
Mínima altura del molde en mm	200	250
Dimensiones de las Platinas (HxV) en mm	935x920	100x100
Distancia entre barras (HxV) en mm	640x625	735x735
Fuerza Hidráulica de expulsión (Tn)	7.5	7.5
Carrera de expulsor máximo hidráulico máximo en mm	127	148
Capacidad de inyección (G.P. Poliestireno) en gramos	311.9 – 963.9	595.4-1928
Diámetro del Husillo en mm	45-69.9	54.9-80
Relación L/D del Husillos	18:1 – 23.5:1	18:1-23:1
Presión máxima de inyección – Bar	1173-1897	1145-1904
Velocidad de inyección cm3/seg	247.3-488.2	260-320
Carrera de husillo de inyección cm3/seg	201-260	393-1712
Velocidad máxima del husillo rpm/Torque N-M	440/949 318/1795	410/1795 201/3421
Tonelada de cierre (métrico)	275	396
Dimensiones de máquina: (Largo (mm)	7700	8915
Ancho (mm)	1510	1805
Alto (mm)	2377	2442
Peso Total de la máquina estacional kg	11698	17460
Electricidad hidráulica, Presión máxima Bar	172	185.8
Impulso hidráulico Litros/mm	261	19
Capacidad del reservorio para aceite, (litros)	428	418
Capacidad del motor principal KW	37	45
Requerimiento de agua a litro / minuto	49	53
Consumo de EE.EE en el tambor de fundición de la materia Prima en KW.	31.6	31.6

Fuente: Elaboración Propia