



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA MRP I PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DEL
SECTOR CALZADO – TRUJILLO 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autor:

Astrid Brigitte Morales Delgado

Asesor:

Ing. Rafael Luis Alberto Castillo Cabrera

<https://orcid.org/0000-0001-6804-5852>

Trujillo - Perú

2024

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Ing. Cesar E. Santos Gonzales	41458690
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

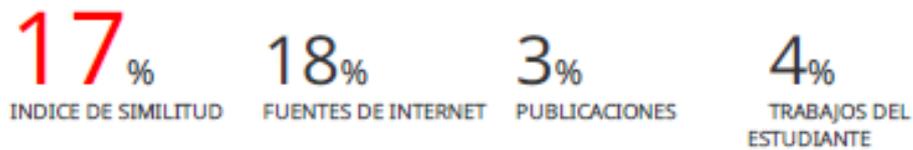
Jurado 2	Ing. Julio C. Cubas Rodríguez	18066188
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Ing. Luis A. Mantilla Rodríguez	17864776
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA MRP I PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DEL SECTOR CALZADO – TRUJILLO 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	10%
2	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	www.repositorioacademico.usmp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ute.edu.ec Fuente de Internet	1%

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios por ser mi guía, por brindarme salud y fortaleza para continuar en este proceso de obtener mi título profesional.

A mis padres, abuelos, abuelas y hermana por su cariño y ser mi soporte en todos estos años.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiar mi camino y por permitirme concluir con mis estudios de manera objetiva.

A mis padres quienes son mi motor y mayor inspiración, que, a través de su amor, paciencia, buenos valores, ayudan a trazar mi camino.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
RESUMEN	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
1.1 Realidad problemática	13
1.2 Antecedentes:	18
1.3 Bases teóricas:	21
1.4 Definición de términos:	27
1.5 Formulación del problema	31
1.6 Objetivos	32
1.6.1 Objetivo general	32
1.6.2 Objetivos específicos	32
1.7 Hipótesis	33
1.7.1 Hipótesis general	33
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	34

2.1.	Tipo de Investigación	34
2.1.1.	Por la orientación	34
2.1.2.	Por el diseño	34
2.2.	Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	35
2.2.1.	Población	35
2.2.2.	Muestra	35
2.3.	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	35
2.4.	Elaboración de los instrumentos:	38
2.5.	Instrumentos para el análisis de datos	38
2.6.	Procedimiento	39
2.7.	Aspectos Éticos	40
CAPÍTULO III: RESULTADOS		41
3.1.	DIAGNOSTICAR LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA BAJA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DE CALZADO.	41
3.2.	IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES	47
3.3.	DETERMINAR LA PRODUCTIVIDAD INICIAL DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA	50
3.4.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA MRP I EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN	

	58
3.4.1. Pronóstico de ventas	58
3.4.2. Requerimiento para la producción	59
3.4.3. Plan Maestro de Producción (PMP)	60
3.4.4. Lista de materiales	61
3.4.5. Inventarios	62
3.4.6. MRP	64
3.4.7. Órdenes de Aprovisionamiento	68
3.5. DETERMINAR LA PRODUCTIVIDAD DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA MRP I EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA.	70
3.6. EVALUAR EL IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA MRP I	80
3.7. CÁLCULO DE LA RENTABILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MRPI	83
3.8. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	86
3.8.1. Formulación de la Hipótesis	86
CAPÍTULO IV. DISUSIÓN Y CONCLUSIONES	91
4.1. DISCUSIÓN	91
4.2. CONCLUSIONES	94
REFERENCIAS	96
ANEXOS	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Producción anual de calzado en el Perú</i>	15
Tabla 2 <i>Formato para el cálculo del MRP</i>	25
Tabla 3 <i>Instrumentos y técnicas para la recolección y análisis de datos a utilizar</i>	36
Tabla 4 <i>Causas Raíz de la baja productividad en el área de producción</i>	44
Tabla 5 <i>Priorización de causas raíz de la baja productividad del área de Producción</i>	46
Tabla 6 <i>Matriz de indicadores</i>	48
Tabla 7 <i>Cálculo de la productividad antes del MRP I -2023</i>	51
Tabla 8 <i>Pronóstico de ventas - 2023</i>	58
Tabla 9 <i>Requerimiento de producción</i>	59
Tabla 10 <i>Programa de producción semanal en cajas de zapatos</i>	60
Tabla 11 <i>Programación semanal por fórmulas o batch</i>	61
Tabla 12 <i>Programación diaria por fórmulas o batch</i>	61
Tabla 13 <i>Componentes del SKU 1 - Ba</i>	62
Tabla 14 <i>Inventario de materiales</i>	63
Tabla 15 <i>Cálculo del requerimiento semanal del componente CC01 –Cuero sintético</i>	64
Tabla 16 <i>Cálculo del requerimiento semanal del componente CC02 – Espuma</i>	65
Tabla 17 <i>Cálculo del requerimiento semanal del componente CC03 – Forro</i>	66

Tabla 18 <i>Cálculo del requerimiento semanal del componente CC04 – Pegamento</i>	67
Tabla 19 <i>Cálculo del requerimiento semanal del componente CC05 – Hilo</i>	68
Tabla 20 <i>Órdenes de Aprovisionamiento (de producción y de compras)</i>	69
Tabla 21 <i>Cálculo de la productividad después de la implementación del sistema MRP I - 2023</i>	71
Tabla 22 <i>Productividad antes y después del MRP I</i>	80
Tabla 23 <i>Inversión para la implementación del MRP I</i>	83
Tabla 24 <i>Beneficio obtenido antes de la implementación del MRP I</i>	84
Tabla 25 <i>Beneficio obtenido después de la implementación del MRP I</i>	85
Tabla 26 <i>Prueba de Normalidad</i>	88
Tabla 27 <i>Resultados de la prueba T-student</i>	89

Índice de figuras

Figura 1 Gráfica de un sistema MRP y su funcionamiento.....	22
Figura 2 Organigrama de la empresa de calzado	41
Figura 3 Diagrama de Ishikawa de la baja productividad en el área de producción de la empresa.....	43
Figura 4 Diagrama de Pareto de las causas de la baja productividad en el área de producción.....	45
Figura 5 Productividad mensual del área de producción de la empresa antes del MRP I.	53
Figura 6 Productividad vs. Eficacia de producción de la empresa antes del MRP I.	54
Figura 7 Ventas vs. Productividad de la empresa antes del MRP I.	56
Figura 8 Causas de los pares de zapatos dejados de producir antes del MRP I- 2023	57
Figura 9 Productividad mensual del área de producción de la empresa después del MRPI	73
Figura 10 Productividad vs. Eficacia de producción de la empresa después del sistema MRPI	75
Figura 11 Ventas vs. Productividad de la empresa después del sistema MRP I.....	77
Figura 12 Incremento de la Producción real de la empresa antes y después del MRP I....	79
Figura 13 Ventas vs. Productividad de la empresa después del MRP I	82

RESUMEN

El presente trabajo de investigación presenta como objetivo principal determinar cuál es el impacto de la implementación del sistema MRP I en el área de producción sobre la productividad de la empresa de calzado – Trujillo 2023.

El tipo de investigación es aplicada y pre experimental, se tomó como población y muestra a los registros mensuales de la producción de la empresa desde el mes de enero a diciembre del 2023. Seguidamente, se identificó a los principales problemas que afectan la productividad y que se le puede dar solución con el MRP I, se detallan a continuación: La falta de planificación de la producción y el inadecuado control de stocks.

También se calculó la pérdida anual por demanda insatisfecha siendo un total de S/.73,530 antes de la implementación del MRPI y después de la implementación esta llegó a un total de S/.24,030 reduciendo notablemente en total de pares no producidos.

Se determinó que la productividad anual después de la implementación del sistema MRP I en área de producción de la empresa se incrementó de 93.61 a 102.78 pares de zapatos producidos por operario.

Finalmente, se evaluó el impacto en la productividad en el área de producción de la empresa después de la implementación del sistema MRP I a través de una prueba de T-student el cual verificó que con la implementación del sistema MRP I en el área de producción incrementa la productividad de la empresa.

PALABRAS CLAVES: Productividad y sistema MRP I.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

A nivel mundial las compañías se esfuerzan por incrementar sus utilidades y para lograrlo deben reducir sus costos, es así pues que las empresas están en constante búsqueda de diferentes estrategias y planes que los lleven a cumplir con su objetivo, entre ellas están la programación de su producción que es uno de los principales procesos en donde los costos juegan un papel importante puesto que abarca desde la mano de obra hasta los insumos necesarios. (Forero y Ovalle, 2013)

Miño et al. (2015) menciona que actualmente la demanda de los bienes y servicios ha tenido una tendencia positiva a nivel global de forma acelerada, lo que lleva a las organizaciones a crear ofertas originales e ingeniosas que les permitan ganarle a su competencia y así abarcar la mayor parte de clientes para mantenerse vigentes en el mercado. (p. 248)

Para ello, las empresas deben trabajar en emplear métodos y herramientas de gestión que les permitan planificar y gestionar de manera eficiente los suministros solicitados por sus clientes teniendo en cuenta que cada mercado es diferente y por ende las empresas deben ser versátiles en todos los requisitos que necesita cada sector de su mercado, como por ejemplo ser flexibles en el tiempo o forma de entrega de sus productos o servicios. (Miño et al., 2015)

La correcta selección del sistema de planificación y control de la producción aseguran que las organizaciones cumplan con la cantidad y calidad requerida en sus

producciones y de esta forma atender la demanda del mercado al cual va dirigido su producto (Tamayo y Urqueola, 2014)

Cuando se desea utilizar un método eficiente para programar y planificar la producción se hace referencia a un sistema de Planificación de requerimientos de materiales o en sus siglas MRP.

La planificación implica la asignación y distribución de recursos necesarios para alcanzar un objetivo. La planificación es un proceso fundamentalmente analítico el cual es necesario ya que sirve para la elaboración de presupuestos, entendiendo que un presupuesto es como la materialización económica de las actividades programadas. Cada actividad programada como en el caso del requerimiento de compras conlleva a un costo necesario para la adquisición de materiales e insumos para cumplir con la actividad programada de producción ya sea diaria, semanal, mensual o anual dependiendo del pronóstico de la demanda. (Terrazas, 2011).

En el Perú, la producción por tipo de calzado ha variado anualmente, como se puede observar en la tabla 1, para el 2023 se registró una producción decreciente en zapatillas con un total de 568 863 pares, botas, botines 2 348 504 pares y sandalias 235 292 pares, sólo la producción de zapatos ascendió a 558 296 pares en comparación con el año anterior. Además, se visualiza que la producción total del sector calzado ha decrecido anualmente desde el año 2017 al 2020 con una mayor marcación consecutiva, sin embargo, en el año 2021 se tuvo un ligero incremento en la producción en comparación con el año anterior, pero, finalmente 2023 cerró

nuevamente con un resultado decreciente en la producción. Datos como estos nos demuestra que la producción del sector calzado en el Perú es altamente variable con una tendencia decreciente en los últimos años (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2023).

Tabla 1 Producción anual de calzado en el Perú

Tipo de calzado	Unidad de Medida	2017	2018	2019	2020	2021	2023 P/
Zapatos	par	1 228 583	1 181 265	835 968	445 302	482 140	558 296
Zapatillas	par	8 238 266	2 482 259	1 063 389	536 648	618 017	568 863
Botas, botines	par	3 129 530	2 932 785	2 677 694	1 861 342	2 95 134	2 348 504
Sandalias	par	1 140 564	957 748	720 682	486,013	450 754	235 292
Total	par	13 736 942	7 554 057	5 297 733	3 329 305	4 146 044	3 710 955

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e informática (2023).

La empresa de calzado encuentra ubicada en el distrito de El Porvenir, tiene 13 años en el mercado peruano dedicándose a la fabricación y venta al por mayor de calzado para damas, caballeros, niños y niñas. Al pasar los años, la demanda de calzado ha variado, sin embargo, se han mantenido en el mercado por localidad que los caracteriza. En la actualidad, la empresa afronta diversos problemas, dentro de ellos la baja productividad en el área de producción que se ha mantenido en los últimos años impidiendo su crecimiento económico. A continuación, se describe cada uno de los problemas detectados.

La empresa cuenta con un área de logística cuyas funciones son realizadas por el administrador de la empresa a la par con el resto de sus funciones. Esto hace que no siempre se tenga al día o no se lleve un adecuado control de inventario y Kardex porque el administrador no se abastece en tiempo. Además, que no se lleva un seguimiento al ingreso y salida de insumos y materiales, así como de calzado.

El área de producción está conformada por el supervisor de producción, los operarios y los mecánicos. En el área de producción se ha disminuido la productividad de la empresa, esto debido a que ha presentado diversos problemas, tales como el inadecuado control de stocks, pues, no tienen o no llevan una apropiada planificación y registro de su producción, por desconocimiento de algún método para realizarlo, por ello, frecuentemente se han quedado sin materiales e insumos para el cumplimiento de su programa de producción por lo que no se llega a cumplir con la demanda, además, se pierde tiempo de trabajo por paralización de la producción.

Respecto a los equipos de producción, la empresa cuenta con la mayoría de equipos propios que tienen bastantes años de antigüedad, por desconocimiento o el supuesto ahorro de gastos es que no se realiza mantenimiento preventivo más bien, se realiza un mantenimiento correctivo por el mecánico que trabaja para la empresa, esto se da en el momento en que se paraliza la producción porque el equipo falla o deja de funcionar y se debe esperar a la llegada del mecánico, ya que él no se encuentra perenne en la empresa.

En relación a los operarios de producción, últimamente han ido rotando por cambio de trabajo por lo que se contrata a personal nuevo y en la mayoría de veces sin experiencia pero aprenden mediante la enseñanza de sus compañeros, los modelos de calzado también han ido variando sobre todo los de damas, niños y niñas en dónde el mercado exige mayores diseños y acabados A1, pese a estas exigencias el personal no ha sido capacitado y se han obtenido productos defectuosos que son regresados a producción o caso contrario son vendidos a menos de su precio original de venta.

La falta de orden y limpieza de las áreas de trabajo generan tiempos muertos en los traslados de materiales, pese a que el personal de limpieza realiza su trabajo diario, el personal operativo no mantiene el orden de los materiales y equipos, después de su jornada laboral no ordenan su zona de trabajo.

En cuanto a los proveedores, en algunas ocasiones no han cumplido con en el tiempo de entrega de los insumos o materiales, generando que la producción se paralice por falta de estos. Pese a los problemas presentados la empresa no ha dejado de contratarlos y no ha evaluado otras opciones en el mercado.

Por todo lo mencionado anteriormente, es que se presenta la siguiente investigación titulada: “IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA MRP I EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE UNA EMPRESA DEL SECTOR CALZADO – TRUJILLO 2023”.

1.2 Antecedentes:

Como antecedentes de la presente investigación tenemos las siguientes investigaciones internacionales, nacionales y locales:

- **Internacional:**

Aldás (2017). Universidad Tecnológica Equinoccial, en su tesis titulada: “Diseño e Implementación de un sistema MRP para la empresa Chocolate Ecuatoriano C.A.”, tuvo como objetivo implementar un sistema MRP Planeación de Requerimiento de Materiales, para ello se realizó una actualización general de la base de datos, además de tomar en cuenta datos importantes que relacionan inventarios actuales, la gestión de stocks y la previsión de ventas para el año. Se concluye que con el MRP se logra mejorar la planificación de los productos terminados, semielaborados y materia prima y además incrementó la productividad debido a que ya no existe pérdida de materiales y aprovechamiento de tiempo al momento de entrega del producto, cabe mencionar que la implantación del sistema genera un costo total de 290 dólares, y los beneficios que se obtienen mensualmente con el sistema implantado son de 73,10 dólares y la inversión será recuperado aproximadamente 4 meses.

- **Nacional:**

Barrios y Fuentes (2017). Universidad San Martín de Porres, en su tesis titulada “Aplicación del Sistema de Planificación MRP II para mejorar la productividad de la empresa total World Corporation SAC - Lambayeque”, realizó

un sistema MRPII. La investigación es de tipo aplicada y descriptiva porque describe los hechos observados en la empresa. La población corresponde a los recursos de mano de obra, equipos y materiales, utilizados para el envasado de alcohol etílico y la muestra del estudio es el Sistema de Planificación de la Producción que nos ayudará a poder mejorar la productividad en los recursos específicos. Esta tesis concluye que la productividad de la mano de obra se mejora inicialmente en un 25%; luego con la propuesta 1 se mejora la productividad hasta un 33.33%. Lo cual se traduce en un impacto económico de logra tener un ahorro de 5.248,80 soles mensuales o 69.985,60 soles al año, con respecto a la mano de obra. La evaluación concluye que la propuesta permite ahorros que generan beneficios de 0,18 soles por cada sol invertido.

Pedraza y Zúñiga (2017). Universidad Señor de Sipán, en su tesis titulada “Planeación y control de la producción aplicando el plan maestro, plan agregado y MRP para incrementar la productividad en la empresa RENISAL SAC, 2017”, tuvo como objetivo aplicar la planeación y control de la producción para incrementar la productividad en la empresa RENISAL SAC, 2017. Esta investigación de tipo no experimental, descriptiva y cuantitativa. La población y la muestra son las operaciones de producción de la empresa RENISAL S.A.C. La herramienta que se implementó fue el MRP y adicional a ello se utilizó instrumentos como la Guía para la observación, Cuestionario para la entrevista y una Guía para el análisis de documentos. En esta tesis se logró incrementar la productividad de 24.06 a 26.01 Kg/H-Hr, con lo cual se determinó que la mejora permitió tener un mejor control de

los requerimientos que se necesitan en la producción de la empresa RENISAL SAC y se cumplió con la hipótesis planteada en la investigación ya que se mejoró la productividad de la empresa.

- **Local:**

Castillo y Arana (2017). Universidad Privada Antenor Orrego, en su tesis titulada: “Propuesta de un Sistema MRP para incrementar la productividad en la línea de fabricación de calzados de la empresa Estefany Rouss”, para el desarrollo se realizó tuvo que determinar la producción a través de pronóstico, y luego se se procedió a realizar el cálculo de la cantidad de materiales a necesitar con el MRP. Esta tesis concluye en que con la propuesta de un sistema MRP se incrementa la productividad de 2.78 docenas por cada S/. 1000 invertidos en el segundo semestre del año 2016, a 3.87 docenas por cada S/. 1000 invertidos para el segundo semestre del año 2017, lo que representa un incremento del 28.17%.

Aparicio (2018). Universidad César Vallejo, en su tesis titulada “Aplicación de la planificación de los requerimientos de materiales (MRP) para mejorar la productividad en el área servicio de mantenimiento de la empresa Autoclass S.A.C., Surquillo, 2018”, tuvo como objetivo determinar cómo la Aplicación de la Planificación de los Requerimientos de Materiales (MRP) mejora la productividad en el área de Servicio de Mantenimiento de la empresa Autoclass S.A.C. El diseño de la investigación es cuasi-experimental y es de tipo aplicada, descriptiva, explicativa y cuantitativa. La población y muestra será representada por las órdenes de servicio atendidas en el área de servicio

de mantenimiento de la empresa Autoclass S.A.C. correspondiente a un periodo de 12 semanas. Esta tesis concluye que la aplicación de la Planificación de los Requerimientos de Materiales (MRP) mejora la productividad en el área de Servicio de Mantenimiento de 0.018 a 0.025 unidades/Hora-Hombre.

1.3 Bases teóricas:

A continuación, se detallan algunas definiciones que tienen relación con las variables de estudio.

- **El Sistema MRP**

Rivera, Ortega y Pereyra (2014) describe al MRP como una metodología que permite calcular la demanda dependiente de forma rápida y precisa siempre y cuando conozca la demanda independiente del producto de la empresa. Además, para que el sistema MRP sea confiable los datos proporcionados deben ser verídicos y no alterados o falsos, pues de ser así el sistema MRP sería un total fraude que afectará económicamente a la organización, dado que no se cumpliría con la demanda o se tendrían costos elevados por stocks de materiales no utilizados en el proceso de producción. (p.120).

Un sistema MRP es utilizado para programar las cantidades de materiales necesarios para un programa de producción teniendo en cuenta el periodo de tiempo en que se requiera. Los sistemas MRP que en sus siglas en inglés significa Material Requirement Planning ayudan en la planificación de cantidades de materiales adaptándose a cada producto, por ejemplo, una empresa que trabaja con diferentes

proveedores necesita saber con exactitud en qué momento realizar un pedido de materiales de acuerdo al lead time del proveedor de esta forma evita quedarse sin producción por falta de insumos. (Cuatrecasas. 2011).

El sistema MRP comienza con el Plan Maestro de Producción, el cuál debe tener la lista de materiales necesarios para la fabricación del producto todos con su unidad de medida y codificados, también necesitará tener los pasos de manufactura, la información de los sitios de trabajo y stock actualizados para luego realizar el proceso de planificación de necesidades teniendo en cuenta la capacidad, tamaño de lote y plazos de fabricación de cada producto, es decir considerar a cada variable que actúa en el proceso productivo (Cuatrecasas. 2011).

Figura 1 Gráfica de un sistema MRP y su funcionamiento
Fuente: Núñez, Guitart y Baraza (2014)



- **Plan maestro de producción (MPS)**

Un plan maestro de producción se elabora a partir del pronóstico de la demanda, para ello previamente se debe tener la data histórica de ventas de los años o meses anteriores para poder pronosticarla, de no contar con esta data el MPS se diseña de acuerdo al pedido de los clientes, para luego identificar la cantidad necesaria y el periodo de tiempo en el que se deben producir los productos para cumplir con la demanda y el plan maestro de producción satisfactoriamente. (Rivera, Ortega y Pereyra, 2014).

Los propósitos del plan maestro de producción son:

- a) Planear las órdenes de producción de los diversos productos o SKU's del MPS.
- b) Contar los materiales necesitados para el MRP.
- c) Facilitar promediar el plan global de la capacidad en un plazo determinado.
- d) Brindar una base para la planificación del tiempo de entrega a cada cliente (Anaya, 2017).

El Plan Maestro de producción debe seguir los principios que se muestran a continuación:

- a) Será consecuente con el plan de producción
- b) Determinará la capacidad de acuerdo a las necesidades de cada producto.
- c) El MPS orienta el sistema de planificación y control de la producción.
- d) El MPS está directamente relacionado con la promesa de pedidos.
- e) Es necesario garantizar la estabilidad del MPS. Según Anaya (2017).

- f) El MPS debe ser extremadamente objetivo, astuto y claro. Los inventarios de seguridad o adicionales deben ser muy sencillos de descubrir. Según Anaya (2017).

El MRP se calcula utilizando la siguiente tabla:

Tabla 2 *Formato para el cálculo del MRP*

Artículo	Nivel	Plazo Entrega	Disponibile	Stock seguridad	Conceptos	Períodos de tiempo			
						1	2	3	4
Necesidades brutas									
Recepciones programadas									
Disponibile									
Necesidades netas									
Recepciones de órdenes de producción									
Lanzamiento de órdenes de producción									

Fuente: Núñez, Guitart y Baraza (2014)

En la tabla 2, a la izquierda se puede apreciar los datos de cada SKU que nos permitirá identificar las necesidades y así planear el MRP. A la derecha del formato se puede observar varias columnas que representan los períodos de tiempo que deseamos examinar, como días y semanas.

La siguiente información debe calcularse en las filas:

- a) **Necesidades brutas (NB):** para satisfacer la demanda externa, así como también para otros procesamientos de la organización deberá existir una cantidad suficiente de productos. (Núñez, Guitart y Baraza,2014)
- b) **Recepciones programadas (RP):** se definen como el número de componentes o materiales que llegará en un período de tiempo próximo, como días o semanas.
- c) **Disponible (D):** es una cuantificación estimable de la suma total actualizada que se tiene en el inventario en un periodo o ciclo de tiempo determinado como puede ser al cierre del día, semanal, mensual o anual. Es decir, es el valor final después de sumar el inventario existente al final de un ciclo de tiempo, estas pueden ser ingreso de pedidos o por restar la cantidad necesaria para satisfacer la demanda de los clientes.
- d) **Necesidades netas (NN):** Las exigencias de un producto que no se pueden satisfacer con el inventario pronosticado y, por lo tanto, obligan a realizar una solicitud o un pedido de fabricación. Mientras las necesidades netas sean mayores que cero, se envía la orden de pedido o fabricación en un plazo que permita que el material esté disponible cuando sea necesario para comenzar la fabricación del producto correspondiente. Por el contrario, si las necesidades

netas dan un resultado negativo, eso quiere decir que no podremos cumplir con la demanda y, por lo tanto, será igual a cero. (Núñez, Guitart y Baraza, 2014)

- e) **Recepciones de órdenes de producción (ROP):** es la suma de productos recibidos puesto que en meses anteriores se realizaron órdenes tanto de compra o fabricación. (Núñez, Guitart y Baraza, 2014)
- f) **Lanzamiento o emisión de órdenes de producción (LOP):** para poder cumplir con la demanda es necesario realizar órdenes de compra o de fabricación con anticipación, es decir antes de su fecha de entrega real, unas semanas o meses antes inclusive, de esta manera se tiene la certeza de cumplir a tiempo o en el plazo establecido la demanda. (Núñez, Guitart y Baraza, 2014)

1.4 Definición de términos:

- **Lista de requisitos de materiales (BOM)**

La Lista de Materiales enumera los subcomponentes y sus cantidades necesarias para cada nivel del artículo fabricado. Además, se debe precisar el orden del proceso y el ingreso de materiales, así como los puestos de trabajo donde se lleva a cabo el proceso de producción. (Rivera, Ortega y Pereira, 2014)

- **Registros de inventario**

Las organizaciones deben llevar un registro de inventario de todos los insumos o materiales actualizado de cada uno de los productos que ofrece a sus clientes, ya que, estos registros le permiten obtener datos clave que se detallan a continuación:

- Nombre de cada insumo o material identificado mediante códigos

- Cantidad total actualizada de ingresos y salidas.
- Cuantificación del stock de seguridad.
- El lead time de cada insumo o material (tiempo desde que recibes una orden de compra o fabricación hasta que se entrega el producto). (Rivera, Ortega y Pereyra, 2014)

- **Productividad**

La relación existente entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados y calculados es denominada productividad. (Pérez, 2013)

Si deseamos considerar como indicador a la productividad primero debemos medir la capacidad de un factor o componente productivo produciendo bienes, de esta manera se probará su capacidad en términos tangibles. Otra forma es la de optimizar y reducir en lo posible los recursos para producir un bien o servicio, de esta manera se tendrá un resultado favorable incrementando la productividad. Cabe resaltar que la productividad como indicador cuantifica y muestra el estado en que se encuentra la organización tanto en el área comercial, producción, logística, entre otros. (Miranda y Toirac, 2010).

La productividad se calcula de la siguiente manera:

Productividad = Producción/Insumos

La siguiente estrategia puede aumentar este indicador: Este indicador puede incrementarse de la siguiente manera:

- a) Para incrementar la producción es necesario mejorar los procesos de producción empleando la menor cantidad de insumos o simplemente la misma cantidad.
- b) Se puede observar en la fórmula que la relación entre la producción y los insumos debe ser mayor o igual a la unidad.

Un indicador de productividad permite medir la relación con un elemento de producción, a continuación, tenemos a algunos de los más resaltantes:

1. La productividad del trabajo.
2. La productividad del capital.
3. La productividad del uso de los materiales. (Miranda y Toirac, 2010).

- **Tipos de Productividad**

- a) Productividad Parcial: es la proporción fabricada con la participación de un solo componente o insumo de tipo humano, energía, material, capital, etc.
- b) Productividad de Factor capital: es la consecuencia de la producción neta con la suma de los insumos de mano de obra y capital.
- c) Productividad Total: es la suma de todos los factores de insumo y la producción total. (Pérez, 2013)

- **La capacidad de inventarios factor de la productividad**

Siendo difícil ajustar la capacidad a la demanda, el exceso de capacidad conduce a la reducción de la productividad. Se debe hacer una planificación previa para reducir la capacidad. (Pérez, 2013).

El inventario escaso o limitado podría traer como consecuencia una productividad más baja mientras que un exceso de inventario puede generar elevados costos de capital y menor productividad, el inventario también puede ser un obstáculo o una ventaja para la productividad de una empresa. (Pérez, 2013).

- **Demanda**

Es la cantidad de bienes (frascos de alcohol etílico en sus diferentes formatos) que los clientes requieren, de acuerdo al precio del mercado. Se ha tomado las compras o consumos y si se refieren al pasado, se le denominan demanda histórica, si por el contrario se refieren a periodos futuros se le denomina demanda proyectada o pronóstico.

- **Análisis causa raíz**

El ACR es un proceso secuencial de preguntas que provee un método estructurado para que las personas reconozcan y discutan la realización de tareas en una organización, así como su cultura organizativa. Se emplea, generalmente, para descubrir errores latentes subyacentes en un suceso centinela. Provee un marco estructurado y enfocado en el proceso. (Ruiz, Rodríguez y Alcalde, 2005).

- **Diagrama Ishikawa**

Los diagramas de causa efecto, también conocidos como diagramas de pescado, fueron desarrollados a principios de los años cincuenta por Ishikawa, consiste en definir la ocurrencia de un evento o problema no deseable efecto, como la "cabeza del pescado y, después, identificar los factores que contribuyen a su conformación, las causas, como las "espinas del pescado" unidas a la columna vertebral y a la cabeza del pescado. Las principales causas se subdividen en cinco o seis categorías principales, humanas, de las máquinas, de los métodos, de los materiales, del medio ambiente y administrativas, cada una de las cuales se subdividen en sub causas. (Domínguez, 2016),

- **Diagrama Pareto**

Según indica que el gráfico de barras que estratifica y organiza datos en forma decreciente en función de la frecuencia con que se presenta un evento. Se fundamenta en el principio del 80-20 del economista italiano Wilfredo Pareto (Pérez, 2012)

1.5 Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la implementación del sistema MRP I sobre la productividad en el área de producción de una empresa del sector calzado - Trujillo 2023?

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Determinar el impacto de la implementación del sistema MRP I sobre la

productividad en el área de producción de una empresa del sector calzado -
Trujillo 2023.

1.6.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de la baja productividad en el área de producción de la empresa.
- Determinar la productividad inicial del área de producción.
- Implementar un sistema MRP I en el área de producción de la empresa.
- Determinar la productividad después de la implementación del Sistema MRP I en el área de producción.
- Evaluar el impacto en la productividad en el área de producción de la empresa después de la implementación del sistema MRP I.
- Evaluar el impacto de la rentabilidad antes y después de la implementación del sistema MRP I.
- Determinar el beneficio anual obtenido por la implementación del sistema MRP I.

1.7 Hipótesis

1.7.1 Hipótesis general

La implementación del sistema MRP I incrementa la productividad en el área de producción de una empresa del sector calzado - Trujillo 2023.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación

2.1.1. Por la orientación

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada, pues, se busca la solución a situaciones o problemas concretos e identificables.

La investigación aplicada tiene como objeto el estudio de un problema, es por ello que concentra su atención en poner en práctica la teoría general para satisfacer las necesidades sociales y humanas. (Baena, 2014).

2.1.2. Por el diseño

El estudio realizará una comparación del antes y el después para analizar el impacto de la solución en el problema:

G: O1 X O2

Dónde:

G: Área de producción de la empresa.

O1: Productividad actual del área de producción

X: Estímulo: Implementación del Sistema MRP I

O2: Productividad después de la implementación del Sistema MRP I en el área de producción.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Población

Los registros mensuales de la producción de la empresa de enero a diciembre del 2023.

2.2.2. Muestra

Se considera la población total de los registros mensuales de la producción de la empresa de enero a diciembre del 2023.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

A continuación, en la tabla 3 se detallan los Instrumentos y técnicas para la recolección y análisis de datos:

Tabla 3 Instrumentos y técnicas para la recolección y análisis de datos a utilizar

Técnica	Objetivo	Aplicado en:	Justificación	Parámetro	Procedimiento	Instrumentos
Investigación documental	Adquirir información de la condición actual del área de producción.	Registros mensuales de producción.	Permitió obtener información necesaria para el diagnóstico de los problemas del área de producción.	Datos de Enero a Diciembre del 2023.	Se revisó la información con permiso del Gerente General.	Cuaderno de registros, Microsoft Excel, USB. Formato de datos de producción.
Observación de campo	Diagnosticar deficiencias o inconvenientes en	Se procedió a realizar la observación de manera general	Permitió identificar las causas de la baja productividad.	Duración: Tiempo máximo 1 hora de observación.	Se observó el proceso de producción tomando nota.	Cuaderno de apuntes, lapicero.

el proceso en el área de
productivo producción.

Encuesta	Obtener	Se aplicó la	Permitió obtener	Duración 25	Se aplicó a los	10 cuestionarios de
	información de las	encuesta a 10	datos para la	min. en las	trabajadores del	preguntas y 10
	causas raíces	trabajadores de	priorización de	instalaciones de	área de producción.	lapiceros.
	principales con un	la empresa.	causas raíces.	la empresa.		
	cuestionario.					

Fuente: Elaboración propia

2.4. Elaboración de los instrumentos:

- En el desarrollo de esta investigación no era suficiente contar con datos físicos o escritos de registros numéricos, sino también de la opinión y sentir de los trabajadores que se encuentran día a día en el proceso productivo, es por ello que se les aplicó una pequeña encuesta que se detalla en el anexo 1, esta encuesta consta de preguntas clave para determinar las posibles causa raíz del problema.

La encuesta tiene un modelo utilizado en las tesis de UPN-Trujillo y tiene escala de 0 a 3, el cual tiene como preguntas las causas raíces identificadas en el diagrama de Ishikawa.

- Además, para analizar los datos físicos, escritos o registros numéricos era necesario contar con un registro estandarizado para vaciar la información desordenada y centrarnos netamente en la busca de la causa raíz del problema, este formato se puede visualizar en el anexo 2 donde se solicita la producción mensual del 2023 y recursos utilizados necesarios para el cálculo de la productividad de la empresa.

2.5. Instrumentos para el análisis de datos

Para el procesamiento de datos, se utilizó los siguientes instrumentos:

- Excel: En este software se hizo la tabulación de la encuesta y también se utilizó para la elaboración de gráficos y tablas para explicar la tendencia de los datos obtenidos en la investigación.

- SPSS Statistics: Este programa se utilizó para realizar la prueba de hipótesis de la presente investigación, en esta se hizo la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. para posteriormente realizar la prueba de T-student.

2.6. Procedimiento

A continuación, se detalla el procedimiento para desarrollar la tesis:

1. Visita a la empresa
2. Recolección de data del área de producción tales como: Registros mensuales de la producción del año 2023.
3. Analizar los problemas en el área de producción.
4. Elaboración y aplicación de la encuesta.
5. Tabulación de la encuesta, para ello se hizo uso del programa Excel y también se empleó para realizar las gráficas y tablas de los resultados de la presente investigación.
6. Cálculo de la productividad promedio del 2023 el cual fue de 93.61 pares de zapatos por operario.
7. Desarrollo e implementación del sistema MRP I en el área de producción.
8. Cálculo de la productividad promedio después de la implementación del sistema MRP I el cual fue de 102.78 pares de zapatos por operario.
9. Comprobación de la Hipótesis para ello se utilizó los datos de la productividad inicial vs. la productividad final, para luego ser analizados en el software SPSS Statistics, en donde se realizó una prueba T-Student y se obtuvo un nivel de

significancia $p= 0.000$ el cual es menor que $\alpha= 0.05$ por lo cual se aceptó la hipótesis alterna (H_i), debido a ello se pudo verificar que la implementación del sistema MRP I en el área de producción incrementa la productividad de la empresa.

10. Discusión de resultados (comparación de resultados con otras investigaciones) y conclusiones.

2.7. Aspectos Éticos

La información de producción fue proporcionada con la autorización del Gerente de la empresa y solo serán utilizados para la presente investigación y de esta forma asegurar que esta información no llegue a manos de la competencia.

Se recolectó información manteniendo a los trabajadores de forma anónima.

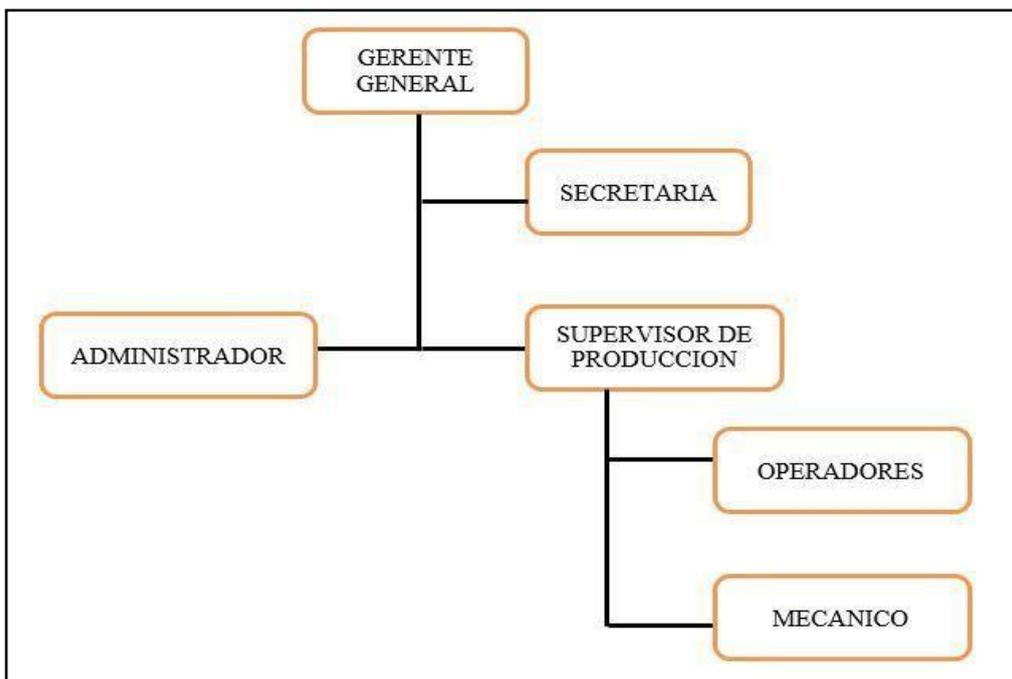
CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Diagnosticar la situación actual de la baja productividad en el área de producción de la empresa de calzado.

La empresa de calzado, es una MYPE que tiene más de 13 años en el mercado local. La empresa se dedica a la fabricación y ventas de calzado para damas, caballeros, niños y niñas.

La empresa tiene el siguiente organigrama:

Figura 2 Organigrama de la empresa de calzado



Fuente: La empresa.

Como se puede apreciar en la figura 2 la empresa no cuenta con un área logística propiamente dicha, sino que estas funciones son realizadas por el administrador de la empresa.

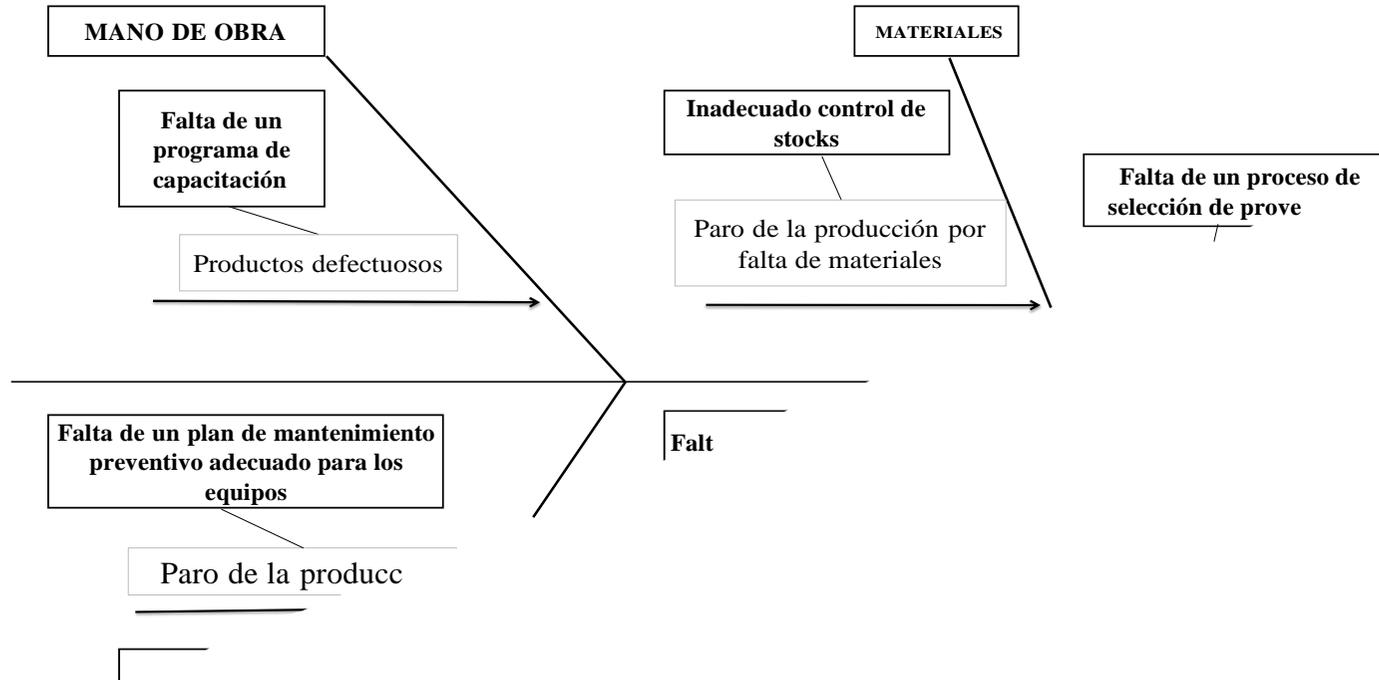
También se aprecia que el área de producción está conformada por el supervisor de producción, los operarios y los mecánicos.

Es, así pues, que el área de producción ha presentado diversos problemas de producción que disminuyen la productividad de la empresa de los cuales se puede mencionar:

- La carencia de planificación de la producción y el inadecuado control de stocks debido a que no tienen un método definido para planificar y controlar su producción y por ende no saben la cantidad de insumos o materiales necesarios para el cumplimiento de su producción planificada.
- La falta de mantenimiento de los equipos de producción genera que haya paros no programados en la producción.
- La falta de un programa de capacitación genera que los operarios de producción no den buen acabado a los zapatos generando productos defectuosos.
- La falta de orden y limpieza de las áreas de trabajo generan tiempos muertos en los traslados de materiales entre áreas.
- Y por último, a falta de un proceso de selección de proveedores genera que no se cuente con los idóneos para la obtención de insumos necesarios para la producción en el tiempo indicado.

Para identificar los problemas en el área de producción que afectan a la productividad de la empresa se desarrolló un diagrama de Ishikawa el cual se muestra a continuación en la figura 3.

Figura 3 Diagrama de Ishikawa de la baja productividad en el área de producción de la empresa



Fuente: Elaboración propia.

Como se describe en la figura 3, a través del diagrama de 6 causas que pueden ser las que ocasionan la baja productividad de la empresa.

Una vez identificadas las causas raíz del problema que afecta a la empresa, se aplica una encuesta (véase anexo 1) área de producción, a continuación, se detallan los siguientes resultados:

Tabla 4 Causas Raíz de la baja productividad en el área de producción

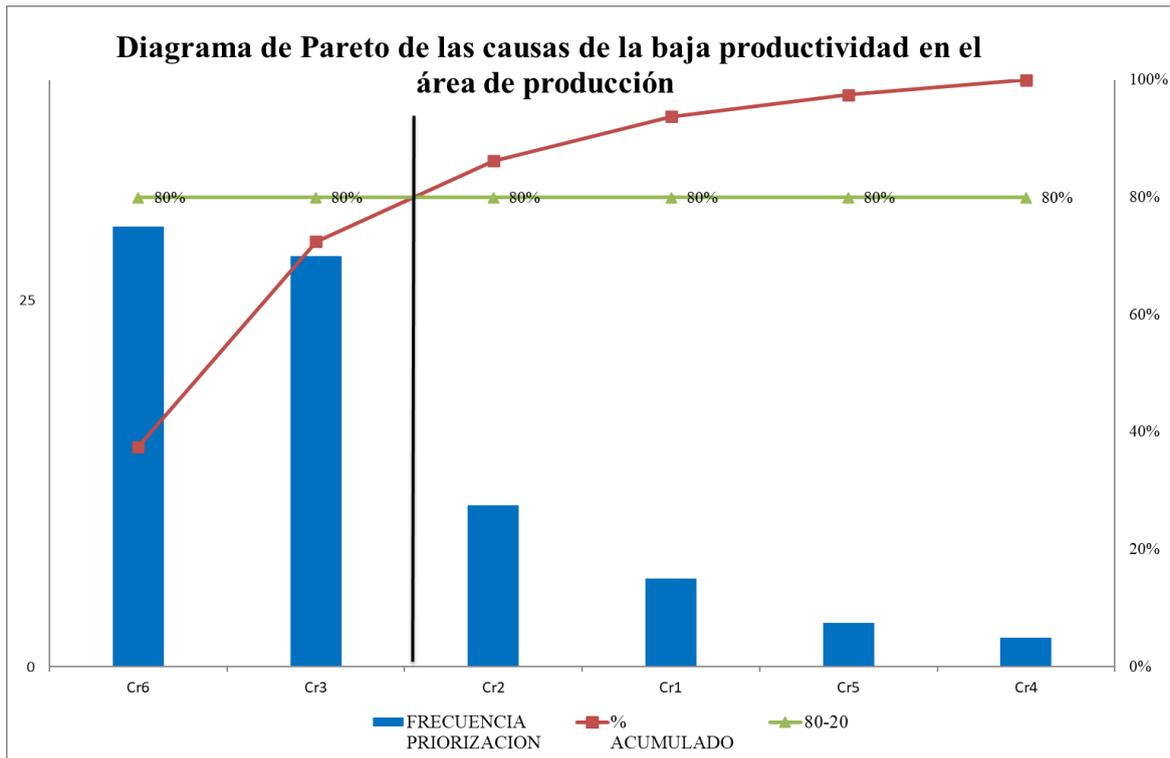
CR	DESCRIPCION DE LA CAUSA RAIZ	FRECUENCIA PRIORIZACION	% ACUMULADO	FRECUENCIA ACUMULADA
Cr6	Falta de planificación de la producción	30	38%	30
Cr3	Inadecuado control de stocks	28	73%	58
Cr2	Falta de un plan de mantenimiento preventivo adecuado para los equipos	11	86%	69
Cr1	Falta de un programa de capacitación	6	94%	75
Cr5	Falta de orden y limpieza	3	98%	78
Cr4	Falta de un proceso de selección de proveedores	2	100%	80
	TOTAL	80		

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos en la tabla 4, priorizamos en base a la ley de Pareto 20 - 80, para trabajar con las causas raíces que representan el 80% de los problemas que

impactan en la productividad de la empresa. Se detalla el diagrama de Pareto en la figura 4.

Figura 4 Diagrama de Pareto de las causas de la baja productividad en el área de producción



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 4 se puede apreciar que según el diagrama de Pareto de las 6 causas raíces, 2 causas raíces representan el 80% de los problemas de la baja productividad de la empresa.

A continuación, en la tabla 5 se muestran las principales causas raíces de la baja productividad de la empresa.

Tabla 5 Priorización de causas raíz de la baja productividad del área de Producción

CR	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA RAÍZ	FRECUENCIA PRIORIZACIÓN	% ACUMULADO	FRECUENCIA ACUMULADA
Cr6	Falta de planificación de la producción	30	38%	30
Cr3	Inadecuado control de stocks	28	73%	58

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 5, las principales causas de la baja productividad en el área de producción de la empresa son:

- a) Cr6 - Falta de planificación de la producción
- b) Cr3 - Inadecuado control de stocks

La causa Cr6-Falta de planificación de la producción y la Cr3-Inadecuado control de stocks, ambas problemáticas se pueden resolver con la implementación de un MRP I en el área de producción el cual es el objeto de estudio de esta investigación, de esta manera, se evitará pérdidas económicas por demanda no satisfecha, además, se tendrá un adecuado control de stocks evitando la paralización de la producción por falta de insumos o materiales.

3.2. Identificación de indicadores

Después de identificar las causas raíces mediante el diagrama Pareto, se priorizó a las que generen problemas en el área de producción y que se puedan resolver mediante la implementación de un Sistema MRP I. Seguidamente, se procedió a elaborar los indicadores para cada causa en general, con la finalidad de poder evaluar la situación actual y el impacto en la productividad del área de producción después de la implementación del Sistema MRP I. Se detalla a continuación en la tabla 6:

Tabla 6 Matriz de indicadores

CR	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA RAÍZ	PROBLEMA	INDICADOR		VA	VM	B	Herramienta
			NOMBRE	FÓRMULA				
Cr3	Inadecuado control de stocks	Paro de la producción por falta de materiales	Total de pares de zapatos no producidos al año	$\Sigma(\text{Producción planificada} - \text{Producción real})$	1634.00	534.00	-1100.00	Datos históricos de la empresa/Pronóstico anual de ventas
			Producción total anual	$\Sigma(\text{Producción planificada} - \text{Pares de zapatos no producidos})$	11233.00	12333.00	1100.00	Datos históricos de la empresa/Pronóstico anual de ventas
			Pérdida por demanda anual insatisfecha	Total de pares de zapatos no producidos * Margen unitario	S/ 23,693.00	S/ 7,743	-S/ 15,950	Plantilla de Excel/MRPI

Cr6	Falta de planificación de la producción	Demanda insatisfecha	% Eficacia total de la producción al año	$\Sigma(\text{Producción real/Producción planificada}) * 100\%$	87.30%	95.85%	8.55%	Formulación de eficacia/ Plantilla de Excel
			Productividad anual promedio (pares zapato/operario)	$\Sigma(\text{Pares de zapato/ N}^\circ\text{de operario})/n$	93.61	102.78	9.16	Formulación de Productividad/ Plantilla de Excel/MRPI
			Ingreso por Ventas Anuales	$\Sigma(\text{Margen unitario} * \text{Producción real})$	S/ 162,878.50	S/ 178,828.50	S/ 15,950.00	Plantilla de Excel/MRPI
			Beneficio anual	Ingreso total - Costo Total	S/ 113,041.50	S/ 162,541.50	S/ 49,500.00	Formulación de Beneficio/Plantilla de Excel/MRPI
			Rentabilidad anual	$(\text{Beneficio total} / \text{Ingreso total}) * 100\%$	22.36%	29.29%	6.92%	Formulación de Rentabilidad/Plantilla de Excel/MRPI

Fuente: Elaboración propia

3.3. Determinar la productividad inicial del área de producción de la empresa

La productividad del área de producción de la empresa se determina a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad (Pares de zapatos por operario)} = \frac{\text{Pares de zapatos producidos}}{\text{n}^\circ \text{ de operarios}}$$

En la tabla 7 se muestra:

- La empresa en el año 2023 tuvo una producción de 11 233 pares de zapatos y tuvo un ingreso de ventas de S/. 162,879.
- Tuvo una producción anual planificada de 12 867 pares de zapatos, pero solo llegó a producir 11 233 pares de zapatos, dejando de producir 1 634 pares de zapatos.
- La eficacia de la producción en el año 2023 fue de 87.30 %.
- Los pares de zapatos dejados de vender generaron una pérdida de ingresos por pares de zapatos dejados de producir de S/. 23,693.
- El número de operarios con los que cuenta la empresa en el área de producción es de 10.
- La empresa tuvo una productividad mensual promedio de 93.61 pares de zapato por operario.

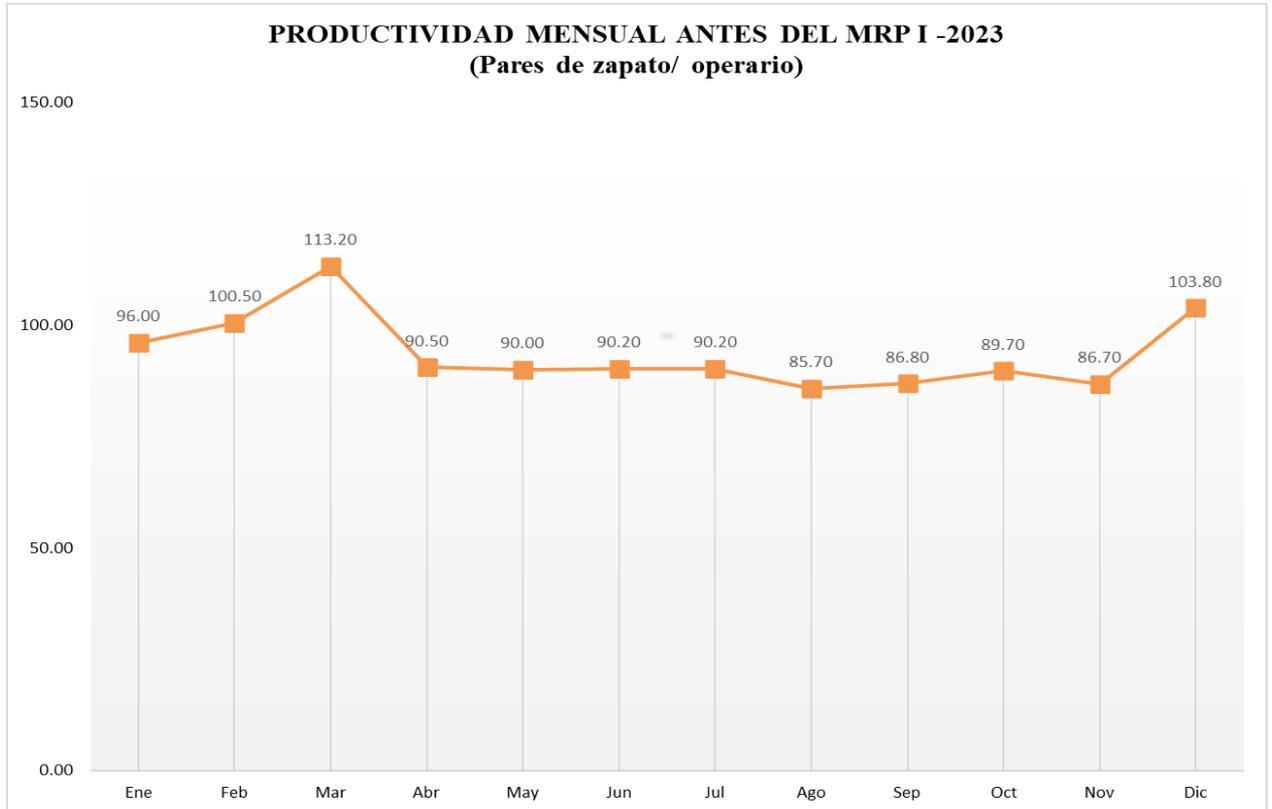
Tabla 7 Cálculo de la productividad antes del MRP I -2023

DATOS DE													
PRODUCCIÓN ANTES													
DEL MRP I -2023	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
	S/.												
Ingreso por Ventas (soles)	13,920	14,573	16,414	13,123	13,050	13,079	13,079	12,427	12,586	13,007	12,572	15,051	162,879
Producción planificada													
2023 (pares de zapatos)	1110	1113	1250	1025	1012	1054	1019	1034	1036	1042	1022	1150	12867
Producción real 2023													
(pares de zapatos)	960	1005	1132	905	900	902	902	857	868	897	867	1038	11233
Total de Pares de zapatos no producidos (antes del MRP I)	150	108	118	120	112	152	117	177	168	145	155	112	1634

% de eficacia	86.4%	90.30%	90.56%	88.29%	88.93%	85.58%	88.52%	82.88%	83.78%	86.08%	84.83%	90.26%	87.30%
N° de operarios	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
PRODUCTIVIDAD													
MENSUAL ANTES													
DEL MRPI (Pares de	96.00	100.50	113.20	90.50	90.00	90.20	90.20	85.70	86.80	89.70	86.70	103.80	93.61
zapato/ operario)													
Pérdida de ingresos por	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
pares de zapatos dejados	2,175	1,566	1,711	1,740	1,624	2,204	1,697	2,567	2,436	2,103	2,248	1,624	23,693
de producir													

Fuente: Elaboración propia

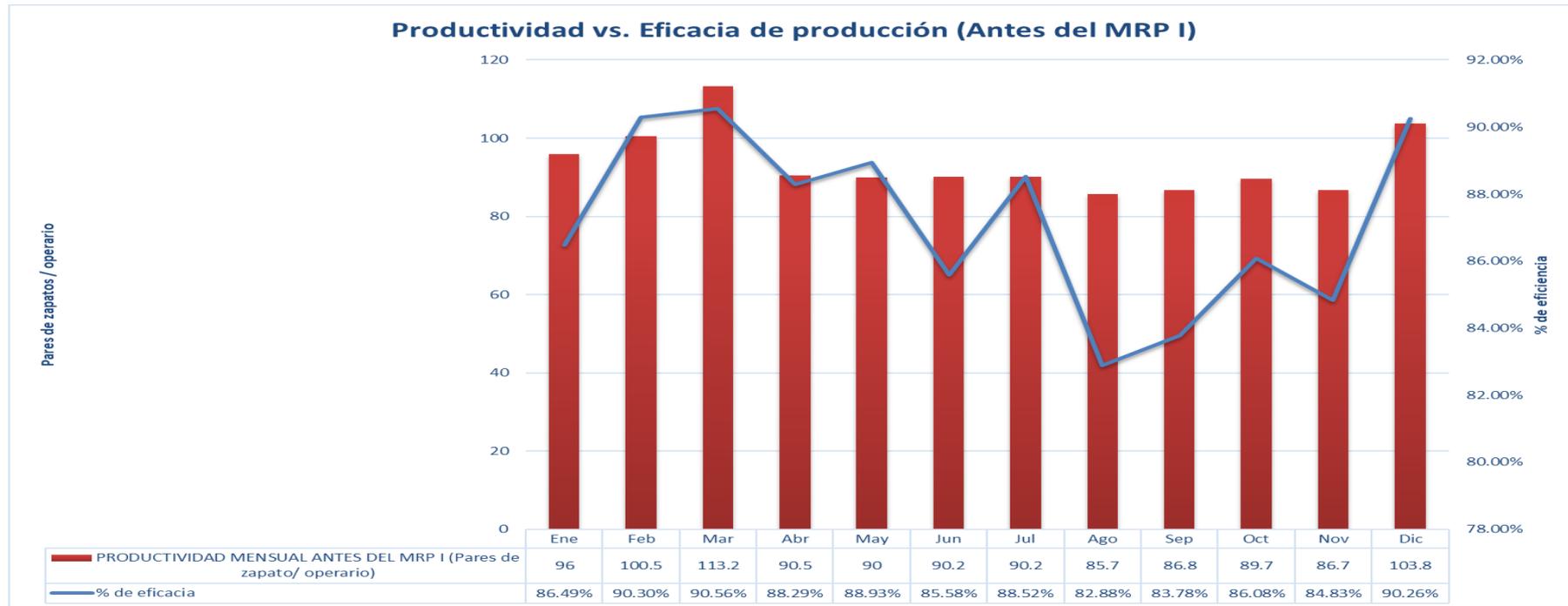
Figura 5 Productividad mensual del área de producción de la empresa antes del MRP I



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5 se puede observar la productividad mensual del área de producción de la empresa no tiene una tendencia marcada. El mes donde se obtuvo un mayor incremento de la productividad fue en el mes de marzo con 113.20 pares de zapato por operario y el mes con menor productividad fue agosto con 85.70 pares de zapato por operario.

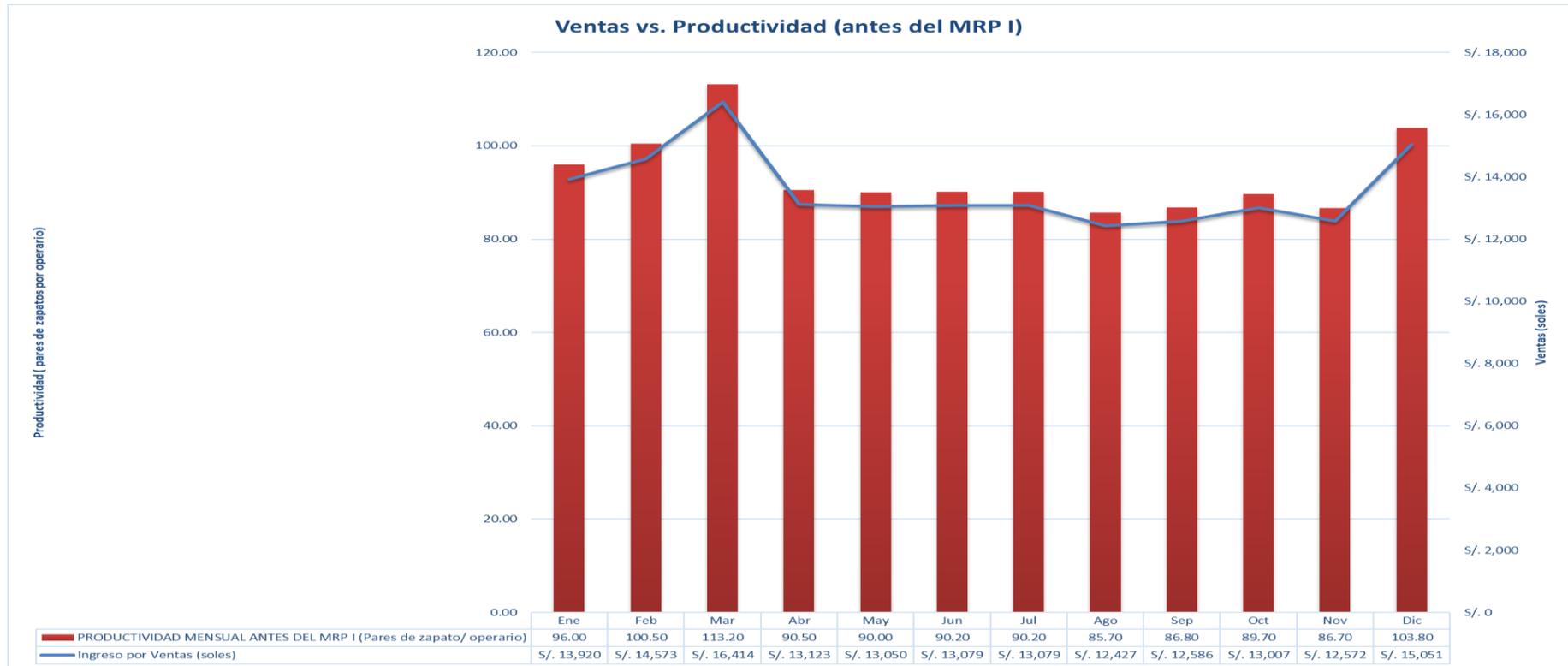
Figura 6 Productividad vs. Eficacia de producción de la empresa antes del MRP I.



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la figura 6 la productividad tiene una relación directa con la eficacia de la producción ya que conforme se incrementa la productividad más se incrementa la eficacia de producción de la empresa. El mes donde se obtuvo un mayor incremento de la productividad fue en el mes de marzo con 113.20 pares de zapato por operario y se obtuvo la mayor eficacia de producción el cual fue 90.56% y el mes con menor productividad fue agosto con 85.70 pares de zapato por operario y se obtuvo la menor eficacia de producción el cual fue 82.88%.

Figura 7 Ventas vs. Productividad de la empresa antes del MRP I.



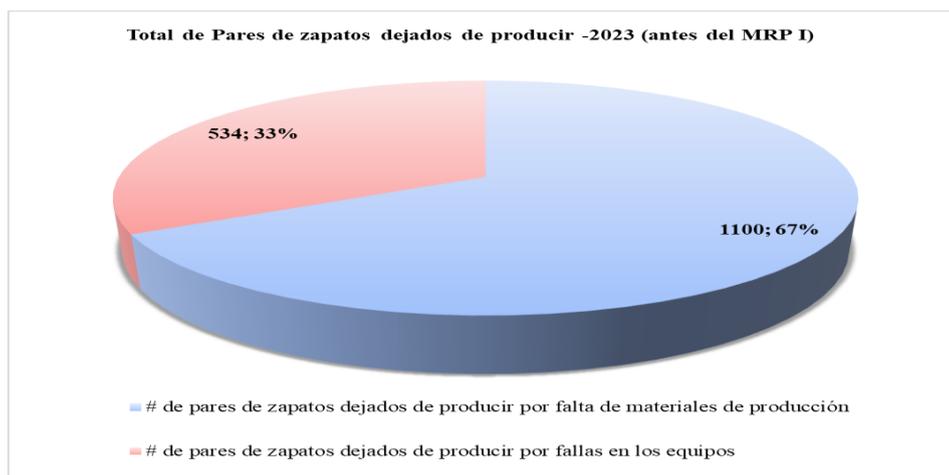
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la figura 7, la productividad tiene una relación directa con las ventas de la empresa ya que conforme se incrementa la productividad más se incrementa las ventas de la empresa. El mes donde se obtuvo un mayor incremento de la productividad fue en el mes de marzo con 113.20 pares de zapato por operario y se tuvo el mayor ingreso por ventas de S/. 16,414 y el mes con menor productividad fue agosto con 85.70 pares de zapato por operario y se tuvo el menor ingreso por ventas de S/. 12,427.

Cabe mencionar que la productividad actual de la empresa se vio reducida por los pares de zapatos dejados de producir.

En la figura 8 se muestra que el 67% de los pares de zapatos dejados de producir se dio por la falta de materiales necesarios para la producción y el 33% se dio debido a fallas en los equipos de producción.

Figura 8 *Causas de los pares de zapatos dejados de producir antes del MRP I- 2023*



Fuente: Elaboración propia.

3.4. Implementación del sistema MRP I en el área de producción de la empresa

Luego, se procedió a desarrollar el MRP I para el modelo Ba de calzado para dama.

3.4.1. Pronóstico de ventas

En la tabla 8 se muestra el pronóstico de ventas para el modelo Ba, el cual fue de 12 333 cajas o pares de zapatos.

Tabla 8 Pronóstico de ventas - 2023

PRONOSTICO VENTAS -2023 MODELO Ba	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CAJAS O PARES DE ZAPATOS	1,061	1,065	1,204	1,003	995	996	977	966	973	1,000	983	1,110

Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Requerimiento para la producción

Tabla 9 *Requerimiento de producción*

Cajas o pares de Zapatos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Inventario inicial	33	53	53	60	50	50	50	49	48	49	50	49	594
Pronóstico de la demanda	1,061	1,065	1,204	1,003	995	996	977	966	973	1,000	983	1,110	12,333
Reserva de seguridad (5% pronóstico)	53	53	60	50	50	50	49	48	49	50	49	56	617
Requerimiento para la producción	1,081	1,065	1,211	993	995	996	976	965	973	1,001	982	1,116	12,356
Inventario Final	53	53	60	50	50	50	49	48	49	50	49	56	617

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9, luego de restar el inventario inicial de producto Ba el cual fue para el mes de enero de 33 y considerando que la empresa debe contar con su cantidad de reserva de un 5% de producto terminado por seguridad, se concluye que se necesita producir para el año 2023 la cantidad de 12,356 pares de zapatos modelo Ba.

3.4.3. Plan Maestro de Producción (PMP)

Para la obtención del PMP, se desarrollará con el Plan Agregado de Producción que es nuestro requerimiento de producción que calculamos anteriormente.

Seguidamente, una vez determinado el requerimiento de producción de acuerdo al pronóstico de ventas 2023, se programará semanalmente, así como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10 Programa de producción semanal en cajas de zapatos

Programa semanal (cajas)					
Producto (Presentación)	1	2	3	4	Total
Modelo Ba	276	276	276	276	1,102
Total cajas de zapatos	276	276	276	276	1,102

Fuente: Elaboración Propia

Después de obtener y validar la programación semanal, se calculará la producción semanal por SKU,

Finalmente se determina la programación semanal por formulas con la información obtenida.

Tabla 11 Programación semanal por fórmulas o batch

Programa semanal por fórmulas (batch)					
Producto (Presentación)	1	2	3	4	Total
Modelo Ba	276	276	276	276	1,102

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11, se determina que para satisfacer el requerimiento de producción del mes de enero se tiene que producir 1 102 cajas.

Tabla 12 Programación diaria por fórmulas o batch

Fórmulas							
Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Modelo BA	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	276.0

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12, detalla que para satisfacer el requerimiento de producción de la primera semana del mes de enero, diariamente de se debe producir 46 cajas del modelo Ba.

3.4.4. Lista de materiales

A continuación, en la tabla 13 detalla la lista de componentes para el Modelo Ba, cabe mencionar que el modelo es un calzado para dama, en este caso se tiene una lista de componentes necesarios para producir una docena de cajas de zapatos del modelo ya mencionado.

Tabla 13 Componentes del SKU 1 - Ba

BOM (1 docena de cajas de zapatos)			
Código	Descripción	Unidad	Cantidad
CC17	Zapatos Modelo Ba	Und	24
CC15	Etiqueta	Millar	0.125
CC14	Bolsas hantag papel	Docena	1
CC16	Caja	Docena	1
	Comp01	Unidad	Cantidad
CC01	Cuero sintético	Metro	4.000
CC02	espuma	Plancha	1.000
CC03	Forro	Metro	0.500
CC04	Pegamento	Galón	0.125
CC05	Hilo	Metro	0.250
CC06	Ojalillo	Docena	0.250
CC07	Planta de goma	Docena	1.000
CC08	Graviches	Docena	4.000
CC09	Falsa	Docena	1.000
CC10	Pegamento	Galón	0.125
CC11	Clavos	Kg	1.500
CC12	Hormas	Docena	1.000
CC13	Taco	Docena	2.000

Fuente: Elaboración propia

3.4.5. Inventarios

Los inventarios deberían estar bien organizados, la empresa nos compartió la información del inventario actual, lead time y tamaño de lote de cada material e insumo para la fabricación de su producto, así como se detalla en la tabla 14.

Tabla 14 Inventario de materiales

MAESTRO DE MATERIALES						
Código	Descripción	Unidad	Tipo	Stock disponible	Lead Time (sem)	Tamaño de lote
CC17	Zapatos Modelo BA	Pares de zapatos	SKU	33	0	LFL
CC01	Cuero sintético	Metro	Comp	10	2	LFL
CC02	espuma	Plancha	Comp	7	2	LFL
CC03	Forro	Metro	Comp	12	1	LFL
CC04	Pegamento	Galón	Comp	7	1	LFL
CC05	Hilo	Metro	Comp	7	1	LFL
CC06	Ojalillo	Docena	Comp	9	1	LFL
CC07	Planta de goma	Docena	Comp	9	1	LFL
CC08	Graviches	Docena	Comp	12	2	LFL
CC09	Falsa	Docena	Comp	9	1	LFL
CC10	Pegamento	Galón	Comp	4	1	LFL
CC11	Clavos	Kg	Comp	7	1	LFL
CC12	Hormas	Docena	Comp	9	1	LFL
CC13	Taco	Docena	Comp	5	2	LFL
CC14	Bolsas hantag papel	Docena	Comp	12	1	LFL
CC15	Etiqueta	Millar	Comp	4	1	LFL
CC16	caja	Docena	Comp	12	2	LFL

Fuente: Elaboración propia

3.4.6.MRP

Después de establecer un programa de producción, se procede a determinar un plan de requerimiento de materiales que intervienen en el proceso de fabricación. Como el producto cuenta con una lista grande de componentes del SKU, solo se mostrará algunas tablas del cálculo del requerimiento de los componentes CC01, CC02, CC03, CC04 y CC05 respectivamente.

Tabla 15 Cálculo del requerimiento semanal del componente CC01 –Cuero sintético

CC01 ¿Quién lo requiere?	Cuero sintético Metro	Semanas			
		1	2	3	4
SKU 1= Ba	4	91.8	91.8	91.8	0.0
Total		91.8	91.8	91.8	0.0
Stock Inicial:	10				
Tamaño de lote:	100				
Lead-time entrega:	2				

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		92	92	92	-
Entradas Previstas		-			
Stock Final	10	18	26	34	34
Necesidades Netas		82	74	66	-
Pedidos Planeados		100	100	100	-
Lanzamiento de ordenes		100	100	-	-

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15, se muestra el cálculo de requerimiento por semana del componente C001- Cuero sintético, teniendo en cuenta el stock inicial, tamaño de lote y lead time. Después del cálculo se obtiene lo siguiente, que para la producción semanal del Modelo Ba, se necesita pedir 100 metros de cuero sintético para la semana 1 y 2.

Tabla 16 Cálculo del requerimiento semanal del componente CC02 – Espuma

CC02	espuma				
¿Quién lo requiere?	Plancha	1	2	3	4
SKU 1	1	23.0	23.0	23.0	0.0
		23.0	23.0	23.0	0.0

Stock Inicial: 7
Tamaño de lote: LFL
Lead-time entrega: 2

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		23	23	23	-
Entradas Previstas		-			
Stock Final	7	-	-	-	-
Necesidades Netas		16	23	23	-
Pedidos Planeados		16	23	23	-
Lanzamiento de ordenes		23	23	-	-

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16, se muestra el cálculo de requerimiento por semana del componente C002-Espuma, obteniendo lo siguiente, que para la producción semanal del Modelo Ba, se necesita pedir 23 metros de espuma para la semana 1 y 2.

Seguidamente tenemos la tabla 17, en la que se muestra el cálculo del componente CC03-Forro para hallar la cantidad necesaria para la fabricación del calzado modelo Ba, obteniendo un lanzamiento de órdenes de 11 metros para las primeras dos semanas, se detalla a continuación:

Tabla 17 Cálculo del requerimiento semanal del componente CC03 – Forro

CC03 ¿Quién lo requiere?	Forro Metro	1	2	3	4
SKU 1	0.5	11.5	11.5	11.5	0.0
		11.5	11.5	11.5	0.0

Stock Inicial: 12
Tamaño de lote: LFL
Lead-time entrega: 1

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		11	11	11	-
Entradas Previstas		-			
Stock Final	12	1	-	-	-
Necesidades Netas		-	11	11	-
Pedidos Planeados		-	11	11	-
Lanzamiento de ordenes		11	11	-	-

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18, según el cálculo de requerimiento del componente C004-Pegamento, indica que se necesita pedir 2 galones de pegamento para la semana 2.

Tabla 18 Cálculo del requerimiento semanal del componente CC04 – Pegamento

CC04	Pegamento				
¿Quién lo requiere?	Galón/docena	1	2	3	4
SKU 1	0.13	2.9	2.9	2.9	0.0
		2.9	2.9	2.9	0.0
Stock Inicial :		7			
Tamaño de lote :		LFL			
Lead-time entrega :		1			

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		3	3	3	-
Entradas Previstas		-			
Stock Final	7	4	1	-	-
Necesidades Netas		-	-	2	-
Pedidos Planeados		-	-	2	-
Lanzamiento de ordenes		-	2	-	-

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19, según el cálculo de requerimiento del componente C005-Hilo, indica que se necesita pedir 4 metros para la semana 1 y 6 metros para la semana 2.

Tabla 19 Cálculo del requerimiento semanal del componente CC05 – Hilo

CC05 ¿Quién lo requiere?	Hilo Mts/docena	Hilo			
		1	2	3	4
SKU 1	0.25	5.7	5.7	5.7	0.0
		5.7	5.7	5.7	0.0
Stock Inicial :		7			
Tamaño de lote :		LFL			
Lead-time entrega :		1			

Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		6	6	6	-
Entradas Previstas		-			
Stock Final	7	1	-	-	-
Necesidades Netas		-	4	6	-
Pedidos Planeados		-	4	6	-
Lanzamiento de ordenes		4	6	-	-

Fuente: Elaboración propia

3.4.7. Órdenes de Aprovisionamiento

Después de obtener la cantidad necesaria de cada uno de los requerimientos de los materiales del SKU Ba se comenzó a registrarlos en la hoja de aprovisionamiento semanal de acuerdo a cada uno de los componentes. La tabla 20 permitirá ejecutar las órdenes de compra todo esto antes de empezar con la producción evitando así tener stock de materiales cero en pleno proceso productivo.

Tabla 20 Órdenes de Aprovisionamiento (de producción y de compras)

ÓRDENES DE APROVISIONAMIENTO							
Código de material	Código	Unidades	Semana				
			1	2	3	4	
SKU	Zapatos Modelo Ba	CC17	pares de zapatos	276	276	276	0
	Cuero sintético	CC01	Metro	100	100	0	0
	espuma	CC02	Plancha	23	23	0	0
	Forro	CC03	Metro	11	11	0	0
	Pegamento	CC04	Galón	0	23	0	0
	Hilo	CC05	Metro	4	6	0	0
	Ojalillo	CC06	Docena	2	6	0	0
	Planta de goma	CC07	Docena	23	23	0	0
COMPONE	Graviches	CC08	Docena	92	92	0	0
NTES	Falsa	CC09	Docena	23	23	0	0
	Pegamento	CC10	Galón	2	3	0	0
	Clavos	CC11	Kg	34	34	0	0
	Hormas	CC12	Docena	23	23	0	0
	Taco	CC13	Docena	46	46	0	0
	Bolsas hantag papel	CC14	Docena	23	23	0	0
	Etiqueta	CC15	Millar	2	3	0	0
	caja	CC16	Docena	23	23	0	0

Fuente: Elaboración Propia

3.5. Determinar la productividad después de la implementación del Sistema MRP I en el área de producción de la empresa.

Con la implementación del MRP I se logró reducir el número de pares de zapatos dejados de producir por falta de materiales de producción.

La productividad del área de producción de la empresa se determina a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad (Pares de zapatos por operario)} = \frac{\text{Pares de zapatos producidos}}{\text{n}^\circ \text{ de operarios}}$$

En la tabla 21 se muestra los datos de producción luego de la implementación del Sistema MRP I en el año 2023 de los cuales se puede apreciar lo siguiente:

- La empresa en el año 2023 incrementó la producción a 12 333 pares de zapatos y tuvo un ingreso de ventas de S/. 178,829.
- Tuvo una producción anual planificada de 12 867 pares de zapatos, pero solo llegó a producir 12 333 pares de zapatos, dejando de producir 534 pares de zapatos a causa de la falta de mantenimiento preventivo de los equipos de producción.
- La eficacia de la producción se incrementó de 87.30 % a 95.80%.
- Los pares de zapatos dejados de vender generaron una pérdida de ingresos por pares de zapatos dejados de producir de S/. 7,743.
- La empresa incrementó la productividad mensual promedio de 93.61 a 102.78 pares de zapato por operario.

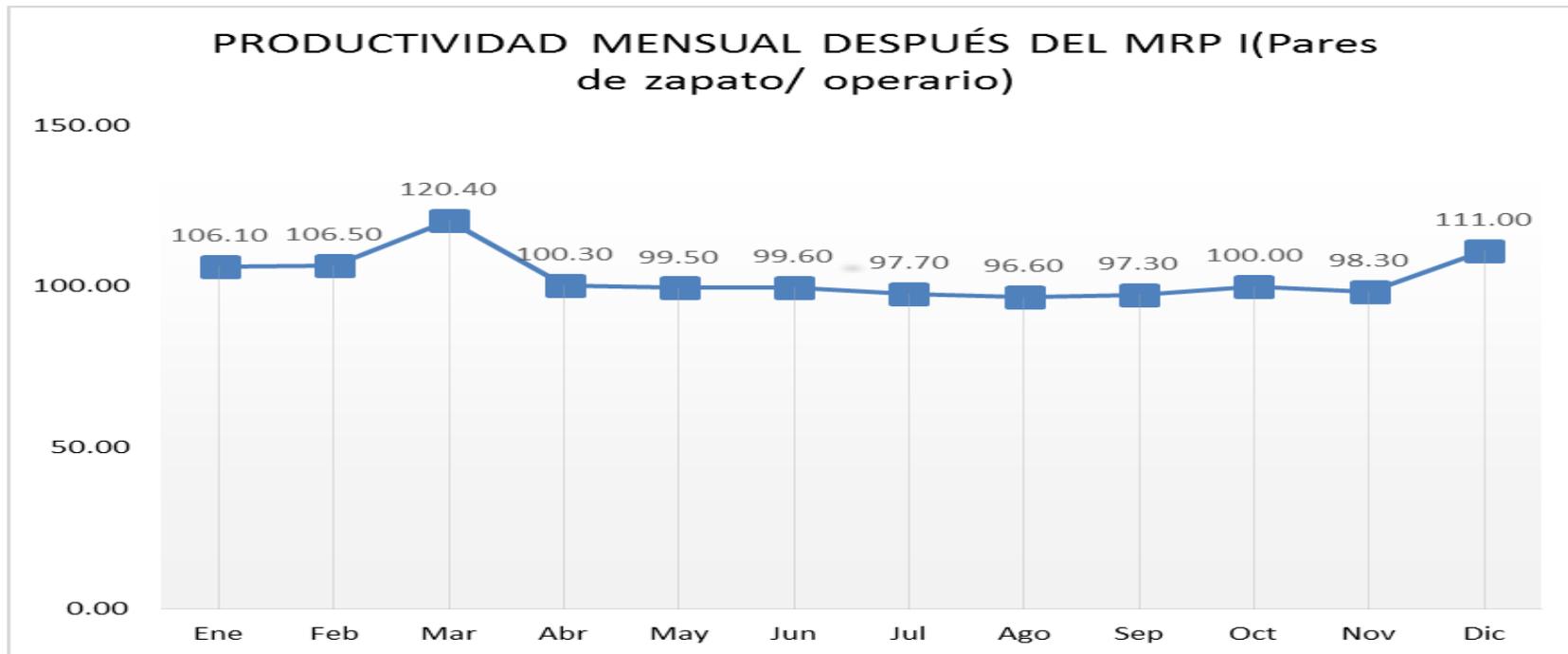
Tabla 21 Cálculo de la productividad después de la implementación del sistema MRP I -2023

DATOS DESPUÉS DEL MRP I -2023	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Ingreso por Ventas (soles)	S/.												
	15,385	15,443	17,458	14,544	14,428	14,442	14,167	14,007	14,109	14,500	14,254	16,095	178,829
Producción planificada 2023 (pares de zapatos)	1110	1113	1250	1025	1012	1054	1019	1034	1036	1042	1022	1150	12867
Producción real 2023 (pares de zapatos)	1061	1065	1204	1003	995	996	977	966	973	1000	983	1110	12333
Total de Pares de zapatos dejadas de producir (Después del MRPI)	49	48	46	22	17	58	42	68	63	42	39	40	534

% de eficacia después del MRP I	95.6%	95.7%	96.3%	97.9%	98.3%	94.5%	95.9%	93.4%	93.9%	96.0%	96.2%	96.5%	95.8%
N° de operarios	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
PRODUCTIVIDAD MENSUAL DESPUÉS DEL MRP I (Pares de zapato/operario)	106.1	106.5	120.4	100.3	99.5	99.6	97.7	96.6	97.3	100	98.3	111	102.78
Pérdida de ingresos por pares de zapatos dejados de producir	S/. 711	S/. 696	S/. 667	S/. 319	S/. 247	S/. 841	S/. 609	S/. 986	S/. 914	S/. 609	S/. 566	S/. 580	S/. 7,743

Fuente: Elaboración propia

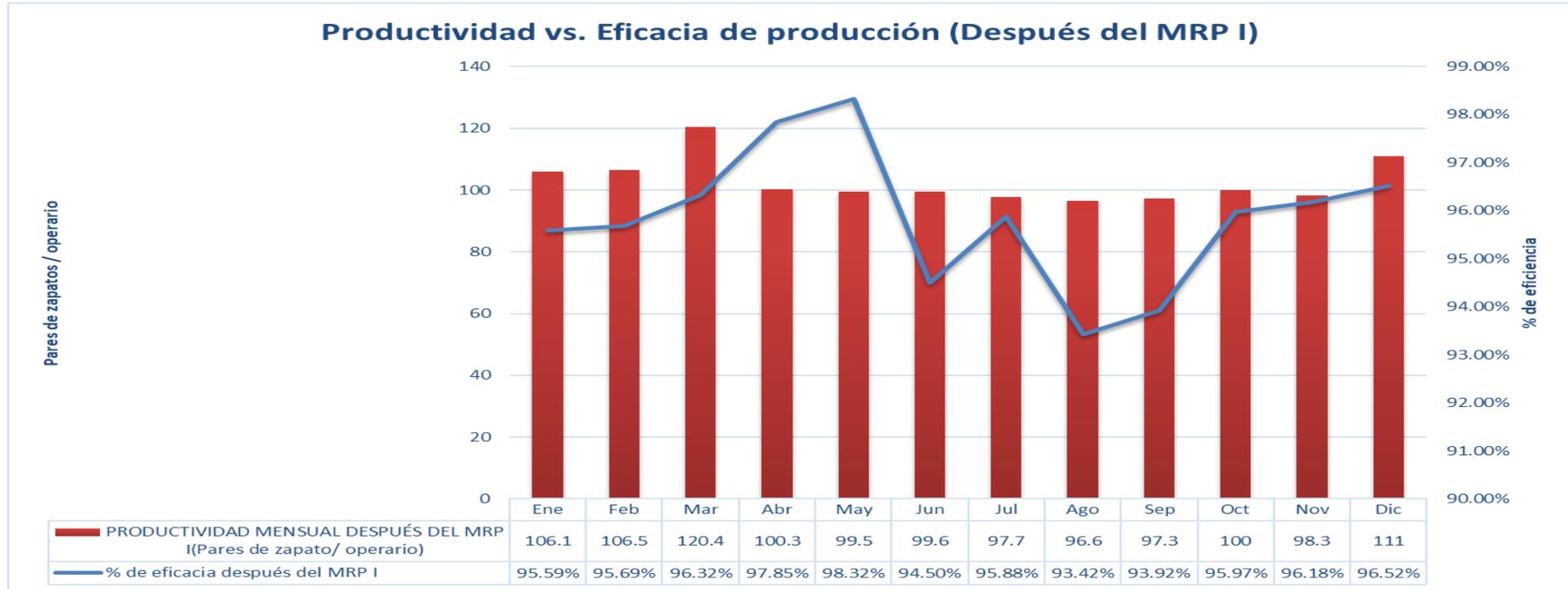
Figura 9 Productividad mensual del área de producción de la empresa después del MRP I



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura 9 la productividad mensual del área de producción de la empresa luego de la implementación del sistema MRP I no tiene una tendencia marcada. El mes donde se obtuvo un mayor incremento de la productividad sigue siendo el mes de marzo con 120.40 pares de zapato por operario y el mes con menor productividad fue agosto con 96.60 pares de zapato por operario.

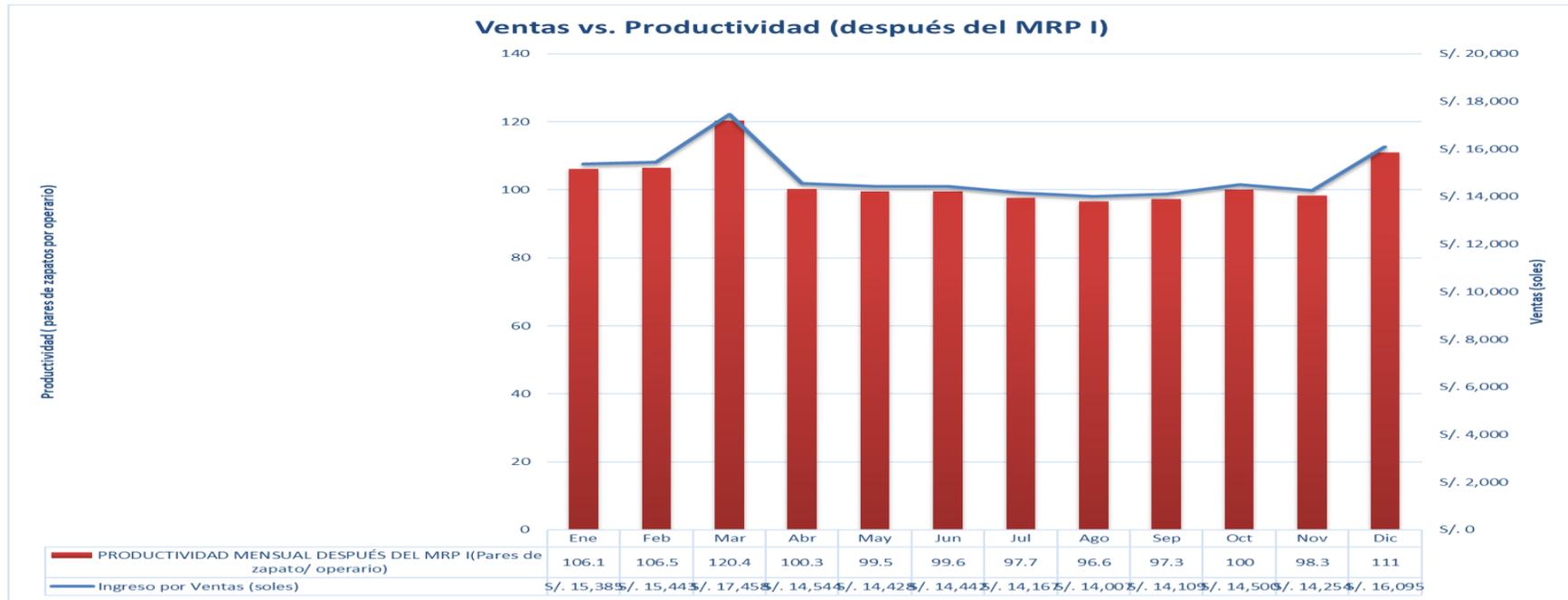
Figura 10 Productividad vs. Eficacia de producción de la empresa después del sistema MRP I



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la figura 10 la productividad luego de la implementación del sistema MRP no tiene una tendencia definida. El mes donde se obtuvo un mayor incremento de la productividad fue en el mes de marzo con 113.20 pares de zapato por operario y se obtuvo una eficacia de producción de 96.32% y el mes con menor productividad fue agosto con 96.60 pares de zapato por operario y se obtuvo una eficacia de producción de 93.42%.

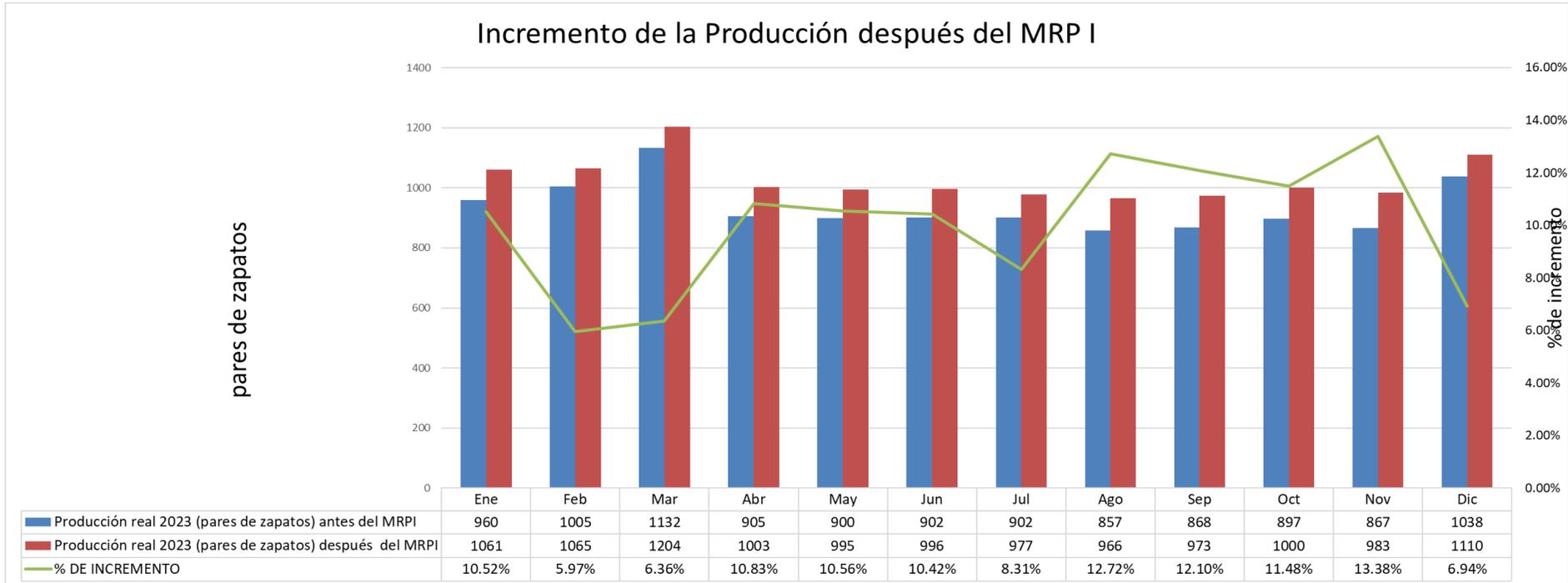
Figura 11 Ventas vs. Productividad de la empresa después del sistema MRP I



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura 11 la productividad tiene una relación directa con las ventas de la empresa ya que conforme se incrementa la productividad más se incrementa las ventas de la empresa. El mes donde se obtuvo un mayor incremento de la productividad fue en el mes de marzo con 120.04 pares de zapato por operario y se tuvo el mayor ingreso por ventas de S/. 17,458 y el mes con menor productividad fue agosto con 96.6 pares de zapato por operario y se tuvo el menor ingreso por ventas de S/. 14,007.

Figura 12 Incremento de la Producción real de la empresa antes y después del MRP I.



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la figura 12 luego de la implementación del sistema MRP I la producción de la empresa se incrementa en todos los meses. El mes donde se obtuvo un mayor incremento de la producción fue el mes de septiembre con 12.10% y el mes con menor incremento de la producción fue el mes de febrero con 5.97%.

3.6. Evaluar el impacto en la productividad del área de producción de la empresa después de la implementación del sistema MRP I

Avanzando con la investigación, en la tabla 22, se puede observar un cuadro comparativo de productividades, al lado izquierdo tenemos a la productividad antes de implementar el sistema MRP I y al lado derecho tenemos a la productividad después de la implementación del sistema MRP I, se determinó cada uno de los resultados por mes.

Tabla 22 Productividad antes y después del MRP I

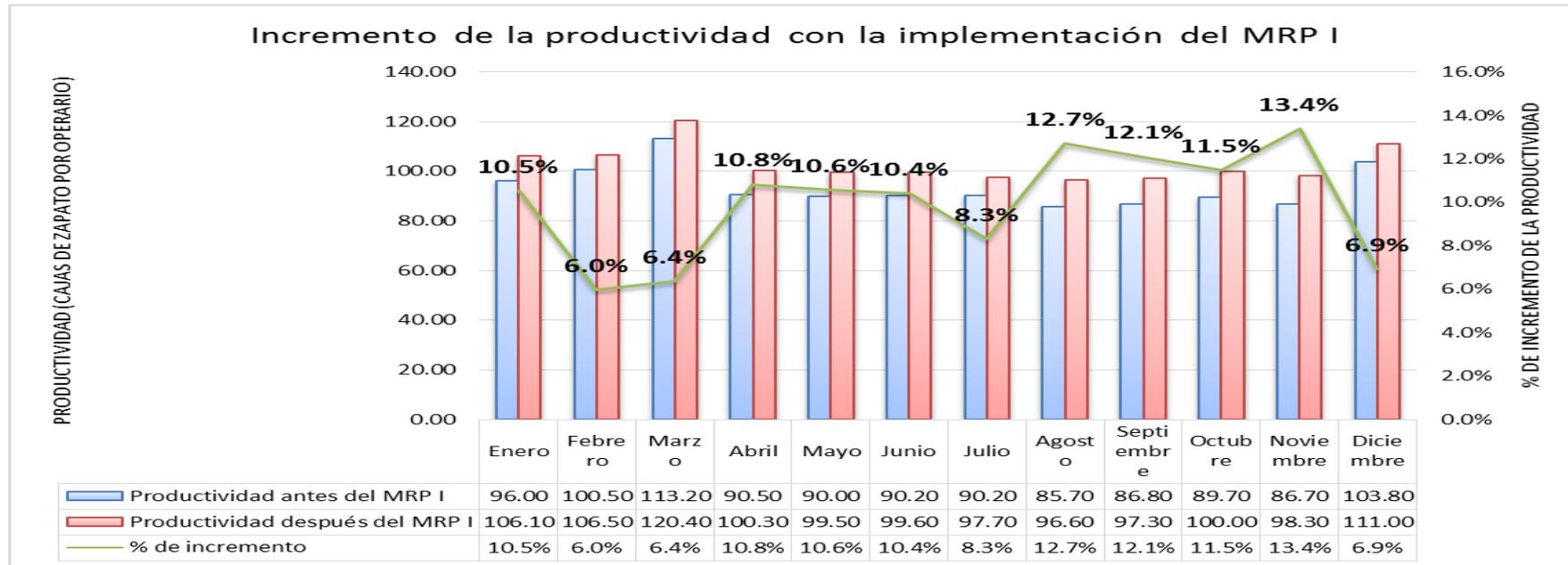
Meses	Productividad antes del MRP I	Productividad después del MRP I	% de incremento
Enero	96.00	106.10	10.5%
Febrero	100.50	106.50	6.0%
Marzo	113.20	120.40	6.4%
Abril	90.50	100.30	10.8%
Mayo	90.00	99.50	10.6%
Junio	90.20	99.60	10.4%
Julio	90.20	97.70	8.3%
Agosto	85.70	96.60	12.7%

Septiembre	86.80	97.30	12.1%
Octubre	89.70	100.00	11.5%
Noviembre	86.70	98.30	13.4%
Diciembre	103.80	111.00	6.9%
Productividad promedio	93.61	102.78	9.8%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 22 se tuvo un incremento en la productividad anual (Pares de zapatos producidos por operario) con la implementación del sistema MRP I en el área de producción de 9.8%.

Figura 13 Ventas vs. Productividad de la empresa después del MRP I



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, en la figura 13, se muestra que el porcentaje de mayor incremento de la productividad se dio en el mes de Noviembre con 13.4% y el mes con menor incremento en la productividad fue Febrero con un valor de 6%.

3.7. Cálculo de la Rentabilidad de la implementación del MRP I

Para calcular la rentabilidad de la implementación de la herramienta del MRP I en la empresa se hará uso del ROI el cual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{ROI} = (\text{beneficio obtenido} - \text{inversión}) / \text{inversión}$$

Cabe mencionar que para la implementación del MRP I se tuvo una inversión de S/. 6,100.00, así como se muestra en la tabla 23.

Tabla 23 Inversión para la implementación del MRP I

Inversión para implementación del MRP I	Costos de Implementación
1 laptop	S/. 3,000.00
Alquiler de Proyector (4 días)	S/. 600.00
Diseñador MRP	S/. 1,500.00
Capacitación de MRP I (20 horas)	S/. 1,000.00
Total	S/. 6,100.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23 se muestra que para la implementación del MRP I se tuvo que adquirir una laptop de gama media con un costo de S/. 3,000 para que la empresa pueda llevar el control de la producción con el MRP, además, se brindó una capacitación de 20 horas divididas en 4 días con un costo de S/. 1,000.00 para lo cual se alquiló un proyector con un costo de S/.600 por los 4 días de capacitación, cabe mencionar que para el desarrollo de MRP que es una plantilla en Excel se tuvo un costo significativo de S/. 1,500 que la empresa quiso aportar por el beneficio que brinda en su productividad.

A continuación, en la tabla 24 y en la tabla 25 se muestra el beneficio obtenido antes y después de la implementación del MRP I.

Tabla 24 Beneficio obtenido antes de la implementación del MRP I

Meses	Costo por pares de zapatos producidos	Costo por pares de zapatos no producidos	Ingresos Totales	Costo Total	Beneficio (IT-CT)
Enero	S/ 29,280.00	S/ 4,575.00	S/ 43,200.00	S/ 33,855.00	S/ 9,345.00
Febrero	S/ 30,652.50	S/ 3,294.00	S/ 45,225.00	S/ 33,946.50	S/ 11,278.50
Marzo	S/ 34,526.00	S/ 3,599.00	S/ 50,940.00	S/ 38,125.00	S/ 12,815.00
Abril	S/ 27,602.50	S/ 3,660.00	S/ 40,725.00	S/ 31,262.50	S/ 9,462.50
Mayo	S/ 27,450.00	S/ 3,416.00	S/ 40,500.00	S/ 30,866.00	S/ 9,634.00
Junio	S/ 27,511.00	S/ 4,636.00	S/ 40,590.00	S/ 32,147.00	S/ 8,443.00
Julio	S/ 27,511.00	S/ 3,568.50	S/ 40,590.00	S/ 31,079.50	S/ 9,510.50
Agosto	S/ 26,138.50	S/ 5,398.50	S/ 38,565.00	S/ 31,537.00	S/ 7,028.00
Septiembre	S/ 26,474.00	S/ 5,124.00	S/ 39,060.00	S/ 31,598.00	S/ 7,462.00
Octubre	S/ 27,358.50	S/ 4,422.50	S/ 40,365.00	S/ 31,781.00	S/ 8,584.00
Noviembre	S/ 26,443.50	S/ 4,727.50	S/ 39,015.00	S/ 31,171.00	S/ 7,844.00
Diciembre	S/ 31,659.00	S/ 3,416.00	S/ 46,710.00	S/ 35,075.00	S/ 11,635.00
Total	S/ 342,606.50	S/ 49,837.00	S/ 505,485.00	S/ 392,443.50	S/ 113,041.50

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25 Beneficio obtenido después de la implementación del MRP I

Meses	Costo por pares de zapatos producidos	Costo por pares de zapatos no producidos	Ingresos Totales	Costo Total	Beneficio (IT-CT)
Enero	S/ 32,360.50	S/ 1,494.50	S/ 47,745.00	S/ 33,855.00	S/ 13,890.00
Febrero	S/ 32,482.50	S/ 1,464.00	S/ 47,925.00	S/ 33,946.50	S/ 13,978.50
Marzo	S/ 36,722.00	S/ 1,403.00	S/ 54,180.00	S/ 38,125.00	S/ 16,055.00
Abril	S/ 30,591.50	S/ 671.00	S/ 45,135.00	S/ 31,262.50	S/ 13,872.50
Mayo	S/ 30,347.50	S/ 518.50	S/ 44,775.00	S/ 30,866.00	S/ 13,909.00
Junio	S/ 30,378.00	S/ 1,769.00	S/ 44,820.00	S/ 32,147.00	S/ 12,673.00
Julio	S/ 29,798.50	S/ 1,281.00	S/ 43,965.00	S/ 31,079.50	S/ 12,885.50
Agosto	S/ 29,463.00	S/ 2,074.00	S/ 43,470.00	S/ 31,537.00	S/ 11,933.00
Septiembre	S/ 29,676.50	S/ 1,921.50	S/ 43,785.00	S/ 31,598.00	S/ 12,187.00
Octubre	S/ 30,500.00	S/ 1,281.00	S/ 45,000.00	S/ 31,781.00	S/ 13,219.00
Noviembre	S/ 29,981.50	S/ 1,189.50	S/ 44,235.00	S/ 31,171.00	S/ 13,064.00
Diciembre	S/ 33,855.00	S/ 1,220.00	S/ 49,950.00	S/ 35,075.00	S/ 14,875.00
Total	S/ 376,156.50	S/ 16,287.00	S/ 554,985.00	S/ 392,443.50	S/ 162,541.50

Fuente: Elaboración propia.

El beneficio obtenido con la implementación del MRP I es de S/ 162,541.50 superior al beneficio antes de la implementación del MRP I que fue de S/ 113,041.50.

Seguidamente, se procedió a calcular el ROI (Retorno de la Inversión Anual)

$$\text{ROI} = (\text{S/. } 162,541.50 - \text{S/. } 6,100.00) / \text{S/. } 6,100.00 = 2564.61\%$$

Según el resultado obtenido indica que por cada sol invertido la empresa puede ganar S/.2564.61 anual.

Finalmente, se procedió a calcular la rentabilidad antes y después de la implementación del MRP I:

- Rentabilidad (antes del MRPI) = S/ 113,041.50/ S/ 505,485.00 = 22.36%
- Rentabilidad (después del MRPI) = S/ 162,541.50/ S/ 554,985.00 = 29.29%

Según el resultado obtenido, se puede apreciar que, así como se incrementa la productividad de la empresa también la herramienta es RENTABLE.

3.8. Verificación de la hipótesis

Luego de implementado la implementación del sistema MRP I en el área de producción se procedió a realizar la prueba de hipótesis.

3.8.1. Formulación de la Hipótesis

Hi: La implementación del sistema MRP I en el área de producción incrementa la productividad de la empresa – Trujillo 2023.

Ho: La implementación del sistema MRP I en el área de producción no incrementa la productividad de la empresa – Trujillo 2023.

Para la verificación de la hipótesis primero se procedió a comprobar la normalidad de los datos, luego se realizó la prueba de hipótesis a través de la prueba T-student. Como los datos analizados son 12 y menores a 50 se analizó a través de la prueba Shapiro-Wilk.

Tabla 26 Prueba de Normalidad

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad antes del MRP I	0,824	12	,018
Productividad después del MRP I	0,797	12	,009
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Fuente: Elaboración propia

Como se detalla en la tabla 26, el nivel de significancia de ambas variables fue de 0.018 y 0,009, los cuales son mayores a $\alpha= 0.05$, de esta manera se confirma que los datos son normales, por ende, se puede realizar la prueba T-student.

Tabla 27 Resultados de la prueba T-student

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 antes del MRPI –								
Productividad después del MRP I	-9,166	1,7572	,50727	-10,2831	-8,0501	-18,07	11	,000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27 se evidencia, en la prueba T-student un nivel de significancia de 0.00 el cual es menor a $\alpha= 0.05$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna.

Es decir, se verifica que con la implementación del sistema MRP I en el área de producción incrementa la productividad de la empresa de calzado – Trujillo 2023.

CAPÍTULO IV. DISUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En el capítulo anterior se realizó una serie de cálculos y se obtuvieron resultados para después compararlos con los resultados de otras investigaciones que han tenido problemas parecidos y que también implementaron el MRP como una opción para darle solución a su problemática.

Se logró determinar a través de una prueba de T-student que la implementación del sistema MRP I en el área de producción incrementó la productividad de la empresa– Trujillo 2023 de 93.61 a 102.78 pares de zapatos producidos por operario, el cual fue el resultado esperado ya que según Medina (2010), la productividad busca mejorar la eficacia con que son utilizados los recursos, es así pues que también se logró incrementar también la eficacia de la producción de 87.3% a 95.8%.

Se logró determinar que las principales causas que afectan la productividad de la empresa son: La falta de planificación de la producción y el inadecuado control de stocks, cabe mencionar que se esperaba obtener estas causas raíces ya que fueron las que ocasionaban que no se cumpla con las ventas debido a paros en la producción, ya que así lo afirma por Tamayo y Urqueola (2014) el cual indica que la correcta selección del sistema de planificación y control de la producción aseguran que las organizaciones cumplan con la cantidad y calidad requerida en sus producciones y de esta forma atender la demanda del mercado al cual va dirigido nuestro producto.

Se logró determinar que la productividad inicial del área de producción de la empresa en el 2023 de 93.61 pares de zapatos producidos por operario lo que se comprobó al obtener que la eficacia de la producción fue de 87.3% lo cual generaba pérdidas en la producción y es por ello que la empresa no podía tener mayores ingresos para invertir en la mejora de los recursos productivos, como nuevas tecnologías que le dará ventaja competitiva lo que acrecentará el volumen de la demanda agregada, corroborando lo descrito por Miranda y Toirac (2010).

Se logró implementar el MRP I en el área de producción de la empresa incrementando la productividad en 9.8% y reduciendo el número de pares de zapatos dejados de producir por falta de materiales, este resultado es el esperado ya que según la investigación realizada por Aldás (2017), con el MRP se logró incrementar la productividad debido a que ya no existe pérdida de materiales y aprovechamiento de tiempo al momento de entrega del producto.

Se logró determinar que la productividad se incrementó después de la implementación del sistema MRP I en área de producción de la empresa de 93.61 a 102.78 pares de zapatos producidos por operario y esto debido a que se incrementó la eficacia de la producción ya que se redujo el tiempo de paros de producción por falta de materiales y esto se corrobora con los resultados obtenidos por Pedraza y Zúñiga (2017), ya que con el MRP logró incrementar la productividad en la empresa RENISAL SAC, 2017, en 8% es decir de 24.06 a 26.01 Kg/H-Hr. Además, Castillo y Arana (2017), incrementó la Productividad de la línea de fabricación de calzados

en la empresa Estefany Rouss en 28.17% y Aparicio (2018), en su tesis mejoró la productividad en el área de Servicio de Mantenimiento de la empresa Autoclass S.A.C. de un 0.018 a unas 0.025 unidades/H-H., es decir se tuvo un incremento del 39%.

Mediante una prueba de hipótesis T-student se determinó rechazar la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna, es decir se verificó que con la implementación del sistema MRP I en el área de producción incrementa la productividad de la empresa – Trujillo 2023 y esto es lo esperado ya que corrobora lo obtenido por Barrios y Fuentes (2017), en donde se logró incrementar la productividad hasta un 33.33%. En el caso de nuestra investigación luego de la implementación del sistema MRP I al igual que en las 4 investigaciones anteriores también se logró incrementar la productividad de la empresa – Trujillo 2023 de 93.61 a 102.78 pares de zapatos producidos por operario es decir se tuvo un incremento del 9.8% en la productividad.

4.2. Conclusiones

- ✓ A través de una prueba de T-student se determinó que la implementación del sistema MRP I en el área de producción incrementa la productividad de la empresa– Trujillo 2023 de 93.61 a 102.78 pares de zapatos producidos por operario.
- ✓ Se identificó la situación actual de la baja productividad en el área de producción de la empresa, encontrando que los principales problemas que afectan la productividad son: La falta de planificación de la producción, el Inadecuado control de stocks, la falta de un plan de mantenimiento preventivo adecuado para los equipos, la falta de

un programa de capacitación y la falta de orden y limpieza.

- ✓ Se determinó la productividad inicial del área de producción en el 2023 de 93.61 pares de zapatos producidos por operario.
- ✓ Se implementó el sistema MRP I en el área de producción de la empresa incrementando la productividad en 9.8% y reduciendo el número de pares de zapatos dejados de producir por falta de materiales.
- ✓ Se determinó que la productividad después de la implementación del sistema MRP I en área de producción de la empresa en el 2023 fue de 102.78 pares de zapatos producidos por operario.
- ✓ Se evaluó el impacto en la productividad en el área de producción de la empresa después de la implementación del sistema MRP I a través de una prueba de T-student el cual arrojó un nivel de significancia de 0.00 el cual fue menor a $\alpha = 0.05$, por lo tanto, se concluyó que se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna, es

decir se verifica que con la implementación del sistema MRP I en el área de producción incrementa la productividad de la empresa – Trujillo 2023.

- ✓ Se evaluó que la implementación del sistema MRP I en el área de producción incrementa la rentabilidad de la empresa de 22.36% a 29.29%.
- ✓ Se determinó que el beneficio anual obtenido por la implementación del sistema MRP I en el área de producción es de S/ 162,541.50.

Referencias

- Aldas, C. (2017). Diseño e Implementación de un sistema MRP para la empresa Chocolate Ecuatoriano C.A. Obtenido de: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14521/1/69024_1.pdf
- Anaya, J. (2017). Organización de la producción industrial: un enfoque de gestión operativa en fábrica, ESIC Editorial, 2017. Obtenido de: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/detail.action?docID=5885869>
- Aparicio, J. (2018). Aplicación de la planificación de los requerimientos de materiales (MRP) para mejorar la productividad en el área servicio de mantenimiento de la empresa Autoclass S.A.C., Surquillo, 2018. Obtenido de: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/22829/Aparicio_VJJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barrios, Y. y Fuentes, C. (2017). Aplicación del Sistema de Planificación MRP II para mejorar la productividad de la empresa total World orporation SAC - Lambayeque 2016. Obtenido de: http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/3317/1/barrios_fuentes.pdf
- Castillo, E. y Arana, M. (2017). Propuesta de un sistema MRP para incrementar la productividad en la línea de fabricación de calzados de la empresa Estefany Rouss, Trujillo. Obtenido de: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3368/1/RE_I

NG.IND_EDWIN.ASTILLO_MILAGROS.ARANA_SISTEMA.MRP_DATOS.P
DF

Cuatrecasas, L. (2011). Planificación de la producción: gestión de materiales, Obtenido de:<http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/detail.action?docID=3229550>.

Forero, Y. y Ovalle, A. (2013). Análisis de los Sistemas de Programación de la Producción en la Gran Empresa de la Región Centro Sur de Caldas-Colombia. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215028421010>

INEI. (2023). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>

Medina, J. (2010). Modelo integral de productividad, aspectos importantes para su implementación. Revista Escuela de Administración de Negocios. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20619966006>

Miño, G., Saumell, E., Toledo, A., Roldan, A. y Moreno, R. (2015). Planeación de requerimientos de materiales por el sistema MRP. Caso Laboratorio Farmacéutico Oriente. Cuba. Tecnología Química. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543787008>

Miranda, J. y Toicar, L. (2010). Indicadores de productividad para la industria dominicana. Ciencia y Sociedad. Obtenido de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87014563005>

- Molina, C. (2019). Calzado en el Perú. Obtenido de:https://www.icex.es/icex/wcm/idc/groups/public/documents/documento/mde5/ode5/~edisp/doc2019819676.pdf?utm_source=RSSyutm_medium=ICEX.esyutm_content=26-04-2019yutm_campaign=Ficha%20sector.%20Calzado%20en%20Per%C3%BA%2019
- Núñez, A., Guitart, L. y Baraza, X. (2014). Dirección de operaciones: decisiones tácticas y estratégicas. Obtenido de:
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/detail.action?docID=4735084>.
- Pedraza, C. y Zúñiga, I. (2017). Planeación y control de la producción aplicando el plan maestro, plan agregado y MRP para incrementar la productividad en la empresa Renisal SAC, 2017. Obtenido de:<http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/4930/Pedraza%20Regalado%200%26%20Zu%c3%bliga%20Vasquez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, M. (2013). Herramientas de medida de la productividad (2a. ed.), Editorial ICB, 2013. Obtenido de:
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/detail.action?docID=5809699>.
- Rivera, J., Ortega, E. y Pereyra, J. (2014). Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81640856006>
- Tamayo, A. y Urquiola, I. (2014). Concepción de un procedimiento para la planificación y control de la producción haciendo uso de herramientas matemáticas. Revista de

Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa. Obtenido
de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=233132797008>

Terrazas, R. (2011). Planificación y programación de operaciones. Obtenido
de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425941257002>

Anexos

ANEXO N° 1.: Encuesta aplicada en la empresa.

ENCUESTA DE MATRIZ DE PRIORIZACIÓN

Problema: Baja Productividad en el área de Producción

Nombre: _____

Área: _____

Marque con una "X" según su criterio de significancia de causa en el Problema.

Valorización	Puntaje
Muy Alto	3
Alto	2
Medio	1
Bajo	0

EN LAS SIGUIENTES CAUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE PRIORIDAD QUE AFECTEN LA PRODUCTIVIDAD:
CAUSA () ALTO () MEDIO () BAJO

Causa	Preguntas con respecto a las principales causas	Calificación			
		Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Cr1	Falta de un programa de capacitación				
Cr2	Falta de un plan de mantenimiento preventivo adecuado para los equipos				
Cr3	Inadecuado control de stocks				
Cr4	Falta de un proceso de selección de proveedores				
Cr5	Falta de orden y limpieza				
Cr6	Falta de planificación de la producción				

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 2: Formato para la obtención de datos de producción de la empresa.

DATOS DE PRODUCCIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Ventas (soles)													
Producción planificada 2023 (pares de zapatos)													
Producción real 2023 (pares de zapatos)													
Total de pares de zapatos que no se produjeron													
N° de operarios													

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 3: Fotografías de materiales, insumos y equipos de la empresa.



Fuente: La empresa.

ANEXO N° 4: SKU de componentes para el modelo de calzado Ba.

MODELO 1			
BATCH = 1 DOCENA			
	Descripción	Unidad	Cantidad
CC01	Cuero sintético	Metro	4
CC02	espuma	Plancha	1
CC03	Forro	Metro	0.5
CC04	Pegamento	Galón	0.13
CC05	Hilo	Metro	0.25
CC06	Ojalillo	Docena	0.25
CC07	Planta de goma	Docena	1
CC08	Graviches	Docena	4
CC09	Falsa	Docena	1
CC10	Pegamento	Galón	0.125
CC11	Clavos	Kg	1.50
CC12	Hormas	Docena	1.00
CC13	Taco	Docena	2.000
CC14	Bolsas hantag papel	Docena	1
CC15	Etiqueta	Millar	0.125
CC16	caja	Docena	1
CC17	Zapatos Modelo BA	Und	24

Fuente: Elaboración propia