

# Production Improvement Proposal According to Time Study, MRP and Line Balance to Reduce Over Costs in a Footwear Company. Trujillo, 2021

Propuesta de Mejora de Producción según Estudio de Tiempo, MRP y Balance de Línea para Reducir Sobre Costos en una Empresa de Calzado. Trujillo, 2021

Lander Emerson Requena Fernandez, Ingeniero Industrial<sup>1</sup>, y Miguel Alcalá Adrianzén, Magister de Investigación y Docencia Universitaria<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, 9854z68709@gmail.com

<sup>2</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.alcala@upn.edu.pe

*Abstract- In the present investigation, the footwear industry is shown as an important pillar in the national industry due to the influence and concern that it carries today post-pandemic in this industry, therefore the objective is to determine the impact of the improvement proposal of production according to Time Study, MRP and Line Balance in the cost overruns of a Trujillano Footwear company. This study is of a quantitative, applicative, or use type and with a descriptive and purposeful design. With a study population in production operations and with an evaluation sample in 2021 with a projection until 2026. As data collection techniques, an interview and a documentary analysis were used, with which it was obtained. As a result, the implementation of these tools presents a positive impact on the footwear company, reducing its cost overruns generated by economic losses in 2021, with an implementation cost of S/ 10, 692 and a profit of 7.72%. In conclusion, it is determined that the implemented tools managed to reduce the cost overruns generated in the production area of the footwear company.*

**Keywords-** Machine Man, economic losses, EOQ.

*Resumen- En la presente investigación, la industria de calzado se muestra como un pilar importante en la industria nacional debido a la influencia y preocupación que lleva hoy en día post pandemia en esta industria, por ello se tiene como objetivo determinar el impacto de la propuesta de mejora de producción según Estudio de Tiempo, MRP y Balance de Línea en los sobre costos de una empresa de Calzado Trujillano. Este estudio es de tipo cuantitativo, aplicativo o de uso y con un diseño de tipo descriptivo propositivo. Con una población de estudio en las operaciones de producción y con una muestra de evaluación en el año 2021 con una proyección hasta el año 2026. Como técnicas de recolección de datos se hizo uso de una entrevista y un análisis documental, con lo cual se obtuvo como resultado que la implementación de estas herramientas presenta un impacto positivo en la empresa de calzado, llegando a disminuir sus sobre costos generados por pérdidas económicas en el año 2021, con un costo de implementación de S/ 10, 692 y un beneficio de 7.72%. En conclusión, se determina que las herramientas implementadas lograron disminuir los sobre costos generados en el área producción de la empresa de calzado.*

**Palabras Clave-** Máquina Hombre, pérdidas económicas, EOQ.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la industria de calzado actualmente es deficiente debido a que no puede sostener precios competitivos en el mercado, mientras que la calidad y los diseños personalizados que posee cada marca también le es perjudicado, según [1]. La pandemia afectó fuertemente la industria de calzado, durante el 2019 al 2020, el mercado disminuyó en un 22.5%, donde afectó la producción y venta a nivel global. Sudamérica, tuvo la peor caída de crecimiento productivo en su historia, según [2]. En el Perú, la industria de calzado es calificado como sector manufacturero, en la pandemia se evidenció un crecimiento del 50.33% en toda la manufactura nacional, este es importante para el crecimiento económico nacional, según [3].

Hasta el 2019, la economía nacional también se alimentaba de los tributos recaudados, y en el Perú; la Institución de velar por los tributos es la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria – SUNAT, según [4]. En este sector, la industria ha sido el pilar más importante de la recaudación de Tributos logrando recaudar en el 2019 la cantidad de S/ 15 800 millones en aportes tributarios. Dando así que el rubro textil, cuero y calzado han logrado recaudar un 3.9% de los tributos en todo el 2019, según [5]. Hay que mencionar que el sector de Cuero y Calzado, reaperturó sus actividades después de cerrar sus operaciones por la pandemia en junio del 2020, mediante el Plan de Reactivación Económica, según [6].

En la presente investigación se presentó trabajos de investigación como antecedentes a nivel internacional, nacional y local; esto se expone de la siguiente manera.

A nivel internacional se encontró el estudio de [7] que logró analizar, que las pérdidas actuales son de \$618.86, y donde concluyeron que desarrollar las teorías de Desarrollo y Evolución de los Costos, como es costos de producción, costos de almacenamiento, costos de inventario, costos directos e indirectos entre otros costeos lograron una reducción de más del 8.2% de los costos totales anuales. Por ello, en los métodos de costeo se reflejó el grado de precisión de los posibles resultados obtenidos donde reflejan la reducción de los costos innecesarios generados en la empresa.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.149>

ISBN: 978-628-95207-0-5 ISSN: 2414-6390

También se encontró el estudio de [8] que señaló el desarrollo de las teorías de Proyecto de Inversión, Modelo de Valoración de activos de capital como es el análisis financiero mediante el VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa Interna de Retorno), Análisis del entorno, Estudio de mercado, Modelo de Negocios CANVAS. Se logró vender 108 docenas en el primer año donde se duplicó al 200% su capacidad, es decir 216 docenas por ende las ventas crecieron.

A nivel nacional se encontró el estudio de [9] donde concluyó que las teorías aplicados como Mapa de Procesos, Interrelación de Procesos Estratégicos como Gestión de la Calidad, Estandarización de Procesos Productivos, Gestión de Innovación; Procesos Operativos como Gestión de Pedidos, Estandarización del Producto, Planeamiento y Control de Producción; Procesos de Apoyo como Gestión de Residuos, Gestión Logística, Gestión de Mantenimiento, Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional, Gestión del Capital Humano y Gestión Financiera; todos estos reportaron que la cuarta parte de las MYPE (Micro Y Pequeña Empresa) de calzado contaron con indicadores logísticos; es decir, el tres cuartas partes restante no fiscalizan sus operaciones logísticas y/o no evidenciaron las déficits y pérdidas de dinero que se producen en la empresa por la falta de aplicación de estas teorías.

Se encontró el estudio de [10] en donde se desarrolló las teorías aplicables como Inventario, Control de Inventarios, Método ABC, Costos. Con ello la mejora del Sistema de Control de Inventarios donde logró eliminar 183 docenas con 2 pares logrando un ahorro de S/ 25 690.

A nivel local se encontró el estudio de [11] donde se concluyó que las teorías aplicadas como la Gestión de Producción, Gestión de Procesos, MRP, Administración de RR. Lograron un impacto positivo en la disminución de los costos operativos.

Y según el estudio de [12], concluyó que las teorías aplicadas como el Estudio de Tiempos, Distribución de Planta, Sistemas de Gestión, Indicadores de Producción y Productividad, Gestión de Logística, Clasificación ABC. Obtuvieron una ganancia de S/ 17 004.31 y una tasa de retorno de 77.44%, esta inversión se recuperó en 3 años. Entonces las teorías dieron un buen resultado para la empresa.

Por ello para dar soporte, de manera teórico a la presente investigación, se presentaron las siguientes bases teóricas que se desarrollaron en este documento.

Estudio de Tiempo. Según [13] el indicador de tiempo es estimado de manera variable al realizar actividades lo cual en su mayoría sirve para trabajar con la mediana o media dependiendo del análisis que se trabaje. Así [14] menciona que él toma de tiempo se trabaja mediante la observación de cada actividad con el subtiempo en cada subetapa dando así una valoración adicional a la actividad con parámetros de 0.78 – 0.99 y un intervalo de confianza de 0.45 – 1; por ello trabajamos con la ecuación de costos por productos defectuosos (1) y la ecuación de costos por parada de máquina (2). Donde T Rep. = Tiempo de Reparación.

$$\text{Costo PD} = (\text{Docenas defectuosas})(\text{utilidad}) \quad (1)$$

$$\text{Costo Paradas} = (\text{N}^\circ \text{Paradas})(\text{T Rep.})(\text{Costo}) \quad (2)$$

Diagrama Máquina Hombre. Según [15] un trabajo de diseño e implementación debe ser trabajado mediante en diagrama Máquina Hombre donde se muestran las restricciones y monitoreo que debe realizar el trabajado, este diseño se trabaja de manera escalonada. Por otro lado para [16] el diagrama máquina hombre debe diseñarse las mediciones para partir de ello como datos base, este sistema tienda a ser muy avanzado y cambiando según el diseño de trabajo que se aplique al operario en la Máquina Hombre.

MRP. Según [17] el MRP es un sistema de planificación de materiales requeridos para determinar los pedidos solicitados, el cual busca proyectarse para cumplir las necesidades para así disminuir los costos por inventarios o por falta de material y siempre basándose en la capacidad y disponibilidad de la planta de trabajo. Así [18] menciona al MRP como una metodología que requieren conocer la demanda de productos para su abastecimiento. Sabiendo que el MRP logra producir o requerir materia prima y materiales para el proceso. Además [19] indica que el MRP maneja toda la cadena de suministro mediante un flujo y control de producción, reconociendo que esta herramienta es propia para manejar tanto para grandes y pequeñas cantidades de producción. Como también [20] comenta que el MRP si bien planifica los recursos de materiales, este carece de poder planificar otros recursos como la mano de obra, la capacidad de equipos y la economía de la empresa de costos de ventas frustradas según la ecuación (3).

$$\text{Costo VF} = (\text{N}^\circ \text{ventas frustradas})(\text{utilidad}) \quad (3)$$

Balance de Línea. Según [21] en el Balance de Línea, primero se tiene que diagnosticar el desbalance que existe y así poder lograr una línea balanceada a partir de operaciones matemáticas, pudiendo así aprovechar el tiempo que se dispone para dichas actividades. Mientras que [22] para lograr el balanceo correcto primero se tiene que tomar datos e información para que después se logre la optimizar el proceso mediante la herramienta de Balance de línea, como es su costo por retraso de producción en la ecuación (4), eficiencia de proceso en la ecuación (5) y el N° mínimo de estaciones de trabajo en la ecuación (6).

$$\text{Costo retraso} = (\text{N}^\circ \text{retrasos})(\text{utilidad}) \quad (4)$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo de proceso}}{(\text{N}^\circ \text{Estaciones})(\text{Takt Time})} \quad (5)$$

$$\text{N}^\circ \text{mínimo Estaciones} = \frac{\text{Tiempo de proceso}}{\text{Takt Time}} \quad (6)$$

EOQ. Según [23] muestra que el EOQ busca minimizar costos debido a que este razonamiento matemático enfrenta

problemas en producción generados por mala gestión de inventarios en la cantidad económica clásica. Así [24] confesó que el modelo EOQ determina la estrategia de pedido óptimo basada en la demanda; por ello también [25], dice que el EOQ es una herramienta que determina tiempo de reorden o cantidad de productos PT. Por otro lado [26] comenta que el EOQ estudia a factores en crisis financiera debido a que debe atender a pedidos atrasados de manera parcial. Por otro lado [27] se manifestó que las evaluaciones económicas sirven como herramienta para la toma de decisiones. Así como Reveco [28] manifestó que los costos influyen en todo lo que tiene que ver con el dinero, y que es como la M.O., materiales, entre otros; así como lo desarrollado en la ecuación costo total (7), la cantidad óptima de pedido en la ecuación (8), el N° esperado de orden en la ecuación (9), el tiempo de orden entre una y otra en la ecuación (10) y la ecuación del punto de reorden (11).

$$CT=DC+ D/QS+ Q/2 H \quad (7)$$

$$Q^* = \sqrt{(2DS/H)} \quad (8)$$

$$N= D/(Q^*) \quad (9)$$

$$L= (días de trabajo por año)/N \quad (10)$$

$$R = dL \quad (11)$$

Producción. Como lo manifiesta [29] la producción se desarrolló mediante un programa que dé respuesta operativa. para la optimización de la producción sobre un bien o servicio. Además, [30] manifestó que las pérdidas económicas de producción son generadas por la escasez de herramientas que le genere afrontar dichas crisis.

Ahora, como problema para esta investigación se planteó lo siguiente: ¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora de producción según Estudio de Tiempo, MRP y Balance de Línea en los sobrecostos de una Empresa de Calzado, Trujillo, 2021?

Así como el objetivo general para esta investigación que es el siguiente: Determinar cuál es el impacto de la propuesta de mejora de producción según Estudio de Tiempo, MRP y Balance de Línea en los sobrecostos de una empresa de Calzado. Trujillo, 2021.

Por ello los objetivos específicos para esta investigación que se plantearon son los siguientes: Analizar las pérdidas económicas en producción y determinar los sobrecostos actuales. Diseñar la propuesta de mejora según Estudio de Tiempo, MRP y Balance de Línea. Determinar los sobrecostos en producción después de la propuesta de mejora. Evaluar económica y financieramente la propuesta de mejora.

La hipótesis para esta investigación se planteó de la siguiente manera: La Propuesta de mejora de producción según Estudio de Tiempo, MRP y Balance de Línea reduce en los sobrecostos de una Empresa de Calzado. Trujillo, 2021.

Para la justificación de esta investigación se planteó lo siguiente: En esta investigación se muestra que la propuesta de mejora en el área de producción de la empresa de calzado que, utilizando herramientas de Ingeniería como Estudio de Tiempo, MRP y Balance de Línea se logró la reducción de los sobrecostos que se presentaban. Así como [31] que indicó que las herramientas de Ingeniería que utilizaron lograron dar paso a oportunidades en la empresa de calzado a nivel tecnológico e innovador para el mercado.

## II. METODOLOGÍA

El tipo de investigación que se desarrolló fue de manera cuantitativa. En este tipo de investigación, se implementó herramientas y modelos matemáticas para medir y calcular el impacto en los resultados que se tiene debido al problema que se presentó, esto ayudó para las proyecciones que se tenía planificado.

La investigación fue de tipo aplicativo o uso. La investigación al verse aplicado presentó objetivos prácticos y teóricos para su elaboración y aplicación, se aplicaron propuestas prácticas de ingeniería como es métodos y modelos matemáticos para solucionar o resolver problemas específicos o de manera general, lo cual al investigar de manera profunda estos problemas se llegó aplicar estos métodos de manera inmediata para su solución óptima.

Esta investigación se ejecutó como un diseño de tipo descriptivo propositivo. El tipo de diseño descriptivo propositivo fue un estudio que acopia información de un ámbito, donde se realizó un dictamen y evaluación para posterior investigación y argumentación de teorías y métodos lo cual nos lleva a una posible solución para el problema que se trabaja como lo desarrolló [32].

Esta investigación cuenta con una población de estudio en las operaciones del área de producción de la empresa de calzado y con una muestra de evaluación en el año 2021 con una proyección hasta el año 2026.

Como Materiales, Instrumentos y Método se desarrolló de la siguiente manera.

La primera técnica es la Observación Directa, se identificó las causas de las variables en el área de producción; luego se realizó una observación general a los procesos de producción de la empresa y análisis de tiempos, en todas las etapas del proceso. Para esto se requirió de cuaderno de notas, cámara fotográfica y cronómetro digital.

Segundo se realizó la técnica de la Entrevista, para identificar las causas de los problemas ya encontrados por los colaboradores.

Tercero se realizó la técnica de Análisis de documentos, se priorizó la recolección de datos históricos de la Empresa y con ello se revisó los documentos de la Empresa, registrando la información para el estudio. Se utilizó para esto los programas de Microsoft Word y Microsoft Excel.

Procedimiento. El diagnóstico se inició con la visita a la empresa de calzado que está ubicada en el distrito de El Porvenir, provincia de Trujillo, departamento La Libertad; con

la finalidad de entrevistar a los colaboradores de la empresa, recibiendo sus comentarios sobre la operatividad en sus puestos de trabajo. Con estos apuntes, se realizó el análisis documentario correspondiente y se inició la toma de tiempos del área de producción del calzado. Luego, se analizó la situación antes de la propuesta, a partir de la información obtenida. Se identificó las pérdidas económicas y se cuantificó todas las pérdidas. Después se seleccionó las herramientas de solución, se consultó la revisión sistemática ya elaborada para tener en cuenta las investigaciones realizadas en el sector de calzado, esto nos permitió enfocarnos en las variables propositivas y mediante los antecedentes se seleccionó las herramientas como el Estudio de Tiempos, MRP y Balance de Línea para la resolución de las causas de las pérdidas económicas. Se procedió luego a priorizar las causas según su importancia. Luego se realizó el proceso de cuantificar nuestra variable propositiva; por ello, se desarrolló un DOP (Diagrama de Operaciones de Proceso) y DAP (Diagrama de Análisis de Proceso), se debe tener claro el indicador y fórmula para medir cada variable, para ello analizamos el antes y el después de aplicar métodos el cual influye en estos indicadores la observación, comentarios y la consulta de datos que también permitieron recolectar la información para determinar el valor establecido para cada indicador. Por último, se ejecutó la evaluación económica, se realizó el costo de la inversión, se consulta y se realiza la proyección de ingresos de la Empresa y poder así obtener los indicadores Beneficio / Costo, VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa Interna de Retorno).

Además, la presente investigación cuenta con el aspecto ético que fue elaborada con información de la empresa de calzado, donde se trabajó esta investigación cuidando la imagen y nombre de la empresa.

### III. RESULTADOS

Ahora se identificaron las pérdidas que tiene la empresa y cuáles son las causas raíz porque lo que le genera sobre costos.

Por el sector Máquina, existe pérdida por parada de máquina, debido por la Falta de Mantenimiento Preventivo donde su valor de pérdida anual es S/ 3 000.

Por el sector Materiales, existe la pérdida de Incumplimiento de Pedidos debido a una Mala Planificación de Materiales donde su valor de pérdida actual es S/ 3 040.

Por el sector Medición, existe la pérdida de Productos No Conforme debido a una Ausencia de Controles de Proceso donde su valor de pérdida anual es S/ 3 840.

Por el sector Método de Trabajo, existe la pérdida de Retraso de Producción debido a tener un Proceso No Estandarizado donde su valor de pérdida anual es S/ 2 880.

Generando que actualmente en el año 2021, está teniendo un sobrecosto de S/ 12 760 por pérdidas en la empresa.

Entonces se realizó un análisis estadístico donde se presenta lo siguiente, que el Cp. (Corto Plazo) en la pérdida por parada de máquina presentó un Cp. de 0.38, por ende está fuera de control de proceso porque el 50% de las paradas de máquina tienen un tiempo mayor o igual a 4 hrs. En la

segunda pérdida por incumplimiento de pedido presentó un Cp. de 0.16 por ende está fuera de control porque el 25% de las ventas frustradas es mayor o igual a 8 venta. En la tercera pérdida por productos no conforme presentó un Cp. de 0.19 por ende está fuera de control porque el 50% de las docenas defectuosas es mayor o igual a 8 docenas. Y en la última pérdida se contó con un Cp. de 0.25 por ende esta fuera de control porque el 25% de las docenas ocasionado por retraso de producción es mayor o igual a 8 docenas.

Lo cual para enfrentar estas pérdidas generadas se presentan las siguientes herramientas de Ingeniería que para las pérdidas por Falta de Mantenimiento Preventivo y por Ausencia de Controles de Procesos se usó la herramienta de Estudio de Tiempo con Diagrama Máquina Hombre. Para las pérdidas generada por una Mala Planificación de Materiales se usó la herramienta de MRP y por último, para la pérdida por Proceso No Estandarizado se utilizó la herramienta de Balance de Línea.

La herramienta de Estudio de Tiempo se desarrolló se la siguiente manera:

Primero se analiza el flujo de trabajo de la máquina selladora y los tiempos que este le generaba.

TABLA I  
TOMA DE TIEMPOS

ACTIVIDADES	TIEMPO (min)										Media
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Encendido de máquina	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Sellado de plantillas	5	5.2	5	5.2	5	5.2	5	5.2	5	5	5.08
Calentamiento placa de máquina	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Pares sellados	10	10.5	10	10.5	10	10.5	10	10.5	10	10	10.2

TC = 2 Pares/Min

Tiempo Actividad

Encendido de Máquina = 5 min

Sellado de máquina = 5.1 min = 10.2 pares

Calentamiento placa de máquina = 2 min

Tiempo de Ciclo = 2 pares/min

Máquina Sellado Tiempo para 1 Docena

Encendido de Máquina = 5 min

Sellado de máquina = 5 min

Pares Selladas = 10 pares

Calentamiento placa de máquina = 2 min

Sellado de máquina = 1 min

Pares Selladas = 2 pares

Total = 11 min = 12 pares

Muestra que en un tiempo de 11 minutos se logró sellar 12 pares de plantilla, esto se reflejó mediante una herramienta de Ingeniería como el Diagrama de Máquina Hombre.

En la Fig.1 se muestra en el Diagrama Máquina Hombre que desde el encendido de máquina hasta sellar 12 pares de plantillas toma 11 minutos, cumpliendo el mecanismo del diseño de trabajo pudiendo cumplir un control de proceso para

así evitar tanto parada de máquina como productos defectuosos. Se simula que en un tiempo de 45 minutos se logra en todo el diseño de Trabajo, 80 pares sellados (6 docenas y 8 pares), cumpliendo el mecanismo de máquina de sellado.

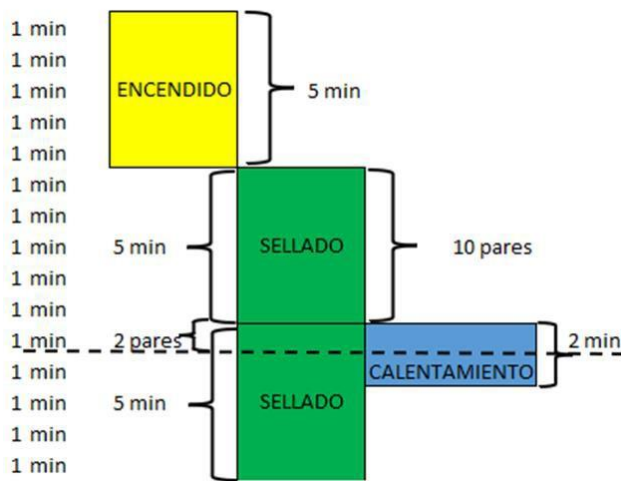


Fig. 1 Diagrama Máquina Hombre

El mecanismo de mantenimiento preventivo ejerció una revisión completa de mantenimiento por un servicio de tercero dos veces al año, igual se manejó la posibilidad de contar con un mantenimiento correctivo en emergencia que se pueda presentar en todo el proceso anual. Esta implementación tiene una inversión de S/ 816.

Ahora para afrontar las pérdidas por Mala Planificación de Materiales se utilizó la herramienta de Planificación del Requerimiento de Materiales – MRP, se desarrolló primero según el historial de ventas anual, que partió desde el año 2017 hasta el inicio del estudio con ello se realizó el pronóstico de ventas hasta el 2026 que tiene un crecimiento anual del 20% con respecto al año anterior.

Las ventas para el año 2021 fue de 324 docenas, y la proyección para el 2022 de 389 docenas, 2023 de 467 docenas, 2024 de 560 docenas, 2025 de 672 docenas y en el 2026 de 806 docenas.

Posterior a ello se desarrolló el Plan agregado con la demanda que se espera tener para el año 2022, donde se logró ver que la capacidad de planta no cubrirá la demanda que se espera tener para el 2022 de 389 docenas debido que la capacidad de producción fue de 384 docenas, además se conoció que el costo de M.O. fue de S/ 36, 480; como tal se desarrolla un Plan Agregado Propuesto que cubre la demanda que se espera tener, contratando a un operario armador adicional para el mes de abril, al simularlo si cumple con la demanda que se espera tener para el 2022 de 392 docenas, teniendo al final del año un inventario de exceso de 3 docenas.

Se continuó con el Plan Maestro de Producción, planificando la producción anual de 392 docenas en una distribución semanal, donde la capacidad de producción desde

la semana 1 a la semana 12 fue de 8 docenas por semana, mientras que en la semana 13 a la semana 16 su capacidad de producción fue de 10 docenas por semana, y desde la semana 17 hasta la semana 52 la capacidad de producción fue de 8 docenas por semana, esto atiende a la demanda esperada para el 2022, teniendo un costo de M.O. (Mano de Obra) de S/ 37 240.

Como último punto del MRP fue el Plan de Requerimiento de Materiales, en donde la empresa muestra las cantidades que se requieren para una docena de calzados de balerinas y así afrontar su causa raíz que fue una mala planificación de materiales y se simuló a la producción que es de 392 docenas cubriendo la demanda para el 2022.

TABLA II  
MATERIALES: CANTIDAD - COSTO

Materiales	Docena		Requerimiento			
	2022 Cant.	Unid.	Costo	Cant.	Unid.	Costo
Bencina	0.03	Litro	S/ 0.11	11.76	litro	S/ 42.34
Cajas	1	Docenas	S/ 8.50	392	docenas	S/ 3,332.00
Celasti	0.15	mtr2.	S/ 0.75	58.8	mtr2.	S/ 294.00
Cemento	0.27	Litro	S/ 3.97	105.84	litro	S/ 1,555.85
Chinches	4	gr.	S/ 0.11	1568	gr.	S/ 41.81
Cintillo	40	mtr.	S/ 2.00	15680	mtr.	S/ 784.00
Equeta	1	Docena	S/ 1.50	392	docena	S/ 588.00
Falsa	0.3	mtr2.	S/ 0.09	117.6	mtr2.	S/ 34.50
Hebillas	1	Docena	S/ 3.25	392	docena	S/ 1,274.00
Hilo	24	gr.	S/ 1.50	9408	gr.	S/ 588.00
Pegamento	0.61	Litro	S/ 5.73	239.12	litro	S/ 2,247.73
Plantas	1	Docena	S/ 18.00	392	docena	S/ 7,056.00
Polibadana	1.25	mtr2.	S/ 18.75	490	mtr2.	S/ 7,350.00
Sintético	1	mtr.	S/ 32.00	392	mtr.	S/ 12,544.00
Terolán	0.14	kg.	S/ 3.22	54.88	kg.	S/ 1,260.76
Total			S/ 99.47			S/ 38,992.98

Se observa en la Tabla I, que por una docena de calzado, el costo en materiales e insumos es de S/ 99.47, lo cual si se proyecta a la demanda del 2022, esto tendrá un costo de S/ 38 993.98, los costos de materiales e insumos son base del 2021.

La empresa debe empezar sus operaciones la primera semana del 2022, por ello debe tener materiales disponibles, pero también saber que la empresa emplea solo 2 compras anuales entonces la adquisición de materiales debe ser en la Sem 50 – 21 con una inversión de S/ 3 206.11 para la producción de las primeras 4 semana y la siguiente adquisición de compra será en la Sem 6 – 22 con una inversión de S/ 35 786.87 aproximadamente para poder producir desde la semana 5 hasta la semana 52. Esta implementación tiene una inversión de S/ 1 788.

Se aplicó las Fórmulas de EOQ proyectada para el 2022.  
 Para ello trabajamos con los datos de la empresa:  
 Demanda:  $D = 389$  docenas  
 Costo de Ordenar:  $S = S / 240$  docenas  
 Costo de Mantener en Inventario:  $H = S / 7.20$  docenas  
 Días de trabajo al año = 240 días

Utilizamos la ecuación (8) para la cantidad óptima de pedido:  
 $Q^* = 160.94 = 161$  docenas  
 La cantidad optima es de 161 docenas por orden

Se utilizó la ecuación (9) para el  $N^o$  esperado de orden:  
 $N = 2.41 = 2$  ordenes  
 Se espera tener hasta 2 órdenes de pedido

Se aplicó la ecuación (10) que analiza el tiempo de orden entre una y otra:  
 $L = 99.42 = 100$  días  
 La orden entre una y otra es en promedio de 100 días

La ecuación (11) nos indica el punto de reorden:  
 $R = 160.94$   
 El punto de reorden es en un inventario de 161 docenas

Ahora presentamos la ecuación (7) que es el costo total:  
 $Costo\ de\ la\ Demanda = DC$   
 El costo de la demanda es  $S / 77\ 701$

$Costo\ de\ Ordenar = D/QS$   
 El costo de ordenar es  $S / 553$

$Costo\ de\ Mantener = Q/2 H$   
 El costo de mantener es  $S / 1,404$   
 $Costo\ Total = S / 77\ 701 + S / 553 + S / 1,404 = S / 79\ 657$

Por último, para las pérdidas generadas por un Proceso No Estandarizado se aplicó la herramienta de Ingeniería de Balance de Línea, donde primeramente se analizó el flujo actual en la empresa de calzado en todas sus operaciones, para ello debemos tener en cuenta los siguientes datos.

Días Laborables	6	Días
Jornal diario	8	Hrs.
Total, Semanal	48	Hrs. / Sem
Total, Semanal	2880	Min
Demanda Semanal	8	Docenas
Takt Time	360	Min / Docena

Ahora, la distribución está compuesto antes de la propuesta de la siguiente manera: En el área de corte por 2 operarios (A, B) con un TC de 90 min/operario, en el área de perfilado se cuenta con 2 operarios (C, D) donde su TC es de 320 min/operario, en el área de armado se tiene 4 operarios (E, F, G, H) con un TC de 120 min/operario y por último en el área de alistado se cuenta con 2 operarios (I, J) teniendo un TC de 60 min/operario.

Con ello se tiene un tiempo de proceso de 1580 min.

Se aplicó la ecuación (6) que indica el  $N^o$  mínimo de estaciones de trabajo:  
 $N_t = 4.39$  estaciones = 5 estaciones

TABLA III  
 BALANCE DE LÍNEA ANTES DE LA PROPUESTA

Estación	Tarea Disponible	Tarea Asignada	Tiempo de Tarea (Min)	Tiempo Disponible (Min)	Eficiencia
1	A; B	A	90	270	73.1%
	B	B	90	180	
2	C; D	C	320	40	
3	D	D	320	40	
4	E; F; G; H	E	120	240	
	F; G; H	F	120	120	
	G; H	G	120	0	
5	H	H	120	240	
6	I; J	I	60	300	
	J	J	60	240	

Ahora con el objetivo de balancear su línea de proceso mediante el aumento de la eficiencia de proceso, se plantea lo siguiente en donde se logró lo que se esperaba.

TABLA IV  
 BALANCE DE LÍNEA DESPUÉS DE LA PROPUESTA

Estación	Tarea Disponible	Tarea Asignada	Tiempo de Tarea (Min)	Tiempo Disponible (Min)	Eficiencia
1	A; B	A	90	270	87.8%
	B	B	90	180	
	C; D; E; F	C	160	20	
2	D; E; F	D	160	200	
	E; F	E	160	40	
3	F	F	160	200	
	G; H; I; J	G	120	80	
4	H; I; J	H	120	240	
	I; J	I	120	120	
	J	J	120	0	
5	K; L	K	60	300	
	L	L	60	240	

La distribución después de la propuesta está compuesta de la siguiente manera: El área de corte por 2 operarios (A, B) con un TC de 90 min/operario, en el área de perfilado se

cuenta con 4 operarios (C, D, E, F) donde su TC es de 160 min/operario, en el área de armado se tiene 4 operarios (G, H, I, J) con un TC de 120 min/operario y por último en el área de alistado se cuenta con 2 operarios (K, L) teniendo un TC de 60 min/operario.

Con ello se tiene un tiempo de proceso de 1580 min.

Para aplicar esta propuesta, se adquiere 2 máquinas perfiladoras para lograr el aumento de la eficiencia de su línea, recordar que esta herramienta tiene una inversión de S/ 8,088.

Se aplicó la ecuación (6) que indica el  $N^{\circ}$  mínimo de estaciones de trabajo:

$$N_t = 4.39 \text{ estaciones} = 5 \text{ estaciones}$$

Entonces para aplicar estas herramientas de Ingeniería como es el Estudio de Tiempo, MRP y Balance de Línea, se requirió de una inversión de S/ 10 692. Logrando generar un sobre costo después de la propuesta de S/ 0 con un beneficio de S/ 12 760 que se generaba por las pérdidas antes de la propuesta.

Hay que mencionar que, para la aplicación de este conjunto de herramientas, la inversión se financió mediante un préstamo bancario que tendrá la devolución del préstamo desde el año 2022 hasta el año 2026. Mediante el análisis económico y financiero la propuesta es viable, debido a que en el Flujo de Caja Económico presenta un VAN (Valor Actual Neto) de S/ 2 081, un TIR (Tasa Interna de Retorno) de 24.75% y un B/C (Beneficio/Costo) de que por cada S/1 invertido se gana S/ 0.19. Mientras que en el Flujo de Caja Financiera presentó un VAN (Valor Actual Neto) de S/ 16 658, un TIR (Tasa Interna de Retorno) de 27.77% y un B/C (Beneficio/Costo) de que por cada S/ 1 invertido se gana S/ 1.56.

#### IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

**Discusión.** Se planteó analizar las pérdidas económicas en producción y determinar sus sobre costos antes de la propuesta en la Empresa de Calzado. Según [30] manifestó que las pérdidas económicas que se generaron son por la escasez de herramientas de ingeniería. En esta investigación se encontró un sobre costo de S/ 12 760. Por ello [7], indicó que la empresa de calzado tuvo un sobre costo de \$ 618.86, esta diferencia se dio por la selección en herramientas de ingeniería y la capacidad de producción que tiene cada planta de calzado.

Se diseñó una propuesta de mejora mediante el Estudio de Tiempo, MRP y Balance de Línea. Según [13], el Estudio de Tiempo es un indicador de tiempo. Además [17], manifestó que el MRP determina la programación de producción mediante la capacidad de la planta. Y [21], indicó que el Balance de Línea busca balancear las operaciones minimizando tiempos. Esto presentó una inversión total de S/

10 692. Por ello [11], utilizó Estudio de Tiempo, Balance de Línea entre otros, lo cual su inversión fue de S/ 20 283. Esta diferencia fue debido al número de herramientas que se implementaron.

Ahora se determinó los sobre costos que se generaron después de la implementación de las herramientas. Según [29], la producción se desarrolló con la máxima optimización para un bien o servicio. En tal sentido, al implementar estas herramientas se generó un sobre costo de S/ 0.00 con un beneficio de ahorro del 7.72%. Por ello [12], al implementar herramientas se logró reducir un sobre costo a S/ 2 842 con un beneficio de ahorro del 35 %. Entonces implementar estas herramientas lograron un beneficio de ahorro, y así disminuyeron los sobre costos en las empresas.

Se realizó la evaluación económica y financiera de la propuesta. Es por lo que [27], manifiesta que las evaluaciones económicas son herramientas para la toma de decisiones. Por ello se evaluó la Caja Económica y Financiera el proyecto de inversión fue viable tanto en su VAN (Valor Actual Neto) como en su TIR (Tasa Interna de Retorno) por ser positivo y con una recuperación para el año 2026 de un B/C (Beneficio/Costo) de por cada S/ 1 invertido gana S/ 0.19 en la Caja Económica y S/ 1.56 en la Caja Financiera. También [8], encontró que en su investigación el VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa Interna de Retorno) son positivos, la propuesta fue viable. Entonces en ambas investigaciones las propuestas fueron viables.

Como principal objetivo se determinó cual es el impacto de la propuesta de mejora de producción según Estudio de Tiempo, MRP y Balance de Línea en los sobre costos de la Empresa de Calzado. Trujillo, 2021. Al respecto [29], manifestó que la producción busca la optimización de un bien o servicio. Así [28], manifestó que los costos es el dinero, como la M.O. (Mano de Obra), materiales y equipos. Por ende, en esta investigación la producción utilizó herramientas que al desarrollarse se redujo los sobre costos a S/ 0.00. Por ello [11], indicó que las herramientas lograron la reducción de los sobre costos a S/ 0.00. Por ende, las herramientas son importantes en la reducción de sobre costos en empresas de calzado.

**Conclusión.** En este estudio se determinó el impacto de la propuesta de mejora en producción según Estudio de Tiempo, MRP y Balance de Línea en los sobre costos de una empresa de calzado, en donde analizando la metodología de aplicación de análisis de datos como el Diagrama de Análisis de Proceso, se determinó las causas raíces de los sobre costos y la utilidad de las herramientas que logró la disminución de los sobre costos que presentaba la empresa después de su implementación, dando así que este beneficio le generó a la empresa oportunidades y competencias en su mercado.

El diagnóstico de la empresa antes de la propuesta se reflejó en el análisis de las pérdidas económicas de producción y en los sobre costos, un monto de S/ 12 760, por ello se adoptó medidas urgentes para afrontar y así aprovechar a recuperar el dinero perdido por la empresa en sus actividades de producción.

Para afrontar esto se diseñó una propuesta de mejora con herramientas de Ingeniería según Estudio de Tiempo, MRP y Balance de Línea, se logró plasmar nuevos métodos de trabajo para afrontar las pérdidas que existían, la inversión de estas herramientas fue de S/ 10, 692, por ello se resalta que las herramientas de Ingeniería lograron impactos positivos para el área de producción.

Posterior a ello se determinó los sobre costos generados en el área de producción después de la implementación de mejora, estas herramientas de Ingeniería aplicadas en esta investigación lograron que los sobrecostos obtenidos fueron de S/ 0.00 con un beneficio del 7.72% y un ahorro del S/ 12 760, por ello se debe contribuir a seguimientos continuos para mantener los beneficios que se obtuvieron.

La investigación contó con una evaluación económica y financiera donde se reflejó que la inversión que se requiere será vía préstamo con una devolución en un transcurso de 5 años, logrando que los indicadores de VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa Interna de Retorno) dan positivo con una proyección económica del 2022 al 2026, además con un B/C de que por cada S/ 1 invertido gana S/ 0.19 en la evaluación económica y un B/C (Beneficio/Costo) de que por cada S/ 1 invertido gana S/ 1.56 en la evaluación financiera, se recomienda un seguimiento anual de estos indicadores.

## V. AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a mis formadores académicos y personas con virtudes académicas, prácticas y sociales por el aporte que me dieron como soporte para llegar al punto en que me encuentro. Sencillo no ha sido sin duda alguna, pero gracias por las ganas de transmitirme sus conocimientos y dedicación que los ha regido, he logrado importantes objetivos como culminar mi proyecto de investigación.

## VI. REFERENCIAS

[1] D. C. V. Álvarez, & H. D. Z. González, “Competitividad sectorial internacional Caso: Sector del cuero y del calzado”. *Redalyc*, 2007. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265420385004>

[2] APICCAPS (2020). “World Footwear Business Conditions Survey”. APICCAPS. Recuperado de <https://componentescalzado.com/wp-content/uploads/2020/04/Informe-World-Foowear-es-2.pdf>

[3] INEI (2021). “Producción Nacional”. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/media/principales\\_indicadores/05-informe-tecnico-produccion-nacional-mar-2021.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/principales_indicadores/05-informe-tecnico-produccion-nacional-mar-2021.pdf)

[4] IEES, “Industria de Calzado”. Instituto de Estudios Económicos y Sociales de la Sociedad Nacional de Industrias, 2019 Recuperado de <https://sni.org.pe/febrero-2019-industria-calzado/>

[5] IEES, “Industria de Calzado”. Instituto de Estudios Económicos y Sociales de la Sociedad Nacional de Industrias, 2019. Recuperado de <https://sni.org.pe/febrero-2019-industria-calzado/>

[6] Ministerio de Producción (2020). “Produce: Ahora los productores de textiles y confecciones, cuero y calzado e impresiones y grabaciones podrán acceder al PAE-MYPE”. PRODUCE. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/490123-produce-ahora-los-productores-de-textiles-y-confecciones-cuero-y-calzado-e-impresiones-y-grabaciones-podran-acceder-al-pae-mype>

[7] Y. Ávila, “Metodología que Identifica los Costos de Producción y los Costos Logísticos: Caso Empresa de Calzado de la Ciudad de Santiago de Cali”. Universidad Autónoma de Occidente. 2017. Recuperado de <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/9661/T07329.pdf?sessionid=1B16C5BA91A6C606B4718C0EBD8357AD?sequence=1>

[8] L. M. Á. Arteaga, “Plan De Negocio Para La Creación De Una Empresa De Producción Y Comercialización De Calzado Sobre Medida Para Dama”. Universidad Católica de Colombia, 2018. Recuperado de <https://repositorio.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22608/1/Plan%20de%20negocio%20para%20la%20creaci%C3%B3n%20de%20una%20em-presa%20de%20producci%C3%B3n%20y%20comercializaci%C3%B3n%20de%20calzado%20sobre.pdf>

[9] J. Contreras y V. Díaz, “Propuesta De Un Modelo De Proceso De Gestión Logística Para Que Una Asociación De Mypes De Calzado De Lima Pueda Atender Un Pedido De Gran Volumen”. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2013. Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/592731/D%c3%adaz%20-%20Contreras.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[10] R. Robles, “Mejora del sistema de control de inventarios y su influencia en una empresa de fabricación de calzados de damas”. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2020. Recuperado de [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/11669/Robles\\_cr.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/11669/Robles_cr.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[11] M. Chirinos y D. Mosqueira, “Propuesta De Mejora En Las Áreas De Producción Y Logística Mediante El Uso De Las Herramientas De Ingeniería Industrial Para Reducir Los Costos Operacionales De La Empresa De Calzado Pretty D’Hans S.A.”. Universidad Privada del Norte, 2017. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11562/Chirinos%20Razuri%2c%20Maria%20de%20Fatima%20e%2080%93%20Mosquera%20Chirinos%2c%20Diana%20Carolina.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

[12] J. Bazán y M. Carré, “Propuesta De Mejora En Las Áreas De Producción Y Logística Para Reducir Los Costos En La Empresa De Calzado Negocios E Inversiones HGS E.I.R.L.”. Universidad Privada del Norte, 2019. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21993/Baz%c3%a1n%20Dionicio%20Jean%20Carlos%20-%20Car%c3%a9%20Montero%20Mary%20Carmen.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

[13] A. Rodríguez y E. Rodríguez, “La Medición de la dependencia a partir del tiempo de Cuidado y del baremo de dependencia de valoración”. *ScienceDirect*, 2021. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.regg.2020.06.006>

[14] J. Campillay, R. Guzmán y R. Guzman, “Reproducibilidad de los tiempos de ejecución de la prueba de Timed Up and Go, medidos con acelerómetros de smartphones en personas mayores residentes en la comunidad”. *ScienceDirect*, 2017. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.regg.2017.02.009>

[15] J. Quezada, E. Flores, J. Bautista y V. Quezada, “Diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo basado en HMI-PLC para un pozo de agua potable”. *ScienceDirect*, 2014. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(15\)30005-6](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(15)30005-6)

[16] A. Frizera, A. Abellanas, R. Ceres, J. Pons y R. Raya, “Estudio y Caracterización de la Cinemática de los Pies en Marcha Asistida con andadores”. *ScienceDirect*, 2009. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S1697-7912\(09\)70110-4](https://doi.org/10.1016/S1697-7912(09)70110-4)



- [17] J. Milne, S. Mahapatra y C. Whang, "Optimización de los plazos de entrega planificados para mejorar el rendimiento de los sistemas MRP". *ScienceDirect*, 2015. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jipe.2015.05.013>
- [18] J. Rivera, E. Ortega y J. Pereyra, "Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes". Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/816/81640856006.pdf>
- [19] H. Wang y S. Wang, "Estructuras de procesamiento de información y demoras en la toma de decisiones en MRP y JIT". *Sciencedirect*, 2017. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jipe.2017.03.016>
- [20] Kiran, "Capítulo 31 - Planificación de recursos de fabricación (MRP II)". *ScienceDirect*, 2019. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818364-9.00031-7>
- [21] J. Mendoza, J. Colín, A. Blanco, A. Abúndez y E. Gutierrez, "Balanceo Automático de un-Sistema Rotor-Cojinete: Identificador Algebraico en Línea del Desbalance Para un-Sistema Rotodinámico". *ScienceDirect*, 2016. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.rai.2016.03.004>
- [22] L. Acebes, A. Merino, R. Alves y C. de Prada, "Análisis en línea del estado energético de plantas azucareras". *ScienceDirect*, 2009. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S1697-7912\(09\)70266-3](https://doi.org/10.1016/S1697-7912(09)70266-3)
- [23] Kumar, "Resolver un modelo EOQ bajo razonamiento difuso". *ScienceDirect*, 2021. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106892>
- [24] Liao, "Modelo EOQ de sostenibilidad ambiental para la cadena de suministro de circuito cerrado en condiciones de incertidumbre del mercado: un estudio de caso de reacondicionamiento de impresoras". *ScienceDirect*, 2021. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106525>
- [25] M. Godichaudy L. Amodeo, "Modelos EOQ con desabastecimientos para sistemas de desmontaje". *ScienceDirect*, 2019. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.442>
- [26] I. Krommyda, K. Shouri y A. Lagodimos, "Un modelo EOQ unificado con restricciones financieras y tolerancia del mercado". *ScienceDirect*, 2019. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.apm.2018.08.002>
- [27] J. Oliva, F. Antoñanzas y O. Rivera, "Evaluación económica y toma de decisiones en salud. El papel de la evaluación económica en la adopción y la difusión de tecnologías sanitarias. Informe SESPAS 2008". *ScienceDirect*, 2008. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S0213-9111\(08\)76085-0](https://doi.org/10.1016/S0213-9111(08)76085-0)
- [28] L. Reveco, C. Vallejos, P. Valdes y H. Gutierrez, "Impacto de Dos Métodos Alternativos de Asignación de Cotos Indirectos Estructurales de Hospitales Públicos Chilenos en el Costo Final de Producción de Servicios Sanitarios". *ScienceDirect*, 2012. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.vhri.2012.09.010>
- [29] Ortiz y Caicedo, "Programación óptima de la producción en una pequeña empresa de calzado – en Colombia". Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, 2014. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360433597002>
- [30] Villarreal, "Propuesta De Mejora Del Proceso De Producción De Sacos De Polipropileno Para La Disminución De Pérdidas Económicas En La Empresa Procode Sac.". Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2021. Recuperado de [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/3835/1/TL\\_VillarrealDomínguezEdgarAlexander.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/3835/1/TL_VillarrealDomínguezEdgarAlexander.pdf)
- [31] B. Arango, J. Betancourt y L. Martínez, "Implementación de herramientas para el diagnóstico de innovación en una empresa del sector calzado en Colombia". *ScienceDirect*, 2015. Recuperado de <https://doi.org/10.11606/rai.v12i3.100946>
- [32] Tantaléan, "El Alcance De Las Investigaciones Jurídicas". AVANCES, 2018. Recuperado de [http://mail.upagu.edu.pe/files\\_ojs/journals/6/articles/133/submission/copyedit/133-13-458-1-9-20151124.pdf](http://mail.upagu.edu.pe/files_ojs/journals/6/articles/133/submission/copyedit/133-13-458-1-9-20151124.pdf)