



Universidad  
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**Planeación agregada de la producción para  
incrementar la productividad en un molino de arroz**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN  
INGENIERIA INDUSTRIAL**

**Autora**

**Lazo Inolopu Brenda Katherine**

**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7030-446X>**

**Línea de Investigación**

**Tecnología e innovación en el desarrollo de la construcción y la  
industria en un contexto de sostenibilidad**

**Sublínea de Investigación**

**Gestión y sostenibilidad en las dinámicas empresariales de industrias y  
organizaciones**

**Pimentel – Perú**

**2024**

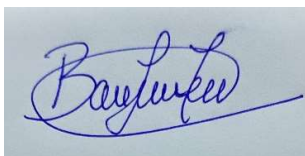
## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la **DECLARACIÓN JURADA**, soy Brenda Katherine Lazo Inolopu; del Programa de Estudios de **Ingeniería Industrial** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

### PLANEACIÓN AGREGADA DE LA PRODUCCIÓN PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UN MOLINO DE ARROZ

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y auténtico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

<p>Lazo Katherine</p> <p>Inolopu</p> <p>Brenda</p>	<p>74156466</p>	
--	-----------------	---

Pimentel, 18 de julio de 2024.

## REPORTE DE SIMILITUD DE TURNITIN

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**TUR LAZO INOLOPU.docx**

RECuento DE PALABRAS

**7254 Words**

RECuento DE CARACTERES

**37996 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**31 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**1001.0KB**

FECHA DE ENTREGA

**Sep 13, 2024 11:44 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Sep 13, 2024 11:44 AM GMT-5**

### ● 11% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de


- 7% Base de datos de trabajos entregados

Crossref

Derechos Reservados - Copyright  
Dirección de Tecnologías de la Información  
Desarrollo de Sistemas  
eSeuss@uss.edu.pe

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

	<b>ACTA DE SEGUNDO CONTROL DE REVISIÓN DE SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN</b>	Código:	F3.PP2-PR.02
		Versión:	02
		Fecha:	18/04/2024
		Hoja:	1 de 1

Yo, Jorge Tomás Cumpa Vásquez, coordinador de investigación del Programa de Estudios de Ingeniería Industrial, he realizado el segundo control de originalidad de la investigación, el mismo que está dentro de los porcentajes establecidos para el nivel de pregrado según la Directiva de similitud vigente en USS; además certifico que la versión que hace entrega es la versión final del trabajo de investigación titulado: **Planeación agregada de la producción para incrementar la productividad en un molino de arroz**, elaborado por la egresada **LAZO INOLOPU BRENDA KATHERINNE**.

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del **11%**, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN.

Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre índice de similitud de los productos académicos y de investigación vigente.

Derechos Reservados - Copyright  
Dirección de Tecnologías de la Información  
Desarrollo de Sistemas  
eSeuss@uss.edu.pe

Pimentel, 16 de septiembre de 2024



**Mg. Jorge Tomás Cumpa Vásquez**

**Coordinador de Investigación Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**

**DNI N° 42851553**

## **Dedicatoria**

Dedicado a todas las personas que confiaron en mí y en mi potencial para lograr mis metas. Por su apoyo brindado, su mentoría, y las enseñanzas que me dieron, las cuales me han servido en mi carrera profesional y en la vida, reiterarles mis agradecimientos eternos.

## **Agradecimientos**

Quiero agradecerles a mis padres, quienes me mostraron apoyo incondicional para lograr este objetivo en mi vida, ustedes han sido el pilar más importante y el motivo de mi esfuerzo. Gracias infinitas.

## Índice

Índice de tablas y figuras	8
Resumen	9
Abstract	10
I.	INTRODUCCIÓN
11	
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Trabajos Previos	13
1.3. Formulación del problema	17
1.4. Hipótesis	18
1.5. Objetivos	18
1.6. Teorías relacionadas al tema	19
II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	25
Tipo y diseño de investigación	25
Variables y operacionalización	26
Procedimientos de análisis de datos.	30
Criterios éticos	30
III. RESULTADOS	31
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	50
V. REFERENCIAS	52
ANEXOS	56

## Índice de tablas y figuras

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables	27
Tabla 2. Principales problemas en la empresa.	34
Tabla 3. Producción mensual de arroz 2023	35
Tabla 4. Productividad de Materia Prima antes de aplicar la propuesta	35
Tabla 5. Horas - Hombres al mes antes de aplicar la propuesta	36
Tabla 6. Índice combinado de productividad	37
Tabla 7. Pronóstico de la demanda	38
Tabla 8. Constantes de método	39
Tabla 9. Pronóstico de demanda 2024	40
Tabla 10. Datos de costos	41
Tabla 11. Estrategia de Persecución	43
Tabla 12. Estrategia de Nivelación	44
Tabla 13. Estrategia Mixta	46
Tabla 14. Resumen de Costo Total de Estrategias	48
Tabla 15. Productividad de materia prima después de la aplicación de la propuesta	48
Tabla 16. Horas - Hombre al mes	48
Tabla 17. índice Combinado de productividad después de la aplicación de la propuesta	49
Tabla 18. Comparación de Indicadores antes y después de aplicar la propuesta	49
Figura 1. Procedimiento de planeación de producción	19
Figura 2. Diagrama de Ishikawa	32
Figura 3. Diagrama de Pareto	34
Figura 4. Gráfico de pronóstico de la demanda	40



## **Resumen**

En los últimos años, las empresas han presentado diversos problemas, debido a los costos por un inadecuado plan de producción que les permita responder a la demanda sin incurrir en costos extras. Debido a lo anterior, el objetivo de esta investigación fue incrementar la productividad en un molino de arroz mediante la planeación agregada de la producción. La metodología de investigación fue de tipo aplicada, ya que se utilizan teorías que son aplicadas en la investigación con la finalidad que de que esta sea objetiva. Y el diseño fue cuasi experimental, ya que se manipuló solo una sola variable. Los resultados mostraron que, al aplicar el plan agregado de producción, el indicador de productividad de materia prima pasó de 0.80 a 0.88 kg de arroz/kilogramo. El índice combinado de productividad se incrementó de 1.78 a 1.99. En consecuencia, la tasa de variación de la productividad tuvo un aumento de 12%. La discusión evidenció las semejanzas de este artículo con estudios previos, en los cuales se muestra que la aplicación de la planeación agregada reduce los costos por faltantes de productos y por almacenar inventarios. En conclusión, la implementación de la planeación agregada si logró aumentar la productividad del molino de arroz.

**Palabras Clave:** Molino, Planeación agregada, Producción, Productividad.

## **Abstract**

In recent years, companies have had several problems due to costs caused by an inadequate production plan that allows them to respond to demand without incurring extra costs. Due to the above, the objective of this research was to increase productivity in a rice mill through aggregate production planning. The research methodology was of the applied type, since theories are used that are applied in the research in order to make it objective. And the design was quasi-experimental, since only one variable was manipulated. The results showed that, by applying the aggregate production plan, the raw material productivity indicator increased from 0.80 to 0.88 kg of rice/kilogram. The combined productivity index increased from 1.78 to 1.99. Consequently, the productivity variation rate had an increase of 12%. The discussion highlighted the similarities of this paper with previous studies, which show that the application of aggregate planning reduces the costs of product shortages and stocking inventories. In conclusion, the implementation of aggregate planning did increase the productivity of the rice mill.

**Keywords:** Mill, Aggregate planning, Production, Productivity.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

Responder rápidamente a las necesidades de los clientes es uno de los principales objetivos de las organizaciones industriales que quieren sobrevivir en la actual competencia del mercado. Este objetivo se puede lograr mediante una planificación sólida. La agresiva competencia en el mercado industrial obliga a las empresas a afrontar el entorno cambiante del mercado. Por lo tanto, las empresas deben organizar el plan de producción de manera razonable para mejorar la adaptabilidad de la empresa y reducir el costo de producción. Muchos investigadores han estudiado ampliamente el problema de la planeación agregada de producción, porque puede ayudar a determinar los problemas del plan de adquisición de materia prima, el número de trabajadores, las horas extras y los niveles de inventario, etc [1].

El objetivo de esta herramienta es reducir los costos operativos haciendo coincidir la demanda de producción con la capacidad de producción. La APP tiene diversos beneficios, su aplicación se justifica económicamente debido a que su objetivo principal es minimizar los costos operativos y dejar un mayor margen de ganancias para la empresa. Además, su aplicación beneficia a los trabajadores y a los clientes pues su aplicación permite producir en las cantidades requeridas con la mejor calidad posible, incrementando la productividad de los procesos, de la mano la mano de obra y entregando los productos al cliente en el tiempo indicado [2].

Durante el proceso de APP, los planificadores toman decisiones con respecto a los niveles generales de producción para cada categoría de producto para satisfacer las demandas fluctuantes y típicamente inciertas en el futuro cercano y también con respecto a otras cuestiones como contratación, despidos, horas extras, pedidos pendientes, subcontratación y niveles de inventario. De acuerdo a la estrategia escogida por la empresa, escoge si producir de acuerdo a los pedidos, mantiene la fuerza laboral constante o aplica las dos estrategias juntas.

A nivel internacional, investigaciones recientes se han centrado en el vínculo entre la implementación de métodos de control de producción y el logro de mayores niveles de productividad. Balderrama et al. [3], realizaron una investigación en una empresa para disminuir costos de operación e inventarios utilizando la planeación agregada, presentaron problemas de inventarios faltantes durante los meses de mayor demanda, y en los meses de menor demanda incurrieron en altos costos por almacenar inventario [4].

Las investigaciones en diversos campos han obtenido beneficios significantes como la reducción de los costos de inventarios y el incremento de la productividad de mano de obra, materia prima, entre otros [7]. Claro ejemplo es el artículo de Qasim et al. [8], en el cual aplicaron la estrategia de persecución del control de la producción, lo que les permitió obtener la reducción de costos de inventario y de faltantes, debido a que la producción es igual a la demanda, y esto permite no tener pedidos sobrantes en almacén y por ende se evita el costo de inventarios. Cabe destacar que las investigaciones han avanzado y ahora se utilizan modelos computacionales para realizar el control de la producción, además de los ya conocidos como Excel y Solver [9]

A nivel nacional, Miñan et al. [5] realizaron un estudio en una empresa de manufactura, con la meta de incrementar la productividad anticipándose a la demanda del mercado, teniendo en cuenta su limitada capacidad para almacenar productos durante largos periodos de tiempo. Estas investigaciones previas se centran en aplicar estas herramientas para reducir los costos aplicando diversas estrategias, tales como: persecución, mixta y nivelación de acuerdo a las características de su rubro y del producto que fabrican tales como tiempo de fabricación, tipo de producto, tiempo de vida útil, entre otros [6].

A nivel local, Fallaque [10] utilizó un enfoque de ingeniería para diseñar una herramienta del plan de producción agregado, el cual es conveniente en empresas industriales pues su aplicación influye en la reducción de horas extras y el aumento del

stock de seguridad. Por otro lado, los estudios exploran cómo la incorporación de algoritmos de pronóstico y aprendizaje automático en las aplicaciones puede conducir a predicciones de demanda más precisas y evitar productos faltantes o sobrantes en almacén. Esto permite a las empresas ajustar los niveles de producción para alinearse mejor con las demandas fluctuantes del mercado, minimizando el desperdicio y maximizando la utilización de recursos. Además, se ha investigado los beneficios de integrar APP con sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP). Esto fomenta una mejor comunicación y visibilidad entre departamentos, lo que permite una coordinación más fluida y eficaz.

Esta investigación es importante porque analiza cómo el uso de la planeación agregada de producción puede mejorar la productividad de una empresa. La APP es beneficiosa porque impacta en todas las áreas. Se justifica económicamente, ya que su principal objetivo es reducir los costes operativos, aumentando el margen de beneficio de la empresa. Además, se justifica socialmente porque la APP beneficia tanto a los trabajadores como a los clientes. Para los trabajadores, crean un entorno para una producción eficiente con resultados de alta calidad, lo que en última instancia aumenta el proceso general y la productividad laboral y los clientes se benefician al recibir los productos a tiempo y mantener su satisfacción.

## **1.2. Trabajos Previos**

A nivel internacional, Wibawa et al. [11], realizaron un estudio en una pequeña industria textil con procesos de producción complejos de uniformes escolares, la problemática se basaba en la descuidada planificación de producción de la empresa, que provocaba que los costos de producción se dispararan drásticamente, lo que los perjudicaba económicamente. El estudio exploró el uso de la planificación de la producción para descubrir un conjunto de soluciones entre los objetivos de un problema de optimización múltiple. Los resultados muestran que la diferencia de costo de producción entre los datos

reales y el método propuesto es de 20120.18 \$USD. Por lo tanto, la APP puede resolver la problemática al reducir el costo de producción de la empresa.

Atiia et al. [12], presentaron un plan agregado a mediano plazo en una fábrica egipcia que produce motores eléctricos para electrodomésticos. La problemática se establecía en la incapacidad de cumplir los requerimientos de los clientes debido a una inexacta producción. El modelo tuvo como objetivo optimizar los costos totales de producción respetando la mayoría de las restricciones operativas y considerando la fuerza laboral. El modelo presentado se construyó basándose en las prácticas industriales reales. Al comparar los resultados obtenidos con los del método adoptado en fábrica, se logra una reducción de costos del 6,3% para el conjunto de datos presentado.

Campo et al. [13], en su artículo tuvieron como objetivo optimizar los costos agregados de producción en las empresas del sector textil a través de estrategias de producción en el mediano plazo. La problemática encontrada se basa en trabajos retrasados, la planificación se hizo con tiempos de producción erróneos, se detectó exceso de demanda, etc. Para solucionarlo, se desarrolló un modelo de planificación agregada de la producción, que minimiza los costos laborales, los costos de gestión de inventarios y los costos de subcontratación de producción. El modelo consideró características del sector textil relacionadas con los desperdicios por manipulación del producto, el tiempo de capacitación y la subcontratación de los procesos de fabricación, lo que lo convierte en un modelo integral y eficaz para las empresas en la industria textil. El modelo propuesto es programado y ejecutado en GAMS, apoyado en una interfaz en MSExcel, que genera estrategias para la mejora de la capacidad de producción y la optimización del plan de producción.

Rahmer et al. [14], el objetivo principal de su artículo fue realizar un análisis comparativo entre las estrategias de planificación de capacidad de las empresas manufactureras colombianas. La problemática se basaba en que la demanda real de los clientes a menudo fluctuaba a lo largo del año debido a tendencias estacionales,

promociones o factores económicos. Los planos se diseñaron en base a la aplicación de técnicas de programación matemática. De los resultados obtenidos se concluyó que la alternativa más confiable para resolver el problema de planificación agregada es la basada en el método de transporte, ya que satisface los requerimientos de la demanda y no viola las restricciones del sistema de producción. La implementación del plan permitió programar los stocks en stock, el tamaño de la plantilla, así como los niveles de inversión. Estos factores fueron importantes para ajustar la tasa de respuesta de la empresa en un mercado especializado. El plan agregado coordinó las operaciones tácticas y proyectó los recursos necesarios para establecer un equilibrio óptimo entre oferta y demanda.

Tvas et al. [15], de acuerdo a los autores, la empresa presentó limitaciones en recursos como mano de obra, máquinas, materias primas y presupuesto. APP ayudó a optimizar el uso de estos recursos mediante la planificación de niveles de producción que se pueden lograr de manera realista con los recursos disponibles. Por lo tanto, el propósito del estudio fue reconstruir el modelo de programación por objetivos y resolver el problema de planificación de la producción agregada multiobjetivo. El modelo fue seguido por la restricción de la capacidad de materia prima, el nivel de mano de obra, el espacio de almacenamiento y la capacidad de producción. Para lo cual, se propuso un modelo fundamentado en el APP de una empresa que tiene tres productos, cinco mercados y un periodo de planificación de seis meses. Esta empresa también tuvo cuatro funciones objetivo con varias restricciones que necesitaron ser optimizadas.

Liu y Yang [16] mencionan que la diversidad de productos y la feroz competencia hacen que la estabilidad y los costos de producción de la industria manufacturera sean más importantes. Por lo tanto, el propósito de su estudio fue abordar el problema de la planificación de la producción agregada (APP) multiproducto considerando la estabilidad de la fuerza laboral y los costos totales de producción, y proponer un algoritmo eficiente. Teniendo en cuenta la relación de materias primas, costo de inventario y demanda de productos, se estableció un modelo de programación multiobjetivo para problemas de APP

multiproducto para minimizar los costos totales de producción y la inestabilidad en la fuerza laboral.

A nivel nacional, Miñan et al. [5], realizaron una investigación en una empresa de conservas de pescado en Perú con la finalidad de mejorar la planificación de su producción para los próximos períodos. La problemática giraba en torno a los costos de equilibrio, se detectaron costos asociados con la subproducción (pérdida de ventas, clientes descontentos) y la sobreproducción (costos de mantenimiento de inventario excesivo, obsolescencia potencial). APP ayudó a encontrar un equilibrio entre estos costos mediante la creación de un plan de producción que minimizó los gastos generales. Para lograrlo, realizaron un estudio descriptivo que rastreó la información a lo largo del tiempo (longitudinal y no experimental). De acuerdo a los hallazgos, los investigadores compararon tres estrategias principales de planificación de la producción, encontrando que la estrategia de persecución de la demanda resultó en el costo total más bajo, estimado en \$334,957. En conclusión, el estudio sugirió que es más probable que una estrategia de búsqueda de demanda para la planificación agregada optimice los costos de producción. Este enfoque aprovechó la flexibilidad para ajustar la producción en función de las tendencias de ventas reales, lo que conduce a menores costos generales y una mayor eficiencia en comparación con otros métodos de planificación.

Balderrama et al. [3], realizaron un estudio que tuvo como objetivo desarrollar una metodología para determinar las cantidades óptimas de producción que redujeran inventarios y costos, debido a la cantidad elevada de inventarios que tenía la empresa durante los meses de poca demanda y que influía en el aumento de sus costos. El trabajo desarrolló un caso de estudio en el cual se implementó la planificación agregada a una empresa embotelladora de agua ubicada en Perú para reducir tales costos. Las simulaciones realizadas utilizando dos programas diferentes mostraron que la estrategia seleccionada redujo los costos de mano de obra en un 42% y los costos de ordenar la



producción en un 47%. Se concluye que las herramientas de planificación reducen los costos innecesarios en pequeñas y medianas empresas. .

Avendeño et al. [17], tuvieron como objetivo crear un modelo matemático para encontrar la mejor manera de utilizar los recursos para la planificación de la producción en una empresa de hilado textil en Áncash. La problemática se basó en los cambios constantes en los niveles de producción, que alteraban los flujos de trabajo y generaba ineficiencias. APP ayudó a encontrar formas de suavizar los picos de producción siempre que sea posible, promoviendo la estabilidad y la eficiencia. El modelo consideró varios factores como contratar o despedir trabajadores, gestionar los niveles de inventario y utilizar horas extras. El modelo tenía como objetivo lograr un equilibrio entre mantener los costos de producción lo más bajos posible y al mismo tiempo satisfacer la demanda de los clientes. Los resultados muestran que el costo total del plan óptimo de producción se estimó en US\$6.088.823. En general, esta investigación demostró cómo se puede utilizar un modelo matemático para optimizar la asignación de recursos y minimizar los costos en la planificación de la producción textil.

A nivel local, Fallaque [10], desarrolló un estudio en el que se detectó como problemática un gasto excesivo en la campaña de mango de una empresa agrícola en Lambayeque. Los costos laborales fueron un 22 % más altos de lo presupuestado, el uso de energía fue un 24 % más alto y los materiales utilizados superaron las expectativas en un 3 %. Para abordar esto, realizaron un plan agregado de producción que logró reducir los costos. Los resultados fueron positivos, los costos de mano de obra cayeron un 6% en comparación con el presupuesto original, ahorrando \$27,494 . El uso de materiales también disminuyó un 26%, ahorrando \$52,401.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **Problema General**

¿Cómo se incrementa la productividad de un molino de Chiclayo mediante la planeación de la producción?

### **Problemas específicos**

¿Cómo realizar el diagnóstico del estado actual de la productividad del molino?

¿Cómo calcular los indicadores de productividad actuales?

¿Cómo aplicar la planeación agregada de la producción?

¿Cómo determinar los índices de productividad después de haber implementado el plan de producción?

## **1.4. Hipótesis**

### **Hipótesis General**

La planeación de la producción incrementa la productividad en un molino de Chiclayo – 2024.

### **Hipótesis específicas**

El diagnóstico determinará el estado actual de la productividad de un molino de Chiclayo.

El cálculo de los indicadores determinará el nivel de productividad actual.

La aplicación de la planeación agregada determinará la producción de la empresa.

Los índices de productividad después de haber aplicado el plan de producción determinarán la mejora de la propuesta

## **1.5. Objetivos**

### **Objetivo general**

Incrementar la productividad en una Molino de Chiclayo mediante la planeación de la producción

### **Objetivos específicos**

Realizar el diagnóstico del estado actual de la productividad de un molino de Chiclayo.

Calcular indicadores de productividad actuales

Aplicar la planeación agregada de la producción

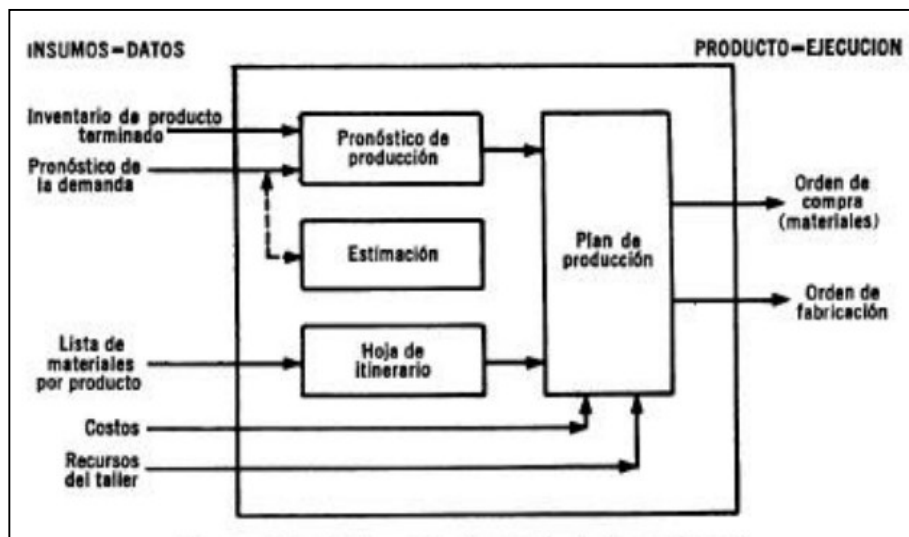
Determinar los índices de productividad después de haber aplicado el plan de producción

## 1.6. Teorías relacionadas al tema

### Planeación agregada de la producción

De acuerdo a Smith [18], el plan agregado de producción es un método para determinar el nivel general de producción, inventario y mano de obra necesarios para satisfacer la demanda fluctuante en un horizonte de planificación a mediano plazo, generalmente de 3 a 18 meses. Para el autor existe un propósito importante en cuanto a este procedimiento, que es reducir costos. En dicho esquema, entran a tallar elementos como los pronósticos, el inventario, entre otros. Así tenemos:

Figura 1. Procedimiento de planeación de producción



Fuente: [18]

## **Pronósticos**

El primer enfoque de una empresa en crecimiento siempre será la planeación, esta acción se sirve de elementos relevantes como los pronósticos, los cuales servirán de base, y a partir de ellos, es que se empezará a detallar objetivos respecto a mejoras, los cuales pueden irse añadiendo fijando un plazo corto o a futuro.

Existen algunas comparaciones en cuanto a la denominación de este elemento, y es que algunos autores indican que puede ser similar a la predicción. En relación a ello, Moreno [19] opina que, este elemento sirve para contrastar acciones previas y predecir perspectivas a futuro, sin embargo, no debe ser denominado como una predicción.

Este elemento es el primer paso que debe ejecutar una empresa para realizar el plan agregado, en la mayoría de casos se opta por la elección de data cuantitativa. La manera más acertada de hacer un pronóstico es individualizando cada serie de producción y no en conjunto, esto permitirá tener un plan más favorecedor para la empresa.

El rango de tiempo en que se puede llevar a cabo esta programación es alrededor de 3 meses a 1 año y medio. Así pues, dentro de las acciones se tomará en cuenta algunas modificaciones que se requieran para cumplir con la demanda encargada, en este caso se hace referencia a los niveles de fabricación, inventarios, personal, horas adicionales, convenios secundarios, entre otros elementos [19].

*Ilustración 2: Método cuantitativo de pronóstico*

Métodos cuantitativos	Tipo	Nombre	Horizonte
	Series de tiempo	No formales	
Promedio simple			Corto
Promedio móvil			Corto
Suavización exponencial			Corto
Suavización exponencial cuadrática			Corto
Patrón estacional			Mediano y largo
Filtración adaptiva			Corto
Descomposición clásica			Corto
Modelos de tendencia exponencial			Mediano y largo
Ajuste de curva S			Mediano y largo
Modelo de compertz			Mediano y largo
Curvas de crecimiento			Mediano y largo
Census II			Corto
Box-Jenkins			Corto
Causales	Regresión simple		Mediano
	Regresión múltiple		Mediano
	Indicadores principales		Corto
	Modelos econométricos		Corto
	Regresión Múltiple		Mediano y largo

Fuente:

En el caso de la tipología cuantitativa, como se observa en la figura puede aplicarse para casos donde existan series de tiempo o cuando se tenga una causal. A modo de explicación, el primero es el que tiene mayor aprobación, dado que sirve para elaborar una técnica de producción prudente, aquí influyen además otros factores como la data de mercado y el entorno exterior. Y, el segundo, es cuando existe un conjunto de factores que dependen entre ellos.

#### A. Pronóstico método cuantitativo de regresión lineal

Se utiliza para demandas aleatorias o niveladas, en el cual se pretende eliminar la influencia de los elementos irregulares históricos, proyecta en una recta los resultados promedio de los últimos valores

#### Estrategias de planificación agregada

El propósito de aplicar estas estrategias es que la organización logre tener una ponderación tanto de la capacidad, como del requerimiento de sus productos. Existen diversas estrategias, Smith [18] menciona las siguientes:

**a. Estrategia de monitoreo:**

Esta primera estrategia comúnmente se denomina “de seguimiento”, lo que supone es que tanto la demanda, como la producción estén en los mismos niveles; dentro de esta técnica no se toman en cuenta las listas o inventarios y algunas acciones que frecuentemente se realizan es modificar la cantidad de personal, bien sea por contrataciones o por cesantías.

*a. La demanda se obtuvo a partir de la previsión de la demanda en el pasado*

*b. El inventario inicial del mes se obtiene de la información de la empresa.*

*El siguiente proviene del último inventario del período anterior.*

*C. Requerimiento neto = demanda – inventario inicial*

*d. Producción = requerimiento neto*

*e. Necesidades del trabajador = producción / (unidad / trabajador)*

*F. Empleado = necesidades del trabajador – trabajadores disponibles*

*g. Despedidos = trabajadores disponibles – trabajadores condicionales*

*H. Trabajadores = necesidades de los trabajadores*

*i. Último inventario = requerimiento neto – producción*

*j. Costos de materia prima = CMP por unidad x producción*

*k. Costos del trabajador = N° de trabajadores x costos / trabajadores / mes*

*l. Cost de despido = cost de ser despedido / trabaj x número de trabaj despedidos*

**b. Estrategia nivelada o estable**

Esta segunda táctica también es relevante, a diferencia de la anterior aquí si se toma en cuenta los inventarios. Llegado este punto, debe entenderse la situación donde la demanda y la producción ya no se encuentran en la misma proporción

Cuando la producción aumenta, el resto de inventario es almacenado, y, por el contrario, cuando es la demanda la que se incrementa, se utilizan los inventarios en almacén. Debido a estas razones, la fuerza laboral se mantiene constante

.

*a. La demanda se obtiene a partir de la previsión de la demanda en el pasado*

*b. El inventario inicial es dato según la información de la empresa*

*c. Requerimiento Neto = Demanda – Inventario Inicial*

*d. Producción = Requerimiento Neto*

*e. Necesidades del trabajador =  $\frac{\text{producción}}{(\text{unidad} / \text{trabajador})}$*

*f. Trabajadores = necesidades de los trabajadores gramo.*

*g. Inventario más reciente = requerimiento neto – Producción*

*H. Excedente = inventario*

*i. Escasez = requerimiento neto – producción*

*j. Costos de materia prima = CMP por unidad x de producción*

*l. Costo de mantenimiento = Excedente x costos de almacenamiento*

### **c. Estrategia mixta**

Por último, si se alternan las estrategias anteriores, estaríamos hablando de una estrategia híbrida, es decir, durante un periodo se puede aplicar la de seguimiento y en base a algunas circunstancias, esta puede ser modificada por la de nivelación [18]

.

### **Productividad**

Según Rodríguez [20], la productividad está definida como el ratio o cociente entre las salidas y las entradas o insumos en un proceso de producción; asimismo, consiste en la relación entre la producción de un bien o un servicio y el conjunto de insumos necesarios para producirlo. Es la proporción entre los bienes y servicios (outputs) y los insumos de recursos (inputs), humanos y no humanos, utilizados para producir.

## **Indicadores de Medición**

### **Productividad de mano de obra**

Según Rodríguez [20], la medición de este elemento corresponde a todo lo que una persona puede llegar a conseguir, claro está, con referencia a las metas de la organización y se determina mediante la relación de las unidades producidas y el recurso de mano de obra en horas hombre o en número de obreros.

$$Productividad\ de\ MO = \frac{Producción\ obtenida}{Total\ horas\ hombre}$$

### **Productividad de materia prima**

La productividad de la materia prima es la relación de la producción obtenida y la materia prima empleada.

$$Productividad\ de\ MP = \frac{Producción\ obtenida}{Materia\ Prima}$$

### **Índice combinado de productividad**

$$\frac{PT \times PV}{(MPC \times PCM) + (HHD \times CHHD)}$$



Donde:

- *PT: Cantidad de producto terminado (kg)*
- *PV: Precio de venta unitario*
- *MPC: Materia prima consumida en kilos*
- *PCM: Precio unitario de materia prima*
- *HHD: Cantidad de H – H*
- *CHHD: Costo de H – H*

### **Tasa de Variación de la productividad**

$$TVP = \frac{P_1 - P_0}{P_0} * 100$$

- *Donde:*
- *P1: Periodo 1*
- *P0: Periodo base*

## **II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

### **Tipo y diseño de investigación**

La investigación cuantitativa se basa en datos cuantificables para descubrir patrones y explicar los fenómenos de estudio de manera objetiva. Utiliza estadísticas sobre números y hechos para crear un panorama claro de la investigación

Aplicada, porque el investigador hace uso de teorías usuales que se aplican en resolver un problema, en el estudio se emplearán diversos conocimientos como estudio de pronósticos, estrategias de planeación de la producción, y el estudio de indicadores de productividad.

Descriptiva, porque se realiza una descripción minuciosa del escenario presente del nivel de productividad de un molino de arroz, se relatan las variables de estudio y la correlación que existe entre ellas.

### **Diseño de la investigación**

El diseño es cuasi experimental, puesto que se realizarán cambios premeditados en solo una variable de estudio (variable independiente) y se calcula su efecto en la variable dependiente.

### **Variables y operacionalización**

**Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES/ FÓRMULA	INSTRUMENTO	TIPO DE VARIABLE	ESCALA
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Planeación de la producción	La planificación de la producción está relacionada con la determinación de qué se va a producir, en qué cantidades, cuándo se realizará y qué recursos se necesitarán.	Demanda Estimada, para pronosticar cuánta producción requerirán los clientes.	Demanda estimada	$\frac{\textit{Producción}}{\textit{Mes}}$	Hoja de análisis Guía de entrevista	Numérica	Razón
		El Plan Agregado, se utilizará para establecer cuántos productos se van a producir en un período de tiempo.	Plan agregado	$\textit{Estrategia de menor costo}$			

<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  : Productividad	La productividad permite conocer la cantidad de productos que produce en relación a los recursos utilizados.	Se determina dividiendo la producción obtenida entre los recursos usados. El objetivo es lograr una mayor cantidad de salidas con el uso eficiente de los insumos y recursos.	Productividad de materia prima	$Prod MP = \frac{Producción\ obtenida}{Materia\ Prima}$	Hoja de análisis  Ficha de recolección de datos	Numérica	Razón
			Índice combinado de productividad	$\frac{PT \times PV}{(MPC \times PCM) + (HHD \times CHHD)}$ <p> <i>Donde:</i>  <i>PT: Cantidad de producto terminada</i>  <i>PV: Precio de venta unitario</i>  <i>MPC: Materia prima consumida</i>  <i>PCM: Precio unitario de M.P</i>  <i>HHD: Cantidad de H – H</i>  <i>CHHD: Costo de H – H</i> </p>			

Fuente propia del autor

## **Población**

La población de estudio está conformada por todos los trabajadores de la empresa, los cuales son 30 personas.

## **Muestra**

La muestra de estudio es de tipo poblacional, siendo los 30 trabajadores de la población.

## **Técnicas de recolección de datos**

Encuesta: Esta investigación utilizará encuestas para recopilar información sobre las creencias y opiniones de las personas relevantes para el estudio. Las encuestas nos permiten comprender las perspectivas de otras personas sobre el tema de investigación.

Análisis documental: Para obtener una comprensión integral de la situación en estudio, la investigación implicará analizar y revisar la información existente de la empresa proveniente de diversas fuentes físicas y digitales.

## **Instrumentos de recolección de datos:**

Hoja de datos: Una hoja de datos es un documento estructurado utilizado para registrar la información más importante extraída de las variables estudiadas durante el análisis documental.

Cuestionario: Un cuestionario es un conjunto de preguntas específicas que se formulan a expertos en la materia para recabar información sobre las variables de investigación. Esto permite al investigador obtener información de especialistas en el campo.

## **Validez**

La validez específica que el instrumento de investigación utilizado esté elaborado para medir la variable establecida previamente, y no otra, es decir, debe ser el instrumento preciso y adecuado para tal variable.

## **Confiabilidad**

Se define como el grado en que una prueba o procedimiento en dónde se utilice un instrumento de investigación, produce en todas las ocasiones resultados similares en condiciones comunes y constantes. Es decir, el instrumento debe medir con veracidad el fenómeno de estudio arrojando resultados semejantes en todas las ocasiones en las que sea utilizado.

### **Procedimientos de análisis de datos.**

El primer paso consiste en aplicar las técnicas e instrumentos de investigación elegidos para recopilar datos e información relevante para el estudio. Una vez recopilados, estos datos se analizarán mediante programas como Word, Excel y SPSS. Estos programas nos permitirán organizar los datos en tablas y gráficos, y realizar análisis estadísticos para extraer información significativa.

### **Criterios éticos**

**Originalidad:** La investigación siguió estrictamente las pautas de citación del IEEE, enfatizando la importancia de dar crédito a trabajos existentes. Esto garantiza la originalidad y el respeto por las contribuciones de otros miembros de la comunidad de investigación.

**Veracidad:** La investigación se basa en datos e información veraces. El investigador empleó diversos métodos y fórmulas cuantitativas para verificar la exactitud de los resultados y garantizar su fiabilidad.

**Confidencialidad:** La investigación respeta la confidencialidad. Toda información sensible proporcionada por expertos, asesores u otros se mantendrá confidencial. Sus identidades y datos no serán revelados sin su permiso explícito. Además, esta información se utilizará únicamente con fines académicos y no para ningún otro fin.

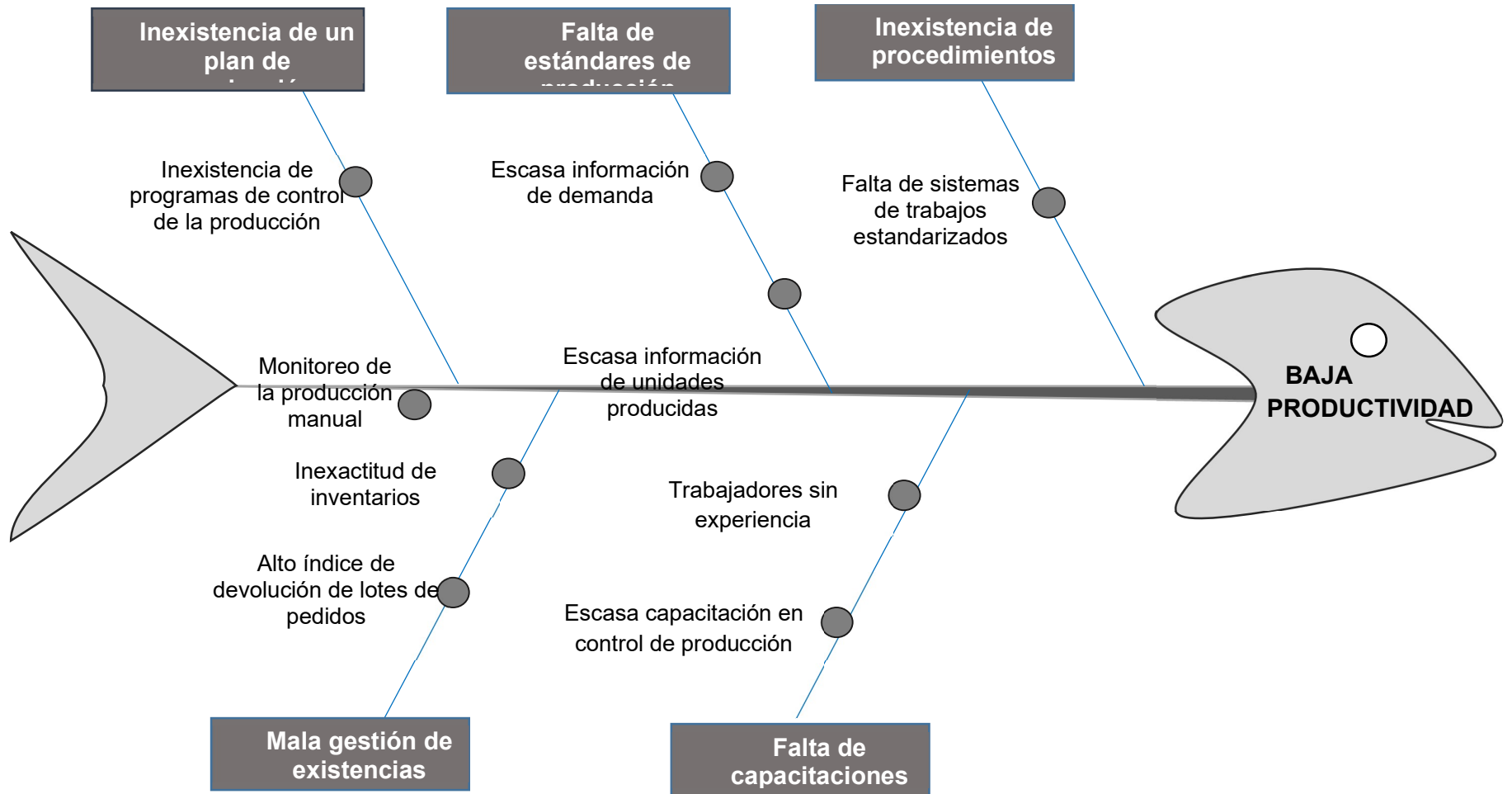
**Objetividad:** La investigación mantiene una postura neutral. Ningún dato o resultado ha sido manipulado para favorecer intereses personales o comerciales. Todos los hallazgos se presentan de manera objetiva, sin modificaciones.

### **III. RESULTADOS**

#### **Diagnóstico**

En primer lugar, se realizará el diagnóstico de la empresa respecto a la planeación de su producción, para esto se ha graficado mediante el diagrama de Ishikawa las principales problemáticas.

Figura 2. Diagrama de Ishikawa





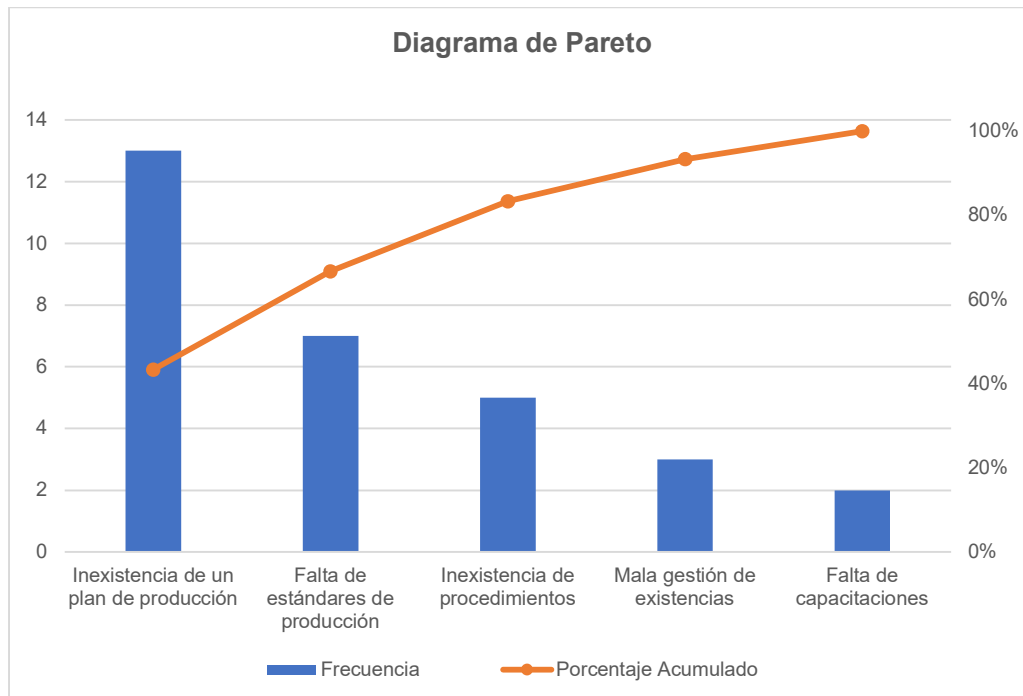


**Tabla 2. Principales problemas en la empresa.**

Problemas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Inexistencia de un plan de producción	13	43%	43%
Falta de estándares de producción	7	23%	67%
Inexistencia de procedimientos	5	17%	83%
Mala gestión de existencias	3	10%	93%
Falta de capacitaciones	2	7%	100%
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100%</b>	

Fuente propia del autor

**Figura 3. Diagrama de Pareto**



La figura muestra que los principales problemas que aquejan a la empresa son la inexistencia de un plan de producción y la falta de estándares de producción con un 43% y 23% del total respectivamente.

### **Cálculo de indicadores antes de aplicar la propuesta**

En primer lugar, se realizarán los cálculos de indicadores teniendo en cuenta la producción de arroz durante los meses de julio a agosto del año 2023, esta información es brindada por la empresa.

**Tabla 3. Producción mensual de arroz 2023**

<b>Mes</b>	<b>Producción (Kg)</b>
Julio	465200
Agosto	476300
Setiembre	479000
Octubre	471000
Noviembre	491000
Diciembre	481000

Fuente propia del autor

**Tabla 4. Productividad de Materia Prima antes de aplicar la propuesta**

<b>Mes</b>	<b>Arroz (kg)</b>	<b>Materia prima (kg)</b>	<b>Productividad MP</b>
Julio	465200	652200	0.71
Agosto	476300	604500	0.79

Setiembre	479000	604500	0.79
Octubre	471000	614200	0.77
Noviembre	586300	621500	0.94
Diciembre	481000	600200	0.80
Promedio	493133	616183	0.80

Fuente propia del autor

La productividad de materia prima antes de aplicar la propuesta es de 0.80 kg de arroz/kg de materia prima.

**Tabla 5. Horas - Hombres al mes antes de aplicar la propuesta**

Mes	N° Trabajadores	Horas por día	Días al mes	H- H/mes
Julio	30	8	24	5760
Agosto	30	8	25	6000
Setiembre	30	8	26	6240
Octubre	30	8	25	6000
Noviembre	30	8	25	6000
Diciembre	30	8	24	5760

Fuente propia del autor

En la tabla superior se muestra las horas – hombre al mes que realizaron los 30 trabajadores de la empresa.

**Tabla 6. Índice combinado de productividad**

Meses	PT	Precio		Precio Unitario	Cantidad H-H	Costo H-H	Índice combinado
		Venta Unitario	M.P				
Julio	465200	3.8	652200	1.6	5760	6	1.64
Agosto	476300	3.8	604500	1.6	6000	6	1.80
Setiembre	479000	3.8	604500	1.6	6240	6	1.81
Octubre	471000	3.8	614200	1.6	6000	6	1.76
Noviembre	491000	3.8	621500	1.6	6000	6	1.81
Diciembre	481000	3.8	600200	1.6	5760	6	1.84
<b>Promedio</b>	<b>477250.00</b>	<b>3.80</b>	<b>616183.33</b>	<b>1.60</b>	<b>5960.00</b>	<b>6.00</b>	<b>1.78</b>

Fuente propia del autor

El índice combinado de productividad antes de aplicar la propuesta es de 1.78.

### **Aplicación de la planeación agregada**

Para calcular la información de la demanda del año 2024 se ha utilizado el método de Winters, el cual se caracteriza por ser óptimo para pronosticar información a mediano plazo.

**Tabla 7. Pronóstico de la demanda**

<b>Año</b>	<b>Mes</b>		<b>Yt</b>	<b>At</b>	<b>Tt</b>	<b>St</b>	<b>Yt'</b>
		-2				1	
		-1				1	
		0				1	
2021	Enero	1	370100	370100	0	1	
2021	Febrero	2	370230	370164	64	1	370100
2021	Marzo	3	369300	369773	-391	1	370227
2021	Abril	4	369309	369346	-427	1	369382
2021	Mayo	5	369439	369174	-172	1	368919
2021	Junio	6	369280	369138	-36	1	369002
2021	Julio	7	369280	369190	51	1	369103
2021	Agosto	8	369280	369260	70	1	369241
2021	Setiembre	9	369280	369306	46	1	369330
2021	Octubre	10	369280	369316	11	1	369351
2021	Noviembre	11	369410	369368	51	1	369327
2021	Diciembre	12	369950	369679	312	1	369419
2022	Enero	13	438100	403390	33710	1	369991
2022	Febrero	14	437100	420411	17021	1	437100
2022	Marzo	15	437200	428595	8184	1	437431
2022	Abril	16	434600	432814	4220	1	436779
2022	Mayo	17	433400	433690	876	1	437034
2022	Junio	18	433400	433548	-142	1	434566
2022	Julio	19	433400	433475	-72	1	433406
2022	Agosto	20	433400	433438	-37	1	433403
2022	Setiembre	21	433400	433420	-19	1	433401
2022	Octubre	22	433400	433410	-10	1	433401
2022	Noviembre	23	435100	433405	-5	1	433400
2022	Diciembre	24	438300	434236	831	1	433400
2023	Enero	25	508100	436229	1993	1	435067
2023	Febrero	26	508130	471472	35243	1	438222
2023	Marzo	27	508115	489448	17976	1	506716
2023	Abril	28	507250	498602	9154	1	507424
2023	Mayo	29	506263	502843	4241	1	507755
2023	Junio	30	506210	504520	1677	1	507083
2023	Julio	31	506210	505349	829	1	506197
2023	Agosto	32	506210	505771	422	1	506177
2023	Setiembre	33	506210	505986	215	1	506193
2023	Octubre	34	506210	506096	110	1	506202
2023	Noviembre	35	507243	506152	56	1	506206
2023	Diciembre	36	507212	506687	535	1	506208
2024	Enero	37				1	507222
2024	Febrero	38				1	507757
2024	Marzo	39					508292

2024	Abril	40	508827
2024	Mayo	41	509362
2024	Junio	42	509897

Fuente propia del autor

**Tabla 8. Constantes**

L	12
$\alpha$	0.49037005
$\beta$	3
$\gamma$	1
	0

**de método**

Fuente propia del autor

**Donde:**

$\alpha =$  Constante de atenuación del promedio de los datos ( $0 < \alpha < 1$ )

$\beta =$  Constante de atenuación de tendencia ( $0 < \beta < 1$ )

$\gamma =$  Constante de atenuación de la estacionalidad ( $0 < \gamma < 1$ )

$A_t =$  Constante de atenuación del promedio de los datos ( $0 < \alpha < 1$ )

$T_t =$  Estimación de la tendencia del periodo  $t$

$S_t =$  Estimación de la estacionalidad del periodo  $t$

$L =$  Longitud de la estacionalidad

$p =$  Número de periodos a pronosticar en el futuro

$Y_t =$  Demanda real

$Y_{t'} =$  Pronóstico

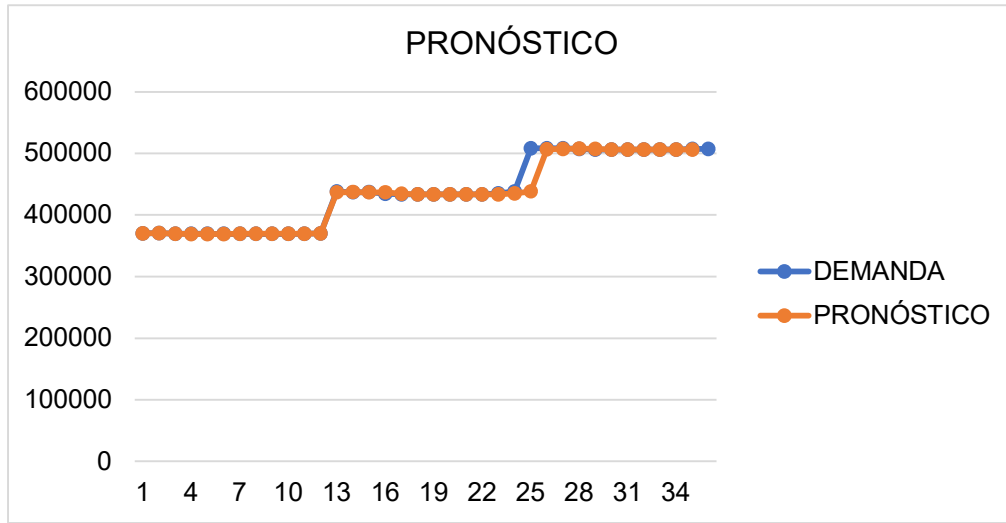
$$A_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{1-L}} + (1-\alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(A_{t-1} - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{A_t} + (1 - \gamma)S_{1-L}$$

$$Y_{t'} = (A + pT_1)S_{t-L+p}$$

**Figura 4. Gráfico de pronóstico de la demanda**



Como se observa en la figura superior, la línea de pronóstico se ajusta a la demanda, juntándose en casi todos los puntos, esto muestra que este pronóstico se acerca a la realidad y es óptimo. Al realizar los cálculos en Microsoft Excel se obtiene el siguiente pronóstico para el año 2024.

**Tabla 9. Pronóstico de demanda 2024**

<b>Mes</b>	<b>Producción (Kg)</b>
Enero	507222
Febrero	507757
Marzo	508292
Abril	508827
Mayo	509362
Junio	509897

Fuente propia del autor



Para efectuar la planeación agregada de la producción, se ha considerado la aplicación de tres estrategias, persecución, mixta y nivelación.

Antes de realizar el cálculo, la tabla 10 muestra los datos de costos que están pre especificados y son necesarios para realizar los planes de producción, con el fin de obtener el menor costo.

**Tabla 10. Datos de costos**

<b>Datos de Costos</b>		
Producción promedio por operario	500	Kilos/diario
Operarios actuales iniciales	30	trabajadores
Costo diario por jornal	48	diario
Costo por contratar un operario	250	empleado
Costo por despedir un operario	350	empleado
Costo por almacenar	0.09	Kilo
Costo por faltante	1.8	kilo
Inventario inicial	15000	Kilos
Horas por trabajo	8	Horas

Fuente propia del autor



**Tabla 11. Estrategia de Persecución**

<b>Mes</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>Total</b>
Días Laborables	26	24	27	23	26	25	151
Demanda (unid)	507222	507757	508292	508827	509362	509897	3051358
Kilogramos por operario	13000	12000	13500	11500	13000	12500	75500
Operarios requeridos	40	43	38	45	40	41	40
Operarios actuales	30	40	43	38	45	40	
Operarios contratados	10	3	0	7	0	1	
Operarios despedidos	0	0	5	0	5	0	
Operarios utilizados	40	43	38	45	40	41	41
Kilogramos producidos	507222	507757	508292	508827	509362	509897	3051358
Inventario	0	0	0	0	0	0	0
Kilogramos faltantes	0	0	0	0	0	0	0
<b>COSTOS:</b>							
Costo de contrato	S/ 2,500.00	S/ 750.00	S/ 0.00	S/ 1,750.00	S/ 0.00	S/ 250.00	S/ 5,250.00
Costo de despido	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 1,750.00	S/ 0.00	S/ 1,750.00	S/ 0.00	S/ 3,500.00

Por mano de obra	S/ 49,920.00	S/ 49,536.00	S/ 49,248.00	S/ 49,680.00	S/ 49,920.00	S/ 49,200.00	S/ 297,504.00
Por almacenar	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
Por faltantes	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
<b>Total</b>	S/ 52,420.00	S/ 50,286.00	S/ 50,998.00	S/ 51,430.00	S/ 51,670.00	S/ 49,450.00	<b>S/ 306,254.00</b>

Fuente propia del autor

**Tabla 12. Estrategia de Nivelación**

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Total
Días Laborables	26	24	27	23	26	25	151
Demanda (unid)	507222	507757	508292	508827	509362	509897	3051357.571
Kilogramos por operario	13000	12000	13500	11500	13000	12500	75500
Operarios requeridos	40	40	40	40	40	40	40
Operarios actuales	30	40	40	40	40	40	
Operarios contratados	10	0	0	0	0	0	

Operarios despedidos	0	0	0	0	0	0	
Operarios utilizados	40	40	40	40	40	40	40
Kilogramos producidos	520000	480000	540000	460000	520000	500000	3020000
Kilogramos disponibles	535000	507778	540021	491729	520000	510638	3105166
Inventario	27778	21	31729	0	10638	741	70906
Kilogramos faltantes	0	0	0	17098	0	0	17098
<b>COSTOS:</b>							
Costo de contrato	S/ 2,500.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 2,500.00
Costo de despido	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
Por mano de obra	S/ 46,800.00	S/ 43,200.00	S/ 48,600.00	S/ 41,400.00	S/ 46,800.00	S/ 45,000.00	S/ 271,800.00
Por almacenar	S/ 2,500.02	S/ 1.89	S/ 2,855.60	S/ 0.00	S/ 957.41	S/ 66.66	S/ 6,381.57
Por faltantes	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 30,776.77	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 30,776.77

Total	S/	S/	S/	S/	S/	S/	<b>S/ 311,458.34</b>
	51,800.02	43,201.89	51,455.60	72,176.77	47,757.41	45,066.66	

Fuente propia del autor

**Tabla 13. Estrategia Mixta**

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Total
Días Laborables	26	24	27	23	26	25	151
Demanda (unid)	507222	507757	508292	508827	509362	509897	3051357.571
Kilogramos por operario	13000	12000	13500	11500	13000	12500	75500
Operarios requeridos	39	42	38	44	39	41	41
Operarios actuales	30	39	42	38	44	39	
Operarios contratados	9	3	0	6	0	2	
Operarios despedidos	0	0	4	0	5	0	
Operarios utilizados	39	42	38	44	39	41	41
Kilogramos producidos	507000	504000	513000	506000	507000	512500	3049500
Kilogramos disponibles	522000	518778	524021	521729	519902	523040	3129469
Inventario	14778	11021	15729	12902	10540	13142	78112

Kilogramos en horas extras	0	0	0	0	0	0	0
Horas extras totales	0	0	0	0	0	0	0
Horas extras operario/mes	0	0	0	0	0	0	0

**COSTOS:**

Costo de contrato	S/ 2,250.00	S/ 750.00	S/ 0.00	S/ 1,500.00	S/ 0.00	S/ 500.00	S/ 5,000.00
Costo de despido	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 1,400.00	S/ 0.00	S/ 1,750.00	S/ 0.00	S/ 3,150.00
Por mano de obra	S/ 45,630.00	S/ 45,360.00	S/ 46,170.00	S/ 45,540.00	S/ 45,630.00	S/ 46,125.00	S/ 274,455.00
Por almacenar	S/ 1,330.02	S/ 991.89	S/ 1,415.60	S/ 1,161.16	S/ 948.57	S/ 1,182.82	S/ 7,030.06
Por horas extras	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
<b>Total</b>	<b>S/ 49,210.02</b>	<b>S/ 47,101.89</b>	<b>S/ 48,985.60</b>	<b>S/ 48,201.16</b>	<b>S/ 48,328.57</b>	<b>S/ 47,807.82</b>	<b>S/ 289,635.06</b>

**Tabla 14. Resumen de Costo Total de Estrategias**

Resumen	
Persecución	S/ 306,254.00
Nivelación	S/ 311,458.34
Mixta	S/ 289,635.06

Fuente propia del autor

Como se observa en la tabla 14, la estrategia que tiene menor costo es la estrategia mixta, la cual se aplicará.

### Cálculo de indicadores después de aplicar la propuesta

**Tabla 15. Productividad de materia prima después de la aplicación de la propuesta**

Mes	Arroz (kg)	Materia prima (kg)	Productividad MP
Enero	507222	586900	0.86
Febrero	507757	568500	0.89
Marzo	508292	569300	0.89
Abril	508827	585600	0.87
Mayo	509362	574200	0.89
Junio	509897	576500	0.88
Promedio	508560	576833	0.88

Fuente propia del autor

La productividad de materia prima después de aplicar la propuesta es de 0.88 kg de arroz/kg de materia prima.

**Tabla 16. Horas - Hombre al mes**

Mes	N° Trabajadores	Horas por día	Días al mes	H-H/mes
Enero	39	8	24	7488



Febrero	42	8	26	8736
Marzo	38	8	26	7904
Abril	44	8	26	9152
Mayo	39	8	25	7800
Junio	41	8	25	8200

Fuente propia del autor

En la tabla superior se muestra las horas – hombre al mes que realizarán los trabajadores de la empresa, de acuerdo a la cantidad que se necesitaron para cada mes.

**Tabla 17. Índice Combinado de productividad después de la aplicación de la propuesta**

Meses	PT	Precio		Precio Unitario	Cantidad H-H	Costo H-H	Índice combinado
		Venta Unitario	M.P				
Enero	507222	3.8	586900	1.6	7488	6	1.96
Febrero	507757	3.8	568500	1.6	8736	6	2.01
Marzo	508292	3.8	569300	1.6	7904	6	2.02
Abril	508827	3.8	585600	1.6	9152	6	1.95
Mayo	509362	3.8	574200	1.6	7800	6	2.00
Junio	509897	3.8	576500	1.6	8200	6	1.99
<b>Promedio</b>	<b>508559.60</b>	<b>3.80</b>	<b>576833.33</b>	<b>1.60</b>	<b>8213.33</b>	<b>6.00</b>	<b>1.99</b>

Fuente propia del autor

El índice combinado de productividad después de aplicar la propuesta es de 1.99.

#### Comparación de indicadores

**Tabla 18. Comparación de Indicadores antes y después de aplicar la propuesta**

Indicador	Antes	Después	Mejora
Productividad de Materia Prima	0.80	0.88	0.08

Índice Combinado de Productividad	1.78	1.99	21
Fuente propia del autor			

Como se observa en la tabla 18, el indicador de productividad de materia prima tuvo una mejora de 0.08 kg de arroz/kg de materia prima. Y el índice combinado de productividad tuvo una mejora de 22.

### Tasa de Variación de la productividad

$$TVP = \frac{P_1 - P_0}{P_0} * 100$$

Donde:

P1: Periodo 1

P0: Periodo base

$$TVP = \frac{1.99 - 1.78}{1.78} * 100 = \mathbf{12\%}$$

La productividad después de aplicar la propuesta se incrementó en 12%.

## IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Discusión

La aplicación de la planeación agregada de la producción tuvo un resultado significativo en el molino, logrando incrementar la tasa de variación de la productividad en 12%, este incremento demuestra que la estrategia del plan agregado es óptima para la empresa.

Los resultados son semejantes a los de Wibawa et al. [9], en su investigación en una industria textil, al aplicar el plan agregado de producción la productividad se incrementó en 10%, los costos totales del periodo de estudio se redujeron en 20120.18 USD, esto

evidencia que la aplicación de este método resuelve la problemática al reducir los costos por faltantes y por almacenamiento de los productos.

Por otro lado, los resultados son parecidos a los de Balderrama et al. [8], los cuales escogieron la estrategia mixta tuvo el menor costo total, reduciendo los costos por mano de obra en un 42% y de producción en un 47%. La disminución de costos se explica porque se contrata mano de obra de acuerdo a la demanda, debido a esto no existen tiempos muertos ni pérdida de actividades en la empresa.

Además, Avendeño et al. [9] presentó resultados semejantes al reducir los costos por inventarios. Ya que escogió la estrategia de persecución que le permitía producir de acuerdo a la demanda, esto implica que en los meses de menos demanda no tendrá sobrantes en almacén y por ende no incurrirá en los costos de estos. Y en los meses de mayor demanda no existirán faltantes. Al aplicar la estrategia mixta, este estudio también tuvo esos beneficios permitiendo que se redujeran los costos en almacén.

En el caso de Fallaque [10] sus resultados son semejantes a los de este estudio porque redujo el uso de materia prima en 26%, en este estudio la productividad de materia prima tuvo una mejora de 8%, esta mejora se explica debido a que existe un conocimiento exacto de las unidades a producir cada mes y eso evita que se use más materia prima de lo que sea necesario.

Por último, Liu y Yang [6] tuvieron resultados diferentes a los de este estudio, pues implementaron una estrategia de persecución, esta estrategia busca mantener la cantidad de trabajadores sin importar la demanda de cada mes. Mientras que en esta investigación, al aplicar la estrategia mixta, se despide y contrata trabajadores de acuerdo a la demanda que exista. La estrategia de nivelación fue beneficiosa para la empresa debido a que esta pertenece a un rubro de manufactura que produce artículos que necesitan mano de obra especializada por lo cual es óptimo mantener a los trabajadores en vez de despedir y contratar cada mes e incurrir en costos de capacitación, entre otros. Caso contrario a esta

investigación, debido a las actividades que realizan los operarios, se concluye que no pertenecen a un grupo de mano de obra especializada.

## **Conclusiones**

La aplicación de la planeación agregada de la producción logró incrementar la productividad en el molino de arroz en un 12%, lo cual muestra la efectividad de este plan.

El diagnóstico realizado en el molino evidenció que los principales problemas que afectan a la empresa son: inexistencia de un plan de producción y falta de estándares de producción con un porcentaje de frecuencia de 43% y 23% respectivamente.

El indicador de productividad de la materia prima del año 2022 es de 0.80 por kilogramo de arroz/kilogramos de materia prima. Y el índice combinado de productividad es de 1.78.

La planeación agregada se elaboró obteniendo el pronóstico de demanda del año 2024, el cual se realizó utilizando el método cuantitativo de Winters. Luego, se procedió a calcular cada una de las estrategias y los costos respectivos, siendo la estrategia mixta la que presentó menor costo, S/ 289,635.06.

Después de aplicar la estrategia mixta del plan agregado de producción se obtuvo que el indicador de productividad de materia prima pasó de 0.80 a 0.89 kg de arroz/kilogramo de MP. Con respecto al índice combinado de productividad se incrementó en 0.29, pasando de 1.78 a 1.99. Al calcular la tasa de variación de la productividad se obtuvo una mejora del 12%.

## **V. REFERENCIAS**

- [1] S. Irawan, H. Wijaya, A. Kartinawati, y S. T. Risyahadi, «Production Planning to Meet Maximum Demand with Forecasting and Aggregation Methods», presentado en E3S Web of Conferences, 2023. doi: 10.1051/e3sconf/202345403018.

- [2] S. R. Islam, C. Novoa, y T. Jin, «Multi-facility aggregate production planning with prosumer microgrid: A two-stage stochastic program», *J. Clean. Prod.*, vol. 367, 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.132911.
- [3] A. C. Balderrama, R. J. P. Saldana, y J. M. C. Tejada, «Model to reduce the cost of production in a bottling company using the EOQ, Linear Programming and Aggregate Planning», presentado en Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, 2022. doi: 10.18687/LEIRD2022.1.1.16.
- [4] I. C. Villafana Mego, «Case study Manufacture of cotton polo shirts and jumpers», presentado en Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, 2022. doi: 10.18687/LEIRD2022.1.1.9.
- [5] G. S. Miñan-Olivos, W. D. Simpalo-Lopez, y W. E. Castillo-Martinez, «Design and evaluation of strategies for the aggregate planning of a company dedicated to the manufacture of canned fish in Ancash - Peru», presentado en Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, 2020. doi: 10.18687/LACCEI2020.1.1.254.
- [6] J. E. Gómez-Rocha, E. S. Hernández-Gress, y C. A. Santos-Borbolla, «Improving aggregate production planning considering maximum inventory area and service level with demand uncertainty: a nearshoring context in Mexican companies», *J. Ind. Prod. Eng.*, vol. 41, n.º 5, pp. 442-455, 2024, doi: 10.1080/21681015.2024.2332632.
- [7] S. Husen Santosa, A. Prayudha Hidayat, R. Siskandar, y A. Rizkiriani, «Production Scheduling Based on Smart Forecasting Model of Bottled Mineral Water Products», presentado en E3S Web of Conferences, 2023. doi: 10.1051/e3sconf/202345403003.
- [8] M. Qasim, K. Y. Wong, y Komarudin, «A review on aggregate production planning under uncertainty: Insights from a fuzzy programming perspective», *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 128, 2024, doi: 10.1016/j.engappai.2023.107436.
- [9] A. Karimi-Zare, H. Shakouri G, A. Kazemi, y E.-S. Kim, «Aggregate production planning and energy supply management in steel industry with an onsite energy generation system:

- A multi-objective robust optimization model», *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 269, 2024, doi: 10.1016/j.ijpe.2024.109149.
- [10] L. G. Fallaque Otiniano, «Rediseño de la gestión de la producción para reducir los costos directos en la campaña de mango en una empresa agrícola en el departamento de Lambayeque, 2020», 2022, Accedido: 26 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4677>
- [11] A. P. Wibawa, W. F. Mahmudy, A. M. Rizki, G. E. Yulastuti, y I. P. Tama, «Multi-Site Aggregate Production Planning Using Particle Swarm Optimization», *J. Eng. Proj. Prod. Manag.*, vol. 12, n.º 1, pp. 62-69, 2022, doi: 10.32738/JEPPM-2022-0006.
- [12] E.-A. Attia, A. Megahed, A. AlArjani, A. Elbetar, y P. Duquenne, «Aggregate production planning considering organizational learning with case based analysis», *Ain Shams Eng. J.*, vol. 13, n.º 2, 2022, doi: 10.1016/j.asej.2021.09.002.
- [13] E. A. Campo, J. A. Cano, y R. A. Gómez-Montoya, «Optimization of aggregate production costs in textile companies», *Ingeniare*, vol. 28, n.º 3, pp. 461-475, 2020, doi: 10.4067/s0718-33052020000300461.
- [14] Rahmer, B. de Jesús, G. Saénz, Hernando, G. Solana, y J. Manuel, «Comparative analysis of aggregate planning models. The case of the colombian manufacturing companies», *Rev. Metodos Cuantitativos Para Econ. Empresa*, vol. 33, pp. 285-309, 2022, doi: 10.46661/REVMETODOSCUANTECONEMPRESA.3946.
- [15] P. K. A. Tyas, T. Bakhtiar, y B. P. Silalahi, «Analysis of Aggregate Production Planning Problem with Goal Programming Model», presentado en *Journal of Physics: Conference Series*, 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1863/1/012005.
- [16] L.-F. Liu y X.-F. Yang, «Multi-objective Aggregate Production Planning for Multiple Products: A Local Search-Based Genetic Algorithm Optimization Approach», *Int. J. Comput. Intell. Syst.*, vol. 14, n.º 1, 2021, doi: 10.1007/s44196-021-00012-1.
- [17] E. M. Avendeño Delgado, O. R. Florián Castillo, y D. Florián-Sánchez, «Application of an Optimization Model in the Aggregate Production Planning of a Textile Industry»,

presentado en Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, 2022. doi: 10.18687/LACCEI2022.1.1.226.

- [18] R. Smith Quintero, «Un enfoque de análisis multiobjetivo para la planeación agregada de producción», Red Dyna, 2006. Accedido: 10 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://elibro.net/es/lc/bibsipan/titulos/325?as\\_all=planeaci%C3%B3n\\_de\\_\\_producci%C3%B3n&as\\_all\\_op=unaccent\\_\\_icontains&prev=as](https://elibro.net/es/lc/bibsipan/titulos/325?as_all=planeaci%C3%B3n_de__producci%C3%B3n&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as)
- [19] T. F. Moreno Castro, «Plan de ventas: productos, pronósticos y presupuestos», 2023, Accedido: 10 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://elibro.net/es/lc/bibsipan/titulos/268333?as\\_all=pron%C3%B3sticos&as\\_all\\_op=unaccent\\_\\_icontains&prev=as](https://elibro.net/es/lc/bibsipan/titulos/268333?as_all=pron%C3%B3sticos&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as)
- [20] D. C. Rodríguez Moreno, *La productividad en el servicio*. Editorial UPTC, 2022. Accedido: 10 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://elibro.net/es/lc/bibsipan/titulos/231879?referrerpolicy=unsafe-url&target=\\_blank](https://elibro.net/es/lc/bibsipan/titulos/231879?referrerpolicy=unsafe-url&target=_blank)

## ANEXOS

### Anexo 1: CUESTIONARIO

Marque de acuerdo a su opinión

1. ¿Cuál considera que es el mayor desafío al que se enfrenta la planta de producción?
  - Falta de un plan de producción
  - Falta de estándares
  - Procedimientos de trabajo inadecuado
  
2. ¿Tiene la empresa, en su opinión, un plan estandarizado para gestionar el control de la producción?
  - Sí
  - No
  
3. ¿Alguna vez los productos se han quedado en inventario durante varias semanas?
  - Mucho
  - Regularmente
  - Un poco
  - Nada
  
4. ¿Alguna vez no han podido cumplir con un pedido debido a falta de productos?
  - Mucho
  - Regularmente
  - Un poco
  - Nada
  
6. ¿Ha habido casos en los que la producción se haya retrasado debido a la falta de un sistema de inventario adecuado?
  - Sí
  - A veces
  - No
  
7. ¿Con qué frecuencia se encuentra con problemas de producción dentro de la empresa?
  - Siempre
  - Casi siempre
  - A veces
  - Ocasionalmente
  - Nunca
  
8. En su opinión, ¿qué importancia tiene implementar un plan de producción formal dentro de la empresa?
  - Muy importante
  - Algo importante
  - No muy importante
  - Nada importante



## Anexo 2: Validación de Instrumentos

### Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

#### FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

**Apellidos y nombres del experto:** José Manuel Santisteban Sánchez

**Grado Académico:** Ingeniero Industrial

**Cargo e Institución:** Control de producción / Planeamiento – Empresas Mineras

**Nombre del instrumento a validar:** Cuestionario

**Autor del instrumento:** Lazo Inolopú Brenda Katherine

**Título del Proyecto de Tesis:** Planeación agregada de la producción para incrementar la productividad en un molino de arroz.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			x	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			x	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			x	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				x
Viabilidad	Es viable su aplicación				x

#### Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) ...15

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno): BUENO

**Observaciones:**

Aplicable

**Fecha:** 03/07/2024

**Firma:**



**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

**Apellidos y nombres del experto:** Winworfan G.E. Villalobos Vásquez

**Grado Académico:** Ingeniero Industrial

**Cargo e Institución:** SSOMA – Tecnología de Alimentos S.A.

**Nombre del instrumento a validar:** Cuestionario,

**Autor del instrumento:** Lazo Inolopú Brenda Katherine

**Título del Proyecto de Tesis:** Planeación agregada de la producción para incrementar la productividad en un molino de arroz.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			x	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			x	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			x	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				x

Viabilidad	Es viable su aplicación				x
------------	-------------------------	--	--	--	---

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) ...15

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno): BUENO

**Observaciones:**

Aplicable

Fecha: 03/07/2024



**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

**Apellidos y nombres del experto:** Enrique Huambo Gómez

**Grado Académico:** Ingeniero Industrial

**Cargo e Institución:** Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo

**Nombre del instrumento a validar:** Cuestionario,

**Autor del instrumento:** Lazo Inolopú Brenda Katherine

**Título del Proyecto de Tesis:** Planeación agregada de la producción para incrementar la productividad en un molino de arroz.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20

Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			X	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			X	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			X	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				X
Viabilidad	Es viable su aplicación				X

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) ...15

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno): BUENO

**Observaciones:**

Aplicable

**Fecha:** 03/07/2024

**Firma:**



Iny. Enrique Huambo Gómez  
Reg. CIP. 145267  
Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo