



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE UN MODELO PREDICTIVO AJUSTADO AL PROCESO DE MOLIENDA Y SU EFECTO EN LA RENTABILIDAD ECONÓMICA PARA UNA EMPRESA PROCESADORA DE ARROZ”

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**Autor:**

Escalante Correa, Luis Fernando Augusto

**Asesor:**

Mg. Geldres Marchena, Teodoro Alberto

Trujillo - Perú

2020

“Propuesta de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda y su efecto en la rentabilidad económica para una empresa procesadora de arroz”

## **DEDICATORIA**

*A mis padres por ser el pilar de mi vida y  
por siempre brindarme su apoyo  
incondicional.*

“Propuesta de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda y su efecto en la rentabilidad económica para una empresa procesadora de arroz”

## AGRADECIMIENTO

*Al Mg. Burgos Zavaleta, Pablo Alejandro, por la orientación y los conocimientos brindados, durante el curso Proyecto de Tesis.*

*A mi asesor Mg. Geldres Marchena, Teodoro, por los consejos y conocimientos para la culminación de esta investigación.*

*Gracias por su Amistad.*

## Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	7
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>33</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>80</b>
REFERENCIAS.....	82
ANEXOS.....	84

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clase de Granos de Arroz Pilado y Longitudes .....	12
<b>Tabla 2.</b> <i>Evolución de Pérdidas Semanales (octubre 2019 – diciembre 2019)</i> .....	13
<b>Tabla 3.</b> <i>Mínimo R2 que se puede encontrar estadísticamente significativo con una potencia 0.80 para diferentes variables independientes y tamaños muestrales</i> .....	22
<b>Tabla 4.</b> Pérdidas estimadas de las Causas Raíz .....	39
<b>Tabla 5.</b> Herramientas Propuestas de Ingeniería Industrial .....	39
<b>Tabla 6.</b> Pesos para las restricciones de la investigación .....	42
<b>Tabla 7.</b> Matriz de Priorización de Problemas .....	42
<b>Tabla 8.</b> Caracterización de las Variables .....	48
<b>Tabla 9.</b> Análisis de Varianza (ANOVA) .....	52
<b>Tabla 10.</b> Interpretación del FIV para cada coeficiente .....	53
<b>Tabla 11.</b> Análisis de Significancia Parcial.....	54
<b>Tabla 12.</b> Análisis de Significancia Parcial.....	54
<b>Tabla 13.</b> Coeficientes del modelo de regresión múltiple.....	55
<b>Tabla 14.</b> Estadísticos de Validación .....	58
<b>Tabla 15.</b> Inputs de Simulación.....	58
<b>Tabla 16.</b> Análisis de Frecuencias - Variedad de Arroz.....	59
<b>Tabla 17.</b> Análisis de Rangos – Análisis de Calidad .....	59
<b>Tabla 18.</b> Análisis de Probabilidades – Análisis de Calidad.....	59
<b>Tabla 19.</b> Análisis de Rangos - Sacos Procesados .....	60
<b>Tabla 20.</b> Análisis de Probabilidades – Sacos Procesados.....	60
<b>Tabla 21.</b> Parámetros de Simulación – Lotes Procesados.....	62
<b>Tabla 22.</b> Parámetros de Simulación – Análisis de Calidad .....	64
<b>Tabla 23.</b> Parámetros de Simulación – Regresión Lineal Múltiple .....	67
<b>Tabla 24.</b> Operacionalización de Inputs.....	69
<b>Tabla 25.</b> Resultados de la Simulación .....	70
<b>Tabla 26.</b> Variación del Margen de Utilidad Neta .....	74
<b>Tabla 27.</b> Variación del Rendimiento sobre los Activos (ROA) .....	75
<b>Tabla 28.</b> Resumen de Inversión – CR4.....	76
<b>Tabla 29.</b> Detalle de Préstamo .....	77
<b>Tabla 30.</b> Resumen del Cronograma del Servicio del Préstamo .....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Producción Mundial de Arroz. ....	10
<b>Figura 2.</b> Flujos de Producción y Comercio de Arroz Pilado en el Perú. ....	11
<b>Figura 3.</b> Producción de Arroz Pilado en el Perú por regiones. ....	11
<b>Figura 4.</b> Evolución de Pérdidas Semanales (Octubre 2019 – Diciembre 2019). ....	13
<b>Figura 5.</b> Metodología del Análisis de Regresión Múltiple. ....	20
<b>Figura 6.</b> Procedimiento de Metodología General de Investigación. ....	34
<b>Figura 7.</b> Estructura Organizacional de empresa molinera de arroz. ....	36
<b>Figura 8.</b> Diagrama Causa – Efecto de la Investigación. ....	37
<b>Figura 9.</b> Matriz de Indicadores. ....	40
<b>Figura 10.</b> Diagrama de Pareto de las pérdidas económicas de la empresa. ....	41
<b>Figura 11.</b> Indicadores de Rentabilidad 2019. ....	43
<b>Figura 12.</b> Var. del Margen de Utilidad Neta (2015-2019) ....	44
<b>Figura 13.</b> Variación del ROA (2015-2019) ....	44
<b>Figura 14.</b> Matriz de Consistencia. ....	46
<b>Figura 15.</b> Matriz de Operacionalización de Variables. ....	47
<b>Figura 16.</b> Evaluación de Supuestos de Regresión Lineal Múltiple. ....	50
<b>Figura 17.</b> Selección de Técnica de Análisis. ....	51
<b>Figura 18.</b> Análisis de Multicolinealidad de las Variables Independientes. ....	55
<b>Figura 19.</b> Prueba de Normalidad – Ajuste Lineal. ....	56
<b>Figura 20.</b> Prueba de Normalidad – Histograma. ....	57
<b>Figura 21.</b> Plantilla de Simulación. ....	61
<b>Figura 22.</b> Plantilla de Simulación - Rendimiento Real. ....	66
<b>Figura 23.</b> Muestra de Simulación – Semana 1. ....	71
<b>Figura 24.</b> Balance General Proyectado 2020. ....	72
<b>Figura 25.</b> Estado de Ganancias y Pérdidas Proyectado 2020. ....	73
<b>Figura 26.</b> Variación del Margen de Utilidad Neta 2015-2020. ....	74
<b>Figura 27.</b> Variación del ROA 2015-2020. ....	75
<b>Figura 28.</b> Flujo de Caja del Proyecto. ....	78
<b>Figura 29.</b> Indicadores de Viabilidad del Proyecto de Inversión. ....	79

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Ecuación de Regresión Múltiple .....	20
<b>Ecuación 2.</b> Coeficiente de Correlación Múltiple (R).....	27
<b>Ecuación 3.</b> Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ).....	27
<b>Ecuación 4.</b> Coeficiente de Determinación Ajustado ( $R^2_{aju}$ ).....	28
<b>Ecuación 5.</b> Rendimiento sobre los Activos Totales (ROA).....	31
<b>Ecuación 6.</b> Margen de Utilidad Neta .....	31
<b>Ecuación 7.</b> Fórmula de Tamaño de Muestra.....	48
<b>Ecuación 8.</b> Desarrollo de Tamaño de Muestra .....	49
<b>Ecuación 9.</b> Ecuación de Regresión Múltiple – Investigación.....	52

“Propuesta de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda y su efecto en la rentabilidad económica para una empresa procesadora de arroz”

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal, demostrar el efecto de la implementación de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda en la rentabilidad económica de una empresa molinera de arroz. En primera instancia, se utilizó la base de datos de las áreas de calidad y producción para modelar una ecuación de regresión múltiple, con la técnica Paso a Paso en Minitab 19, obteniendo como resultado: Rendimiento Real =  $0.001 + 0.9317 \text{Análisis de Calidad} - 0.000339 \text{ Sacos Procesados}$ ;  $R^2$  predictivo = 95.81% y PRESS = 47.5168; concluyendo que el modelo se ajusta al proceso, es significativo y tiene buena capacidad predictiva. Después, la ecuación de regresión fue simulada con Montecarlo mediante el análisis de probabilidades y rangos en M.S. Excel 19, obteniendo ingresos operacionales que ascienden a S/. 3,263,787.74 correspondiente a una mejora del 3.94% con respecto al 2019, mejorando así la rentabilidad económica de la empresa a un 9.34% en Margen de Utilidad Neta y un 15.92% en el ROA. Finalmente, se realizó el análisis financiero del proyecto obteniendo un Van Financiero de S/. 284,307.56, un TIR Financiero de 133% y un Beneficio-Costo de S/. 1.10, por lo que la propuesta de inversión es viable para la empresa.

**Palabras clave:** Proceso de Molienda de Arroz, Análisis de Calidad, Regresión Lineal Múltiple, Paso a Paso, Simulación Montecarlo, Rentabilidad Económica.

### ABSTRAC

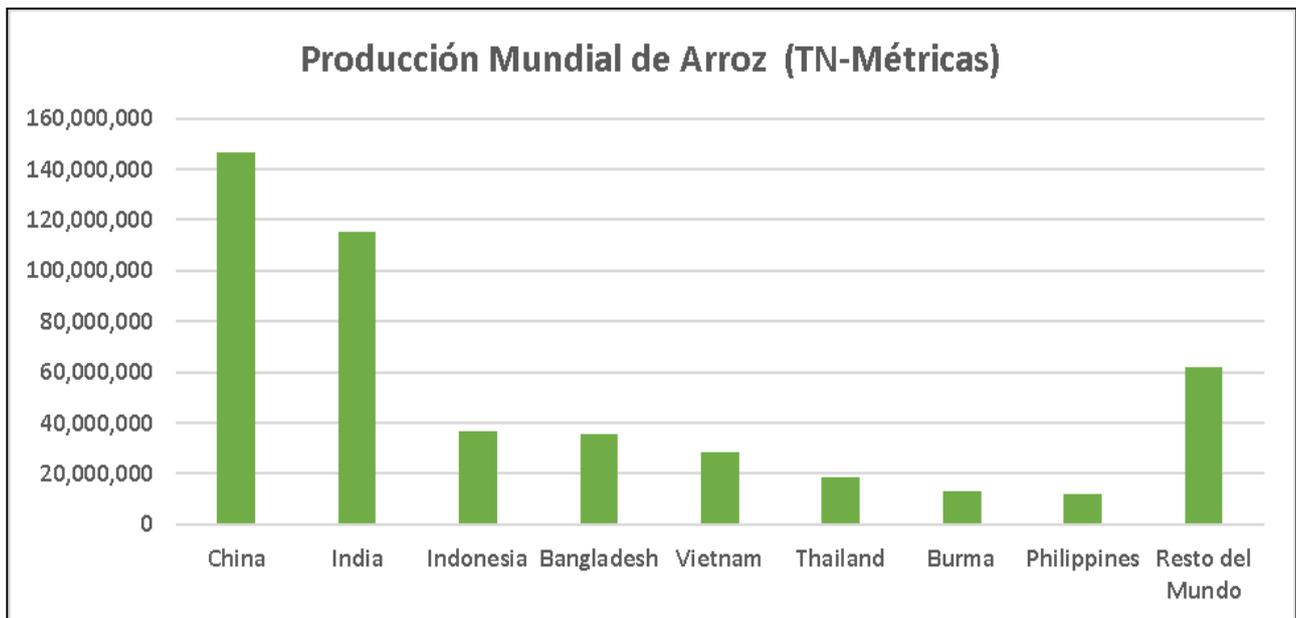
The main objective of this research was to demonstrate the effect of the implementation of a predictive model adjusted to the grinding process on the economic **profitability** of a rice milling company. In the first instance, the quality and production area database was used to model a multiple regression equation, using the Step-by-Step technique in Minitab 19, resulting in: Actual Performance =  $0.001 + 0.9317 \text{Hest Analysis} - 0.000339 \text{ Processed Sacks}$ ; Predictive  $R^2 = 95.81\%$  and PRESS = 47.5168; concluding that the model fits the process, is significant and has good predictive capacity. The regression equation was then simulated with Monte Carlo by analyzing probabilities and ranges in M.S. Excel 19, earning operational revenue amounting to S/. 3,263,787.74 corresponding to an improvement of 3.94% compared to 2019, thus improving the company's economic profitability to 9.34% in Net Profit Margin and 15.92% in the ROA. Finally, the financial analysis of the project was carried out obtaining a Financial Van of S/. 284,307.56, a Financial TIR of 133% and a Profit-Cost of S/.1.10, so the investment proposal is viable for the company.

**Keywords:** Rice Milling Process, Quality Analysis, Multiple Linear Regression, Step by Step, Monte Carlo Simulation, Economic Profitability.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La Industria de Molinería de Arroz (Cosecha, Procesamiento y Comercialización), es una de las industrias más importantes en el mundo debido a que actualmente se estima que los flujos en 2020 alcanzarán los 496.22 millones de toneladas, es decir, un 4 % más que el año pasado (FAO, 2017), siendo Asia el continente predominante de estos indicadores con China e India, como abanderados de la producción mundial, y países en crecimiento como Indonesia, Bangladesh, Vietnam, Tailandia, Birmania y Filipinas. (MINAGRI, Ministerio de Agricultura y Riego, 2019)

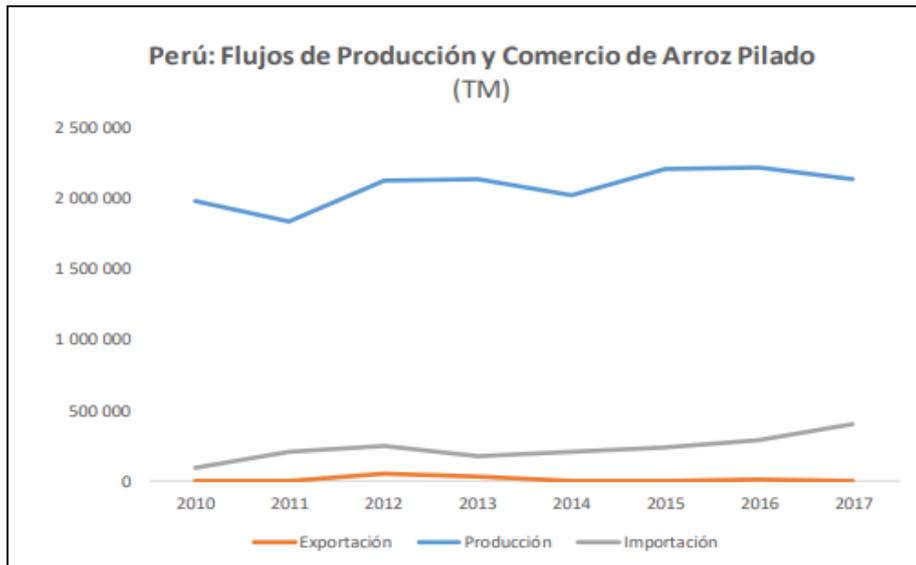


**Figura 1.** Producción Mundial de Arroz.

**Fuente:** Minagri, 2019.

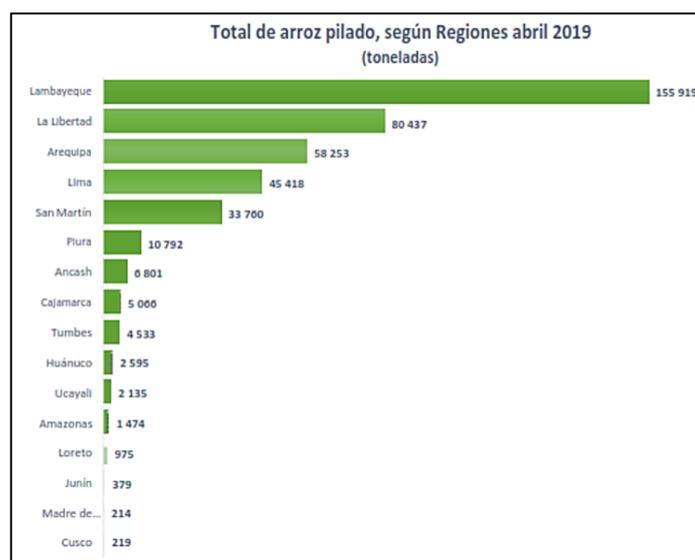
En el Perú, el arroz es uno de los principales cultivos alimenticios en el país, como la papa y el maíz y es también uno de los productos que más aporta al PBI agropecuario (9.5 %), sin embargo, en los últimos años la producción de arroz en el Perú ha crecido a un ritmo bajo, debido en parte a la movilización de inversiones hacia otros negocios agrícolas más rentables. (MINCETUR, 2018)

“Propuesta de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda y su efecto en la rentabilidad económica para una empresa procesadora de arroz”



**Figura 2.** Flujos de Producción y Comercio de Arroz Pilado en el Perú.  
**Fuente:** Mincetur, 2018

La costa del Perú es la gran aportante del arroz pilado (procesado) en el Perú, dentro de sus principales regiones se encuentran: Lambayeque, La Libertad, Arequipa y Lima; representando el 73% de la producción nacional, los cuales sirven de punto de distribución hacia todos los mercados mayoristas nacionales, siendo Lima el principal punto debido al número de habitantes. (MINAGRI, IV CENSO NACIONAL DE ARROZ: En molinos, almacenes y comercios mayoristas 2019, 2019)



**Figura 3.** Producción de Arroz Pilado en el Perú por regiones.  
**Fuente:** Minagri, 2019

Para el proceso de molienda de arroz, los factores que determinan la calidad molinera son: la capacidad del campo cultivado para producir los mayores porcentajes de grano entero y pulido, y los cuidados adecuados que se haya tenido con desde la siembra hasta cosecha. (Najar & Alvarez, 2007). Asimismo, (Aurich & Roque, 2012), considera que el porcentaje de humedad (%H) del arroz en cáscara debe ser como máximo 14%, pues dicho indicador le ofrece al grano una mayor resistencia a la fricción realizada por las máquinas descascaradoras, pulidoras y abrillantadoras de la molienda, obteniéndose granos enteros, los cuales corresponden a los que poseen más de los  $\frac{3}{4}$  del tamaño del grano, y los granos quebrados, cuyo tamaño está comprendido entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{3}{4}$  del tamaño total del grano entero. (INDECOPI, 2014)

**Tabla 1.**  
*Clase de Granos de Arroz Pilado y Longitudes*

Método de Ensayo	Clase de Grano	Longitud de Grano Entero (mm)	Longitud de Grano $\frac{3}{4}$ (mm)	Longitud de Grano $\frac{1}{2}$ (mm)
	Largo	7 - 6	5.25 – 4.5	3.5 - 3
ISO 11746	Mediano	6 - 5	4.5 – 3.75	3 – 2.5
	Corto	Menor a 5	Menor a 3.75	Menor a 2.5

Fuente: (INDECOPI, 2014)

Para las empresas molineras del Valle Jequetepeque, la determinación correcta del quebrado del arroz en cáscara que ingresa a planta sirve para obtener el monto a cobrar a los agricultores ya que el giro principal del negocio es la maquila; sin embargo, muchas veces se han obtenido resultados erróneos durante el análisis de quebrado de los lotes.

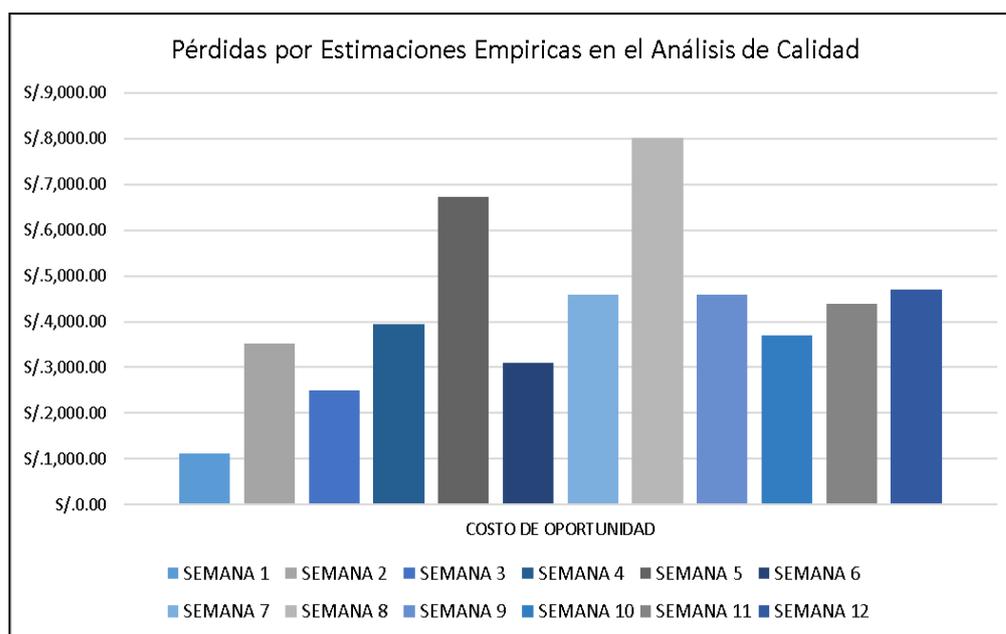
La empresa en estudio no es la excepción, utiliza una máquina de laboratorio Suzuki MT-94 que cuenta con 17 años de uso y sus resultados les están generando pérdidas del 20% por saco procesado, este error en el muestreo ha generado pérdidas de S/. 50,925.00 trimestrales, *ver Tabla 1*, pues al darse cuenta de los errores en la producción final, los agricultores se reúsan a pagar más de lo acordado, los cuales se ha visto afectado en la rentabilidad económica de la empresa.

**Tabla 2.**

*Evolución de Pérdidas Semanales (octubre 2019 – diciembre 2019)*

SEMANAS DE PRODUCCIÓN	INGRESO REAL	INGRESO ESPERADO	PÉRDIDA
SEMANA 1	S/.56,930.00	S/.58,050.00	S/.1,120.00
SEMANA 2	S/.39,080.00	S/.42,600.00	S/.3,520.00
SEMANA 3	S/.44,120.00	S/.46,620.00	S/.2,500.00
SEMANA 4	S/.41,560.00	S/.45,500.00	S/.3,940.00
SEMANA 5	S/.65,835.00	S/.72,560.00	S/.6,725.00
SEMANA 6	S/.53,320.00	S/.56,420.00	S/.3,100.00
SEMANA 7	S/.63,100.00	S/.67,700.00	S/.4,600.00
SEMANA 8	S/.74,080.00	S/.82,100.00	S/.8,020.00
SEMANA 9	S/.52,000.00	S/.56,600.00	S/.4,600.00
SEMANA 10	S/.43,100.00	S/.46,800.00	S/.3,700.00
SEMANA 11	S/.62,500.00	S/.66,900.00	S/.4,400.00
SEMANA 12	S/.85,040.00	S/.89,740.00	S/.4,700.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/.680,665.00</b>	<b>S/.731,590.00</b>	<b>S/.50,925.00</b>

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 4.** Evolución de Pérdidas Semanales (Octubre 2019 – Diciembre 2019)

**Fuente:** Empresa en estudio.

Si la empresa no implementa algún método para mitigar las pérdidas expresadas en el párrafo anterior, corre el riesgo de perder la credibilidad con sus proveedores de arroz en cáscara (agricultores) para las campañas venideras y, por consiguiente, su prestigio frente a la competencia. Otro riesgo para considerar, son las pérdidas estimadas para este año pues ascenderían hasta los S/. 200,000.00 el cual representa el 60% de las utilidades del año 2019, porque podrían generar un desbalance importante en sus finanzas existiendo el riesgo de cerrar el año 2020 con cifras negativas. Por lo que nos planteamos la siguiente interrogante ¿Cuál es el efecto de la implementación de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda en la rentabilidad económica de una empresa molinera de arroz?

La presente investigación está abocado a proponer, en el área de calidad de la empresa, un modelo matemático predictivo ajustado al proceso de molienda mediante el análisis de regresión multivariada a fin de determinar con mayor exactitud los porcentajes de quebrado (%Q) del arroz cáscara que ingresa a producción y un diseño de simulación por Montecarlo en el horizonte posterior de un (01) año calendario para demostrar su impacto en la rentabilidad económica; para ello es necesario estandarizar las prácticas en el área de calidad mediante nuevos procedimientos y guías de trabajo.

Por lo tanto, esta investigación nos permitirá conocer las potencialidades de los modelos de regresión diseñados en software durante la toma de decisiones en las industrias. También, servirá de gran apoyo para demostrar el impacto económico a mediano y largo plazo, en caso de ser bien ejercidos por las empresas, con herramientas de ingeniería industrial, como, por ejemplo: la simulación, ayudarían a planificar las estrategias y perfeccionar los planes con miras a tener siempre resultados positivos.

## 1.1.1. Antecedentes de Investigación:

### 1.1.1.1. Antecedentes Internacionales

(Forero & Martínez, 2020), su investigación titulada “Modelo de regresión lineal múltiple para el pronóstico de ventas de bolsas ecológicas para la empresa Boleco SA, en la ciudad de Bogotá”, consistió en determinar un modelo de pronóstico validado y confiable para sus ventas, para ello realizaron la formulación del modelo en el software SPSS20, obteniendo el siguiente modelo matemático:  $Y = -342239.02 + 1524.72 X_1 + 0.11 X_2 + 29286.48 X_3$ ; además de la ecuación estandarizada  $Y = 0.85 X_1 + 0.07 X_2 + 0.129 X_3$ , siendo las variables Ventas (Y), Clientes ( $X_1$ ), Costo de Ventas ( $X_2$ ) y Capacidad de la Bolsa ( $X_3$ ), resultando que el número de clientes tiene un peso significativo en las ventas de la empresa. Finalmente, analizaron la relación existente entre cada variable mediante las siguientes metodologías: Introducir, Paso a Paso, Hacia Adelante y Hacia Atrás; para demostrar que las variables tienen una fuerte relación entre sí, dado su alto grado significancia ( $R^2 = 88.9\%$ ) y concluyen que es viable. Dado que este último indicador es muy elevado, recomiendan que la empresa implemente el modelo presentado en la investigación para que mejoren metodología de previsión en la demanda y producción de bolsas ecológicas.

(García, y otros, 2016), en su investigación titulada “Determinación de la Humedad del Suelo (HS) mediante regresión lineal múltiple con datos TerraSAR-X”, propusieron aplicar un método simple de regresión lineal múltiple (RLM) para estimar la variación de HS en zonas de llanuras no solo a partir de la retrodispersión sino también de datos meteorológicos que representen la variabilidad de HS considerando variables tales como la precipitación (PP), la temperatura del aire ( $T_a$ ) y del suelo ( $T_s$ ), la humedad relativa del aire (HR). Obteniendo una formula  $HS = 36.744 + 1.426(T_a - T_s) + 6.655(PP) + 0.667(HR)$ , contando con coeficiente de determinación del ( $R^2 = 63.0\%$ ), concluyendo la fase de predicción del proyecto y recomendando que se analice con mayor profundidad este campo dado que se han determinado indicadores significativos que explican los sistemas de Humedad en los Suelos.

### 1.1.1.2. Antecedentes Nacionales

(Ramos, 2018) en su investigación titulada “Influencia del sistema de calidad e innovación tecnológica en los resultados enfocados en la mejora continua en la manufactura de transformadores de distribución y potencia”, realizó entrevistas fiables y validadas a 105 trabajadores de diversas empresas del sector industrial manufacturero de Lima Metropolitana dedicadas al rubro antes mencionado, basándose en la escala de Likert del uno (01) al tres (03), para cuantificar los resultados e ingresarlos como inputs en el Software SPSS20, obteniendo el siguiente modelo de regresión multivariada no estandarizado  $REMC = 1.705 + 0.394SC + 0.181 IT$  y no estandarizado  $REMC = 0.504SC + 0.279 IT$ , donde REMC es la Estimación de los Resultados Enfocados en la Mejora Continua, SC son los Sistemas de Calidad e IT es la Innovación Tecnológica; y luego de realizar el Análisis de Varianza y la Prueba de Significancia de los coeficientes de regresión concluye que dichas variables influyen positivamente ( $R^2 = 53.7\%$ ) en la Mejora Continua, siendo los sistemas de calidad quien tiene un impacto positivo fuerte y la innovación tecnológica un impacto positivo importante, apoyando los directivos de las empresas en priorizar las tomas de decisiones en materia de calidad en sus procesos y servicios para mejorar la industria.

(Alavedra, y otros, 2016), en su investigación titulada “Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013”, realizaron un diagnóstico situacional de la gestión del mantenimiento, enfocándose principalmente en los indicadores MTBF (tiempo medio entre fallas), MTTR (tiempo medio por fallas) y el comportamiento de la disponibilidad (D) de la flota, luego adaptaron la data histórica al Software SPSS20 para realizar un análisis de regresión múltiple obteniendo el siguiente modelo matemático  $D = 92.566 + 0.0110(MTBF) - 2.676(MTTR)$  y un coeficiente de determinación múltiple ( $R^2 = 62.6\%$ ), concluyendo que la variable MTTR es la que impacta negativamente en la disponibilidad de la flota, siendo un punto clave para mejorar sus procedimientos ante los mantenimientos correctivos y repotenciar su sistema preventivo ya que se ve una tendencia de ascenso, también concluye que se genere un grado de alerta dado que el 37,4% restante son dadas por cosas ajenas a la Gestión del Mantenimiento.

### 1.1.1.3. Antecedentes Locales

(Burgos, 2016), en su tesis de maestría titulado “Influencia de la atención del médico en la satisfacción de los clientes del hospital Clínica I Chapén – ESSALUD 2012”, buscó medir la satisfacción de los clientes externos y la relación con el actuar del profesional médico, para ello se basó en realizar una encuesta a 377 pacientes, con un nivel de confianza del 95% y 5% de error, luego los cuantificó los resultados bajo la escala de Likert para adaptarlos al Software EViews6, el cual elaboró el siguiente modelo de regresión múltiple:  $\text{Grado de Satisfacción} = 1.61 + 0.29\text{COM} + 0.21\text{EM} - 0.04\text{TE} + 0.22\text{SEG}$ ; siendo las Comunicación con el Paciente (COM), Empatía médico-paciente (EM), Tiempo de Espera (TE) y Seguridad y Confianza generado médico-paciente (SEG), concluyendo que si los coeficientes de las variables explicativas aumentará y el tiempo de espera afectará negativamente, brindando información importante en al rubro de servicios médicos dado que saben cuáles son los puntos críticos a atacar en caso deseen mejorar su calidad en la atención.

(Meza, 2013), en su investigación “Pronóstico para la producción de caña y azúcar terminada con un modelo de regresión lineal múltiple de dos etapas”, tuvo como objeto de estudio a la empresa Agroindustrial Casa Grande S.A.A el cual buscó crear un modelo de pronóstico en dos etapas, la primera enfocada en demostrar si los factores: edad, nitrógeno, numero de corte, tipos de suelo y estación influyen en el porcentaje de sacarosa, reductores y toneladas de azúcar, mientras que en la segunda etapa se determina si las variables de respuesta que fueron estimadas en la primera etapa influyen en la estimación de azúcar terminada. Se utilizó la técnica Stepwise (Paso a Paso) en SPSS18, obteniendo el coeficiente de determinación de 96.8% en la segunda fase, demostrando que el número de toneladas de azúcar por hectárea es influenciado significativamente por el porcentaje de sacarosa, los reductores y las toneladas de azúcar.

## **1.1.2. Como bases teóricas de la investigación se tiene:**

### **1.1.2.1.Regresión**

Desde el punto de vista de la econometría, el análisis de regresión trata del estudio de la dependencia de una variable (variable dependiente) respecto de una o más variables (variables explicativas) con el objetivo de estimar o predecir la media o valor promedio poblacional de la primera en términos de los valores conocidos o fijos (en muestras repetidas) de las segundas. (Gujarati & Porter, 2010)

(Heizer & Render, 2007), se refieren a la regresión como un modelo de previsión, donde es definido como el arte y la ciencia de predecir acontecimientos futuros, recopilando información de datos históricos y su proyección hacia el futuro con un modelo matemático. Además, teoriza a la regresión lineal como un modelo causal o asociativo porque las variables a introducir en el modelo matemático pueden influir en el número a predecir.

En la Ingeniería Industrial, se consideran que las previsiones (regresión) son vitales para toda organización dado que es la base de la planificación corporativa a largo plazo y genera competitividad. Estas provisiones apoyan a todas las áreas funcionales para el logro de objetivos, por ejemplo: al área de marketing dado que depende del pronóstico de ventas para la planificación de sus productos, al área de producción en la planificación de las capacidades, producción e inventarios, al área de contabilidad y finanzas para la buena planificación de presupuestos y ejercer un control de costos. (Chase & Jacobs, 2018)

Existen 2 modelos de análisis de regresión: el análisis regresión lineal simple es aplicable cuando se desea ajustar un modelo lineal al relacionar una variable independiente con el valor de una sola variable dependiente, pero cuando en el interfieren más variables independientes con tendencia lineal se utiliza el segundo modelo que es la regresión lineal múltiple. (Navidi, 2006). No obstante, es aconsejable que se realice un pronóstico con regresión múltiple para hacer estudios avanzados, pues se aproximan más a situaciones de análisis real (Rodríguez & Mora, 2001), considerando factores económicos, tendencias de productos, factores de crecimiento y competencia, así como otras variables y debe ajustarse para que refleje su influencia de cada uno. (Chase & Jacobs, 2018)

### 1.1.2.2. Regresión Lineal Múltiple

“La regresión múltiple es el método de análisis apropiado cuando el problema del investigador incluye una única variable métrica dependiente que se supone está relacionada con una o más variables métricas independientes. El objetivo del análisis de la regresión múltiple es predecir los cambios en la variable dependiente en respuesta a cambios en varias de las variables independientes. Este objetivo se consigue muy a menudo a través de la regla estadística de los mínimos cuadrados”. (Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1999)

Según (Heizer & Render, 2007), es una previsión causal (Y) con más de una variable independiente (X), es decir que las variables  $X_i$  representan la influencia de cada parámetro estudiado en cada predicción  $\gamma$ . (Chase & Jacobs, 2018)

El análisis de regresión múltiple se adapta al siguiente modelo matemático:

$$\gamma = b_0 + b_1 * X_1 + b_2 * X_2 + \dots + b_n * X_n + \varepsilon \quad (1)$$

Donde:

$\gamma$  : Representa la variable dependiente

$X_i$ : Representa las variables independientes

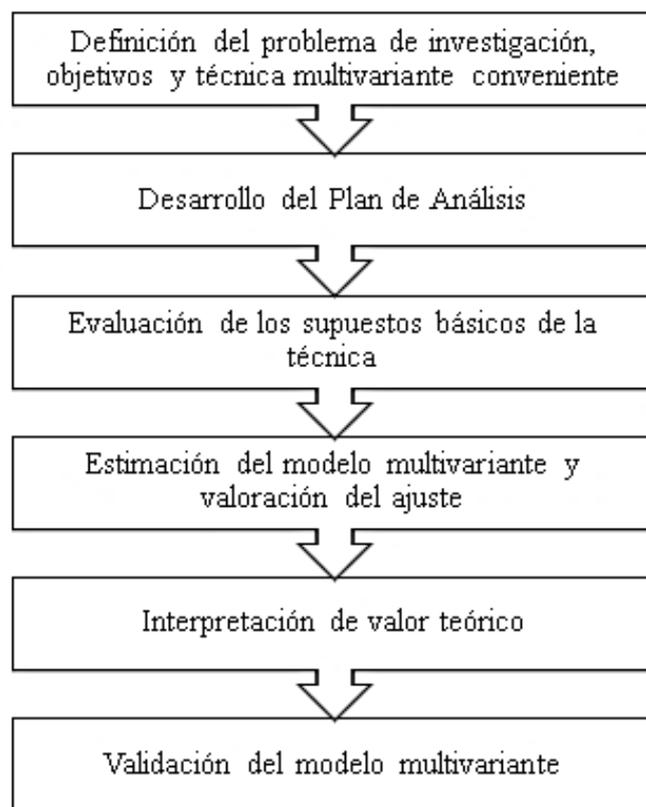
$b_i$ : Coeficientes para las variables  $X_i$

$\varepsilon$  : Representa el error del modelo predictivo

### 1.1.2.3. Metodología del Análisis de Regresión Múltiple

(Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1999), diseñan un proceso de modelización en seis (06) pasos, como metodología general para desarrollar, interpretar y validar un análisis multivariante. Ver *figura 5*. Dicho modelo está condicionado a criterio del investigador para que desarrolle su propio criterio de aceptación.

#### Metodología Análisis de Regresión Múltiple



**Figura 5.** Metodología del Análisis de Regresión Múltiple

**Fuente:** J. Hair, R. Anderson, R. Tatham & W. Black. *Análisis Multivariante*, 1999.

### **1.1.2.3.1. Definir del Problema, objetivos y Técnica multivariante**

#### **1.1.2.3.1.1. Problema y Realidad Problemática**

(Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1999), consideran importante apartado porque establece el punto de partida para la investigación de carácter de análisis multivariante. Además, se consideran que las herramientas analíticas de la calidad son básicas para la identificación de problemas que apoyan al desarrollo, es por ello que ilustran a los diagramas de causa y efecto pues muestran las relaciones propuestas hipotéticamente entre causas potenciales y problema que se estudia, además consideran que las gráficas de Pareto desglosan los problemas en las contribuciones relativas de sus componentes, dado hacen referencia a que un gran porcentaje de los problemas se debe a un pequeño porcentaje de causas, 80 - 20. (Chase & Jacobs, 2018)

Como datos adicionales, se contará con sustentos económicos como, por ejemplo: las pérdidas monetarias del problema y el impacto económico que está generando en la empresa.

#### **1.1.2.3.1.2. Selección de las Variables**

(Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018) infieren en la realización de una matriz de congruencia (Consistencia), dado que permiten integrar las diferentes partes del documento dado que es indispensable que existan vinculación y coherencia entre ellas. Para ello se tiene cuenta como alternativa el diseño de un esquema global para poder definir claramente las variables de investigación, claves para determinar los factores necesarios en la regresión lineal múltiple.

#### **1.1.2.3.1.3. Características de las Variables**

Según (Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1999) , recomiendan el uso analítico y subjetivo del investigador, teniendo en cuenta los objetivos y las dimensiones de la variable dependiente a pronosticar.

### 1.1.2.3.2. Desarrollo del Plan de análisis

#### 1.1.2.3.2.1. Tamaño Muestral y Potencia Estadística

(Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1999), consideran que la buena determinación del tamaño muestral para la recogida de datos ayudará una buena prueba de significación  $R^2$  para la validación de nuestro modelo de regresión, el dato a priori es una probabilidad a lo que se denomina Potencia de la Regresión Múltiple.

Es importante mencionar que en todo análisis de regresión múltiple se debe contar con un mínimo de 20 observaciones por cada variable independiente. *Ver tabla 3.*

**Tabla 3.**

*Mínimo  $R^2$  que se puede encontrar estadísticamente significativo con una potencia 0.80 para diferentes variables independientes y tamaños muestrales*

<i>Tamaño muestral</i>	<i>Nivel de significación = 0,01</i>				<i>Nivel de significación = 0,05</i>			
	<i>Número de variables independientes</i>				<i>Número de variables independientes</i>			
	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>
20	45	56	71	NA	39	48	64	NA
50	23	29	36	49	19	23	29	42
100	13	16	20	26	10	12	15	21
250	5	7	8	11	4	5	6	8
500	3	3	4	6	3	4	5	9
1000	1	2	2	3	1	1	2	2

NA = No Aplicable

*Fuente:* J. Hair, R. Anderson, R. Tatham & W. Black. *Análisis Multivariante*, 1999.

### **1.1.2.3.3. Evaluación de los supuestos básicos de la técnica multivariante**

Según (Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1999), mencionan en su libro evaluar el cumplimiento de supuestos de las variables del modelo, enfocándose en el valor teórico y su relación con la variable dependiente. La evaluación de los supuestos de regresión es esencial para todo análisis de regresión múltiple, dado que muestra el comportamiento de los residuos (diferencia entre los valores observados y las predicciones de la variable dependiente) enfocados en: Linealidad, Independencia, Normalidad y Varianza constante de error.

Además, (Forero & Martínez, 2020), mencionan la importancia de su cumplimiento pues lo validan el modelo desde una primera parte de manera preliminar.

#### **1.1.2.3.3.1. Linealidad:**

“La relación que existe entre cada una de las variables independiente u la variable dependiente debe ser lineal. En el modelo de regresión lineal múltiple los diagramas de dispersión ayudan a verificar el cumplimiento de dicho supuesto”. (Forero & Martínez, 2020)

#### **1.1.2.3.3.2. Varianza Constante del Error:**

“Para este supuesto la variación de los residuos debe ser uniforme a lo largo de los valores pronosticados. Esto implica que el tamaño de los residuos es independiente del de los valores que han sido pronosticados. Para comprobar esto se realiza el diagrama de dispersión”. (Forero & Martínez, 2020)

#### **1.1.2.3.3.3. Independencia:**

“Los residuos se comportan como una variable aleatoria por lo cual son independientes entre sí de las variables independientes y de los pronósticos si no se cumplieres este supuesto se produce el problema de la autocorrelación”. (Forero & Martínez, 2020)

#### **1.1.2.3.3.4. Normalidad:**

Para el cumplimiento de este valor, se debe demostrar que los residuos siguen una distribución normal. (Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1999). Para demostrar dicho cumplimiento se puede realizar distintas pruebas, por ejemplo: Histograma, Prueba de Shapiro-Wilk, Prueba de Kolmogorov, etc. (Forero & Martínez, 2020).

### **1.1.2.3.3.5. Estimación del modelo multivariante y valoración del modelo de ajuste**

#### **1.1.2.3.3.5.1. Selección de Técnica de Análisis**

(Forero & Martínez, 2020), mencionan que es importante realizar un análisis descriptivo entre las variables pues la relación debe ser lineal para ello se debe graficar cada variable independiente con la dependiente. Además, que se cuentan con 3 modelos de análisis para las variables las variables y selección hacia adelante, eliminación hacia atrás y selección paso a paso.

##### **1.1.2.3.3.5.1.1. Selección hacia Adelante:**

“Este método comienza con un modelo vacío, o incluye los términos especificados para incluir en el modelo inicial o en cada modelo. Entonces, se agregan los términos más significativos para cada paso y se detiene cuando todas las variables que no están en el modelo poseen valores  $p$  y son mayores que el valor Alfa a entrar especificado.” (Minitab, 2020)

##### **1.1.2.3.3.5.1.2. Eliminación hacia atrás:**

“Este método comienza con todos los términos posibles en el modelo y elimina el término significativo para cada paso. El análisis se detiene cuando todas las variables del modelo tienen valores  $p$  que son menores que o iguales al valor Alfa a retirar especificado. (Minitab, 2020)

##### **1.1.2.3.3.5.1.3. Paso a Paso (Stepwise):**

“Este método comienza con un modelo vacío, o incluye los términos especificados para incluirlos en el modelo inicial o en cada modelo. Entonces, se agrega o elimina un término para cada paso. Se pueden especificar los términos para incluir en el modelo inicial o para forzarlos en cada modelo. El análisis se detiene cuando todas las variables que no están en el modelo poseen valores  $p$  mayores que el valor Alfa a entrar especificado y cuando todas las variables en el modelo tienen valores  $p$  que son menores que o iguales al valor Alfa a retirar especificado.” (Minitab, 2020)

“La tolerancia o valor alfa ( $T$ ) de una variables en un paso cualquiera del análisis Stepwise es la proporción de su varianza intragrupo no explicada por otras variables del análisis ( $1-R^2$ ). Antes de incluir una variable en el modelo se comprueba que su tolerancia es superior al nivel fijado. Si el valor de la tolerancia de una de las variables independientes es próximo a 0, podemos pensar que ésta

es una combinación lineal del resto de variables, sin embargo, si el T se aproxima a 1, la variable en cuestión puede reducir parte de la varianza no explicada por el resto de las variables. Se excluyen del modelo las variables que presentan una tolerancia pequeña”. (Rodríguez & Mora, 2001)

#### 1.1.2.3.3.5.1.4.Cp. de Mallows:

“Ayuda para elegir entre múltiple modelos de regresión. Ayuda a alcanzar un equilibrio importante con el número de predictores en el modelo. Compara la precisión y el sesgo del modelo completo con modelos que incluyen un subconjunto de los predictores..., un valor del Cp. de Mallows pequeño indica que el modelo es relativamente preciso (tiene una varianza pequeña) para estimar los coeficientes de regresión verdaderos y pronosticar futuras respuestas”. (Minitab, 2020)

### 1.1.2.3.4. Prueba de Significación del Modelo

#### 1.1.2.3.4.1.Prueba de Significancia Global

(Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1999), mencionan que “para contrastar la hipótesis de que la cantidad de variación explicada por el modelo de regresión es más que la variación explicada por la media, es decir  $R^2$  es mayor que cero, y para ello se utiliza el ratio  $F$ ”.

$$Ratio F = \frac{\frac{Suma\ de\ los\ errores\ al\ cuadrado_{regresión}}{Grados\ de\ libertad_{regresión}}}{\frac{Sumas\ de\ los\ errores\ al\ cuadrado_{total}}{Grados\ de\ libertad_{residuos}}}$$

Donde:

**Grados de libertad**<sub>regresión</sub> = Número de coeficientes estimados (incluida la constante) – 1

**Grados de libertad**<sub>residuos</sub> = Tamaño muestral – número de los coeficientes estimados (incluida la constante).

#### 1.1.2.3.4.2. Prueba de Significancia Parcial

(Rodríguez & Mora, 2001), afirman que, para obtener un modelo significativo y ajustado a los parámetros independientes se debe analizar los coeficientes de cada ecuación de regresión obtenida de los 3 modelos desarrollados anteriormente, y seleccionar al modelo que obtenga los mejores indicadores.

Según (Forero & Martínez, 2020) los indicadores para tener en cuenta son:

##### 1.1.2.3.4.2.1. Coeficiente de Correlación Múltiple (R):

“Se le denomina múltiple porque es una correlación multivariante, es decir, entre muchas variables; en el análisis de correlación hay bivariados, que es solo entre dos variables, llamada de Pearson, La correlación múltiple en términos porcentuales indica el poder de asociación o relación que tienen las variables independientes (las X) con la dependiente (Y).”

La fórmula que presentan en su investigación es la siguiente:

$$R_{y|X_1X_2,\dots,X_k} = \sqrt{R^2} \quad (2)$$

Donde:

$R_{y|X_1X_2,\dots,X_k}$ : es la correlación de Y con las de X.

$R^2$ : es el coeficiente de determinación

##### 1.1.2.3.4.2.2. Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ):

“Indica en términos porcentuales la variabilidad que tiene la variable dependiente y la cantidad que fue captada o explicada en forma lineal por las variables independientes”.

La fórmula que presentan en su investigación es la siguiente:

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} = \frac{SSR}{SST} \quad (3)$$

Donde:

**SSR:** Es la varianza explicada

**SST:** Es la varianza total

**SSE:** Es la variación no explicada

### Interpretación

“Mientras mayor sea el valor de  $R^2$ , mejor se ajustará el modelo a los datos. El  $R^2$  siempre está entre 0% y 100%.”. (Minitab, 2020)

#### 1.1.2.3.4.2.3. Coeficiente de Determinación Ajustado ( $R^2_{aju}$ ):

“También denominado coeficiente de determinación ajustado; indica en términos porcentuales cuanta variabilidad de la variable dependiente fue captada por la ecuación, pero ajustada o corregida por los grados de libertad”.

La fórmula que presentan en su investigación es la siguiente:

$$(R^2_{aju}) = \left[ R^2 - \frac{k}{n-1} \right] \left[ \frac{n-1}{n-p} \right] \quad (4)$$

Donde:

$R^2$ : es el coeficiente de determinación

$n$ : es el número de datos

$p$ : es número de parámetros en el análisis  $p=k+1$ , donde  $k$  es el número de variables independientes.

$k$ : es el número de variables independientes.

### Interpretación

“Utilice el  $R^2$  ajustado cuando desee comparar modelos que tengan diferentes números de predictores. El  $R^2$  siempre aumenta cuando se agrega un predictor al modelo, incluso cuando no haya una mejora real en el modelo. El valor de  $R^2$  ajustado incorpora el número de predictores del modelo para ayudar a elegir el modelo correcto”. (Minitab, 2020)

#### 1.1.2.3.5. Interpretar el valor teórico

Consiste en evaluar los coeficientes de regresión y su explicación para un correcto análisis de la variable dependiente, viendo las potencialidades de cada variable y su significancia estadística. (Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1999)

#### **1.1.2.3.5.1. Análisis de coeficientes de regresión**

“Nos indica el número de unidades que aumentará la variable dependiente o criterio por cada unidad que aumente la variable independiente”. (Rodríguez & Mora, 2001)

#### **1.1.2.3.5.2. Análisis de coeficientes estandarizados (beta)**

“Es el coeficiente que expresa la pendiente de la recta de regresión en caso de que todas las variables estén transformadas en puntuaciones Z”. (Rodríguez & Mora, 2001)

#### **1.1.2.3.5.3. Análisis de Multicolinealidad**

(Forero & Martínez, 2020), mencionan que la colinealidad entre variables independientes es un problema, dado que interferiría en la estabilidad de los coeficientes de relación y en el modelo matemático mismo, por lo que se recomienda que sean dependientes entre sí.

Para identificar la colinealidad se debe hacer uso de una matriz de correlación de las variables independientes. (Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1999)

#### **1.1.2.3.6. Validación del modelo multivariante**

##### **1.1.2.3.6.1. Contrastación de los Supuestos de Regresión**

“Con las variables seleccionadas y los coeficientes de regresión estimados, se debe evaluar el modelo estimado a la hora de cumplir con los supuestos subyacentes en la regresión múltiple, mencionados en el apartado 3.3, ..., además de las variables, el valor teórico de la regresión también debe cumplir con los supuestos” (Forero & Martínez, 2020)

##### **1.1.2.3.6.2. Estadístico PRESS**

Con el fin de validar el modelo se recomienda utilizar el estadístico PRESS, (Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1999), “que es una medida de la desviación entre los valores ajustados y los valores observados. PRESS es similar a la suma de cuadrados del error residual (SSE), que es la suma de residuos cuadrados. Sin embargo, PRESS utiliza un cálculo diferente para los residuos. La fórmula utilizada para calcular PRESS es equivalente a eliminar sistemáticamente cada una de las observaciones del conjunto de datos, estimando la ecuación de

regresión y determinando hasta qué punto el modelo predice la observación eliminada”. (Minitab, 2020)

### **Interpretación**

“Mientras más pequeño sea el valor de PRESS, mejor capacidad de predicción tendrá el modelo”. (Minitab, 2020)

#### **1.1.2.3.6.3. Estadístico $R^2$ pronosticado**

“El  $R^2$  pronosticado se calcula con una fórmula que equivale a eliminar sistemáticamente cada una de las observaciones del conjunto de datos, estimando la ecuación de regresión y determinando hasta qué punto el modelo predice la observación eliminada. El valor del  $R^2$  de predicción varía entre 0 y 100 %.”. (Minitab, 2020)

### **Interpretación**

“Para determinar qué tan bien el modelo predice la respuesta para nuevas observaciones. Los modelos que tienen valores más grandes de  $R^2$  pronosticado tienen mejor capacidad de predicción.

Un  $R^2$  pronosticado que sea sustancialmente menor que el  $R^2$  puede indicar que el modelo está sobre ajustado. Un modelo sobre ajustado se produce cuando se agregan términos para efectos que no son importantes en la población. El modelo se adapta a los datos de la muestra y, por lo tanto, es posible que no sea útil para hacer predicciones acerca de la población.

El  $R^2$  pronosticado también puede ser más útil que el  $R^2$  ajustado para comparar modelos, porque se calcula con observaciones que no se incluyen en el cálculo del modelo”. (Minitab, 2020)

#### **1.1.2.4. Rentabilidad Económica:**

(Forero, Bohórquez, & Lozano, 2008) mencionan que este grupo de razones financieras son las que apoyan al empresario a tener una visión amplia de todos los factores que inciden, favorable o desfavorablemente en el proceso de generación de valor de la empresa, cuyo principal indicador para medir es el Rendimiento sobre los activos (ROA).

#### **1.1.2.4.1. Rendimiento sobre los Activos Totales (ROA):**

“Mide la eficacia integral de la administración para generar utilidades con sus activos disponibles. Canto más alto es el rendimiento sobre los activos totales de la empresa, mejor”. (Gitman & Zutter, 2012)

En su libro, referencia a este indicador con la siguiente fórmula:

$$ROA = \frac{\text{Ganancias disp.para acc.comunes}}{\text{Activos Totales}} * 100\% \quad (5)$$

#### **1.1.2.4.2. Margen de Utilidad Neta:**

“Mide el porcentaje que queda de cada dólar de ventas después de que se dedujeron todos los costos y gastos, incluyendo intereses, impuestos y dividendos de acciones preferentes. Cuánto más alto es el margen de utilidad neta de la empresa, mejor”. (Gitman & Zutter, 2012)

En su libro, referencia a este indicador con la siguiente fórmula:

$$\text{Margen de U. Neta} = \frac{\text{Ganancias disp.para acc.comunes}}{\text{Ventas}} * 100\% \quad (6)$$

#### **1.1.2.5.Relación Calidad y Rentabilidad Económica**

“La calidad impacta de manera positiva la rentabilidad de la organización, y el principal indicador financiero en el cual se evidencia dicho impacto es el ROA – Rentabilidad Operativa del Activo. Aspecto de gran importancia, por cuanto es el ROA, uno de los principales medidores del desempeño empresarial, por cuanto habla de la capacidad de generar renta ejecutando la actividad económica de la organización.” (Forero, Bohórquez, & Lozano, 2008)

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el efecto de la implementación de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda en la rentabilidad económica de una empresa molinera de arroz?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Demostrar el efecto de la implementación de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda en la rentabilidad económica de una empresa molinera de arroz.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico situacional de la empresa molinera de arroz para determinar las pérdidas económicas y el impacto en su rentabilidad 2019.
- Validar un modelo de regresión múltiple significativo y ajustado al proceso de molienda para mejorar los resultados del análisis de calidad.
- Simular escenarios mediante Montecarlo que nos permita obtener a priori los ingresos esperados para el año 2020.
- Determinar la variabilidad del rendimiento económico de la empresa molinera de arroz.
- Evaluar económica y financieramente el proyecto propuesto, para demostrar su viabilidad.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

La implementación de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda produce un efecto positivo en la rentabilidad económica una la empresa molinera.

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- Se logró realizar un diagnóstico situacional de la empresa molinera de arroz y se determinó pérdidas económicas que generan impacto en su rentabilidad.
- Se validó un modelo de regresión múltiple significativo y ajustado al proceso de molienda para mejorar los resultados del análisis de calidad, siguiendo la metodología citada.
- Se simularon con éxito los escenarios mediante Montecarlo y nos permitió obtener a priori los ingresos esperados para el año 2020.
- Se determinó la variabilidad del rendimiento económico de la empresa molinera de arroz, en donde se ve una mejora sustancial.
- Se evaluó económica y financieramente el proyecto propuesto, siendo rentable llevar a cabo el proyecto.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

Por su naturaleza es basada en ciencia formal.

Por su diseño es propositiva.

### **2.2. Población y muestra**

#### **2.2.1. Población**

Corresponde a la base de datos de calidad y producción de la empresa durante el año 2019.

#### **2.2.2. Muestra**

corresponde a los datos de calidad y producción de la empresa durante el año 2019.

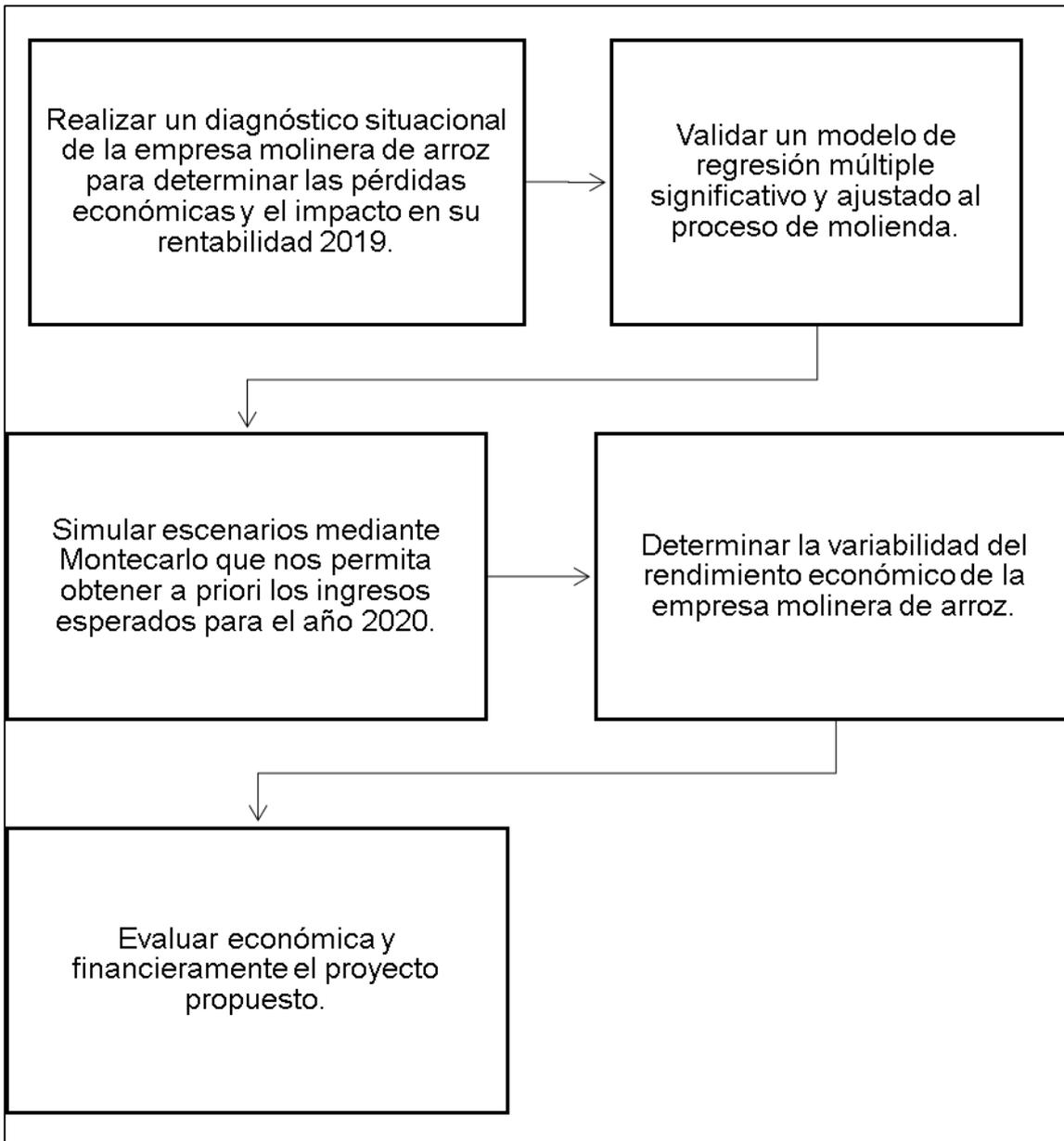
### **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

La empresa molinera de arroz brindó información correspondiente a los datos de producción y calidad durante el año 2019, para el análisis de datos se está utilizando el programa Minitab18, los cuales nos permitirá obtener el modelo predictivo validado y MS Excel para el diagnóstico y validación del proyecto.

### **2.4. Procedimiento**

La presente investigación constará de 6 pasos claves, los cuales están expresados en un diagrama de flujo y ayudarán en cumplimiento de los objetivos específicos. En la siguiente figura se detalla el flujograma de actividades.

## PROCEDIMIENTO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN



**Figura 6.** Procedimiento de Metodología General de Investigación.

**Fuente:** Adaptado de “Metodología de la Investigación” – Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018)

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Resultado N° 01: Realizar un diagnóstico situacional de la empresa molinera de arroz para determinar las pérdidas económicas y el impacto en su rentabilidad 2019.

#### 3.1.1. Descripción General de la Empresa:

La empresa molinera de arroz fue constituida el 23 de mayo del 2003; por iniciativa del Sr. Pedro Arce Mariñas y el Sr. Gonzalo Verástegui Díaz, siendo su objeto social: servicio de pilado de arroz, tratamiento y comercialización de leguminosas de granos y la comercialización de sacos de polietileno y otras.

Su visión se enfoca en: “Ser reconocidos por todos nuestros colaboradores, socios, clientes, y público en general, como la empresa líder en brindar: Servicio de Calidad en el proceso de arroz a nivel nacional”, sustentada en su misión que es: “Ser una empresa proactiva e innovadora que se especializa en la molinería de arroz”.

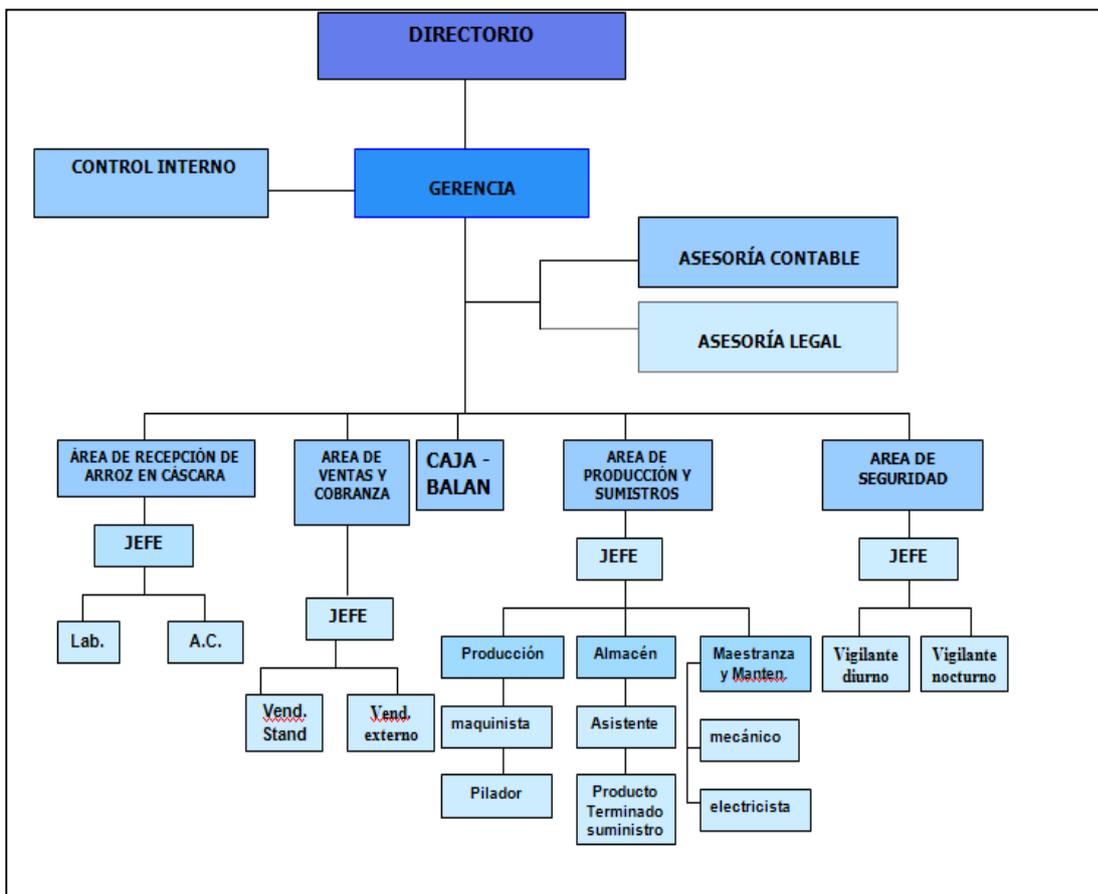
Actualmente la empresa cuenta con una capacidad de 180 sacos/hr para cumplir con el abastecimiento de todos sus clientes.

#### Referencias Tributarias:

- **Razón social:** No autorizado por la empresa.
- **RUC:** No autorizado por la empresa.
- **Dirección:** Panamericana Norte Km. 707 – Guadalupe.
- **Régimen de Imp. A la Renta:** Régimen General del Impuesto a la Renta de Tercera Categoría.
- **Impuestos y Contribuciones afectos:** Impuesto General a las Ventas (IGV 18%), Impuesto a la Renta de Tercera Categoría, Essalud, SNP.
- **Inicio de actividades:** 10-06-2003.
- **Actividad económica:** Servicios agrícolas y ganaderos.
- **CIIU:** 0140

### 3.1.2. Estructura Organizacional

La empresa molinera cuenta con 5 áreas funcionales que dependen de la gerencia general: los cuales siempre son una (01) persona por puesto de Trabajo, además cuenta con las áreas de apoyo como la Asesoría Contable y Legal, y el área de Control Interno quien trabaja a en forma coordinada con Gerencia y reportan al Directorio. En la siguiente figura se evidencia la jerarquía de la organización.

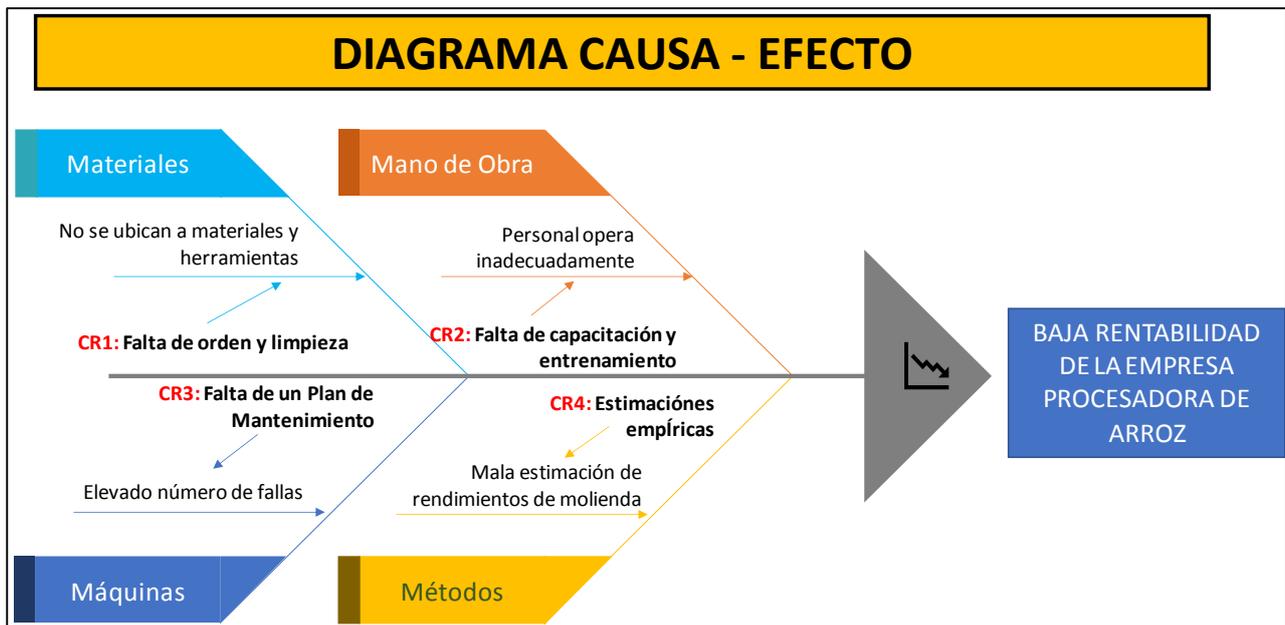


**Figura 7.** Estructura Organizacional de empresa molinera de arroz.

*Fuente: Empresa Molinera de Arroz.*

### 3.1.3. Identificación del Problema

Durante los últimos años, la empresa ha tenido un incremento en su producción sin embargo los ingresos netos percibidos no son proporcionales afectando la rentabilidad económica de la misma, por lo que se realizó la identificación del problema mediante las herramientas claves de la Calidad, y para ello se procedió a realizar el diagrama causa efecto (Ishikawa) analizando las diferentes áreas de la empresa. *Ver figura N°8.*



**Figura 8.** Diagrama Causa – Efecto de la Investigación.

**Fuente:** Elaboración Propia

La Causa Raíz 1, llamada “Falta de Orden y la Limpieza” ha generado tiempos muertos durante el desarrollo de las laborales, en primer plano se detalla la ubicación de los materiales en los distintos puestos del área tales como: Maquinista con 50 horas, Auxiliar de Almacén con 89.5 horas y Estibadores con 51.5 horas, contabilizando una pérdida de S/. 1,677.45. Por otro lado, la causa raíz antes mencionada está generando un elevado número de materiales perdidos y deteriorados que influyen en el proceso productivo como, por ejemplo: Sacos de polipropileno 49 kg, rodillos verticone, hilo pabilo, cangilones, fajas, rodillos estáticos, motor, anclajes; hallando una pérdida total de S/.6,385.5, por consecuencia la perdida por esa causa raíz asciende de S/.8,062.95 en el 2019.

La Causa Raíz 2, “Falta de Capacitación y Entrenamiento” se enfoca principalmente en los problemas que el maquinista y los estibadores tienen en la ejecución de sus funciones, en este caso los Reprocesos es un tema de fundamental dado que el costo que se tiene como estándar en la empresa por reproceso es de S/. 1.30, durante el 2019 se tuvo un total de 4930 sacos reprocesados ascendiendo una pérdida de S/.6,409.00, otro punto a enfocar son las mermas por las que se incurre en el reproceso, dado que se registra 10% de pérdidas cuando el grano procesado se reprocesa, debido a las funciones de pulido y abrillantado, generando 34.5 TN de mermas que representa un total de S/.10,353.00, contabilizando un total de S/.16,762.00.

La Causa Raíz 3, “Falta de un Plan de Mantenimiento”, es un tema crítico en la empresa debido a que se cuenta con 25 máquinas y 40 motores, un punto importante son las fallas de las máquinas pues se contabilizaron un total de 86 paradas contando con un MTTR de 265 horas el cual genera una pérdida de S/. 45,011.10, los motores se analizan distinta a las máquinas debido a que en estas reparaciones se utiliza solo mano de obra interna, para esta parte la empresa registró un total de 94 paradas y un MTTR de 357.5 horas, generando pérdidas que ascienden a los S/.18,382.50, las principales fallas encontradas fueron: falta de aceite, cambio de rodamientos, engranajes y potencia eléctrica. El monto total que asciende en esta causa raíz es de S/.63,393.60.

La Causa Raíz 4, “Estimaciones Empíricas” abocada principalmente en el área de calidad, dado que es el área responsable de cotizar la materia prima que ingresa de los agricultores, dado que se manejan precios en escalas de su % de Humedad (°H) como por ejemplo: si el arroz llega con un máximo de 15% de °H su cobro por saco procesado es de S/.10.00; si excede hasta 25%, S/.8.00; si excede hasta 35%, S/.7.50; si excede a más se cobra S/.6.50. Ante lo mencionado, la empresa ha venido generando ingresos promedios semanales de S/.56,930.00, el cual representa un déficit dado que los resultados de producción del procesamiento de la planta se estima que el ingreso debió ser S/.58,050.00, en las mediciones anuales de este problema se están generando pérdidas económicas que ascienden hasta S/203,700.00 por mala estimación de humedad durante el 2019.

Todas causas raíz están generando pérdidas que ascienden a S/. 291.918.55, los cuales se ven un impacto fuerte en la rentabilidad de la empresa, en la siguiente tabla se expresan un cuadro resumen de las pérdidas que genera cada causa raíz.

**Tabla 4.**

*Pérdidas estimadas de las Causas Raíz*

<b>DIMENSIÓN</b>	<b>CAUSAS RAÍZ</b>	<b>PERDIDA</b>
Materiales	Falta de orden y limpieza	S/.8,062.95
Mano de Obra	Falta de capacitación y entrenamiento	S/.16,762.00
Máquina	Falta de un Plan de Mantenimiento	S/.63,393.60
Métodos	Estimaciones empíricas	S/.203,700.00
<b>TOTAL</b>		<b>S/.291,918.55</b>

Fuente: Elaboración Propia

Para tomar la decisión sobre qué causa raíz investigar, fue necesario buscar una solución desde la Ingeniería Industrial, para ello se empleó el análisis de todas las herramientas de Ingeniería Industrial disponibles y adaptarlas, con el fin de eliminar pérdidas monetarias. Las herramientas propuestas se encuentran en la siguiente tabla y según su análisis con la matriz de indicadores.

**Tabla 5.**

*Herramientas Propuestas de Ingeniería Industrial*

<b>DIMENSIÓN</b>	<b>PROBLEMA</b>	<b>CAUSA RAIZ</b>	<b>HERRAMIENTA PROPUESTA</b>
<b>Materiales</b>	No se ubican herramientas y materiales	Falta de orden y limpieza	5 S
<b>Mano de Obra</b>	Personal opera inadecuadamente	Falta de capacitación y entrenamiento	Plan de Capacitación
<b>Máquina</b>	Elevado número de fallas	Falta de un Plan de Mantenimiento	Mantenimiento Preventivo
<b>Métodos</b>	Mala estimación de rendimientos de molienda	Estimaciones empíricas	Análisis de Regresión Multivariada

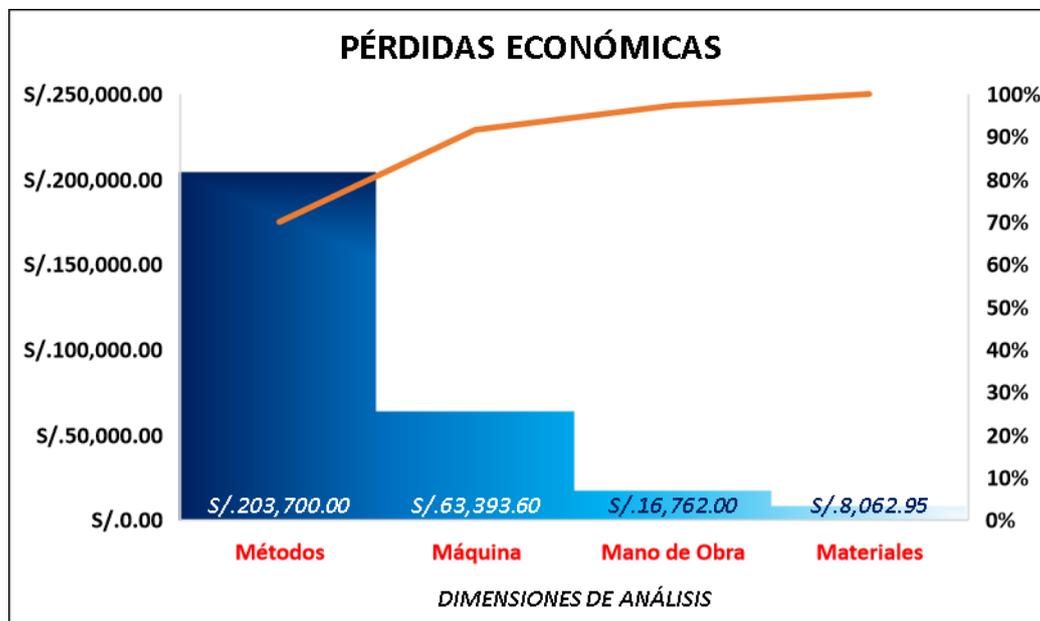
Fuente: Elaboración Propia

MATRIZ DE INDICADORES								
N° CAUSA RAIZ	PROBLEMA	CAUSA RAIZ	PERDIDA ANUAL	HERRAMIENTA DE MEJORA	AUTOR - LIBRO	INDICADOR	FORMULA	VALOR ESPERADO
CR1	No se ubican herramientas y materiales	Falta de orden y limpieza	S/.8,062.95	Lean Manufacturing - 5S	Rey, F. (2018)	Áreas limpias y ordenas (%)	(Áreas con controles y Formatos/Total de Áreas de la empresa) x 100%	100%
					Las 5S: Orden y Limpieza en el Puesto de Trabajo			
CR2	Personal opera inadecuadamente	Falta de capacitación y entrenamiento	S/.16,762.00	Plan de Capacitación	Chiavenato, I. (2020)	Trabajadores Capacitados Correctamente (%)	(Trabajadores Capacitados/Total de Trabajadores) x 100%	100%
					Administración de Recursos Humanos			
CR3	Elevado número de fallas	Falta de un plan de Mantenimiento	S/.56,361.60	Mantenimiento Preventivo	Integra Markets (2018)	Máquinas con mantenimiento preventivo (%)	(Total de máquinas con mantenimiento preventivo/Máquinas Totales) x 100%	100%
					Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial			
CR4	Mala estimación de rendimientos de molienda	Estimaciones empíricas	S/.203,700.00	Análisis de Regresión Multivariada	J. Hair, R. Anderson, R. Tatham & W. Black, (1999)	Implementación del Modelo predictivo ajustado al proceso de molienda (%)	(Total de Procedimientos realizados/ Procedimientos Totales) x 100%	100%
					Análisis Multivariante			

**Figura 9.** Matriz de Indicadores

**Fuente:** Elaboración Propia

Se realizó el análisis de Pareto para determinar cuál o cuáles de estas causas tienen un efecto directo en la empresa bajo la perspectiva del (80:20), es decir, que el 80% de las pérdidas corresponde al 20% de las causas. En la siguiente figura se evidencia las dimensiones que más impactan en la empresa.



**Figura 10.** Diagrama de Pareto de las pérdidas económicas de la empresa

**Fuente:** Empresa Molinera de Arroz

Como parte final del procedimiento se utilizó la matriz de priorización de las herramientas propuestas, el cual consistió en entrevistar al gerente general con el fin de comprender más la situación actual de la empresa y sobre todo visualizar las soluciones que necesita con urgencia, para ello se consideraron puntos como, por ejemplo: que sea menos costosa, que sea fácil de implementar y que apoye de manera directa a la producción. En la tabla N° 6, se establecieron con los pesos para ponderar las restricciones en cada uno de ellos y la tabla N° 7 representa la matriz completada con cada uno de sus pesos y ponderaciones estimadas por gerencia.

### 3.1.4. Selección de la Herramienta de Ingeniería Industrial para la solución del problema.

La herramienta seleccionada es Análisis de Regresión Multivariada, porque las pérdidas que se hallaron en la investigación ascienden a S/. 50,925.00, *ver tabla 2*, y corresponden solo a un periodo de 3 meses, y se asciende anualmente a S/.203,700.00, que en comparación del mantenimiento preventivo es de un horizonte de 12 meses y el costo es considerablemente elevado.

Esta herramienta comprende un análisis integral de los datos en el área de calidad y producción que tiene la empresa, los cuales buscan mejorar los indicadores de esa área las cuales debe reducir la variabilidad de los resultados reales de la producción de los lotes.

**Tabla 6.**

*Pesos para las restricciones de la investigación*

IMPACTO EN LA INVESTIGACIÓN	
FAVORABLE	3
MODERADO	2
NO FAVORABLE	1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 7.**

*Matriz de Priorización de Problemas*

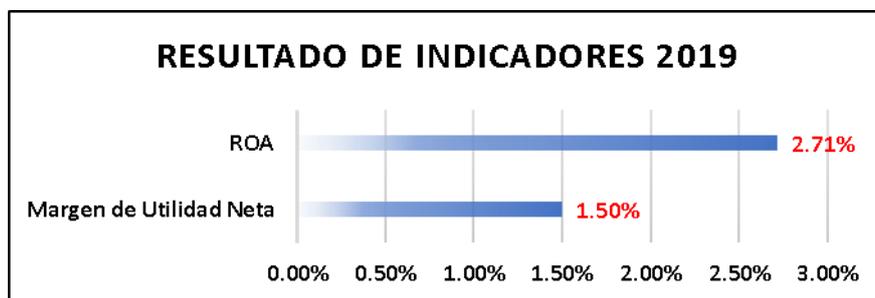
RESTRICCIONES PARA LA INVESTIGACION	PONDERACION	HERRAMIENTAS PROPUESTAS			
		5 S	Plan de Capacitación	Mtto. Preventivo	Análisis de Regresión Multivariada
Económica	0.5	3	2	1	2
Sostenibilidad	0.15	1	2	3	2
Seguridad	0.15	1	3	3	3
Tiempo de implementación	0.2	2	2	1	3
<b>TOTAL</b>		2.2	2.15	1.6	<b>2.35</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.5. Diagnostico económico de la empresa:

Es importante informar que la empresa genera sus ingresos en función a los datos de laboratorio, cobrando a los agricultores por una calidad de arroz, sin embargo, cuando los resultados reales (después de producción) fluctúan con el análisis, la empresa no puede hacer ajustes económicos dado que la negociación ya se realizó en primera instancia.

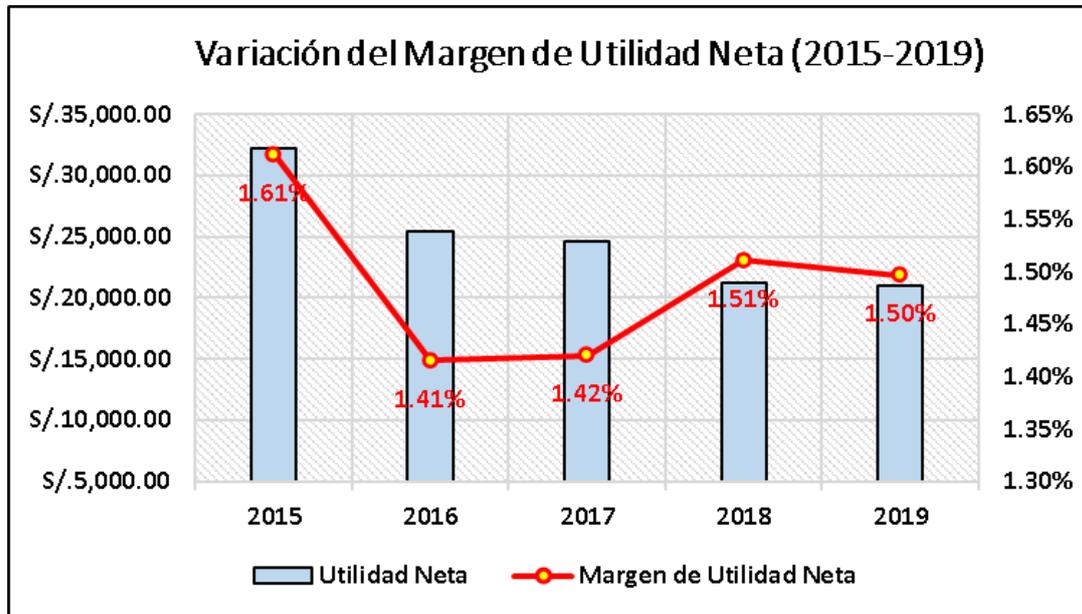
El margen de utilidad neta (M.U.N), reflejan la capacidad de generar ganancias correspondiente a sus ventas totales, no obstante, en el rubro de servicios agrícolas la media fluctúa entre 3% y 5%, siendo crítica para la empresa pues cuenta con un 1.50% y perdiendo competitividad y liderazgo en el mercado. El otro punto para enfatizar es el Rendimiento de sus Activos (ROA), su automatización en el área de producción corresponde a un 44% del total, por lo que este indicador nos ofrece un diagnostico integrales de todas las áreas involucradas para su gestión, este indicador se encuentra en un 5% en promedio de empresas del sector, sin embargo, la empresa cuenta con un 2.71%. *ver figura 11.*



**Figura 11.** Indicadores de Rentabilidad 2019.

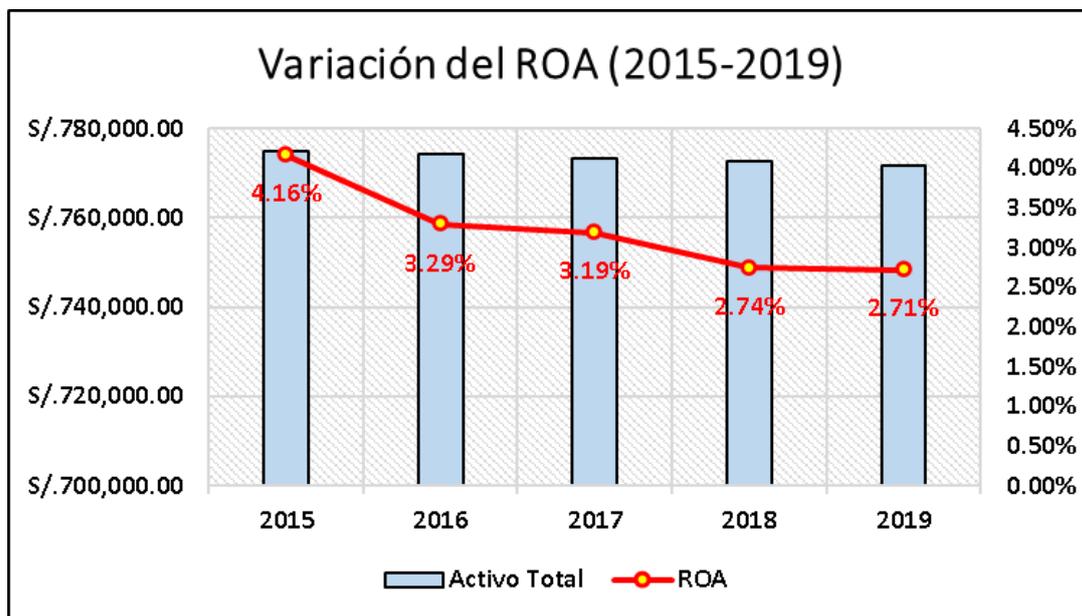
**Fuente:** Empresa Molinera de Arroz

En los últimos 5 años, la empresa molinera de arroz ha presentado variaciones importantes en los indicadores analizados, como se puede ver en la *figura 12 y 13*, la utilidad neta y el ROA de la empresa se ha visto afectada debido a la reducción de las ventas estimadas, además los costos de producción y ventas fueron los principales ejes que influenciaron en estas variaciones.



**Figura 12.** Var. del Margen de Utilidad Neta (2015-2019)

**Fuente:** Empresa Molinera de Arroz



**Figura 13.** Variación del ROA (2015-2019)

**Fuente:** Empresa Molinera de Arroz

### **3.2. Resultado N° 02: Validar un modelo de regresión múltiple significativo y ajustado al proceso de molienda.**

Para el desarrollo de esta sección se basará en la metodología sustentada en el apartado 1.3.3. *Metodología de Análisis de Regresión Múltiple.*

#### **3.2.1. Definición del Problema, Objetivos y Técnica multivariante**

- Para la definición del problema se desarrolló, en primera instancia el diagnóstico de la empresa, con las herramientas básicas de la calidad (Six Sigma), que fueron descritas paso a paso en el *apartado 3.1*. Por consiguiente, se procedió a la realización de la realidad problemática en el *apartado 1.1*, los cuales sirvieron para la identificación de nuestro problema de investigación y es: ¿Cuál es el efecto de la implementación de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda en la rentabilidad económica de una empresa molinera de arroz?
- Los objetivos de la investigación han sido diseñados en la parte final de la *sección 3*, donde el objetivo principal busca responder la pregunta de investigación antes presentada. Sin embargo, el objetivo principal de la herramienta es determinar un modelo matemático predictivo ajustado al proceso de molienda, en el área de calidad, a fin de determinar con mayor exactitud los porcentajes de quebrado (%Q) del arroz cáscara que ingresa a producción.
- Para la selección de las variables de investigación, se diseñó la matriz de consistencia para el cual sirvió para establecer un horizonte coherente de investigación, y se pudo determinar lo siguiente: variable dependiente, variable independientes, objetivos específicos, hipótesis, indicadores y diseño metodológico de investigación. *Ver figura 14.*

Es importante mencionar que algunas pautas de la matriz de consistencia han sido desarrolladas en secciones anteriores, debido al orden de la estructura metodológica empleada para su desarrollo, sin embargo, la linealidad de la investigación no se ve alterada ni influenciada.

“Propuesta de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda y su efecto en la rentabilidad económica para una empresa procesadora de arroz”

Propuesta de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda y su efecto en la rentabilidad económica de una empresa molinera de arroz				
VARIABLES	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	DISEÑO DE METODOLOGICO DE LA INVESTIGACIÓN
<b>Variable Independiente</b>	¿Cuál es el efecto de la implementación de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda en la rentabilidad económica de una empresa molinera de arroz?	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipotesis General</b>	<b>Tipo de Investigación</b>
Modelo Predictivo ajustado al proceso de molienda		Demostrar el efecto de la implementación de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda en la rentabilidad económica de una empresa molinera de arroz	La implementación de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda produce un efecto positivo en la rentabilidad económica una la empresa molinera.	Propositiva
		<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipotesis Especificas</b>	<b>Población y Muestra</b>
		Realizar un diagnóstico situacional de la empresa molinera de arroz para determinar las pérdidas económicas y el impacto en su rentabilidad 2019.	Se logró realizar un diagnóstico situacional de la empresa molinera de arroz y se determinó pérdidas económicas que generan impacto en su rentabilidad.	La población corresponde a la base de datos de calidad y producción de la empresa durante el año 2019.
<b>Variable Dependiente</b>		Validar un modelo de regresión múltiple significativo ajustado al proceso de molienda para mejorar los resultados del análisis de calidad.	Se validó un modelo de regresión múltiple significativo y ajustado al proceso de molienda para mejorar los resultados del análisis de calidad, siguiendo la metodología citada.	La muestra corresponde a los datos de calidad y producción de la empresa durante el año 2019.
		Simular escenarios mediante Montecarlo que nos permita obtener a priori los ingresos esperados para el año 2020.	Se simularon con éxito los escenarios mediante Montecarlo y nos permitió obtener a priori los ingresos esperados para el año 2020.	<b>Instrumentos de Recolección de Datos</b>
		Determinar la variabilidad del rendimiento económico de la empresa molinera de arroz.	Se determinó la variabilidad del rendimiento económico de la empresa molinera de arroz, en donde se ve una mejora sustancial.	Fichas de Producción y Fichas de Calidad
Rentabilidad Económica		Evaluar económica y financieramente el proyecto propuesto.	Se evaluó económica y financieramente el proyecto propuesto, siendo rentable llevar a cabo el proyecto.	<b>Análisis de Datos</b>
				Minitab 18 - MS. Excel

**Figura 14.** Matriz de Consistencia  
**Fuente:** Elaboración Propia

“Propuesta de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda y su efecto en la rentabilidad económica para una empresa procesadora de arroz”

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
TIPO DE VARIABLE	DESCRIPCION DE VARIABLE	INDICADORES	FORMULA	VALOR ESPERADO
Variable Independiente	Modelo Predictivo ajustado al proceso de molienda	R-cuad.	$\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$	95%
		R-cuad. (Pred)	$1 - \frac{\frac{SCR}{n-k-1}}{\frac{SCT}{n-1}}$	93%
		D. Watson	$d = \frac{\sum_{t=2}^T (e_t - e_{t+1})^2}{\sum_{t=1}^T e_t^2}$	2
		PRESS	$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{i,-i})^2$	100
Variable Dependiente	Rentabilidad Económica	Margen de Utilidad Neta	(Utilidad Neta/Ventas Totales) x 100%	5%
		ROA	(Utilidad Neta/Activo Total) x 100%	8%

**Figura 15.** Matriz de Operacionalización de Variables

**Fuente:** Elaboración Propia

- En la caracterización de variables, se tomó como base la variable independiente el cual es: Modelo Predictivo ajustado al proceso de molienda, luego se han descrito las variables de entrada para el modelo de regresión que a continuación se mostrará su descripción:
  - **% Rendimiento Real:** Esta variable corresponde al rendimiento real que tuvo el lote después de salir del proceso productivo.
  - **% Análisis de Calidad:** Esta variable corresponde el rendimiento a priori que el molino obtiene en su laboratorio para generar ingresos por cada lote a procesar.
  - **Sacos Procesados:** Esta variable indica la cantidad de sacos de arroz que contiene cada lote que va a ser procesado.
  - **Variedad de Arroz:** Esta variable define a los tipos de arroz que se van a procesar, donde los 3 más comerciales son: NIR, Tinajones y Plaza.

**Tabla 8.**

*Caracterización de las Variables*

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	TIPO DE VARIABLE
Y	% Rendimiento Real	Numérica Continua
X1	% Análisis de Calidad	Numérica Continua
X2	Sacos Procesados	Numérica Continua
X3	Variedad de Arroz	Categórica

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.2. Desarrollo del Plan de Análisis

- Para determinar el número indicado de observaciones que debemos utilizar para nuestra base de datos en Minitab, se desarrolló de la fórmula estadística del tamaño de muestra, con una significancia del 5% y se muestra en la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{E^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad (7)$$

Donde:

- **n:** Número de Muestra
- **Z:** Es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. Para esta ocasión se utilizará el 95% de confianza donde le corresponde un  $Z = 1.96$
- **N:** 127 reportes disponibles
- **P:** Proporción a favor de la hipótesis, se asume un  $P = 0.5$
- **Q:** Proporción en contra de la hipótesis, se asume un  $Q = 0.5$
- **E:** Margen de Error y se consideró un 5%

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 127}{0.05^2 * (127 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 96 \text{ reportes} \quad (8)$$

Implica que se deben seleccionar sólo 96 reportes de los 127 analizados por la empresa.

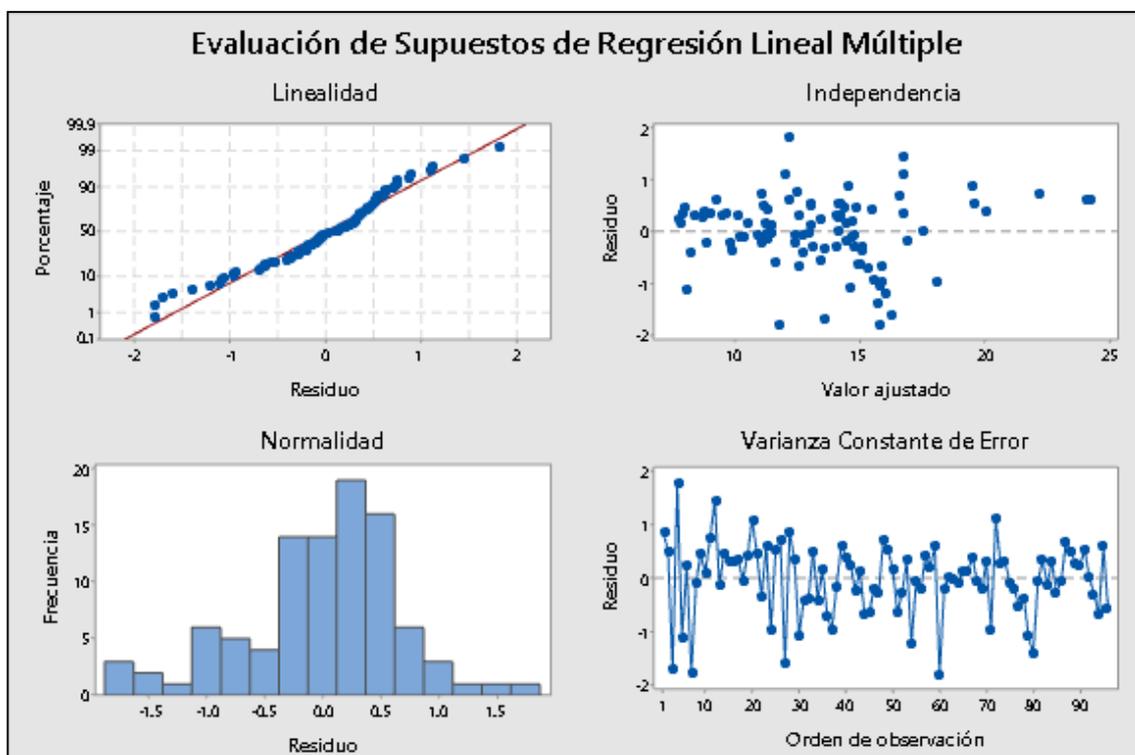
– **Características de la Muestra:**

- Como criterio ajustado al proceso de molienda se tomaron las 3 variedades más comerciales: NIR, Tinajones y Plaza.
- Se tomarán las muestras que excedan los lotes de 100 sacos, dado que la planta tiene un rendimiento de 100 sacos/hr, el cual permite tomar como un mínimo permitido para estimar los tiempos para el llenado de tolvas y la calibración de máquina.
- Las 96 observaciones de cada variable independiente del modelo serán divididas de manera homogénea en 8 observaciones para las 12 semanas.
- Las 8 observaciones serán tomadas según el orden de ingreso a la empresa, con el fin de no alterar la linealidad de la producción.

### 3.2.3. Evaluación de los supuestos básicos de la técnica multivariante

- **Linealidad:** Se observa que los residuos siguen una línea de tendencia y que existe poca variabilidad.
- **Independencia:** Los residuos demuestran gráficamente que son aleatorios, lo que hace inferir que siguen independencia y que el modelo de regresión tiene buen ajuste.
- **Normalidad:** El grafico de normalidad cumple con el diseño de la Campana de Gauss, que corrobora que los residuos siguen una distribución normal.
- **Varianza Constante de Error (VCE):** El grafico VCE nos muestra gráficamente un gran porcentaje de los residuos poseen una varianza constante, dado que se cuentan con pocos elementos fuera de los rangos [-1 y 1].

Como primera instancia se desarrolló el análisis gráfico de los residuos, obteniendo los resultados esperados, sin embargo, para el proceso de validación del modelo de regresión múltiple, será necesario obtener las pruebas estadísticas de cada supuesto con el fin de sustentar su significancia y ajuste.



**Figura 16.** Evaluación de Supuestos de Regresión Lineal Múltiple

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.2.4. Estimación del modelo multivariante y valoración del modelo de ajuste

#### 3.2.4.1. Selección de Técnica de Análisis:

Para seleccionar la técnica de análisis que Minitab nos brinda, se tuvo que realizar los 3 procedimientos existentes el cual se tuvo como criterio de selección el Cp. de Mallows, ante ello la interpretación:

- Todas las técnicas de regresión llegan a la conclusión que la Variable “Variedad de Arroz”, no es lo suficientemente significativa en el modelo de regresión que se está diseñando, dado que su Cp. de Mallows es de 4.75. *Ver Figura N°17*
- Se va a trabajar con la Técnica de Selección Paso a Paso, dado que es el método más utilizado en las investigaciones de ingeniería.

Selección hacia Adelante						Eliminación hacia atrás						Selección Paso a Paso							
Términos candidatos: ANALISIS DE CALIDAD; SACOS PROCESADOS; Variedad de Arroz						Términos candidatos: ANALISIS DE CALIDAD; SACOS PROCESADOS; Variedad de Arroz						Términos candidatos: ANALISIS DE CALIDAD; SACOS PROCESADOS; Variedad de Arroz							
		Paso 1		Paso 2		Paso 3				Paso 1		Paso 2				Paso 1		Paso 2	
		Coef	P	Coef	P	Coef	P			Coef	P	Coef	P			Coef	P	Coef	P
Constante		-0.068		0.001		-0.04		Constante		-0.04		0.001		Constante		-0.068		0.001	
ANALISIS DE CALIDAD		0.9179	0	0.9317	0	0.9341	0	ANALISIS DE CALIDAD		0.9341	0	0.9317	0	ANALISIS DE CALIDAD		0.9179	0	0.9317	0
SACOS PROCESADOS				-0.0003	0.002	-0.0004	0	SACOS PROCESADOS		-0.00039	0	-0.000339	0.002	SACOS PROCESADOS				-0.000339	0.002
Variedad de Arroz						0.224	0.159	Variedad de Arroz		0.224	0.159								
<b>Cp de Mallows</b>		<b>13.45</b>		<b>4.75</b>		<b>5</b>		<b>Cp de Mallows</b>		<b>5</b>		<b>4.75</b>		<b>Cp de Mallows</b>		<b>13.45</b>		<b>4.75</b>	
$\alpha$ a entrar = 0.25						$\alpha$ a retirar = 0.1						$\alpha$ a entrar = 0.15; $\alpha$ a retirar = 0.15							
Si un término tiene más de un coeficiente, se muestra el más grande en magnitud.						Si un término tiene más de un coeficiente, se muestra el más grande en magnitud.													

**Figura 17.** Selección de Técnica de Análisis

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.2.4.2. Prueba de Significancia de Modelo

– **Ecuación de Regresión:**

Para la técnica de análisis Paso a Paso, se obtuvo la siguiente ecuación de regresión:

$$Y = 0.001 + 0.9317X_1 - 0.000339X_2 \quad (9)$$

Donde:

**Y:** Rendimiento Real

**X<sub>1</sub>:** Análisis de Calidad

**X<sub>2</sub>:** Sacos Procesados

En primera instancia, identificamos que el coeficiente de X1 - “Análisis de Calidad” es de 0.9317, el cual nos hace inferir que es la variable que tiene mayor impacto en la predicción del rendimiento real (Y).

– **Significancia Global (ANOVA):**

El modelo de regresión múltiple posee un valor estadístico de prueba  $F = 1153.37$  el cual posee una significancia P valor igual a 0, el cual es  $< 0.05$ , por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la dependencia lineal es estadísticamente significativa de manera global, por lo que el modelo se ajusta para la predicción de datos.

**Tabla 9.**

*Análisis de Varianza (ANOVA)*

<b>Fuente</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Regresión</b>	<b>1153.37</b>	<b>0.000</b>
ANALISIS DE CALIDAD	2254.41	0.000
SACOS PROCESADOS	10.50	0.002

– **Significancia Parcial:**

Para el análisis de los coeficientes de la regresión se tuvo en cuenta los siguientes indicadores estadísticos: Valor T, Valor P y el Factor de Inflación de la Varianza (FIV).

El concepto ideal de la validación de la significación de todos los coeficientes en que  $T > 0$ ,  $P < 0.05$  y el FIV posee los siguientes rangos:

**Tabla 10.**

*Interpretación del FIV para cada coeficiente*

<b>FIV</b>	<b>Interpretación de los Coeficientes</b>
FIV = 1	No correlacionados
$1 < \text{FIV} < 5$	Moderadamente correlacionados
FIV > 5	Altamente correlacionados

Fuente: Elaboración Propia

- La constante de regresión posee un Valor T = 0 un Valor P = 0.999, el cual expresa que no es un dato significativo al modelo.
- La Variable X1 – Análisis de Calidad, nos muestra un valor T de 47.48, estimando positivamente al modelo y un valor P=0, el cual es  $< 0.05$ , por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la dependencia lineal es estadísticamente significativa, además que el valor FIV es de 1.05, lo que nos demuestra que está moderadamente correlacionada con el modelo.
- La Variable X2 – Sacos Procesado, nos muestra un valor T de -3.25, lo que indica una estimación inversa al modelo y un valor P=0.002, el cual es  $< 0.05$ , por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la dependencia lineal es estadísticamente significativa, además que el valor FIV es de 1.05, lo que nos demuestra que está moderadamente correlacionada con el modelo.

**Tabla 11.**

*Análisis de Significancia Parcial*

Término	Valor T	Valor p	FIV
Constante (k)	0.00	0.999	
ANALISIS DE CALIDAD	47.48	0.000	1.05
SACOS PROCESADOS	-3.24	0.002	1.05

Fuente: Elaboración Propia

#### – Prueba de Bondad de Ajuste

Los indicadores que se obtuvieron para el modelo de regresión múltiple fueron:  $R^2 = 96.12\%$  y  $R^2$  Ajustado=  $96.04\%$ , y se interpreta que el modelo se ajusta en un  $96.12\%$  del  $100\%$  a los datos recolectados, además que explican el comportamiento de estas. Ver tabla 12.

**Tabla 12.**

*Análisis de Significancia Parcial*

R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
96.12%	96.04%

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.5. Interpretar el valor teórico

#### 3.2.5.1. Interpretar el valor teórico

Los valores teóricos obtenidos en el modelo matemático predictivo se detallan en la tabla 13 y se describen a continuación:

- El valor de la constante es igual a 0.001, por lo tanto, el efecto para la predicción de la variable dependiente (Y) es baja.
- Para Análisis de Calidad (X1), se interpreta que tiene un efecto positivo de 0.9317, cada vez que se incremente una unidad en la variable.
- Para Sacos Procesados (X2), se interpreta que tiene un efecto negativo de - 0.000339, cada vez que se incremente una unidad en la variable.

“Propuesta de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda y su efecto en la rentabilidad económica para una empresa procesadora de arroz”

En el ajuste de la molienda de arroz, el impacto se reflejará el efecto cuando los lotes de producción sean grandes.

**Tabla 13.**

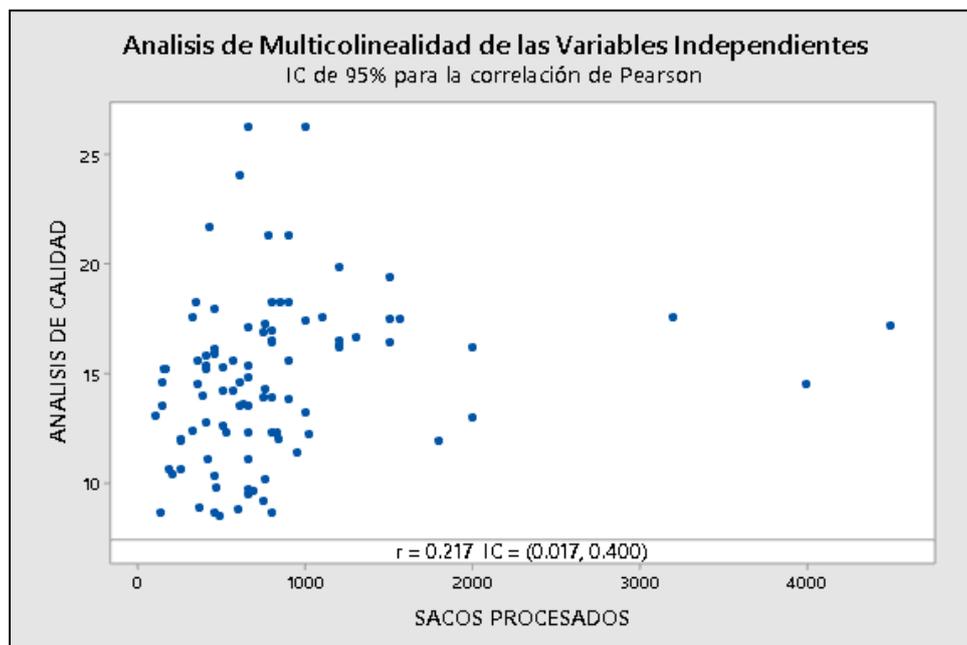
*Coefficientes del modelo de regresión múltiple*

Término	Coef
Constante	0.001
ANALISIS DE CALIDAD (X1)	0.9317
SACOS PROCESADOS (X2)	-0.000339

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.5.2. Análisis de Multicolinealidad

El resultado de la correlación al 95% de significancia es de 0.217, el cual indica que estas variables independientes Análisis de Calidad (X1) y Sacos Procesados (X2) no están correlacionadas, apoyando a que el modelo sea estable, significativo y ajustado a los datos.



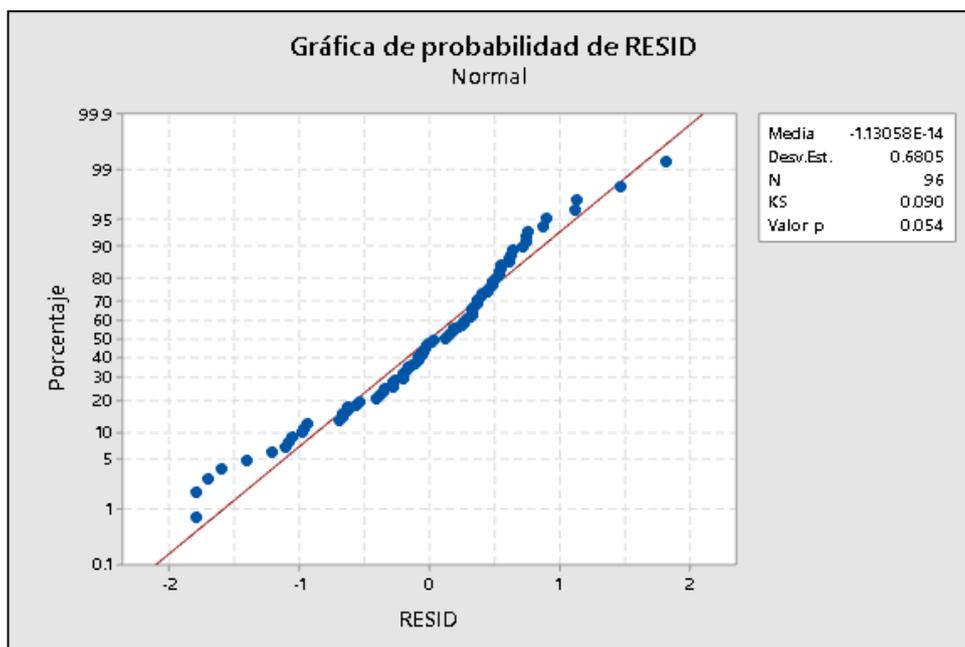
**Figura 18.** Análisis de Multicolinealidad de las Variables Independientes

*Fuente:* Elaboración Propia

### 3.2.6. Validación del Modelo

#### 3.2.6.1. Contrastación con los Supuestos de Regresión

- La Prueba de Normalidad se realizó para verificar si los residuos siguen o no una distribución normal, para ello se aplicó la prueba de Kolmogorov Smirnov en donde se obtuvo el indicador de 0.09 y su valor P de 0.054, el cual ambos superan al 1% y 5% respectivamente, entonces no se puede rechazar la hipótesis nula y se concluye que los datos siguen una distribución normal.

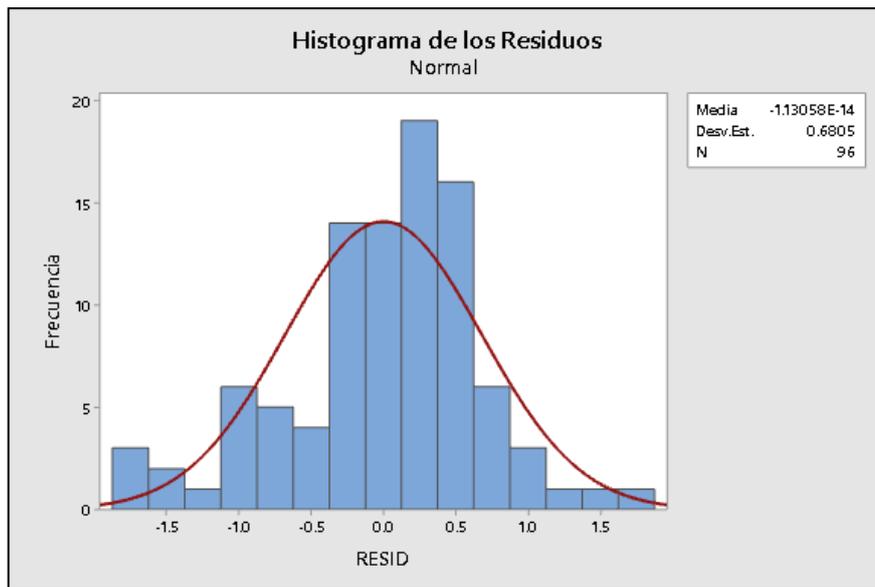


**Figura 19.** Prueba de Normalidad – Ajuste Lineal

**Fuente:** Elaboración Propia

- La Prueba de Normalidad bajo el ajuste del Histograma se observa que la desviación estándar es de 0.6805, lo cual indica que los residuos tienen poca dispersión y la gran parte se encuentra bajo el área de la distribución normal.

“Propuesta de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda y su efecto en la rentabilidad económica para una empresa procesadora de arroz”



**Figura 20.** Prueba de Normalidad – Histograma

**Fuente:** Elaboración Propia

- La prueba de Durbin Watson, nos indica la independencia de los residuos (residuos no correlacionados) y su valor es 2.2322, el cual se encuentra en el rango de [1.66866 - 2.31134] que pertenece a la región de aceptación de la hipótesis nula, de no existencia de correlación de los residuos.

### 3.2.6.2. Estadístico PRESS

- El valor del estadístico PRESS es 47.5168, el cual se un valor menor que 1000, por lo que tiene poca validez de predecir valores eliminados en el desarrollo del modelo, justificando así que tiene una fuerte capacidad predictiva.

### 3.2.6.3. Estadístico $R^2$ pronosticado

- El valor de  $R^2$  pronosticado es 95.81%, el cual es muy cercano al 100% y nos indica que el modelo es válido, justado y significativo, para predecir una respuesta para nuevas observaciones en el rubro de molinería.

**Tabla 14.**

*Estadísticos de Validación*

PRESS	R-cuad. (Pred)
47.5168	95.81%

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3. Resultado N° 03: *Simular escenarios mediante Montecarlo que nos permita obtener a priori los ingresos esperados para el año 2020.*

En esta sección se va a detallar el procedimiento de Simulación bajo el análisis de rangos y probabilidades.

#### 3.3.1. Definición de Inputs

La base de datos proporcionada por la empresa para el análisis de regresión múltiple, son las mismas que se utilizarán para la simulación y se detallarán en la siguiente tabla:

**Tabla 15.**

*Inputs de Simulación*

INPUT	TIPO DE ANÁLISIS
Variedad de Arroz	Probabilidades
Análisis de Calidad (%)	Rangos
Sacos Procesados	Rangos
Rendimiento Real (%)	Regresión Múltiple

Fuente: Elaboración Propia

#### 3.3.2. Análisis de Inputs

##### 3.3.2.1. Variedad de Arroz

Al ser una variable categórica, se hizo el análisis de frecuencias de la muestra (n=96), los cuales sirvieron para determinar las probabilidades y probabilidades acumuladas. Los resultados se expresan en la siguiente tabla:

**Tabla 16.**

*Análisis de Frecuencias - Variedad de Arroz*

<b>VAR. DE ARROZ</b>	<b>FREC.</b>	<b>PROB.</b>	<b>PROB. ACUM</b>
Tinajones	41	0.43	0.42
NIR	33	0.34	0.77
Plaza	22	0.23	1.00
Total	96	1.00	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.2.2. Análisis de Calidad

Como característica continua de este input, se realizó un análisis de rangos de la muestra (n=96), para obtener el valor máximo, mínimo, rango, intervalos de análisis y la amplitud de los intervalos, los resultados se expresan en la siguiente tabla:

**Tabla 17.**

*Análisis de Rangos – Análisis de Calidad*

<b>VALOR MÁX.</b>	<b>VALOR MÍN.</b>	<b>RANGO</b>	<b>INTERVALOS (K)</b>	<b>INTERVALOS (K)</b>	<b>AMPLITUD (I)</b>
26.3	8.5	17.8	7.581	7	2.54

Fuente: Elaboración Propia

Esta data fue utilizada para la construcción de la matriz de frecuencias y probabilidades y de probabilidades acumuladas, los resultados se expresan en la siguiente tabla:

**Tabla 18.**

*Análisis de Probabilidades – Análisis de Calidad*

<b>INTERVALO</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>FREC.</b>	<b>PROB.</b>	<b>PROB. ACUM</b>
1	8.50	11.04	16	0.167	0.167
2	11.04	13.59	22	0.229	0.396
3	13.59	16.13	26	0.271	0.667
4	16.13	18.67	24	0.250	0.917
5	18.67	21.21	2	0.021	0.938
6	21.21	23.76	3	0.031	0.969
7	23.76	26.30	3	0.031	1.000

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.2.3. Sacos Procesados

Como característica continua de este input, se realizó un análisis de rangos de la muestra (n=96), para obtener el valor máximo, mínimo, rango, intervalos de análisis y la amplitud de los intervalos, los resultados se expresan en la siguiente tabla:

**Tabla 19.**

*Análisis de Rangos - Sacos Procesados*

VALOR MÁX.	VALOR MÍN.	RANGO	INTERVALOS (K)	INTERVALOS (K)	AMPLITUD (I)
4500	100	4400	7.58	7	628.57

Fuente: Elaboración Propia

Estos resultados se utilizaron para la construcción de la matriz de frecuencias y probabilidades y de probabilidades acumuladas, los resultados se expresan en la siguiente tabla:

**Tabla 20.**

*Análisis de Probabilidades – Sacos Procesados*

INTERVALO	MIN	MAX	FREC.	PROB.	PROB. ACUM
1	100.00	728.57	54	0.563	0.563
2	728.57	1357.14	32	0.333	0.896
3	1357.14	1985.71	5	0.052	0.948
4	1985.71	2614.29	2	0.021	0.969
5	2614.29	3242.86	1	0.010	0.979
6	3242.86	3871.43	0	0.000	0.979
7	23.76	26.30	3	0.031	1.000

Fuente: Elaboración Propia



*Fuente:* Elaboración Propia

**Tabla 21.**

*Parámetros de Simulación – Lotes Procesados*

<b>INFORMACIÓN DE LOTES PROCESADOS</b>				
<b>N° DE MUESTRA</b>	<b>RN</b>	<b>VARIEDAD DE ARROZ</b>	<b>RN</b>	<b>LOTE (SACOS)</b>
1	ALEATORIO()	SI(C62<\$G\$8;\$D\$8;SI(C62<\$G\$9;\$D\$9;\$D\$10))	ALEATORIO()	REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E62;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E62;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E62-BUSCARV (E62;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E62;\$J\$25:\$N\$31;5));0)
2	ALEATORIO()	SI(C63<\$G\$8;\$D\$8;SI(C63<\$G\$9;\$D\$9;\$D\$10))	ALEATORIO()	REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E63;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E63;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E63-BUSCARV (E63;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E63;\$J\$25:\$N\$31;5));0)
3	ALEATORIO()	SI(C64<\$G\$8;\$D\$8;SI(C64<\$G\$9;\$D\$9;\$D\$10))	ALEATORIO()	REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E64;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E64;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E64-BUSCARV (E64;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E64;\$J\$25:\$N\$31;5));0)

4	ALEATORIO()	SI(C65<\$G\$8;\$D\$8;SI(C65<\$G\$9;\$D\$9;\$D\$10))	ALEATORIO()	REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E65;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E65;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E65-BUSCARV(E65;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E65;\$J\$25:\$N\$31;5));0)
5	ALEATORIO()	SI(C66<\$G\$8;\$D\$8;SI(C66<\$G\$9;\$D\$9;\$D\$10))	ALEATORIO()	REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E66;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E66;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E66-BUSCARV(E66;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E66;\$J\$25:\$N\$31;5));0)
6	ALEATORIO()	SI(C67<\$G\$8;\$D\$8;SI(C67<\$G\$9;\$D\$9;\$D\$10))	ALEATORIO()	REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E67;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E67;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E67-BUSCARV(E67;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E67;\$J\$25:\$N\$31;5));0)
7	ALEATORIO()	SI(C68<\$G\$8;\$D\$8;SI(C68<\$G\$9;\$D\$9;\$D\$10))	ALEATORIO()	REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E68;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E68;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E68-BUSCARV(E68;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E68;\$J\$25:\$N\$31;5));0)
8	ALEATORIO()	SI(C69<\$G\$8;\$D\$8;SI(C69<\$G\$9;\$D\$9;\$D\$10))	ALEATORIO()	REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E69;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E69;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E69-BUSCARV(E69;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E69;\$J\$25:\$N\$31;5));0)

Nota: Celdas referenciales a la base de datos de la investigación.

**Tabla 22.**

*Parámetros de Simulación – Análisis de Calidad*

<b>SEGÚN MUESTREO INICIAL - CALIDAD</b>				
N°	RN	Q%	SACOS PROCESADO	INGRESO PARA EL MOLINO POR MAQUILA
1	ALEATO RIO()	(BUSCARV(M62;\$J\$46:\$N\$52;3)+BUSCARV(M62;\$J\$46:\$N\$52;4)*((M62-BUSCARV(M62;\$J\$46:\$N\$52;1))/BUSCARV(M62;\$J\$46:\$N\$52;5)))/100	REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E62;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E62;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E62-BUSCARV(E62;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E62;\$J\$25:\$N\$31;5));0)	SI(Y(N62>\$H\$62;N62<=\$I\$62);O62*\$J\$62;SI(Y(N62>\$H\$63;N62<=\$I\$63);O62*\$J\$63;SI(Y(N62>\$H\$64;N62<=\$I\$64);O62*\$J\$64;O62*\$J\$65)))
2	ALEATO RIO()	(BUSCARV(M63;\$J\$46:\$N\$52;3)+BUSCARV(M63;\$J\$46:\$N\$52;4)*((M63-BUSCARV(M63;\$J\$46:\$N\$52;1))/BUSCARV(M63;\$J\$46:\$N\$52;5)))/100	REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E63;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E63;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E63-BUSCARV(E63;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E63;\$J\$25:\$N\$31;5));0)	SI(Y(N63>\$H\$62;N63<=\$I\$62);O63*\$J\$62;SI(Y(N63>\$H\$63;N63<=\$I\$63);O63*\$J\$63;SI(Y(N63>\$H\$64;N63<=\$I\$64);O63*\$J\$64;O63*\$J\$65)))
3	ALEATO RIO()	(BUSCARV(M64;\$J\$46:\$N\$52;3)+BUSCARV(M64;\$J\$46:\$N\$52;4)*((M64-BUSCARV(M64;\$J\$46:\$N\$52;1))/BUSCARV(M64;\$J\$46:\$N\$52;5)))/100	REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E64;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E64;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E64-BUSCARV(E64;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E64;\$J\$25:\$N\$31;5));0)	SI(Y(N64>\$H\$62;N64<=\$I\$62);O64*\$J\$62;SI(Y(N64>\$H\$63;N64<=\$I\$63);O64*\$J\$63;SI(Y(N64>\$H\$64;N64<=\$I\$64);O64*\$J\$64;O64*\$J\$65)))

4	ALEATORIO()	$(\text{BUSCARV}(M65; \$J\$46: \$N\$52; 3) + \text{BUSCARV}(M65; \$J\$46: \$N\$52; 4) * ((M65 - \text{BUSCARV}(M65; \$J\$46: \$N\$52; 1)) / \text{BUSCARV}(M65; \$J\$46: \$N\$52; 5))) / 100$	$\text{REDONDEAR.MAS}(\text{BUSCARV}(E65; \$J\$25: \$N\$31; 3) + \text{BUSCARV}(E65; \$J\$25: \$N\$31; 4) * ((E65 - \text{BUSCARV}(E65; \$J\$25: \$N\$31; 1)) / \text{BUSCARV}(E65; \$J\$25: \$N\$31; 5))); 0)$	$\text{SI}(\text{Y}(N65 > \$H\$62; N65 \leq \$I\$62); O65 * \$J\$62; \text{SI}(\text{Y}(N65 > \$H\$63; N65 \leq \$I\$63); O65 * \$J\$63; \text{SI}(\text{Y}(N65 > \$H\$64; N65 \leq \$I\$64); O65 * \$J\$64; O65 * \$J\$65)))$
5	ALEATORIO()	$(\text{BUSCARV}(M66; \$J\$46: \$N\$52; 3) + \text{BUSCARV}(M66; \$J\$46: \$N\$52; 4) * ((M66 - \text{BUSCARV}(M66; \$J\$46: \$N\$52; 1)) / \text{BUSCARV}(M66; \$J\$46: \$N\$52; 5))) / 100$	$\text{REDONDEAR.MAS}(\text{BUSCARV}(E66; \$J\$25: \$N\$31; 3) + \text{BUSCARV}(E66; \$J\$25: \$N\$31; 4) * ((E66 - \text{BUSCARV}(E66; \$J\$25: \$N\$31; 1)) / \text{BUSCARV}(E66; \$J\$25: \$N\$31; 5))); 0)$	$\text{SI}(\text{Y}(N66 > \$H\$62; N66 \leq \$I\$62); O66 * \$J\$62; \text{SI}(\text{Y}(N66 > \$H\$63; N66 \leq \$I\$63); O66 * \$J\$63; \text{SI}(\text{Y}(N66 > \$H\$64; N66 \leq \$I\$64); O66 * \$J\$64; O66 * \$J\$65)))$
6	ALEATORIO()	$(\text{BUSCARV}(M67; \$J\$46: \$N\$52; 3) + \text{BUSCARV}(M67; \$J\$46: \$N\$52; 4) * ((M67 - \text{BUSCARV}(M67; \$J\$46: \$N\$52; 1)) / \text{BUSCARV}(M67; \$J\$46: \$N\$52; 5))) / 100$	$\text{REDONDEAR.MAS}(\text{BUSCARV}(E67; \$J\$25: \$N\$31; 3) + \text{BUSCARV}(E67; \$J\$25: \$N\$31; 4) * ((E67 - \text{BUSCARV}(E67; \$J\$25: \$N\$31; 1)) / \text{BUSCARV}(E67; \$J\$25: \$N\$31; 5))); 0)$	$\text{SI}(\text{Y}(N67 > \$H\$62; N67 \leq \$I\$62); O67 * \$J\$62; \text{SI}(\text{Y}(N67 > \$H\$63; N67 \leq \$I\$63); O67 * \$J\$63; \text{SI}(\text{Y}(N67 > \$H\$64; N67 \leq \$I\$64); O67 * \$J\$64; O67 * \$J\$65)))$
7	ALEATORIO()	$(\text{BUSCARV}(M68; \$J\$46: \$N\$52; 3) + \text{BUSCARV}(M68; \$J\$46: \$N\$52; 4) * ((M68 - \text{BUSCARV}(M68; \$J\$46: \$N\$52; 1)) / \text{BUSCARV}(M68; \$J\$46: \$N\$52; 5))) / 100$	$\text{REDONDEAR.MAS}(\text{BUSCARV}(E68; \$J\$25: \$N\$31; 3) + \text{BUSCARV}(E68; \$J\$25: \$N\$31; 4) * ((E68 - \text{BUSCARV}(E68; \$J\$25: \$N\$31; 1)) / \text{BUSCARV}(E68; \$J\$25: \$N\$31; 5))); 0)$	$\text{SI}(\text{Y}(N68 > \$H\$62; N68 \leq \$I\$62); O68 * \$J\$62; \text{SI}(\text{Y}(N68 > \$H\$63; N68 \leq \$I\$63); O68 * \$J\$63; \text{SI}(\text{Y}(N68 > \$H\$64; N68 \leq \$I\$64); O68 * \$J\$64; O68 * \$J\$65)))$
8	ALEATORIO()	$(\text{BUSCARV}(M69; \$J\$46: \$N\$52; 3) + \text{BUSCARV}(M69; \$J\$46: \$N\$52; 4) * ((M69 - \text{BUSCARV}(M69; \$J\$46: \$N\$52; 1)) / \text{BUSCARV}(M69; \$J\$46: \$N\$52; 5))) / 100$	$\text{REDONDEAR.MAS}(\text{BUSCARV}(E69; \$J\$25: \$N\$31; 3) + \text{BUSCARV}(E69; \$J\$25: \$N\$31; 4) * ((E69 - \text{BUSCARV}(E69; \$J\$25: \$N\$31; 1)) / \text{BUSCARV}(E69; \$J\$25: \$N\$31; 5))); 0)$	$\text{SI}(\text{Y}(N69 > \$H\$62; N69 \leq \$I\$62); O69 * \$J\$62; \text{SI}(\text{Y}(N69 > \$H\$63; N69 \leq \$I\$63); O69 * \$J\$63; \text{SI}(\text{Y}(N69 > \$H\$64; N69 \leq \$I\$64); O69 * \$J\$64; O69 * \$J\$65)))$

Nota: Celdas referenciales a la base de datos de la investigación.

### 3.3.4. Input “Rendimiento Real”:

Esta variable es muy importante porque sirve para programar nuestro modelo matemático de Regresión Lineal Múltiple obtenido en la sección 3.2, es importante puntualizar que esta variable depende de los inputs diseñados en la sección 3.3.2 y que son simulados según su operacionalización. Los resultados a obtenidos serán contenidos en la sección verde, *ver figura 22*, y agregados a la plantilla de la sección 3.3.3 para que sea alimentada por la data.

SEGÚN RENDIMIENTO REAL (REGRESIÓN LINEAL MULTIPLE)				
N° de Muestra	Produccion (sacos)	Prod. De arroz quebrado	% Quebrado (Q%)	Ingreso para el Molino por Maquila

**Figura 22.** Plantilla de Simulación - Rendimiento Real

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 23.**

*Parámetros de Simulación – Regresión Lineal Múltiple*

<b>SEGÚN RENDIMIENTO REAL (REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE)</b>				
<b>M</b>	<b>PRODUCCIÓN (SACOS)</b>	<b>ARROZ QUEB.</b>	<b>% QUEBRADO (Q%)</b>	<b>INGRESO PARA EL MOLINO POR MAQUILA</b>
<b>1</b>	REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E62;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E62;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E62-BUSCARV(E62;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E62;\$J\$25:\$N\$31;5));0)	REDONDEAR(T62*V62;0)	(\$S\$53+(\$S\$54*(N62*100))+(\$S\$55*O62))/100	SI(Y(V62>\$H\$62;V62<=\$I\$62);T62*\$J\$62;SI(Y(V62>\$H\$63;V62<=\$I\$63);T62*\$J\$63;SI(Y(V62>\$H\$64;V62<=\$I\$64);T62*\$J\$64;T62*\$J\$65)))
<b>2</b>	REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E63;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E63;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E63-BUSCARV(E63;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E63;\$J\$25:\$N\$31;5));0)	REDONDEAR(T63*V63;0)	(\$S\$53+(\$S\$54*(N63*100))+(\$S\$55*O63))/100	SI(Y(V63>\$H\$62;V63<=\$I\$62);T63*\$J\$62;SI(Y(V63>\$H\$63;V63<=\$I\$63);T63*\$J\$63;SI(Y(V63>\$H\$64;V63<=\$I\$64);T63*\$J\$64;T63*\$J\$65)))
<b>3</b>	REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E64;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E64;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E64-BUSCARV(E64;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E64;\$J\$25:\$N\$31;5));0)	REDONDEAR(T64*V64;0)	(\$S\$53+(\$S\$54*(N64*100))+(\$S\$55*O64))/100	SI(Y(V64>\$H\$62;V64<=\$I\$62);T64*\$J\$62;SI(Y(V64>\$H\$63;V64<=\$I\$63);T64*\$J\$63;SI(Y(V64>\$H\$64;V64<=\$I\$64);T64*\$J\$64;T64*\$J\$65)))

“Propuesta de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda y su efecto en la rentabilidad económica para una empresa procesadora de arroz”

<p><b>4</b> REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E65;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E65;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E65-BUSCARV(E65;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E65;\$J\$25:\$N\$31;5));0)</p>	<p>REDONDEAR(T65*V65;0)</p>	<p>(\$\$\$53+(\$\$\$54*(N65*100))+(\$\$\$55*O65))/100</p>	<p>SI(Y(V65&gt;\$H\$62;V65&lt;=\$I\$62);T65*\$J\$62;SI(Y(V65&gt;\$H\$63;V65&lt;=\$I\$63);T65*\$J\$63;SI(Y(V65&gt;\$H\$64;V65&lt;=\$I\$64);T65*\$J\$64;T65*\$J\$65)))</p>
<p><b>5</b> REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E66;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E66;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E66-BUSCARV(E66;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E66;\$J\$25:\$N\$31;5));0)</p>	<p>REDONDEAR(T66*V66;0)</p>	<p>(\$\$\$53+(\$\$\$54*(N66*100))+(\$\$\$55*O66))/100</p>	<p>SI(Y(V66&gt;\$H\$62;V66&lt;=\$I\$62);T66*\$J\$62;SI(Y(V66&gt;\$H\$63;V66&lt;=\$I\$63);T66*\$J\$63;SI(Y(V66&gt;\$H\$64;V66&lt;=\$I\$64);T66*\$J\$64;T66*\$J\$65)))</p>
<p><b>6</b> REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E67;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E67;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E67-BUSCARV(E67;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E67;\$J\$25:\$N\$31;5));0)</p>	<p>REDONDEAR(T67*V67;0)</p>	<p>(\$\$\$53+(\$\$\$54*(N67*100))+(\$\$\$55*O67))/100</p>	<p>SI(Y(V67&gt;\$H\$62;V67&lt;=\$I\$62);T67*\$J\$62;SI(Y(V67&gt;\$H\$63;V67&lt;=\$I\$63);T67*\$J\$63;SI(Y(V67&gt;\$H\$64;V67&lt;=\$I\$64);T67*\$J\$64;T67*\$J\$65)))</p>
<p><b>7</b> REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E68;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E68;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E68-BUSCARV(E68;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E68;\$J\$25:\$N\$31;5));0)</p>	<p>REDONDEAR(T68*V68;0)</p>	<p>(\$\$\$53+(\$\$\$54*(N68*100))+(\$\$\$55*O68))/100</p>	<p>SI(Y(V68&gt;\$H\$62;V68&lt;=\$I\$62);T68*\$J\$62;SI(Y(V68&gt;\$H\$63;V68&lt;=\$I\$63);T68*\$J\$63;SI(Y(V68&gt;\$H\$64;V68&lt;=\$I\$64);T68*\$J\$64;T68*\$J\$65)))</p>
<p><b>8</b> REDONDEAR.MAS(BUSCARV(E69;\$J\$25:\$N\$31;3)+BUSCARV(E69;\$J\$25:\$N\$31;4)*((E69-BUSCARV(E69;\$J\$25:\$N\$31;1))/BUSCARV(E69;\$J\$25:\$N\$31;5));0)</p>	<p>REDONDEAR(T69*V69;0)</p>	<p>(\$\$\$53+(\$\$\$54*(N69*100))+(\$\$\$55*O69))/100</p>	<p>SI(Y(V69&gt;\$H\$62;V69&lt;=\$I\$62);T69*\$J\$62;SI(Y(V69&gt;\$H\$63;V69&lt;=\$I\$63);T69*\$J\$63;SI(Y(V69&gt;\$H\$64;V69&lt;=\$I\$64);T69*\$J\$64;T69*\$J\$65)))</p>

Nota: Celdas referenciales a la base de datos de la investigación.

### 3.3.5. Operacionalización de Inputs:

La programación de estas variables se llevó a cabo según el análisis requerido en la tabla 14, y las fórmulas utilizadas en la plantilla se detalla a continuación:

**Tabla 24.**

*Operacionalización de Inputs*

<b>INPUT</b>	<b>TIPO DE ANÁLISIS</b>	<b>OPERACIONALIZACIÓN</b>
Variedad de Arroz	Probabilidades	Función Lógica “Si” - Anidado
Análisis de Calidad (%)	Rangos	$V.\min + (V.\max - V.\min) * (\text{Random} - R.\min) / \text{Prob}$
Sacos Procesados	Rangos	$V.\min + (V.\max - V.\min) * (\text{Random} - R.\min) / \text{Prob}$
Rendimiento Real (%)	Regresión Múltiple	$0.001 + (0.9317 * A. \text{Calidad Sim.}) - (0.000339 * \text{Sacos Procesados Sim.})$

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.6. Determinar el Horizonte de simulación:

Se determinó que 100 corridas de simulación para las 52 semanas son necesarias para brindar resultados promedios significativos. Para mayor detalle, consultar con la base de datos adjunta a la investigación.

### 3.3.7. Resultados de la simulación:

Se obtuvieron los siguientes resultados:

- Si la empresa mantiene su proceso con las muestras empíricas en el área de calidad, se estiman ingresos de S/. 3,140,154.00.
- Si la empresa implementara el modelo matemático estimado por regresión lineal múltiple en el área de calidad, se estiman ingresos de S/. 3,263,787.75.
- Se estima que la mejora, ayudaría a la empresa a mejorar sus ingresos por maquila en S/.123,633.75, incidiendo directamente en sus ingresos por ventas y por consecuencia su rentabilidad.

**Tabla 25.**

*Resultados de la Simulación*

ESTIMACIONES 2020	ANÁLISIS DE CALIDAD	REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE	GANANCIA
Ingreso estimado	s/. 3,140,154.00	s/. 3,263,787.74	S/.123,633.75

Fuente: Elaboración Propia

Como parte final de la metodología de simulación por Montecarlo se proporcionará la muestra de simulación para la primera semana y se muestra a continuación:

SEMANA 1					Precio segun calidad de arroz ingresante			SEGÚN MUESTREO INICIAL - CALIDAD						
Informacion de Lotes Procesados														
N° de Muestra	Rn	Variedad de Arroz	Rn	Lote (sacos)	% Q		Precio/Sac o	N° de Muestra	Rn	Q%	Sacos Procesado	Ingreso para el Molino por Maquila		
1	0.70	NIR	0.37	515	0%	15%	S/.10.00	1	0.38	13.39%	515	S/5,150.00		
2	0.42	TINAJONES	0.73	1038	15%	25%	S/.8.00	2	0.77	17.14%	1038	S/8,304.00		
3	0.77	NIR	0.93	1740	25%	35%	S/.7.50	3	0.43	13.88%	1740	S/17,400.00		
4	0.09	TINAJONES	0.21	341	45%	a más	S/.6.50	4	0.64	15.87%	341	S/2,728.00		
5	0.84	PLAZA	0.75	1076				5	0.70	16.44%	1076	S/8,608.00		
6	0.44	NIR	0.73	1053				6	0.56	15.16%	1053	S/8,424.00		
7	0.18	TINAJONES	0.77	1117				7	0.10	9.98%	1117	S/11,170.00		
8	0.29	TINAJONES	0.20	320				8	0.79	17.43%	320	S/2,560.00		
												<b>S/64,344.00</b>		
SEGÚN RENDIMIENTO REAL (REGRESIÓN LINEAL MULTIPLE)														
N° de Muestra	Produccion (sacos)	Prod. De arroz quebrado	% Quebrado (Q%)	Ingreso para el Molino por Maquila										
1	515	63	12.30%	S/5,150.00										
2	1038	162	15.62%	S/8,304.00										
3	1740	215	12.34%	S/17,400.00										
4	341	50	14.67%	S/3,410.00										
5	1076	161	14.96%	S/10,760.00										
6	1053	145	13.77%	S/10,530.00										
7	1117	100	8.92%	S/11,170.00										
8	320	52	16.13%	S/2,560.00										
												<b>S/69,284.00</b>		

**Figura 23.** Muestra de Simulación – Semana 1

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.4. Resultado N° 04: *Determinar la variabilidad del rendimiento económico de la empresa molinera de arroz.*

En esta sección se presentarán los resultados de los estados financieros de la empresa molinera de arroz donde se demuestra el efecto de simular la implementación del modelo matemático de regresión múltiple.

#### 3.4.1. Balance General 2020:

- El supuesto de incremento anual se ve influenciada en el crecimiento promedio que la empresa ha tenido en los últimos 5 años, que en este caso es el 2% de incremento anual.
- El elemento que obtiene un incremento considerable es Efectivo de los Activos, dado que se adiciona S/.123,633.75 al incremento antes mencionado. En la siguiente figura se presenta el Balance General a detalle:

EMPRESA DE MOLINERÍA			
BALANCE GENERAL AL 31 DE DICIEMBRE DE 2020			
* SOLES *			
Incremento Anual	2%	2019	2020
<b>ACTIVOS</b>		<b>S/. 771,774.32</b>	<b>S/. 910,843.49</b>
<b>ACTIVOS CORRIENTES</b>		<b>S/. 433,227.11</b>	<b>S/. 565,525.40</b>
Efectivo y Equivalentes de Efectivo		S/. 96,210.74	S/. 221,768.70
Cuentas por Cobrar Comerciales		S/. 2,526.00	S/. 2,576.52
Existencias		S/. 285,993.25	S/. 291,713.12
Seguros		S/. 1,851.43	S/. 1,888.46
Otros Activos Corrientes		S/. 46,645.69	S/. 47,578.60
<b>ACTIVOS NO CORRIENTES</b>		<b>S/. 338,547.21</b>	<b>S/. 345,318.09</b>
Inmuebles, Maquinaria y Equipo (Neto)		S/. 338,547.21	S/. 345,318.09
<b>PASIVOS Y PATRIMONIO</b>		<b>S/. 771,774.32</b>	<b>S/. 910,843.49</b>
<b>PASIVOS CORRIENTES</b>		<b>S/. 49,314.84</b>	<b>S/. 50,301.14</b>
Cuentas por Pagar Comerciales		S/. 33,000.00	S/. 33,660.00
Otras Cuentas por Pagar		S/. 5,500.00	S/. 5,610.00
Tributos por Pagar		S/. 5,950.98	S/. 6,070.00
Remuneraciones y Participaciones por Pagar		S/. 4,863.86	S/. 4,961.14
<b>PASIVOS NO CORRIENTES</b>		<b>S/. -</b>	<b>S/. -</b>
Obligaciones Financieras		S/. -	S/. -
Pasivos por Impuesto a la Renta y Participacio		S/. -	S/. -
Otras Cuentas por Pagar		S/. -	S/. -
<b>PATRIMONIO NETO</b>		<b>S/. 722,459.48</b>	<b>S/. 860,542.35</b>
Capital		S/. 633,333.96	S/. 646,000.64
Resultados Acumulados Positivos		S/. 100,929.33	S/. 102,947.92
Resultados Acumulados Negativos		-S/. 32,753.05	-S/. 33,408.11
<b>RESULTADO DEL EJERCICIO</b>		<b>S/. 20,949.24</b>	<b>S/. 145,001.90</b>

*Figura 24.* Balance General Proyectado 2020

*Fuente:* Elaboración Propia

### 3.4.2. Estado de Ganancias y Pérdidas 2020:

- El supuesto de incremento anual también corresponde al 2%, tanto en las ventas, costo de ventas y otros gastos.
- El ítem donde se ve influenciada los resultados de la simulación corresponden a los ingresos por maquila, pues se le adicionaron S/.123,633.75, lo que mejora circunstancialmente las ganancias netas de S/.145,433.08. En la figura 25 se presenta el Estado de Ganancias y Pérdidas proyectado a detalle:

<b>EMPRESA DE MOLINERÍA</b>			
<b>ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS AL 31 DE DICIEMBRE DE 2020</b>			
<b>* SOLES *</b>			
Incremento de ventas	2%		
Incremento de Costo de ventas como % de ventas	2%		
	<b>2019</b>	<b>2020</b>	
<b>INGRESOS OPERACIONALES:</b>	<b>S/. 1,400,055.23</b>	<b>S/. 1,551,690.08</b>	
Ventas Netas (Ingresos Operacionales)	S/. 307,836.98	S/. 313,993.72	
Ingresos Por Maquila	S/. 1,092,218.25	S/. 1,237,696.36	
<b>COSTO DE VENTAS:</b>	<b>-S/. 969,269.39</b>	<b>-S/. 988,654.78</b>	
Costo de Ventas (Operacionales)	-S/. 224,195.48	-S/. 228,679.39	
Costo de Servicios (Operacionales)	-S/. 745,073.91	-S/. 759,975.39	
<b>UTILIDAD BRUTA</b>	<b>S/. 430,785.84</b>	<b>S/. 563,035.30</b>	
Gastos de Ventas	-S/. 115,644.57	-S/. 117,957.46	
Gastos de Administración	-S/. 293,772.59	-S/. 299,648.04	
Ganancia (Pérdida) por Venta de Activos	S/. -	S/. -	
Otros Ingresos	S/. 3.28	S/. 3.28	
Otros Gastos	S/. -	S/. -	
<b>UTILIDAD OPERATIVA</b>	<b>S/. 21,371.96</b>	<b>S/. 145,433.08</b>	
Ingresos Financieros	S/. 510.87	S/. 521.09	
Gastos Financieros	-S/. 165.00	-S/. 168.30	
Participación en los Resultados	S/. -	S/. -	
otros ingresos diversos de gestion	S/. -	S/. -	
Otros Gastos Diversos	S/. -	S/. -	
Ganancia (Pérdida) por Inst.Financieros	-S/. 768.59	-S/. 783.96	
<b>RESULTADO ANTES DE IMPTO RENTA</b>	<b>S/. 20,949.24</b>	<b>S/. 145,001.90</b>	
Participación de los Trabajadores	S/. -	S/. -	
Impuesto a la Renta	S/. -	S/. -	
<b>UTILIDAD (PERDIDA) NETA DE ACT. CONT.</b>	<b>S/. 20,949.24</b>	<b>S/. 145,001.90</b>	
Ingreso (Gasto) Neto de Oper. Discont.	S/. -		
<b>UTILIDAD (PERDIDA) DEL EJERCICIO</b>	<b>S/. 20,949.24</b>	<b>S/. 145,001.90</b>	

**Figura 25.** Estado de Ganancias y Pérdidas Proyectado 2020

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.4.3. Variación del Rendimiento Económico 2020:

#### 3.4.3.1. Variación del Margen de Utilidad Neta:

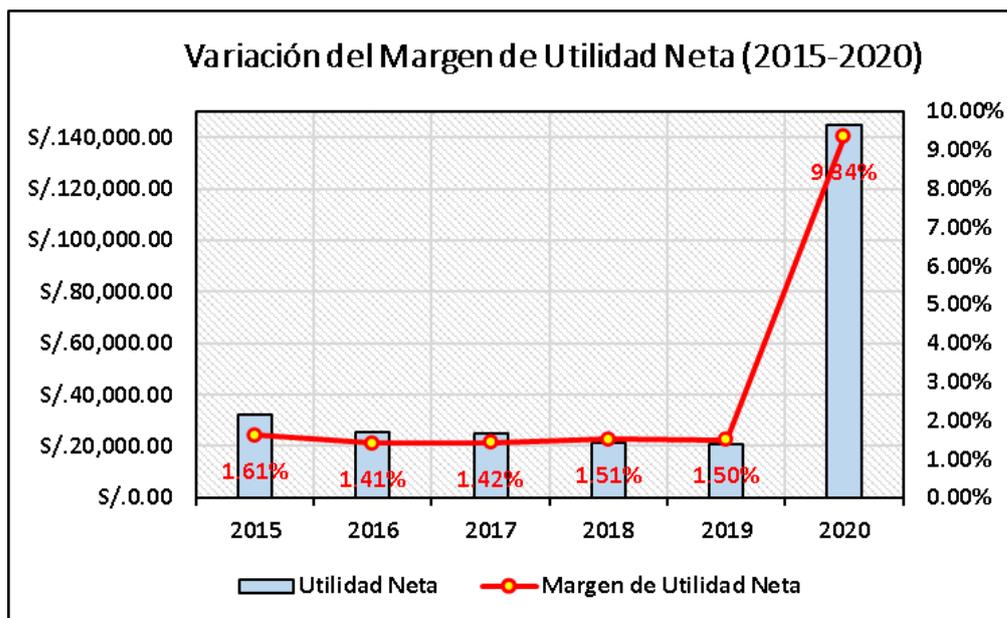
Se determinó un incremento 592.16% en las utilidades netas y un 10.83% en las ventas, los cuales afectaron de manera proporcional al incremento de margen de utilidad neta en un 524.52%. La tabla 26, se detallan las variaciones parciales y totales del indicador mencionado, y en la figura 26, se evidencia el impacto en el histórico de la empresa.

**Tabla 26.**

*Variación del Margen de Utilidad Neta*

AÑO	UTILIDAD NETA	VENTAS TOTALES	MARGEN DE UTILIDAD NETA
2019	S/.20,949.24	S/.1,400,055.23	1.50%
2020	S/.145,001.90	S/.1,551,690.08	9.34%
<i>Beneficio</i>	<i>S/.124,052.66</i>	<i>S/.151,634.85</i>	-
VAR. %	592.16%	10.83%	524.52%

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 26.** Variación del Margen de Utilidad Neta 2015-2020

*Fuente:* Elaboración Propia

### 3.4.3.2. Variación del Rendimiento sobre los Activos (ROA):

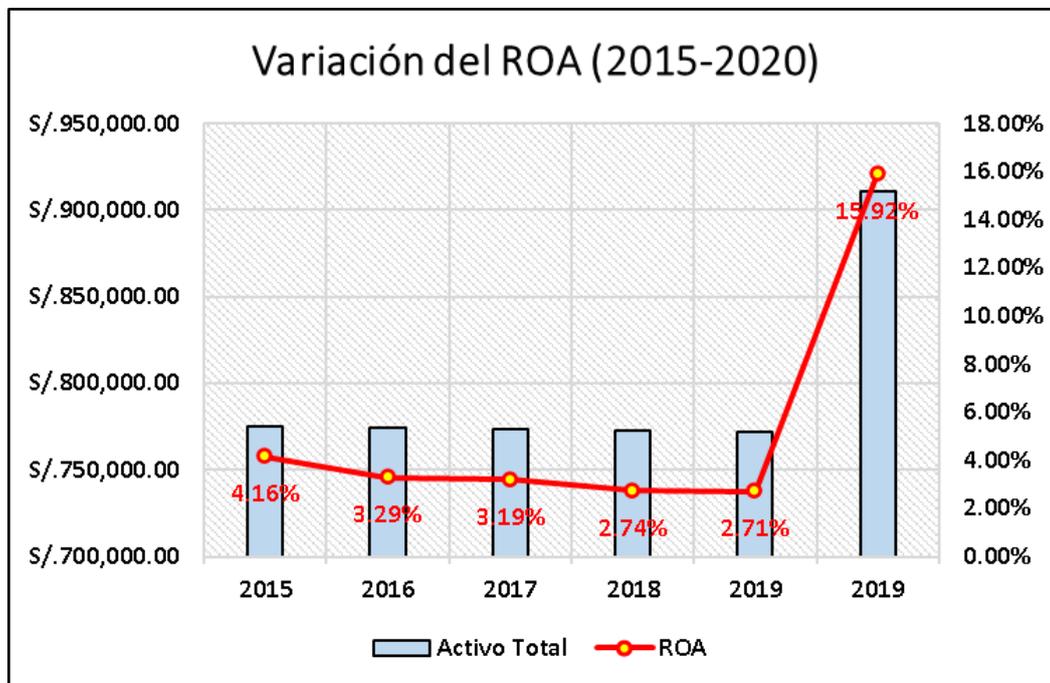
Se determinó un incremento 592.16% en las utilidades netas y un 18.02% en activos, los cuales afectaron de manera proporcional al incrementar el ROA en un 486.48%. La tabla 27, se detallan las variaciones parciales y totales del indicador mencionado y en la figura 27, se evidencia el impacto en el histórico de la empresa.

**Tabla 27.**

*Variación del Rendimiento sobre los Activos (ROA)*

AÑO	UTILIDAD NETA	ACTIVO TOTAL	ROA
2019	S/.20,949.24	S/.771,774.32	2.71%
2020	S/.145,001.90	S/.910,843.49	15.92%
<i>Beneficio</i>	<i>S/.124,052.66</i>	<i>S/.139,069.17</i>	13.21%
<i>VAR. %</i>	<i>592.16%</i>	<i>18.02%</i>	<i>486.48%</i>

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 27.** Variación del ROA 2015-2020

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.5. Resultado N° 05: *Evaluar económica y financieramente el proyecto propuesto*

#### 3.5.1. Propuesta de Mejora – CR4:

La propuesta desarrollada ante la causa raíz 4 “Estimaciones Empíricas”, acota que el modelo matemático predictivo y ajustado al proceso de molienda desarrollado con la metodología de regresión lineal múltiple, influye en mejorar las condiciones económicas de la empresa, sin embargo, este modelo por sí solo no puede garantizarnos resultados favorables para el año 2020, por lo que se proponen mejoras equivalentes a un paquete de toma de decisiones que brinde soporte a la empresa de manera sostenible. Se propone lo siguiente:

- Una herramienta informática en el M.S Office con macros, el cual nos permitirá la determinación de los rendimientos reales y de los montos a cobrar desde una manera didáctica y actualizable con data ingresante.
- Un plan de capacitación durante el año 2020, el cual tenga como objetivo explicar el uso del formulario propuesto y sus actualizaciones.

#### 3.5.2. Inversión:

La inversión necesaria para la propuesta de mejora en los próximos 5 años es de S/. 91,100.00 y el resumen se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 28.**  
*Resumen de Inversión – CR4*

DESCRIPCIÓN	INVERSIÓN TOTAL	
Ampliación del Área de Calidad	S/.	40,000.00
Capacitaciones	S/.	20,000.00
Muebles de Computo	S/.	10,000.00
Formatos, Procedimientos y Formularios	S/.	10,000.00
Ms. Excel 19	S/.	4,000.00
Computadora	S/.	3,500.00
Licencia de Minitab 19	S/.	3,000.00
Impresora	S/.	600.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/.</b>	<b>91,100.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.3. Financiamiento:

La empresa al encontrarse en problemas económicos no cuenta con efectivo para poder invertir en el proyecto, por lo que se determinó la oportunidad de financiarlo al 100% con el BBVA y pagos mensuales para los próximos 5 años, los detalles del préstamo se presentan en la tabla 29 y el resumen del cronograma del servicio del préstamo se presenta en la tabla 30.

**Tabla 29.**

*Detalle de Préstamo*

DETALLES DEL PRÉSTAMO	
<b>Financiamiento</b>	S/. 91,100.00
<b>Tasa de Interés</b>	12.00%
<b>Periodos</b>	S/. 60.00
<b>Pago Mensual</b>	S/. 2,026.47

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 30.**

*Resumen del Cronograma del Servicio del Préstamo*

AÑO	AMORTIZACIÓN	INTERÉS	TOTAL
1	S/. 14,853.09	S/. 9,464.54	S/. 24,317.63
2	S/. 16,606.39	S/. 7,711.24	S/. 24,317.63
3	S/. 18,566.65	S/. 5,750.98	S/. 24,317.63
4	S/. 20,758.31	S/. 3,559.32	S/. 24,317.63
5	S/. 23,208.68	S/. 1,108.95	S/. 24,317.63
<b>Total</b>	<b>S/. 93,993.12</b>	<b>S/. 27,595.03</b>	<b>S/. 121,588.15</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.4. Flujo de Caja:

FLUJO DE CAJA							
Periodo	2019	2020	2021	2022	2023	2024	TOTALES
Ventas Netas (Ingresos Operacionales)		S/. 313,993.72	S/. 320,273.59	S/. 326,679.07	S/. 333,212.65	S/. 339,876.90	S/. 1,634,035.93
Ingresos Por Maquila		S/. 1,237,696.36	S/. 1,262,450.29	S/. 1,287,699.29	S/. 1,313,453.28	S/. 1,339,722.34	S/. 6,441,021.56
Ingresos Financieros		S/. 521.09	S/. 531.51	S/. 542.14	S/. 552.98	S/. 564.04	S/. 2,711.76
Otros Ingresos		S/. 3.28	S/. 3.35	S/. 3.41	S/. 3.48	S/. 3.55	S/. 17.07
<b>Total Ingresos</b>		<b>S/. 1,552,214.45</b>	<b>S/. 1,583,258.74</b>	<b>S/. 1,614,923.91</b>	<b>S/. 1,647,222.39</b>	<b>S/. 1,680,166.84</b>	<b>S/. 8,077,786.32</b>
Costo de Ventas (Operacionales)		S/. 228,679.39	S/. 233,252.98	S/. 237,918.04	S/. 242,676.40	S/. 247,529.93	S/. 2,711.76
Costo de Servicios (Operacionales)		S/. 759,975.39	S/. 775,174.90	S/. 790,678.39	S/. 806,491.96	S/. 822,621.80	S/. 17.07
Gastos Ventas		S/. 117,957.46	S/. 120,316.61	S/. 122,722.94	S/. 125,177.40	S/. 127,680.95	S/. 8,077,786.32
Gastos Administrativos		S/. 299,648.04	S/. 305,641.00	S/. 311,753.82	S/. 317,988.90	S/. 324,348.68	S/. 613,855.37
Ganancia (Pérdida) por Inst.Financieros		S/. 783.96	S/. 799.64	S/. 815.63	S/. 831.95	S/. 848.59	S/. 1,559,380.44
Gastos Financieros		S/. 168.30	S/. 171.67	S/. 175.10	S/. 178.60	S/. 182.17	S/. 4,079.77
<b>Inversion</b>							
Ampliación de Area de Calidad	S/. 40,000.00						
Capacitaciones	S/. 20,000.00						
Muebles de Computo	S/. 10,000.00						
Formatos, Procedimientos y Formularios	S/. 10,000.00						
Ms. Excel 19	S/. 4,000.00						
Computadora	S/. 3,500.00						
Licencia de Minitab 19	S/. 3,000.00						
Impresora	S/. 600.00						
<b>Total Egresos</b>	<b>S/. 91,100.00</b>	<b>S/. 1,407,212.54</b>	<b>S/. 426,928.92</b>	<b>S/. 435,467.50</b>	<b>S/. 444,176.85</b>	<b>S/. 453,060.39</b>	<b>S/. 3,257,946.20</b>
<b>Flujo de Caja Económico</b>	<b>-S/. 91,100.00</b>	<b>S/. 145,001.90</b>	<b>S/. 1,156,329.82</b>	<b>S/. 1,179,456.41</b>	<b>S/. 1,203,045.54</b>	<b>S/. 1,227,106.45</b>	
<b>Préstamo</b>							
Amortización		S/. 14,853.09	S/. 16,606.39	S/. 18,566.65	S/. 20,758.31	S/. 23,208.68	S/. 93,993.12
Intereses		S/. 9,464.54	S/. 7,711.24	S/. 5,750.98	S/. 3,559.32	S/. 1,108.95	S/. 27,595.03
<b>Flujo de Caja Financiero</b>	<b>-S/. 91,100.00</b>	<b>S/. 120,684.27</b>	<b>S/. 1,132,012.19</b>	<b>S/. 1,155,138.78</b>	<b>S/. 1,178,727.91</b>	<b>S/. 1,202,788.82</b>	

Figura 28. Flujo de Caja del Proyecto

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.5. Indicadores de Viabilidad para el Proyecto:

El flujo de caja fue realizado para el periodo de 5 años y se tomó como inversión S/. 91,100.00, y para hallar la efectividad del proyecto se utilizó los indicadores de viabilidad, el VAN financiero corresponde a S/. 284,307.56 y el TIR Financiero corresponde al 133%, superando ampliamente al TMAR de 20%, además se obtuvo un beneficio costo en la empresa de S/. 1.10 que nos demuestra que por cada sol invertido se obtendrá de S/. 0.10 de utilidad, por lo tanto, se puede concluir que el proyecto califica como Viable.

<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA - FINANCIERA DEL PROYECTO</b>	
<b>TMAR</b>	<b>20.00%</b>
<b>INDICADORES DE VIABILIDAD DE INVERSIÓN</b>	
<b>VAN ECONOMICO</b>	<b>S/. 357,032.16</b>
<b>VAN FINANCIERO</b>	<b>S/. 284,307.56</b>
<b>TIR ECONOMICO</b>	<b>160%</b>
<b>TIR FINANCIERO</b>	<b>133%</b>
<b>Beneficio Costo</b>	<b>S/. 1.10</b>

*Figura 29.* Indicadores de Viabilidad del Proyecto de Inversión

*Fuente:* Elaboración Propia

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

- Se logró realizar un diagnóstico situacional de la empresa molinera de arroz, hallando pérdidas económicas que ascienden a S/.203,700, generando que su rentabilidad económica se encuentre en un 2.11% muy por debajo de la media del sector. (Forero & Martínez, 2020), al detectar que la mala previsión de sus ventas estaba impactando en sus costes de inventario e ingresos por incumplimiento de pedidos demostraron que la empresa Boleco SA presentaba una disminución en su rentabilidad del 1% en el 2019 con respecto al 2018, el cual nos permite discutir que la mala toma de decisiones afecta económicamente a las empresas.
- Se validó un modelo de regresión múltiple significativo y ajustado al proceso de molienda para mejorar los resultados del análisis de calidad siendo el modelo matemático el siguiente:  $Y = 0.001 + 0.9317X_1 - 0.000339X_2$ , donde  $Y =$  Rendimiento Real,  $X_1 =$  Análisis de Calidad y  $X_2 =$  Sacos Procesados y un  $R^2 = 95.81\%$ . Por su parte, (Forero & Martínez, 2020), diseñaron el siguiente modelo matemático como solución a su problemática:  $Ventas = -342239.02 + 1524.72 \text{ Clientes} + 0.11 \text{ Costo de Ventas} + 29286.48 \text{ Capacidad de Bolsa}$ , con un ( $R^2 = 88.9\%$ ). Ambas investigaciones demostraron resultados objetivos porque utilizaron la metodología “Análisis de Regresión Múltiple” de J. Hair, et al (1999), comprobando así la eficacia de esta.
- Se simuló el modelo de regresión múltiple con Montecarlo obteniendo ingresos de S/. 3,263,787.74 para el año 2020. (Forero & Martínez, 2020), demuestran una mejora en sus ventas del 15% con proyecciones realizadas en su investigación, el cual nos indica la potencia de la regresión múltiple para demostrar el efecto de las decisiones en eventos futuros.
- Se determinó la variabilidad del rendimiento económico de la empresa molinera de arroz, en donde se ve una mejora en los indicadores de rentabilidad: el Margen de Utilidad incrementó al 9.34% y el ROA incrementó hacia un 15.92%. Estos resultados se apoyan de lo sustentado por (Forero, Bohórquez, & Lozano, 2008) que afirma que las mejoras en el calidad impacta de manera positiva la rentabilidad de la organización.

#### 4.2. Conclusiones

- Se demostró que la implementación de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda incrementa las utilidades de la empresa en S/.124,052.66 para el año 2020, el cual representa un crecimiento del 10.53% en su rentabilidad económica.
- Se realizó el diagnóstico situacional en la empresa molinera de arroz, donde se pudo identificar el principal problema que afecta su rentabilidad y es la estimaciones empírica de los por porcentajes de Quebrado de los lotes en el área de calidad, la cual viene generando pérdidas trimestrales de S/: 50.925,00.
- Las pérdidas económicas que genera el problema afectan la rentabilidad de la empresa haciendo que sus márgenes se encuentren por debajo de la media del sector, siendo su Margen de Utilidad el 1.5% y el rendimiento de sus activos (ROA) en un 2.71%.
- Se utilizó Minitab19 para el Análisis de Regresión Múltiple para determinar el siguiente modelo matemático: Rendimiento Real =  $0.001 + 0.9317 * \text{Análisis de Calidad} - 0.000.339 * \text{Sacos Procesados}$ , siendo significativo y ajustado al proceso de molienda pues se obtuvo un  $R^2_{pred} = 95.81\%$  y un estadístico PRESS = 47.5168.
- Se realizó una simulación con Montecarlo para todo el 2020 a la ecuación de regresión múltiple para estimar los ingresos y se obtuvo un ingreso anual de S/. 3,263,787.74 y una mejora del 3.94%.
- Se determinó la variabilidad económica de empresa proyectando sus estados financieros y se notó un incremento al 9.34% del Margen de Utilidad y el ROA incrementó hacia un 15.92%.
- La implementación de esta propuesta involucra una financiación de S/. 91,100.00, los cuales al realizar la evaluación económica se obtiene un Van Financiero de S/. 284,307.56, un TIR Financiero de 133% y un Beneficio-Costo de S/.1.10, superando al TMAR del 20% de la empresa, por lo que la propuesta de inversión es viable para la empresa.

## REFERENCIAS

- Alavedra, C., Gastelu, Y., Méndez, G., Minaya, C., Pineda, B., Prieto, K., . . . Moreno, C. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial*, 11-26.
- Aurich, K., & Roque, S. (2012). Diseño del Sistema HACCP en planta de arroz pilado. *Repositorio Universidad Pedro Ruiz Gallo*, 1-63.
- Burgos, P. (2016). *Influencia de la atención del médico en la satisfacción de los clientes del Hospital Clínica I Chapén - Essalud 2012*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Fonte: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/2422>
- Chase, R., & Jacobs, R. (2018). *Administración de Operaciones y Cadenas de Suministro* (Décimoquinta ed.). Mexico D.F: Mc Graw Hill Education.
- FAO. (2017). *Perspectivas Agrícolas 2017-2026* . Fonte: <http://www.fao.org/3/a-BT099s.pdf>
- Forero, G., & Martínez, J. (2020). *Modelo de Regresión Lineal Múltiple para el pronóstico de ventas de bolsas ecológicas para la empresa Boleco SA, en la ciudad de Bogotá DC*. Bogotá: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Forero, J., Bohórquez, L., & Lozano, A. (2008). Impacto de la Calidad en la Rentabilidad. *Ingeniería*, 42-50.
- García, G., Brigoni, M., Venturini, V., Rodríguez, L., Fontanelli, G., Walker, E., . . . Macelloni, G. (2016). Determinación de la humedad de suelo mediante regresión lineal múltiple con datos TerraSAR-X. *Revista de Teledetección*, 73-81.
- Gitman, L., & Zutter, C. (2012). *Principios de Administración Financiera* (Decimosegunda ed.). México D.F: Pearson Education.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (Quinta ed.). México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., & Black, W. (1999). *Análisis Multivariante*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Heizer, J., & Render, B. (2007). *Dirección de la Producción y de Operaciones: Decisiones Estratégicas* (Octava ed.). Madrid, España: Pearson Education S.A.

- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México: Mc Graw Hill Education.
- INDECOPI. (18 de 09 de 2014). *Norma Técnica Peruana (NTP): 205.011*. Fuente: [www.indecopi.gob.pe](http://www.indecopi.gob.pe)
- Meza, A. (2013). Pronóstico para la producción de caña y azúcar terminada con un modelo de regresión lineal múltiple de dos etapas. 1-85. Fuente: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9233/MEZA%20RODR%c3%8dGUEZ%2c%20Aldo%20Richard.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MINAGRI. (2019). *IV CENSO NACIONAL DE ARROZ: En molinos, almacenes y comercios mayoristas 2019*. Lima: Ministerio de Agricultura y Riesgo.
- MINAGRI. (2019). *Ministerio de Agricultura y Riego*. Fuente: <https://www.minagri.gob.pe/portal/especial-iv-cenagro/26-sector-agrario/arroz/218-produccion>
- MINCETUR. (2018). *Reporte Comercial de Productos de Arroz*. Lima: Ministerio de Comercio Exterior y Turismo.
- Minitab. (2020). Estados Unidos: Universidad Penn State.
- Najar, C., & Alvarez, M. (2007). Mejoras en el proceso productivo y modernización mediante sustitución y tecnologías limpias en un molino de arroz. *Diseño y Tecnología*, 22-32.
- Navidi, W. (2006). *Estadística para ingenieros y científicos*. Mexico D.F: Mc Graw Hill Interamericana.
- Ramos, J. (2018). Influencia del Sistema de Calidad e Innovación Tecnológica en los Resultados Enfocados en la Mejora Continua de Transformadores de Distribución y Potencia. *Revista Industrial Data*, 63-72.
- Rodríguez, J., & Mora, R. (2001). *Estadística informática: casos y ejemplos con el SPSS*. Alicante: Universitat D' Alicante .

## ANEXOS

### ANEXO N° 1. Base de Datos de Empresa Molinera de Arroz.

SEMANA 1			Precio según calidad de arroz ingresante		SEGÚN MUESTREO INICIAL				
Información de Lotes Procesados									
N° de Muestra	Variedad de Arroz	Lote (sacos)	%Q		Precio/Saco	N° de Muestra	Q%	Sacos Procesado	Ingreso para el Molino por Maquila
1	NIR	4500	0%	15%	S/.10.00	1	17.20%	4500	S/.36,000.00
2	Tinajones	400	15%	25%	S/.8.00	2	15.40%	400	S/.3,200.00
3	Plaza	135	25%	35%	S/.7.50	3	14.60%	135	S/.1,350.00
4	Tinajones	100	45%	a más	S/.6.50	4	13.10%	100	S/.1,000.00
5	NIR	595				5	8.80%	595	S/.5,950.00
6	Plaza	160				6	15.20%	160	S/.1,280.00
7	Tinajones	400				7	12.80%	400	S/.4,000.00
8	Tinajones	415				8	11.10%	415	S/.4,150.00
									<b>S/.56,930.00</b>
SEMANA 2			Precio según calidad de arroz ingresante		SEGÚN MUESTREO INICIAL				
Información de Lotes Procesados									
N° de Muestra	Variedad de Arroz	Lote (sacos)	%Q		Precio/Saco	N° de Muestra	Q%	Sacos Procesado	Ingreso para el Molino por Maquila
1	Tinajones	560	0%	15%	S/.10.00	1	15.60%	560	S/.4,480.00
2	Plaza	320	15%	25%	S/.8.00	2	12.40%	320	S/.3,200.00
3	NIR	620	25%	35%	S/.7.50	3	13.60%	620	S/.6,200.00
4	NIR	800	45%	a más	S/.6.50	4	18.30%	800	S/.6,400.00
5	NIR	1200				5	16.20%	1200	S/.9,600.00
6	Plaza	130				6	8.60%	130	S/.1,300.00
7	Tinajones	140				7	13.50%	140	S/.1,400.00
8	Tinajones	650				8	11.10%	650	S/.6,500.00
									<b>S/.39,080.00</b>
SEMANA 3			Precio según calidad de arroz ingresante		SEGÚN MUESTREO INICIAL				
Información de Lotes Procesados									
N° de Muestra	Variedad de Arroz	Lote (sacos)	%Q		Precio/Saco	N° de Muestra	Q%	Sacos Procesado	Ingreso para el Molino por Maquila
1	NIR	200	0%	15%	S/.10.00	1	10.40%	200	S/.2,000.00
2	NIR	380	15%	25%	S/.8.00	2	14.00%	380	S/.3,800.00
3	NIR	740	25%	35%	S/.7.50	3	16.90%	740	S/.5,920.00
4	Tinajones	850	45%	a más	S/.6.50	4	18.30%	850	S/.6,800.00
5	Plaza	450				5	16.10%	450	S/.3,600.00
6	Plaza	650				6	14.80%	650	S/.6,500.00
7	Tinajones	1000				7	26.30%	1000	S/.7,500.00
8	Tinajones	1000				8	17.40%	1000	S/.8,000.00
									<b>S/.44,120.00</b>
SEMANA 4			Precio según calidad de arroz ingresante		SEGÚN MUESTREO INICIAL				
Información de Lotes Procesados									
N° de Muestra	Variedad de Arroz	Lote (sacos)	%Q		Precio/Saco	N° de Muestra	Q%	Sacos Procesado	Ingreso para el Molino por Maquila
1	Tinajones	150	0%	15%	S/.10.00	1	15.20%	150	S/.1,200.00
2	NIR	600	15%	25%	S/.8.00	2	24.10%	600	S/.4,800.00
3	Tinajones	320	25%	35%	S/.7.50	3	17.60%	320	S/.2,560.00
4	NIR	900	45%	a más	S/.6.50	4	21.30%	900	S/.7,200.00
5	Tinajones	460				5	9.80%	460	S/.4,600.00
6	Tinajones	1500				6	17.50%	1500	S/.12,000.00
7	Plaza	740				7	13.90%	740	S/.7,400.00
8	Plaza	180				8	10.60%	180	S/.1,800.00
									<b>S/.41,560.00</b>

“Propuesta de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda y su efecto en la rentabilidad económica para una empresa procesadora de arroz”

**SEMANA 6**

Informacion de Lotes Procesados		
N° de Muestra	Variedad de Arroz	Lote (sacos)
1	TINAJONES	800
2	TINAJONES	650
3	PLAZA	350
4	PLAZA	750
5	TINAJONES	1200
6	TINAJONES	340
7	NIR	750
8	NIR	1020

Precio segun calidad de arroz ingresante		
%Q		Precio/Saco
0%	15%	S/.10.00
15%	25%	S/.8.00
25%	35%	S/.7.50
45%	a màs	S/.6.50

SEGÚN MUESTREO INICIAL			
N° de Muestra	Q%	Sacos Procesado	Ingreso para el Molino por Maquila
1	8.60%	800	S/.8,000.00
2	13.50%	650	S/.6,500.00
3	15.60%	350	S/.2,800.00
4	17.30%	750	S/.6,000.00
5	16.50%	1200	S/.9,600.00
6	18.30%	340	S/.2,720.00
7	14.30%	750	S/.7,500.00
8	12.20%	1020	S/.10,200.00
			<b>S/.53,320.00</b>

**SEMANA 7**

Informacion de Lotes Procesados		
N° de Muestra	Variedad de Arroz	Lote (sacos)
1	NIR	500
2	TINAJONES	1800
3	Plaza	800
4	Plaza	400
5	TINAJONES	900
6	TINAJONES	1100
7	TINAJONES	800
8	NIR	650

Precio segun calidad de arroz ingresante		
%Q		Precio/Saco
0%	15%	S/.10.00
15%	25%	S/.8.00
25%	35%	S/.7.50
45%	a màs	S/.6.50

SEGÚN MUESTREO INICIAL			
N° de Muestra	Q%	Sacos Procesado	Ingreso para el Molino por Maquila
1	14.20%	500	S/.5,000.00
2	11.90%	1800	S/.18,000.00
3	16.40%	800	S/.6,400.00
4	15.20%	400	S/.3,200.00
5	18.30%	900	S/.7,200.00
6	17.60%	1100	S/.8,800.00
7	13.90%	800	S/.8,000.00
8	9.70%	650	S/.6,500.00
			<b>S/.63,100.00</b>

**SEMANA 8**

Informacion de Lotes Procesados		
N° de Muestra	Variedad de Arroz	Lote (sacos)
1	Plaza	650
2	Plaza	450
3	TINAJONES	750
4	TINAJONES	1560
5	NIR	2000
6	NIR	1500
7	NIR	650
8	TINAJONES	950

Precio segun calidad de arroz ingresante		
%Q		Precio/Saco
0%	15%	S/.10.00
15%	25%	S/.8.00
25%	35%	S/.7.50
45%	a màs	S/.6.50

SEGÚN MUESTREO INICIAL			
N° de Muestra	Q%	Sacos Procesado	Ingreso para el Molino por Maquila
1	12.30%	650	S/.6,500.00
2	15.90%	450	S/.3,600.00
3	10.20%	750	S/.7,500.00
4	17.50%	1560	S/.12,480.00
5	16.20%	2000	S/.16,000.00
6	19.40%	1500	S/.12,000.00
7	12.30%	650	S/.6,500.00
8	11.40%	950	S/.9,500.00
			<b>S/.74,080.00</b>

“Propuesta de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda y su efecto en la rentabilidad económica para una empresa procesadora de arroz”

**SEMANA 9**

Información de Lotes Procesados			Precio según calidad de arroz ingresante			SEGÚN MUESTREO INICIAL			
N° de Muestra	Variedad de Arroz	Lote (sacos)	%Q		Precio/Saco	N° de Muestra	Q%	Sacos Procesado	Ingreso para el Molino por Maquila
1	TINAJONES	500	0%	15%	S/.10.00	1	14.20%	500	S/.5,000.00
2	NIR	480	15%	25%	S/.8.00	2	8.50%	480	S/.4,800.00
3	NIR	680	25%	35%	S/.7.50	3	9.60%	680	S/.6,800.00
4	TINAJONES	1500	45%	a màs	S/.6.50	4	16.40%	1500	S/.12,000.00
5	NIR	250				5	11.90%	250	S/.2,500.00
6	Plaza	450				6	10.30%	450	S/.4,500.00
7	Plaza	800				7	17.00%	800	S/.6,400.00
8	TINAJONES	1000				8	13.20%	1000	S/.10,000.00
									<b>S/.52,000.00</b>

**SEMANA 10**

Información de Lotes Procesados			Precio según calidad de arroz ingresante			SEGÚN MUESTREO INICIAL			
N° de Muestra	Variedad de Arroz	Lote (sacos)	%Q		Precio/Saco	N° de Muestra	Q%	Sacos Procesado	Ingreso para el Molino por Maquila
1	NIR	650	0%	15%	S/.10.00	1	9.50%	650	S/.6,500.00
2	Plaza	740	15%	25%	S/.8.00	2	9.20%	740	S/.7,400.00
3	Tinajones	840	25%	35%	S/.7.50	3	12.00%	840	S/.8,400.00
4	Tinajones	250	45%	a màs	S/.6.50	4	10.60%	250	S/.2,500.00
5	Plaza	350				5	14.50%	350	S/.3,500.00
6	NIR	800				6	16.50%	800	S/.6,400.00
7	NIR	400				7	15.80%	400	S/.3,200.00
8	Tinajones	650				8	17.10%	650	S/.5,200.00
									<b>S/.43,100.00</b>

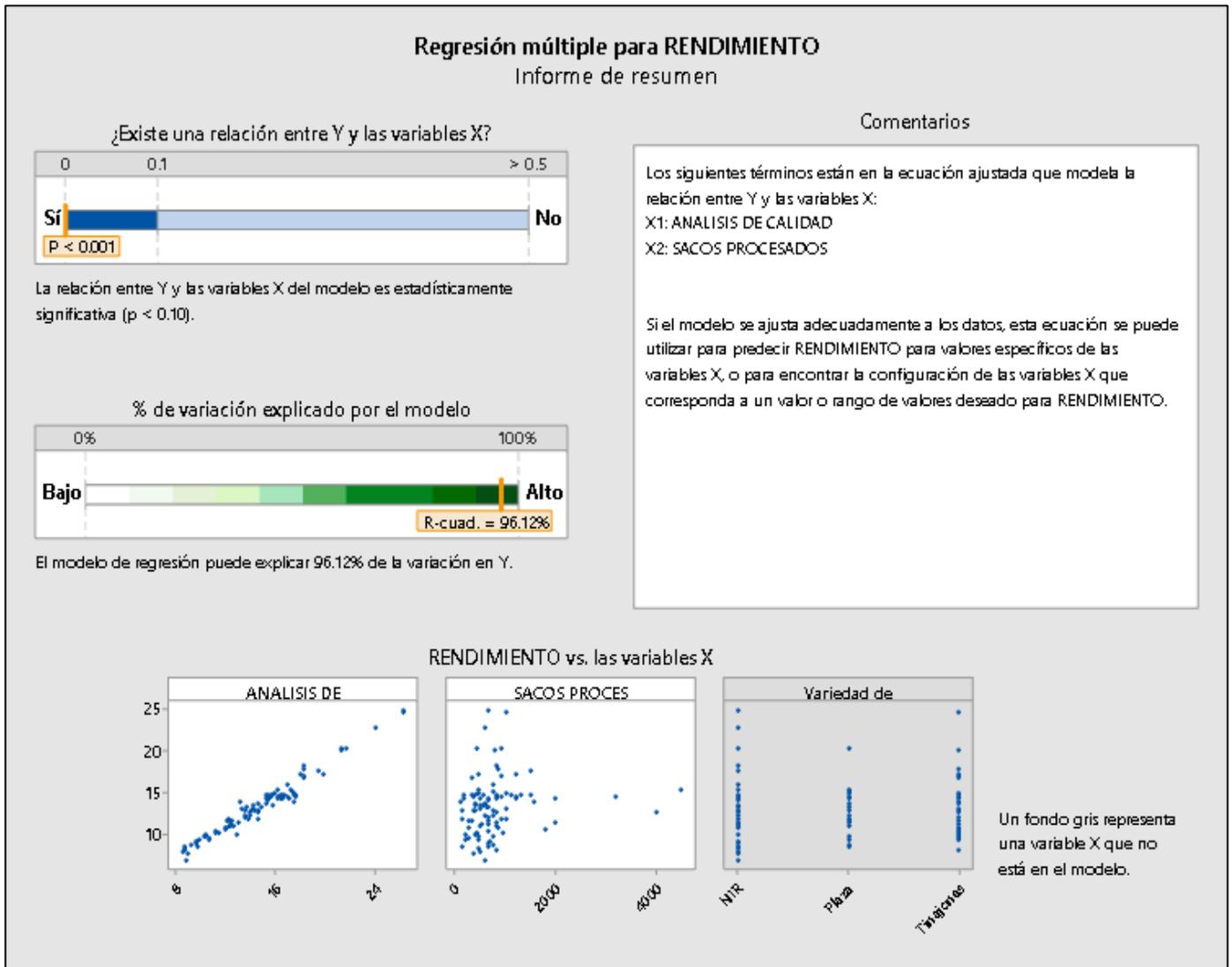
**SEMANA 11**

Información de Lotes Procesados			Precio según calidad de arroz ingresante			SEGÚN MUESTREO INICIAL			
N° de Muestra	Variedad de Arroz	Lote (sacos)	%Q		Precio/Saco	N° de Muestra	Q%	Sacos Procesado	Ingreso para el Molino por Maquila
1	NIR	600	0%	15%	S/.10.00	1	13.50%	600	S/.6,000.00
2	NIR	450	15%	25%	S/.8.00	2	8.60%	450	S/.4,500.00
3	NIR	830	25%	35%	S/.7.50	3	12.30%	830	S/.8,300.00
4	Tinajones	900	45%	a màs	S/.6.50	4	15.60%	900	S/.7,200.00
5	Tinajones	1300				5	16.70%	1300	S/.10,400.00
6	NIR	2000				6	13.00%	2000	S/.20,000.00
7	Tinajones	450				7	18.00%	450	S/.3,600.00
8	Tinajones	250				8	12.00%	250	S/.2,500.00
									<b>S/.62,500.00</b>

**SEMANA 12**

Información de Lotes Procesados			Precio según calidad de arroz ingresante			SEGÚN MUESTREO INICIAL			
N° de Muestra	Variedad de Arroz	Lote (sacos)	%Q		Precio/Saco	N° de Muestra	Q%	Sacos Procesado	Ingreso para el Molino por Maquila
1	TINAJONES	500	0%	15%	S/.10.00	1	15.30%	500	S/.4,000.00
2	TINAJONES	600	15%	25%	S/.8.00	2	14.60%	600	S/.6,000.00
3	TINAJONES	780	25%	35%	S/.7.50	3	21.30%	780	S/.6,240.00
4	NIR	650	45%	a màs	S/.6.50	4	15.40%	650	S/.5,200.00
5	NIR	1200				5	16.30%	1200	S/.9,600.00
6	PLAZA	900				6	13.80%	900	S/.9,000.00
7	NIR	4000				7	14.50%	4000	S/.40,000.00
8	PLAZA	500				8	12.60%	500	S/.5,000.00
									<b>S/.85,040.00</b>

ANEXO N° 2. Informe Minitab19



### ANEXO N° 3. Estimador de Cobros por Servicio de Maquila

## ESTIMADOR DE COBROS POR SERVICIO DE MAQUILA



#### ANÁLISIS DE MUESTRA

Variedad de Arroz	Tamaño de Lote	Análisis de Calidad
NIR	500	16%



#### DETALLE DE PRODUCCIÓN

Producción	Sacos de Arroz Entero	Sacos de Arroz Quebrado	% Quebrado (Q%)
500	427	73	14.57%

#### TARIFA A COBRAR SEÚN MUESTRA DE CALIDAD

%Q		Precio/Saco
0%	15%	S/.10.00
15%	25%	S/.8.00
25%	35%	S/.7.50
45%	a más	S/.6.50



Cobro por servicio de Maquila

**S/.5,000.00**

ANEXO N° 4. Plan de Capacitación 2020 – en el Área de Calidad

 	<h2><u>PLAN DE CAPACITACIÓN 2020 - ÁREA DE CALIDAD</u></h2>	<p>CODIGO: CAL-01-20 VERSION: 01 AÑO: 01/01/2020</p>
---	---	--

Nombre de la Capacitación	COSTO ANUAL	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Manejo de Estimador de Cobros	S/.3,500.00	X	X	X				X	X	X			
Minitab19	S/.6,000.00	X		X		X		X		X		X	
Nuevas Tendencias de Molinería	S/.5,500.00	X	X	X	X	X	X						
Procedimiento de Actualización de Software	S/.5,000.00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

CAPACITACIONES PROGRAMADAS	30
CUMPLIMIENTO DE CAPACITACIONES	0%

## ANEXO N° 5. Corridas de Simulación por análisis de Calidad 2020

### SIMULACIÓN DE INGRESOS SEMANALES PROMEDIO BAJO EL ANÁLISIS DE CALIDAD 2020

CORRIDAS DE SIMULACIÓN			100	obs									
OBS.	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13
1	52.233	67.764	54.341	49.714	26.826	52.696	59.462	85.724	96.266	95.258	52.936	72.302	71.128
2	71.088	47.942	57.302	72.286	74.782	35.746	42.400	74.908	111.060	63.338	74.832	64.838	46.186
3	74.914	61.584	52.582	54.122	50.970	44.160	73.338	89.402	61.923	43.244	60.896	42.952	91.204
4	37.768	40.146	72.628	42.560	81.210	92.488	46.727	51.794	44.800	29.708	37.132	90.196	36.678
5	57.252	88.220	61.276	48.226	89.774	30.423	30.423	52.630	53.980	75.514	67.348	64.060	78.806
6	87.904	42.512	80.336	43.058	48.037	49.425	47.800	62.142	112.022	48.924	38.912	44.930	57.830
7	66.586	67.612	68.016	69.216	48.338	65.992	40.710	48.256	81.716	67.356	86.614	47.363	49.212
8	77.496	76.572	79.694	99.626	50.534	80.140	45.100	53.404	70.742	51.332	61.486	39.086	66.748
9	114.588	54.690	42.366	61.362	62.027	64.914	48.240	34.076	47.044	44.518	80.260	51.462	52.346
10	45.082	55.910	47.826	65.542	64.434	65.608	39.098	48.590	35.644	48.786	62.060	59.096	79.096
11	49.924	51.808	71.267	39.880	71.832	64.282	59.172	60.204	71.176	49.568	50.016	42.218	87.967
12	59.670	70.770	52.946	50.922	76.798	40.534	48.544	39.400	41.546	40.324	52.856	58.170	54.836
13	73.802	90.936	69.288	39.930	64.488	90.084	65.580	96.178	39.679	138.520	70.170	69.693	39.668
14	64.400	85.924	57.120	60.610	76.424	39.054	43.668	55.366	55.637	69.256	33.364	52.856	86.906
15	65.536	58.540	52.802	58.306	78.356	56.422	61.648	56.242	90.916	66.894	63.638	34.218	38.180
16	49.896	55.106	64.778	51.564	52.752	59.524	54.480	63.972	48.062	55.750	45.690	44.414	97.334
17	48.683	72.527	107.782	54.760	55.400	55.174	74.198	64.704	68.626	50.029	39.621	59.828	57.664
18	52.888	49.232	38.818	72.344	50.672	65.796	47.000	59.870	62.628	104.264	44.212	86.182	49.476
19	50.972	52.822	68.444	102.164	69.021	63.544	80.040	48.240	50.126	102.796	89.264	47.206	56.474
20	41.628	66.562	66.616	73.202	63.084	33.044	38.272	54.342	79.564	72.282	52.062	72.576	98.068
21	31.834	40.760	43.884	41.940	70.590	60.816	50.714	42.912	61.994	76.064	41.020	106.472	72.620
22	39.584	79.282	55.552	60.878	34.968	100.936	38.296	64.804	55.886	72.158	99.828	51.960	86.216
23	76.608	36.681	71.754	41.872	59.624	65.912	75.382	51.726	64.625	44.556	25.952	68.382	86.042
24	74.674	74.248	54.614	82.182	68.408	62.888	67.760	45.578	62.670	56.802	57.512	71.564	55.650
25	62.804	59.820	58.938	81.202	78.714	108.305	39.528	34.878	69.274	67.562	51.692	28.960	38.786
26	100.264	43.404	78.726	91.012	101.526	95.342	80.140	50.006	42.022	39.082	46.032	39.708	69.072
27	74.628	37.712	67.318	75.112	36.220	63.190	44.510	52.278	42.180	87.344	40.540	51.944	61.430
28	79.894	42.462	71.514	48.628	53.519	59.986	67.286	70.832	61.242	31.560	51.670	60.692	69.168
29	60.964	47.300	103.174	75.550	57.392	73.382	44.920	91.986	74.090	71.286	69.582	68.782	63.890
30	69.876	69.196	79.252	55.270	69.084	50.102	80.338	42.838	80.428	90.960	132.310	51.390	48.190
31	41.956	45.746	70.248	53.226	45.840	84.262	45.084	76.612	81.477	32.328	50.130	37.980	83.968
32	34.648	62.548	64.090	61.370	59.698	87.280	38.764	51.912	49.734	50.418	60.778	37.992	37.992
33	60.158	34.130	52.314	47.446	61.772	86.944	77.598	46.002	50.242	49.850	27.328	43.204	37.358
34	48.358	51.630	44.864	68.210	92.386	80.838	39.314	38.028	48.634	51.456	65.638	36.948	63.638
35	41.353	41.902	39.792	70.656	71.298	65.210	112.212	50.332	55.076	64.308	58.068	116.596	63.820
36	89.770	95.678	46.980	55.142	67.418	86.132	70.146	83.092	60.824	74.640	111.052	62.876	69.828
37	44.704	84.876	78.130	40.088	87.072	151.414	82.470	55.522	42.858	106.028	56.644	116.284	32.776
38	54.012	41.378	66.264	49.540	82.896	85.366	52.586	68.608	47.830	46.874	54.332	81.516	47.662
39	44.310	62.056	38.232	79.574	72.306	46.018	54.054	74.664	37.270	42.184	49.052	81.422	70.810
40	36.802	50.898	34.770	49.576	62.614	69.614	49.046	102.698	71.028	49.508	63.796	63.580	39.690
41	81.534	46.798	41.370	75.493	55.580	52.004	53.240	64.886	53.066	41.766	51.126	61.264	120.832
42	33.600	64.370	57.042	53.312	69.576	51.490	64.448	47.096	58.162	91.668	58.806	55.890	51.806
43	58.528	100.480	62.638	53.116	48.550	55.626	47.574	78.792	90.858	48.322	40.422	58.016	59.280
44	58.646	61.888	50.738	42.102	43.498	66.794	44.352	36.760	46.752	58.654	72.490	47.714	57.044
45	65.691	86.200	54.523	46.152	64.619	34.536	41.364	37.824	73.912	54.220	47.406	35.380	105.874
46	51.530	37.114	50.126	59.622	55.428	43.850	56.664	61.548	43.612	55.514	61.770	59.690	64.707
47	53.198	50.694	86.034	70.818	51.104	62.608	71.544	39.052	67.904	69.166	58.924	63.192	32.884
48	60.392	51.296	111.230	40.742	58.242	60.446	38.586	60.900	74.232	34.540	27.060	78.466	60.792
49	52.558	43.664	66.998	85.176	79.196	37.246	55.954	30.100	36.714	105.984	71.866	59.920	68.936
50	84.238	65.364	53.664	87.632	50.944	51.672	44.841	42.618	47.216	74.728	57.892	63.246	76.278
51	47.736	60.315	47.262	63.592	64.256	66.302	54.915	54.915	76.483	46.306	42.516	36.793	62.680
52	30.428	35.692	53.810	49.322	57.484	38.890	64.282	76.770	49.764	31.680	59.290	52.858	103.510
53	39.044	44.524	63.642	51.860	40.922	30.928	49.536	50.774	75.968	54.420	50.676	98.776	67.616
54	85.996	52.946	38.502	53.646	89.249	49.620	66.202	51.560	47.393	28.678	104.572	60.762	63.782
55	37.972	74.092	68.644	40.328	47.142	30.112	27.256	42.800	62.408	63.586	88.524	50.596	68.178
56	104.670	46.140	41.412	70.057	52.912	39.634	75.106	44.560	35.884	56.418	84.572	28.554	58.418
57	82.282	45.746	61.776	62.010	82.100	62.231	48.812	86.378	77.588	90.750	77.782	64.562	86.657
58	109.360	41.422	50.916	40.482	69.828	65.396	40.070	48.104	53.085	85.254	67.610	44.176	43.330
59	43.880	55.674	52.592	42.387	104.106	85.088	54.472	56.120	49.046	66.166	40.576	68.250	77.751
60	61.220	51.284	103.082	27.164	51.098	106.837	48.222	59.250	51.812	72.142	91.388	80.502	40.343
61	77.594	60.244	37.740	148.016	71.964	62.116	71.344	57.800	43.748	55.292	57.240	45.372	50.505
62	49.594	58.022	66.486	50.416	49.250	94.800	98.778	106.884	53.172	65.036	55.350	53.402	39.952
63	51.232	61.256	71.990	72.026	107.256	48.780	92.247	32.974	66.526	70.074	95.856	30.534	61.872
64	113.082	70.310	44.832	61.221	67.980	61.400	45.276	49.588	111.494	53.376	77.390	50.274	51.130
65	55.442	37.494	40.619	52.072	57.220	55.798	55.767	51.634	99.112	54.188	55.640	66.690	40.436
66	55.940	70.470	52.538	53.082	67.720	57.972	52.544	78.422	58.428	87.660	53.822	102.690	51.976
67	40.502	66.128	63.412	70.006	52.790	62.384	40.566	50.260	64.218	60.740	70.188	74.094	35.490
68	81.596	106.518	45.998	54.336	52.590	32.958	55.275	87.468	80.158	54.602	50.102	37.270	43.526
69	41.024	72.869	56.328	39.218	92.762	73.258	52.310	84.016	89.372	77.352	37.757	75.784	86.318
70	103.066	52.136	59.164	66.770	67.778	29.422	41.322	47.410	70.054	20.996	60.424	63.750	59.792
71	83.162	37.070	66.940	73.636	47.284	55.764	102.196	103.308	39.466	58.396	42.660	89.554	74.250
72	92.730	53.954	90.396	40.951	50.058	70.164	62.574	75.594	65.654	51.818	64.624	53.208	97.602
73	59.408	71.188	48.334	53.667	61.796	40.292	79.866	65.610	54.948	69.728	56.574	74.228	44.806
74	49.122	44.440	36.622	63.030	44.572	64.416	60.328	68.708	43.470	50.304	33.430	48.256	57.826
75	49.268	47.774	44.208	58.912	46.696	76.952	95.840	91.090	53.778	45.060	44.504	42.476	51.342
76	60.846	72.954	90.410	46.147	62.784	52.132	80.116	62.722	39.354	56.898	62.701	66.406	54.208
77	41.914	53.336	44.856	51.688</									

“Propuesta de un modelo predictivo ajustado al proceso de molienda y su efecto en la rentabilidad económica para una empresa procesadora de arroz”

ANEXO N° 6. Corridas de Simulación por Rendimiento Real 2020

**SIMULACIÓN DE INGRESOS SEMANALES PROMEDIO 2020 UTILIZANDO EL MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE**

CORRIDAS DE SIMULACION		100	obs													
OBS.	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13			
1	52,598.00	67,764.00	58,188.00	54,888.00	28,568.00	52,696.00	63,348.00	87,374.00	98,736.00	104,544.00	55,968.00	77,594.00	73,490.00			
2	71,844.00	50,584.00	64,522.00	73,660.00	74,782.00	36,210.00	43,526.00	83,860.00	114,384.00	64,522.00	74,832.00	71,268.00	50,034.00			
3	76,062.00	65,378.00	60,052.00	57,946.00	56,562.00	54,546.00	83,080.00	89,402.00	68,810.00	45,234.00	62,690.00	43,166.00	92,526.00			
4	39,538.00	40,146.00	74,522.00	47,604.00	85,338.00	92,488.00	49,514.00	58,974.00	47,234.00	29,708.00	42,616.00	42,616.00	38,208.00			
5	59,594.00	97,964.00	61,276.00	50,162.00	91,480.00	52,164.00	32,362.00	60,072.00	56,410.00	79,194.00	70,386.00	65,688.00	79,552.00			
6	89,654.00	42,512.00	84,346.00	44,114.00	49,436.00	49,426.00	47,800.00	63,718.00	115,508.00	48,924.00	40,594.00	44,556.00	64,528.00			
7	66,586.00	67,612.00	68,016.00	81,430.00	48,718.00	65,992.00	41,676.00	48,256.00	82,414.00	69,564.00	90,696.00	48,426.00	50,002.00			
8	77,496.00	80,966.00	79,694.00	100,414.00	52,630.00	82,116.00	49,438.00	54,006.00	74,910.00	51,768.00	65,206.00	42,904.00	73,752.00			
9	119,962.00	57,008.00	46,858.00	66,376.00	62,378.00	65,910.00	51,428.00	36,442.00	49,162.00	45,430.00	89,642.00	57,766.00	54,138.00			
10	46,102.00	55,910.00	51,292.00	65,542.00	65,270.00	69,328.00	59,316.00	42,754.00	50,100.00	35,644.00	52,700.00	64,620.00	79,350.00			
11	49,924.00	51,808.00	73,682.00	39,880.00	71,832.00	64,282.00	60,078.00	60,682.00	77,202.00	51,084.00	52,400.00	43,034.00	99,398.00			
12	61,480.00	72,982.00	54,492.00	54,526.00	80,902.00	44,540.00	54,800.00	58,266.00	42,874.00	41,546.00	42,906.00	58,170.00	56,272.00			
13	77,278.00	90,936.00	75,588.00	41,842.00	64,488.00	91,470.00	65,580.00	96,178.00	41,624.00	138,520.00	70,170.00	70,096.00	40,472.00			
14	64,718.00	85,924.00	64,548.00	60,610.00	78,232.00	39,728.00	43,668.00	58,266.00	56,076.00	69,256.00	33,756.00	52,856.00	94,964.00			
15	67,830.00	62,500.00	52,802.00	58,306.00	78,356.00	56,422.00	64,282.00	56,242.00	90,916.00	67,930.00	64,252.00	38,086.00	38,670.00			
16	51,360.00	55,106.00	66,940.00	51,564.00	55,340.00	59,524.00	57,020.00	65,820.00	49,566.00	63,146.00	48,832.00	44,414.00	105,870.00			
17	48,768.00	76,292.00	110,364.00	57,310.00	55,400.00	55,852.00	74,198.00	68,694.00	74,200.00	51,792.00	39,842.00	61,648.00	62,380.00			
18	59,610.00	51,182.00	41,230.00	72,344.00	50,672.00	73,262.00	47,000.00	60,312.00	67,346.00	104,264.00	51,816.00	94,270.00	49,664.00			
19	57,600.00	55,690.00	71,230.00	104,442.00	70,652.00	65,438.00	80,674.00	52,772.00	52,820.00	102,796.00	92,622.00	49,570.00	56,844.00			
20	45,802.00	67,650.00	71,296.00	78,386.00	68,958.00	34,564.00	38,272.00	57,900.00	79,564.00	79,406.00	52,062.00	74,516.00	100,622.00			
21	32,452.00	41,316.00	43,884.00	41,940.00	73,308.00	61,918.00	50,714.00	43,822.00	70,984.00	76,644.00	41,300.00	114,786.00	82,180.00			
22	39,584.00	80,468.00	59,992.00	62,968.00	36,662.00	102,220.00	38,296.00	69,436.00	63,184.00	73,292.00	101,080.00	54,522.00	87,020.00			
23	78,572.00	39,246.00	77,352.00	41,872.00	60,168.00	68,234.00	79,280.00	51,726.00	67,284.00	44,556.00	26,302.00	69,378.00	91,394.00			
24	74,674.00	77,210.00	58,470.00	84,970.00	69,796.00	66,040.00	67,760.00	45,986.00	69,106.00	56,802.00	57,512.00	74,616.00	55,650.00			
25	67,356.00	59,820.00	60,648.00	81,202.00	81,254.00	108,902.00	40,784.00	36,124.00	71,544.00	72,956.00	51,692.00	29,386.00	39,564.00			
26	101,840.00	44,194.00	78,726.00	99,946.00	103,288.00	97,908.00	81,890.00	50,742.00	42,022.00	39,446.00	47,592.00	43,978.00	73,420.00			
27	75,722.00	38,166.00	70,254.00	79,378.00	36,220.00	64,616.00	47,100.00	52,278.00	43,382.00	89,492.00	40,540.00	51,944.00	61,430.00			
28	90,664.00	45,826.00	71,514.00	49,846.00	56,174.00	60,348.00	67,694.00	70,832.00	63,802.00	31,560.00	51,868.00	62,524.00	75,516.00			
29	62,384.00	47,300.00	105,686.00	84,772.00	57,392.00	76,430.00	52,238.00	97,068.00	81,192.00	71,286.00	81,130.00	68,782.00	63,890.00			
30	72,134.00	71,844.00	87,682.00	57,182.00	73,664.00	51,152.00	83,434.00	42,838.00	80,926.00	91,642.00	138,306.00	52,754.00	49,456.00			
31	41,956.00	47,226.00	70,248.00	54,890.00	46,408.00	84,262.00	45,396.00	76,612.00	81,750.00	32,652.00	50,130.00	41,360.00	83,968.00			
32	37,226.00	64,548.00	67,236.00	65,688.00	65,054.00	88,832.00	39,880.00	54,644.00	52,202.00	51,876.00	76,064.00	75,424.00	42,144.00			
33	60,158.00	34,130.00	52,314.00	50,042.00	63,230.00	89,960.00	79,266.00	46,002.00	51,610.00	50,124.00	27,990.00	43,990.00	37,358.00			
34	51,280.00	52,846.00	49,762.00	75,916.00	101,556.00	84,740.00	41,908.00	39,398.00	49,880.00	53,088.00	65,638.00	37,914.00	65,956.00			
35	42,200.00	42,172.00	42,450.00	77,082.00	74,486.00	68,694.00	113,406.00	51,516.00	62,640.00	64,308.00	58,520.00	117,506.00	63,622.00			
36	90,242.00	99,410.00	46,980.00	55,142.00	68,888.00	86,132.00	72,934.00	84,524.00	65,942.00	74,976.00	111,994.00	65,370.00	69,828.00			
37	46,454.00	84,876.00	78,644.00	42,614.00	87,392.00	151,414.00	82,470.00	58,118.00	45,444.00	116,036.00	59,072.00	122,210.00	36,266.00			
38	54,352.00	43,976.00	69,800.00	51,926.00	82,896.00	87,964.00	53,584.00	75,960.00	49,326.00	52,486.00	56,360.00	81,860.00	49,356.00			
39	44,310.00	66,234.00	41,460.00	91,716.00	82,822.00	48,344.00	54,054.00	74,664.00	37,270.00	42,184.00	53,462.00	81,422.00	71,446.00			
40	36,802.00	51,238.00	35,496.00	51,548.00	62,880.00	70,962.00	49,046.00	113,022.00	71,028.00	49,508.00	73,070.00	63,580.00	47,304.00			
41	84,018.00	46,798.00	43,532.00	83,562.00	55,580.00	54,220.00	53,240.00	74,194.00	55,684.00	45,358.00	53,872.00	61,264.00	121,152.00			
42	36,474.00	64,370.00	59,076.00	53,312.00	69,576.00	53,484.00	64,448.00	47,096.00	59,304.00	99,716.00	62,774.00	58,590.00	52,786.00			
43	63,580.00	100,480.00	63,940.00	55,264.00	48,550.00	60,714.00	48,296.00	86,752.00	93,086.00	51,390.00	40,422.00	60,092.00	61,904.00			
44	61,208.00	69,808.00	51,114.00	45,366.00	44,998.00	67,570.00	47,914.00	38,502.00	46,752.00	59,296.00	75,470.00	50,694.00	60,464.00			
45	70,022.00	86,200.00	56,048.00	47,512.00	64,744.00	35,726.00	42,398.00	38,288.00	74,764.00	56,698.00	48,920.00	36,832.00	119,188.00			
46	55,838.00	37,806.00	50,126.00	64,076.00	55,428.00	43,850.00	43,850.00	61,142.00	44,368.00	65,344.00	65,086.00	60,690.00	67,102.00			
47	54,762.00	56,170.00	87,360.00	70,818.00	51,104.00	62,608.00	71,544.00	41,454.00	70,412.00	69,166.00	59,988.00	63,192.00	34,652.00			
48	64,188.00	51,844.00	116,016.00	46,380.00	61,600.00	62,914.00	38,586.00	60,090.00	75,298.00	37,152.00	28,962.00	82,814.00	64,538.00			
49	52,598.00	45,994.00	71,520.00	86,704.00	83,720.00	40,866.00	55,954.00	32,508.00	37,094.00	107,844.00	73,060.00	59,920.00	68,936.00			
50	88,620.00	65,692.00	57,740.00	97,838.00	51,786.00	51,672.00	46,226.00	48,194.00	47,640.00	80,826.00	60,634.00	63,246.00	76,278.00			
51	48,762.00	63,902.00	48,896.00	67,620.00	64,256.00	75,922.00	87,610.00	55,222.00	78,306.00	47,882.00	46,162.00	36,964.00	67,314.00			
52	30,428.00	38,956.00	53,810.00	52,820.00	58,656.00	39,564.00	64,282.00	78,786.00	49,764.00	34,018.00	63,366.00	53,144.00	103,510.00			
53	40,254.00	47,942.00	68,576.00	56,082.00	75,254.00	42,288.00	31,304.00	50,068.00	52,794.00	79,564.00	58,920.00	107,380.00	73,992.00			
54	90,282.00	55,506.00	40,924.00	53,646.00	90,470.00	54,114.00	67,638.00	53,732.00	47,972.00	28,678.00	104,572.00	67,330.00	63,782.00			
55	41,860.00	74,750.00	71,822.00	42,180.00	47,570.00	31,862.00	28,270.00	45,294.00	75,240.00	68,202.00	88,524.00	52,942.00	80,730.00			
56	110,544.00	52,010.00	43,360.00	70,904.00	55,746.00	42,020.00	78,014.00	47,586.00	36,592.00	58,688.00	87,114.00	28,554.00	60,306.00			
57	92,910.00	51,110.00	62,928.00	62,010.00	90,626.00	62,328.00	54,154.00	89,752.00	83,466.00	100,068.00	87,118.00	64,562.00	93,138.00			
58	115,310.00	42,946.00	51,974.00	44,200.00	70,720.00	69,692.00	40,070.00	49,046.00	57,494.00	85,254.00	67,610.00	46,632.00	43,330.00			
59	43,880.00	56,980.00	52,592.00	42,666.00	109,910.00	85,088.00	58,012.00	62,518.00	53,282.00	74,850.00	40,576.00	71,112.00	80,476.00			
60	64,420.00	52,360.00	103,082.00	28,322.00	52,192.00	118,934.00	49,874.00	59,250.00	52,850.00	74,716.00	98,272.00	81,350.00	40,570.00			
61	77,594.00	66,484.00	39,274.00	156,916.00	72,856.00	71,358.00	71,344.00	61,692.00	45,076.00	57,732.00	57,240.00	47,288.00	52,24			

ANEXO N° 7. FICHAS DE CALIDAD 2019

 	<h2><u>FICHA DE CALIDAD MI MOLINO S.A.C</u></h2>	CODIGO: CL-XX-XX VERSION: 01 AÑO: 2019
---	--	--

CLIENTE	
VARIEDAD DE ARROZ	
FECHA DE RECEPCIÓN	

ESCALA	100 gr.
--------	---------

N° de Muestra	% Humedad	% Impurezas	% P. Blanca	% Quebrado

Nombre:		Cargo:	Jefe de Calidad	Firma:	
Nombre:		Cargo:	Asistente de Calidad	Firma:	

ANEXO N° 8. FICHAS DE PRODUCCIÓN 2019

 	<h2><u>FICHA DE PRODUCCIÓN MI MOLINO S.A.C</u></h2>	<p>CODIGO: PR-XX-XX VERSION: 01 AÑO: 2019</p>
---	---	---

CLIENTE	
VARIEDAD DE ARROZ	
FECHA DE RECEPCIÓN	
FECHA DE MAQUILA	

Tipo de Saco	Color de Saco	Arroz Entero	Sacos de Arroz		Sacos de Ñelen	Sacos de Polvillo	Pajilla y Mermas	Total
			3/4	1/2				

Nombre:		Cargo:	Jefe de Producción	Firma:	
Nombre:		Cargo:	Asistente de Producción	Firma:	