



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO DE GESTIÓN DEL CONTROL DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD SEGÚN TEORÍA MRP PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS DE UNA EMPRESA MOLINERA UBICADA EN CIUDAD DE DIOS, 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autoras:

Yadira Efigenia Alfaro Casamayor

Nicole Mahomy Medina Siccha

Asesor:

Mg. Rafael Luis Alberto Castillo Cabrera

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

Quiero dar gracias a Dios por haber sido partícipe de este logro y especialmente por haber sido mi guía durante este camino. A mis papás, por su apoyo, comprensión, motivación y sobre todo por ser pieza fundamental en mi vida profesional y personal. A mis hermanas, por su paciencia y cariño. A mis abuelas, por su soporte y amor incondicional. A las estrellas más bonitas del cielo, mis abuelos, por sus consejos y amor sin límites. Finalmente, a todas las personas que creyeron en mí.

Yadira Efigenia Alfaro Casamayor

Quiero agradecer, en primer lugar, a Dios, por darme la fuerza y ser mi guía para lograr una meta más en mi vida. A mis padres y hermanas por su apoyo incondicional. Finalmente, a todas las personas que me creyeron en mí.

Nicole Mahomy Medina Siccha

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por guiarnos, a nuestras familias por apoyarnos en nuestros estudios y a nuestro asesor Rafael Castillo Cabrera, quien nos apoyó a sacar adelante nuestro proyecto.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	42
CAPÍTULO III. RESULTADOS	159
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	165
REFERENCIAS.....	168
ANEXOS.....	176

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Precio del arroz en cáscara en molinos</i>	13
Tabla 2. <i>Criterio de severidad</i>	22
Tabla 3. <i>Factor ocurrencia</i>	23
Tabla 4. <i>Factor de detección</i>	23
Tabla 5. <i>Fórmulas del balance de línea</i>	24
Tabla 6. <i>Pasos de implementación de Pronóstico</i>	26
Tabla 7. <i>Pasos de implementación de Plan Agregado de Producción</i>	28
Tabla 8. <i>Pasos de implementación de MRP</i>	30
Tabla 9. <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	42
Tabla 10. <i>Matriz de consistencia</i>	48
Tabla 11. <i>Matriz de Operacionalización de las variables</i>	49
Tabla 12. <i>Foda de la empresa</i>	52
Tabla 13. <i>Diagrama de Pepsu de proveedores</i>	54
Tabla 14. <i>Principales clientes de la empresa molinera</i>	55
Tabla 15. <i>Principales productos de la empresa molinera</i>	55
Tabla 16. <i>Diagrama Analítico del proceso de pilado</i>	62
Tabla 17. <i>Costo anual de materia prima directa</i>	63
Tabla 18. <i>Costo anual de materia prima indirecta</i>	64
Tabla 19. <i>Costos anuales de repuestos</i>	64
Tabla 20. <i>Costo anual de mano de obra directa</i>	65
Tabla 21. <i>Costo anual de mano de obra indirecta</i>	65
Tabla 22. <i>Costo anual indirectos de fabricación</i>	66
Tabla 23. <i>Otros CIF anuales</i>	66
Tabla 24. <i>Costo anual de servicios</i>	66
Tabla 25. <i>Total, de costos operativos actuales anuales</i>	67
Tabla 26. <i>Cuadro estadístico de priorización de la causa raíz</i>	74
Tabla 27. <i>Matriz de Operacionalización de Variables</i>	75
Tabla 28. <i>Características principales de los tipos de arroz</i>	76
Tabla 29. <i>Utilidad no percibida anual por la demanda insatisfecha</i>	77
Tabla 30. <i>Costo por proceso de pilado de arroz</i>	78
Tabla 31. <i>Tiempo de reproceso por secado y selección</i>	78
Tabla 32. <i>Sobrecosto anual por demoras por realización de operaciones</i>	78
Tabla 33. <i>Sobrecosto anual por materia prima deteriorada</i>	79
Tabla 34. <i>Sobrecosto anual por baja productividad</i>	80
Tabla 35. <i>Sobrecosto anual por incumplimiento de sacos de arroz no conformes</i>	81
Tabla 36. <i>Sobrecosto anual por errores de personal no calificado</i>	81
Tabla 37. <i>Sobrecosto anual por los granos fuera de los estándares de calidad</i>	82
Tabla 38. <i>Sobrecosto anual por incumplimiento de parámetros de humedad</i>	83
Tabla 39. <i>Herramienta de mejora de la causa raíz CRI Falta de planificación de Producción</i>	84
Tabla 40. <i>Pronóstico estacional del Arroz Añejo</i>	87
Tabla 41. <i>Pronóstico estacional de Arroz Extra</i>	89
Tabla 42. <i>Pronóstico estacional del Arroz Despuntado</i>	91
Tabla 43. <i>Pronóstico estacional del Arroz Superior</i>	93
Tabla 44. <i>Pronóstico estacional del Arroz Económico</i>	95
Tabla 45. <i>Pronóstico estacional del Arroz Popular</i>	97
Tabla 46. <i>Resumen de la demanda proyectada de los sacos de arroz para el año 2020</i>	100
Tabla 47. <i>Total, de sacos de arroz proyectados para el año 2020</i>	100
Tabla 48. <i>Demanda Proyectada por unidades y kilogramos</i>	101
Tabla 49. <i>Inventario del mes de diciembre del 2019</i>	102
Tabla 50. <i>Costos asociados a kilogramos</i>	102
Tabla 51. <i>Cálculo del requerimiento de producción</i>	103
Tabla 52. <i>Requerimiento de Producción</i>	104
Tabla 53. <i>Código de producto por stock</i>	104
Tabla 54. <i>Capacidad de Planta</i>	105
Tabla 55. <i>Lote de producción por batch</i>	106
Tabla 56. <i>Lote de producción por SKU</i>	106
Tabla 57. <i>Producción SKU</i>	107

Tabla 58. Programa Mensual por SKU por tipo de calidad.....	107
Tabla 59. Programa Mensual por SKU por grano.....	108
Tabla 60. Programa Semanal definitivo por SKU por tipo de arroz.....	108
Tabla 61. Programa Semanal por SKU por grano en cáscara.....	109
Tabla 62. Horas necesarias por tipo de arroz.....	109
Tabla 63. Niveles de la lista de materiales según el tipo de arroz.....	111
Tabla 64. Cantidad base arroz añejo.....	111
Tabla 65. Cantidad base arroz extra.....	112
Tabla 66. Cantidad base arroz despuntado.....	112
Tabla 67. Cantidad base arroz superior.....	112
Tabla 68. Cantidad base arroz económico.....	113
Tabla 69. Cantidad base arroz popular.....	113
Tabla 70. Cantidad base de grano de arroz.....	113
Tabla 71. Inventario de Materiales.....	114
Tabla 72 Programa mensual por SKU (cajas).....	117
Tabla 73. Grano en cáscara BATCH.....	118
Tabla 74. Plan de requerimiento de sacos tipo A.....	119
Tabla 75. Plan de Requerimiento de materiales Sacos Tipo B.....	120
Tabla 76. Plan de Requerimiento de materiales Sacos Tipo C.....	121
Tabla 77. Plan de Requerimiento de materiales Cono Hilo Blanco.....	122
Tabla 78. Programa de Producción.....	123
Tabla 79. Programa de compras.....	124
Tabla 80. Herramienta de mejora de la causa raíz CR5.....	125
Tabla 81. Formato Hoja de Verificación.....	126
Tabla 82. Muestra diaria.....	127
Tabla 83. Datos de defectos antes de mejora.....	127
Tabla 84. Datos de Carta de Control P antes de mejora.....	128
Tabla 85. Hoja de verificación aplicada.....	129
Tabla 86. Ficha de evaluación de desempeño.....	131
Tabla 87. Datos de defectos después de mejora.....	132
Tabla 88. Datos de Carta de Control P después de mejora.....	133
Tabla 89. Herramienta de mejora de la causa raíz CR8.....	134
Tabla 90. Ficha del proyecto.....	135
Tabla 91. Tareas en el área de secado.....	135
Tabla 92. Ficha técnica de humedad en el grano.....	136
Tabla 93. Análisis modal de fallos y efectos.....	137
Tabla 94. Muestras de humedad antes y después de mejora.....	143
Tabla 95. Cuadro Resumen de datos actual – mejorados.....	145
Tabla 96. Monetización de la demanda insatisfecha después de la propuesta.....	146
Tabla 97. Monetización de los sacos no conformes después de la mejora.....	147
Tabla 98. Monetización de la del parámetro de humedad después de la propuesta.....	148
Tabla 99. Costo anual de materia prima directa.....	149
Tabla 100. Costo anual de materia prima indirecta.....	149
Tabla 101. Costo anual de repuestos indirectos.....	149
Tabla 102. Costo anual de mano de obra directa.....	150
Tabla 103. Importe anual de Mano de obra indirecta.....	150
Tabla 104. Costo anual indirectos de fabricación.....	151
Tabla 105. Otros CIF anuales.....	151
Tabla 106. Costo anual de servicios básicos.....	151
Tabla 107. Total, de costos operativos mejorados anuales.....	152
Tabla 108. Costo total de la implementación del MRP I.....	153
Tabla 109. Costo total de la implementación de Gráficos de control y Plan de capacitación.....	153
Tabla 110. Costo total de la implementación del Six Sigma.....	154
Tabla 111. Cronograma de pago de préstamo.....	154
Tabla 112. Flujo de caja proyectado.....	155
Tabla 113. Proceso de Operación de la Simulación Actual.....	156
Tabla 114. Proceso de Operación de la Simulación Mejorada.....	157
Tabla 115. Tabla de Resumen de la Monetización.....	159
Tabla 116. Resumen de la inversión por herramienta.....	162
Tabla 117. Resumen de los costos actuales generados por causa raíz.....	162

Tabla 118. <i>Resumen de los costos mejorados</i>	163
Tabla 119. <i>Resumen del beneficio total</i>	163
Tabla 120. <i>Indicadores Económicos</i>	164

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Producción y superficie mundiales de arroz en cáscara</i>	11
Figura 2. <i>Superficie cosechada en el Perú</i>	12
Figura 3. <i>Principales regiones productoras de arroz en cáscara - Perú</i>	13
Figura 4. <i>Estructura Balance de Línea</i>	25
Figura 5. <i>Estructura Pronóstico</i>	25
Figura 6. <i>Factores del Plan Maestro de la Producción</i>	28
Figura 7. <i>Diagrama de Pareto</i>	32
Figura 8. <i>Gráfico de Control Estadístico</i>	33
Figura 9. <i>Gráfico de Causa - Efecto</i>	34
Figura 10. <i>Flujograma de métodos</i>	46
Figura 11. <i>Ubicación de la empresa</i>	50
Figura 12. <i>Organigrama de la empresa</i>	51
Figura 13. <i>Cadena de valor de la empresa</i>	53
Figura 14. <i>Layout actual de la empresa</i>	54
Figura 15. <i>Diagrama de Operaciones de Proceso de pilado de arroz</i>	57
Figura 16. <i>Recepción con sacos de grano en cáscara</i>	58
Figura 17. <i>Secado natural de grano en cáscara</i>	59
Figura 18. <i>Etapa de separación – Mesa Paddy</i>	60
Figura 19. <i>Etapa de pulido</i>	60
Figura 20. <i>Etapa de blanqueado</i>	61
Figura 21. <i>Etapa de Selección</i>	61
Figura 22. <i>Etapa de Almacenamiento</i>	61
Figura 23. <i>Diagrama de Ishikawa – área de producción</i>	70
Figura 24. <i>Diagrama de Ishikawa – área de calidad</i>	71
Figura 25. <i>Diagrama de Pareto</i>	73
Figura 26. <i>Gráfico del comportamiento estacional de la demanda</i>	99
Figura 27. <i>Diagrama estructurado de tipos de sacos de arroz</i>	115
Figura 28. <i>Gráfico de carta de control P antes de mejora</i>	129
Figura 29. <i>Gráfico de carta de control P después de mejora</i>	133
Figura 30. <i>Informe de capacidad del porcentaje de humedad y su nivel sigma</i>	137
Figura 31. <i>Balance de Línea actual</i>	139
Figura 32. <i>Balance de Línea mejorado</i>	142
Figura 33. <i>Comparación de capacidad Antes/Después de porcentajes de humedad</i>	144
Figura 34. <i>Cronograma de Implementación de Herramientas</i>	145
Figura 35. <i>Simulación del proceso actual de pilado de arroz</i>	157
Figura 36. <i>Simulación del proceso mejorado de pilado de arroz</i>	158
Figura 37. <i>Comparación de costos perdidos, actuales y beneficio generado</i>	159
Figura 38. <i>Comparación de costos perdidos, actuales y beneficio generado de la “Falta de una planificación de la producción”- MRP I</i>	160
Figura 39. <i>Comparación de costos perdidos, actuales y beneficio generado de la “Falta de indicadores y control de calidad del producto terminado” – Gráficas de control + Plan de Capacitación</i>	161
Figura 40. <i>Comparación de costos perdidos, actuales y beneficio generado de la “Falta de estandarización del grano en cáscara en el proceso de secado” – Six Sigma</i>	161

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar cuál es el impacto del diseño de gestión del control de producción y calidad en los costos operativos de una empresa molinera ubicada en Ciudad de Dios, 2020. En primer lugar, en el área de producción el diagnóstico de la situación actual determinó las causas raíz aplicando el Diagrama de Ishikawa en el área de producción y calidad. Para el área de producción, se propone la herramienta Planificación de Requerimiento de Materiales para dar solución a la demanda insatisfecha. Para el área de calidad, el efecto Sacos de arroz no conformes se propone Gráficos de control y un Plan de capacitación. Adicional a ello, se recomienda un plan de mejora a través de la herramienta *Six Sigma* con la finalidad de estandarizar el proceso de secado. Finalmente, en la evaluación económica y financiera la propuesta presenta resultados positivos, dando un VAN de S/. 104,730.93, un TIR de 78%, un B/C de 4.36 y un período del retorno de la inversión de 1 año, 6 meses y 19 días, lo que indica que es rentable y viable. Se concluye que tras la aplicación de la propuesta de mejora los costos operativos se reducen en un 13.80 % equivalente a S/.125,442.61.

Palabras clave: Planificación de Requerimiento de Materiales, *Six Sigma*, demanda insatisfecha, estandarización, gráficos de control.

ABSTRACT

The objective of this work is to determine the impact of the design of production management and quality control on the operating costs of a milling company located in Ciudad de Dios, 2020. First, in the production area, the diagnosis of the situation current determined the root causes by applying the Ishikawa Diagram in the area of production and quality. For the production area, the Materials Requirement Planning tool is proposed to solve the unsatisfied demand. For the quality area, the effect Non-conforming rice sacks is proposed Control charts and a Training Plan. In addition to this, an improvement plan is recommended through the Six Sigma tool in order to standardize the drying process. Finally, in the economic and financial evaluation, the proposal presents positive results, giving a NPV of S/.104,730.93, an IRR of 78%, a B/C of 4.36 and a return on investment period of 1 year, 6 months and 19 days, which indicates that it is profitable and viable. It is concluded that after the application of the improvement proposal, operating costs are reduced by 13.80%, equivalent to S/.125,442.61.

Keywords: Materials Requirement Planning, Six Sigma, unmet demand, standardization, control charts.

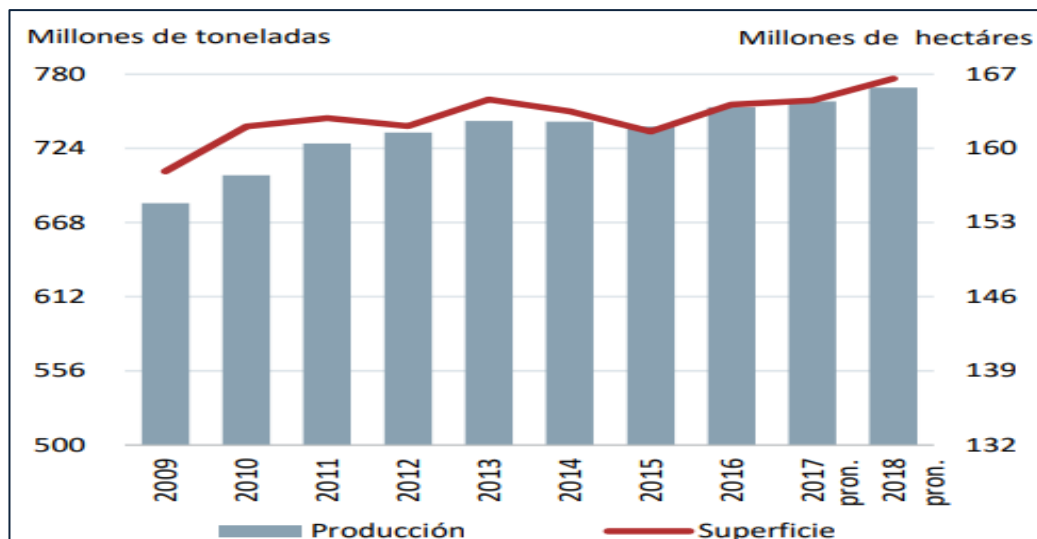
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En los últimos años, la industria arrocera ha sido considerada uno de los sectores más importantes del mundo, en el año 2016 más del 50% de la población mundial ha consumido este producto (Chica et. al, 2016). En el 2018, la producción mundial de arroz tuvo un aumento global de 10,3 millones de toneladas anuales a un nuevo máximo de 769,9 millones de toneladas, con mayor consumo en el Continente Asiático, africano y América del Sur (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2018). Siendo China e Indonesia, los dos principales productores de arroz en el mundo y Tailandia el mayor exportador mundial de arroz (Troncoso, R., 2019). Desde otra perspectiva, Latinoamérica se encuentra en el tercer puesto dentro de los principales exportadores de arroz, con el país de Uruguay (Correa, F., & Stumpo, G., 2016).

Figura 1

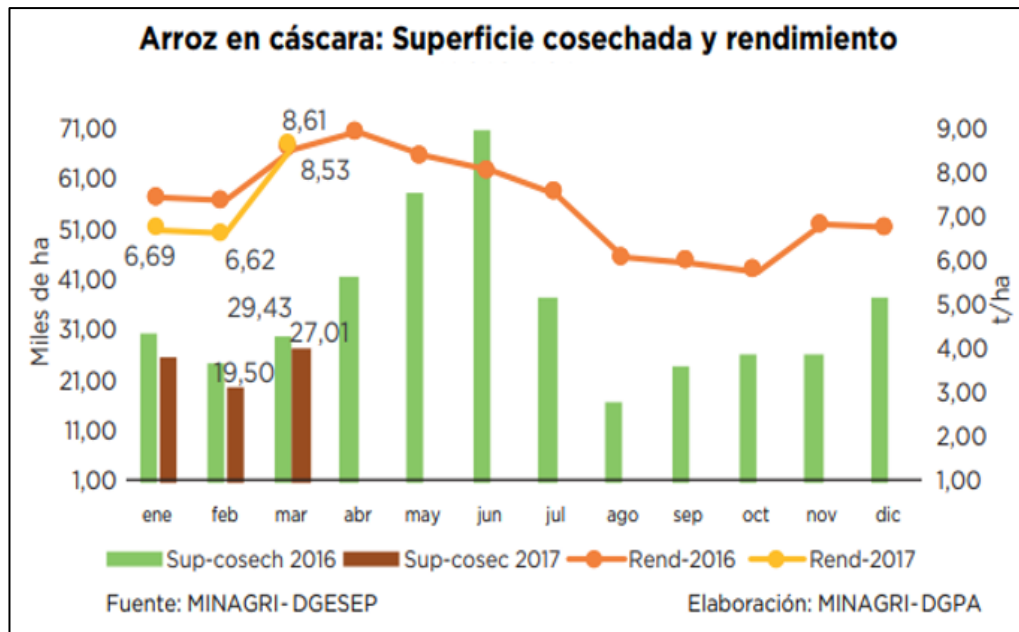
Producción y superficie mundiales de arroz en cáscara



Nota. La figura muestra los millones de toneladas mundiales producidas de arroz en cáscaras en el año 2018. Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2018).

Figura 2

Superficie cosechada en el Perú



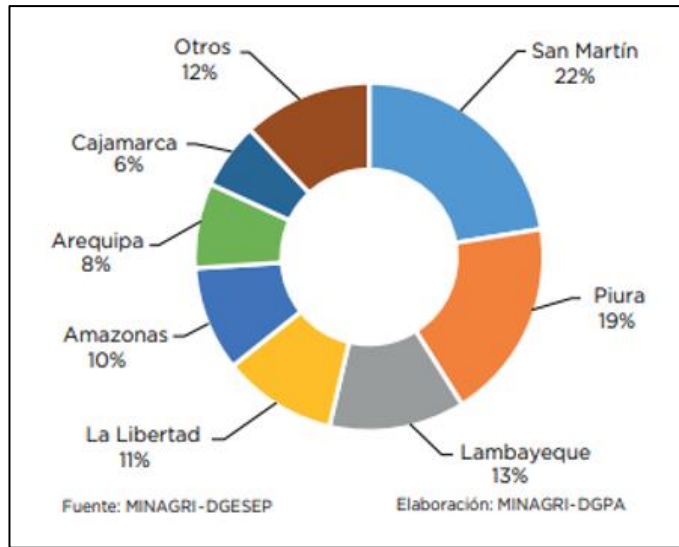
Nota. La figura muestra la superficie cosechada en departamentos del Perú, año 2017. Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI] (2017).

A nivel nacional, entre los departamentos que concentran mayor pilado de arroz respecto al año 2017, se encuentra Lambayeque con un 13% (155,9 miles de t); La Libertad, 11% (80,4 miles de t); Arequipa, 8% (58,3 miles de t); entre otros (Censo Nacional de Arroz, 2019). Sin embargo, si se analiza el rendimiento, la mayor productividad se obtuvo en el departamento de Arequipa, donde se obtuvo un promedio de 12,5 t/ha, encima del promedio nacional (7,5/ha), seguido de La Libertad con 10t/ha (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2017).

Adicional a ello, en el año 2018, el precio CIF del arroz ha ido evolucionado de una forma estable en los últimos cinco años, ubicándose en un 70% por encima del precio CIF de importación (Reporte Comercial de Arroz, 2018).

Figura 3

Principales regiones productoras de arroz en cáscara - Perú



Nota. La figura muestra el porcentaje de producción en departamentos del Perú, año 2017. Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI] (2017).

El departamento de La Libertad es una de las principales zonas productoras de arroz pilado con un volumen total de 80 437 toneladas durante el año 2019 y con un rendimiento de (10,6 t/ha) por encima del promedio nacional (8 t/ha). El precio promedio del arroz en cáscara para la conversión a pilado pagado en molino oscila en S/. 0,91 kg. (MINAGRI, 2019).

Tabla 1

Precio del arroz en cáscara en molinos

Últimos 7 días	Precios					
	Precio	Precio	Lunes 09		Martes 10	
	Máy.	Mín.	Mín.	Máy.	Mín.	Máy.
ARROZ NORORIENTAL						
Extra (50 kilos)	122	120	120	122	120	122

Despuntado (50 kilos)	118	116	116	118	116	118
Superior (50 kilos)	112	110	110	112	110	112
ARROZ CRIOLLO O NORTEÑO						
Extra (50 kilos)	135	127	130	135	130	135
Despuntado (50 kilos)	127	122	125	127	125	127
Superior (50 kilos)	123	118	121	123	121	123

Nota. Datos tomados del IV Censo Nacional de Arroz (2019). Fuente: Elaboración

Propia

Uno de los factores más críticos que afrontan las empresas agroindustriales es la falta de planificación de la producción que trae consigo altos costos operativos (Salamati, H. et al. 2018). Asimismo, se considera que las principales deficiencias son las llegadas tardías de los insumos fundamentales que se requieren para el pilado de arroz, sacos insuficientes y de mala calidad e incumplimiento de pedidos hacia los clientes (Palenzuela, L., García, I. & Pérez, M., 2012), lo cual es medido a través de indicadores que cuantifican el número de unidades que se deben producir mensualmente de acuerdo con la demanda establecida a largo plazo (Moreno, A. & Loaiza, M., 2016).

El objetivo de la manufactura es eliminar todo aquello que no agrega valor al sistema de producción, así como los tiempos muertos identificados en cada proceso (Saidelles, A. et al., 2012). De acuerdo con la inadecuada utilización racional del tiempo de operación aumenta los periodos de trabajo en el campo (Miranda, A. et al., 2013), es decir, la suma de tiempos perdidos genera mayores retrasos en la producción (Manyoma, P., 2011), puesto que la capacidad diseñada que establece la empresa no puede ser realizada en su totalidad. Por ende, pérdida a nivel económico para la empresa (Ríos, F. et al., 2008).

Para medir que se gestione un adecuado control de calidad durante el sistema de producción del arroz, existen distintos parámetros que nos manifiestan (Najar, C., & Merino, J., 2007), si el grano en cáscara está cumpliendo con los estándares requeridos para el inicio de su procesamiento (Gavica, C., 2019). La falta de estandarización del grano en cáscara en el proceso de secado es un problema generado debido a que el porcentaje de humedad (Miranda, A. et al., 2010), que se encuentra fuera del estándar estipulado, ocasionando que los kg de granos con esta deficiencia sean reprocesados hasta alcanzar el indicador conminado (Ortiz, G. et al., 2016), es por ello que se cuantifica a través de la cantidad de granos que son reprocesados por el costo de calidad adicional que estos originan (Pérez, C. et al., 2014).

Adicional a ello, es importante mantener las características organolépticas requeridas por el proceso de pilado de arroz (Rangel, L. et al., 2018), sin embargo, la falta de control de calidad en la selección de grano ha ocasionado que esta operación se reprocese (Paliska, G. et al., M., 2007), debido a que no cumple con las cualidades necesarias para ser distribuido según su porcentaje de quebrado (Troncoso, R., 2019), es decir su tipo de calidad de arroz, por ende esta variable se cuantifica mediante la diferencia de los sacos producidos con el total de sacos aceptados, multiplicado por el costo de reproceso por saco en la selectora (Romero, J. et al., M., 2017).

Los costos operativos es un factor que nos indica los gastos realizados en materia prima, mano de obra, gastos de fabricación, entre otros costes obtenidos (Dal Molin et al., 2014). Asimismo, los costos de los insumos son primordiales, debido a que representan un porcentaje considerable de los egresos industriales (Pohlmann et al., 2010) es por ello, que un exceso de materia prima requerida a nuestros proveedores

para iniciar el sistema de producción genera altos costos de operación (Quijije et al., 2019). Según Wancura et al. (2015), consideran que los costos operativos muestran un comportamiento variable según la adecuada distribución y el consumo real que se realice de los recursos requeridos durante el ciclo de producción. Eventualmente las situaciones incluyen sobrecostos directamente relacionados directamente con alteraciones en el proceso del producto (Favela, K. et al., 2019) debido a actividades y reprocesos innecesarios, así como una baja conformidad del producto (Arango, L., 2009). En la gestión de la producción y calidad, los factores como la falta de planificación, de estudio de tiempos, de control de calidad en la selección de grano de la producción y de estandarización del grano en cáscara en el proceso de secado pueden producir variaciones en grandes porcentajes (Paliska, G. et al., M., 2007), en los costos de operación proyectados por la empresa durante la etapa de planificación (Pérez, J., et al., 2011) y generar un incremento directo en los costos de materia prima, causando grandes pérdidas para la organización (Cabrera, E., 2017).

Es por ello que el presente estudio realizado nos ha permitido generar nuevas propuestas de solución para la reducción de costos operativos en las empresas del sector agroindustrial. Para ello, Contreras, A. (2003) indica que, para reducir los costes dentro de una empresa agroindustrial, se debe aplicar una Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP), ya que es un sistema que permite calcular los requisitos de material e inicio de compras y producción (Segerstedt, A. 2017); y para la mejora del nivel de calidad del producto y el fomento de una gestión de mejora continua se implementa la metodología *Six Sigma* (Prístavka, M. et al., 2016). La empresa molinera dedicada al rubro de procesamiento de grano de arroz a nivel nacional, dentro de su línea de producción resaltan 6 tipos de arroz, los

mismos que se diferencian según su porcentaje de humedad y quebrado. Debido a la demanda histórica de dicha empresa, se conoce que la capacidad de producción actual es de 100 sacos por hora, laborando 10 horas diarias fabrican un total de 1000 sacos envasados en costales de 49 kg. Al estudiar el diagnóstico actual de la empresa se encontraron problemas significativos en las áreas de producción y calidad, los cuales generan altos costos operativos para la compañía.

Actualmente en el área de producción se encontraron distintos problemas tales como demanda insatisfecha, ya que no existe una proyección de la demanda y sumado a ello una falta de planificación de la producción de los distintos sacos de arroz. Debido a esto se generan demoras en la realización de operaciones por una falta de estudios de tiempos en cada proceso. Otro problema existente es la baja productividad por parte de los operarios, dado que desconocen el proceso productivo.

Respecto al área de calidad se encontró insumos con características organolépticas fuera de los estándares de calidad generados por una falta de control de calidad en la selección del grano, asimismo se determinó que el grano en cáscara no presentaba

parámetros de humedad estipulados producido por la falta de estandarización del grano en cáscara en el proceso de grano. Adicional a ello, se identificaron sacos de arroz no conformes ocasionados por la falta de indicadores y control de calidad del producto terminado. Finalmente, se presenció errores del personal no calificado debido a que no existe conocimiento de los criterios de inspección de calidad.

Teniendo en cuenta todo esto, se obtienen pérdidas económicas presentes en el área de producción y calidad, cuyo total es de S/ 467,277.58.

1.2. Antecedentes

Barrantes, L. (2017) en su “Propuesta de mejora en la línea de envasado de aguaymanto aplicando metodología *Lean Six Sigma* para mejorar la calidad y peso del producto, Cajamarca, 2017” (Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad Privada del Norte,

Cajamarca. El presente trabajo de investigación usa como referencia la metodología *Six Sigma* para medir el proceso, analizar la causa raíz, mejorarla y por último controlarla por medio de indicadores de gestión. Asimismo, se detectó 10% de residuos dentro del sistema productivo por falta de calidad, generando reprocesos desde la segunda etapa de producción, lo que generaba un incremento de los costos de operación. Luego de la implementación se eliminó todo tipo de impurezas en un 80% logrando un ahorro de S/ 9,000.00.

Castro, C. & Díaz, Y. (2018) realizaron una “Propuesta de mejora en la gestión de producción y etiquetado de yogurt para reducir los costos operacionales en la empresa HULAC S.A.C” (Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad Privada del Norte, Trujillo.

Examinaron dentro del contexto de la situación problemática de la empresa variables como “exceso de producción” durante algunos meses del año, puesto que la empresa no cuenta con ninguna metodología de planificación de la producción. Sólo el 99.33% de los paquetes fueron vendidos mientras que 118 de los paquetes no fueron vendidos lo que representaba un costo perdido mensual de S/897.4.

Para ello, aplicaron la herramienta Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP), tomando como entrada al Plan Agregado (PA) y Plan Maestro de Producción (PMP) donde analizaron los datos de la demanda histórica de los tres últimos años (2014, 2015 y 2016) observando variaciones y eventos periódicos para así realizar el pronóstico anual de ventas del 2017. Con esta propuesta se logró

vender un promedio de 17629 paquetes disminuyendo a 37 paquetes no vendidos, para dicho pronóstico del año 2017 sus costos perdidos mensuales ahora son de S/283.00, en comparación a los 118 paquetes no vendidos del año 2016 (S/896).

Miranda, A. et al. (2010). En su estudio: “Determinación de los principales parámetros de calidad que afectan la cosecha mecanizada de arroz”. (Artículo científico). Universidad Agraria de La Habana Fructuoso, Cuba. Evaluaron los parámetros de “reprocesos” en función de la calidad del producto cosechado, tales como: grano entero, pelado y/o quebrado, contenido de impurezas y pérdidas totales. En su estudio inicial determinaron el nivel de calidad en el producto grano pelado y/o quebrado para la cosechadora New Holland L 521, obteniendo valores de 5,2 y 6,4, con un grado de impurezas entre 8,3 y 9,6 %, ambos parámetros por encima de los límites establecidos, influyendo en este aspecto una mala gestión de calidad y la mala capacitación de los operadores. Seguido a ello, aplicaron la metodología *Six Sigma*, el cual les permitió evaluar el desempeño del proceso y controlar las deficiencias mencionadas, logrando disminuir las pérdidas de 206 kg/ha hasta 85 kg/ha, lo que representa un efecto económico de ahorro de \$ 316 202.04 pesos cubanos para la empresa estudiada.

Moreno, L. & Vega, D. (2019) realizaron una “Diseño de un sistema de planeamiento y control de la producción de truchas procesadas en la empresa Piscifactoría Peña S.A.C - Cajamarca para la reducción de costos en el área de producción” (Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Examinaron como principales problemas en el área de producción fueron: la mala planificación en el requerimiento de ovas, produciendo una sobrepoblación de truchas en estado comercial, y también el elevado índice de mortandad de truchas que hacían que la

empresa incurriera en mayores costos operativos. Así mismo se implementó de un Sistema MRP, permitiéndoles saber con exactitud cuántas unidades producir de acuerdo a la necesidad del mercado y planificar capacidades en la mano de obra. Los resultados fueron que al generar una orden de truchas comerciales es de 6515 truchas, con un tiempo de 8 días, teniendo un punto de reorden de 6468. Al generar una orden de alevines es de 8280 alevines, esperando un tiempo de 23 días y su punto de reorden es de 7958 alevines. Después de la metodología empleada se pudo hacer un análisis de costo – beneficio, resultando el proyecto viable. Con la metodología costo-beneficio se determinó que el proyecto es viable, ya que el VAN obtenido es S/ 11,943.93 y el TIR obtenido es 34% con un IR de 1.24.

Según los autores, **Prístavka, D. et al. (2016). En su investigación denominada: “Control de calidad en procesos de producción”. (Artículo científico).**

Universidad Eslovaca de Agricultura en Nitra, República Eslovaca. Detectaron que como causa raíz “la cantidad de artículos defectuosos”, para ello tuvieron como objetivo eliminar la muda antes mencionada mediante la aplicación de una metodología de calidad que mida y controle el proceso, para ello evaluaron que el número promedio de unidades defectuosas es de 15 unidades por producción diaria e identificaron paradas y movimientos innecesarios dentro del proceso productivo en el área de empaquetado. Luego de la implementación de la metodología DMAIC (ciclo de mejora *Six Sigma*) concluyeron que se permitió la eliminación de todo tipo de desperdicios dentro del área de calidad en un 50%, medida que condujo a la reducción de defectos internos en la fabricación del producto en un 60% aproximadamente, es decir a 2 unidades defectuosas por cada 35'000 unidades, asimismo se redujo “reprocesos” en un 40% dentro del sistema productivo. Cabe

destacar que, luego de esta aplicación se evidenció una reducción de los costos en 50'000 euros en el año 2016.

Según Saldaña, D. (2019). en su diseño de investigación: Propuesta de mejora en el área de producción para reducir los costos operativos de la línea de producción de espárrago blanco fresco en la empresa agroindustrial TAL S.A. (Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial).

Universidad Privada del Norte, Trujillo. Localizó en el contexto de la situación problemática de la compañía variables como “reprocesos” debido que los operarios no respetan los espacios asignados para las jabas lo que produce que estas obstaculicen los espacios por el cual el personal transita ocasionando accidentes por este factor los que representan una pérdida para la empresa de S/ 41,500.00 y “costos de materia prima” que representan el 14% de las pérdidas siendo equivalente a S/ 117,686.22 en la línea de clasificación de espárragos dentro del área de producción, provocadas en gran parte por la falta de control y capacitación de los operarios. Asimismo, los recientes cambios climáticos a causa del último Fenómeno del Niño, alteró las condiciones de crecimiento de esta hortaliza provocando que el rendimiento en el producto terminado sea menor que años anteriores. Por tal razón, ejecutó la implementación de herramientas de mejora, las cuales fueron: *Value Stream Mapping (VSM)*, *Material Requirement Planning (MRP)*, Puntos Críticos de Control (PCC) y Balance de Línea. Posterior al estudio de la propuesta de estas herramientas redujo el reproceso en 20.69%, es decir una parquedad monetaria de S/ 145,484.87 en costos operativos. Además, la estrategia de implementar el análisis de los puntos críticos de control permitió disminuir las mermas adicionales en un 33% lo que da un beneficio de S/ 42,009.37 a la compañía.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. AMFE.

El análisis del modo y efecto de fallas permite identificar las fallas potenciales del proceso o sistema, con la finalidad de disminuir los riesgos a los que están expuestos, a través de esta herramienta se calcula el número de prioridad de riesgo, NPR, este está en ejercicio de todas las causas de fallo en el proceso o producto. En los criterios utilizados, está el de severidad en un rango de 1 a 5, de los cuales, el valor más bajo significa que no hay consecuencia sobre el proceso, mientras que el valor más alto, 5, representa un gran problema en el proceso.

Tabla 2

Criterio de severidad

Efecto	Criterio de severidad	Valor
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias	5
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el proceso	4
Moderada	El fallo produce ciertos inconvenientes en el proceso	3
Baja	El tipo de fallo origina u ligero inconveniente al cliente. Probablemente, se observe un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2
Muy baja	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del proceso	1

Nota. Criterio de severidad. Fuente: Bestratén, M. et al., 2004

El criterio de evaluación de ocurrencia va en un rango de 1 a 5, y la probabilidad de remota, que muy pocas se dan, mientras la falla es imposible de evitar, la probabilidad es muy alta.

Tabla 3

Factor ocurrencia

Probabilidad de Falla	Criterio	Rangos de probabilidad de falla	Valor
Muy alta	La falla es inevitable	1 en 10	5
Alta	Incidentes Repetitivos	1 en 100	4
Moderada	Incidentes ocasionales	1 en 1000	3
Baja	Relativamente pocos incidentes	1 en 10000	2
Muy Baja	El incidente es inverosímil	1 en 1000000	1

Nota. Criterio de ocurrencia. Fuente: Bestratén, M. et al., 2004

El rango de detección va de 1 a 5, cuando la falla es más posible de detectar, su valor es 1, en tanto más difícil sea su detección, el valor asignado será 5.

Tabla 4

Factor de detección

Probabilidad de detección	Criterio	Valor
Casi imposible	No se conocen controles disponibles para detectar el modo de falla	5
Bajo	Baja probabilidad que los controles actuales detecten el modo de falla	4
Moderado	Probabilidad moderada que los controles actuales detecten el modo de falla	3
Alto	Probabilidad alta que los controles actuales detecten el modo de falla	2
Siempre detectable	Los controles actuales siempre detectan los modos de falla	1

Nota. Criterio de detección. Fuente: Bestratén, M. et al., 2004

1.3.2. Balance de Línea.

Balancear una línea en un proceso productivo, es un problema de balance de operaciones o estaciones de trabajo existente en una planta, de manera que en función de tiempos iguales se logre alcanzar la deseada tasa de producción.

Tabla 5

Fórmulas del balance de línea

Parámetros	Fórmulas	Descripción
Tiempo total por estación	$T = L + M$	T: Tiempo total por estación M: Tiempo de máquina en la estación i L: Tiempo de preparación: carga y descargas
Producción	$P = \frac{Tb}{c}$	P: Producción Tb: Tiempo base C: Ciclo
Tiempo muerto	$\sigma = k * c - \sum t_i$	K: Número de estaciones de trabajo C: Ciclo o cuello de botella Ti: Tiempo de operación en cada estación de trabajo
Eficiencia de la línea	$E = \frac{\sum t_i}{n * c}$	N: Número total de máquinas C: Ciclo o cuello de botella Ti: Tiempo de operación en cada estación de trabajo

Nota. Fórmulas del balance de Línea. Fuente: Elaboración Propia

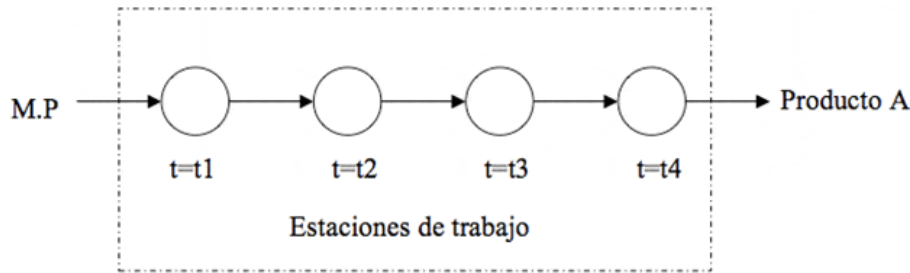
Asimismo, los pasos para implementar el balance de línea son:

- Determinar el número de operarios necesarios para cada operación.
- Distribuir el trabajo entre el personal necesario, de tal modo que todos trabajen en igual proporción.
- Minimizar el número de estaciones de trabajo.
- Mayor productividad.

Según Peña, Neira & Ruiz (2016) los factores primordiales en el balanceo de línea de ensamble, son la tasa de producción y la eficiencia. Se sabe que la tasa de producción es la cantidad de artículos que se fabrican en cierta cantidad de tiempo, y la eficiencia es la utilización de los recursos disponibles de manera racional para alcanzar el objetivo en el menor tiempo posible, lo que nos lleva a una mejor optimización.

Figura 4

Estructura Balance de Línea



Nota. Estructura. Fuente: Peña, Neira & Ruiz (2016)

1.3.3. Pronóstico.

Según Heizer, J., & Render, B. (2009), pronosticar implica el empleo de datos históricos y su proyección hacia el futuro mediante algún tipo de modelo matemático.

Figura 5

Estructura Pronóstico



Nota. Estructura. Fuente: Heizer, J., & Render, B. (2009)

El promedio móvil simple; es la toma de un conjunto de datos observados, a los cuales se calcula un promedio y se define como un pronóstico del siguiente periodo, para ello se aplica la siguiente ecuación:

$$PM = \frac{\sum \text{Demanda de "n" periodos previos}}{"n"}$$

Por otro lado, el promedio móvil ponderado; este es un método en el que se asignan pesos iguales a cada una de las últimas N observaciones, y no se asignan observaciones a las observaciones antes del período de tiempo (t-N), en cierto sentido, se puede decir que es un argumento fuerte porque las observaciones más recientes contienen la información más reciente sobre lo que sucederá en el futuro.

$$PM = \frac{\sum(\text{Ponderación para el período } n)(\text{demanda en el período } n)}{\sum \text{ponderaciones}}$$

Suavizado exponencial simple (método Holt); es un modelo de estimación exponencial, que decae directamente la tendencia al obtener la diferencia entre valores continuos (exponencialmente decaídos) para predecir el futuro de n periodos. Este método es aplicable cuando la secuencia de datos tiene un comportamiento horizontal.

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Suavizado exponencial doble (método *Winter*); este método produce resultados similares al modelo de Holt, pero tiene la ventaja adicional de poder manejar datos estacionales, así como datos de tendencias.

$$FIT_t = F_t + T_t$$

Luego de identificar el tipo de pronóstico a utilizar, se procede a seguir los pasos de implementación de la herramienta.

Tabla 6

Pasos de implementación de Pronóstico

Paso	Descripción
1	Determinar el tipo de pronóstico adecuado para nuestra proyección
2	Seleccionar los datos a pronosticar por SKU.
3	Determinar el objetivo del pronóstico y el tiempo de la proyección
4	Seleccionar el tipo de modelo, cualitativo, cuantitativo o casual

- 5 Recopilar los datos necesarios para la realización del pronóstico
- 6 Cálculo del pronóstico
- 7 Validar e implementar los resultados

Nota. Implementación de pronóstico de producción. Fuente: Elaboración Propia

1.3.4. Plan Agregado de Producción.

Según Céspedes, D. & Rojas, F. (2014), el Plan Agregado de Producción se ocupa de determinar los niveles necesarios de producción, inventarios y mano de obra para satisfacer las necesidades de las previsiones de la demanda total o agregada. Para ello, el cálculo del requerimiento de cada período se efectúa según la siguiente ecuación:

$$\text{Requer. de producción} = \text{Pronóstico} + \text{Inv. Seguridad} - \text{Inv. Inicial}$$

Asimismo, las ecuaciones para el tiempo disponible y la producción real por cada período:

$$\text{Tiempo disponible} = \text{Días laborales} * \text{hr. laborales} * \text{núm. de trabajadores}$$

Para determinar el inventario final o los faltantes, el cálculo se efectúa según el cumplimiento de la siguiente condición. Sí:

$$(\text{inventario inicial} + \text{Producción real}) > \text{Requerimientos de producción}$$

Tendremos inventario final que será igual a:

$$\text{Inventario final} = \text{Invent. inicial} + \text{Producción Real} - \text{Requerimientos}$$

Pero:

$$(\text{inventario inicial} + \text{Producción real}) < \text{Requerimiento de producción}$$

Tendremos inventario final que será igual a:

$$\text{Unid. Faltantes} = \text{Requerimientos} - \text{Inv. inicial} - \text{Producción Real}$$

Asimismo, los pasos a seguir para la implementación de esta herramienta son:

Tabla 7

Pasos de implementación de Plan Agregado de Producción

Paso	Descripción
1	Establecer las necesidades de entrega
2	Ajustar los niveles de capacidad en producción
3	Definir nuestros niveles de inventario
4	Definir el plan a usar (persecución, nivelación, mixto)

Nota. Pasos de implementación de plan agregado de producción. Fuente:

Elaboración Propia

1.3.5. Plan Maestro de Producción.

Según Céspedes, D. & Rojas, F. (2014) el Plan Maestro de Producción es un vínculo entre las estrategias generales de la empresa y los planes tácticos para garantizar que las cantidades de fabricación teóricas son alcanzables: Se comprueba proceso por proceso, que la capacidad real de cada uno es suficiente para cumplir el plazo de entrega a tiempo.

Figura 6

Factores del Plan Maestro de la Producción



Nota. Factores del Plan Maestro de Producción. Fuente: Céspedes, D. & Rojas, F. (2014)

Algunos pasos a tomar en cuenta para una correcta implementación son:

- Incluir todas las demandas de ventas del producto, resurtido de almacén, refacciones y necesidades entre las plantas.
- Comprometerse con los pedidos prometidos al cliente. • Reducir el inventario al mínimo
- Crear órdenes de pronóstico

1.3.6. Planificación de Requerimiento de Materiales.

El “Planificación de Requerimiento de Materiales” es un sistema de planificación de la producción y de stocks que, cuantifica: en qué cantidad, y en qué momento se debe aprovisionar cada artículo para satisfacer la demanda (Salamati, H. et al., 2018).

Para cumplir los objetivos que este método tiene planteados se necesita manejar una serie de datos iniciales sobre los que actúa el algoritmo MRP, relacionados en las siguientes ecuaciones:

$$NL = (II + LT + LR) - (NB + NBd) = \text{disponibilidad} - \text{necesidad}$$

$$IF = (II + LT + LR) - NB$$

$$IF(i) = II(i + 1)$$

Las necesidades brutas (NB) son los productos final o terminado correspondientes a las cifras que exigidas en el programa maestro de producción (MPS), a diferencia de las necesidades brutas desplazadas (NBd) que desplazadas hacia atrás en el mismo número de períodos del lead time. El inventario inicial (II), que se escribe en el escaque del período cero.

Esta cifra puede no existir, ello está en dependencia del resultado final del inventario (IF) del horizonte de planificación anterior al que se está analizando. Por otro lado, el lote en tránsito (LT) corresponde a las órdenes de compra o de

producción que por determinadas situaciones se incumplieron con el período previsto para su entrega y de acuerdo con el período en que se entregará pueden ser utilizadas como disponibilidades de recursos.

Finalmente, las necesidades de lanzamiento (NL) es el balance material, ósea, la confrontación o comparación cuantitativa entre las necesidades y las disponibilidades de recursos materiales. Para la correcta implementación de lo mencionado se requiere seguir los siguientes pasos:

Tabla 8

Pasos de implementación de MRP

Paso	Descripción
1	Se establece del programa maestro las necesidades brutas.
2	El programa toma los saldos actuales junto con el programa de pedidos que se van a recibir para calcular las “necesidades netas”.
3	Se calcula cuándo deben recibirse los pedidos para satisfacer las necesidades netas.
4	Se calcula un programa para cuando los pedidos se despachen, esto se consigue al compensar las entradas de pedidos planificados con los márgenes de tiempo necesarios.
5	El programa pasa a trabajador con las piezas de nivel 1.
6	Se calcula las necesidades brutas de las piezas de nivel 1 a partir del programa de expedición de pedidos planificados para las antecesoras de las piezas de nivel 1. La demanda adicional independiente también se incluye en las necesidades brutas.
7	Se calcula las necesidades netas, entradas de pedidos planificados y expedición de pedidos planificados según lo descrito en los pasos 2 y 4.
8	Este proceso se repite en cada uno de los niveles de la lista de materiales.

Nota. Pasos de implementación del requerimiento de materiales de producción.

Fuente: Elaboración Propia

1.3.7. Six Sigma.

Es una metodología de análisis y observación de las causas raíces que no son visibles, basada en dirigir la calidad de los procesos hasta los niveles próximos a la perfección; diferenciado de otros enfoques ya que también corrige los problemas antes de que se presenten. Específicamente, se trata de un esfuerzo disciplinado para examinar los procesos repetitivos de las empresas (Pérez. E., & García, M., 2014). La metodología *Six Sigma*, conocido como DMAIC, es un proceso estructurado de cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar, controlar, los cuáles son definidos e implementados de la siguiente manera:

Definir. La formación del equipo *Six Sigma* también se da en esta primera etapa, y es importante escoger a las personas idóneas para integrar el equipo; estas, de preferencia, deben tener conocimiento y experiencia en el proceso a mejorar.

- Identificar al cliente objetivo y sus prioridades.
- Identificar un proyecto adecuado para los esfuerzos de *Six Sigma* basado en los objetivos de la empresa, así como en las necesidades y retroalimentación de los clientes.
- Identificar las características cruciales para la calidad (*CTQ: critical to quality*) que el cliente considera que influyen más en la calidad.

Medir. El propósito de medir es entender exactamente que está sucediendo en el proceso mediante la recolección de data y cuantificando el problema. Medición de las variables de proceso a través de controles de calidad de datos, estudios de Repetitividad y Reproducibilidad (R & R) e indicadores de la estabilidad de los procesos.

- Determinar cómo medir el proceso y cómo se ejecuta.

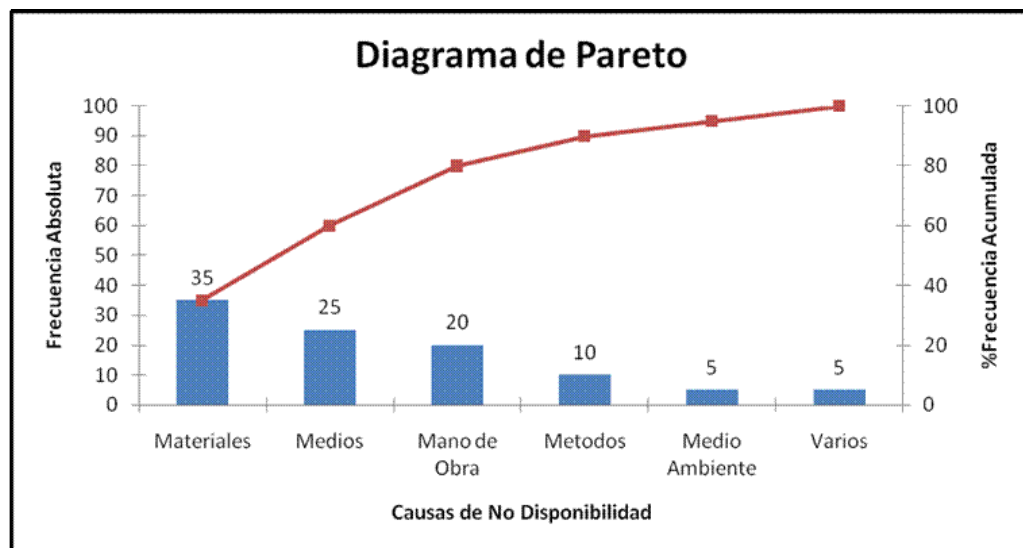
- Identificar los procesos internos claves que influyen en las características cruciales para la calidad y medir los defectos que se generan actualmente en relación con esos procesos.

Existen diversas herramientas utilizadas para la medición, entre las más conocidas están:

Diagrama de Pareto. Es un método gráfico de barras para definir los problemas más importantes de una determinada situación; y por consiguiente nos da las prioridades de intervención. El objetivo es centrarse en las pocas cosas causas más importantes. El diagrama de Pareto es una herramienta importante cuando se desea implementar procesos de mejora ya que al contar con tiempo y recursos limitados ayuda a definir las áreas prioritarias de intervención para obtener los resultados deseados facilitando así la toma de decisiones.

Figura 7

Diagrama de Pareto



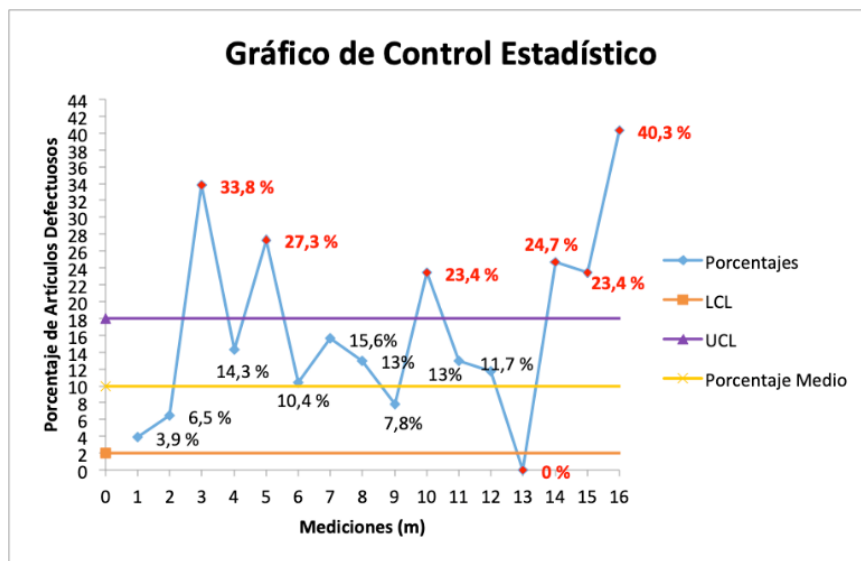
Nota. Estructura Pareto. Fuente: Pérez. E., & García, M., (2014)

Gráfico de Control. Es un gráfico que se puede aplicar a eventos repetitivas y que se encuentren en un proceso estable; se utiliza para interpretar la información sobre un proceso creando una imagen de los límites posibles para las variaciones del

mismo y determina con objetividad si un procesos halla “ controlado” o “fuera de control” El proceso se encuentra bajo control estadístico si sus resultados son previsibles, es decir que se encuentren dentro de ciertos límites, a los que se conoce como límites de control del sistema; y si su variación dentro de esos límites es aleatoria.

Figura 8

Gráfico de Control Estadístico



Nota. Estructura Gráfico de Control. Fuente: Pérez. E., & García, M., (2014)

Analizar. Se analizan los datos actuales e históricos para identificar las acciones a tomar con el fin de mejorar el proceso para llevarla a la meta deseada. Al analizar los datos se logra entender el comportamiento de la data ante diversas situaciones; y de esta forma tomar las mejores decisiones. En esa fase se desarrollan hipótesis sobre posibles causas de variabilidad utilizando la estadística inferencia y se establecen relaciones causa-efecto entre las variables de respuesta.

- Determinar las causas más probables de los defectos.
- Entender por qué se generan los defectos identificando las variables clave que tienen más Probabilidades de producir variaciones en los procesos.

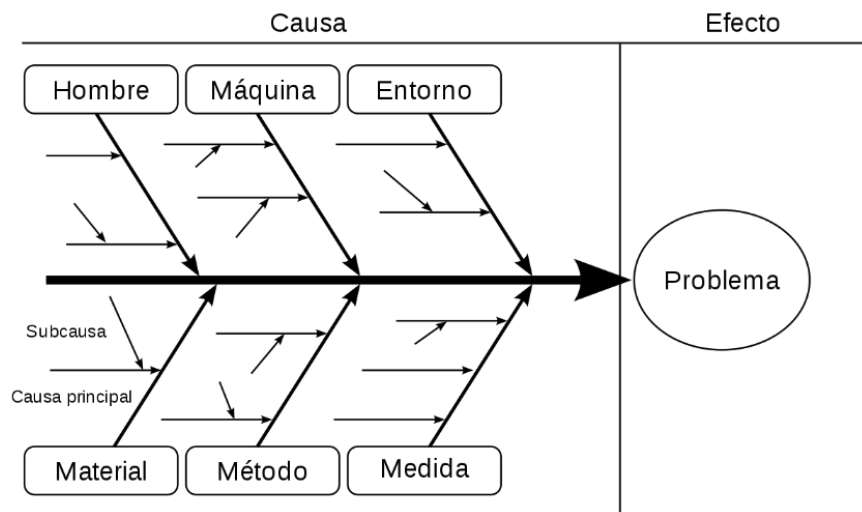
Existen diversas herramientas utilizadas mediante el análisis, entre las más conocidas son:

Diagrama Causa Efecto. También conocido como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado sirve para organizar las posibles causas de un problema, mostrando las relaciones entre estas causas constituyendo de esta manera una utilísima base de trabajo para poner en marcha la búsqueda de sus verdaderas causas

Como la estructura de las relaciones causa-efecto suele ser compleja, se utiliza el principio de subdividir el problema en problemas más simples y estudiar los por separado. La realización de este diagrama ayuda a conocer el proceso y a compartir conocimientos entre los miembros del equipo mediante la lluvia de ideas.

Figura 9

Gráfico de Causa - Efecto



Nota. Ishikawa. Fuente: Pérez. E., & García, M., (2014)

Esta fase debe comenzar con un claro entendimiento de las causas raíz de los problemas; la principal tarea de esta fase es desarrollar ideas para mejorar los procesos existentes a través de técnica de simulación y experimentación.

- Identificar los medios para eliminar las causas de los defectos y confirmar las variables clave y cuantificar sus efectos en las características cruciales para la calidad.
- Identificar los márgenes máximos de aceptación de las variables clave y un sistema para medir las desviaciones de dichas variables.
- Modificar los procesos para estar dentro de los límites apropiados.

Seguido a ello, se desarrollan planes de control para asegurar que el nuevo proceso, es decir el mejorado, se mantenga. En esta etapa se asegura que el éxito logrado se mantenga una vez se hayan implantado los cambios. También permite que se comparta información que pueda acelerar el éxito de los proyectos en otras áreas.

- Determinar cómo mantener las mejoras y fijar herramientas para que las variables clave se mantengan dentro de los límites máximos de aceptación en el proceso modificado.

1.3.8. Costos operativos.

Según (Landaure, 2016) los costes de explotación son todos aquellos gastos que se producen desde la puesta en marcha del proyecto hasta el final de su vida útil. Aquí mencionamos los siguientes costes: costes de producción (sueldos y salarios del personal, insumos, etc.), gastos de comercialización, gastos administrativos y generales, gastos de gestión del proyecto, gastos financieros, impuestos, entre otros.

Un componente muy importante de estos costes son los gastos de mantenimiento que requieren los bienes de capital.

Elementos del costo de producción:

(Sánchez, 2009) El costo de producción de una empresa industrial está compuesto por:

$$CP = MPD + MOD + CIF$$

✓ **Materias primas directas (MPD)** son los costes consumidos por los materiales directos, que son de vital importancia para la fabricación de un producto acabado. Estos costes representan una cantidad económica importante con respecto al coste del producto acabado. Por ejemplo, para la elaboración de productos hidrobiológicos congelados con sus diferentes representaciones, la materia prima directa es el pescado.

✓ **Mano de obra directa (MOD)**, es el salario y/o la remuneración consumida y devengada en un período, expresada en dinero, que reciben los trabajadores que fabrican o producen el producto con sus manos o con herramientas.

Hay que tener en cuenta que el trabajador utiliza su esfuerzo físico y/o mental para fabricar el producto. Los beneficios sociales de los trabajadores directos como: Es salud, seguro complementario de trabajo de riesgo, bonificaciones, compensación por tiempo de servicios, etc. también forman parte de la MOD.

✓ **Costos Indirectos de Fabricación (CIF)**, Se refiere a todos aquellos costos que se consumen en la planta, pero cuya asociación con los productos terminados es "indirecta", por ser utilizados en muchos productos o líneas de productos. Ejemplo, energía eléctrica.

Clasificación de los costos

(Polimeni, R., Fabozzi, F., & Adelberg, A. (1998), 2014) Los costos se clasifican en:

1. Costos relacionados con los elementos de un producto.

Este tipo de clasificación establece que los elementos de coste de un producto manufacturado son tres: materia prima directa, mano de obra directa y costes indirectos de fabricación.

Si bien es cierto que ya se han proporcionado los conceptos de estos elementos, a continuación, los definiremos de forma un poco más amplia.

- **Materias primas:** son los recursos o materiales necesarios que se utilizan en la producción para transformarlos en productos acabados, para los que se requieren costes de mano de obra directa y costes indirectos de fabricación.
- **Materia prima Directa:** Es una materia prima que puede ser identificada y asociada en la fabricación de un producto, su participación es importante, principal y tiene un coste significativo en proporción al producto. Ejemplo: El pescado fresco nos sirve para elaborar filetes en sus diferentes presentaciones.
- **Materia prima Indirecta:** Es una materia prima que puede ser difícil de identificar en la fabricación de un producto. Su participación es secundaria pero necesaria y tiene un coste insignificante en proporción al producto. Ejemplo: los preservantes para la elaboración de embutidos.

2. Costos relacionados con la producción

Esta clasificación está relacionada con los elementos de coste de un producto y con los principales objetivos de planificación y control. Las dos categorías, basadas en su relación con la producción, son: Costos primos y Costos de conversión.

1.4. Definición de Términos

1.4.1. Pilado de arroz

Consiste en remover del grano cosechado y seco, las glumas (descascarado), los tegumentos y el embrión que corresponden a la estructura de la cariósida y constituye el salvado o polvillo; para producir arroz pulido o blanco con un mínimo de grano quebrado y de impureza final.

1.4.2. Humedad

Es el agua que contiene el grano, expresada en %.

1.4.3. Producción

Secuencia de operaciones dirigidas a transformar materias primas en productos, bienes o servicios, utilizando las instalaciones, el personal y los medios tecnológicos adecuados (Olarte, W., et al., 2010).

1.4.4. Calidad

La calidad es parte fundamental de una estrategia empresarial en cualquier organización, ya que el enfoque es aportar valor al cliente, es decir, ofrecer en condiciones superiores un producto o servicios a lo que cliente espera recibir (López, G., 2001).

1.4.5. Capacitación

La capacitación, es un proceso educacional de carácter estratégico aplicado de manera organizada y sistémica, mediante el cual el personal adquiere o desarrolla conocimientos y habilidades específicas relativas al trabajo, y modifica sus actitudes frente a aspectos de la organización, el puesto o el ambiente laboral (Bermúdez, L., 2015).

1.5. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto del diseño de gestión de control de producción y calidad según la teoría MRP en los costos operativos de una empresa molinera ubicada en Ciudad de Dios, 2020?

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar el impacto del diseño de gestión del control de producción y calidad en los costos operativos de una empresa molinera ubicada en Ciudad de Dios, 2020.

1.6.2. Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico de la situación actual de las áreas de producción y calidad.
- Proponer herramientas de Ingeniería Industrial para el diseño de gestión para control de producción y calidad.
- Cuantificar los costos operativos después del diseño de gestión.
- Evaluar económica y financieramente la propuesta del nuevo diseño de gestión.

1.7. Hipótesis

El diseño de gestión de control de producción y calidad reducirá los costos operativos de una empresa molinera ubicada en Ciudad de Dios, 2020

1.8. Justificación

1.8.1. Teórica

Los métodos utilizados en las áreas de producción y calidad del pilado de arroz en la empresa molinera no siguen métodos de trabajo y herramientas de Ingeniería por lo que los insumos y recursos no son utilizados y requeridos de manera eficiente y satisfactoria para el cliente, por lo que genera sobrecostos para la empresa.

En base a ello, el objetivo del presente trabajo de investigación es mejorar la eficiencia en la línea de producción, desarrollando herramientas de mejora

las cuales sirven como instrumento de solución a la reducción de costos operativos en el molino.

1.8.2. Académico

La presente investigación permitirá brindar información de la aplicación técnicas y herramientas de mejora aprendidas durante la carrera de Ingeniería Industrial en el área de producción y calidad. Además, contribuirá como guía referencial para futuros trabajos de investigación y generará el desarrollo académico de los profesionales.

1.8.3. Práctica

En base a los objetivos descritos, la utilización de las herramientas de Ingeniería disminuirá los costos operativos generados por el área de producción y calidad en la empresa molinera.

1.8.4. Valorativa

Al implementar nuevos métodos de trabajo por medio de las herramientas de Ingeniería en las áreas de producción y calidad, se evitarán problemas, bajo rendimiento del personal, mal ambiente de trabajo; logrando favorecer a la empresa de manera económica, teniendo trabajadores motivados y garantizando su competitividad en el mercado.

1.9. Aspectos éticos

La presente investigación es de carácter original, dado que ha sido realizada mediante el estudio de distintas fuentes confiables, por lo que el tema de investigación es novedoso e interesante. Asimismo, la información presente es real y verídica.

- **Responsabilidad:** Asumiendo el compromiso dentro de la organización para lograr resultados eficientes.

- **Honestidad:** En el ámbito laboral es necesario mantener la honestidad en la oferta de precios justos.
- **Calidad:** Ofrecer productos que cumplan con los estándares y requerimientos del cliente.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La Investigación es de tipo cuantitativa donde se indica la relación entre dos o más variables: “Gestión de control de la producción y calidad” y “Costos operativos”, además se utiliza para la recolección y análisis de datos reales enfocado en la Distribución Normal, mediante el uso de estadística para establecer con exactitud el comportamiento de la población objetivo para contestar a la pregunta de investigación formulada con anterioridad.

2.2. Población y muestra

- **Población:** Todos los procesos de la empresa molinera.
- **Muestra:** Los procesos del área de producción de la empresa molinera.

2.3. Técnicas e Instrumentos

2.3.1. Materiales, instrumentos y métodos

Se elaboró una recolección de datos para su análisis, mediante técnicas e instrumentos:

Tabla 9

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Justificación	Instrumentos	Aplicado en
Visita técnica	Permite conocer el funcionamiento de las áreas de estudio de la empresa, para comprender por qué existe “falta de planificación” y “reprocesos” durante el proceso productivo y cómo estos incurren en los altos costos operativos del molino.	Cuaderno de apuntes - Lapiceros	Áreas de Producción y Calidad.

Observación Directa	Permite observar, analizar y posteriormente buscar una solución de la situación real de los problemas presentes en las áreas de estudio, sin necesidad de intervenir o alterar el ambiente en que los trabajadores se desenvuelven.	Registro de producción (Anexo A) Registro de control de calidad (Anexo B) Cámara	Observar el proceso de producción y el control de calidad del procesamiento del grano de arroz, tomar tiempos y anotar problemas que se identifiquen en ese momento.
Recolección de Datos	Genera la obtención de conclusiones precisas y decidir herramientas de solución a implementar, para alcanzar los objetivos planteados.	Balanza Industrial	Pesado de productos terminados y productos defectuosos en sacos (Kg).
Análisis Estadísticos	Determina si existe un análisis de correlación entre las variables “Gestión de control de la producción y calidad” y “Costos operativos”, Gráficos de control para percibir que procesos están bajo control y cuáles no, calculando los datos de la media y desviación estándar que se obtienen con fórmulas en Excel y Prueba de Hipótesis de normalidad.	Minitab 19	Áreas de Producción y Calidad.

Nota. Cuadro Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Fuente: Elaboración

Propia

Metodología basada en dirigir la calidad de los procesos hasta los niveles próximos a la perfección; diferenciado de otros enfoques ya que también corrige los

problemas antes de que se presenten. Específicamente, se trata de un esfuerzo disciplinado para examinar.

2.3.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Visita técnica:

Objetivo: Lograr tener contacto con el proceso de productivo e inspección de los productos terminados y defectuosos, con ello comprender el funcionamiento de la empresa desde los procesos estratégicos hasta los procesos de apoyo.

Método: Crear las preguntas de enfoque, grabar las entrevistas que se irán formulando a los operarios y trabajadores de la empresa molinera. Tomar fotografías de la situación problemática que presenta la empresa.

Instrumentos: Cuadernos de apuntes, lapiceros.

Observación Directa:

Objetivo: Examinar directamente el comportamiento de las áreas en estudio en su actividad laboral frente a algún hecho o situación que se presente de forma espontánea o natural dentro de los procesos, recopilando datos para posteriormente registrarlos.

Método: Observar el proceso de las áreas de producción y calidad, sin intervenir, Tomar nota de lo observado en las hojas de registro de producción y registro de control de calidad, en el cuaderno de apuntes adicionales.

Instrumentos: Registro de producción, Registro de control de calidad, Cámara.

Recolección de datos:

Objetivo: Obtener los datos necesarios para dar cumplimiento al objetivo de la investigación, buscando herramientas de Ingeniería Industrial que reduzcan los costos operativos de la empresa.

Método: Tomar fotografías de la situación actual de las áreas de producción y calidad de la empresa, Grabar y realizar el pesado de los productos terminados y productos defectuosos, Tomar nota de las mediciones.

Instrumentos: Balanza Industrial.

Análisis Estadísticos:

Objetivo: Garantizar el correcto análisis de correlación de las variables, tener conocimiento de los procesos que están bajo control en las áreas de producción y calidad.

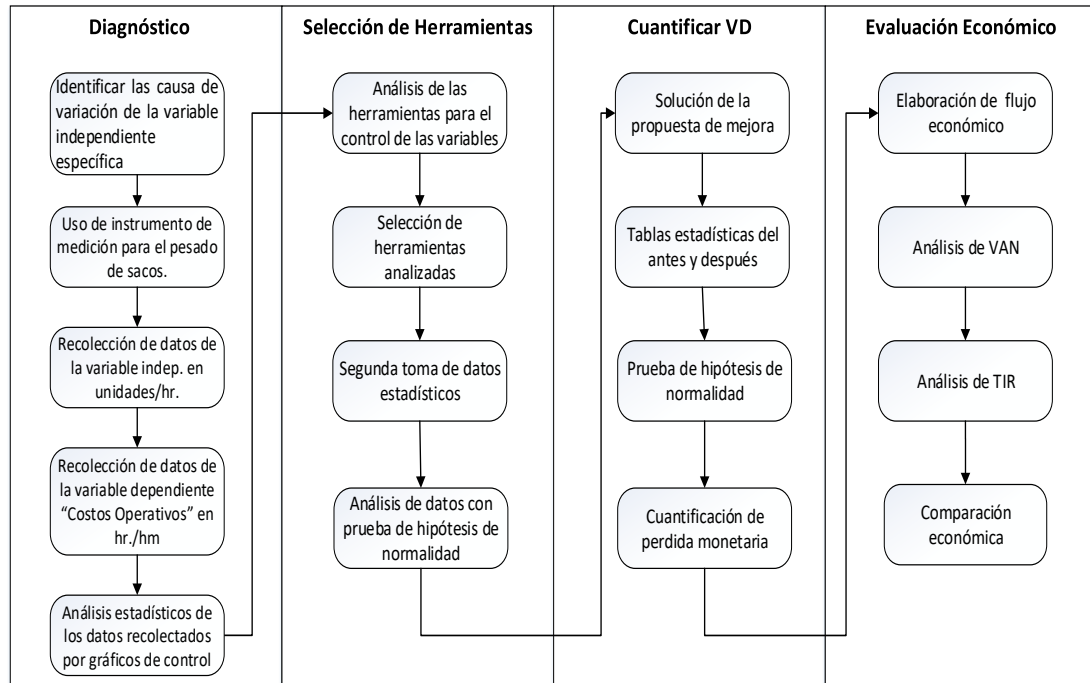
Método: Pasar los datos de las hojas de registros de producción y calidad a Microsoft Excel, explorar la correlación de los datos en Minitab, elaborar la prueba de Hipótesis de normalidad para ver la validez de la correlación de los datos.

Instrumentos: Minitab 19, Microsoft Excel.

2.4. Procedimiento

Figura 10

Flujograma de métodos



Nota. Cuadro Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Fuente: Elaboración Propia

1. Pasos para el diagnóstico. En esta etapa, se lleva a cabo la identificación de las causas de variación en las variables específicas, seguido de ello con ayuda del instrumento de medición “Balanza” se realizará la medición de sacos para poder efectuar la recolección de datos de la variable independiente en unidades/hr y la variable dependiente en hr / hm. Luego, se aplicará el análisis estadístico con los datos tomados mediante gráficos de control a través del programa “Minitab”, con el fin de obtener su análisis a través de la prueba de normalidad.

2. Pasos para seleccionar las herramientas de solución. Se analizarán los datos obtenidos de la situación de diagnóstico de la empresa molinera para posteriormente implementar las herramientas de solución (Teoría MRP, Gráficas de control, Plan de Capacitación y *Six Sigma*). Se realizará una segunda toma de datos

luego de aplicar las herramientas de solución descritas anteriormente y poder

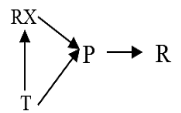
aplicar la prueba de Hipótesis de normalidad; para estudiar la correlación entre los datos obtenidos.

3. Pasos para cuantificar la VD después de la mejora. Luego de implementar la propuesta de mejora, se elaborarán tablas estadísticas en Microsoft Excel del antes y después para más adelante analizarlas en Minitab mediante la prueba de Hipótesis de normalidad y finalmente se cuantificará la pérdida monetaria.

4. Pasos para la evaluación económica de la propuesta. En esta etapa del proceso, se elaborará la evaluación económica mediante un flujo de caja económico (inversión, egresos, ingresos), donde posteriormente se analizará la TIR, VAN y un costo beneficio (B/C), haciendo uso de una comparación económica entre el antes y después de los costos operativos.

Tabla 10

Matriz de consistencia

Problema	Hipótesis	Objetivos	Variables	Metodología	Población
¿Cuál es el impacto del diseño de gestión para control de producción y calidad según la teoría MRP en los costos operativos de una empresa molinera ubicada en Ciudad de Dios, 2020?	H1: El diseño de gestión de control de producción y calidad reducirá los costos operativos de una empresa molinera ubicada en Ciudad de Dios, 2020.	General: Determinar el impacto del diseño de gestión para control de producción y calidad en los costos operativos de una empresa molinera ubicada en Ciudad de Dios, 2020.	VI: Gestión para control de producción y calidad.	Tipo de investigación: Diseño: Propositiva 	La población en estudio de la presente investigación estará enfocada en 10 procesos en la línea de producción de una empresa molinera ubicada en Ciudad de Dios, 2020.
	H0: El diseño de gestión de control de producción y calidad no reducirá los costos operativos de una empresa molinera ubicada en Ciudad de Dios, 2020.	Específicos: - Realizar el diagnóstico de la situación actual de las áreas de producción y calidad. - Proponer herramientas de Ingeniería Industrial para el diseño de gestión para control de producción y calidad. - Cuantificar los costos operativos después del diseño de gestión. - Evaluar económica y financieramente la propuesta del nuevo diseño de gestión.	VD: Costos operativos.	Técnica: Recolección de datos Instrumento: Balanza Método de análisis de datos: Prueba de hipótesis de normalidad	MUESTRA: La muestra estará representada por la misma cantidad de la población en estudio, es decir los 10 procesos del área de producción de una empresa molinera ubicada en Ciudad de Dios, 2020.

Nota. Matriz de consistencia de las variables. Fuente: Elaboración Propia

2.4.1. Operacionalización de las variables

Tabla 11

Matriz de Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala
VI: Gestión para control de producción y calidad.	Fabricar y elaborar cosas útiles con los parámetros requeridos.	Control de la producción y de sus parámetros de fabricación (Kralik, L., & Martins, V., 2012).	Porcentaje de reproceso de materia prima	$\frac{\text{Tiempo total de reproceso de MP}}{\text{Kg de materia prima}} \times 100\%$	Razón
			Porcentaje de horas de reproceso	$\frac{\text{Horas de reproceso}}{\text{Total de horas de reproceso}} \times 100\%$	Razón
			Porcentaje de materia prima rechazada	$\frac{\text{Total de kg de arroz clasificados}}{\text{kg de arroz perdidos por proceso}} \times 100\%$	Razón
			Kg de producto terminado rechazado	$\text{Total de kg producidos} - \text{Total de kg aceptados}$	Ordinal
			Porcentaje de desviación en el peso de productos terminados	$\frac{\sum \text{Desviaciones kg de arroz}}{\text{Número de sacos de arroz}} \times 100\%$	Razón
VD: Costos operativos.	Gasto de manutención del trabajador cuando se añade al trabajo.	Factor que indica gastos de materia prima, mano de obra, gastos de fabricación, entre otros (Dal Molin, M. et al., 2014)	Variación porcentual de costos operativos	$\frac{\text{costos oper. antes} - \text{después de mejora}}{\text{Costos oper. antes de la implementación}}$	Razón
			Costo de excedentes por desviación de kg	$\text{Desviación en el peso (kg)} \times \text{Cost. de Producto}$	Ordinal
			Costo por reproceso de materia prima	$\text{Costo de HH por reproceso} + \text{Costo del insumos} + \text{Costo de lucrocesante} + \text{Costo de servicios}$	Ordinal
			Costo por producto terminado que no cumple con especificaciones	$\text{PT disconforme} \times \text{costo unitario de PT}$	Ordinal

Nota. Matriz de Operacionalización de las variables. Fuente: Elaboración Propia

2.4.2. Generalidades de la empresa

La empresa molinera dedicada al rubro de procesamiento del grano de arroz a nivel nacional. Dentro de su línea de producción resalta el arroz pilado como producto principal en sus 6 tipos de calidad. Debido a la demanda, se conoce que la capacidad de producción actual es de 100 sacos por hora, laborando 10 horas diarias fabrican un total de 1000 sacos envasados en costales de 49 kg. Al estudiar el diagnóstico actual, se encontraron variaciones significativas en las variables de procesos existentes en las áreas de producción y calidad, como “Falta de planificación de la producción”, “Ausencia de un estudio de tiempos”, “Falta de ambientes adecuados para la conservación de materia prima”, “Falta de capacitación al personal de operaciones”, “Falta de indicadores y control de calidad del producto terminado”, “No existe conocimiento de los criterios de inspección de calidad”, “Falta de control de calidad en la selección del grano” y “Falta de estandarización del grano en cáscara en el proceso de secado” los cuales generan un aumento en los “costos operativos” que posteriormente fueron cuantificados en términos monetarios. Actualmente se encuentra ubicada en Urb. Los Ángeles Lote 7, Ciudad de Dios.

Figura 11
Ubicación de la empresa



Nota. Ubicación. Fuente: Google Maps

2.4.2.1. Lineamientos estratégicos

Misión

Brindar una excelente calidad para el consumo del público respetando los parámetros de una buena marca de arroz en el mercado.

Visión

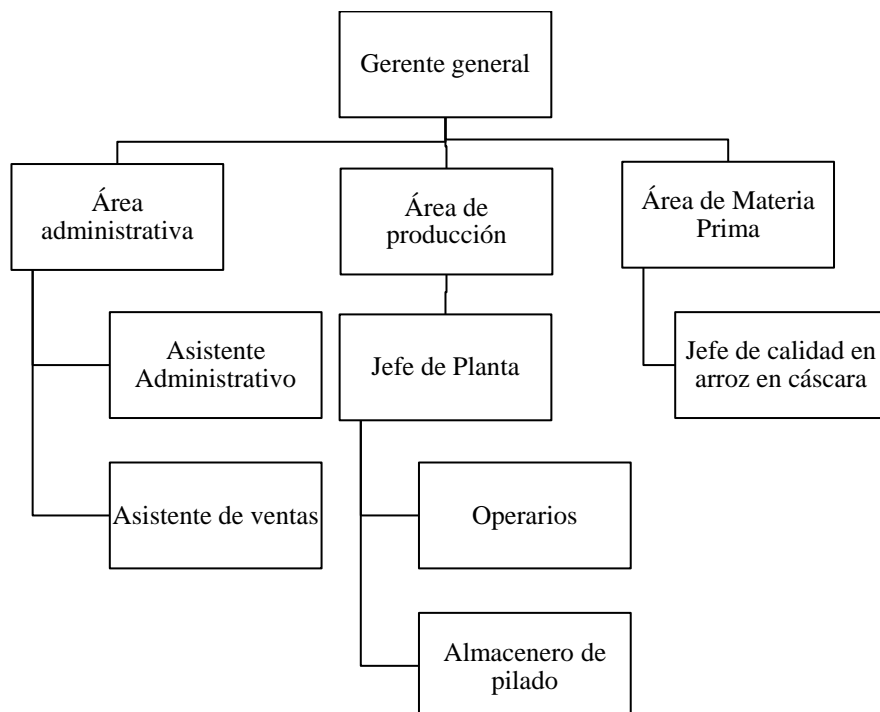
Promocionar el patente arroz sol D’ Pacasmayo a distintos mercados del Perú.

2.4.2.2. Organigrama

La empresa es conformada por un gerente general, en el nivel de apoyo están los jefes de producción y calidad respectivamente, quienes a su vez tienen a cargo a los operarios, jefes de control de calidad y al encargado de almacén el asistente administrativo, asistente de ventas.

Figura 12

Organigrama de la empresa



Nota. Organigrama de la empresa molinera. Fuente: Elaboración propia

2.4.2.3. Análisis FODA

Se elaboró un análisis Foda para la empresa dentro del sector arrocero, con el fin de que se identifique las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que puedan afectar en menor o mayor medida a los objetivos organizacionales de la empresa molinera.

Tabla 12

Foda de la empresa

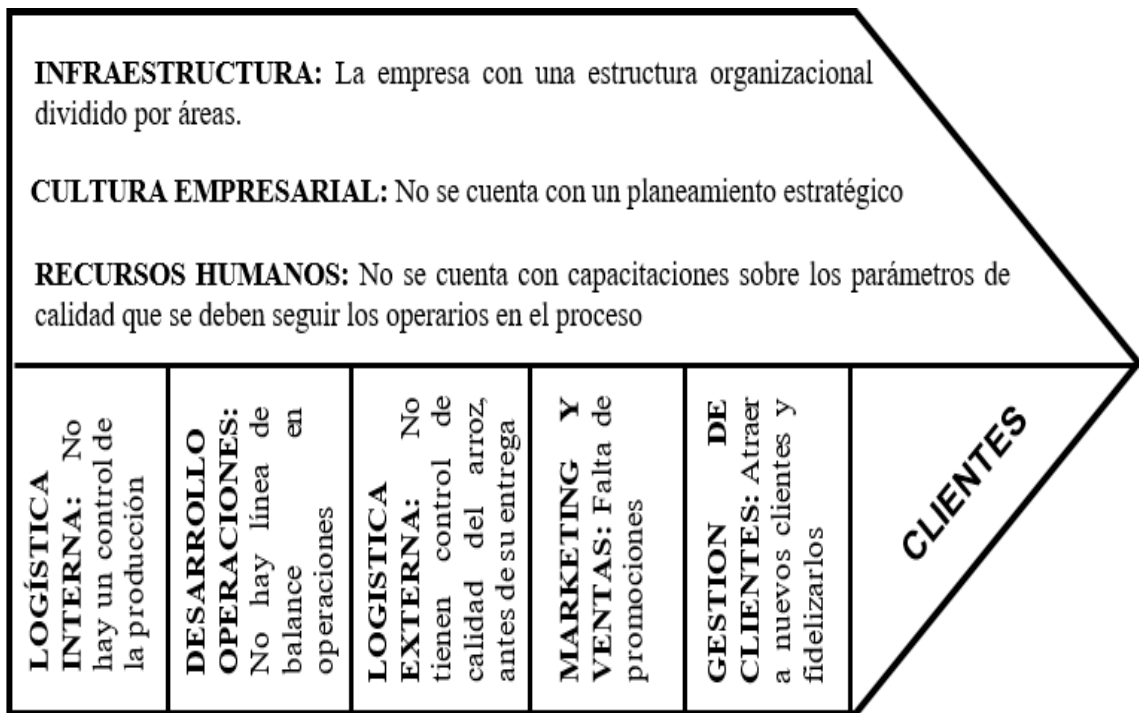
AMENAZAS	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> - En el sector arrocero contiene mucha competencia. - Precios variables del arroz según marcas regionales. - El clima afecta en el almacenaje de arroz y la obtención de la materia prima. - Nuevas leyes y políticas de gobierno variables para el sector. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las máquinas utilizadas son las adecuadas y necesarias dentro del proceso, y cumplen adecuadamente su función. - Existe un proceso de selección - Se realiza un adecuado proceso de pesado para control del arroz en cáscara.
DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> - Falta un área de control de posventa - Cuando la máquina de pilado no tiene mantenimiento, presenta mayor merma. - Alta humedad en el área secado - La empresa no está dividida por departamentos, sino por áreas, operaciones y funciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alianzas estratégicas para la elaboración de otros derivados a base de arroz. - La empresa cuenta con guías propias. - La empresa procesa arroz todos los meses del año - Los agricultores conocen el sistema de cultivo.

Nota. Foda de la empresa molinera. Fuente: Elaboración propia

Actualmente la empresa no tiene un adecuado desarrollo de su cadena valor, ya que cuenta con deficiencias como se observa en la siguiente figura:

Figura 13

Cadena de valor de la empresa



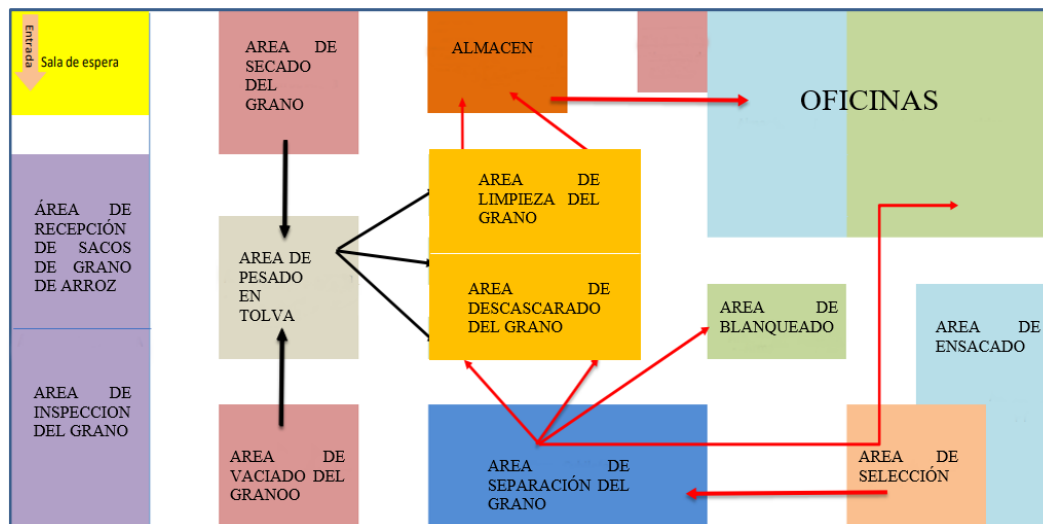
Nota. Cadena de Valor. Fuente: “Empresa Molinera”

2.4.2.5. Layout actual

La empresa se encuentra distribuida por 12 áreas del proceso de producción, un almacén y sus oficinas gerenciales; cómo se puede observar en el Layout actual de la empresa molinera.

Figura 14

Layout actual de la empresa



Nota. Layout Actual. Fuente: Elaboración Propia

2.4.2.6. Principales proveedores

Entre los principales proveedores y los suministros otorgados a la empresa molinera, se elaboró el siguiente diagrama Pepsu:

Tabla 13

Diagrama de Pepsu de proveedores

Proveedores	Producto entrante	Proceso suministrado
Agricultores de la zona norte del país	Grano en cáscara de arroz	Proceso de pilado
Norsac S.A.	Sacos laminados de propileno	Proceso de empaquetado
Norsac S.A.	Cono de Hilo	Proceso de empaquetado

Nota. Diagrama pepsu de proveedores. Fuente: Elaboración propia

2.4.2.7. Principales clientes

Entre los principales clientes del arroz pilado generalmente se vende a comerciantes de los mercados locales y nacionales que adquieren el producto en el mismo molino:

Tabla 14

Principales clientes de la empresa molinera

Sector	Cliente
Pacasmayo	Comercializadora Sol D' Pacasmayo
Lima	Mercado Santa Anita
	Mercado Fiori
Arequipa	Mercado Central
Cajamarca	Mercado San Sebastián




Nota. Principales clientes. Fuente: Elaboración propia

2.4.2.8. Principales productos o servicios

Su principal y único servicio que ofrecen es el pilado de arroz, en muestra de 6 tipos de calidades según el porcentaje de quebrado, tal como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 15

Principales productos de la empresa molinera

Producto	Presentación	Descripción
Arroz añejo		El arroz tiene un 3% a 5% de quebrado.
Arroz extra		Más consumido, tiene un 5 % de quebrado y un 10% de humedad.
Arroz despuntado		Tiene el 10 % de quebrado.

Arroz superior



Presenta un 14% de quebrado.

Arroz económico



Tiene del 15% al 17 % de quebrado.

Arroz popular



Arroz reprocesado del descarte.

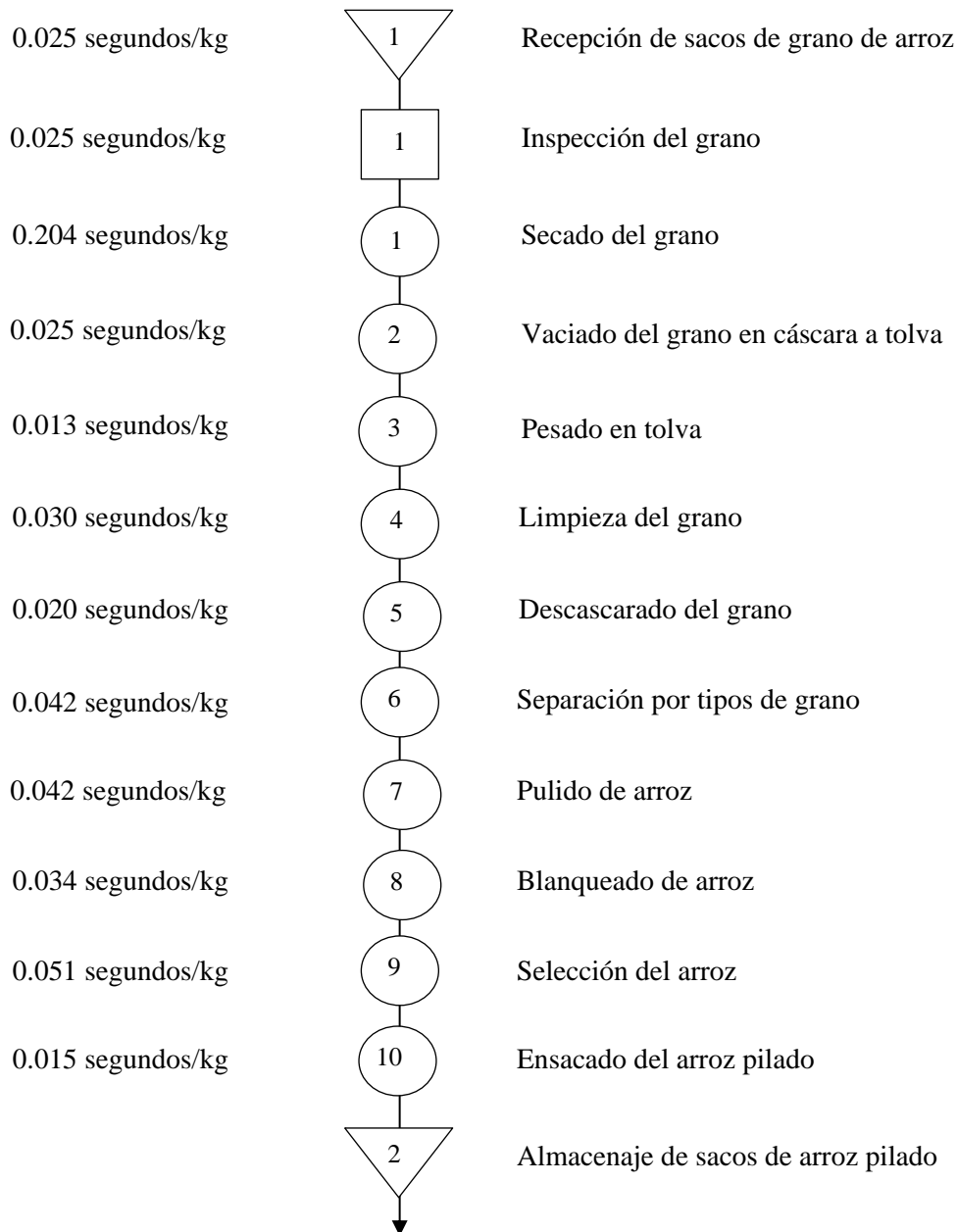
Nota. Principales productos. Fuente: Elaboración propia

2.4.2.9. Diagrama de Operaciones de Proceso

Se ha elaborado el diagrama de operaciones de proceso del pilado de arroz cáscara de la empresa. Para la capacidad de un saco de arroz pilado de 49 kg:

Figura 15

Diagrama de Operaciones de Proceso de pilado de arroz



Nota. Diagrama de Operaciones de Proceso. Fuente: Elaboración propia

Recepción y pesado. La recepción se realiza con el ingreso del camión que contiene la carga de sacos de arroz en cáscara, para luego estos ser trasladados a la tolva (donde está ubicada la balanza) para la obtención de la tara bruta, Los sacos con arroz en cáscara normalmente llegan con un peso de 70 kg. Este proceso tiene un registro por parte de la empresa además de la entrega de una constancia al cliente, indicando principalmente el peso final de la carga.

Figura 16

Recepción con sacos de grano en cáscara



Nota. Tráiler con sacos de granos. Fuente: Elaboración Propia

Inspección del grano. En el transcurso de la descarga se procede a tomar muestras para determinar el porcentaje de granos quebrados y de humedad. El proceso consiste en tomar de 2 a 3 puñados de arroz cáscara de los sacos ingresados al molino para realizar el muestreo en el laboratorio, luego se entrega un formato al cliente con el registro del % de granos enteros y quebrados y el rendimiento que tendría la pila, esta información también debería ser comunicada a producción para que prepare la molienda de acuerdo a los resultados del muestreo.

Secado. Para que el arroz cáscara llegue a una humedad óptima requerida para el almacenamiento y/o procesamiento, la empresa realiza el secado natural, que consiste en derramar, expandir y voltear por momentos el arroz cáscara en la zona de secado para su soleado y de esta manera lograr que la humedad disminuya a un porcentaje del 10%.

Si la humedad se encuentra entre 16% a 19% la capacidad máxima de secado es de 37 toneladas. Pero, si es de 20% a más la capacidad máxima de secado es de 32 toneladas. La duración del secado depende de las condiciones climáticas de temperatura y humedad que tiene esta zona, y varía entre 6 a 10 horas en promedio. Sin embargo, en el caso de no cumplir con el parámetro de humedad indicado, se procederá a hacer uso del secador automático para poder cumplir el indicador mencionado y se pueda proceder a hacer el pilado del grano.

Figura 17

Secado natural de grano en cáscara



Nota. Grano expandido para el secado. Fuente: Elaboración Propia

Limpieza. Por intermedio de un elevador el arroz cáscara es recogido de la tolva para ser llevado a una zaranda vibratoria que retirará las impurezas. La máquina cuenta con dos niveles: En el primer nivel la malla retira las impurezas mayores. En el segundo nivel retira impurezas menores. En ambos niveles el arroz continuo su paso para luego ser llevado mediante otro elevador a la siguiente máquina.

Descascarado: Está máquina retira la cascarilla del grano de arroz mediante dos rodillos de goma que giran en forma contraria. La cascarilla es expulsada a través de un tubo por transporte neumático a un área fuera del proceso de molienda.

La capacidad máxima de procesamiento de esta máquina es de 5.5 toneladas por hora y opera con dos rodillos de goma de 10 pulgadas. De acuerdo a la ficha técnica del proveedor el rendimiento óptimo debería ser de 92%, dependiendo de la calidad y cambio oportuno del rodillo, de las condiciones operacionales de la máquina y la

operatividad que le da el encargado del proceso. Esta máquina es regulada por el operador para dar paso al ingreso del arroz cáscara y la presión de los rodillos. El buen funcionamiento de la máquina ayuda a reducir porcentaje de quebrados de arroz.

Separación: Encargada de que el arroz que permanece con cáscara y el arroz sin cáscara vuelvan a ingresar a la mesa Paddy puedan ser separadas. Se ha detectado que por la mala regulación de la mesa en esta operación el arroz ya sin cáscara ha vuelto a la máquina descascaradora, siendo una de las causas del aumento de arroz quebrado.

Figura 18

Etapa de separación – Mesa Paddy



Nota. Mesa Paddy en separación. Fuente: Empresa Molinera.

Pulido: El arroz sin cáscara llega a través de un elevador, esta máquina pule el arroz hasta un 60%. Está unida a un conducto llamado “SINFÍN” por donde transporta el polvillo obtenido del pulido, para luego ser envasado en sacos de 49 kg. En esta máquina se elimina el salvado que queda adherido al arroz después del descascarado.

Figura 19

Etapa de pulido



Nota. Máquina pulidora. Fuente: Empresa Molinera

Blanqueado: En esta máquina se lustra y se da brillo al arroz para luego pasar a la siguiente máquina mediante un elevador.

Figura 20

Etapa de blanqueado



Nota. Máquina blanqueadora. Fuente: Empresa Molinera.

Selección: Recibido el arroz pulido y blanqueado esta máquina clasifica el grano en entero, arrocillos de $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{4}$, esto se realiza mediante zarandas vibratorias con flujo de aire, que separa el grano de arroz dependiendo de su tamaño.

Figura 21

Etapa de Selección



Nota. Máquina selectora. Fuente: Empresa Molinera

Envasado y almacenamiento: El arroz es envasado en sacos con 49 kg. y posteriormente almacenado como producto terminado. El saco cuenta la marca de la empresa y la categoría de arroz.

Figura 22

Etapa de Almacenamiento



Nota. Almacenamiento de sacos. Fuente: Empresa Molinera.

2.4.2.10. Diagrama Análisis de procesos

Se ha elaborado el diagrama de análisis del proceso del pilado de arroz cáscara en el Molino. Para 12 sacos de arroz pilado con una capacidad de 49 kg:

Tabla 16

Diagrama Analítico del proceso de pilado

		Diagrama Núm.: 1		Hoja Núm.: 1		RESUMEN				
PROCESO:			PRODUCTO TERMINADO:				Actividad	Actual	Prop.	Económico
			Arroz pilado				Operación	9		
							Transporte	9		
							Espera	2		
		Método: Actual / Propuesto				Inspección	1			
		Lugar:				Almacena	2			
		Operarios:		Ficha núm.:		Distancia	0			
		15		1		Tiempo	0			
						Costo				
DESCRIPCION	DISTANCIA (m)	TIEMPO (seg)		○	➡	◐	◻	▽	OBSERVACIÓN	
Recepción de sacos		12 seg.	15 seg.	○					Granos de arroz	
Traslado de sacos	5 - 8	8 seg.	10 seg.		➡				Traslado manual	
Inspección del grano		12 seg.	15 seg.				◻		Control de humedad y porcentaje de Impurezas	
Traslado al área de secado		8 seg.	10 seg.		➡				Traslado manual	
Secado del grano		115 seg.	120 seg.	○					Mediante la luz del sol	
Demora de reproceso		68 seg.	73 seg.			◐			Reproceso de secado forzado por un secador automatizado	
Vaciado de grano en cáscara a la tolva		10 seg.	15 seg.	○					Sacos de 70 kg	
Pesado en tolva		7 seg.	8 seg.	○					Balanza incluida en tolva	
Traslado al área de Limpieza	8	7 seg.	8 seg.		➡				Traslado manual	
Limpieza del grano		15 seg.	20 seg.	○					Mallas cernidoras	
Traslado al área de Descascarado	4 - 7	7 seg.	8 seg.		➡				Traslado mediante elevador	
Descascarado del grano		11 seg.	12 seg.	○					Eliminación de la cáscara del grano	
Traslado al área de Separación	5 - 7	7 seg.	8 seg.		➡				Traslado Semiautomatizado	

Separación por tipos de granos		22 seg.	25 seg.	○					Mesa Paddy
Traslado al área de pulido y blanqueado	4	7 seg.	8 seg.		➡				Traslado Semiautomatizado
Pulido de arroz		21 seg.	25 seg.	○					
Blanqueado de arroz		19 seg.	20 seg.	○					
Traslado al área de selección	3.5	4 seg.	5 seg.		➡				Traslado Semiautomatizado
Selección de arroz		28 seg.	30 seg.	○					Selección de granos, según porcentaje de quebrado
Demora por reprocesos		18 seg.	20 seg.			⏸			Granos quebrados
Traslado al área de Ensacado	4 - 5	6 seg.	8 seg.		➡				Traslado Semiautomatizado
Ensacado del arroz pilado		7 seg.	9 seg.	○					Producto Terminado: arroz pilado
Traslado al almacén de producto terminado	2.5	6 seg.	8 seg.		➡				Traslado Manual
Almacenaje de los sacos de arroz pilado								▽	Sacos de 49 kg
Despacho de los sacos				○					
TOTAL		480 segundos		10	9	2	1	2	

Nota. Diagrama Analítico de Operaciones. Fuente: Empresa Molinera.

2.4.2.11. Costos Operativos Actuales

El Molino presenta como principal problema altos costos operativos debido a la falta de planificación de la producción, falta de indicadores y control de calidad del producto terminado y a la falta de estandarización del grano en cáscara. En adelante se exponen dichos costos, detallados según su clasificación.

Se cree que es evidente, que al no contar con una planificación de la producción la cantidad de materia prima comprada no es precisa, por lo que la empresa pide a su proveedor 571 sacos de grano es cáscara cuyo costo anual es de S/ 245,027.52.

Tabla 17

Costo anual de materia prima directa

Costo de Materia Prima				
Descripción	Precio Unitario	Unidad de Medida	Cantidad utilizada por día	Costo total anual
Grano de arroz en cáscara	S/ 1.49	Sacos	571	S/ 245,0.27.52

Nota. Costos de materia prima directa. Fuente: Elaboración Propia

En ese mismo orden de ideas, para obtener el producto terminado, se compran los materiales listados en la Tabla 24, especificando la cantidad utilizada al día, calculando así el precio a pagar por la compra.

Tabla 18

Costo anual de materia prima indirecta

Costo de Materia Prima Indirecta				
Descripción	Precio Unitario	Unidad de Medida	Cantidad utilizada por día	Costo total anual
Saco laminado de propileno	S/ 0.20	Unidad	1000	S/ 48,000.00
Cono de hilo	S/ 0.10	Unidad	6	S/ 172.80
Cuchilla	S/ 0.50	Unidad	1	S/ 144.00
Total				S/ 48,316.48

Nota. Costos de materia prima indirecta. Fuente: Elaboración Propia

Como se sabe todo el proceso de pilado de arroz, requiere el uso de máquinas, las mismas que requiere de repuestos como: segmentos, cribas, rodillos, frenos y bolillas. Estas, sirven para darle mantenimiento a la máquina y evitar paradas de producción. El monto total anual por la compra de dichos repuestos es de S/ 1,932.73.

Tabla 19

Costos anuales de repuestos

Repuestos	Precio Unitario	Cantidad	Precio por lote	Costo total anual
Segmentos	S/ 30.00	5	S/ 150.00	S/ 360.00
Cribas	S/ 25.00	6	S/ 150.00	S/ 450.00

Rodillos	S/ 50.00	6	S/ 300.00	S/ 600.00
Frenos	S/ 35.71	7	S/ 250.00	S/ 272.73
Bolilla	S/ 35.71	7	S/ 250.00	S/ 250.00
Costo Total				S/ 1,932.73

Nota. Costos de repuestos. Fuente: Elaboración Propia

Otro dato importante, es la cantidad de operarios con los que cuenta la empresa para realizar los procesos, desde el ingreso de materia prima hasta que sale el producto terminado. Hay operarios que realizan más de un proceso, asimismo se muestran sus pagos mensuales.

Tabla 20

Costo anual de mano de obra directa

Descripción	Unidad de Medida	de	N° Operarios	Sueldo Fijo / Operario	Salario anual
Recepción, inspección de granos de arroz	Lote		1	S/ 1,000.00	S/ 12,000.00
Secado solar y secado automatizado	Lote		1	S/ 800.00	S/ 9,600.00
Pesado y limpieza del grano en cáscara	Lote		1	S/ 800.00	S/ 9,600.00
Pulido, blanqueado y selección de grano	Lote		1	S/ 800.00	S/ 9,600.00
Ensacado y almacenaje del arroz pilado	Lote		1	S/ 810.00	S/ 9,720.00
Total					S/ 60,120.00

Nota. Costos de mano de obra directa. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21

Costo anual de mano de obra indirecta

Descripción	Unidad de Medida	N° Operarios	Sueldo fijo/operario	Salario Anual
Jefe de Planta	Lote	1	S/ 2,000.00	S/ 24,000.00
Total				S/ 24,000.00

Nota. Costos de mano de obra indirecta. Fuente: Elaboración Propia

Como parte de los costos indirectos de fabricación se tiene al mantenimiento de equipos, el costo generado por demanda insatisfecha y el costo generado por reproceso en el área de secado cuyo sumatorio total es de S/ 324,578.70.

Tabla 22

Costo anual indirectos de fabricación

Descripción	Período	Costo Mensual	Costo anual
Mantenimiento de equipos	Anual	S/ 74.29	S/ 891.42
Costo por demanda insatisfecha	Anual	S/ 20,467.44	S/ 245,609.28
Costo por reproceso de secado	Anual	S/ 3,276.00	S/ 78,078.00
Total			S/ 324,578.70

Nota. Costos indirectos de fabricación. Fuente: Elaboración Propia

Se consideró como otros costos indirectos de fabricación a los gastos administrativos como sueldos del gerente, asistentes administrativo y asistente de ventas cuyo pago anual total es de S/ 82,800.00.

Tabla 23

Otros CIF anuales

Descripción	Nº Operarios	Sueldo fijo/operario	Salario Anual
Sueldo Gerente	1	S/ 3,000.00	S/ 36,000.00
Sueldo asistente administrativo	1	S/ 1,500.00	S/ 18,000.00
Sueldo asistente de ventas	2	S/ 1,200.00	S/ 28,800.00
Total			S/ 82,800.00

Nota. Otros CIF. Fuente: Elaboración Propia

Finalmente se consideran los gastos por servicios básicos como el agua y la electricidad, el monto anual a pagar es de S/ 122,400.00.

Tabla 24

Costo anual de servicios

Descripción	Período	Costo diario	Costo Anual
Gastos de agua	Anual	S/ 8.33	S/ 2,400.00
Gastos de electricidad	Anual	S/ 416.67	S/ 120,000.00
Total			S/ 122,400.00

Nota. Costos de servicios. Fuente: Elaboración Propia

El sumatorio total de los costos operativos actuales anuales que incurre la empresa es de S/ 909,175.75, los mismos que se buscan reducir con la implementación del MRP I, gráficos de control, Plan de capacitación y Six *Sigma*.

Tabla 25

Total, de costos operativos actuales anuales

Descripción	Costo Total Mensual	Costo Total Anual
Costo total de fabricación	S/ 20,418.96	S/ 245,027.52
Costo de materia prima directa	S/ 4,187.46	S/ 50,249.53
Costo de materia prima indirecta	S/ 24,606.42	S/ 295,277.05
Costo de Materia Prima	S/ 5,010.00	S/ 60,120.00
Costo de Mano de Obra Directa	S/ 2,000.00	S/ 24,000.00
Costo de Mano de Obra Indirecta	S/ 7,010.00	S/ 84,120.00
Costo de Mano de Obra	S/ 44,148.23	S/ 529,778.70
Total		S/ 909,175.75

Nota. Costos operativos actuales. Fuente: Elaboración Propia

2.4.3. Diagnóstico de las áreas de la empresa objeto de análisis

Área de Producción. El área de producción del Molino está distribuida en diferentes operaciones que conforman el proceso de pilado del arroz, la cual cuenta con 6 máquinas como: la tolva, mallas cernidoras, mesa Paddy, selectora de granos, blanqueadora y pulidora. En esta área los costos tienden a incrementarse considerablemente, debido a que existen una diversa cantidad de productos que no son atendidos a tiempo, es decir no se cumple con la demanda solicitada por la falta de una planificación y control de la producción cuyo monto total asciende a S/ 245,609.28. Debido a esto se genera mayores demoras en la producción, puesto que se nota la ausencia de un estudio de tiempos estandarizados para cada proceso, entonces el impacto económico es S/29,800.10 mensuales.

Otro problema que genera altos costos operativos a la empresa, es la materia prima deteriorada, es decir, los sacos de 70 Kg de granos de arroz que ingresan a la planta

son ubicados en un lugar al azar, debido a que les falta ambientes adecuados. Ello, trae consigo que estos granos se quiebren y, por ende, se pierda la calidad del producto ya que la empresa separa sus distintos SKU según el porcentaje de quebrado de cada uno de ellos, trayendo consigo una pérdida económica de S/ 2,665.61. Adicional a ello, se observó una baja productividad por parte de los operarios de operaciones, ya que no reciben capacitación, esto trae como consecuencia un costo extra por mano de obra. Finalmente, el monto perdido es de S/ 8,461.20.

Área de calidad. Asimismo, con respecto al área de calidad, la sumatoria económica pérdida por problemas existentes es S/ 160,141.40, los mismos que engloban: Grano en cáscara características organolépticas fuera de los estándares de calidad, grano en cáscara no presenta parámetros de humedad estipulados, sacos de arroz no conformes y errores de personal no calificado

En síntesis, el total de pérdidas económicas por los 8 efectos con mayor criticidad en la empresa es de S/ 446 ,677.59.

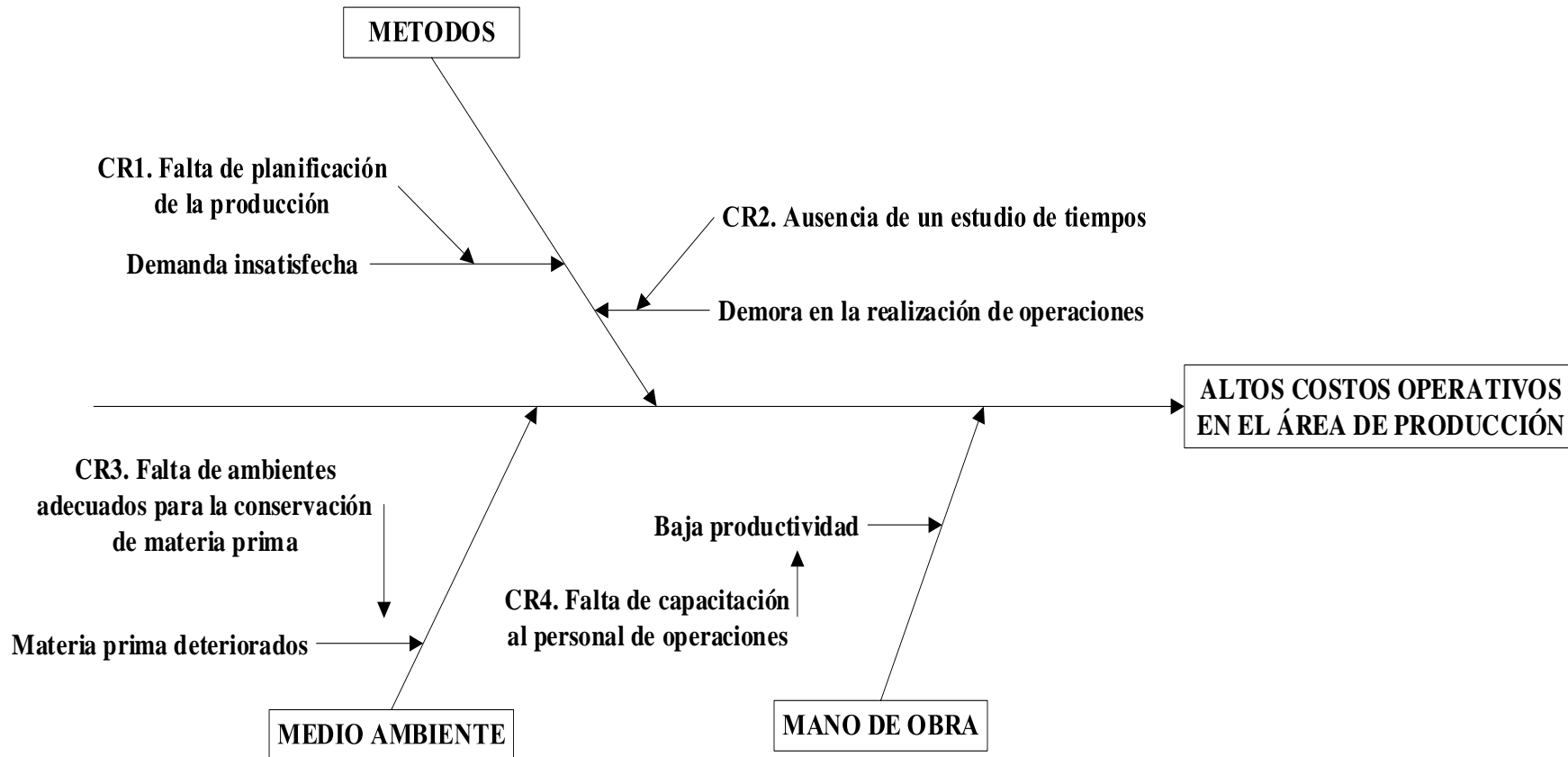
2.4.4. Diagrama de Ishikawa

Se encontró en la empresa molinera que los altos costos operativos afectan significativamente a la empresa en el área de producción. Por ello, en la categoría de métodos, se tiene las causas raíces mencionadas a continuación: Falta de planificación de la producción, esto se debe a que la empresa no sabe cuánto ni cuándo producir originando que no se logren cubrir todos los pedidos solicitados por los clientes; también la ausencia de un estudio de tiempos dado que no existe una estandarización para cada proceso ocasionando demoras considerables en toda la línea de producción. En cuanto a la categoría de mano de obra, se tiene la causa raíz: Falta de capacitación al personal de operaciones, debido que existen operarios nuevos

los cuales no reciben capacitaciones ni clases de inducción sobre las estaciones de trabajo de la empresa. También se consideró la categoría medio ambiente, donde se tiene la siguiente causa raíz: Falta de ambientes adecuados para conservación de la materia prima, ya que siempre ubican los sacos de grano de arroz recibidos en cualquier lugar logrando de esta manera quebrar los granos y, por ende, reduciendo la calidad del mismo. Respecto a la figura 15 se detectaron que existen altos costos operativos incurridos en el área de calidad. Por lo cual, en la categoría de métodos, se tiene la siguiente causa raíz: Falta de indicadores y control de calidad del producto terminado, lo cual origina sacos de arroz no conformes.

Figura 23

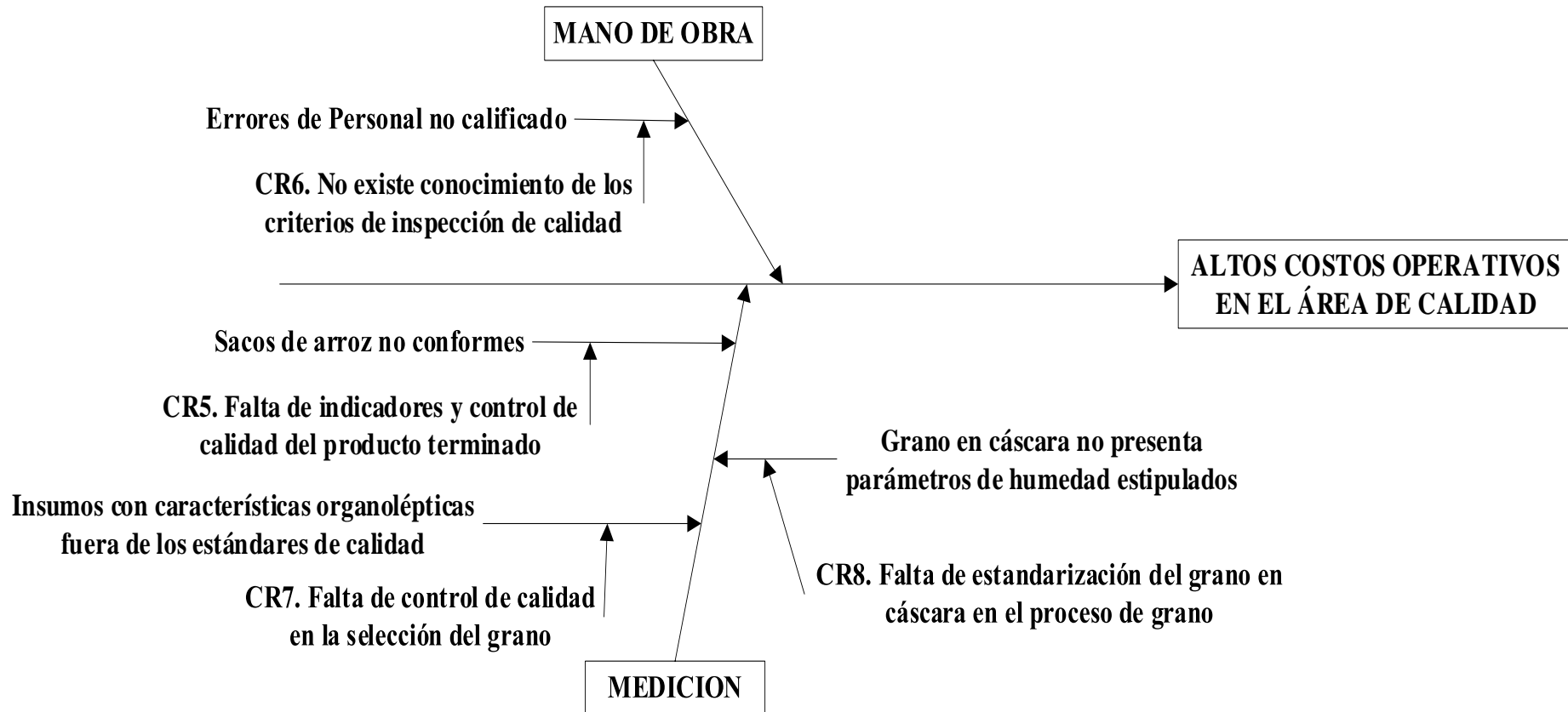
Diagrama de Ishikawa – área de producción



Nota. Causas raíz – efectos en el área de producción. Fuente: Empresa molinera.

Figura 24

Diagrama de Ishikawa – área de calidad



Nota. Causas raíz – efectos en el área de calidad. Fuente: Empresa Molinera.

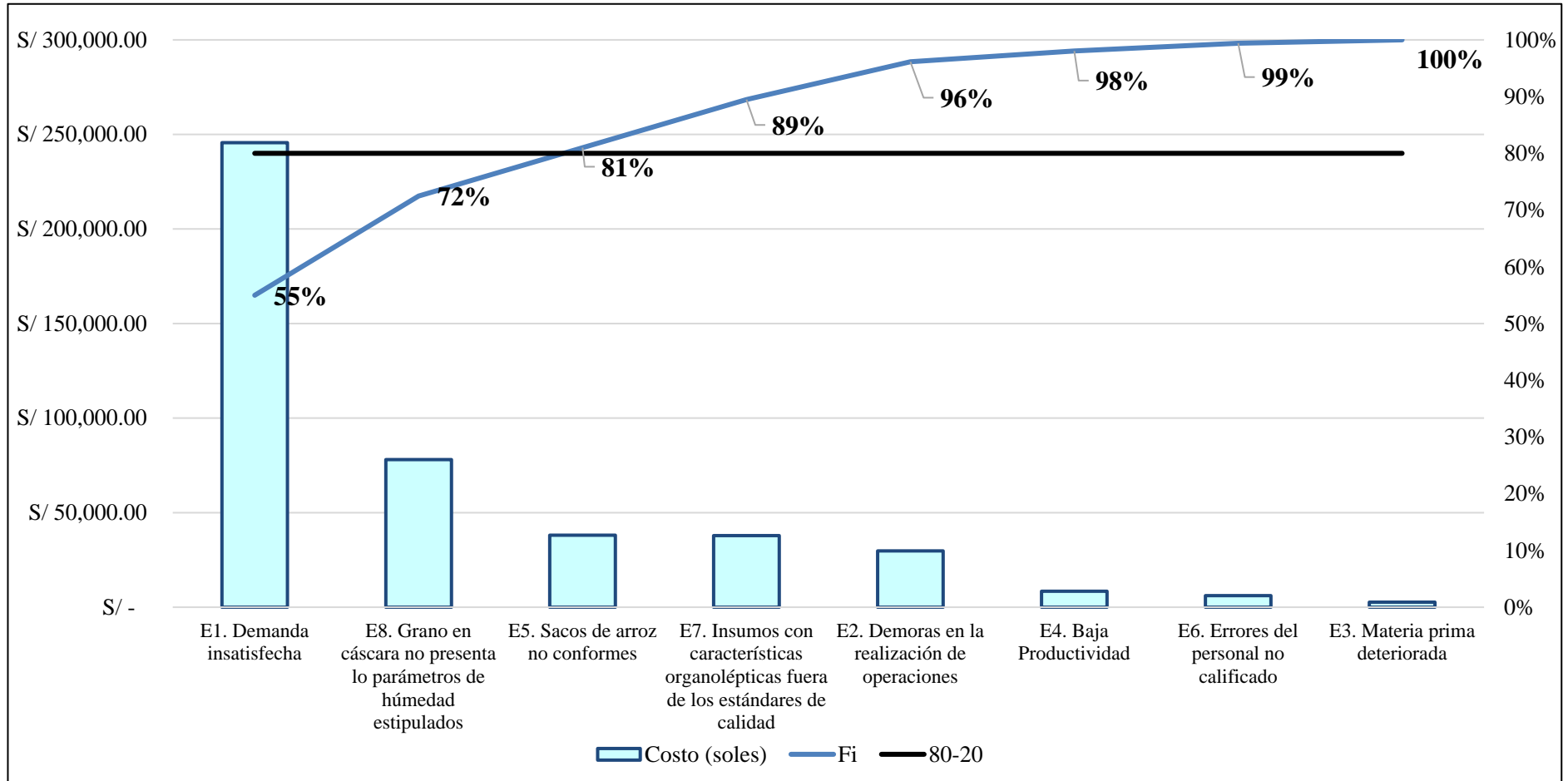
2.4.5. Matriz de Priorización: Diagrama de Pareto

Los 8 problemas que conllevan a los altos costos operativos, de los cuales se definió que 3 son altamente potenciales y que su respectiva solución corregiría un 81% de los problemas totales.

Por ello se tuvo que realizar un cuadro estadístico resumen de los problemas para determinar el porcentaje de estos en el diagrama de Pareto, cabe mencionar que, para poder realizar dichos cálculos el principal factor para determinar los efectos resaltantes fueron las pérdidas monetarias mensuales durante el año 2019. Asimismo, se obtiene que los porcentajes de fallas más altos se realizan en el proceso de producción y calidad respectivamente. Obteniendo este resultado se realiza la mejora, para disminuir el porcentaje de fallas en el proceso.

Figura 25

Diagrama de Pareto



Nota. Priorización de las causas raíces de las áreas de producción y calidad. Fuente: Empresa molinera.

Luego de realizar el cuadro estadístico, de priorización, se identificó que la “CR1: Falta de planificación de la producción”, “CR8: Falta de estandarización del grano en cáscara en el proceso de secado” y “CR5: Falta de indicadores y control de calidad del producto terminado”; representan el 81% de los problemas de la empresa, es por ello que se priorizó solo la propuesta de solución de estas.

Tabla 26

Cuadro estadístico de priorización de la causa raíz

Causa Raíz	Efecto	Costo (soles)	Fi	Fi
CR1. Falta de planificación de la producción.	E1. Demanda insatisfecha	S/. 245,609.28	55%	55%
CR8. Falta de estandarización del grano en cáscara en el proceso de secado.	E6. Grano en cáscara no presenta parámetros de humedad estipulados	S/. 78,078.00	17%	72%
CR5. Falta de indicadores y control de calidad del producto terminado.	E7. Sacos de arroz no conformes	S/. 38,094.00	9%	81%
CR7. Falta de control de calidad en la selección de grano.	E5. Insumos con características organolépticas fuera de los estándares de calidad	S/. 37,874.45	8%	89%
CR2. Ausencia de un estudio de tiempos.	E2. Demora en la realización de operaciones	S/. 29,800.10	7%	96%
CR4. Falta de capacitación al personal de operaciones	E4. Baja productividad	S/ 8,461.20	2%	98%
CR6. No existe conocimiento de los criterios de inspección de calidad.	E8. Errores de personal no calificado	S/. 6,094.95	1%	99%
CR3. Falta de ambientes adecuados para la conservación del grano de arroz.	E3. Materia prima deteriorada	S/. 2,665.61	1%	100%
Total		S/. 446,677.59		

Nota. Cuadro estadístico. Fuente: Empresa molinera.

2.4.6. Matriz de Operacionalización de Variables

Se muestran 3 causas raíz obtenidas mediante la curva 80-20 del diagrama de Pareto en las áreas de producción y calidad.

Tabla 27

Matriz de Operacionalización de Variables

CR	Descripción	Indicador	Fórmula	Valor Actual	Valor Meta	Herramienta de Mejora
CR1	Ausencia de una planificación de la producción	Productos no atendidos (%)	$\frac{(\text{Productos no atendidos})}{\text{Demanda total}} * 100\%$	40%	10%	Planificación de Requerimiento de Materiales
CR5	Falta de indicadores y control de calidad del producto terminado	DPU (defectos por unidad de análisis) encontrados	$\frac{\text{Número de defectos encontrados}}{\text{Número de unidad de análisis}}$	3 DPU	2 DPU	Gráficas de control + Plan de Capacitación
CR8	Falta de estandarización del grano en cáscara en el proceso de secado	Kg de granos en cáscara reprocesados (%)	$\frac{\text{kg granos reprocesados}}{\text{Kg granos producidos}} * 100\%$	55%	15%	Six Sigma

Nota. Matriz de Indicadores. Fuente: Elaboración propia

2.5. Propuesta de Diseño de Gestión

2.5.1. Monetización: Costeo de Pérdidas

2.5.1.1. Monetización por demanda insatisfecha

En primer lugar, se tiene que la empresa molinera ha presentado pérdidas monetarias con respecto a la demanda insatisfecha y para calcular la utilidad no percibida anual se toma en cuenta, primeramente, la diferencia entre la demanda histórica de cada mes del año 2019 y la producción del año antes mencionado. Para ello, se mostraron las características principales de los tipos de arroz.

Dentro de este orden de ideas, se resumió sumatoria de los productos no atendidos de los seis tipos de arroz por cada mes multiplicados por la diferencia entre el precio unitario de saco de cada tipo de arroz y el costo unitario de producción para los mismos. Por ende, durante todo el año fueron 1,674 sacos de arroz que no se lograron cubrir trayendo consigo una utilidad no percibida anual de S/ 245, 609.28.

$$\text{Utilidad no percibida unitaria (Soles)} = S/. \text{ del producto} - \text{Costo unitario de producción}$$

Tabla 28

Características principales de los tipos de arroz

Código	Productos	Kg/saco	Precio	Utilidad unitaria no percibida	Demanda insatisfecha anual (sacos)
AÑ-01	Arroz Añejo	49	S/ 132.00	S/ 43.12	322
AX-02	Arroz Extra	49	S/ 120.00	S/ 31.12	207
AD-03	Arroz Despuntado	49	S/ 117.00	S/ 28.12	252
AS-04	Arroz Superior	49	S/ 113.00	S/ 24.12	240
AE-05	Arroz Económico	49	S/ 105.00	S/ 16.12	323

AP-06	Arroz Popular	49	S/ 93.00	S/ 4.12	330
Total				S/ 163.72	1,674

Nota. Codificación, kilogramos, precios, utilidad percibida y demanda insatisfecha anual de los tipos de arroz. Fuente: Empresa molinera.

$$\text{Demanda insatisfecha mensual} = \Sigma \text{Productos no atendidos cada tipo de arroz}$$

$$\text{Util. no percibida anual} = \Sigma \text{Demanda insatisfecha mensual} \times \Sigma \text{Util. unit no percibida}$$

Tabla 29

Utilidad no percibida anual por la demanda insatisfecha

Mes	Demanda insatisfecha (sacos/mes)	Utilidad no percibida (soles/mes)
Enero	88	S/ 12,911.36
Febrero	49	S/ 7,189.28
Marzo	96	S/ 14,085.12
Abril	205	S/ 30,077.60
Mayo	208	S/ 30,517.76
Junio	206	S/ 30,224.32
Julio	140	S/ 20,540.80
Agosto	161	S/ 23,621.92
Septiembre	245	S/ 35,946.40
Octubre	27	S/ 3,961.44
Noviembre	39	S/ 5,722.08
Diciembre	210	S/ 30,811.20
Total	1,674	S/ 245,609.28

Nota. Utilidad no percibida por demanda insatisfecha. Fuente: Empresa molinera

2.5.1.2. Monetización por demora en tiempos de operación

Es importante acotar que las pérdidas monetarias más críticas presentes en la empresa, son las demoras en la realización de operaciones, específicamente en los procesos de secado del grano de arroz y selección del arroz. Cabe mencionar que se cuenta con un costo por proceso de pilado. Además, se puede señalar que el tiempo

perdido por cada ciclo de producción en el proceso de secado y selección es de 6.08

y 1.67 segundos respectivamente.

Tabla 30

Costo por proceso de pilado de arroz

Saco (Kg)	Costo por sacco
49	S/ 8.00

Nota. Costo por proceso. Fuente: Empresa molinera.

Tabla 31

Tiempo de reproceso por secado y selección

Demoras por secado (seg/saco)	Demoras por selección (seg/saco)	Tiempos de operación (seg/saco)
6.08	1.67	32.25

Nota. Tiempo de reproceso. Fuente: Empresa molinera.

A los tiempos perdidos por el proceso de secado y selección multiplicado por la cantidad promedio de sacos reprocesados durante el año 2019, se obtiene el total de tiempo perdido anual, se divide a este tiempo los tiempos de operación para conocer cuántos sacos no se han producido y multiplicándose finalmente por el costo de pilado de un sacco de arroz; llevando así a un impacto económico de pérdida anual en S/29,800.10.

$$\text{Sobrecosto por secado} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ sacos reprocesados} \times \text{Tiempo de reproceso de secado})}{\Sigma \text{ Tiempos de operación}} \times \text{Costo por reproceso de pilado}$$

$$\text{Sobrecosto por selección} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ sacos reprocesados} \times \text{Tiempo de reproceso de selección})}{\Sigma \text{ Tiempos de operación}} \times \text{Costo por reproceso de pilado}$$

Tabla 32

Sobrecosto anual por demoras por realización de operaciones

Proceso	Total, de sacos reprocesados (sacos/anual)	Tiempo de reproceso (seg/anual)	Sacos no producidos (sacos/anual)	Sobrecostos por demoras (anual)
---------	--	---------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------

P1: Secado del grano de arroz	17,160.00	104,390.00	3,237.00	S/ 25,895.19
P2: Selección del arroz	9,445.00	15,741.67	488.00	S/ 3,924.91
Total, anual				S/ 29,800.10

Nota. Costo del efecto demoras de operaciones. Fuente: Elaboración Propia

2.5.1.3. Monetización de materia prima deteriorada

Otro problema que genera altos costos operativos a la empresa, es la materia prima deteriorada, lo cual para determinar cuál es el monto de la pérdida se tomó como base a la cantidad en Kg de granos de arroz. Asimismo, se tomó la diferencia de la cantidad que ingresa y la cantidad que sale para obtener la pérdida anual, seguido de ello se multiplico los Kg perdidos de los granos de arroz por el costo de la materia prima que es S/ 1.49. De esta manera, la sumatoria de los Kg de materia prima deteriorada en cada estación de trabajo es de S/ 2,665.61

$$\text{Costo anual por MP deteriorada} = (\text{Kg ingresantes} - \text{Kg salientes}) \times \text{Costo de materia prima}$$

Tabla 33

Sobrecosto anual por materia prima deteriorada

Proceso	Costo de MP (S/.)	Cantidad que ingresa (kg/mensual)	Cantidad que sale (kg/mensual)	Cantidad pérdida (kg/anual)	Costo total anual por MP deteriorada (kg/soles)
Recepción e inspección	1.49	14,000.00	13,820.00	180.00	S/ 268.20
Secado	1.49	13,820.00	13,000.00	820.00	S/ 1,221.80
Pesado y limpieza	1.49	13,000.00	12,870.00	130.00	S/ 193.70
Descascarado y separación	1.49	12,870.00	12,634.00	236.00	S/ 351.64
Pulido y blanqueado	1.49	12,634.00	12,512.00	122.00	S/ 181.78
Ensacado	1.49	12,512.00	12,211.00	301.00	S/ 448.49
Total		78,836.00	77,047.00	1,789.00	S/ 2,665.61

Nota. Costo del efecto materia prima deteriorada. Fuente: Elaboración Propia

2.5.1.4. Monetización de baja productividad

Se detectó pérdida monetaria debido a una baja productividad por parte de los operarios en la línea de producción, por lo que para calcularla se extrajeron tiempos diarios de actividades improductivas para cada proceso y con ello el tiempo anual de las mismas, los cuales son multiplicadas con el costo por hora de mano de obra. Obteniendo así una pérdida total de S/ 8,641.20.

$$\text{Costo por baja productividad} = \text{Horas anuales improductivas} \times \text{Costo de mano de obra por hora}$$

Tabla 34

Sobrecosto anual por baja productividad

Procesos	Tiempo diario de actividades improductivas (Hr)	Tiempo anual de actividades improductivas (Hr)	Costo x h. MO (S/.)	Costo anual por baja productividad (S/.)
Recepción e inspección	1.5	432	S/ 4.17	S/ 1,800.00
Secado	1.2	345.6	S/ 3.33	S/ 1,152.00
Pesado y limpieza	1.1	316.8	S/ 3.33	S/ 1,056.00
Descascarado y separación	0.5	144	S/ 3.33	S/ 480.00
Pulido y blanqueado	1	288	S/ 3.33	S/ 960.00
Ensayado	3.1	892.8	S/ 3.38	S/ 3,013.20
Total	8.4	2419.2		S/ 8,461.20

Nota. Costo del efecto baja productividad. Fuente: Elaboración Propia

2.5.1.5. Monetización de sacos de arroz no conformes

La empresa registra sacos de arroz no conformes, es por ello que se monetizó este problema multiplicando la cantidad sacos no aceptados durante todo el año 2019 con el costo de penalización por unidad (S/ 7.00) trayendo consigo una sumatoria anual de S/ 38,094.00 por dicho problema.

$$\text{Costo por sacos no conformes} = \text{Pérdida mensual} \times \text{penalización por sacos}$$

Tabla 35

Sobrecosto anual por incumplimiento de sacos de arroz no conformes

Mes	Pérdida mensual (sacos no conformes)	Penalización por sacos	Costos por sacos de arroz no conformes (anual)
Enero	440	S/ 7.00	S/ 3,080.00
Febrero	460	S/ 7.00	S/ 3,220.00
Marzo	596	S/ 7.00	S/ 4,172.00
Abril	482	S/ 7.00	S/ 3,374.00
Mayo	520	S/ 7.00	S/ 3,640.00
Junio	642	S/ 7.00	S/ 4,494.00
Julio	681	S/ 7.00	S/ 4,767.00
Agosto	536	S/ 7.00	S/ 3,752.00
Septiembre	250	S/ 7.00	S/ 1,750.00
Octubre	327	S/ 7.00	S/ 2,289.00
Noviembre	260	S/ 7.00	S/ 1,820.00
Diciembre	248	S/ 7.00	S/ 1,736.00
Total, anual			S/ 38,094.00

Nota. Costo del efecto de sacos de arroz no conformes. Fuente: Elaboración Propia

2.5.1.6. Monetización de errores de personal no calificado

Por último, se identificó errores del personal no calificado, este problema se monetizó multiplicando la cantidad kg perdidos por errores del personal durante todo el año 2019 con el costo de penalización por kg (S/ 1.79) trayendo consigo una sumatoria anual de S/ 6,094.95 por dicho problema.

Costo por errores del personal no calificado = Kg perdidos x Costo unitario por pérdida

Tabla 36

Sobrecosto anual por errores de personal no calificado

Mes	Pérdida mensual (Kg)	Costo unitario por pérdida	Costo por errores del personal no calificado (anual)
Enero	225	S/ 1.79	S/ 402.75
Febrero	358	S/ 1.79	S/ 640.82

Marzo	301	S/ 1.79	S/ 538.79
Abril	224	S/ 1.79	S/ 400.96
Mayo	318	S/ 1.79	S/ 569.22
Junio	294	S/ 1.79	S/ 526.26
Julio	232	S/ 1.79	S/ 415.28
Agosto	293	S/ 1.79	S/ 524.47
Septiembre	334	S/ 1.79	S/ 597.86
Octubre	212	S/ 1.79	S/ 379.48
Noviembre	383	S/ 1.79	S/ 685.57
Diciembre	231	S/ 1.79	S/ 413.49
Total, anual			S/ 6,094.95

Nota. Costo del efecto de errores del personal no calificado. Fuente: Elaboración Propia

2.5.1.7. Monetización por insumos con características organolépticas fuera de estándares de calidad

En tercer lugar, es importante como empresa ver que granos nos sirven para poder procesarlos, por ende, el costo por insumos con características organolépticas fuera de los estándares de calidad se calcula con el total de sacos producidos durante el año 2019 por el costo de cada saco reprocesado en el proceso de selección (S/ 4.01), dando como resultados anuales 9,445 sacos reprocesados y una pérdida monetaria de S/ 37,874.45.

$$\text{Sobrecosto por incumplimiento de estándares} = \text{Sacos reprocesados} \times \text{Costo por saco}$$

Tabla 37

Sobrecosto anual por los granos fuera de los estándares de calidad

Mes	Sacos reprocesados (sacos/mes)	Costo por saco reprocesado	Sobrecosto por incumplimiento de estándares (mensual)
Enero	836	S/ 4.01	S/ 3,352.36
Febrero	820	S/ 4.01	S/ 3,288.20
Marzo	985	S/ 4.01	S/ 3,949.85
Abril	950	S/ 4.01	S/ 3,809.50
Mayo	906	S/ 4.01	S/ 3,633.06
Junio	910	S/ 4.01	S/ 3,649.10
Julio	920	S/ 4.01	S/ 3,689.20

Agosto	902	S/ 4.01	S/ 3,617.02
Septiembre	543	S/ 4.01	S/ 2,177.43
Octubre	572	S/ 4.01	S/ 2,293.72
Noviembre	558	S/ 4.01	S/ 2,237.58
Diciembre	543	S/ 4.01	S/ 2,177.43
Total, anual	9,445		S/ 37,874.45

Nota. Costo del efecto insumos fuera de los estándares de calidad. Fuente:

Elaboración Propia

2.5.1.8. Monetización por grano en cáscara no presenta parámetros de humedad estipulados

Se obtiene una pérdida anual por incumplimiento de parámetro de humedad del grano de arroz en el proceso de secado. Ahora bien, con la data histórica de sacos reprocesados durante todo el año 2019 se multiplica por el costo estipulado por incumplimiento de parámetro (S/ 4.55) trayendo consigo una sumatoria anual de S/ 78,078.00 por dicho problema detallado con anterioridad.

Sobrecosto parámetros = Sacos mensuales reprocesados x Costo por incumplimiento de parámetro

Tabla 38

Sobrecosto anual por incumplimiento de parámetros de humedad

Mes	Sacos de arroz en cáscara reprocesados (sacos/anual)	Costo por incumplimiento de parámetro	Sobrecostos por parámetros de humedad (anual)
Enero	1,661	S/ 4.55	S/ 7,557.55
Febrero	1,731	S/ 4.55	S/ 7,876.05
Marzo	1,720	S/ 4.55	S/ 7,826.00
Abril	2,704	S/ 4.55	S/ 12,303.20
Mayo	1,632	S/ 4.55	S/ 7,425.60
Junio	2,310	S/ 4.55	S/ 10,510.50
Julio	1,151	S/ 4.55	S/ 5,237.05
Agosto	820	S/ 4.55	S/ 3,731.00
Septiembre	835	S/ 4.55	S/ 3,799.25
Octubre	864	S/ 4.55	S/ 3,931.20
Noviembre	899	S/ 4.55	S/ 4,090.45

833

S/ 4.55

S/ 3,790.15

Total, anual

S/ 78,078.00

Nota. Costo del efecto de cáscara no presenta parámetros de humedad estipulados.

Fuente: Elaboración Propia

2.5.2. Propuesta de herramientas de ingeniería industrial

2.5.3. Explicación de la CR1: Falta de planificación de Producción

El plan de producción en el molino se realiza de forma empírica, tomando como referencia la capacidad de planta y los meses con mayor demanda. La empresa no presenta ninguna metodología de planificación provocando falta de producción durante algunos meses del año; por otro lado, hay meses en los cuales existe un exceso de producción, trayendo consigo costos perdidos mensuales.

2.5.3.1. Criterios de selección de la herramienta de Ingeniería Industrial: CR1

La herramienta de solución seleccionada para la causa raíz 1 es la Planificación de Requerimientos de Materiales, debido a que en el análisis de capacidad realizado a la demanda insatisfecha de arroz pilado se identifica que el CPk es 0.32, indicando que no se satisface y requiere de la implementación de esta herramienta; es por ello que aplicando la herramienta MRP se a tener una mayor control sobre el sistema de producción y la demanda mensual que se debe cumplir a largo plazo, así como el adecuado control de inventarios, el aseguramiento de materiales y de los productos que estén disponibles (Segerstedt, A., 2017).

Tabla 39

Herramienta de mejora de la causa raíz CR1 Falta de planificación de Producción

Causa Raíz	Herramienta de Mejora
CR1: Ausencia de una planificación de la producción	MRP I

Nota. Selección de herramienta. Fuente: Elaboración propia

2.5.3.2. Solución de la causa raíz 1 Falta de planificación de Producción

Se procederá a elaborar la herramienta de mejora MRP, donde se establecerá una proyección de ventas estacionarias para el primer semestre del año 2020, además se determinará un plan de producción para los 6 tipos de calidades de arroz y poder calcular los requerimientos de material e insumos para la elaboración de los sacos de arroz, los cuales contiene 49 Kg cada uno.

Planificación de Requerimiento de Materiales I (MRP)

Paso 1

Pronósticos. Para la elaboración del pronóstico se utilizó como input la demanda histórica de los dos últimos años (2018 y 2019) divididos por meses y por los productos anteriormente mencionados, expresados en sacos y en kilogramos. Dichos productos se agruparon en una sola familia debido a la similitud en su proceso productivo, en base a la información proporcionada por la empresa. De la información se observó que la demanda se ha ido incrementando con el paso de los años lo cual obliga a la empresa a estar atenta a la satisfacción de la demanda con relación a la capacidad de planta.

Para el cálculo del pronóstico de estacionalidad, el dato de partida es la demanda, tal como se puede apreciar según la data histórica pertenecientes a los 2 últimos años.

De los kilogramos en los sacos de los 6 tipos de arroz, se observa variaciones ascendentes y descendentes mensuales. Por ende, se procedió a calcular la demanda agregada, realizando la suma total de los sacos de arroz y de los kilogramos por cada producto para obtener el total de sacos anuales. Una vez determinado el promedio general de la demanda histórica agregada se procede a calcular los índices estacionales para saber exactamente cuánto más o menos se vende en un periodo concreto con respecto al promedio mensual. Una vez calculado los valores promedio

se calcula los valores desestacionalizados de la demanda histórica por cada mes de las unidades de sacos de arroz, dividiendo la demanda mensual de cada año entre el índice estacional por mes que se hallaron en líneas anteriores. Los índices se repetirán cada año de acuerdo a los meses y se les asignará un valor que va de uno hasta el 36 por la cantidad de periodos, para de ahí realizar la regresión lineal de los valores calculados y los periodos.

Después de realizar el cálculo de la demanda desestacionalizado para los periodos 25 al 36 para el arroz añejo (AÑ -04), se procedió a multiplicar a cada uno de ellos por el índice estacional correspondiente, es así que, para el mes de enero se multiplicó el dato 3,629 por el factor correspondiente a ese mes el cual es 1.24, obteniéndose como resultado 4,509 sacos de arroz. De esta manera se procedió a calcular cada mes de acuerdo al SKU correspondiente, esos resultados que se consiguieron son los datos de la demanda pronostica para cada mes del año 2020.

Tabla 40

Pronóstico estacional del Arroz Añejo

Año	Mes	Ventas	Índice Estacional	Demanda desestacionalizada	Periodo	Demanda Proyectada Desestacionalizada	Demanda Proyectada Estacionalizada
2018	Enero	4,805	1.24	3,866	1	3,840	4,772
	Febrero	4,531	1.17	3,881	2	3,831	4,473
	Marzo	4,492	1.10	4,074	3	3,822	4,214
	Abril	4,392	1.16	3,793	4	3,813	4,416
	Mayo	4,252	1.08	3,932	5	3,804	4,114
	Junio	3,666	1.07	3,426	6	3,796	4,061
	Julio	4,166	1.12	3,721	7	3,787	4,240
	Agosto	3,973	1.07	3,716	8	3,778	4,039
	Septiembre	2,945	0.80	3,676	9	3,769	3,020
	Octubre	2,790	0.72	3,870	10	3,761	2,711
	Noviembre	2,892	0.75	3,867	11	3,752	2,806
	Diciembre	2,792	0.72	3,882	12	3,743	2,692
2019	Enero	4,487	1.24	3,611	13	3,734	4,641
	Febrero	4,199	1.17	3,596	14	3,725	4,350
	Marzo	3,752	1.10	3,403	15	3,717	4,098
	Abril	4,266	1.16	3,684	16	3,708	4,293
	Mayo	3,834	1.08	3,545	17	3,699	4,000
	Junio	4,334	1.07	4,051	18	3,690	3,948
	Julio	4,205	1.12	3,756	19	3,681	4,122
	Agosto	4,021	1.07	3,761	20	3,673	3,927
	Septiembre	3,045	0.80	3,801	21	3,664	2,935

	Octubre	2,601	0.72	3,607	22	3,655	2,635
	Noviembre	2,700	0.75	3,610	23	3,646	2,727
	Diciembre	2,585.	0.72	3,595	24	3,637	2,616
2020	Enero		1.24		25	3,629	4,509
	Febrero		1.17		26	3,620	4,226
	Marzo		1.10		27	3,611	3,981
	Abril		1.16		28	3,602	4,171
	Mayo		1.08		29	3,594	3,886
	Junio		1.07		30	3,585	3,835
	Julio		1.12		31	3,576	4,003
	Agosto		1.07		32	3,567	3,814
	Septiembre		0.80		33	3,558	2,851
	Octubre		0.72		34	3,550	2,559
	Noviembre		0.75		35	3,541	2,648
	Diciembre		0.72		36	3,532	2,540

Tabla 41

Pronóstico estacional de Arroz Extra

Año	Mes	Ventas	IE	Demanda desestacionalizada	Periodo	Demanda Proyectada Desestacionalizada	Demanda Proyectada Estacionalizada
2018	Enero	4,343	1.17	3,722	1	3,687	4,302
	Febrero	4,435	1.18	3,774	2	3,683	4,328
	Marzo	3,862	1.08	3,579	3	3,680	3,971
	Abril	4,346	1.17	3,707	4	3,677	4,311
	Mayo	3,901	1.08	3,605	5	3,674	3,975
	Junio	4,088	1.06	3,845	6	3,671	3,902
	Julio	3,750	1.09	3,428	7	3,668	4,012
	Agosto	4,530	1.15	3,937	8	3,664	4,216
	Septiembre	2,732	0.77	3,543	9	3,661	2,823
	Octubre	2,791	0.75	3,710	10	3,658	2,752
	Noviembre	2,635	0.74	3,537	11	3,655	2,723
	Diciembre	2,783	0.75	3,716	12	3,652	2,735
2019	Enero	4,176	1.17	3,579	13	3,649	4,258
	Febrero	4,143	1.18	3,526	14	3,645	4,283
	Marzo	4,015	1.08	3,721	15	3,642	3,930
	Abril	4,212	1.17	3,593	16	3,639	4,266
	Mayo	3,998	1.08	3,695	17	3,636	3,934
	Junio	3,673	1.06	3,455	18	3,633	3,862
	Julio	4,235	1.09	3,872	19	3,630	3,970
	Agosto	3,869	1.15	3,363	20	3,626	4,172
	Septiembre	2,897	0.77	3,757	21	3,623	2,794
	Octubre	2,701	0.75	3,590	22	3,620	2,723
	Noviembre	2,803	0.74	3,763	23	3,617	2,694

	Diciembre	2,685	0.75	3,585	24	3,614	2,707
2020	Enero		1.17		25	3,611	4,213
	Febrero		1.18		26	3,607	4,239
	Marzo		1.08		27	3,604	3,889
	Abril		1.17		28	3,601	4,221
	Mayo		1.08		29	3,598	3,893
	Junio		1.06		30	3,595	3,822
	Julio		1.09		31	3,592	3,928
	Agosto		1.15		32	3,588	4,128
	Septiembre		0.77		33	3,585	2,764
	Octubre		0.75		34	3,582	2,695
	Noviembre		0.74		35	3,579	2,666
	Diciembre		0.75		36	3,576	2,678

Tabla 42

Pronóstico estacional del Arroz Despuntado

Año	Mes	Ventas	IE	Demanda desestacionalizada	Periodo	Demanda Proyectada Desestacionalizada	Demanda Proyectada Estacionalizada
2018	Enero	4,040	1.11	3,630	1	3,612	4,020
	Febrero	3,735	1.08	3,471	2	3,616	3,891
	Marzo	3,762	1.08	3,491	3	3,620	3,901
	Abril	4,278	1.16	3,703	4	3,623	4,186
	Mayo	4,015	1.08	3,727	5	3,627	3,908
	Junio	4,505	1.23	3,649	6	3,631	4,483
	Julio	3,861	1.08	3,585	7	3,635	3,915
	Agosto	4,340	1.19	3,647	8	3,639	4,331
	Septiembre	2,785	0.76	3,686	9	3,643	2,752
	Octubre	2,806	0.74	3,795	10	3,647	2,696
	Noviembre	2,545	0.74	3,443	11	3,651	2,699
	Diciembre	2,814	0.76	3,679	12	3,655	2,795
2019	Enero	4,100	1.11	3,684	13	3,659	4,072
	Febrero	4,135	1.08	3,842	14	3,662	3,941
	Marzo	4,120	1.08	3,823	15	3,666	3,951
	Abril	4,171	1.16	3,610	16	3,670	4,240
	Mayo	3,864	1.08	3,587	17	3,674	3,958
	Junio	4,523	1.23	3,664	18	3,678	4,540
	Julio	4,015	1.08	3,728	19	3,682	3,965
	Agosto	4,363	1.19	3,666	20	3,686	4,386
	Septiembre	2,740	0.76	3,627	21	3,690	2,788
	Octubre	2,601	0.74	3,518	22	3,694	2,731
	Noviembre	2,861	0.74	3,870	23	3,697	2,733

	Diciembre	2,779	0.76	3,634	24	3,701	2,831
2020	Enero		1.11		25	3,705	4,124
	Febrero		1.08		26	3,709	3,992
	Marzo		1.08		27	3,713	4,002
	Abril		1.16		28	3,717	4,294
	Mayo		1.08		29	3,721	4,009
	Junio		1.23		30	3,725	4,598
	Julio		1.08		31	3,729	4,016
	Agosto		1.19		32	3,733	4,442
	Septiembre		0.76		33	3,736	2,823
	Octubre		0.74		34	3,740	2,765
	Noviembre		0.74		35	3,744	2,768
	Diciembre		0.76		36	3,748	2,867

Tabla 43

Pronóstico estacional del Arroz Superior

Año	Mes	Ventas	IE	Demanda desestacionalizada	Periodo	Demanda Proyectada Desestacionalizada	Demanda Proyectada Estacionalizada
2018	Enero	4,490	1.17	3,838	1	3,651	4,271
	Febrero	4,063	1.13	3,588	2	3,652	4,135
	Marzo	3,855	1.09	3,525	3	3,653	3,995
	Abril	4,274	1.17	3,639	4	3,654	4,292
	Mayo	3,712	1.04	3,568	5	3,655	3,803
	Junio	4,026	1.16	3,471	6	3,657	4,242
	Julio	3,752	1.07	3,513	7	3,658	3,907
	Agosto	4,335	1.18	3,664	8	3,659	4,329
	Septiembre	2,785	0.74	3,739	9	3,660	2,726
	Octubre	2,683	0.71	3,776	10	3,661	2,601
	Noviembre	2,945	0.75	3,912	11	3,663	2,757
	Diciembre	2,792	0.77	3,625	12	3,664	2,822
2019	Enero	4,084	1.17	3,491	13	3,665	4,288
	Febrero	4,235	1.13	3,740	14	3,666	4,151
	Marzo	4,160	1.09	3,804	15	3,667	4,011
	Abril	4,333	1.17	3,689	16	3,668	4,308
	Mayo	3,913	1.04	3,761	17	3,670	3,818
	Junio	4,475	1.16	3,858	18	3,671	4,258
	Julio	4,075	1.07	3,816	19	3,672	3,922
	Agosto	4,335	1.18	3,664	20	3,673	4,345
	Septiembre	2,674	0.74	3,590	21	3,674	2,737
	Octubre	2,524	0.71	3,552	22	3,676	2,611
	Noviembre	2,572	0.75	3,417	23	3,677	2,768

	Diciembre	2,852	0.77	3,703	24	3,678	2,832
2020	Enero		1.17		25	3,679	4,304
	Febrero		1.13		26	3,680	4,167
	Marzo		1.09		27	3,681	4,026
	Abril		1.17		28	3,683	4,325
	Mayo		1.04		29	3,684	3,833
	Junio		1.16		30	3,685	4,274
	Julio		1.07		31	3,686	3,937
	Agosto		1.18		32	3,687	4,362
	Septiembre		0.74		33	3,689	2,748
	Octubre		0.71		34	3,690	2,622
	Noviembre		0.75		35	3,691	2,779
	Diciembre		0.77		36	3,692	2,843

Tabla 44

Pronóstico estacional del Arroz Económico

Año	Mes	Ventas	IE	Demanda desestacionalizada	Periodo	Demanda Proyectada Desestacionalizada	Demanda Proyectada Estacionalizada
2018	Enero	4,409	1.21	3,635	1	3,635	4,409
	Febrero	4,002	1.07	3,732	2	3,633	3,896
	Marzo	4,121	1.08	3,825	3	3,631	3,912
	Abril	3,978	1.11	3,590	4	3,629	4,021
	Mayo	3,550	1.04	3,402	5	3,627	3,784
	Junio	4,388	1.20	3,642	6	3,625	4,366
	Julio	4,175	1.15	3,623	7	3,622	4,175
	Agosto	4,171	1.13	3,675	8	3,620	4,109
	Septiembre	2,596	0.72	3,594	9	3,618	2,614
	Octubre	2,601	0.75	3,475	10	3,616	2,707
	Noviembre	2,645	0.75	3,506	11	3,614	2,726
	Diciembre	2,945	0.77	3,833	12	3,612	2,775
2019	Enero	4,351	1.21	3,587	13	3,610	4,379
	Febrero	3,742	1.07	3,490	14	3,608	3,869
	Marzo	3,660	1.08	3,397	15	3,606	3,885
	Abril	4,025	1.11	3,632	16	3,604	3,993
	Mayo	3,985	1.04	3,819	17	3,601	3,758
	Junio	4,312	1.20	3,579	18	3,599	4,336
	Julio	4,148	1.15	3,599	19	3,597	4,146
	Agosto	4,025	1.13	3,547	20	3,595	4,080
	Septiembre	2,621	0.72	3,628	21	3,593	2,596
	Octubre	2,805	0.75	3,747	22	3,591	2,688
	Noviembre	2,803	0.75	3,716	23	3,589	2,707

	Diciembre	2,604	0.77	3,389	24	3,587	2,756
2020	Enero		1.21		25	3,585	4,348
	Febrero		1.07		26	3,583	3,842
	Marzo		1.08		27	3,581	3,858
	Abril		1.11		28	3,578	3,966
	Mayo		1.04		29	3,576	3,731
	Junio		1.20		30	3,574	4,306
	Julio		1.15		31	3,572	4,117
	Agosto		1.13		32	3,570	4,052
	Septiembre		0.72		33	3,568	2,578
	Octubre		0.75		34	3,566	2,669
	Noviembre		0.75		35	3,564	2,688
	Diciembre		0.77		36	3,562	2,737

Tabla 45

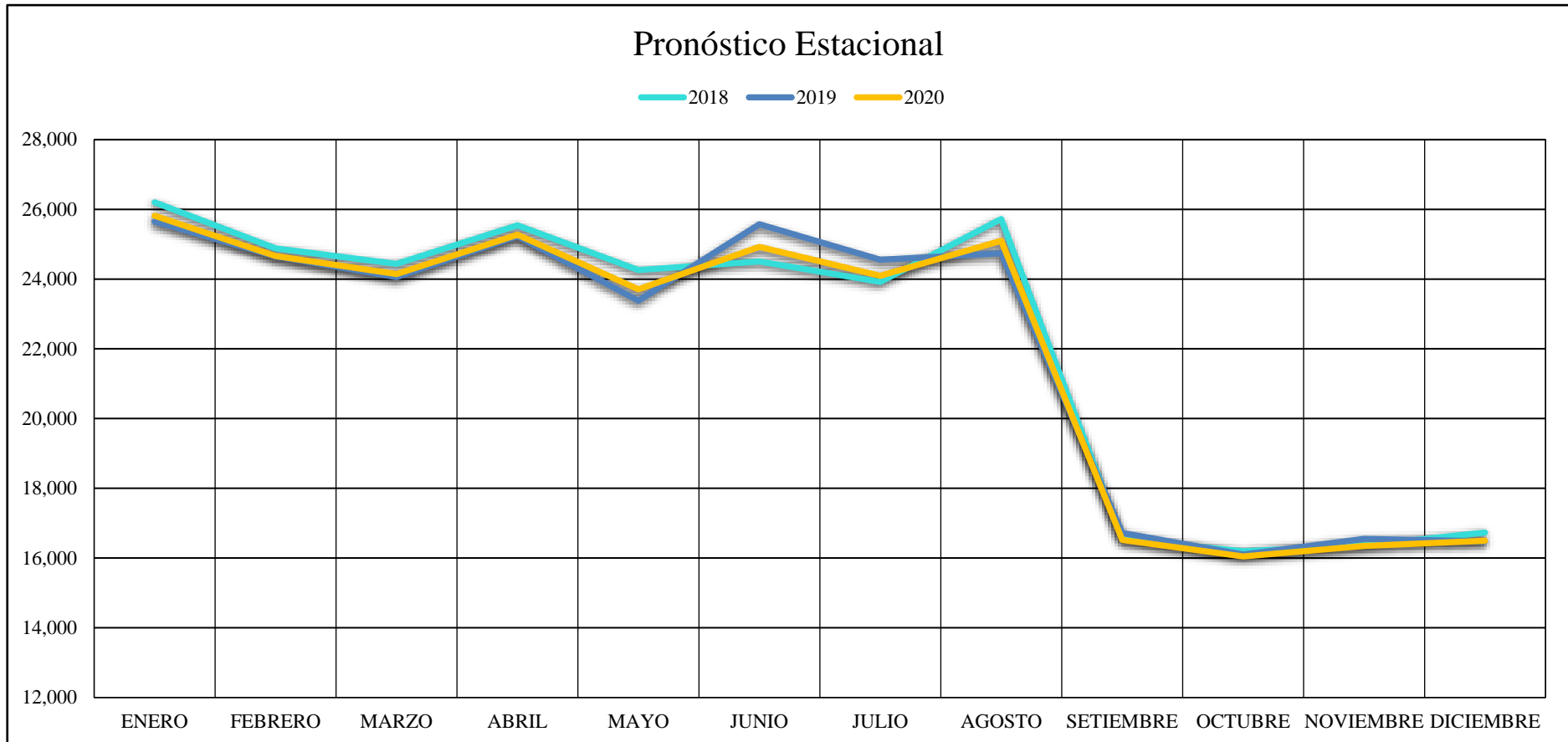
Pronóstico estacional del Arroz Popular

Año	Mes	Ventas	IE	Demanda desestacionalizada	Periodo	Demanda Proyectada Desestacionalizada	Demanda Proyectada Estacionalizada
2018	Enero	4,114	1.15	3,575	1	3,693	4,250
	Febrero	4,114	1.12	3,681	2	3,695	4,129
	Marzo	4,345	1.17	3,719	3	3,698	4,320
	Abril	4,275	1.14	3,743	4	3,700	4,226
	Mayo	4,830	1.16	4,172	5	3,703	4,286
	Junio	3,830	1.09	3,525	6	3,705	4,026
	Julio	4,215	1.09	3,877	7	3,707	4,031
	Agosto	4,372	1.14	3,829	8	3,710	4,236
	Septiembre	2,701	0.73	3,693	9	3,712	2,715
	Octubre	2,524	0.72	3,481	10	3,715	2,693
	Noviembre	2,704	0.74	3,648	11	3,717	2,755
	Diciembre	2,605	0.75	3,473	12	3,720	2,790
2019	Enero	4,450	1.15	3,867	13	3,722	4,283
	Febrero	4,202	1.12	3,760	14	3,724	4,162
	Marzo	4,350	1.17	3,723	15	3,727	4,355
	Abril	4,225	1.14	3,699	16	3,729	4,260
	Mayo	3,785	1.16	3,269	17	3,732	4,320
	Junio	4,256	1.09	3,917	18	3,734	4,058
	Julio	3,876	1.09	3,565	19	3,737	4,063
	Agosto	4,125	1.14	3,613	20	3,739	4,269
	Septiembre	2,741	0.73	3,748	21	3,742	2,736
	Octubre	2,871	0.72	3,960	22	3,744	2,714
	Noviembre	2,812	0.74	3,794	23	3,746	2,777

	Diciembre	2,977	0.75	3,969	24	3,749	2,812
2020	Enero		1.15		25	3,751	4,317
	Febrero		1.12		26	3,754	4,195
	Marzo		1.17		27	3,756	4,389
	Abril		1.14		28	3,759	4,293
	Mayo		1.16		29	3,761	4,354
	Junio		1.09		30	3,763	4,089
	Julio		1.09		31	3,766	4,095
	Agosto		1.14		32	3,768	4,303
	Septiembre		0.73		33	3,771	2,758
	Octubre		0.72		34	3,773	2,736
	Noviembre		0.74		35	3,776	2,799
	Diciembre		0.75		36	3,778	2,834

Figura 26

Gráfico del comportamiento estacional de la demanda



Nota. Pronóstico estacional de los sacos de arroz. Fuente: Elaboración propia

Tabla 46

Resumen de la demanda proyectada de los sacos de arroz para el año 2020

Productos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Arroz añejo	4,509	4,226	3,981	4,171	3,886	3,835	4,003	3,814	2,851	2,559	2,648	2,540
Arroz extra	4,213	4,239	3,889	4,221	3,893	3,822	3,928	4,128	2,764	2,695	2,666	2,678
Arroz despuntado	4,124	3,992	4,002	4,294	4,009	4,598	4,016	4,442	2,823	2,765	2,768	2,867
Arroz superior	4,304	4,167	4,026	4,325	3,833	4,274	3,937	4,362	2,748	2,622	2,779	2,843
Arroz económico	4,348	3,842	3,858	3,966	3,731	4,306	4,117	4,052	2,578	2,669	2,688	2,737
Arroz popular	4,317	4,195	4,389	4,293	4,354	4,089	4,095	4,303	2,758	2,736	2,799	2,834
Total	25,817	24,660	24,145	25,271	23,706	24,925	24,096	25,101	16,521	16,046	16,347	16,499

Nota. Demanda Proyectada de los sacos de arroz para el año 2020. Fuente: Elaboración propia

Tabla 47

Total, de sacos de arroz proyectados para el año 2020

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2020	25,817	24,660	24,145	25,271	23,706	24,925	24,096	25,101	16,521	16,046	16,347	16,499

Nota. Total, de sacos de arroz proyectados para el año 2020. Fuente: Elaboración propia

Como siguiente punto está la demanda para el periodo 2020 pronosticado, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 48

Demanda Proyectada por unidades y kilogramos

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Demanda Unidad (sacos)	25,817	24,660	24,145	25,271	23,706	24,925	24,096	25,101	16,521	16,046	16,347	16,499
Demanda (Kg)	1,265,013.66	1,208,358.75	1,183,113.83	1,238,264.77	1,161,604.97	1,221,320.81	1,180,693.01	1,229,942.21	809,506.73	786,246.13	801,026.64	808,442.38

Nota. Demanda Proyectada por unidades. Fuente: Elaboración propia

Paso 2

Requerimiento de la producción. En base a la demanda pronosticada para el año 2020, se analizó cuánto se debe producir, de acuerdo a los inventarios que tenga la empresa y el stock de seguridad que se establezca.

Tabla 49

Inventario del mes de diciembre del 2019

Tipos de arroz	Sacos
Arroz añejo	10
Arroz extra	6
Arroz despuntado	11
Arroz superior	12
Arroz económico	11
Arroz popular	8
Total, de inventario inicial	58

Nota. Demanda Proyectada por unidades. Fuente: Elaboración propia

Tabla 50

Costos asociados a kilogramos

Descripción	Detalle	Unidad de medida
Costo tiempo extra	4	soles/ unidades
Costo de Mantenimiento de Inventario	1.80	unidad/mes
Costo de Capacitación y contratación	20.00	por trabajador
Costo de despido	40.00	por trabajador
Horas de trabajo requerido	0.01	horas/unidad
Costo de sobrantes	6.00	unidades/mes
Costo de faltantes	6.00	unidades/mes
Costo por línea	8.00	
Unidades Sub contratadas	0.00	

Nota. Demanda Proyectada por unidades. Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la data proporcionada por el Molino el stock se generó al terminar el año 2019, mostradas a detalle en la Tabla 37, además la empresa establece que se mantenga un stock de seguridad del 7% de la demanda pronosticada. Se tiene que la empresa los 12 meses en los cuales se trabaja 24 días. Respecto al inventario inicial para los siguientes meses será inventario final del mes anterior, es decir, el inventario inicial de febrero será el de inventario final de enero, por lo que, para el cálculo del inventario final.

Con las fórmulas anteriormente mencionadas se realizaron los cálculos correspondientes para la determinación del requerimiento de la producción que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 51

Cálculo del requerimiento de producción

Requerimientos de producción	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Inventario inicial	10	1,807	1,726	1,690	1,768	1,659	1,744	1,686	1,757	1,156	1,123	1,144
Pronóstico de la demanda	25,817	24,660	24,145	25,271	23,706	24,925	24,096	25,101	16,521	16,046	16,347	16,499
Stock de seguridad	1,807	1,726	1,690	1,768	1,659	1,744	1,686	1,757	1,156	1,123	1,144	1,154
Requerimiento para la producción (sacos)	27,614	24,579	24,109	25,349	23,597	25,010	24,038	25,172	15,920	16,013	16,368	16,509
Inventario Final	1,807	1,726	1,690	1,768	1,659	1,744	1,686	1,757	1,156	1,123	1,144	1,154

Nota. Requerimiento de la producción en sacos. Fuente: Elaboración propia

Tabla 52

Requerimiento de Producción

Requerimientos de producción	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Requerimiento de la producción (Sacos)	27,614	24,579	24,109	25,349	23,597	25,010	24,038	25,172	15,920	16,013	16,368	16,509

Nota. Requerimiento de la producción en sacos. Fuente: Elaboración propia

Paso 3

En lo que respecta al programa maestro de producción, el análisis inicia considerando su elaboración en un periodo mensual y posteriormente semanal. Debido a que no se pronostica semanalmente la producción por datos no precisos que no muestran una tendencia apropiada. Para el cálculo del PMP, se trabajará con el Plan Agregado de Producción que es el requerimiento de producción que se calculó en la Tabla 50 y Tabla 51. Se empezó determinando lo siguiente:

- a) Niveles de inventario y políticas de seguridad

Tabla 53

Código de producto por stock

Código	Productos	Stock (Sacos)	Stock De Seguridad (Sacos)
AÑ-01	Arroz Añejo	10	500

AE-02	Arroz Extra Arroz	6	340
AD-03	Despuntado	11	325
AS-04	Arroz Superior Arroz	12	300
AE-05	Económico	11	270
AP-16	Arroz Popular	8	250

Nota. Código de producto por stock. Fuente: Elaboración propia

b) Data de la capacidad de planta

Cabe destacar que se tuvo en cuenta los inventarios y stocks de seguridad que se mostró en líneas anteriores, además se tuvo en cuenta la capacidad de planta y los cambios producidos al día. Es preciso mencionar que la empresa produce los 6 tipos de arroz al día, lo cual será de gran ayuda para la planificación de la producción.

Tabla 54

Capacidad de Planta

Datos de capacidad	Dato
Capacidad de planta	1,250.00 ton/mes
Capacidad de planta	312.50 ton/sem
Capacidad de planta	52.08 ton/día
Cambio en la producción	6 producto/sku

Nota. Capacidad de planta. Fuente: Elaboración propia

c) Lote de producción

Tabla 55

Lote de producción por batch

Producto	Kg/batch
Grano de arroz en cáscara	42,875

Nota. Lote de producción. Fuente: Elaboración propia

Una vez expuesto los datos, procedemos a determinar el programa de despacho mensual, dividida en 4 semanas:

Tabla 56

Lote de producción por SKU

SKU	1	2	3	4	Total
Arroz añejo	1,076	1,066	1,055	1,066	4,263
Arroz extra	977	987	977	967	3,908
Arroz despuntado	934	934	934	934	3,735
Arroz superior	993	984	984	974	3,935
Arroz económico	1,009	1,005	1,005	1,000	4,019
Arroz popular	992	982	982	973	3,929
Total, de Toneladas	293.04	291.89	290.89	289.75	1,165.58

Nota. Lote de producción por SKU. Fuente: Elaboración propia

Seguido de ello para el cálculo de la cantidad a producir se sumó la demanda con el stock de seguridad menos el inventario inicial, dando como resultado el requerimiento de producción; así mismo, se dividió ese requerimiento entre el volumen de cada fórmula nos dirá cuántas fórmulas

debemos producir por cada producto. Luego de tener el requerimiento de producción se pasó a programar semanalmente, para ello se dividió la producción mensual entre cuatro para producir equitativamente cada semana, verificando que la capacidad de producción no sobrepase.

Tabla 57

Producción SKU

Cuánto SKU	Producción SKU (sacos)				Producción Componentes (Batch)		
	Demanda (sacos)	Stock Seguridad (sacos)	Stock (sacos)	Cantidad por producir (sacos)	Cantidad por producir (Kg)	Peso (Kg/Batch)	Cantidad por producir (Batch)
Arroz Añejo	4,263	500	10	4,753	232,873	42,875	5.43
Arroz Extra	3,908	340	6	4,282	209,818	42,875	4.89
Arroz Despuntado	3,735	325	11	4,049	198,377	42,875	4.63
Arroz Superior	3,935	300	12	4,245	207,981	42,875	4.85
Arroz Económico	4,019	270	11	4,288	210,088	42,875	4.90
Arroz Popular	3,929	250	8	4,191	205,371	42,875	4.79

Nota. Producción SKU. Fuente: Elaboración propia

Tabla 58

Programa Mensual por SKU por tipo de calidad

¿Cuándo? Sku	Programa Mensual Por SKU (Sacos)				
	1	2	3	4	Total
Arroz Añejo	1,188	1,188	1,188	1,188	4,753
Arroz Extra	1,071	1,071	1,071	1,071	4,282
Arroz Despuntado	1,012	1,012	1,012	1,012	4,049

Arroz Superior	1,061	1,061	1,061	1,061	4,245
Arroz Económico	1,072	1,072	1,072	1,072	4,288
Arroz Popular	1,048	1,048	1,048	1,048	4,191
Total, de Toneladas	316.13	316.13	316.13	316.13	1,264.51

Nota. Programa mensual por SKU. Fuente: Elaboración propia

Tabla 59

Programa Mensual por SKU por grano

¿Cuándo? Producto	Programa Mensual Por SKU (Sacos)				
	1	2	3	4	Total
Grano De Arroz En Cáscara	0.15	0.15	0.15	0.15	1
Total, por Batch	0.15	0.15	0.15	0.15	0.60

Nota. Programa mensual por SKU por grano. Fuente: Elaboración propia

Además, luego de la programación semanal se pasó a realizar la programación diaria, en primera instancia se optó por dividir la producción semanal de manera equitativa entre los seis días de trabajo a la semana. Sin embargo, el programa semanal por sacos definitivo, producirá ciertos días algunos tipos de arroz y así el resto de días.

Tabla 60

Programa Semanal definitivo por SKU por tipo de arroz

SKU	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
Arroz Añejo		230	226	230		228	914
Arroz Extra	227	227		225	225		904

Arroz Despuntado	245	245	240		230	960
Arroz Superior	230		228	225	225	908
Arroz Económico	220		216	216	212	864
Arroz Popular		220		220	218	876
Total, de Toneladas	45.18	45.18	44.59	43.66	43.12	265.87

Nota. Programa semanal por SKU por tipo de arroz. Fuente: Elaboración propia

En adelante, se mostró el programa definitivo de producción.

Tabla 61

Programa Semanal por SKU por grano en cáscara

Producto	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
Grano De Arroz En Cáscara	1.05	1.05	1.04	1.02	1.01	1.03	6.20

Nota. Programa semanal por SKU por grano en cáscara. Fuente: Elaboración propia

Por último, pero no menos importante se calculan las horas necesarias, mostradas a continuación:

Tabla 62

Horas necesarias por tipo de arroz

SKU	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
Arroz añejo	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	27
Arroz extra	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	24

Arroz despuntado	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	23
Arroz superior	3.99	3.99	3.99	3.99	3.99	3.99	24
Arroz económico	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	24
Arroz popular	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	24
Total, de horas	24.28	24.28	24.28	24.28	24.28	24.28	145.67

Nota. Horas necesarias por tipo de arroz Fuente: Elaboración propia

Paso 4

Lista de Materiales (BOM). En la lista de materiales se establecieron dos niveles tal como se muestra en la Tabla 62, el primer nivel le pertenece a los Sku como producto terminado, el segundo nivel a los componentes propios de cada producto el cual sirve de base para la producción de todos los componentes de cada producto. Para la realización, fue necesario determinar las cantidades necesarias o unidades de medida para la producción de los sacos de arroz y posteriormente convirtiéndose en una orden de producción (O.P.). En el mismo orden de ideas, fue necesario realizar mediciones de los materiales que se utilizan en el proceso productivo, como: Grano de arroz en cáscara, sacos, cono de hilo, etc. Dichas medidas se muestran a continuación listadas de acuerdo con cada tipo de producto:

Tabla 63

Niveles de la lista de materiales según el tipo de arroz

Nivel	Tipo	Artículo
0	Sku 1	Arroz Añejo
0	Sku 2	Arroz Extra
0	Sku 3	Arroz Despuntado
0	Sku 4	Arroz Superior
0	Sku 5	Arroz Económico
0	Sku 6	Arroz Popular
1	Comp1	Grano de arroz en cáscara
2	Pieza	Saco tipo A
2	Pieza	Saco tipo B
2	Pieza	Saco tipo C
2	Pieza	Cono de hilo grueso

Nota. Nivel según el tipo de arroz. Fuente: Elaboración propia

Tabla 64

Cantidad base arroz añejo

Arroz Añejo	Cantidad base	1 TON
Grano en cáscara	Batch	1.00
Saco tipo A	Pieza	150
Cono de hilo grueso	Pieza	1

Nota. Cantidad base arroz añejo. Fuente: Elaboración propia

Tabla 65

Cantidad base arroz extra

Arroz Extra	Cantidad base	1 TON
Grano en cáscara	Batch	1.00
Saco tipo A	Pieza	167.00
Cono de hilo grueso	Pieza	1

Nota. Cantidad base arroz extra. Fuente: Elaboración propia

Tabla 66

Cantidad base arroz despuntado

Arroz Despuntado	Cantidad Base	1 TON
Grano en cáscara	Batch	1.00
Saco tipo B	Pieza	166.00
Cono de hilo grueso	Pieza	1

Nota. Cantidad base arroz despuntado. Fuente: Elaboración propia

Tabla 67

Cantidad base arroz superior

Arroz Superior	Cantidad base	1 TON
Grano en cáscara	Batch	1.00
Saco tipo B	Pieza	167.00
Cono de hilo grueso	Pieza	1

Nota. Cantidad base arroz superior. Fuente: Elaboración propia

Tabla 68

Cantidad base arroz económico

Arroz Económico	Cantidad base	1 TON
Grano en cáscara	Batch	1.00
Saco tipo C	Pieza	166.00
Cono de hilo grueso	Pieza	1

Nota. Cantidad base arroz económico. Fuente: Elaboración propia

Tabla 69

Cantidad base arroz popular

Arroz Popular	Cantidad base	1 TON
Grano en cáscara	Batch	1.00
Saco tipo C	Pieza	163.00
Cono de hilo grueso	Pieza	1

Nota. Cantidad base arroz popular. Fuente: Elaboración propia

Tabla 70

Cantidad base de grano de arroz

Grano De Arroz	Cantidad base	1 Batch
Grano de arroz en cáscara	Kg	1000.00
Total	Suma	1000.00

Nota. Cantidad base de grano de arroz. Fuente: Elaboración propia

Paso 5

Registro de inventario. Otro paso fundamental es la estructuración del registro de inventario, dado que la empresa no cuenta con ningún formato sistemático de registro de compras, ni planificación de la producción, etc., como se menciona anteriormente el control es empírico.

Para la fabricación del registro de los materiales existentes, por lo que se realizó el registro que permitirá almacenar la información de las cantidades de inventario de materiales que se realicen en el periodo estipulado (año 2020) para realizar la planeación de los requerimientos de materiales.

Tabla 71

Inventario de Materiales

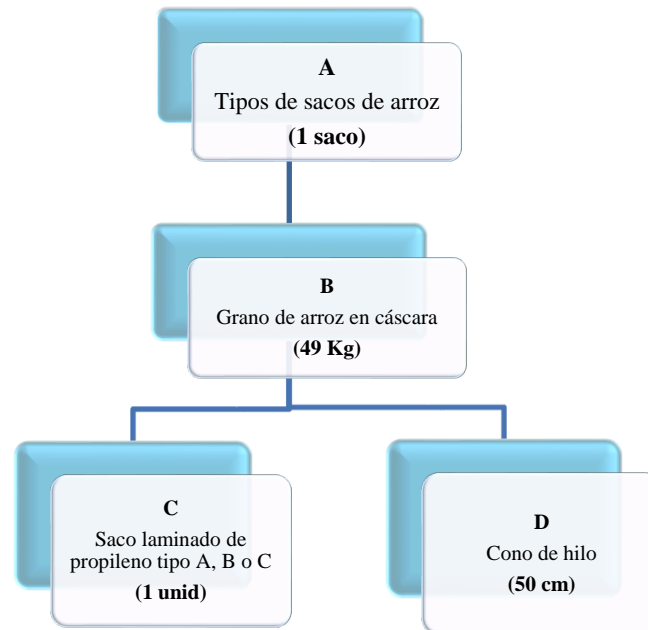
	Material	Tipo	Nivel	Unidad	Stock	Stock de Seguridad	Tamaño Lote	Lead Time	Entradas Previstas			
									Sem 01	Sem 02	Sem 03	Sem 04
AÑ-01	Arroz Añejo	SKU	1	Saco	10	500	LFL	0				
AE-02	Arroz Extra	SKU	1	Saco	6	380	LFL	0				
AD-03	Arroz Despuntado	SKU	1	Saco	11	325	LFL	0				
AS-04	Arroz Superior	SKU	1	Saco	12	322	LFL	0				
AE-05	Arroz Económico	SKU	1	Saco	11	280	LFL	0				
AP-06	Arroz Popular	SKU	1	Saco	8	270	LFL	0				
GC-07	Grano De Arroz En Cáscara	COMP	2	Batch	0		LFL	0				
SA-08	Sacos Tipo A	MAT	2	Pieza	30		15	1	25	0	0	0
SB-09	Sacos Tipo B	MAT	2	Pieza	25		15	1	12	0	0	0

SC-10	Sacos Tipo C	MAT	2	Pieza	20	12	1	12	0	0	0
CH-11	Cono De Hilo Grueso	MAT	3	Pieza	10	10	1	0	0	0	0

Nota. Datos de inventarios por tipo de arroz. Fuente: Elaboración propia

Figura 27

Diagrama estructurado de tipos de sacos de arroz



Nota. Diagrama estructurado de los materiales de los sacos de arroz. Fuente: Elaboración propia

Paso 6

Planificación de requerimiento de materiales (MRP). Una vez terminado el desarrollo de los componentes del MRP, detallados anteriormente: pronóstico, plan agregado, lista de materiales y registro de inventarios, se culmina con el desarrollo de la planificación de requerimiento de materiales (MRP).

Se inicia por la planificación de la producción de los 6 tipos de arroz, con la finalidad de poder reducir los altos costos que se viene generando en la empresa, teniendo como base el programa mensual por cada SKU.

En esta sección, la planificación tiene como fin de proveer datos numéricos (las cantidades y fechas) en que las órdenes de producción y aprovisionamiento son necesarias para cumplir con los requerimientos de producción, considerando los siguientes aspectos para producción y aprovisionamiento:

- a) *Lead Time* (Tiempo de espera)
- b) Inventario de seguridad
- c) Recepciones programadas (entradas previstas)
- d) Tamaño de lote
- e) Stock final

Es importante tomar en cuenta y entender las fórmulas utilizadas de manera constante durante toda la planificación, para el cálculo de los requerimientos netos (necesidades netas) y el inventario final (stock final), como se muestra a continuación:

$$\text{Necesidades netas} = \text{Necesidades Brutas} + \text{Stock Seguridad} - \text{Stock Final} - \text{Entradas Previstas}$$

$$\text{Stock Final} = \text{Stock Inicial} + \text{Pedidos Planificados} + \text{Entradas Previstas} - \text{Necesidades Brutas}$$

Tabla 72

Programa mensual por SKU (cajas)

Cuando SKU	Programa Mensual Por SKU (Cajas)				
	1	2	3	4	Total
Arroz Añejo	1,188	1,188	1,188	1,188	4,753
Arroz Extra	1,071	1,071	1,071	1,071	4,282
Arroz Despuntado	1,012	1,012	1,012	1,012	4,049
Arroz Superior	1,061	1,061	1,061	1,061	4,245
Arroz Económico	1,072	1,072	1,072	1,072	4,288
Arroz Popular	1,048	1,048	1,048	1,048	4,191

Nota. Datos de inventarios por tipo de arroz. Fuente: Elaboración propia

Se conoce que la planificación de los requerimientos de materiales (MRP) generará las ordenes de aprovisionamiento por lo que es necesario determinar los artículos, componentes y materiales que serán ordenados en órdenes de aprovisionamiento. En las tablas mostradas a continuación muestra los artículos y materiales divididos en órdenes de producción y aprovisionamiento con sus respectivas medidas.

Tabla 73

Grano en cáscara BATCH

Grano de arroz en cáscara (BATCH)					
¿Quién lo requiere?	Batch/tonelada	1	2	3	4
Arroz añejo	1.00	58.22	58.22	58.22	58.22
Arroz extra	1.00	52.45	52.45	52.45	52.45
Arroz despuntado	1.00	49.59	49.59	49.59	49.59
Arroz superior	1.00	52.00	52.00	52.00	52.00
Arroz económico	1.00	52.52	52.52	52.52	52.52
Arroz popular	1.00	51.34	51.34	51.34	51.34
Total		316.13	316.13	316.13	316.13

Stock inicial	Tamaño de lote	Lead time
0	LFL	0

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		316.13	316.13	316.13	316.13
Entradas Previstas		0.00	0.00	0.00	0.00
Inventario final	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Necesidades Netas		316.13	316.13	316.13	316.13
Pedidos Planeados		316.13	316.13	316.13	316.13
Lanzamiento de ordenes		316.13	316.13	316.13	316.13

Tabla 74

Plan de requerimiento de sacos tipo A

¿Quién lo requiere?	Pieza/tonelada	1	2	3	4
Arroz añejo	150.00	8,733	8,733	8,733	8,733
Arroz extra	167.00	8,760	8,760	8,760	8,760
Total		17,493	17,493	17,493	17,493

Stock inicial	Tamaño de lote	Lead time
30	15	1

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		17,492.62	17,492.62	17,492.62	17,492.62
Entradas Previstas		25.00	0.00	0.00	0.00
Inventario final	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Necesidades Netas		17,437.62	17,492.62	17,492.62	17,492.62
Pedidos Planeados		17,437.62	17,492.62	17,492.62	17,492.62
Lanzamiento de ordenes		17,492.62	17,492.62	17,492.62	0.00

Nota. Tipo A. Fuente: Elaboración propia

Tabla 75

Plan de Requerimiento de materiales Sacos Tipo B

SACOS TIPO B					
¿Quién lo requiere?	Pieza/tonelada	1	2	3	4
Arroz despuntado	166.00	8,232.62	8,232.62	8,232.62	8,232.62
Arroz superior	167.00	8,683.19	8,683.19	8,683.19	8,683.19
Total		16,916	16,916	16,916	16,916

Stock inicial	Tamaño de lote	Lead time
25	15	1

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		16,915.81	16,915.81	16,915.81	16,915.81
Entradas Previstas		12.00	0.00	0.00	0.00
Inventario final	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Necesidades Netas		16,878.81	16,915.81	16,915.81	16,915.81
Pedidos Planeados		16,878.81	16,915.81	16,915.81	16,915.81
Lanzamiento de ordenes		16,916	16,916	16,916	0.00

Nota. Tipo B. Fuente: Elaboración propia

Tabla 76

Plan de Requerimiento de materiales Sacos Tipo C

¿Quién lo requiere?	SACOS TIPO C				
	Pieza/tonelada	1	2	3	4
Arroz económico	166.00	8,718.63	8,718.63	8,718.63	8,718.63
Arroz popular	163.00	8,368.88	8,368.88	8,368.88	8,368.88
Total		17087.51	17087.51	17087.51	17087.51

Stock inicial	Tamaño de lote	Lead time
20	12	1

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		17,087.51	17,087.51	17,087.51	17,087.51
Entradas Previstas		12.00	0.00	0.00	0.00
Inventario final	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Necesidades Netas		17,055.51	17,087.51	17,087.51	17,087.51
Pedidos Planeados		17,055.51	17,087.51	17,087.51	17,087.51
Lanzamiento de ordenes		17,088	17,088	17,088	0

Nota. Tipo C. Fuente: Elaboración propia

Tabla 77

Plan de Requerimiento de materiales Cono Hilo Blanco

CONO DE HILO BLANCO					
¿Quién lo requiere?	Pieza/tonelada	1	2	3	4
Arroz añejo	1	58	58	58	58
Arroz extra	1	52	52	52	52
Arroz despuntado	1	50	50	50	50
Arroz superior	1	52	52	52	52
Arroz económico	1	53	53	53	53
Arroz popular	1	51	51	51	51
Total		104	104	104	104

Stock inicial	Tamaño de lote	Lead time
10	10	1

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		104	104	104	104
Entradas Previstas		0	0	0	0
Inventario final	10	0	0	0	0
Necesidades Netas		94	104	104	104
Pedidos Planeados		94	104	104	104
Lanzamiento de ordenes		104	104	104	0

Nota. Cono de hilo Blanco. Fuente: Elaboración propia

De esta forma se realizó el desarrollo de la planificación del MRP culminando con las órdenes de producción y aprovisionamiento para los materiales mencionados.

Tabla 78

Programa de Producción

Programa de Producción	Semana			
	1	2	3	4
Arroz añejo	1,188	1,188	1,188	1,188
Arroz extra	1,071	1,071	1,071	1,071
Arroz despuntado	1,012	1,012	1,012	1,012
Arroz superior	1,061	1,061	1,061	1,061
Arroz económico	1,072	1,072	1,072	1,072
Arroz popular	1,048	1,048	1,048	1,048

Nota. Programa de Producción. Fuente: Elaboración propia

Tabla 79

Programa de compras

Programa de compras	Semana			
	1	2	3	4
Grano de arroz en cáscara	316	316	316	316
Sacos tipo A	17,493	17,493	17,493	0
Sacos tipo B	16,916	16,916	16,916	0
Sacos tipo C	17,088	17,088	17,088	0
Cono de Hilo Blanco	104	104	104	0

Nota. Programa de compras. Fuente: Elaboración propia

Para concluir, con la implementación del sistema de planificación de Requerimiento de Materiales (MRP) se pretende reducir la demanda insatisfecha y con ello el costo perdido mensual.

2.5.4. Explicación de la CR5: Falta de indicadores y control de calidad del producto terminado

En el Molino se identificó una elevada cantidad de sacos de arroz no conformes generados por defectos que no son detectados durante el proceso. La empresa no contaba con un control de calidad del producto terminado, asimismo no existía indicadores para su adecuada inspección de estos.

2.5.4.1. Criterios de selección de la herramienta de Ingeniería Industrial: CR5

La herramienta de solución seleccionada para la causa raíz 5 es la Falta de indicadores y control de calidad del producto terminado, debido a que no se tiene un control estable sobre el proceso productivo generando productos defectuosos.

Tabla 80

Herramienta de mejora de la causa raíz CR5

Causa Raíz	Herramienta de Mejora
CR5: Falta de indicadores y control de calidad del producto terminado.	Gráficas de control + plan de capacitación

Nota. Selección de herramienta. Fuente: Elaboración propia

2.5.4.2. Solución de la causa raíz 5 Falta de indicadores y control de calidad del producto terminado

La herramienta de solución seleccionada para la causa raíz 5 son Gráficos de control y un Plan de capacitación con el objetivo de eliminar los sacos de arroz no conformes.

El Molino fue sometido a inspección con un número de 20 muestras, número de sacos de arroz, para lo cual se identificó los siguientes defectos:

- Mal empaquetado de los sacos de arroz
- Peso fuera de especificaciones

Además de lo antes mencionado, se observó que los defectos identificados no se encuentran reportados en el proceso de calidad, es por ello que se necesita desarrollar un seguimiento del producto terminado a través de un formato de inspección diaria, formato el cuál se diseña y se muestra a continuación:

Tabla 81

Formato Hoja de Verificación

HOJA DE VERIFICACIÓN – EMPRESA MOLINERA			
Fecha:			Hora:
Lote:			
Proceso:			Turno:
Defectos			
A. Peso fuera de especificaciones			Operario:
B. Mal empaquetado de los sacos de arroz			
N°	Resultado de Inspección:	TAMAÑO DE MUESTRA	CONTEO
1	DEFECTO A		
2	DEFECTO B		

Nota. Hoja de verificación. Fuente: Elaboración propia

Luego de ello, se define el tamaño de lote a muestrear, para ello tomamos los datos históricos durante el año 2019, y se identifica el mes con más baja y más alta producción. Siendo, la producción máxima en enero con 25,566 sacos mensuales, y la producción mínima en octubre con 16,150 sacos mensuales. Los datos de producción mencionados se tomaron como el “tamaño de producción N”, para proceder a determinar el tamaño de muestra de inspección diaria “n” para ambos escenarios, con una probabilidad de éxito “p” de 0.5, probabilidad de fracaso “q” de 0.5, un error máximo admisible “d” de 0.09 y “Z” en un 94% (1.88), con la siguiente fórmula:

Tabla 82

Muestra diaria

Mes	Prod. Mensual	Prod. Dia(N)	Muestra diaria (n)
Enero 2019	25,566 sacos	1,065	$n = \frac{1065 * 1.88^2 * 0.5 * 0.5}{0.09^2 * (1065 - 1) + 1.88^2 * 0.5 * 0.5} = 99$
Octubre 2019	16,150 sacos	672	$n = \frac{672 * 1.88^2 * 0.5 * 0.5}{0.09^2 * (672 - 1) + 1.88^2 * 0.5 * 0.5} = 93$

Nota. Muestra diaria. Fuente: Elaboración propia

Luego de ello, se procedió a inspeccionar mediante los gráficos control de Carta P con un número de muestras de 20, y un tamaño lote variable de 93 a 99 sacos y el número de defectos contabilizando los defectos antes mencionados.

Tabla 83

Datos de defectos antes de mejora

Muestra	Producción (lote)	Productos Defectuosos
1	96	40
2	93	55
3	99	31
4	94	38
5	93	42
6	98	31
7	98	39
8	97	38
9	94	53
10	93	42
11	99	31
12	98	29
13	99	32
14	94	54
15	96	39
16	97	31
17	95	32
18	96	38

19	95	36
20	99	41
PROMEDIO	96	39

Nota. Datos de defectos antes de mejora. Fuente: Elaboración propia

Luego, se calculó el límite de control inferior, límite central y el límite de control superior, a través de los datos anteriores. Obteniendo como valor de defectos por unidad de inspección (DPU) un equivalente a 0.4028 defectos por unidad de inspección como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 84

Datos de Carta de Control P antes de mejora

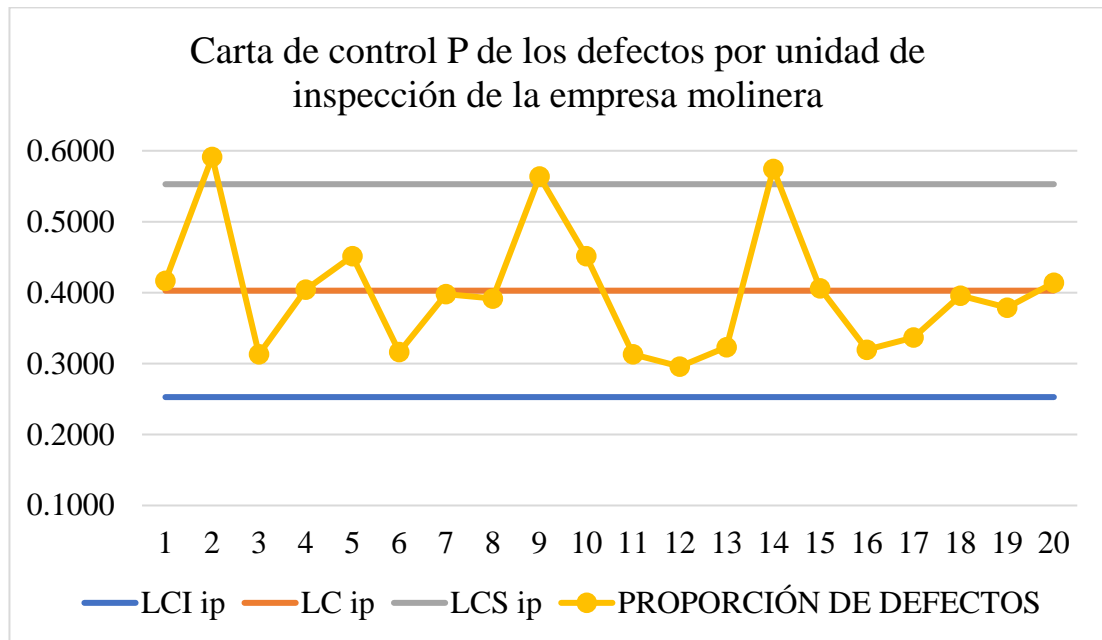
Muestra	LCI ip	LC ip	LCS ip
1	0.2528	0.4028	0.5529
2	0.2528	0.4028	0.5529
3	0.2528	0.4028	0.5529
4	0.2528	0.4028	0.5529
5	0.2528	0.4028	0.5529
6	0.2528	0.4028	0.5529
7	0.2528	0.4028	0.5529
8	0.2528	0.4028	0.5529
9	0.2528	0.4028	0.5529
10	0.2528	0.4028	0.5529
11	0.2528	0.4028	0.5529
12	0.2528	0.4028	0.5529
13	0.2528	0.4028	0.5529
14	0.2528	0.4028	0.5529
15	0.2528	0.4028	0.5529
16	0.2528	0.4028	0.5529
17	0.2528	0.4028	0.5529
18	0.2528	0.4028	0.5529
19	0.2528	0.4028	0.5529
20	0.2528	0.4028	0.5529

Nota. Control U antes de mejora. Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se graficó obteniendo que de las 20 muestras que han sido inspeccionadas, la muestra 2, 9 y 14 existen causas asignables. Es decir, que la variabilidad del proceso no es estable estadísticamente, ya que como se observa en la siguiente figura se sobrepasa el límite de control superior calculado.

Figura 28

Gráfico de carta de control P antes de mejora



Nota. Gráfico de carta de control P antes de mejora. Fuente: Elaboración propia

Es por ello que, para lograr mantener el proceso bajo control, se tomó acciones correctivas bajo la hoja de verificación propuesta que permite una mayor trazabilidad durante la inspección, como se muestra posteriormente.

Tabla 85

Hoja de verificación aplicada

HOJA DE VERIFICACIÓN – EMPRESA MOLINERA				
Fecha:	14/08/2020		Hora:	
Lote:	15203 - Arroz		9:00 a. m.	
Proceso:	Pilado		Turno:	
Defectos			Mañana	
A. Peso fuera de especificaciones			Operario	
B. Mal empaquetado de los sacos de arroz			Luis	
N°	Resultado de Inspección:	MUESTRA	CONTEO	OBSERVACIONES
1	DEFECTO A	96	300	Ensacado del proceso
2	DEFECTO B		472	Mal empaquetado

Nota. Hoja de verificación aplicada. Fuente: Elaboración propia

En la hoja de verificación, se muestra un conteo de 772 defectos, los cuáles 300 defectos corresponden a sacos con peso fuera de especificaciones y 472 defectos a sacos mal empaquetados. Es por ello que para eliminar estos, se desarrolló un Plan de Capacitación que ponga énfasis en estos puntos críticos identificados.

Plan de Capacitación

Alcance de Capacitación

El Plan de Capacitación propuesto se encuentra dirigido al operario del proceso de pilado de la empresa molinera

Objetivo General de Capacitación

Se tiene como objetivo general disminuir la variabilidad de los defectos por unidad en la inspección del área de ensacado e inspección final del producto terminado permitiendo un descenso del número de productos defectuosos y de las horas de reprocesos durante el proceso de pilado.

Objetivo de Unidad I: Introducción a los estándares de calidad

Se conoce el concepto y los estándares de calidad dentro del proceso productivo, teniendo en cuenta cuáles son los requisitos que el operario necesita.

Evidencia de aprendizaje de la Unidad I: Introducción a los estándares de calidad

Al finalizar la Unidad I, los operarios serán capaces de aplicar las buenas prácticas dentro del proceso de pilado de arroz, cumpliendo con los estándares de calidad.

Objetivo de Unidad II: Parámetros del proceso de pilado

Se brinda información sobre el proceso de pilado desarrollado en la empresa, fortaleciendo el conocimiento sobre cada operación desarrollada y los parámetros que deben mantener.

Evidencia de Aprendizaje de la Unidad II:

Al finalizar la Unidad II, los operarios serán capaces de reconocer cuál son los parámetros adecuados que deben mantener durante el pilado de arroz, así como poner en práctica estos, logrando una reducción considerable de productos no conformes.

Fecha de ejecución de las Unidades:

Unidad I: Desde 01/09/2021 – Hasta 20/09/2021

Unidad II: Desde 27/09/2021 – Hasta 11/10/2021

Requerimientos para la capacitación

- Se requiere la participación de todos los operarios del proceso de pilado.
- Capacitación externa especializado para dirigir Unidad I
- El jefe de producción encargado para dirigir Unidad II
- Las instalaciones de la empresa serán requeridas para dictar la capacitación
- Proyector audiovisual
- Útiles de escritorio
- Refrigerio para el personal

Adicional a ello, luego de la capacitación se evaluará constantemente que el personal participante aplique las buenas prácticas aprendidas en el proceso de pilado, con el fin de eliminar productos defectuosos. Asimismo, se aplicará una ficha de evaluación de desempeño a cada uno de los trabajadores, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 86

Ficha de evaluación de desempeño

FICHA DE EVALUACION DE DESEMPEÑO				
FECHA				
OPERARIO				
EVALUADOR				
CRITERIOS DE PUNTAJE	1	2	3	4
EVALUACION				
El operario aplica los estándares de calidad dentro del proceso productivo				
El operario mantiene los parámetros adecuados de pilado				
El operario mantiene un bajo porcentaje de productos disconformes				

Nota. Ficha de evaluación. Fuente: Elaboración propia

Posterior al Plan de Capacitación, se evalúa que este tuvo, para ello se procede nuevamente a realizar las nuevas inspecciones con número de muestras de 20 y un tamaño lote variable de 93 a 99 sacos y el número de defectos contabilizando los defectos antes mencionados.

Tabla 87

Datos de defectos después de mejora

Muestra	Producción (lote)	Productos Defectuosos
1	96	14
2	93	16
3	99	14
4	94	15
5	93	17
6	98	12
7	98	10
8	97	13
9	94	16
10	93	12
11	99	14
12	98	16
13	99	10
14	94	18
15	96	17
16	97	15
17	95	13
18	96	13
19	95	15
20	99	14
PROMEDIO	96	14

Nota. Datos de defectos después de mejora. Fuente: Elaboración propia

Luego, se calculó el límite de control inferior, límite central y el límite de control superior, a través de los datos anteriores. Obteniendo que el nuevo valor de defectos por unidad de inspección (DPU) es 0.1480 defectos por unidad de inspección como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 88

Datos de Carta de Control P después de mejora

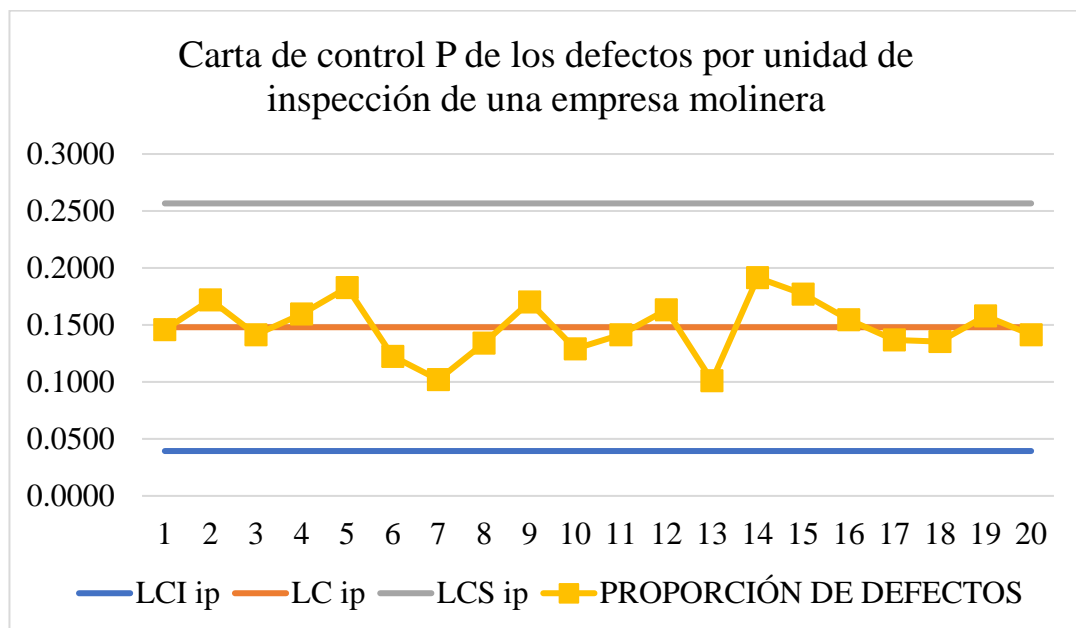
Muestra	LCI ip	LC ip	LCS ip
1	0.0394	0.1480	0.2566
2	0.0394	0.1480	0.2566
3	0.0394	0.1480	0.2566
4	0.0394	0.1480	0.2566
5	0.0394	0.1480	0.2566
6	0.0394	0.1480	0.2566
7	0.0394	0.1480	0.2566
8	0.0394	0.1480	0.2566
9	0.0394	0.1480	0.2566
10	0.0394	0.1480	0.2566
11	0.0394	0.1480	0.2566
12	0.0394	0.1480	0.2566
13	0.0394	0.1480	0.2566
14	0.0394	0.1480	0.2566
15	0.0394	0.1480	0.2566
16	0.0394	0.1480	0.2566
17	0.0394	0.1480	0.2566
18	0.0394	0.1480	0.2566
19	0.0394	0.1480	0.2566
20	0.0394	0.1480	0.2566

Nota. Control P después de mejora. Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se graficó obteniendo que de las 20 muestras que la variabilidad del proceso es estable estadísticamente, ya que no existen causas asignables.

Figura 29

Gráfico de carta de control P después de mejora



Nota. Gráfico de carta de control P después de mejora. Fuente: Elaboración propia

2.5.5. Explicación de la CR8: Falta de estandarización del grano en cáscara en el proceso de secado

En una empresa molinera se identificó que durante el proceso de secado no se tenía una correcta estandarización del grano en cáscara, ya que el grano en cáscara no presentaba parámetros de humedad adecuados, causando que la empresa tenga altos costos generados por esta causa raíz mencionada.

2.5.5.1. Criterios de selección de la herramienta de Ingeniería Industrial: CR8

La herramienta de solución seleccionada para la causa raíz 8 es la metodología *Six Sigma*, debido a que en el análisis de capacidad realizado al porcentaje de humedad de la producción de grano de arroz se identifica al CPk como un índice 0.34, en el cual se interpreta que el proceso de secado no es estable y requiere de la implementación de esta herramienta; ya que nos garantizará una mejora, permitiendo llegar a nuestros parámetros óptimos de calidad, manteniendo una gestión de mejora continua a través de la metodología DMAIC (Pérez. E., & García, M., 2014).

Tabla 89

Herramienta de mejora de la causa raíz CR8

Causa Raíz	Herramienta de Mejora
CR8: Falta de estandarización del grano en cáscara en el proceso de secado	Metodología <i>Six Sigma</i>

Nota. Selección de herramienta. Fuente: Elaboración propia

2.5.5.2. Solución de la causa raíz 8 Falta de estandarización del grano en cáscara en el proceso de secado

Se procederá a desarrollar la metodología *Six Sigma*, siguiendo el ciclo DMAIC con el objetivo de tener una mejora incremental enfocada en el proceso de secado del grano en cáscara.

Definir. En los meses de enero – diciembre 2019 se identificó disconformidad debido al porcentaje de humedad en el proceso de secado de grano de arroz.

Tabla 90

Ficha del proyecto

Ficha del Proyecto	
Estandarizar	Proceso de secado del grano en cáscara
Problema	Durante el año 2019 se evidenció que el grano en cáscara no cumplía con los parámetros adecuados de humedad que aseguren una buena calidad del producto
Objetivo	Porcentaje de humedad dentro de los parámetros límites de 10% al 15%

Nota. Ficha. Fuente: Elaboración propia

Para la primera fase se ha identificado las tareas a realizar correspondientes al proceso de secado.

Tabla 91

Tareas en el área de secado

Tareas	Proceso
Ingreso al área de secado del grano de arroz, e identificación del parámetro de humedad permitido en el proceso pilado	Secado del grano en cáscara
Presentar el informe de verificación e identificación según las muestras, con la finalidad de dar una posible solución a la falla	Área de calidad

Nota. Tareas en el área de secado. Fuente: Elaboración propia

Medir. En la segunda fase, se está definiendo los defectos del proceso a evaluar, para ello se ha evaluado una ficha técnica de medición de humedad del arroz pilado.

Tabla 92

Ficha técnica de humedad en el grano

Características	Rango del parámetro
<p>Humedad: El contenido de agua en el grano de arroz se expresa en términos de porcentaje.</p> <p>La humedad excesiva propicia el desarrollo de hongos y levaduras que dañan los granos, causando que se pueda llegar a arruinar lotes enteros de arroz almacenado con demasiada humedad. Además, comercialmente una humedad excesiva significa venta de agua a precio de arroz.</p> <p>El arroz es higroscópico, equilibra el contenido de humedad intrínseca del grano con la humedad relativa de la atmósfera.</p>	<p>El índice de humedad estipulado por la empresa es de 10% para asegurar el correcto pilado, la conservación y durabilidad de los lotes de arroz almacenados</p> <p>El índice de 15% es el máximo aceptable en el arroz comercial. Sin embargo, la empresa considera que si los lotes acusan índices superiores al 10% deben ser sometidos al secador automatizado</p> <p>Así, 75% de H.R. atmosférica se equilibra con 14% de humedad en el grano.</p>

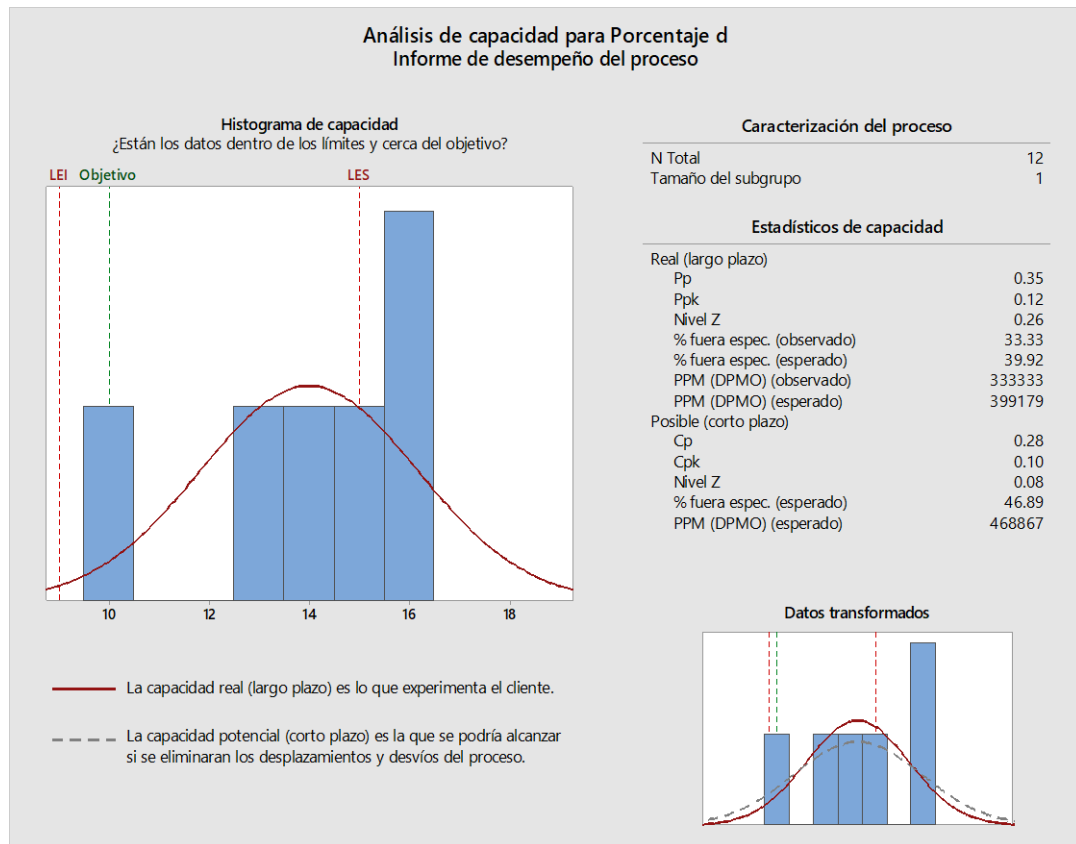
Nota. Ficha técnica de humedad en el grano. Fuente: Elaboración propia

Luego, se realizó el análisis de nivel sigma en el proceso, determinando que:

El nivel sigma es de 0.26, para lo cual se identifica 333'333.33 defectos en un millón, es decir un 33%.

Figura 30

Informe de capacidad del porcentaje de humedad y su nivel sigma



Nota. Informe de capacidad. Fuente: Elaboración propia

Analizar. En la tercera fase de la metodología DMAIC, se ha examinado los datos recolectados en la etapa de medición con el objetivo de generar una lista de propiedades de las fuentes de variación, para ello se elaboró un AMFE para el proceso de secado.

Se identificó como modo de fallo la falta de estandarización del grano en cáscara en el proceso de secado, para ello se aplicó las siguientes acciones propuestas.

Tabla 93

Análisis modal de fallos y efectos

Elemento / Función	Modo de Fallo	Efecto	S O D NPR				Acciones Propuestas	S O D NPR			
			S	O	D	NPR		S	O	D	NPR
Proceso de Secado	Falta de estandarización del grano en	Grano en cáscara no presenta	4	4	3	48	Realizar balance de línea	1	2	1	2

del grano en cáscara	cáscara en el proceso de secado	en el de de	parámetros de humedad estipulados	Realizar distribución de planta
----------------------	---------------------------------	-------------	-----------------------------------	---------------------------------

Nota. Análisis modal de fallos y efectos del secado. Fuente: Elaboración Propia

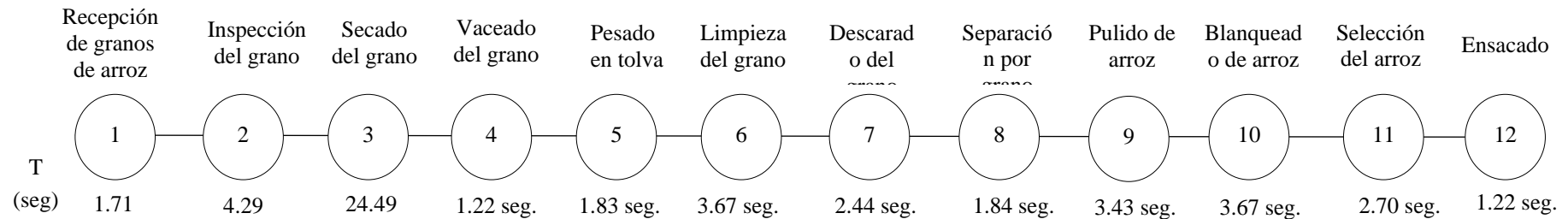
Implementar. En esta fase se realizó la implementación de las herramientas a incorporar, para la cual se aplicó balance de línea, para determinar si la empresa debe aumentar sus recursos.

Para balancear de línea productiva en una empresa molinera, se identifica el proceso de producción y los tiempos indicados por el diagrama de operaciones, los tiempos son referentes a una unidad de producto terminado de arroz pilado que consta de un saco de 49 kg. Se logra identificar 12 estaciones de trabajo obteniendo un cuello de botella de 24,49 segundos por unidad concerniente a la operación del cortado, ubicada en la novena estación de la línea de producción.

Para el cálculo de la producción actual de la línea de producción instalada en la planta, se toma como ciclo al tiempo mayor de todas las operaciones, ya que ese tiempo limita la salida de productos y el ritmo a la que la línea produce depende de esa estación.

Figura 31

Balance de Línea actual



Cuello de botella: 24.49

Nota. Balance de Línea actual. Fuente: Elaboración Propia

El cálculo de la producción viene dado por la siguiente fórmula:

$$Producción = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{ciclo de producción}}$$

$$Producción = \left(\frac{10h * 3600 \text{ seg}}{24.49 \text{ seg /unidad}} \right) = 1470 \text{ kg/segundos}$$

Los cálculos mediante la fórmula involucran al tiempo disponible para producir en un día y al cuello de botella que limita la producción, en esta línea de producción se trabaja 10 horas al día lo que en minutos sería 3'600 segundos, en la fórmula se resta 52.51 segundos como indica y esto refleja al tiempo que demora la producción de la primera unidad desde que empieza a funcionar las estaciones y al final se le suma esta unidad.

En cuanto a la eficiencia de la línea de producción, está relacionada a la facilidad de que los productos en proceso pasan por las estaciones de trabajo sin esperar a que una de estas se desocupe. Una eficiencia de 100% hace referencia a una línea cuyo cuello de botella es el mismo en todas las estaciones de la línea.

$$Eficiencia = \frac{\sum \text{Tiempos de operación}}{N^{\circ} \text{ recursos} * \text{cuello de botella}}$$

$$Eficiencia = \frac{52.51 \text{ seg.}}{5 * 24.49 \text{ seg.}} \times 100\% = 42.88\%$$

La eficiencia de 42.88% corresponde a una línea desbalanceada en donde el tiempo del cuello de botella está muy por encima de las otras operaciones de la línea y los productos en proceso tienen que esperar hasta que la estación de cuello de botella se desocupe.

El balance de línea tiene por finalidad calcular la cantidad de operarios o estaciones de tal manera que se reduzca el tiempo del cuello de botella para cumplir con la demanda estipulada. Una empresa molinera tiene una demanda en promedio diaria de 1000 sacos de 49 kg al mes. Se calcula el ciclo requerido a la que la empresa tiene que producir para cumplir con la demanda requerida, esto se obtiene como sigue:

$$\text{Ciclo requerido} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Demanda}} = 24 \frac{\text{segundos}}{\text{kg}}$$

Se calcula que se tiene 24 segundos como máximo que se puede demorar en las estaciones de trabajo para cumplir con la demanda. Asimismo, se indica en la línea actual de operaciones, en donde se aprecia que, en la estación de secado, mantiene un tiempo que excede al ciclo de producción requerido, por lo tanto, se debe agregar una estación de este proceso para aumentar la salida de productos en el mismo tiempo que se demora en la operación y así cumplir con el requerimiento de productos terminado.

$$\text{Número de estaciones} = \frac{\text{Tiempo actual de operación}}{\text{Ciclo requerido}}$$

$$N_{\text{secado}} = \frac{24.49 \text{ segundos}}{24 \text{ seg/kg}} = 2 \text{ estaciones}$$

$$N_{\text{selección}} = \frac{11 \text{ segundos}}{24 \text{ seg/kg}} = 1 \text{ estación}$$

$$N_{\text{limpieza}} = \frac{3.67 \text{ segundos}}{24 \text{ seg/kg}} = 1 \text{ estación}$$

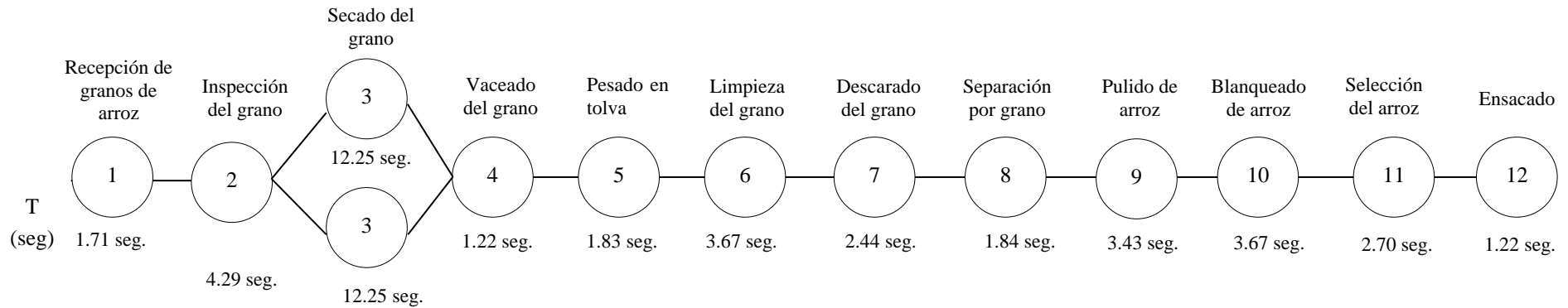
$$N_{\text{blanqueado}} = \frac{3.67 \text{ segundos}}{24 \text{ seg/kg}} = 1 \text{ estación}$$

$$N_{\text{pulido}} = \frac{3.43 \text{ segundos}}{24 \text{ seg/kg}} = 1 \text{ estación}$$

Según los cálculos realizados se concluye que en el proceso de secado se tiene que aumentar una estación para que el tiempo en la operación de una unidad disminuya para cumplir con la demanda. A continuación, se muestra el balance de línea con el aumento de las máquinas respectivas en la línea de producción:00

Figura 32

Balance de Línea mejorado



Nota. Balance de Línea mejorado. Fuente: Elaboración Propia

Se aprecia el aumento de una estación en el proceso de secado. El tiempo en estas estaciones también han disminuido siendo 12.25 segundos; logrando que haya una mayor expansión de la materia prima (grano en cáscara en una segunda área de 0.7 hectáreas) en el área, logrando que el parámetro de humedad sea uniforme en las toneladas de granos. Comprobamos la producción con esta nueva línea y verificamos que cumpla la demanda, así como la eficiencia que se tiene:

$$Producción = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{ciclo de producción}} = \left(\frac{10h * 3600 \text{ seg}}{12.25 \text{ seg /unidad}} \right) = 2939.98 \text{ kg/seg}$$

$$Eficiencia = \frac{\sum \text{Tiempos de operación}}{\text{N}^\circ \text{ de máquinas} * \text{cuello de botella}} = \frac{40265 \text{ seg.}}{5 * 12.25 \text{ seg.}} \times 100\% = 65.77\%$$

Controlar. En esta última fase de la metodología DMAIC se identifica que el balance de línea mantenga un adecuado control constante de la humedad en el secado. Así como la estandarización de este proceso, para ello se tomó nuevas muestras de humedad a la producción

Tabla 94

Muestras de humedad antes y después de mejora

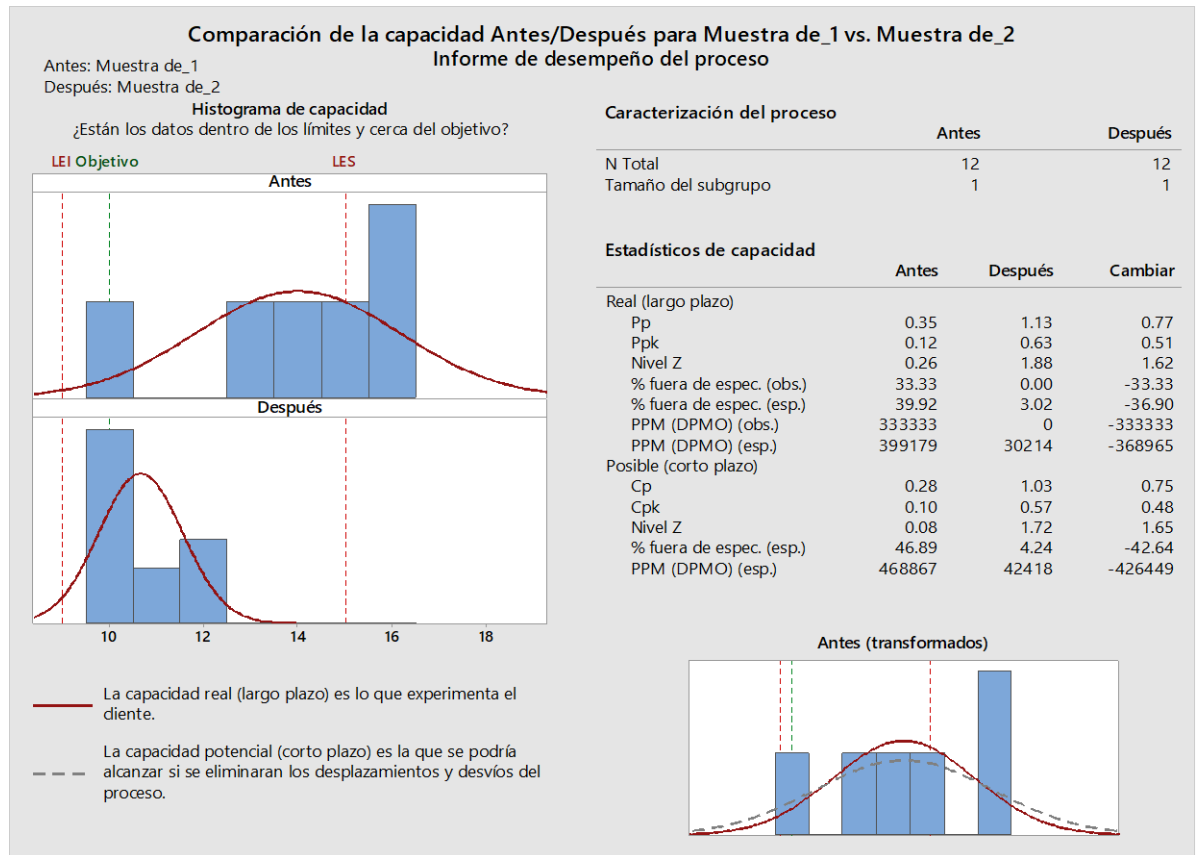
Antes	Después
16%	12%
13%	13%
16%	10%
16%	14%
10%	10%
14%	10%
16%	12%
14%	10%
10%	12%
15%	11%
13%	13%
15%	11%

Nota. Datos de humedad – antes y después. Fuente: Elaboración Propia

Se realizó un análisis de prueba de capacidad de antes y después mediante distribución normal, para poder examinar si se ha logrado incrementar el índice nivel sigma dentro del proceso de secado del grano en cáscara, el cual tuvo un parámetro de 1,88. Además de ello la desviación estándar del proceso se redujo significativamente ($p < 0.05$). Nuestra media se encuentra dentro de los límites fijados por la empresa.

Figura 33

Comparación de capacidad Antes/Después de porcentajes de humedad



Nota. Análisis de capacidad de humedad – antes y después. Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, se realizó la comparación y control entre la línea de producción de pilado de arroz, para los indicadores de producción y de eficiencia. La fórmula para utilizar es la siguiente:

$$\text{Variación} = \frac{\text{Actual} - \text{Anterior}}{\text{Anterior}} * 100\%$$

$$\text{Variación Producción} = \frac{2934.98 - 1470}{1470} * 100\% = 99.98\%$$

En cuanto a la variación de la eficiencia se tiene:

$$\text{Var Eficiencia} = \frac{65.77\% - 42.88\%}{42.88\%} * 100\%$$

$$\text{Var eficiencia} = 53.36\%$$

Como se observa, la eficiencia de la línea de producción balanceada aumenta en un 99.98% con respecto a la línea de producción sin balancear, logrando tener dos estaciones de secado para un secado uniforme a la humedad paramétrica, con un incremento de nivel *sigma* a 1.88.

Tabla 95

Cuadro Resumen de datos actual – mejorados

Indicadores	Actual	Mejorada
Producción	1470 kg/seg	2939.98 kg/seg
Eficiencia	42.88%	65.77%
Tiempo de secado	25.49 seg	12.25 seg.
Nivel Sigma	0.26	1.88

Nota. Cuadro resumen. Fuente: Elaboración Propia

Cronograma de implementación

Figura 34

Cronograma de Implementación de Herramientas

Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
★	INICIO	1 día	jue 15/07/21	jue 15/07/21
★	IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS Y COMPARACIÓN	23 días	jue 15/07/21	lun 16/08/21
★	Cuantificación de Pérdidas Monetarias	2 días	mar 17/08/21	mié 18/08/21
★	Implementación de MRP	8 días	jue 19/08/21	dom 29/08/21
★	Implementación de Gráficos de Control	5 días	lun 30/08/21	vie 3/09/21
★	Plan de Capacitación	29 días	lun 6/09/21	jue 14/10/21
★	Implementación de Six Sigma	7 días	vie 15/10/21	lun 25/10/21
★	Elaboración de Flujo Monetario	3 días	mar 26/10/21	jue 28/10/21
★	Comparación económica	4 días	vie 29/10/21	mié 3/11/21

Nota. Cronograma. Fuente: Elaboración Propia

2.6. Evaluación Económica Financiera después de la propuesta

Se realizó la cuantificación después de la propuesta, para la monetización de los dos efectos solucionados.

2.6.1. Monetización de Pérdidas solucionadas después de Mejora

2.6.1.1. Monetización Demanda Insatisfecha después de la propuesta

Inicialmente la empresa no contaba con una planificación de la producción lo que originaba que se incurran en sacos de arroz no cubiertos, dado que, en el último año 2019, se determinó que 1,674 sacos no fueron cubiertos. Debido a la implementación del MRP I y en base a las órdenes de aprovisionamiento, la planificación de la producción, junto con la demanda proyectada para el año en estudio, se logró reducir la demanda insatisfecha a 1224 sacos al año con un total de utilidad no percibida cuyo monto es S/ 178,890.49

Tabla 96

Monetización de la demanda insatisfecha después de la propuesta

Mes	Demanda insatisfecha (sacos/mes)	Utilidad no percibida (soles/mes)
Enero	102	S/ 14,907.54
Febrero	102	S/ 14,907.54
Marzo	102	S/ 14,907.54
Abril	102	S/ 14,907.54
Mayo	102	S/ 14,907.54
Junio	102	S/ 14,907.54
Julio	102	S/ 14,907.54
Agosto	102	S/ 14,907.54
Septiembre	102	S/ 14,907.54
Octubre	102	S/ 14,907.54
Noviembre	102	S/ 14,907.54
Diciembre	102	S/ 14,907.54
Total	1,224	S/ 178,890.49

Nota. Monetización de la demanda insatisfecha. Fuente: Elaboración Propia

2.6.1.2. Monetización Sacos no conformes

Luego de implementar gráficos de control y un plan de capacitación, se logró reducir en gran proporción la cantidad de números defectuosos en la nueva inspección. Es

por ello que los sacos no conformes se reducen ocasionando S/ 14,490.00 de pérdidas económicas para la empresa, es decir, produciendo un ahorro de S/ 23,604.00

Tabla 97

Monetización de los sacos no conformes después de la mejora

Mes	Sacos de arroz no conformes (sacos/anual)	Costo por incumplimiento o por saco	Costos por sacos no conformes (anual)
Enero	202	S/ 7.00	S/ 1,414.00
Febrero	205	S/ 7.00	S/ 1,435.00
Marzo	299	S/ 7.00	S/ 2,093.00
Abril	200	S/ 7.00	S/ 1,400.00
Mayo	123	S/ 7.00	S/ 861.00
Junio	196	S/ 7.00	S/ 1,372.00
Julio	180	S/ 7.00	S/ 1,260.00
Agosto	194	S/ 7.00	S/ 1,358.00
Septiembre	100	S/ 7.00	S/ 700.00
Octubre	194	S/ 7.00	S/ 1,358.00
Noviembre	85	S/ 7.00	S/ 595.00
Diciembre	92	S/ 7.00	S/ 644.00
Total, anual			S/ 14,490.00

Nota. Monetización del parámetro de humedad del grano. Fuente: Elaboración Propia

2.6.1.3. Monetización del Grano en cáscara no presenta parámetro de humedad estipulados después de la propuesta

Luego de implementar la metodología *Six Sigma* (Balance de Línea), se logró eliminar todo tipo de reprocesos, ya que, con la nueva instalación de la otra área de secado solar en la planta, los granos de arroz presentaran los parámetros de humedad estipulados. Es por ello, los sacos reprocesados se reducen a 4,312 ocasionando S/19,619.60 de pérdidas económicas para la empresa, es decir, produciendo un ahorro.

Tabla 98

Monetización de la del parámetro de humedad después de la propuesta

Mes	Sacos de arroz en cáscara reprocesados (sacos/anual)	Costo por incumplimiento de parámetro	Costos por parámetros de humedad (anual)
Enero	420	S/ 4.55	S/ 1,911.00
Febrero	493	S/ 4.55	S/ 2,243.15
Marzo	267	S/ 4.55	S/ 1,214.85
Abril	432	S/ 4.55	S/ 1,965.60
Mayo	359	S/ 4.55	S/ 1,633.45
Junio	493	S/ 4.55	S/ 2,243.15
Julio	268	S/ 4.55	S/ 1,219.40
Agosto	279	S/ 4.55	S/ 1,269.45
Septiembre	256	S/ 4.55	S/ 1,164.80
Octubre	340	S/ 4.55	S/ 1,547.00
Noviembre	395	S/ 4.55	S/ 1,797.25
Diciembre	310	S/ 4.55	S/ 1,410.50
Total, anual			S/ 19,619.60

Nota. Monetización del parámetro de humedad del grano. Fuente: Elaboración Propia

2.6.2. Costos Operativos Mejorados

En este sentido se comprende que, al implementar el MRP I, gráficos de control y la metodología *Six Sigma* (Balance de Línea). Los costos operativos actuales van a reducir, puesto que ya se sabe que al implementar otra área se secado se va a reducir el personal, el gasto de electricidad puesto que ya no se hará uso de la máquina de secado automatizado, además no se va a considerar el costo por reproceso en el área de secado. Por otro lado, al contar con una planificación de la producción se va a comprar la materia prima requerida exacta. Entonces se tienen los siguientes costos mejorados

En base al MRP I, sé conoce la cantidad de sacos de grano de arroz a comprar a los proveedores será de 723 al mes produciendo un costo total anual de S/ 310,253.76.

Tabla 99

Costo anual de materia prima directa

Costo de Materia Prima				
Descripción	Precio Unitario	Unidad de Medida	Cantidad utilizada por día	Costo total anual
Grano de arroz en cáscara	S/ 1.49	Sacos	723	S/ 310,253.76

Nota. Costo de materia prima. Fuente: Elaboración Propia

Cabe mencionar que el MRP I, también nos indica la cantidad exacta a comprar de sacos de propileno, cono de hilo y cuchillas, el monto total a pagar a los proveedores es de S/ 48,604.80.

Tabla 100

Costo anual de materia prima indirecta

Costo de Materia Prima Indirecta				
Descripción	Precio Unitario	Unidad de Medida	Cantidad utilizada por día	Costo total anual
Saco laminado de propileno	S/ 0.20	Unidad	1000	S/ 48,000.00
Cono de hilo	S/ 0.10	Unidad	6	S/ 172.80
Cuchilla	S/ 0.50	Unidad	1	S/ 432.00
Total				S/ 48,604.80

Nota. Costo de materia prima indirecta. Fuente: Elaboración Propia

Es fundamental mencionar el costo de la compra de los repuestos, dado que sin los mismos no se podría pillar arroz, el costo anual es de S/ 1,073.06.

Tabla 101

Costo anual de repuestos indirectos

Repuestos	Precio Unitario	Cantidad	Precio por lote	Costo total anual
Segmentos	S/ 30.00	5	S/ 120.00	S/ 288.00
Cribas	S/ 25.00	6	S/ 100.00	S/ 300.00
Rodillos	S/ 50.00	6	S/ 150.00	S/ 300.00
Frenos	S/ 35.71	7	S/ 71.43	S/ 77.92
Bolilla	S/ 35.71	7	S/ 107.14	S/ 107.14
Costo Total				S/ 1,073.06

Nota. Costos de repuestos. Fuente: Elaboración Propia

En los costos de mano de obra, solo una persona se encargará del proceso de secado solar y automatizado. El monto total a pagar a los operarios es de S/ 55,200.00

Tabla 102

Costo anual de mano de obra directa

Costo de Mano de Obra Directa					
Descripción	Unidad de Medida	de	N° Operarios	Sueldo Fijo / Operario	Salario Anual
Recepción, inspección de granos de arroz	Lote		1	S/ 1,000.00	S/ 12,000.00
Dos áreas de secado solar	Lote		1	S/ 400.00	S/ 4,800.00
Pesado y limpieza del grano en cáscara	Lote		1	S/ 800.00	S/ 9,600.00
Pulido, blanqueado y selección de grano	Lote		1	S/ 800.00	S/ 9,600.00
Ensamblado y almacenaje del arroz pilado	Lote		1	S/ 800.00	S/ 9,600.00
Total					S/ 55,200.00

Nota. Costos de mano de obra directa. Fuente: Elaboración Propia

El costo del pago al jefe de planta se mantiene, ya que es quien se encarga de ver que todo el proceso esté bajo control.

Tabla 103

Importe anual de Mano de obra indirecta

Costo de Materia de Obra Indirecta					
Descripción	Unidad de Medida		N° Operarios	Sueldo fijo/operario	Salario Mensual
Jefe de Planta	Lote		1	S/ 2,000.00	S/ 24,000.00
Total					S/ 24,000.00

Nota. Importe de mano de obra indirecta. Fuente: Elaboración Propia

Se observa que en estos costos mejorados reduce n en gastos por reproceso de secado, ya que, al contar con otra área de secado solar, el grano cumplirá con el parámetro de humedad requerido.

Tabla 104

Costo anual indirectos de fabricación

Costo Indirectos de Fabricación			
Descripción	Período	Costo mensual	Costo anual
Mantenimiento de equipos	Mes	S/ 74.29	S/ 891.42
Costo por reproceso de secado	Mes	S/ 1,634.97	S/ 19,619.60
Costo por Demanda Insatisfecha	Mes	S/ 14,907.54	S/ 178,890.49
Total			S/ 199,401.51

Nota. Costos indirectos de fabricación. Fuente: Elaboración Propia

El pago anual de cargos administrativos se mantiene generando un monto total mensual de S/ 82,800.00.

Tabla 105

Otros CIF anuales

Costo Indirectos de Fabricación			
Descripción	N° Operarios	Sueldo fijo/operario	Salario Anual
Sueldo Gerente	1	S/ 3,000.00	S/ 36,000.00
Sueldo asistente administrativo	1	S/ 1,500.00	S/ 18,000.00
Sueldo asistente de ventas	2	S/ 1,200.00	S/ 28,800.00
Total			S/ 82,800.00

Nota. Otros CIF. Fuente: Elaboración Propia

Se muestra la variación del pago por electricidad actual y mejorado, ya que, al no utilizar la máquina de secado automatizado, los gastos anuales por electricidad reducen de S/ 120,000.00 a S/ 60,000.00.

Tabla 106

Costo anual de servicios básicos

Costo Indirectos de Fabricación			
Descripción	Período	Costo mensual	Costo Mensual
Gastos de agua	Mes	S/ 200.00	S/ 2,400.00
Gastos de electricidad	Mes	S/ 5,000.00	S/ 60,000.00
Total			S/ 62,400.00

Nota. Costos de servicios. Fuente: Elaboración Propia

Por último, se tiene el total de costos operativos mejorados, con un monto anual de S/ 783,733.13. Respecto al actual se ha disminuido S/ 125,442.61 anualmente.

Tabla 107

Total, de costos operativos mejorados anuales

Descripción	Costo Total Mensual	Costo Total Anual
Costo total de fabricación	S/ 25,854.48	S/ 310,253.76
Costo de materia prima directa	S/ 4,139.82	S/ 49,677.86
Costo de materia prima indirecta	S/ 29,994.30	S/ 359,931.62
Costo de Materia Prima	S/ 4,600.00	S/ 55,200.00
Costo de Mano de Obra Directa	S/ 2,000.00	S/ 24,000.00
Costo de Mano de Obra Indirecta	S/ 6,600.00	S/ 79,200.00
Costo Indirectos de Fabricación	S/ 28,716.79	S/ 334,601.51
Total		S/ 783,733.13

Nota. Costos operativos mejorados. Fuente: Elaboración Propia

2.6.3. Inversión de Herramientas

En las siguientes líneas se desarrolló el flujo de caja, para ello se estableció el costo inversión, egresos vs ingresos proyectados desde noviembre del 2020 a noviembre del 2021. Se considera que en el presente año se realiza la inversión y a partir del próximo año se perciben los ingresos y egresos que genera la propuesta. Primero se procedió a detallar las actividades, número de horas hombre empleadas, recursos, materiales y los costos totales que traerían consigo la implementación de la herramienta MRP, Gráficos de control, Plan de capacitación y *Six Sigma* (Balance de línea) respectivamente.

2.6.3.1. Costeo de implementación de la herramienta MRP

Respecto al costeo de implementación de la herramienta de MRP, se determinaron los costos de las actividades que implica su realización. Asimismo, se detalló el costo que traería consigo la capacitación al personal. Al mismo tiempo, se especificaron los costos de los recursos como materiales y servicios que se involucran en la

propuesta. Finalmente, se realizó la sumatoria de todo lo expuesto, por lo que implementar una Planificación de Requerimiento de Materiales I tiene un monto de S/ 9,080.00

Tabla 108

Costo total de la implementación del MRP I

Descripción	Cantidad	Costo Mensual	Costo Unitario	Costo Anual
Actividades del MRP I				
Jefe de operaciones	1	S/ 3,000.00		S/ 3,000.00
Útiles de oficina				S/ 90.00
Laptop	1		S/ 3,000.00	S/ 3,000.00
Capacitación				
Salario del capacitador				S/ 1,300.00
Proyector	1		S/ 1,600.00	S/ 1,600.00
Útiles de capacitación				S/ 90.00
Total				S/ 9,080.00

Nota. Costos totales de la implementación del MRP I. Fuente: Elaboración Propia

2.6.3.2. Costeo de implementación de Gráficos de control y Plan de capacitación

Para la implementación de Gráficos de control y Plan de Capacitación se muestran los costos de las actividades de implementación, de capacitación, y de los recursos (materiales y servicios) con un sumatorio total de implementación de S/ 6,150.00 nuevos soles.

Tabla 109

Costo total de la implementación de Gráficos de control y Plan de capacitación

Descripción de Costos	Unidad	Costo Anual
GRAFICOS DE CONTROL		
Auxiliar de calidad	1	S/1,600.00
Materiales requeridos		S/60.00
PLAN DE CAPACITACIÓN		
Costo de lucro cesante		S/3,100.00
Salario de capacitador		S/1,300.00
Materiales requeridos		S/90.00
Costo total de implementación de Gráficos de control y Plan de capacitación		S/6,150.00

Nota. Costos del Gráficos de control y Plan de capacitación. Fuente: Elaboración Propia

2.6.3.3. Costeo de implementación de la herramienta Six Sigma

Para la implementación del *Six Sigma* se muestran los costos de las actividades de implementación, de capacitación, y de los recursos (materiales y servicios) con un sumatorio total de implementación de S/ 18,910.00 nuevos soles.

Tabla 110

Costo total de la implementación del Six Sigma

Descripción de Costos	Cantidad	Costo Anual
Costo de actividades para implementación de <i>Six Sigma</i>		S/ 17,520.00
Capacitador general	1	S/ 1,300.00
Materiales requeridos		S/ 90.00
Costo total de implementación de <i>Six Sigma</i>		S/18,910.00

Nota. Costos del *Six Sigma*. Fuente: Elaboración Propia

Para el financiamiento de la implementación de las herramientas se pidió un préstamo de S/. 34,140.00 a una entidad bancaria externa con un interés de 18.5% mediante pagos mensuales por el período de un año, es por ello que se elaboró un cronograma de pagos:

Tabla 111

Cronograma de pago de préstamo

Nº Cuota	Beneficio
Cuota 1	S/ 3,371.30
Cuota 2	S/ 3,371.30
Cuota 3	S/ 3,371.30
Cuota 4	S/ 3,371.30
Cuota 5	S/ 3,371.30
Cuota 6	S/ 3,371.30
Cuota 7	S/ 3,371.30
Cuota 8	S/ 3,371.30
Cuota 9	S/ 3,371.30
Cuota 10	S/ 3,371.30
Cuota 11	S/ 3,371.30
Cuota 12	S/ 3,371.30

Nota. Cronograma de pagos. Fuente: Elaboración Propia

2.6.4. Flujo de caja proyectado

Tabla 112

Flujo de caja proyectado

Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Concepto	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Utilidad Neta		S/ 39,365.90	S/ 40,939.26	S/ 42,536.23	S/ 44,157.14	S/ 45,802.37	S/ 47,472.28	S/ 49,167.24	S/ 50,887.62	S/ 52,633.80	S/ 54,406.18	S/ 56,205.15	S/ 58,031.10
Depreciación de activos		S/ 161.06	S/ 161.06	S/ 161.06	S/ 161.06	S/ 161.06	S/ 161.06	S/ 161.06	S/ 161.06	S/ 161.06	S/ 161.06	S/ 161.06	S/ 161.06
Inversión	-S/ 34,140.00												
Flujo efectivo neto	-S/ 34,140.00	S/ 5,386.96	S/ 41,100.32	S/ 42,697.29	S/ 44,318.20	S/ 45,963.43	S/ 47,633.34	S/ 49,328.30	S/ 51,048.68	S/ 52,794.86	S/ 54,567.24	S/ 56,366.21	S/ 58,192.16

Nota. Flujo de caja proyectado. Fuente: Elaboración Propia

2.6.5. Simulación

Para el diseño del proceso de pilado de arroz en una empresa Molinera, se utilizó el simulador “Promodel”, en el cual contó con 13 locaciones (recepción de insumos, área de inspección, área de secado solar, área de secado automatizado, área de pesado, de limpieza, de descascarado, área separadora, de pulido, de blanqueado, de selección, área de ensacado y almacén de producto terminado).

Tabla 113

Proceso de Operación de la Simulación Actual

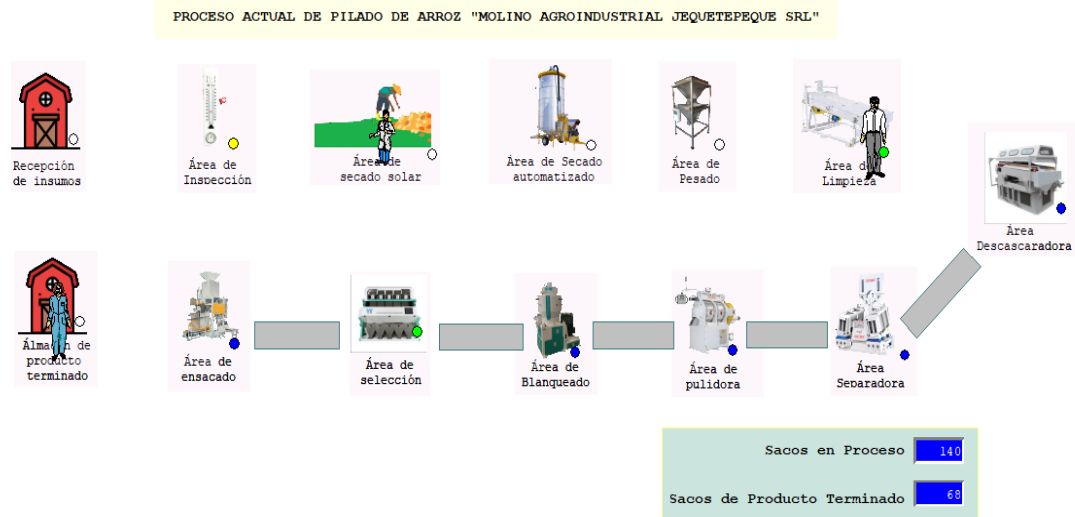
Entidad	Locación	Operación
Sacos de Granos en cáscara	Recepción de insumos	Wait 2 min Get Operario_1
Sacos de Granos en cáscara	Área de Inspección	Wait 2 min Free Operario_1 Get Operario_1
Sacos de Granos en cáscara	Área de Secado Solar	Wait 6 min Free Operario_1 Get Operario_2
Grano en cáscara	Área de Secado Automatizado	Wait 4 min Free Operario_2 Get Operario_3
Grano en cáscara	Área de Pesado	Wait 1 min Free Operario_3 Get Operario_3
Grano en cáscara	Área de Limpieza	Wait 2 min Free Operario_3
Grano en cáscara	Área Descascaradora	Wait 1 min
Grano sin cáscara	Área Separadora	Wait 2 min
Grano sin cáscara	Área de Pulido	Wait 2 min
Grano sin cáscara	Área de Blanqueado	Wait 2 min
Grano sin cáscara	Área de Selección	Wait 4 min Get Operario_6
Grano sin cáscara	Área de Ensacado	Wait 2 min Free Operario_6 Inc Sacos_en_procesos, 1
Saco de Arroz de 49 Kg	Almacén de Producto Terminado	Wait 1 min Inc Sacos_terminados, 1

Nota. Simulación Actual. Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, provee 4 entidades, entre ellas el saco de grano en cáscara, el grano sin cáscara, grano en cáscara y el producto terminado en saco de 49 kg.

Figura 35

Simulación del proceso actual de pilado de arroz



Nota. Proceso actual de pilado de arroz. Fuente: Elaboración Propia

Sin embargo, se pudo observar problemas como demanda insatisfecha y demoras por reproceso desde el área de secado solar hasta el secado automatizado. Es por ello que, al realizar el diseño mejorado de la simulación del proceso, tomando en consideración dos áreas de secado solar, ha permitido que el pilado de arroz, reduciendo los altos costos operativos, y eliminando el área de secado automatizado.

Tabla 114

Proceso de Operación de la Simulación Mejorada

Entidad	Locación	Operación
Sacos de Granos en cáscara	Recepción de insumos	Wait 2 min Get Operario_1
Sacos de Granos en cáscara	Área de Inspección	Wait 2 min Free Operario_1 Get Operario_1
Sacos de Granos en cáscara	Área de Secado Solar	Wait 2 min Free Operario_1 Get Operario_2
Grano en cáscara	Área de Secado Solar 2	Wait 2 min Free Operario_2

Grano en cáscara	Área de Pesado	Get Operario_3 Wait 1 min Free Operario_3
Grano en cáscara	Área de Limpieza	Get Operario_3 Wait 2 min Free Operario_3
Grano en cáscara	Área Descascaradora	Wait 1 min
Grano sin cáscara	Área Separadora	Wait 2 min
Grano sin cáscara	Área de Pulido	Wait 2 min
Grano sin cáscara	Área de Blanqueado	Wait 2 min
Grano sin cáscara	Área de Selección	Wait 2 min
Grano sin cáscara	Área de Ensacado	Get Operario_6 Wait 2 min Free Operario_6
Saco de Arroz de 49 Kg	Almacén de Producto Terminado	Inc Sacos_en_procesos, 1 Wait 1 min Inc Sacos_terminados, 1

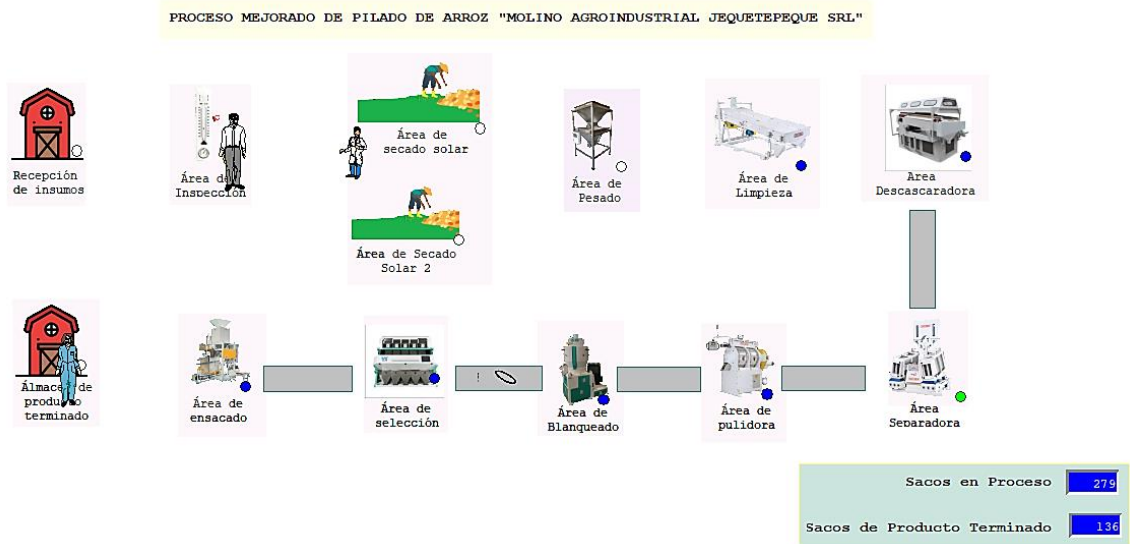
Nota. Simulación Mejorada. Fuente: Elaboración Propia

Obteniendo como resultado el siguiente proceso de simulación mejorada del pilado de arroz:

de arroz:

Figura 36

Simulación del proceso mejorado de pilado de arroz



Nota. Proceso mejorado de pilado de arroz. Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Las áreas involucradas en la propuesta, producción y calidad respectivamente, tuvieron un costo perdido actual que se detalla en el siguiente cuadro, donde también se muestra el valor mejorado y el beneficio obtenido.

Tabla 115

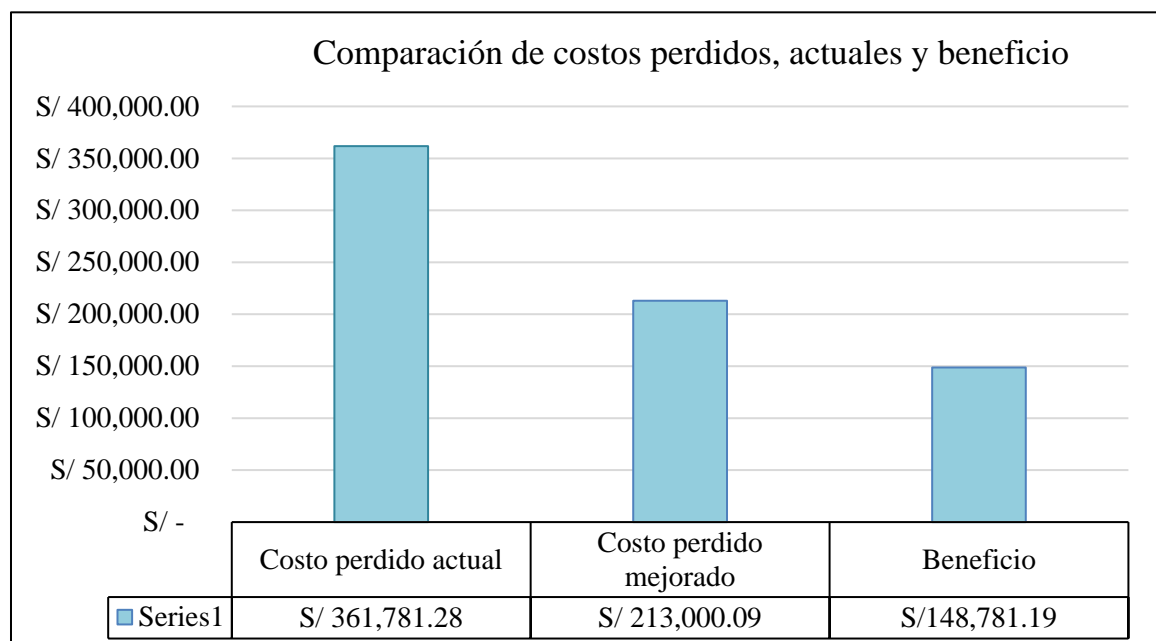
Tabla de Resumen de la Monetización

Efecto	Antes de la mejora	Después de la mejora	Beneficio
E1: Demanda Insatisfecha	S/ 245, 609.28	S/ 178, 890.49	S/ 66,718.79
E5: Sacos de Arroz no conformes	S/ 38,094.00	S/ 14,490.00	S/ 23,604.00
E8: Grano en cáscara no presenta parámetro de humedad estipulados	S/ 78,078.00	S/ 19,619.60	S/ 58,458.40
Total	S/ 361,781.28	S/ 213,000.09	S/ 148,781.19

Nota. Resumen de la monetización. Fuente: Elaboración Propia

Figura 37

Comparación de costos perdidos, actuales y beneficio generado

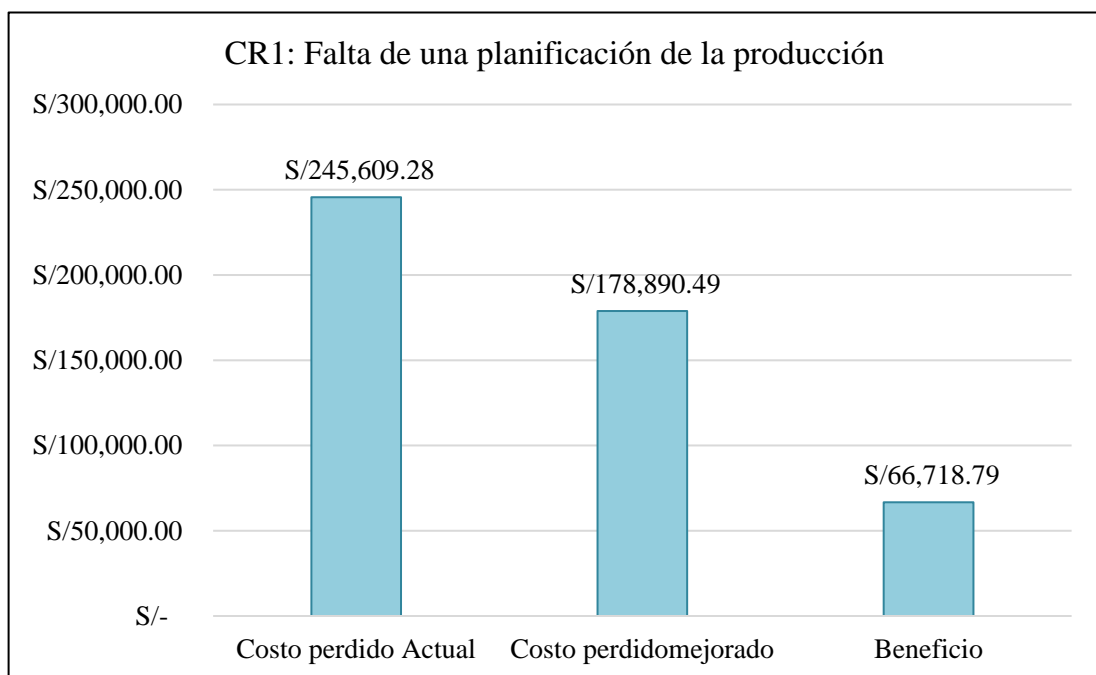


Nota. Comparación de costos perdidos, actuales y beneficio. Fuente: Elaboración Propia

En adelante, se muestran los siguientes gráficos con sus representaciones monetarias de las pérdidas antes del desarrollo de las herramientas propuestas de cada causa raíz y los costos mejorados después de la implementación.

Figura 38

Comparación de costos perdidos, actuales y beneficio generado de la “Falta de una planificación de la producción”- MRP I.

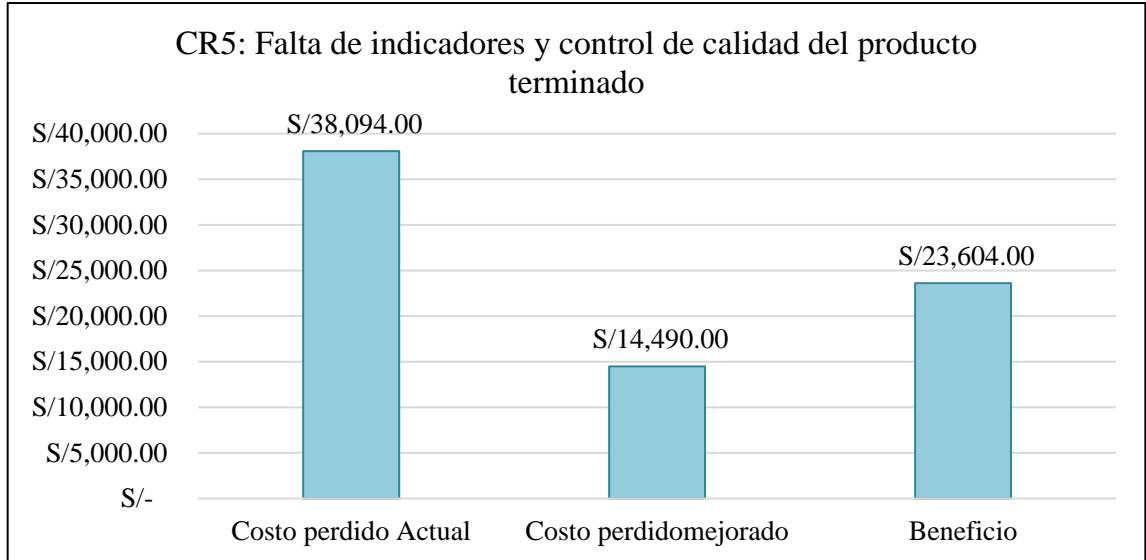


Nota. Comparación de costos perdidos, actuales y beneficio de la causa raíz 1.

Fuente: Elaboración Propia

Figura 39

Comparación de costos perdidos, actuales y beneficio generado de la “Falta de indicadores y control de calidad del producto terminado” – Gráficas de control + Plan de Capacitación.

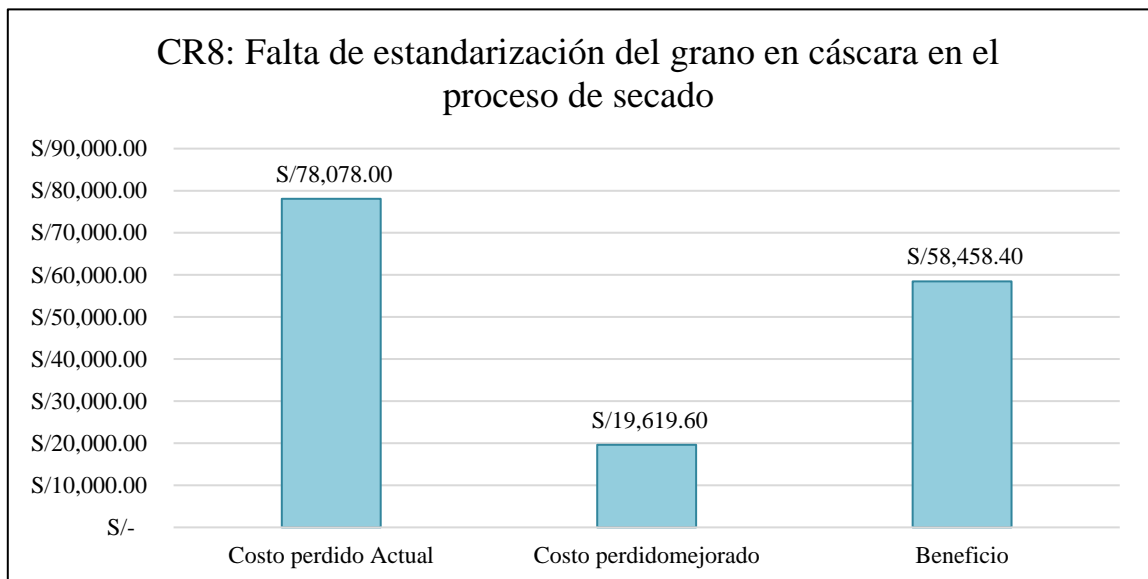


Nota. Comparación de costos perdidos, actuales y beneficio de la causa raíz 5.

Fuente: Elaboración Propia

Figura 40

Comparación de costos perdidos, actuales y beneficio generado de la “Falta de estandarización del grano en cáscara en el proceso de secado” – Six Sigma.



Nota. Comparación de costos perdidos, actuales y beneficio de la causa raíz 8.

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en la siguiente tabla, el resumen de inversión para cada

herramienta es de:

Tabla 116

Resumen de la inversión por herramienta

Causa Raíz	Inversión	Herramienta de Mejora
CR1: Ausencia de una planificación de la producción	S/ 9,080.00	MRP I
CR5: Falta de indicadores y control de calidad del producto terminado	S/ 6,150.00	Gráficos de control y Plan de capacitación
CR8: Falta de estandarización del grano en cáscara en el proceso de secado	S/ 18,910.00	<i>Six Sigma</i> (Balance de Línea)

Nota. Inversión por herramienta. Fuente: Elaboración Propia

Registro de costo generado

El costo total generado antes de las propuestas asciende en S/ 361,781.28 anuales.

Tabla 117

Resumen de los costos actuales generados por causa raíz

Cr	Causa Raíz	Costo Actual	Herramienta de mejora
CR1	Ausencia de una planificación de la producción	S/ 245,609.28	MRP I
CR5	Falta de indicadores y control de calidad del producto terminado	S/ 38,094.00	Gráficos de control + Plan de Capacitación
CR 8	Falta de estandarización del grano en cáscara en el proceso de secado	S/ 78,078.00	<i>Six Sigma</i> (Balance de Línea)

Nota. Costos generados por causa raíz. Fuente: Elaboración Propia

El costo total generado después de la propuesta disminuye a S/ 213,000.09

anualmente.

Tabla 118

Resumen de los costos mejorados

Cr	Causa Raíz	Costo mejorado	Herramienta de mejora
CR1	Ausencia de una planificación de la producción	S/ 178,890.49	MRP I
CR5	Falta de indicadores y control de calidad del producto terminado	S/ 14,490.00	Gráficos de control + Plan de Capacitación
CR 8	Falta de estandarización del grano en cáscara en el proceso de secado	S/ 19,619.60	<i>Six Sigma</i> (Balance de Línea)

Nota. Costos generados por causa raíz. Fuente: Elaboración Propia

Registro de beneficios generados

El beneficio total generado es de S/ 148,781.19 anualmente.

Tabla 119

Resumen del beneficio total

Cr	Causa Raíz	Beneficio	Herramienta de mejora
CR1	Ausencia de una planificación de la producción	S/ 66,718.79	MRP I
CR5	Falta de indicadores y control de calidad del producto terminado	S/ 23,604.00	Gráfico de control + Plan de capacitación
CR 8	Falta de estandarización del grano en cáscara en el proceso de secado	S/ 58,458.40	<i>Six Sigma</i> (Balance de Línea)

Nota. Beneficios generados por causa raíz. Fuente: Elaboración Propia

Indicadores Económicos

El indicador de relación Beneficio – Costo es de 4.36, un VAN de S/. 104,730.93 con una tasa interna de retorno de 78% y un período del retorno de la inversión de 1 año, 6 mes y 19 días

Tabla 120

Indicadores Económicos

Indicador económico	Índice	Interpretación
Beneficio – Costo (B/C)	4.36	El beneficio costo es 4.36. Es decir, todos los beneficios son mayores a los costos, por lo tanto, el diseño de gestión debe ser considerado.
Valor Actual Neto (VAN)	104,730.93	El valor actual neto de la inversión es de S/. 104,730.93 nuevos soles. Es decir, es conveniente hacer la inversión.
Tasa Interna de Retorno (TIR)	78%	El porcentaje de ingresos que se obtiene periódicamente es del 78%. Es decir, el diseño de gestión es aceptado.
Período de Recuperación de Inversión (PRI)	1.55 años 6.66 meses 19.78 días	El período de recuperación de la inversión del diseño de gestión tomará 1 año, 6 meses y 19 días.

Nota. Relación Beneficio - Costo. Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

3.1. Discusión

El diseño de una gestión de control de la producción y la calidad en el proceso de pilado de arroz llega a cubrir toda la demanda de sacos, es decir se logra cubrir la demanda insatisfecha reduciendo los costos en la compra de materia prima. Por otro lado, se identificó sacos de arroz no conformes son reducidos mediante gráficos de control y un adecuado plan de capacitación. Asimismo, se obtuvo los parámetros de humedad estipulados, estandarizando el proceso de secado del grano en cáscara; eliminando de esta manera los costos por reproceso.

Al realizar el diagnóstico de la situación actual de una empresa molinera, encontramos que los principales problemas eran; primero la “Demanda Insatisfecha” por “Falta de una planificación de la producción”, ya que la empresa no contaba con un plan empírico de compras. Segundo “Sacos de arroz no conformes” porque existe una “Falta de indicadores y control de calidad del producto terminado”. Y, por último, el “Grano en cáscara no presenta parámetro de humedad estipulados” debido a la “Falta de estandarización del grano en cáscara en el proceso de secado”, el cual generaba reprocesos. Todo ello incurre en los altos costos operativos de la empresa.

En la propuesta de mejora plantea el diseño de la herramienta MRP, reduciendo la pérdida monetaria de la demanda insatisfecha de S/ 245,609.28 a S/ 178,890.49, También se utilizó la herramienta de Gráficas de Control y Plan de capacitación, para reducir la pérdida monetaria de los sacos de arroz no conformes de S/ 38,094.00 a S/ 14,490.00 y finalmente se aplicó la metodología *Six Sigma* (Balance de Línea), para reducir la pérdida monetaria del grano en cáscara no presenta parámetros de humedad estipulados S/ 78,078.00 a S/19,619.60. Por lo tanto, dependiendo de la

demanda, lo que la producción antes podía significar mayores horas por la falta de una planificación de la producción, con la propuesta puede generar mayores beneficios. Con la solución de las herramientas, se generó un ahorro de S/ 148,781.19 nuevos soles al año mientras que la pérdida monetaria inicial fue de S/361,781.28 nuevos soles anuales. Del mismo modo, Huallaga, N., & Cárdenas, C. (2017) en su tesis, empleando distintas herramientas como VSM, 5S, TPM y SMED lograron un ahorro anual de S/146,370,35 nuevos soles. Esto nos conlleva a decir que la diferencia en los resultados del ahorro anual de nuestra propuesta que planteamos en comparación con los autores mencionados, se debe a las diferentes herramientas utilizadas.

En una empresa molinera con las herramientas de mejora MRP Gráficas de control, Plan de capacitación y metodología *Six Sigma* (Balance de Línea) respectivamente se incurrirían en costos operativos mejorados en S/. 783,773.13, el cual debe ir reduciendo a comparación de la propuesta de mejorada elaborada por Galvez, J., & Silva, J., (2015) en donde indicaron que sus costos operativos mejoraron en S/ 77,937.25 nuevos soles al año.

En la evaluación del impacto de la propuesta de mejora se determinó un resultado financiero positivo obteniendo valores en el VAN de S/. 104,730.93, el TIR de 78% y B/C de 4.36 y un período del retorno de la inversión de 1 año, 6 mes y 19 días, estos resultados son bastante beneficiosos a comparación de la investigación realizada por Mattos, A., & Siccha, B. (2016) quienes en su evaluación económica obtuvieron un VAN de S/. 74,334.03, el TIR de 66.42 % y B/C de 1.82. Lo que quiere decir es que nuestra propuesta de mejora es más beneficiosa.

3.2. Conclusiones

Como resultados de la propuesta reduce los costos operativos en una empresa molinera en la gestión de control de producción y calidad en un 13.80%.

El diagnóstico actual de la empresa a través de la matriz de indicadores de variables, determinó un costo de S/. 446,677.59 soles anuales a causa de las problemáticas presentadas en el diagrama de Ishikawa de Producción y Calidad.

La propuesta recomienda la herramienta MRP para dar solución a la demanda insatisfecha en el área de producción, gráficos de control y un plan de capacitación para reducir los sacos de arroz no conformes y la metodología *Six Sigma* para estandarizar el proceso de secado en el área de calidad.

Los costos operativos después de la gestión de las herramientas en la propuesta de mejora, es de S/. 783,773.13 soles anuales.

La propuesta desarrollada obtuvo un VAN de S/. 104,730.93 soles, TIR de 78%, un B/C de 4.36 y un período del retorno de la inversión de 1 año, 6 mes y 19 días. Concluyendo que la inversión es viable para la empresa molinera.

REFERENCIAS

- Albliwi, S., Antony, J., & Halim, S. (2015). A systematic review of Lean Six Sigma for the manufacturing industry. *Business Process Management Journal*, 21(3), 665 – 691.
DOI: 10.1108/BPMJ-03-2014-0019
- Arango, L. (2009). Importancia de los costos de la calidad y no calidad en las empresas de salud como herramienta de gestión para la competitividad. *Revista Ean*, (67), 75-94. Recuperado de
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602009000300006
- Barrantes, L. (2017). *Propuesta de mejora en la línea de envasado de aguaymanto aplicando metodología Lean Six Sigma para mejorar la calidad y peso del producto, Cajamarca, 2017*. [Tesis de título, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional – Universidad Privada del Norte.
- Bermúdez Carrillo, L. A. (2015). Capacitación: una herramienta de fortalecimiento de las pymes. *InterSedes*, 16(33), 01-25.
- Bestratén, M., Orriols, R., & Mata, C. (2004). Análisis modal de fallos y efectos AMFE. Ministerio Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, (1), 01-08. Recuperado de https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba
- Cabrera, E. (2017). *Costos adicionales por reprocesos en producción de fertilizantes en una planta agroindustrial ubicada en el km 4.5 vía duran-tambo*. [Tesis de título, Universidad de Especialidades Espíritu Santo]. Repositorio Institucional – Universidad Espíritu Santo.

- Castro, C. & Díaz, Y. (2018). *Propuesta de mejora en la gestión de producción y etiquetado de yogurt para reducir los costos operacionales en la empresa HULAC S.A.C.* [Tesis de título, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional – Universidad Privada del Norte.
- Censo Nacional de Arroz (2019). IV Censo nacional de arroz. *Informa CENSO. (4)*, 1-13. Recuperado de <https://docplayer.es/148146639-Informe-iv-censo-nacional-de-arroz-en-molinos-almacenes-y-comercios-mayoristas-2019.html>
- Céspedes, D. & Rojas, F. (2014). *Diseño de un plan de requerimiento de materiales y sistema de gestión de inventarios para reducir los costos operativos en la línea de producción de abrazaderas de la Factoría Sánchez S.A.C.* [Tesis de título, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional – Universidad Privada del Norte.
- Chica, J., Tirado, Y., & Barreto, J. (2016). Indicadores de competitividad del cultivo del arroz en Colombia y Estados Unidos. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(2), 16-31. doi:10.22267/rcia.163302.49
- Contreras, A. V. (2003). Modelo de gestión de operaciones para pymes innovadoras. *Revista escuela de administración de negocios*, (47), 66-87. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/206/20604705.pdf>
- Correa, F., & Stumpo, G. (2016). La agroindustria: un área estratégica para impulsar la transformación productiva y la inclusión social. *Los desafíos del Ecuador para el cambio estructural con inclusión social. Santiago: CEPAL*, 42(81). 59-91.
- Dal Molin, M., Watanabe, M., Yamaguchi, C., & Jenoveva, R. (2014). Análise dos custos como ferramenta de gerenciamento na produção de arroz irrigado na agricultura

- Huallaga, N. & Cárdenas, C. (2017). *Mejora de procesos en las áreas de mezclado y molienda de una empresa manufacturera de tubosistemas pvc y pead aplicando herramientas de calidad y lean manufacturing*. [Tesis de título, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional – Universidad Privada del Norte.
- Kralik, L., & Martins, V. (2012). Melhoria de processos de uma distribuidora de medicamentos: análise de cluster e previsão de demanda de itens novos. Recuperado de <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/107485>
- Landaure. (2016). *ESAN BUSINESS*. Obtenido de *ESAN BUSINESS*. Recuperado de <http://www.esan.edu.pe/apuntesemp>
- López, G. (2001). Metodología six-sigma: calidad industrial. Artículo consultado en EBSCO, Baja California, México, Investigador del instituto de Ingeniería, UABC.
- Manyoma, P. (2011). Medición de la flexibilidad en manufactura. *Revista EIA*, (16), 61-76. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1492/149222630004>
- Minagri (2017). Informe de Arroz. *Boletín Minagri*. 6(1), 3-9. Recuperado de <https://www.minagri.gob.pe/portal/boletin-de-arroz/arroz-2017>
- Miranda, A., Castells, S., Fernández, O., Santos, F., & Iglesias, C. (2013). Análisis de la utilización del tiempo de turno por las cosechadoras arroz *Claas Dominator*. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(4), 27-31.
- Miranda, A., Iglesias, C., Herrera, E., Ferro, A., & Castells, S. (2010). Determinación de los principales parámetros de calidad que afectan la cosecha mecanizada de arroz. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(4), 01-05.
- Moreno, A. & Loaiza, M. (2016). Diseño de una lúdica para la enseñanza del lean manufacturing en el laboratorio de manufactura flexible de la Universidad Tecnológica de Pereira. In *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*

ACOFI 2016. Recuperado de

<https://acofipapers.org/index.php/eiei2016/2016/paper/view/1738>

Moreno, L. & Vega, D. (2019). *Diseño de un sistema de planeamiento y control de la producción de truchas procesadas en la empresa Piscifactoría Peña S.A.C - Cajamarca para la reducción de costos en el área de producción*. [Tesis de título, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional – Universidad Privada del Norte.

Najar, C., & Merino, J. (2007). Mejoras en el proceso productivo y modernización mediante sustitución y tecnologías limpias en un molino de arroz. *Industrial Data*, 10(1), 22-32. DOI:10.15381/IDATA.V10I1.6210

Olarte, W., Botero, M., & Cañon, B. (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. *Scientia et technica*, 16(44), 354-356.

Ortiz, G., Palacios, M., & Cervantes, F. (2015). La mecanización agrícola. *Ciencias Sociales*, 5, 1 – 17. DOI: 10.13140/RG.2.1.5030.6968

Palenzuela, L., García, I., & Pérez, M. (2012). Propuestas para rediseñar el actual modelo de gestión y planificación de la actividad arrocera en Cuba. *Economía y Desarrollo*, 147(1), 166-184. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4255/425541205009.pdf>

Paliska, G., Pavletic, D., & Sokovic, M. (2007). Quality tools–systematic use in process industry. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 25(1), 79-82. Recuperado de http://jamme.acmsse.h2.pl/papers_vol25_1/2517.pdf

Peña, D., Neira, A. & Ruiz, R. (2016). *Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de*

una bodega de almacenamiento. Universidad del Valle. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/pdf/849/84950585006.pdf>.

Pérez, C., Miranda, A., Ipsán, N., Iglesias, C., & Castells, S. (2014). Evaluación de la calidad de cosecha de la cosechadora New Holland TC57. *Revista científica Avances*, 16(4), 381-390. Recuperado de <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/35/100>

Pérez, J., La Rotta, D., Sánchez, K., Madera, Y., Restrepo, G., Rodríguez, M., & Parra, C. (2011). Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 19(3), 396-408. DOI: 10.4067/S0718-33052011000300009

Pérez, E., & García, M. (2014). Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. *Revista tecnología en Marcha*, 27(3), 88. Recuperado https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2070

Pohlmann, M., Meneghetti, A., & Mainardi, A. (2010). Custos produção do arroz nas pequenas propriedades rurais: um estudo de caso. *Enegerp*, 4, 300-310 Recuperado de http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_stp_115_753_15022.pdf

Polimeni, R., Fabozzi, F., & Adelberg, A. (1998). *WordPress*. Recuperado de: <https://fgonzalezortega.files.wordpress.com/2014/09/contabilidad-de-costosalph-polimeni-fabozzi-adelberg-y-kole-1.pdf>

Prístavka, M., Kotorová, M., & Savov, R. (2016). Quality control in production processes. *Acta technologica agriculturae*, 19(3), 77-83. DOI: 10.1515/ata-2016-0016

- Quijije, B., Carvajal, S., Garcia, K., & Cedeño, W. (2019). Costo, volumen y utilidad del cultivo de arroz, cantón Samborondón (Ecuador). *Revista Espacios*, 40, 16.
Recuperado de <http://www.revistaespacios.com/a19v40n07/a19v40n07p16.pdf>
- Rangel, L., Solano, Y., Hernández, D., De Padua, M., & Morales, J. (2018). Calidad molinera de las variedades de arroz sd20a y payara 1fl, y su resistencia a *Sitophilus oryzae* (L.) Y *Rhyzopertha dominica* (F.). *Rev. UDCA Act. & Div Cient.* 21(2), 351-357. DOI:10.31910/rudca.v21.n2.2018.980
- Reporte Comercial de Arroz (2018). *Reporte de Arroz. 1*, 1-7. Recuperado de <https://url2.cl/sDcC4>
- Ríos, F., Martínez, A., Palomo, T., Cáceres, S., & Díaz, M. (2008). Inventarios probabilísticos con demanda independiente de revisión continua, modelos con nuevos pedidos. *Ciencia ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 15(3), 251-258. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/104/10415303.pdf>
- Romero, J. (2017). Nueva técnica para comprobar la calidad del arroz fundamentada en el tratamiento de imágenes. *Revista Serbiluz*, 82, 462-487. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6233636.pdf>
- Saidelles, A., Senna, A., Kirchner, R., & Bitencourt, G. (2012). Gestão de resíduos sólidos na indústria de beneficiamento de arroz. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 5(5), 904-916, Recuperado de <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/download/4314/2820>
- Salah, S., Rahim, A., & Carretero, J. (2018). The integration of Six Sigma and lean management. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(3), 249 – 274. DOI: 10.1108/20401461011075035

Salamati, H., Zhang, Z., Zarei, O., & Ramezani, R. (2018). Trade-off between the costs

and the fairness for a collaborative production planning problem in make-to-order

manufacturing. *Computers & Industrial Engineering*, 126, 421-434. DOI:

10.1016/j.cie.2018.09.044

Saldaña, D. (2019). *Propuesta de mejora en el área de producción para reducir los costos*

operativos de la línea de producción de espárrago blanco fresco en la empresa

Agroindustrial Tal S.A [Tesis de título, Universidad Privada del Norte].

Repositorio Institucional – Universidad Privada del Norte.

Sánchez, B. (2009). *PROBLEMÁTICA DE CONCEPTOS DE COSTOS Y*

CLASIFICACIÓN. Revista de la Facultad de Ciencias Contables, 103-112.

Recuperado de

[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/quipukamayoc/2009/segundo/p](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/quipukamayoc/2009/segundo/pdf/a10v16n32.pdf)

[df/a10v16n32.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/quipukamayoc/2009/segundo/pdf/a10v16n32.pdf)

Segerstedt, A. (2017). Cover-Time Planning / Takt Planning: una técnica para requisitos de

materiales y planificación de producción. *Revisit International de Economic of*

Production, 194, 25-31. DOI: 10.1016/j.ijpe.2017.04.006

Troncoso, R. (2019). Transmisión de los precios del arroz en Colombia y el mundo.

Lecturas de Economía, (91), 151-179. DOI: 10.17533/udea.le.n91a05.

Wancura, L., Jardim, G. & Sausen, C. (2015). O comportamento do custo do arroz no

comparativo entre dois métodos de cultivo distintos. *Congresso de Contabilidade*,

6, 1 – 16. Recuperado de

http://dvl.ccn.ufsc.br/congresso_internacional/anais/6CCF/65_15.pdf

Data histórica de producción en sacos (unidades)

Año	Producto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2018	Arroz Añejo	4,799	4,398	4,489	4,328	4,467	3,635	4,055	3,835	2,943	2,687	2,901	2,738
	Arroz Extra	4,325	4,332	3,717	4,353	3,760	4,057	3,664	4,414	2,666	2,792	2,627	2,700
	Arroz Despuntado	4,011	3,612	3,858	4,264	3,924	4,474	3,767	4,195	2,767	2,798	2,515	2,753
	Arroz Superior	4,386	3,995	3,825	4,431	3,616	3,995	3,638	4,133	2,732	2,682	2,949	2,701
	Arroz Económico	4,421	3,969	4,001	3,914	3,821	4,357	4,158	4,451	2,576	2,622	2,586	2,964
	Arroz Popular	4,117	4,183	4,214	4,234	4,393	3,799	3,905	4,382	2,757	2,533	2,644	2,536
2019	Arroz Añejo	4,486	4,190	3,715	4,197	3,794	4,303	4,425	4,020	2,989	2,607	2,707	2,507
	Arroz Extra	4,177	4,190	4,014	4,164	3,956	3,642	4,227	3,854	2,943	2,700	2,781	2,646
	Arroz Despuntado	4,105	4,138	4,083	4,143	3,816	4,492	3,973	4,419	2,674	2,635	2,875	2,825
	Arroz Superior	4,074	4,227	4,139	4,312	3,901	4,444	4,057	4,294	2,630	2,544	2,555	2,835
	Arroz Económico	4,306	3,715	3,665	4,037	3,922	4,271	4,160	3,971	2,542	2,819	2,814	2,590
	Arroz Popular	4,418	4,197	4,466	4,186	3,782	4,215	3,804	4,075	2,771	2,845	2,835	2,915

Data histórica de producción en sacos (Kilogramos)

Año	Producto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2018	Arroz Añejo	235,151	215,502	219,961	212,072	218,883	178,115	198,695	187,915	144,207	131,663	142,149	134,162
	Arroz Extra	211,925	212,268	182,133	213,297	184,240	198,793	179,536	216,286	130,634	136,808	128,723	132,300
	Arroz Despuntado	196,539	176,988	189,042	208,936	191,276	219,226	184,583	205,555	135,583	137,102	123,235	134,897
	Arroz Superior	214,914	195,755	187,425	217,119	177,184	195,755	178,262	202,517	133,868	131,418	144,501	132,349
	Arroz Económico	216,629	194,481	196,049	191,786	187,229	213,493	203,742	218,099	126,224	128,478	126,714	145,236
	Arroz Popular	201,733	204,967	206,486	207,466	215,257	186,151	191,345	214,718	135,093	124,117	129,556	124,264
2019	Arroz Añejo	219,814	205,310	182,035	205,653	185,906	210,847	216,825	196,980	146,461	127,743	132,643	122,843
	Arroz Extra	204,673	205,310	196,686	204,036	193,844	178,458	207,123	188,846	144,207	132,300	136,269	129,654
	Arroz Despuntado	201,145	202,762	200,067	203,007	186,984	220,108	194,677	216,531	131,026	129,115	140,875	138,4225
	Arroz Superior	199,626	207,123	202,811	211,288	191,149	217,756	198,793	210,406	128,870	124,656	125,195	138,915
	Arroz Económico	210,994	182,035	179,585	197,813	192,178	209,279	203,840	194,579	124,558	138,131	137,886	126,910
	Arroz Popular	216,482	205,653	218,834	205,114	185,318	206,535	186,396	199,675	135,779	139,405	138,915	142,835

Data histórica de demanda de sacos (unidades)

Año	Producto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2018	Arroz Añejo	4,805	4,531	4,492	4,392	4,252	3,666	4,166	3,973	2,945	2,790	2,892	2,792
	Arroz Extra	4,343	4,435	3,862	4,346	3,901	4,088	3,750	4,530	2,732	2,791	2,635	2,783
	Arroz Despuntado	4,040	3,735	3,762	4,278	4,015	4,505	3,861	4,340	2,785	2,806	2,545	2,814
	Arroz Superior	4,490	4,063	3,855	4,274	3,712	4,026	3,752	4,335	2,785	2,683	2,945	2,792
	Arroz Económico	4,409	4,002	4,121	3,978	3,550	4,388	4,175	4,171	2,596	2,601	2,645	2,945
	Arroz Popular	4,114	4,114	4,345	4,275	4,830	3,830	4,215	4,372	2,701	2,524	2,704	2,605
	Arroz Añejo	4,487	4,199	3,752	4,266	3,834	4,334	4,205	4,021	3,045	2,601	2,700	2,585
2019	Arroz Extra	4,176	4,143	4,015	4,212	3,998	3,673	4,235	3,869	2,897	2,701	2,803	2,685
	Arroz Despuntado	4,100	4,135	4,120	4,171	3,864	4,523	4,015	4,363	2,740	2,601	2,861	2,779
	Arroz Superior	4,084	4,235	4,160	4,333	3,913	4,475	4,075	4,335	2,674	2,524	2,572	2,852
	Arroz Económico	4,351	3,742	3,660	4,025	3,985	4,312	4,148	4,025	2,621	2,805	2,803	2,604
	Arroz Popular	4,450	4,202	4,350	4,225	3,785	4,256	3,876	4,125	2,741	2,871	2,812	2,977

Demanda de sacos (Kilogramos)

Año	Producto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2018	Arroz añejo	235,445	222,019	220,108	215,208	208,348	179,634	204,134	194,677	144,305	136,710	141,708	136,808
	Arroz extra	212,807	217,315	189,238	212,954	191,149	200,312	183,750	221,970	133,868	136,759	129,115	136,367
	Arroz despuntado	197,960	183,015	184,338	209,622	196,735	220,745	189,189	212,660	136,465	137,494	124,705	137,886
	Arroz superior	220,010	199,087	188,895	209,426	181,888	197,274	183,848	212,415	136,465	131,467	144,305	136,808
	Arroz económico	216,041	196,098	201,929	194,922	173,950	215,012	204,575	204,379	127,204	127,449	129,605	144,305
	Arroz popular	201,586	201,586	212,905	209,475	236,670	187,670	206,535	214,228	132,349	123,676	132,496	127,645
2019	Arroz añejo	219,863	205,751	183,848	209,034	187,866	212,366	206,045	197,029	149,205	127,449	132,300	126,665
	Arroz extra	204,624	203,007	196,735	206,388	195,902	179,977	207,515	189,581	141,953	132,349	137,347	131,565
	Arroz despuntado	200,900	202,615	201,880	204,379	189,336	221,627	196,735	213,787	134,260	127,449	140,189	136,171
	Arroz superior	200,116	207,515	203,840	212,317	191,737	219,275	199,675	212,415	131,026	123,676	126,028	139,748
	Arroz económico	213,199	183,358	179,340	197,225	195,265	211,288	203,252	197,225	128,429	137,445	137,347	127,596
	Arroz popular	218,050	205,898	213,150	207,025	185,465	208,544	189,924	202,125	134,309	140,679	137,788	145,873

Data históricos de reprocesos del proceso de secado

	Saco	Costo - Saco
Saco De Grano En Cáscara Reprocesado - Secado	49 kg	4.55

Grano En Cascara Reprocesado - Área Secado (Sacos)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Producción Total
2018	1,620	1,768	1,555	2,584	1,961	2,329	1,208	910	760	735	734	766	16,930
2019	1,661	1,731	1,720	2,704	1,632	2,310	1,151	820	835	864	899	833	17,160

Grano En Cascara Reprocesado - Área Secado (Kg)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Producción Total
2018	79,380	86,632	76,195	126,616	96,089	114,121	59,192	44,590	37,240	36,015	35,966	37,534	829,570
2019	81,389	84,819	84,280	132,496	79,968	113,190	113,190	40,180	40,915	42,336	42,336	40,917	840,840

ANEXO H

Data históricos de reprocesos del proceso de selección

	Cantidad	Tiempo	Costo por saco
Cantidad de grano en cáscara reprocesado - Selección	4,165 kg	60 min	4.01

Arroz En Cascara Reprocesado - Área Selección (Kg)													
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Producción Total
2018	1,124	1,051	1,950	150	1,052	3,114	1,061	954	554	500	585	515	11,710
2019	836	820	2,485	950	906	910	920	902	543	572	558	543	9,445

ANEXO I

Cantidad de sacos no conformes

Penalización por saco	S/. 7.00
-----------------------	----------

Año	CANTIDAD DE SACOS DE PRODUCTOS NO CONFORMES												Producción Total
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
2018	700	680	50	756	764	1,500	530	600	265	214	327	306	6,691
2019	440	460	596	482	520	642	681	536	250	327	260	248	5,442

ANEXO J

Cantidad de sacos por error de personal

Penalización por saco	S/. 1.79
-----------------------	----------

CANTIDAD DE SACOS DE PRODUCTOS NO CONFORMES													
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Producción Total
2018	243	368	399	343	200	279	297	269	76	351	215	355	3,695
2019	225	358	301	224	318	294	232	293	334	212	383	231	3,405

ANEXO K

Cálculo del costo de ventas

COSTO DE VENTAS			
+	Materia prima requerida	S/	24,606.42
+	Mano de obra	S/	7,010.00
+	Gastos indirectos	S/	44,148.23
=	Costo de producción	S/	75,764.65
+	Inventario Inicial de PT	S/	6,746.00
=	Producción Disponible	S/	82,510.65
-	Inventario Final de PT	S/	-
=	Costo de ventas	S/	82,510.65