

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA DE POSGRADO



Rediseño del sistema de producción del proceso de envasado mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta para incrementar la productividad en un ingenio azucarero

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE
OPERACIONES Y LOGÍSTICA**

AUTOR

Gian Marco Zurita Hernández

ASESOR

Marcos Gregorio Baca Lopez

<https://orcid.org/0000-0003-4741-0122>

Chiclayo, 2023

**Rediseño del sistema de producción del proceso de envasado
mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta para
incrementar la productividad en un ingenio azucarero**

PRESENTADA POR

Gian Marco Zurita Hernández

A la Escuela de Posgrado de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el grado académico de

**MAESTRO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA**

APROBADA POR

Abel Enrique Gonzales Wong
PRESIDENTE

Edward Florencio Aurora Vigo
SECRETARIO

Marcos Gregorio Baca Lopez
VOCAL

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi madre Isabel Hernández, por ser el motor en mi vida, especialmente por impulsarme a crecer en mi formación profesional y como ser humano, a no rendirme ante las adversidades, y a luchar por mis sueños.

Para ella esta dedicatoria de tesis, pues a ella, a quien se la debo por su gran amor y apoyo incondicional.

Agradecimientos

Quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible esta investigación; maestros, compañeros, y amigos, que de una u otra forma estuvieron conmigo alentándome a cumplir con este objetivo.

A Dios por ser mi guía y fortaleza en todo este camino, brindándome sabiduría y paciencia para cumplir con éxito este gran objetivo.

Y por supuesto a la Universidad, a mi asesor Mg. Marco Baca y a todas las autoridades por la orientación y guía en el desarrollo de esta investigación, permitiéndome así culminar con esta etapa de mi vida.

Rediseño del sistema de producción del proceso de envasado mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta para incrementar la productividad en un ingenio azucarero

INFORME DE ORIGINALIDAD

18% INDICE DE SIMILITUD	19% FUENTES DE INTERNET	2% PUBLICACIONES	7% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	9%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
4	repositorio.umb.edu.pe:8080 Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<1%
7	www.kmsolucion.com Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.iica.int Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura.....	11
Materiales y métodos	17
Resultados y discusión	23
Conclusiones	84
Recomendaciones	84
Referencias.....	85
Anexos	86

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo incrementar la productividad ocasionado por un mal diseño del proceso del proceso de envasado de una empresa azucarera. Para ello, primero se realizó un diagnóstico de la situación actual del área de envasado, identificando que la baja productividad es consecuencia de los elevados reprocesos, la demora en tiempo de operación, la pérdida de tiempo en reparación de equipos, la elevada rotación de personal y la pérdida de tiempo en cambio de presentación. Siendo los elevados reprocesos por producto no conforme, los que generan una mayor utilidad no percibida para la empresa de S/ 826,725,0 al año. Una vez, identificado los principales problemas se plantearon las propuestas de mejora, las cuales inició con la estandarización del proceso de producción con el uso de células, asimismo, se realizó un plan de mantenimiento preventivo y cerramiento de faja para disminuir los productos no conformes en el control de calidad. Por último, se creo un plan de integración del personal para disminuir la elevada rotación de personal que tiene la empresa. Estas mejoras permitieron aumentar la productividad de mano de obra en un 140%. Se concluye que, la empresa tiene un costo beneficio de 2,19 soles, esto quiere decir que, por cada sol invertido, se obtiene una ganancia de 1,19 soles. Además, se presenta un VAR de 1 738 495 soles y un valor positivo TIR del 198%, por lo que se considera una propuesta rentable y viable, recuperando la inversión en el segundo año.

Palabras clave: Productividad, proceso de envasado, manufactura esbelta.

Abstract

The present work had as objective to increase the productivity caused by a bad design of the process of the packaging process of a sugar company. To do this, first a diagnosis of the current situation of the packaging area was made, identifying that low productivity is a consequence of high reprocessing, delay in operation time, loss of time in equipment repair, high staff turnover and the loss of time in change of presentation. Being the high reprocesses for non-compliant product, those that generate a greater profit not received for the company of S / 826,725.0 per year. Once the main problems were identified, improvement proposals were raised, which began with the standardization of the production process with the use of cells, likewise, a preventive maintenance plan and belt closure was carried out to reduce non-conforming products in quality control. Finally, a staff integration plan was created to reduce the company's high staff turnover. These improvements made it possible to increase labor productivity by 140%. It is concluded that the company has a benefit cost of 2.19 soles, this means that, for each sun invested, a profit of 1.19 soles is obtained. In addition, a VAR of 1,738,495 soles and a positive IRR value of 198% are presented, for which it is considered a profitable and viable proposal, recovering the investment in the second year.

Keywords: Productivity, packaging process, lean factory

Introducción

El azúcar es un producto tradicional de gran importancia en la alimentación humana. La fuente principal del azúcar en el mundo es la caña de azúcar, en una proporción cercana al 70% y la producción de la misma demanda gran cantidad de mano de obra, lo que la hace importante en términos de generación de ingresos [1].

El cultivo de la producción nacional se concentra en dos regiones del norte principalmente: La Libertad (44%) y Lambayeque (34%); asimismo, en Lima (14%), Ancash (6,8%) y Arequipa (1%), donde se concentran los principales ingenios azucareros [2].

En el área de envasado del ingenio azucarero en estudio, está embolsando en promedio 211023 bolsas de 50 kg. por mes, esto representa 7 034 bolsas diarias en promedio. El envasado es el último proceso en una fábrica de azúcar y debe tener la capacidad de responder de la misma manera eficiente que los otros procesos productivos. El área de envasado de azúcar se encarga de embolsar en diferentes presentaciones de acuerdo a la demanda del mercado; por ello dicha área debe trabajar a su máxima capacidad, pero siempre se presentan problemas para realizar este proceso. Estos problemas son: elevados reprocesos, demora en tiempo de operación, pérdida de tiempo en reparación de equipos, elevada rotación del personal y pérdida de tiempo en cambio de presentación.

Los elevados reprocesos se deben a los problemas de calidad del azúcar: presencia de grumos y polvillo. También existe la presencia de insectos, esto se debe a que la faja puente que transporta el azúcar de casa de procesos a envasado se encuentra descubierta; y por último la presencia de material extraño, todos los equipos deben tener un cronograma de limpieza y si no se cumple esto afectar al área de envasado ya que arrastrara material no azucarado. Durante el año 2018 se presentaron 66577 bolsas de 50 kg. con No Conformidad, el cual representa un 2,87% de la producción total. Durante el año 2019 se presentaron 33069 bolsas de 50 kg. Con No Conformidad, el cual representa el 1,67% de la producción total.

La demora en tiempo de operación, cada actividad en el área de envasado tiene un tiempo programado y esta debe medirse y cumplirse, así evitar tiempos perdidos innecesarios. En promedio se dejan de envasar 3 bolsas por minuto, lo que significa dejar de envasar en promedio 149285 bolsas al año, y S/. 16421350 en ingresos.

Pérdida de tiempo en reparaciones de equipos, al año se pierde 3050 minutos, que se podrían utilizar en embolsar 24400 bolsas de 50 kg. Esto se debe a un mantenimiento ineficiente en las

balanzas ya que la alta presencia de polvillo ensucia las celdas y se tiene que realizar una limpieza diaria de media hora aproximadamente para que no afecte los pesos durante el envasado. Fallas en la cosedora y la implementación de una volteadora de sacos en la faja transportadora de azúcar.

Elevada rotación del personal, uno de los principales factores de este problema es el mal clima laboral ya que trabajan durante 12 horas, sin actividades de bienestar del trabajador que contribuyan a un mejor clima laboral, no cuentan con actividades de relajación como una sala de descanso y juegos, días libres y celebración de cumpleaños, etc. En el 2018 solamente en 3 meses del año (marzo, agosto, octubre) se obtuvo índices de rotación de personal aceptable (5,71%), se tuvo 16 personas desvinculadas de la empresa, figurando el principal motivo el mal clima laboral, seguido del bajo salario. En el 2019 solamente en 2 meses del año (enero y agosto) se obtuvo índices de rotación de personal aceptable (5,4%), se tuvo 17 personas desvinculadas de la empresa, figurando el principal motivo bajo salario y el mal clima laboral. Pérdida de tiempo en cambio de presentación, en el ingenio azucarero existen 5 diferentes presentaciones: 50 kg de papel, 50 kg y 25 kg de polipropileno para azúcar rubia, 50 kg y 25 kg de polipropileno liner para azúcar blanca, el cambio de presentación depende de la demanda del mercado, lo cual es manifestado por el área comercial para ejecutar estos cambios de presentación. Sin embargo, las fajas transportadoras se encuentran diseñadas para una sola presentación que es la de 50kg. Durante el 2018 sólo se envasaron bolsas de 25kg en el mes diciembre, en este cambio de 50kg a 25kg adaptan la faja transportadora colocando tacos para aumentar su altura, dicho procedimiento toma aproximadamente una hora.

Todos los puntos anteriores nos llevan a la siguiente interrogante. ¿Cuál es el impacto del rediseño del sistema de producción del proceso de envasado mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta en la productividad en un ingenio azucarero?

Para dar solución a la interrogante se planteó el siguiente objetivo general: Incrementar la productividad con el rediseño del sistema de producción del proceso de envasado mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta en un ingenio azucarero. Así mismo se formularon los siguientes objetivos específicos: Diagnosticar el sistema de producción del proceso de envasado en un ingenio azucarero, rediseñar el sistema de producción del proceso de envasado mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta en un ingenio azucarero, y evaluar económicamente el rediseño del sistema de producción del proceso de envasado mediante el

uso de herramientas de manufactura esbelta para incrementar la productividad en un ingenio azucarero.

La presente investigación se justifica con el propósito de identificar los distintos factores que pueden afectar la productividad de las empresas azucareras, en especial en el área de envasado. Una vez identificados los riesgos económicos causados por una baja productividad, se busca, con ayuda de las metodologías establecidas, realizar mejoras dentro del proceso productivo que favorecerán al desarrollo empresarial de la organización, generando un impacto positivo en los costos de operación, disminuyendo el uso innecesario de recursos como mano de obra, tiempo y eliminando cualquier desperdicio que no le agregue valor al producto final.

Revisión de literatura

Antecedentes

En 2017, Umba, en su investigación planteó implementar las herramientas Lean manufacturing para reducir el tiempo de ciclo en el proceso de producción. Para ello, primero realizó un diagnóstico de las operaciones, mudas, tiempo de producción y cuellos de botella, haciendo uso de herramientas como el VSM, Pareto e Ishikawa. Luego, utilizó las herramientas de 5'S, SMED y células de trabajo con el fin de disminuir los tiempos de ciclo. Como resultados, se obtuvo un nuevo tiempo de ciclo de 58,5 minutos por lote lo que significa una reducción del 7,1% en el tiempo de horneado. Asimismo, con la aplicación del SMED se logró reducir el tiempo del calentamiento del horno en un 46% y desarrollarse una cultura organizacional generado por la aplicación de las 5'S. Se concluye que la aplicación de herramientas Lean se logran mejoras evidencias en un ingreso económico de \$13 392 768 pesos, lo cual equivale a un 18,2% más respecto a los ingresos actuales.

En 2016, Palacios, de la Escuela Politécnica Nacional, en su estudio realizado logró mejorar la productividad del proceso de producción de la empresa MB Mayflower Buffalos S.A. mediante la implementación de un sistema de producción esbelta. Para ello, hizo uso de diagramas de recorrido para realizar estudio de movimientos y diagrama hombre-máquina para reconocer los tiempos ciclo, calcular los tiempos básicos y tiempos estándar de la producción. Mediante el diagnóstico se concluyó que el aumento de la productividad se logra bajo la reorganización de áreas de trabajo, la reasignación del personal y la adquisición de equipos nuevos. Estas mejoras contribuyeron a disminuir los tiempos de ciclos del proceso en un 23,92% y la productividad semanal de mano de obra en un 21,01%. Se concluye que, el uso de herramientas de manufactura esbelta aumenta la productividad sin comprometer la calidad de los productos ni el bienestar de los trabajadores.

En 2018, Palomino en su investigación tuvo como objetivo mejorar la productividad del área de producción mediante el uso de herramientas Lean como el VSM, Ciclo de Deming, SMED y QFD. Estas herramientas se aplicaron con el fin de mejorar el área de producción mediante el aumento de la capacidad de envasado y la capacidad de producción de los productos intermedios, los cuales se identificaron como sus dos principales cuellos de botella. Como resultados, se obtuvo que, al aumentar la productividad de planta, la capacidad para cumplir con el proyecto de ventas aumenta en un 6%, mientras que, el incremento de la capacidad de producción de productos intermedios ayuda a aumentar las ventas en un 2,3%. En conclusión,

las presentes mejoras ayudan a reducir las entregas pendientes de los productos terminados al área comercial y una mayor visualización de las variaciones de las ventas.

Arrieta, Botero y Romano (2010), de la Universidad ESAN, a través de su investigación Benchmarking sobre manufactura esbelta en el sector de la confección en la ciudad de Medellín, Colombia, busca principalmente valorar el nivel de implementación de manufactura esbelta en sus procesos productivos. Como resultado identificó que la implementación no está muy divulgada, este sector cuenta con un 62.28%, un valor bajo respecto a la categoría mundial. Estas empresas no han perfeccionado la filosofía de manufactura esbelta, únicamente empresas de trayectoria son las que cuenta con mayor evolución en su aplicación y desarrollo.

Vega (2017), de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, en su tesis: “Propuesta de mejora de los procesos de envasado de fragancias de una empresa industrial de cosméticos”, aplica una metodología enfocada a la mejora continua, proponiendo la implementación del TPM, para lograr el objetivo de optimizar actividades de mantenimiento y buscar técnicas para que la producción no se detenga. Concluye que existen 3 factores que afectan el indicador de eficiencia OEE los cuales son: la disponibilidad, el rendimiento y la calidad.

Távora (2017), de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, en su tesis: “Propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones en la empresa Empercon S.A.C., mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta”, hace uso de herramientas que permitieron disminuir los tiempos perdidos por transportes, tiempos muertos y movimientos innecesarios, aplicando 5`S, estandarización de procesos y diagrama de operaciones-tiempo, concluye con un análisis de costo beneficio indicando que la propuesta sería muy beneficiosa, ya que por S/.1 invertido se obtiene S/. 2.71 de beneficio.

Bases teóricas

Manufactura Esbelta

La manufactura esbelta principalmente busca lograr productos y servicios más económicos, de mejor calidad en un tiempo más reducido; mediante la eliminación de desperdicios, mejorando la velocidad del flujo del proceso, con el mínimo costo total apoyándose en la sinergia del trabajo en equipo **Fuente especificada no válida..**

Objetivos de la Manufactura Esbelta

- **Defectos y desperdicios:** Eliminarlos o minimizarlos, como también cualquier característica del producto que no se necesita y que no sea requerida por el cliente.

- **Tiempos de ciclo.** Reducir plazos de entrega, ciclos de tiempo de producción, mediante la disminución de los tiempos de espera, tiempos reparación y de preparación.
- **Niveles de inventario.** Minimizar los inventarios de materias primas, productos finales y en cada una de las etapas de la producción.
- **Productividad laboral.** Mejoramiento mediante la reducción de tiempo ocioso de operadores, evitando que se hagan cosas innecesarias, como los movimientos, tareas, etc. que no sean verdaderamente productivas.
- **Utilización de equipo y espacio.** Uso del equipo y espacio de trabajo más eficientemente para descartar cuellos de botella.
- **Flexibilidad.** Habilidad para producir un rango más flexible de productos, con costos mínimos y tiempos mínimos de conversión.
- **Resultados.** A medida que se reduce el tiempo ciclo, aumenta la productividad, se gestionan eficientemente los cuellos de botella, se reduce el tiempo de ocio de las máquinas y se consigue un aumento importante en la producción de las instalaciones.

Principios de la Manufactura Esbelta

- **Definir el valor desde el punto de vista del cliente.** El enfoque debe ser con dirección a la satisfacción del cliente.
- **Identificar la cadena de valor.** Eliminar desperdicios, reducir actividades que no agregan valor.
- **Crear flujo.** Formar que todo el proceso fluya directamente de un paso que genere valor a otro que añade valor, desde la materia prima hasta el consumidor.
- **Producir el “jale” del cliente.** Establecido el flujo, se debe buscar ser capaz de producir por órdenes de compra en firme de los clientes.
- **No se debe perder el tiempo explicando y justificando.** Probar que, si se puede evitar los interminables trámites, eliminando burocracia innecesaria y costosa.
- **Perseguir la perfección.** Ya cuando una empresa consigue lo anterior, se torna claro para aquellos que están involucrados, que agregar eficiencia siempre es posible.

Herramientas de Manufactura Esbelta

La manufactura esbelta tiene como base aplicar herramientas que se adapten a distintos tipos de empresas que se utilizan de acuerdo a su necesidad, que pueden ser básicas, herramientas para mejorar la efectividad de los equipos, herramientas para mejorar el tiempo de entrega y la

capacidad, herramientas para mejorar la calidad, herramientas para control de materiales y de producción, herramientas para integración y control de la información, y herramientas para la reducción de energía [3].

- **Mantenimiento Productivo Total.** Tiene como finalidad el mantenimiento de los estándares y la permanente búsqueda de mejorar los mismos a través de una implicación concreta, participación de todos los miembros y funciones de la organización, en específico de las relacionadas con el proceso productivo. Su objetivo principal es la mejora continua del rendimiento operacional de todos los procesos y sistemas de producción, evitando las paradas y reduciendo los tiempos de intervención **Fuente especificada no válida..**
- **Efectividad Global de los Equipos.** Principalmente evalúa el rendimiento de los equipos mientras están en funcionamiento, relacionado con el estado de conservación y productividad. Revela las pérdidas reales de los equipos medidas en tiempo, es el indicador más significativo para conocer el grado de competitividad de una organización que está compuesto por la disponibilidad, eficiencia de rendimiento, e índice de calidad **Fuente especificada no válida..**
- **Cambios rápidos de productos.** Metodología implantada por Shigeo Shingo con el fin de reducir la muda de espera de forma exagerada y así elevar la productividad de los procesos, también conocida cambio de herramientas en un solo dígito de minuto, es decir, en menos de 10 minutos **Fuente especificada no válida..**
- **Trabajo estándar.** Es una herramienta para la integración y control de la información que contribuye a conservar un alto nivel en repetibilidad asegurando operaciones más seguras y efectivas con el fin de mejorar la productividad. Se utiliza la documentación de las operaciones estándar desde que se consigue información selecta de los procesos, como los tiempos de operaciones, cuando se demanda conocer la secuencia de las operaciones y su relación con el tiempo takt y una ve mejorada el proceso para documentar los nuevos métodos creados y capacitar al personal en su nuevo puesto **Fuente especificada no válida..**

Productividad

En todo tipo de actividad empresarial existen una serie de insumos conocidas como las 5 M: las máquinas, los métodos, la mano de obra, los materiales, y el medio ambiente. Cada uno de estos grupos son muy diferente de los otros, pero el único factor común a todos ellos es el

dinero, por lo que todo esto implica un costo, que la mayoría de entidades con problemas de liquidez intentan reducir ese costo recortando las 5 M, ya sea despidiendo personal, disminuyendo el mantenimiento de los equipos, disminuyendo la calidad de los insumos, etc.

La mejora de la productividad es el logro de buenos resultados de un proceso, es decir, hacer más con menos. La productividad es un indicador muy importante y se mide continuamente para reconocer el verdadero estado de las mejoras, a través de la siguiente fórmula: $\text{Productividad} = \text{Salidas} / \text{Entradas}$, donde las salidas pertenecen a los productos que se crean y las entradas a la cantidad de recursos que entran o se utilizan.

Limitantes de la productividad

En todo proceso se desarrollan actividades de transformación, donde su eficacia se mide por indicadores de productividad, sin embargo, la productividad no es infinita, pues se ve afectada por un sin número de problemas que restringen los resultados que se pueden lograr a partir de los recursos utilizables. Los japoneses distinguen estos limitantes en grupos que reconocieron como las 3 “Mu”, ya que todas empiezan con la sílaba mu: Muri-sobrecarga, mura-variabilidad, muda-desperdicio.

- **Sobrecarga o muri.** Es la disminución de la productividad de las actividades y de las personas cuando se les asigna una carga de trabajo que excede su capacidad, es decir, si a los colaboradores se les exige producir por encima de sus límites normales, o cuando a las máquinas se les hace producir por encima de su capacidad, se produce un agotamiento de los recursos más valiosos de la organización, generando así una disminución de la productividad.
- **Variabilidad o mura.** Es la falta de uniformidad generada desde los elementos de entrada de los procesos, como las especificaciones, los insumos, el entrenamiento, las habilidades, y los métodos; lo cual produce, a su vez, una falta de uniformidad en los procesos, lo que se convierte en la producción de productos que tampoco son uniformes, mostrando variabilidad.
- **Desperdicios o mudas.** Los desperdicios reducen diariamente la capacidad de las instituciones o empresas, ya que es cualquier otro esfuerzo ejecutado que no sea totalmente esencial para agregar valor al producto o servicio, los cuales acrecientan los costos y reducen el nivel de servicio, con lo cual afectan directamente con los resultados logrados por la empresa.

Definición de términos

Envasado: Parte integrante de un proceso de elaboración para conservar un producto.

Esbelta: Producción limpia.

Estandarización: Proceso de adaptar características en un procedimiento con el fin de que se asemejen a un modelo en común.

Manufactura: Proceso de fabricación de un producto elaborado con las manos o máquinas.

Producción: Todo tipo de actividad destinada a la elaboración de bienes o servicios.

Productividad: Relación entre lo que se ha producido y los recursos que se utilizaron para obtenerlos.

Materiales y métodos

Tipo y nivel de investigación

Es una investigación de tipo aplicada, se adapta el conocimiento de las herramientas de manufactura esbelta para incrementar la productividad en el proceso de envasado en un ingenio azucarero, buscando así solucionar los problemas identificados mediante la realidad problemática, transformando el conocimiento puro en conocimiento útil.

El nivel de investigación es descriptivo y explicativo, ya que se busca detallar las características, procesos y objetivos dentro del estudio para someterlo a un análisis, y, además, se buscará llegar a conocer el motivo del cual ocurre un hecho.

Diseño de investigación

Correlacional causal ya que se describirá la relación entre dos o más variables en un momento determinado.

Esquema del diseño:

$$X1 \longrightarrow X2$$

Donde:

- X1: Variable 1
- X2: Variable 2

Población, muestra y muestreo

Para la investigación se tomará como población la producción del proceso de envasado, la cual será medida durante el mes de enero del 2018 a diciembre 2019.

El tamaño de la muestra será igual a la población, es decir, la producción del proceso de envasado en el mes de enero del 2018 a diciembre 2019. y no hay muestreo, ya que la población es igual a la muestra.

Criterios de selección

Criterios de inclusión: La población comprende las fechas naturales, festivas y fines de semana de producción del proceso de envasado.

Criterios de exclusión: La población no se extiende a las paradas de fábrica de fin de mes y fin de año, según plan de producción.

Operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Rediseño del sistema de producción del proceso de envasado mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta para incrementar la productividad en un ingenio azucarero												
PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLES	MÉTODOS	TEMA	INDICADOR	FÓRMULA				
¿Cuál es el impacto del rediseño del sistema de producción del proceso de envasado mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta en la productividad en un ingenio azucarero?	El rediseño del sistema de producción del proceso de envasado mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta incrementa la productividad en un ingenio azucarero.	Incrementar la productividad con el rediseño del sistema de producción del proceso de envasado mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta en un ingenio azucarero.	Diagnosticar el sistema de producción del proceso de envasado en un ingenio azucarero	INDEPENDIENTE: Rediseño del sistema de producción del proceso de envasado	Control de calidad	Rediseño del sistema de gestión de control de calidad del área de envasado	Reprocesos	N° de reprocesos				
							Tiempo perdido	%Tiempo perdido				
							Rediseñar el sistema de producción del proceso de envasado mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta en un ingenio azucarero.	INDEPENDIENTE: Rediseño del sistema de producción del proceso de envasado	Análisis de método	Estandarización del proceso	Tiempo de ciclo	TC= Tiempo disponible/ unidades producidas
									Tiempo normal	$TN = \sum Xi / LC$ *LC: lecturas consistentes		
				INDEPENDIENTE: Rediseño del sistema de producción del proceso de envasado	Manufactura esbelta	Gestión de mantenimiento preventivo	Confiabilidad	$Co = MTBF / (MTBF + MTTR)$ *MTBF: Tiempo promedio entre fallas. *MTTR: Tiempo promedio para reparar				
						SMED	Tiempo de cambio	Tiempo de preparación = Tiempo de preparación interna + Tiempo de preparación externa				
			Evaluar económicamente el rediseño del sistema de	DEPENDIENTE:	Incremento de la productividad	Medición de la productividad	Productividad	$P = \text{Desempeño alcanzado} / \text{Recursos consumidos}$				

			producción del proceso de envasado mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta para incrementar la productividad en un ingenio azucarero.	Productividad del proceso de envasado.				
--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

Técnicas, instrumentos de recolección de datos

Técnicas: En la investigación se utilizará la técnica de la observación, donde se obtendrá datos de fuentes primarias.

Instrumentos: Como instrumento de recolección de datos se utilizará la hoja de registro de datos que permitirá registrar la descripción detallada de los sucesos observados.

Procedimientos

Para la recolección de datos del estudio el proceso a seguir se desarrollará de la siguiente manera: trabajo de campo, ordenamiento y codificación de datos, tabulación, tablas estadísticas, gráficos, análisis e interpretación.

Plan de procesamiento y análisis de datos

Los datos recolectados se procesarán utilizando el programa estadístico SPSS, el programa informático Microsoft Excel, lo que permitirá presentar los resultados a través de tablas y/o gráficos estadísticos.

Matriz de consistencia

Tabla 2. Matriz de consistencia

Rediseño del sistema de producción del proceso de envasado mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta para incrementar la productividad en un ingenio azucarero						
ÁREA	PROBLEMA	CAUSAS	METODOLOGÍA	TÉCNICAS/ HERRAMIENTAS	LOGRO	INDICADOR
PRODUCCIÓN	Baja productividad	Problemas de calidad: presencia de grumos y polvillo, presencia de insectos, material extraño.	Sistema de gestión de control de calidad	Rediseño del sistema de control de calidad del área de envasado	Reducir los procesos	N° de procesos
		Falta de estandarización del proceso.	Manufactura esbelta	Estandarizar el proceso	Reducir la demora del tiempo de operaciones	% de tiempo perdido
		Mantenimiento ineficiente		Realizar mantenimiento preventivo	Reducir la pérdida de tiempo en reparación de equipos	TC=Tiempo disponible/unidades producidas
		Mal diseño de faja transportadora		Integración de elevadores a fajas	Reducir el tiempo de cambio de formatos	Co=MTBF/(MTBF+MTTR)
		Escasas actividades de integración		Gestión de recursos humanos	Proponer actividades de integración: Plan anual de actividades de confraternización	Reducir rotación de personal

Fuente: Elaboración propia

Consideraciones Éticas

Consentimiento informado. Se permitirá a los participantes de la investigación decidir por sí mismos y respetar las decisiones que tomen, asegurando que comprendan la información proporcionada, que su participación sea voluntaria y libre de cualquier tipo de incentivos indebidos.

Respeto a los sujetos de investigación. Se protegerá la confidencialidad de la información privada, usando responsablemente la información obtenida en función de un servicio profesional, sin divulgar cualquier tipo de información sin previo consentimiento de la empresa.

Validez científica. La investigación se realizará con apropiada metodología que permita asegurar que los resultados respondan a las interrogantes que motivaron al desarrollo del estudio.

Resultados y discusión

I. Diagnosticar el sistema de producción del proceso de envasado en un ingenio azucarero

El proceso de envasado es el último proceso en una fábrica de azúcar y debe tener la capacidad de responder de la misma manera eficiente que los otros procesos productivos. El área de envasado de azúcar se encarga de embolsar en diferentes presentaciones de acuerdo a la demanda del mercado; por ello dicha área debe trabajar a su máxima capacidad.



Figura 1. Proceso de envasado de azúcar

Fuente: Empresa azucarera

a. Descripción del sistema de producción

En el área de envasado, el azúcar se descarga a través de la tolva hacia la pesadora. El proceso se realiza según la siguiente descripción:

i. Selección de tolva de envasado

El operador de envase en coordinación con el ingeniero de turno selecciona la tolva de donde se iniciará el envasado de azúcar.

ii. Llenado y pesado

Existe un operario pesador que coloca la bolsa en la boca de la descarga de la máquina pesadora, levanta el dispositivo de cierre y activa el llenado automático, el pesador verifica que el peso de la bolsa sea el exacto (50 kg).

iii. Costura de bolsa

Al terminar el llenado de la bolsa esta se traslada por un conductor/faja hacia la máquina cosedora. Hay un operario que realiza la costura de manera horizontal, para ello se presiona el pedal de accionamiento de la máquina de coser.

iv. Codificación

La bolsa ya cocida es trasladada por la faja transportadora hacia la codificadora. El ayudante de envase verifica de manera visual la correcta codificación.

v. Paletizado

La bolsa ya codificada es trasladada por la faja transportadora hacia el área de almacén para su paletizado. Hay 3 operarios que empaacan en grupos de 45 a los productos demorándose 5 minutos en el proceso.

vi. Limpieza

Finalizando el turno el personal de envase deberá limpiar su zona de trabajo. Esta actividad es realizada por todos los operarios al terminar sus labores.

Los tiempos que se han utilizado en el siguiente diagrama de análisis de procesos, se han obtenido mediante las observaciones realizadas dentro de la empresa, dichas observaciones fueron 5, las cuales se encuentran detalladas en el anexo 1, y a partir de ello, se obtuvo el tiempo observado promedio (TOP), el cual se utilizó para realizar los cálculos correspondientes.

b. Diagramas de análisis del proceso de producción de envasado

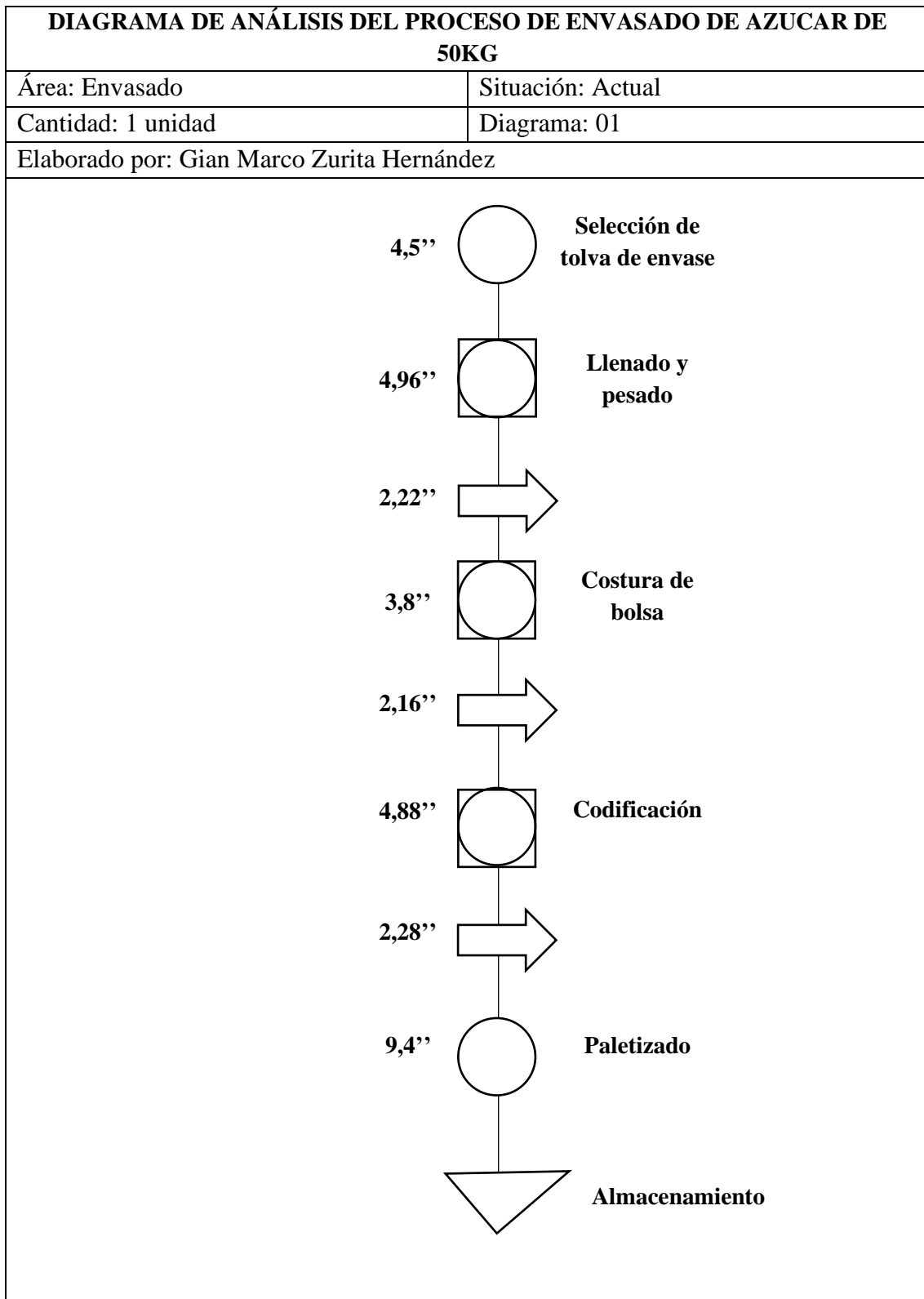


Figura 2. Diagrama de Análisis de proceso de Envasado de Azúcar de Kg

Fuente: Empresa azucarera

En la siguiente tabla se puede apreciar que, para la producción de una bolsa de azúcar, se obtiene un porcentaje de 81% de actividades productivas y un 19% de actividades improductivas, respecto al tiempo. Las actividades improductivas son ocasionadas por el transporte del producto, así como la limpieza del área al terminarlo.

Tabla 3. Resumen de las actividades productivas e improductivas del proceso

Producto	% Actividades productivas	% Actividades improductivas
Azúcar de 50 Kg	$\frac{4,5 + 4,96 + 3,8 + 4,88 + 9,4}{34,2} \times 100 = 81\%$	$\frac{2,22 + 2,16 + 2,28}{34,2} \times 100 = 19\%$

Fuente: Empresa azucarera

Causa raíz I: Falta de estandarización del proceso de envasado

c. Indicadores de productividad

Según Rodríguez, en un estudio de métodos, los principales indicadores a tomar en cuenta son los siguientes [1]:

i. Producción

Para determinar la producción y productividad del producto se ha considerado, un horario de 8 horas por turno, tres turnos por día y 26 días por mes.

Tabla 4. Producción de sacos de azúcar de 50Kg

Producto	Producción
Saco de azúcar de 50 Kg	2 526 und/d

Fuente: Empresa azucarera

ii. Productividad

En la siguiente tabla, se muestra la productividad de mano de obra del proceso de envasado de azúcar, en la cual se evidencia que la empresa actualmente tiene una productividad de mano de obra de 11,69 unidad/operario x hora.

Tabla 5. Productividad de la empresa azucarera

Producto	Productividad de mano de obra
Saco de azúcar de 50 Kg	$11,69 \frac{und}{op} \times h$

Fuente: Empresa azucarera

iii. Capacidad

A partir de los diagramas de análisis se puede determinar la capacidad de producción y cuello de botella [2]. Se ha concluido que la etapa de llenado y pesado es el cuello de botella, generando una capacidad de producción de 725 unidades/día, ya que solo cuenta con un operario para ese proceso, en cambio, el proceso de paletizado es realizado por 3 operarios, por lo que su capacidad va a aumentar a medida que haya más operarios realizando dicha actividad. Por otro lado, si se analiza todo el proceso de envasado en sí, se puede concluir que la empresa tiene una capacidad de producción actual de 105 unidades por hora.

Tabla 6. Resumen de las capacidades y cuello de botella

Proceso	Tiempo por unidad	Capacidad por estación de trabajo
Selección de tolva de envase	4,5	800,000
Llenado y pesado	4,96	725,806
Transporte por faja I	2,22	1621,622
Costura de bolsa	3,8	947,368
Transporte por faja II	2,16	1666,667
Codificación	4,88	737,705
Transporte por faja III	2,28	1578,947
Paletizado	9,4	382,979
Saco de azúcar envasado de 50 Kg	34,2 min/und	105,26 und/h

Fuente: Empresa azucarera

Una vez, obtenida la capacidad real de la empresa, se procede a calcular la capacidad de diseño. Para ello, se ha considerado la siguiente información:

Tabla 7. Cuadro resumen de la capacidad de la empresa

Indicador	Valor	Unidades
Tiempo de ciclo por unidad	0,570	min/lote
Tiempo disponible	1 440	min/día
Capacidad de diseño	2 526,31	lote/día

Fuente: Empresa azucarera

En un día, a nivel teórico la máxima producción es de 2 526 unidades. No obstante, la mano de obra no trabaja constantemente durante toda la jornada laboral, existen tiempos perdidos porque se van a los servicios higiénicos, se estiran, conversan, toman pausas,

entre otras causas. Por lo tanto, al tiempo total se le resta el porcentaje correspondiente a este tipo de actividades, lo que se le conoce como suplementos, tolerancias o concesiones de la medición del trabajo.

En la empresa manufacturera se consideró un porcentaje de suplemento del 15% [3], por lo que se trabajó con un porcentaje del 85% del tiempo de trabajo por turno (8 horas). Por eso, se multiplicó la capacidad de diseño por 85% que es el tiempo efectivo de trabajo de la mano de obra.

$$\textit{Capacidad efectiva} = 2\,526 \textit{ unidades} \times 0,85 = 2\,147 \textit{ unidades}$$

En la práctica, se asume este valor como si toda la producción o prestación del servicio se realiza de forma normal sin complicaciones, no obstante, lo más común es que ocurran tropiezos y problemas que no tienen relación con la mano de obra, pero que el área administrativa suele considerar, un factor de merma inherente de proceso, valor que es obtenido con base en registros basados en las causas de retraso, para este caso se aplicará el 80% [4],

$$\textit{Producción real} = 2\,147 \textit{ unidades} \times 0,80 = 1\,717 \textit{ unidades}$$

Con los valores de capacidad de diseño, producción real y capacidad efectiva calculados, se halló el porcentaje de utilización de la capacidad y eficiencia de producción.

$$\textit{Utilización} = \frac{\textit{Producción real}}{\textit{Capacidad de diseño}} = \frac{1\,717 \textit{ unidades}}{2\,526 \textit{ unidades}} \times 100 = 68\%$$

$$\textit{Eficiencia} = \frac{\textit{Producción real}}{\textit{Capacidad efectiva}} = \frac{1\,717 \textit{ unidades}}{2\,147 \textit{ lotes}} \times 100 = 80\%$$

Por lo tanto, en una jornada laboral de tres turnos, la empresa tiene un porcentaje de utilización del 68% y una eficiencia de 80%.

Por otro lado, para demostrar la demora en tiempo de operación por falta de estandarización, se ha analizado el área de envasado, específicamente la descarga del azúcar el cual se realiza mediante una tolva con una tasa de llegada con distribución normal con media de 12 segundos y una desviación estándar de 2 segundos hacia la pesadora. La siguiente figura muestra la simulación del proceso de envasado.

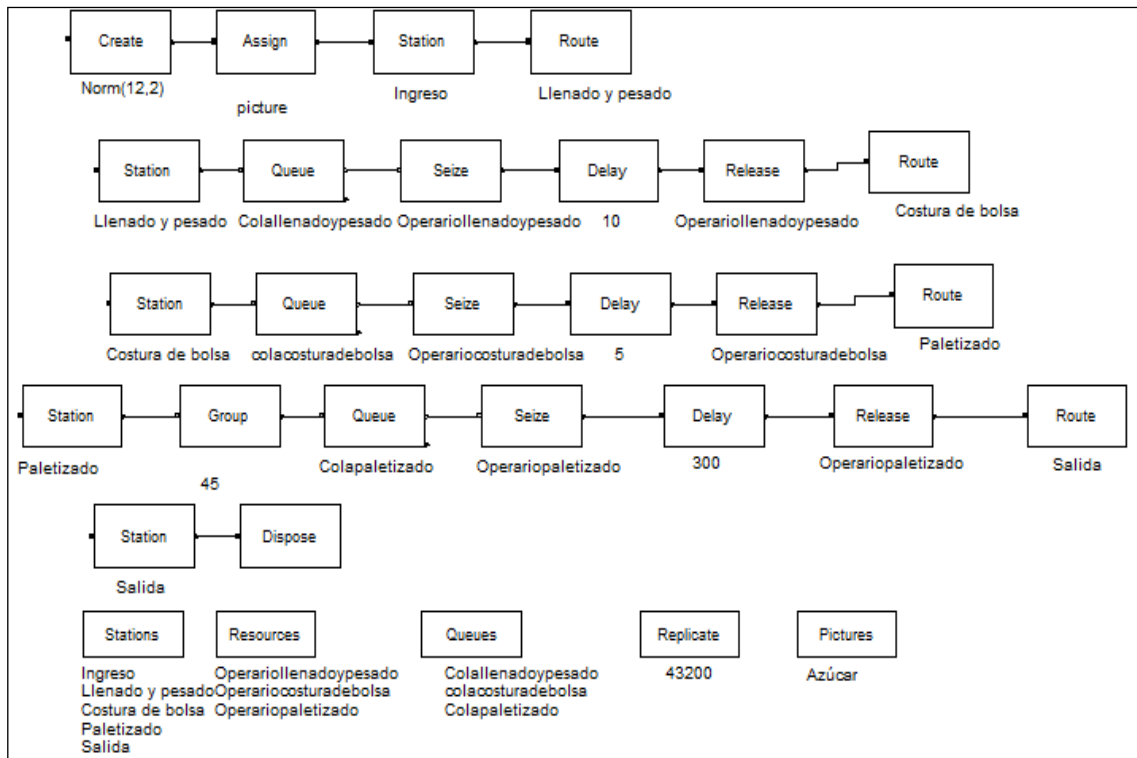


Figura 3. Simulación del proceso de envasado de azúcar

Fuente: Elaboración propia

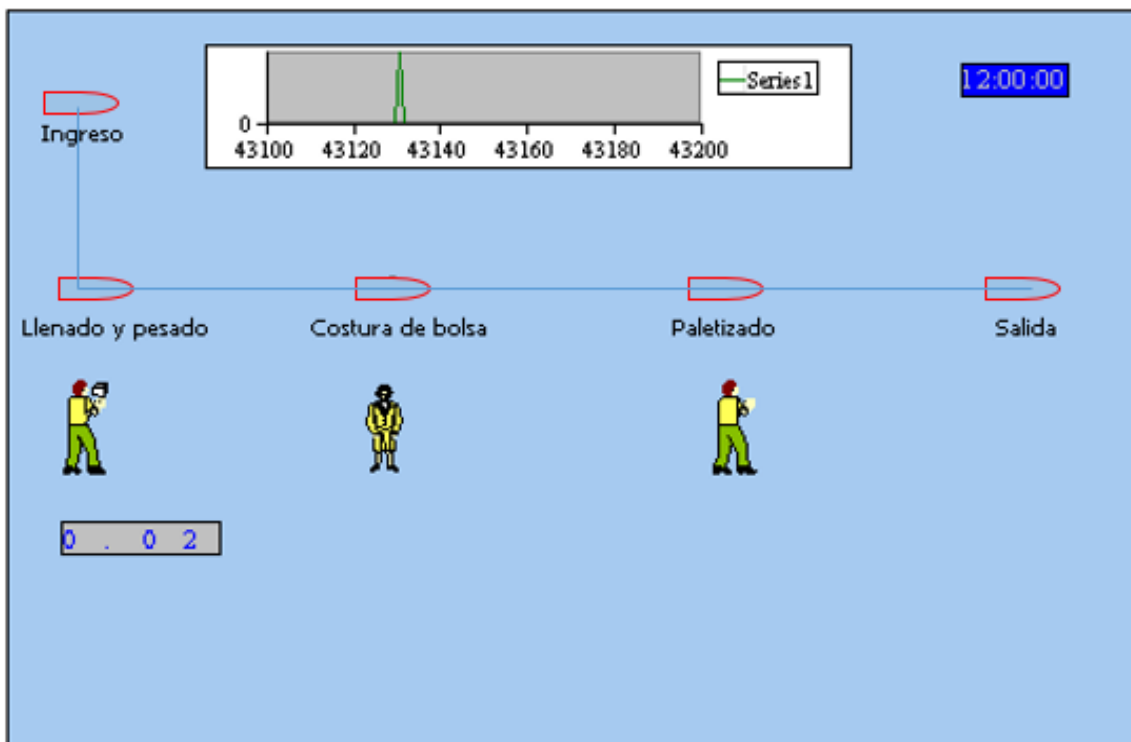


Figura 4. Simulación de tiempo promedio en cola

Fuente: Elaboración propia

El tiempo promedio en cola es de 0,24813 minutos en la actividad de llenado y pesado, con un tiempo de espera máximo de 6,4029 minutos y se trabaja con 1 operario a una tasa de utilización de 0,836, es decir 83,6 %.

ARENA Simulation Results					
Gian Zurita - License: STUDENT					
Summary for Replication 1 of 1					
Project: Unnamed Project			Run execution date : 8/16/2020		
Analyst: Gian Zurita			Model revision date: 8/16/2020		
Replication ended at time : 43200.0 Seconds					
Base Time Units: Seconds					
TALLY VARIABLES					
Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Colapaletizado.WaitingTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	80
colacosturadebolsa.WaitingTime	.00000	.00000	.00000	.00000	3615
Colalladenadoypesado.WaitingTime	.24813	.02155	.00000	6.4029	3616
DISCRETE-CHANGE VARIABLES					
Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
Operariopaletizado.NumberBusy	.55265	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Operariopaletizado.NumberScheduled	3.0000	(Insuf)	3.0000	3.0000	3.0000
Operariopaletizado.Utilization	.18422	(Insuf)	.00000	.33333	.33333
Operariocosturadebolsa.NumberBusy	.41840	.00249	.00000	1.0000	.00000
Operariocosturadebolsa.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Operariocosturadebolsa.Utilization	.41840	.00249	.00000	1.0000	.00000
Operariollenadoypesado.NumberBusy	.83698	.00492	.00000	1.0000	1.0000
Operariollenadoypesado.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Operariollenadoypesado.Utilization	.83698	.00492	.00000	1.0000	1.0000
Colapaletizado.NumberInQueue	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
colacosturadebolsa.NumberInQueue	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
Colalladenadoypesado.NumberInQueue	.02077	.00193	.00000	1.0000	.00000
OUTPUTS					
Identifier	Value				
Operariopaletizado.NumberSeized	80.000				
Operariopaletizado.ScheduledUtilization	.18422				
Operariocosturadebolsa.NumberSeized	3615.0				
Operariocosturadebolsa.ScheduledUtilizatio	.41840				
Operariollenadoypesado.NumberSeized	3616.0				
Operariollenadoypesado.ScheduledUtilizatio	.83698				
System.NumberOut	.00000				
Simulation run time: 0.57 minutes.					
Simulation run complete.					

Figura 5. Resultados de simulación

Fuente: ARENA Simulation Results

Por lo tanto, tal como se ha observado, la empresa tiene una demora en operación de 0,25 minutos al día, esto significa que son 90 minutos al año, y si se calcula en base a 540 bolsas, la empresa tendría una pérdida de hasta 42 120 soles, tal como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 8. Costo por demora en operación

Tiempo promedio en cola	Día (min)	Mes (min)	Año (min)	Bolsas	Costo (S/)
	0,25	7,5	90	540	42 120,00

Fuente: Elaboración propia

Causa II: Elevados reprocesos por problemas de calidad

Otro de los problemas presentados en la empresa, es la elevada cantidad de reprocesos generados por problemas en la calidad del producto, como son: color, presencia de grumos y polvillo, presencia de insectos, presencia de material extraño y de hierro.

A continuación, se muestra el proceso que sigue la empresa para la liberación de un producto terminado, en el cual están involucrados el ingeniero de procesos, el analista de especiales y producto terminado, el analista de microbiología, el jefe analista de costos y presupuestos y el jefe del departamento de control de calidad de azúcar y destilería.

Este proceso inicia con la fabricación del azúcar según las especificaciones del ingeniero de procesos, para ello el analista de PT realiza una muestra y ensayos cada 2 horas, respecto al color y la humedad. Si existe alguna desviación, se le informa al supervisor de procesos y este al Ing. de procesos, el cual realiza inmediatamente correcciones en el proceso productivo y si es necesario reprocesa; y este finalmente notifica al SAP la cantidad de bolsas producidas durante el periodo determinado. Si en caso no existe desviación, se realiza un análisis completo al composito cada 8 horas. Si el análisis está conforme, se libera el lote de sacos de azúcar para la venta, pero si en caso no es conforme, se realiza un control de producto terminado. Finalmente, el analista de microbiología por su parte muestra y realiza ensayos microbiológicos cada 5 bolsas por 8 horas y los reporta. La secuencia del proceso se muestra en el siguiente diagrama:

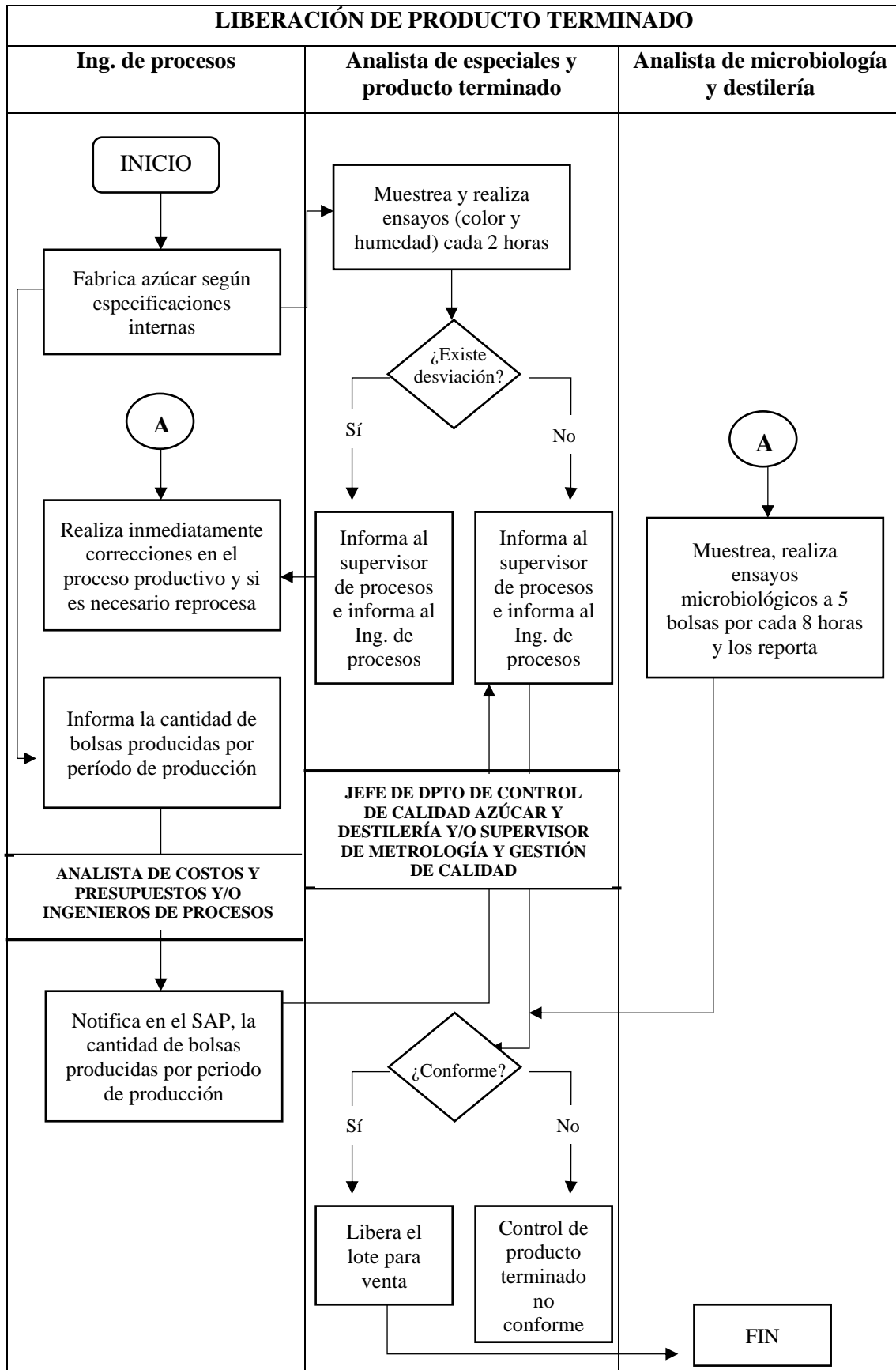


Figura 6. Diagrama del proceso de liberación de producto terminado

Fuente: Empresa azucarera

Durante el año 2018 se envasaron 2 321 253 bolsas de 50 kg, de los cuales se tuvo que reprocesar el 2,87%; esto representa un total de 66 577 bolsas, siendo el mes de junio donde más bolsas se reprocesaron por No conformidad. El costo por reproceso asciende a S/ 5,193,006.00.

Tabla 9. Status de conformidad de azúcar 50 Kg., año 2018

MES	PRODUCCIÓN	CONFORME	NO CONFORME	%		S/78.00 x bl.
				PC	PNC	
Enero	125 456	112 692	12 764	89,83%	10,17%	995 592,00
Febrero	71 841	70 188	1 653	97,70%	2,30%	128 934,00
Marzo	0	0	0	0,00%	0,00%	-
Abril	28 637	27 178	1 459	94,91%	5,09%	113 802,00
Mayo	78 435	74 266	4 169	94,68%	5,32%	325 182,00
Junio	122 296	105 774	16 522	86,49%	13,51%	1 288 716,00
Julio	251 374	236 973	14 401	94,27%	5,73%	1 123 278,00
Agosto	286 267	281 118	5 149	98,20%	1,80%	401 622,00
Septiembre	271 359	269 828	1 531	99,44%	0,56%	119 418,00
Octubre	288 014	287 816	198	99,93%	0,07%	15 444,00
Noviembre	535 340	530 176	5 164	99,04%	0,96%	402 792,00
Diciembre	262 234	258 667	3 567	98,64%	1,36%	278 226,00
Total	2 321 253	2 254 676	66 577	97,13%	2,87%	5 193 006,00

Fuente: Empresa azucarera

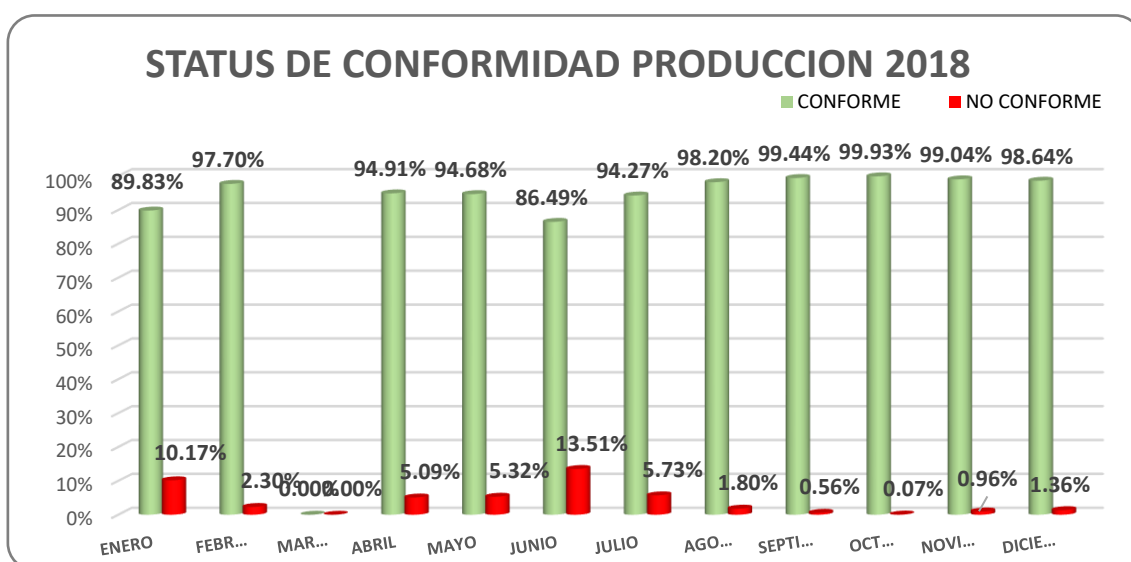


Figura 7. Status de conformidad de azúcar 50 Kg, año 2018

Fuente: Empresa azucarera

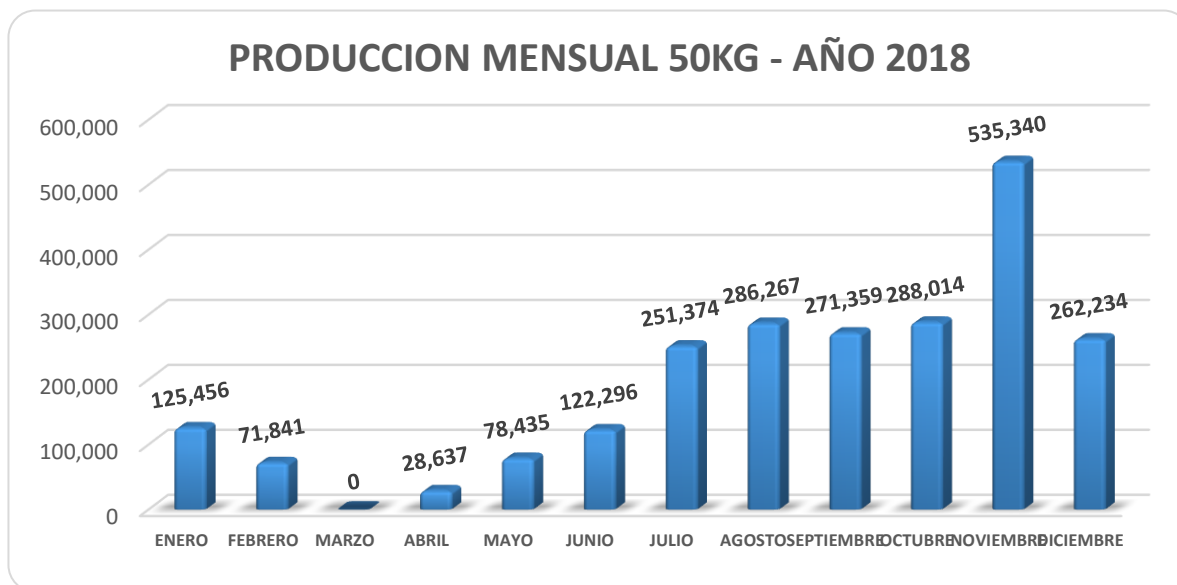


Figura 8. Producción mensual de azúcar 50 Kg, año 2018

Fuente: Empresa azucarera

Durante el año 2019 se envasaron 1 979 869 bolsas de 50 kg, de los cuales se tuvo que reprocesar el 1,67%, lo cual representa un total de 33 069 bolsas, siendo el mes de mayo donde más bolsas se reprocesaron por No conformidad. El costo por reproceso asciende a S/ 2,777,796.00.

Tabla 10. Status de conformidad de azúcar 50 Kg, año 2019

MES	TOTAL	CONFORME	NO CONFORME	%		S/.
				PC	PNC	S/84.00 x bl.
Enero	70 265	67 728	2 537	96,39%	3,61%	213 108,00
Febrero	0	0	0	0,00%	0,00%	-
Marzo	66 886	63 496	3 390	94,93%	5,34%	284 760,00
Abril	200 068	196 639	3 429	98,29%	1,74%	288 036,00
Mayo	118 128	111 574	6 554	94,45%	5,87%	550 536,00
Junio	186 580	178 507	8 073	95,67%	4,52%	678 132,00
Julio	249 191	247 442	1 749	99,30%	0,70%	146 916,00
Agosto	233 177	231 739	1 438	99,38%	0,62%	120 792,00
Septiembre	193 487	193 007	480	99,75%	0,25%	40 320,00
Octubre	270 113	269 329	784	99,71%	0,29%	65 856,00
Noviembre	178 181	178 181	0	100,00%	0,00%	-
Diciembre	213 793	209 158	4 635	97,83%	2,17%	389 340,00
Total	1 979 869	1 946 800	33 069	98,33%	1,67%	2 777 796,00

Fuente: Empresa azucarera

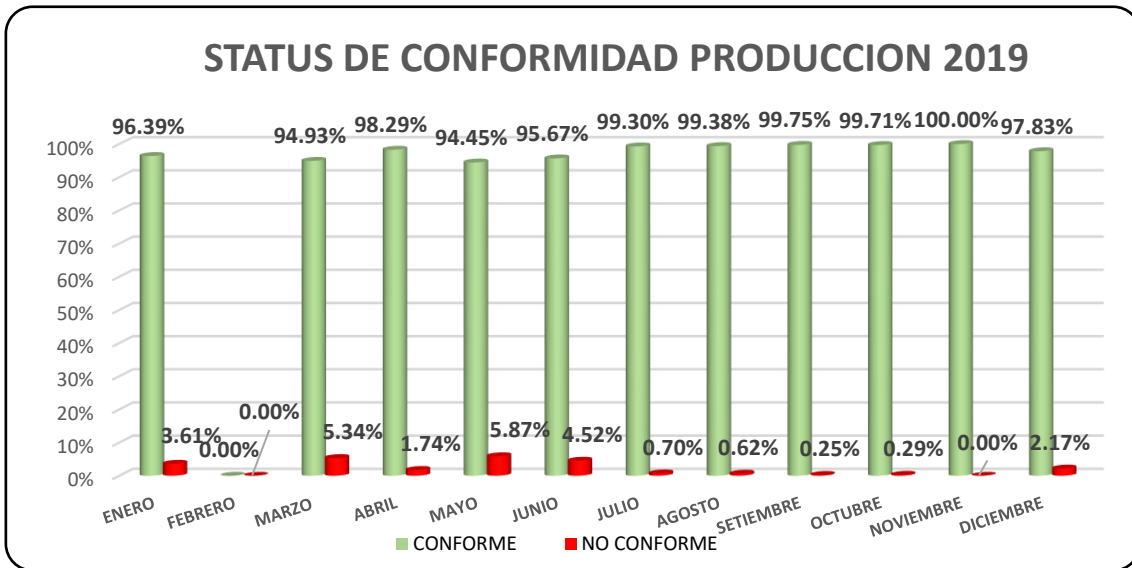


Figura 9. Status de conformidad de azúcar 50 Kg, año 2019

Fuente: Empresa azucarera

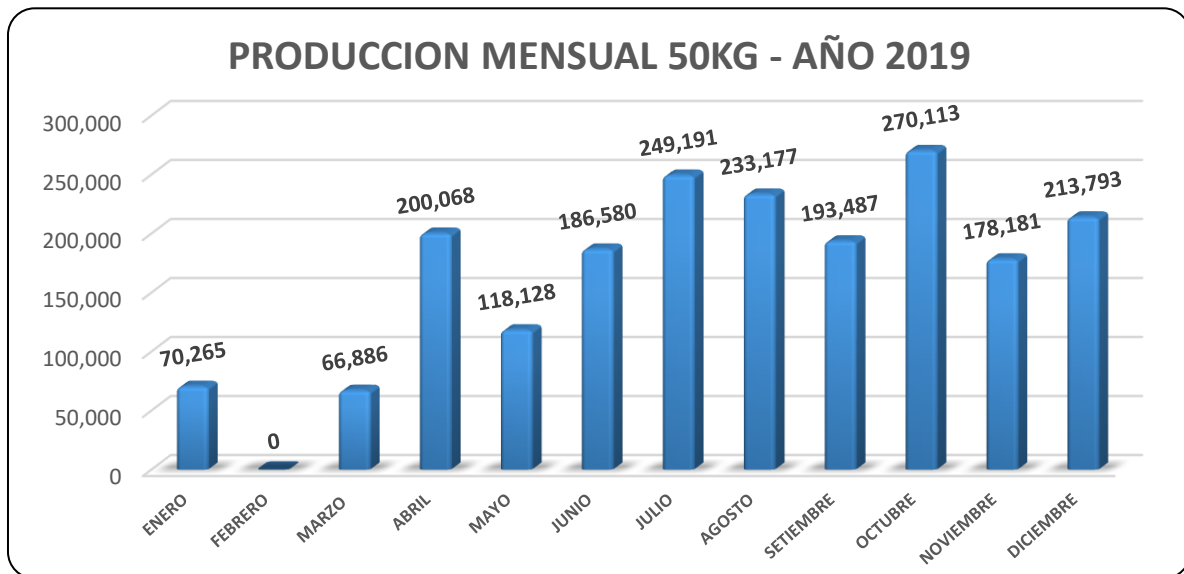


Figura 10. Producción mensual de azúcar 50 Kg, año 2019

Fuente: Empresa azucarera

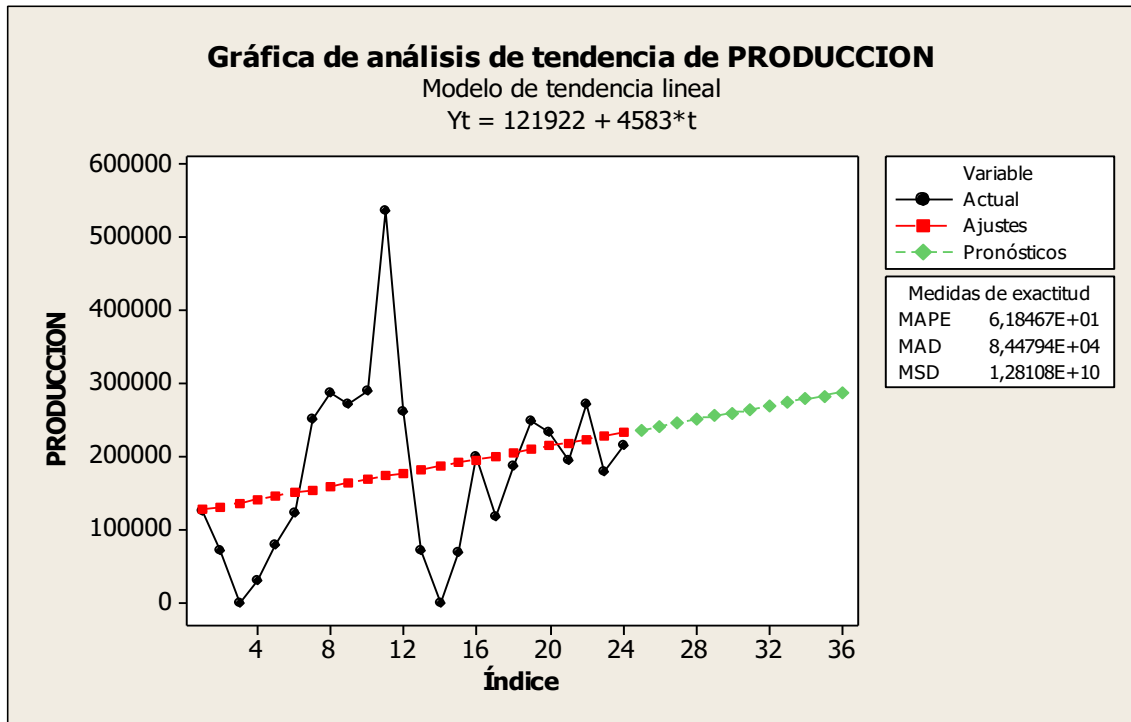


Figura 11. Análisis de Tendencia de Producción

Fuente: Empresa azucarera

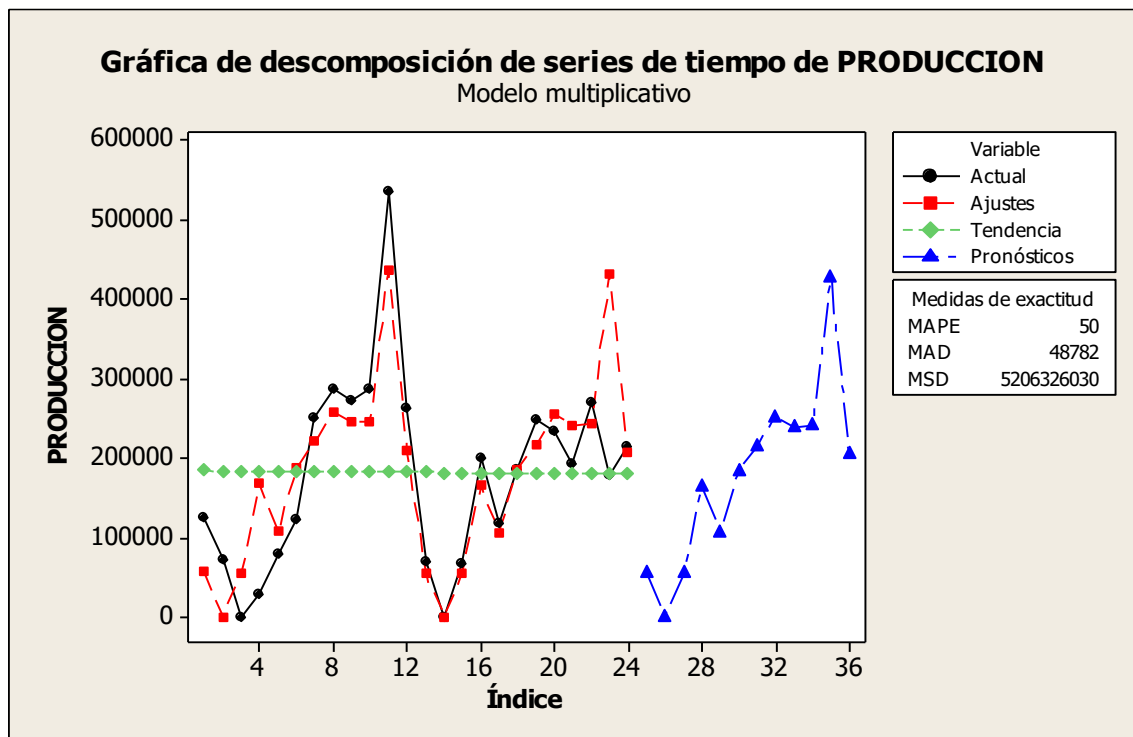


Figura 12. Descomposición de series de tiempo de Producción

Fuente: Empresa azucarera

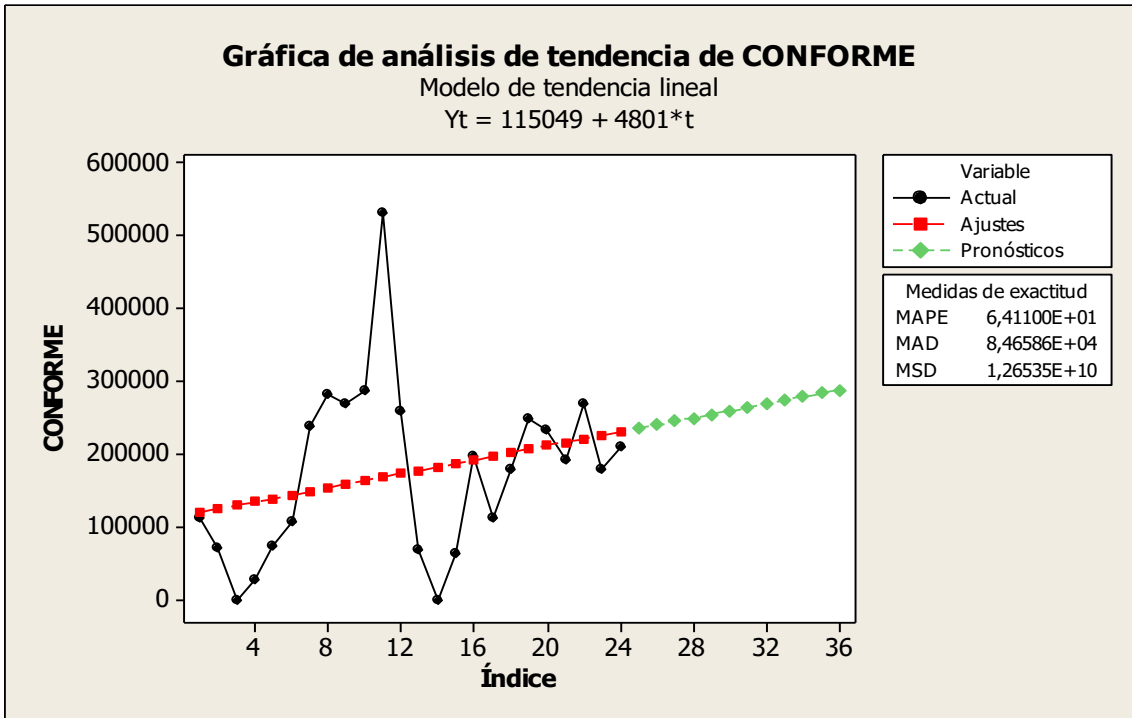


Figura 13. Análisis de tendencia de Conforme

Fuente: Empresa azucarera

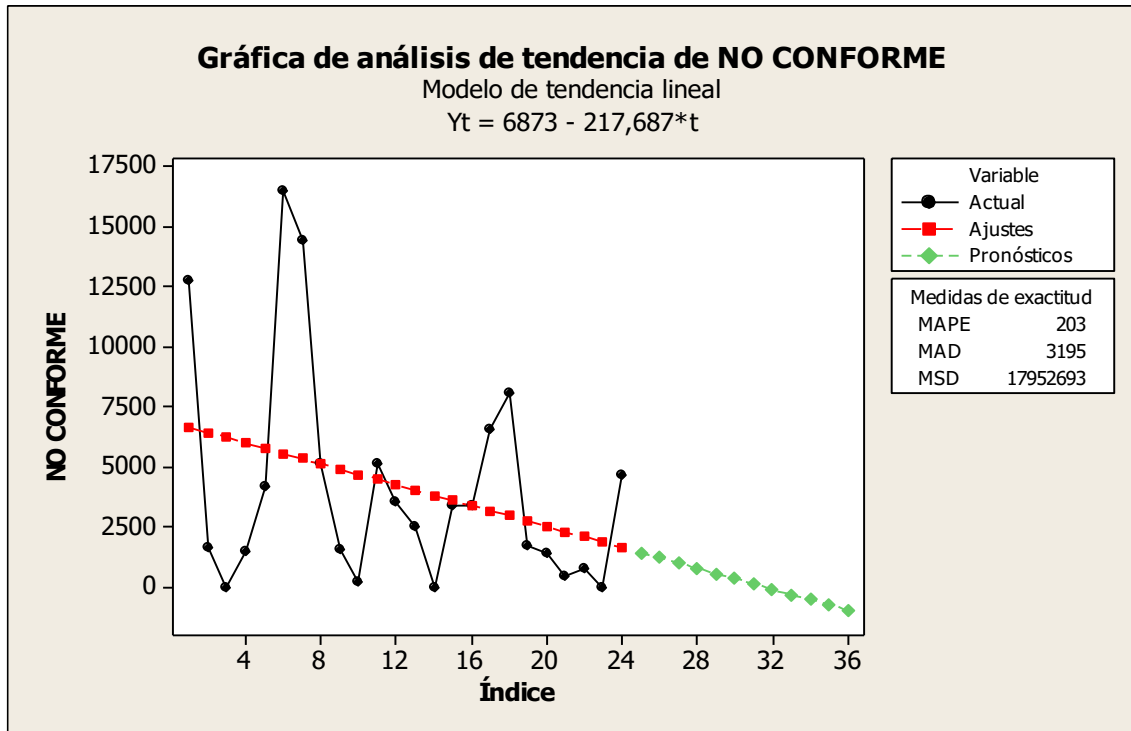


Figura 14. Análisis de tendencia de No Conforme

Fuente: Empresa azucarera

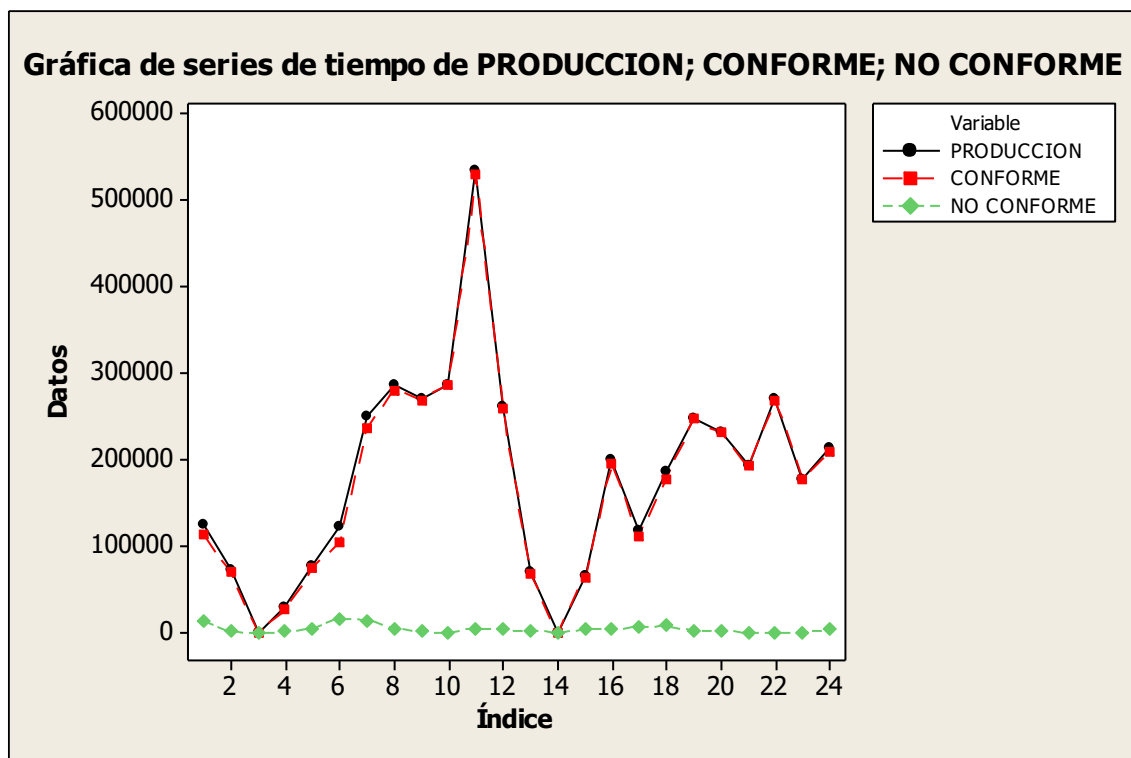


Figura 15. Series de tiempo de producción, conforme, no conforme

Fuente: Empresa azucarera

Tal como se observa en las gráficas anteriores, la empresa posee un porcentaje de No conformidad bastante recurrente en todos los meses, en especial en el mes de marzo y mayo con un 5,34% y 5,87% respectivamente. Asimismo, se puede evidenciar que, los meses de mayor producción de bolsas de azúcar son los meses de julio y octubre con 249 191 unidades y 279 113 unidades respectivamente. Por último, según las gráficas de análisis la empresa posee una tendencia lineal de producción, que, según los pronósticos, a medida que vaya aumentando la producción, también aumentará los productos no conformes, representado en un promedio de 2,51% por mes.

Causa III: Pérdida de tiempo en reparación de equipos por mantenimiento

La empresa posee un proceso para realizar su mantenimiento preventivo, el cual involucra al jefe de mantenimiento, al ingeniero de mantenimiento, al ingeniero de confiabilidad, al asistente SAP, al mecánico, al electricista, al jefe del departamento de almacén y a la jefatura del área usuaria. Este proceso da inicio con la elaboración de los planes de mantenimiento por parte del ingeniero de confiabilidad y es revisado por el jefe de mantenimiento, el cual se encarga de dar la orden para que procesa el trabajo y se pueda iniciar con el proceso. Luego, el ingeniero de confiabilidad realiza la jerarquización de O.T y comunica al supervisor, quien se encarga de designar al personal correspondiente para su ejecución. Posteriormente, el grupo de mecánicos, electricistas, lubricador y calderero realizan la revisión preliminar y reportan la necesidad de los materiales y repuestos que utilizarán al asistente SAP, quien verifica la disponibilidad de los recursos clasificándolos por materiales de reposición. Si estos son materiales de reposición, crea la reserva de materiales requeridos, si en caso no lo fueran genera un SOLPED manual. Finalmente, el mecánico junto con su equipo ejecuta la O.T, mediante la supervisión del ingeniero y jefe de mantenimiento, quienes comunican al jefe de Área Usuaria, el cual será el encargado de darle conformidad al proyecto para que el Asistente SAP pueda realizar los indicadores correspondientes, siendo revisados estos por el jefe de mantenimiento.

El siguiente diagrama muestra el proceso que sigue la empresa para la ejecución del mantenimiento preventivo dentro de sus instalaciones:

Según el diagnóstico realizado en la empresa, la balanza es la máquina principal que presenta fallas, se observa que a lo largo del año 2018 no se ha superado la meta del indicador “tiempo medio entre fallas (MTBF)”, siendo el mes de agosto donde se obtuvo el valor más alto, 1 415 minutos en promedio que la máquina se encontró trabajando sin tener ningún problema. El indicador “tiempo medio para reparar (MTTR)” durante el 2018 en promedio es 14 minutos, tiempo medio que el área de mantenimiento se toma para reparar, una vez que el equipo se detiene y volver a poner la máquina en funcionamiento, tal como se puede apreciar, estos valores se encuentran por encima de los máximos establecidos.

Para el año 2019 al igual que el 2018 no se ha superado la meta del indicador “tiempo medio entre fallas (MTBF)”, siendo el mes de diciembre donde se obtuvo el valor más alto, 1 429 minutos en promedio que la máquina se encontró trabajando sin tener ningún problema. El indicador “tiempo medio para reparar (MTTR)” durante el 2019 en promedio fue de 13 minutos.

Tabla 11. Tiempo medio entre fallas (MTBF), 2018

BALANZA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Corte	31-Ene-18	28-Feb-18	31-Mar-18	30-Abr-18	31-May-18	30-Jun-18	31-Jul-18	31-Ago-18	30-Set-18	31-Oct-18	30-Nov-18	31-Dic-18
Tiempo Disponible	44,640	84,960	129,600	172,800	217,440	260,640	305,280	349,920	393,120	437,760	480,960	524,160
Tiempo Muerto	455	838	1,275	1,642	2,099	2,506	2,925	3,312	3,707	4,100	4,460	4,881
N° de Fallas	33	61	92	122	153	183	214	245	276	307	337	368
MTBF Real (min)	1,339	1,379	1,395	1,403	1,407	1,411	1,413	1,415	1,411	1,413	1,414	1,411
MTBF Meta	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
MTTR Real (min)	14	14	14	13	14	14	14	14	13	13	13	13
MTTR Meta	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Comprobación	44,640	84,960	129,600	172,800	217,440	260,640	305,280	349,920	393,120	437,760	480,960	524,160
Resultado	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO

Fuente: Empresa azucarera

Tabla 12. Tiempo medio entre fallas (MTBF), 2019

BALANZA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Corte	31-Ene-19	28-Feb-19	31-Mar-19	30-Abr-19	31-May-19	30-Jun-19	31-Jul-19	31-Ago-19	30-Set-19	31-Oct-19	30-Nov-19	31-Dic-19
Tiempo Disponible	44,640	84,960	129,600	172,800	217,440	260,640	305,280	349,920	393,120	437,760	480,960	525,600
Tiempo Muerto	416	799	1,236	1,632	2,031	2,414	2,816	3,214	3,596	3,989	4,030	4,030
N° de Fallas	31	59	90	120	151	181	212	243	273	304	334	365
MTBF Real (min)	1,427	1,426	1,426	1,426	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427	1,428	1,429
MTBF Meta	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
MTTR Real (min)	13	14	14	14	13	13	13	13	13	13	12	11
MTTR Meta	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Comprobación	44,640	84,960	129,600	172,800	217,440	260,640	305,280	349,920	393,120	437,760	480,960	525,600
Resultado	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO

Fuente: Empresa azucarera

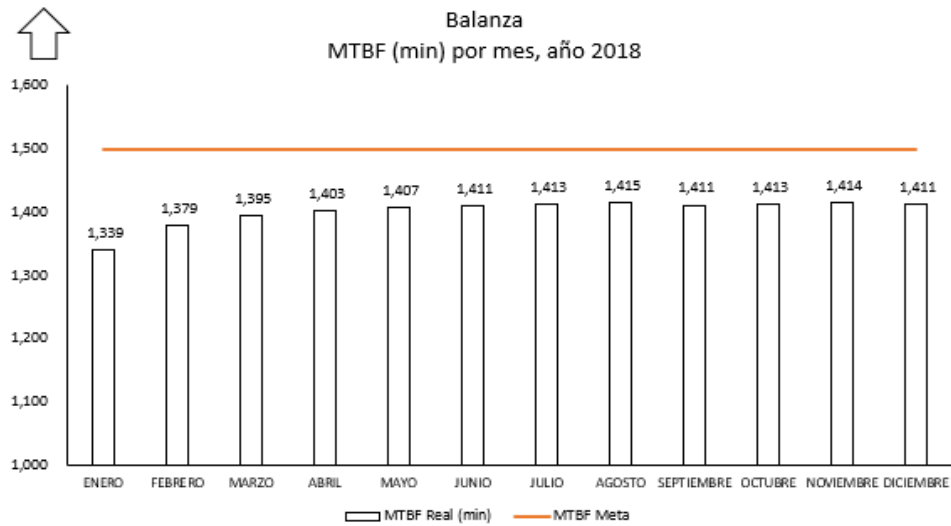


Figura 17. Tiempo medio entre fallas (MTBF), 2018

Fuente: Empresa azucarera

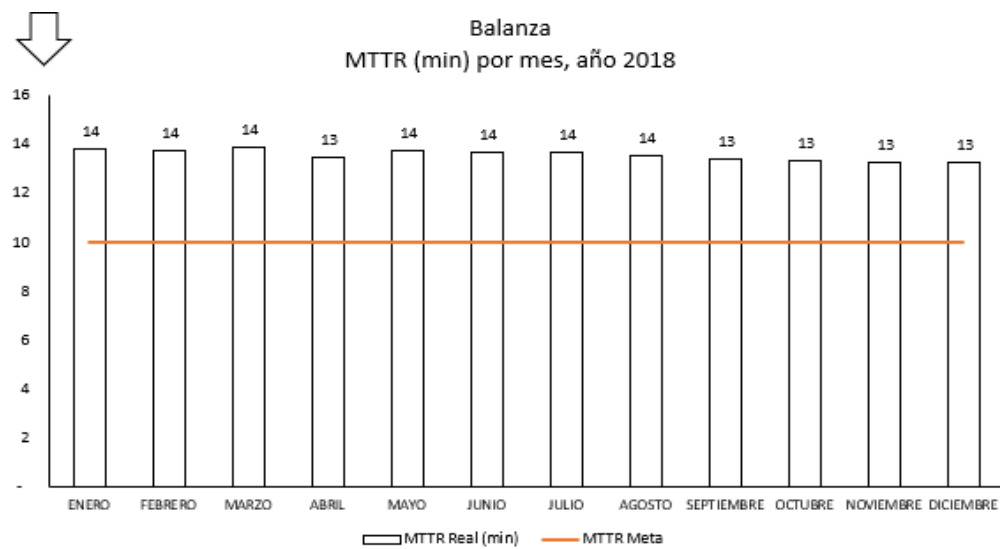


Figura 18. Tiempo medio para reparar (MTTR), 2018

Fuente: Empresa azucarera

Tabla 13. Costo por tiempo de reparación 2018

	COSTOS POR TIEMPO DE REPARACION 2018												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Tiempo medio para reparar (min)	14	14	14	13	14	14	14	14	13	13	13	13	S\$76,284.00
Nº bolsas (min)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Total de bolsas	84	84	84	78	84	84	84	84	78	78	78	78	
Costo total	S\$6,552.00	S\$6,552.00	S\$6,552.00	S\$6,084.00	S\$6,552.00	S\$6,552.00	S\$6,552.00	S\$6,552.00	S\$6,084.00	S\$6,084.00	S\$6,084.00	S\$6,084.00	

Fuente: Empresa azucarera

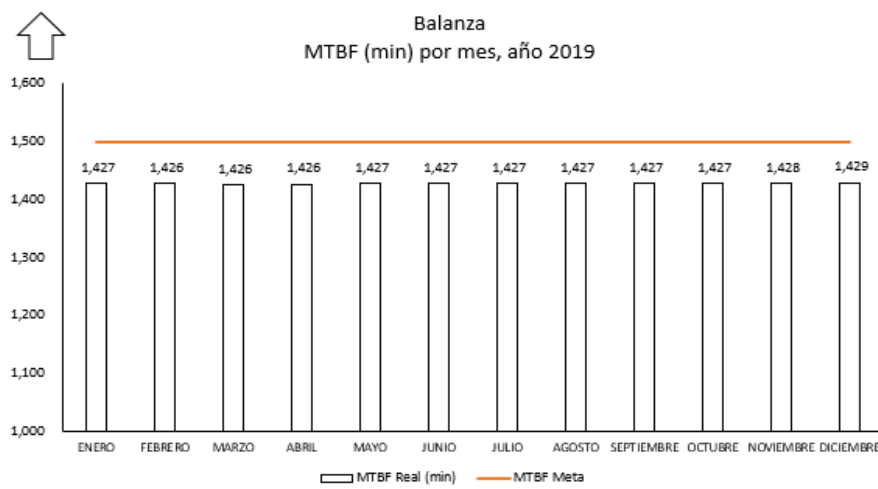


Figura 19. Tiempo medio entre fallas (MTBF), 2019

Fuente: Empresa azucarera

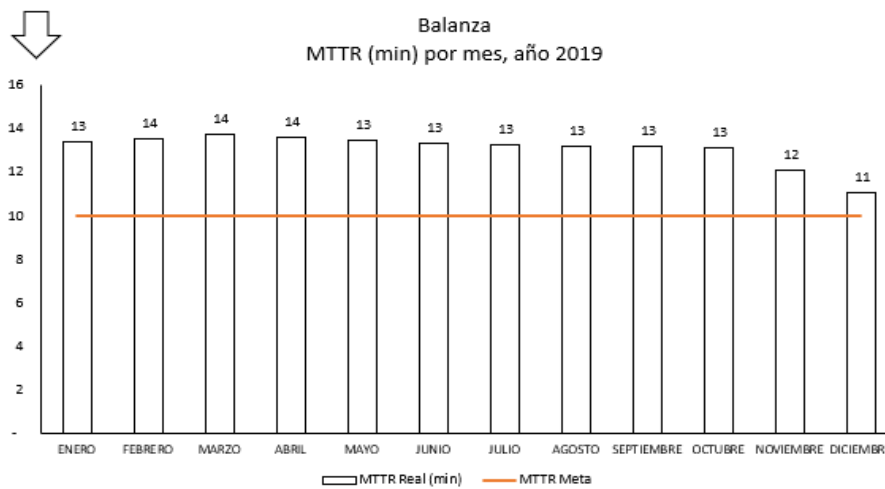


Figura 20. Tiempo medio para reparar (MTTR), 2019

Fuente: Empresa azucarera

Tabla 14. Costos por tiempo de reparación 2019

	COSTOS POR TIEMPO DE REPARACIÓN 2019												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Tiempo medio para reparar (min)	13	14	14	14	13	13	13	13	13	13	12	11	S/78,624.00
Nº bolsas (min)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Total de bolsas	78	84	84	84	78	78	78	78	78	78	72	66	
Costo total	S/6,552.00	S/7,056.00	S/7,056.00	S/7,056.00	S/6,552.00	S/6,552.00	S/6,552.00	S/6,552.00	S/6,552.00	S/6,552.00	S/6,048.00	S/5,544.00	

Fuente: Empresa azucarera

Tal como se observa, en el 2018 la empresa tuvo un promedio de tiempo medio entre fallas de 1,40 minutos, siendo el MTBF meta 1,5, es decir 0,1 minutos por debajo de la meta. Asimismo, presenta un tiempo medio para reparar de 13,58 minutos, muy por encima del MTTR meta el cual es del 10 minutos. Para el año 2019, sucede casi lo mismo, no obstante, tanto el valor del MTBF real y el MTTR fueron superiores al valor meta, en un 0,427 minutos y 4 minutos respectivamente.

Por otro lado, según los análisis de costos, el mayor costo por tiempo de reparación se presenta en los meses de enero a agosto con un costo total de 6 552 soles, a excepción del mes de abril con un costo de 6 084 soles. Esto representa un costo total de S/ 76 284 durante el año 2018 y S/ 78 624 para el año 2019.

Causa IV. Elevada rotación de personal por escasas actividades de integración

Uno de los principales factores de este problema es el mal clima laboral ya que trabajan durante 12 horas, sin actividades de bienestar del trabajador que contribuyan a un mejor clima laboral, no cuentan con actividades de relajación como una sala de descanso y juegos, días libres y celebración de cumpleaños, etc.

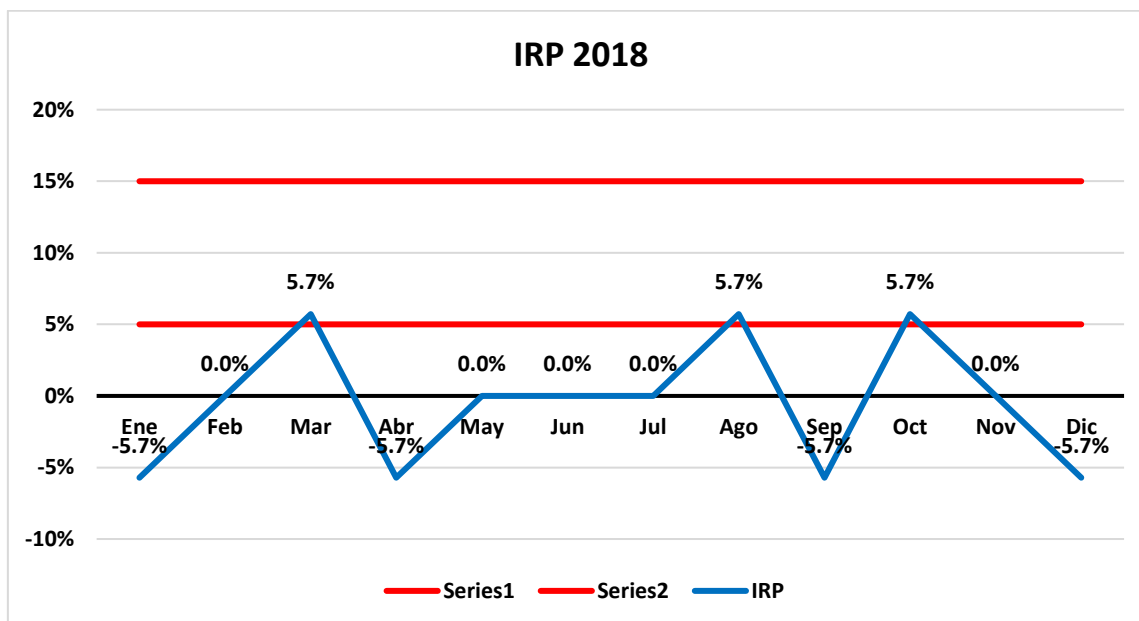
Tabla 15. Índice de rotación de personal 2018 del área de envasado

Índice de Rotación de Personal 2018									
	N° de personas contratadas durante el periodo	Personas desvinculadas durante el periodo			N° trabajadores existentes al inicio del periodo	N° de trabajadores al final del periodo	IRP	IRP aceptables	
		Bajas: Despidos renuncias	Jubilaciones-Defunciones	Bajas totales				5%	15%
Ene	2	3	0	3	18	17	-5.71%	5%	15%
Feb	1	1	0	1	17	17	0.00%	5%	15%
Mar	1	0	0	0	17	18	5.71%	5%	15%
Abr	2	3	0	3	18	17	-5.71%	5%	15%
May	2	2	0	2	17	17	0.00%	5%	15%
Jun	1	1	0	1	17	17	0.00%	5%	15%
Jul	0	0	0	0	17	17	0.00%	5%	15%
Ago	1	0	0	0	17	18	5.71%	5%	15%
Sep	2	3	0	3	18	17	-5.71%	5%	15%
Oct	1	0	0	0	17	18	5.71%	5%	15%
Nov	0	0	0	0	18	18	0.00%	5%	15%
Dic	2	3	0	3	18	17	-5.71%	5%	15%
TOTAL	15	16	0	16					

Fuente: Empresa azucarera

Tal como se puede observar, solamente en 3 meses del año (marzo, agosto, octubre) se obtuvo índices de rotación de personal aceptable (5,71%), y en los meses de enero, abril, setiembre, y diciembre tenemos una rotación negativa (-5,7%), lo que indica que no se está contratando al personal.

Figura 21. Índice de Rotación de Personal 2018 del área de envasado



Fuente: Empresa azucarera

Durante el año 2018, se tuvo 16 personas desvinculadas de la empresa, figurando el principal motivo el mal clima laboral, seguido del bajo salario

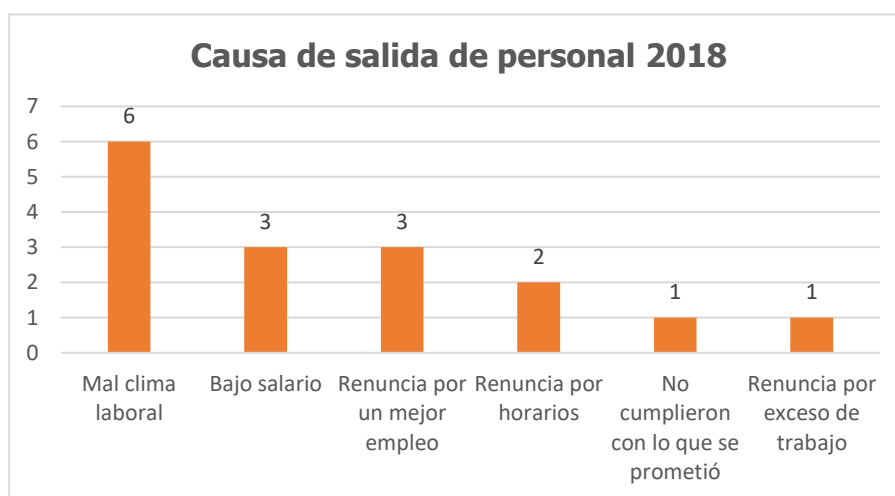


Figura 22. Causa de salida de personal 2018 del área de envasado

Fuente: Empresa azucarera

Tabla 16. Costos de rotación de personal 2018 del área de envasado

COSTOS DE ROTACION PERSONAL 2018 DEL AREA DE ENVASADO														
COSTOS	FORMULA (DATOS MENS)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
C.R.P. (Costo reclutamiento de personal/persona)	Salario mensual persona encargada del reclutamiento de personal * Tiempo invertido en la labor	S/600.00	S/200.00	S/0.00	S/400.00	S/400.00	S/200.00	S/0.00	S/0.00	S/600.00	S/0.00	S/0.00	S/600.00	S/3,000.00
C.S.P. (Costo selección de personal/persona)	Salario mensual persona encargada de la selección de personal * Tiempo invertido en la labor	S/150.00	S/50.00	S/0.00	S/150.00	S/100.00	S/50.00	S/0.00	S/0.00	S/150.00	S/0.00	S/0.00	S/150.00	S/800.00
C.V.P (Costo de contratación de personal/persona)	Salario mensual persona encargada de la contratación de personal * Tiempo invertido en la labor	S/200.00	S/66.67	S/0.00	S/200.00	S/133.33	S/66.67	S/0.00	S/0.00	S/200.00	S/0.00	S/0.00	S/200.00	S/1,066.67
C.I.P (Costo inducción de personal/persona)	Salario mensual persona encargada de la inducción de personal * Tiempo invertido en la labor	S/125.00	S/41.67	S/0.00	S/125.00	S/83.33	S/41.67	S/0.00	S/0.00	S/125.00	S/0.00	S/0.00	S/125.00	S/666.67
C.C.P. (Costo capacitación de personal/persona)	Salario mensual persona encargada de la capacitación de personal * Tiempo invertido en la labor o valor de las capacitaciones del mes (si se hizo con empresas externas)	S/800.00	S/266.67	S/0.00	S/800.00	S/533.33	S/266.67	S/0.00	S/0.00	S/800.00	S/0.00	S/0.00	S/800.00	S/4,266.67
C.L.P (Costo liquidación de personal/persona)	Salario mensual persona encargada de la liquidación de personal * Tiempo invertido en la labor	S/150.00	S/50.00	S/0.00	S/150.00	S/100.00	S/50.00	S/0.00	S/0.00	S/150.00	S/0.00	S/0.00	S/150.00	S/800.00
TOTAL COSTOS	Σ C.R.P.+C.S. P+C.V. P+C.I. P+C.C.P.+C-L-P	S/2,025.00	S/675.00	S/0.00	S/1,825.00	S/1,350.00	S/675.00	S/0.00	S/0.00	S/2,025.00	S/0.00	S/0.00	S/2,025.00	S/10,600.00

Fuente: Empresa azucarera

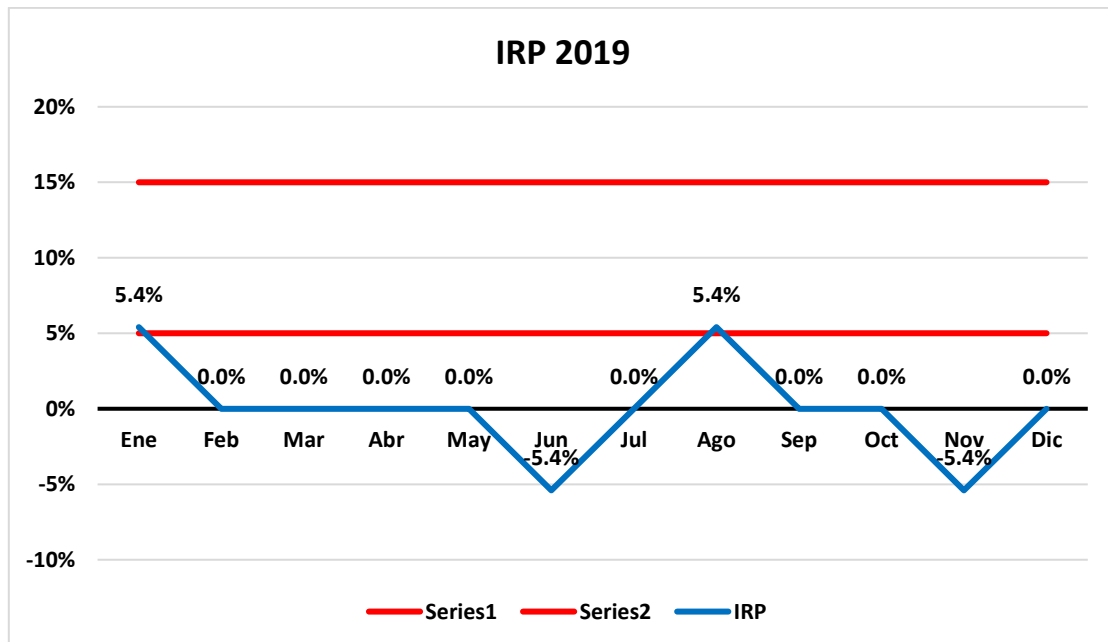
Para el año 2019 solamente en enero y agosto se obtuvo índices de rotación de personal aceptable (5,71%), y en los meses de junio, y noviembre tenemos una rotación negativa (-5,7%), lo que indica que no se está contratando al personal.

Tabla 17. Índice de rotación de personal 2019 del área de envasado

Índice de Rotación de Personal 2019									
	N° de personas contratadas durante el periodo	Personas desvinculadas durante el periodo			N° trabajadores existentes al inicio del periodo	N°de trabajadores al final del periodo	IRP	IRP aceptables	
		Bajas: Despidos renuncias	Jubilaciones-Defunciones	Bajas totales				5%	15%
Ene	2	1	0	1	18	19	5,41%	5%	15%
Feb	1	1	0	1	19	19	0,00%	5%	15%
Mar	1	1	0	1	19	19	0,00%	5%	15%
Abr	2	2	0	2	19	19	0,00%	5%	15%
May	2	2	0	2	19	19	0,00%	5%	15%
Jun	1	2	0	2	19	18	-5,41%	5%	15%
Jul	1	1	0	1	18	18	0,00%	5%	15%
Ago	1	0	0	0	18	19	5,41%	5%	15%
Sep	2	2	0	2	19	19	0,00%	5%	15%
Oct	1	1	0	1	19	19	0,00%	5%	15%
Nov	1	2	0	2	19	18	-5,41%	5%	15%
Dic	2	2	0	2	18	18	0,00%	5%	15%
TOTAL	17	17	0	17					

Fuente: Empresa azucarera

Figura 23. Índice de Rotación de Personal 2019 del área de envasado



Fuente: Empresa azucarera

Durante el año 2019, se tuvo 17 personas desvinculadas de la empresa, figurando el principal motivo el bajo salario y el mal clima laboral.

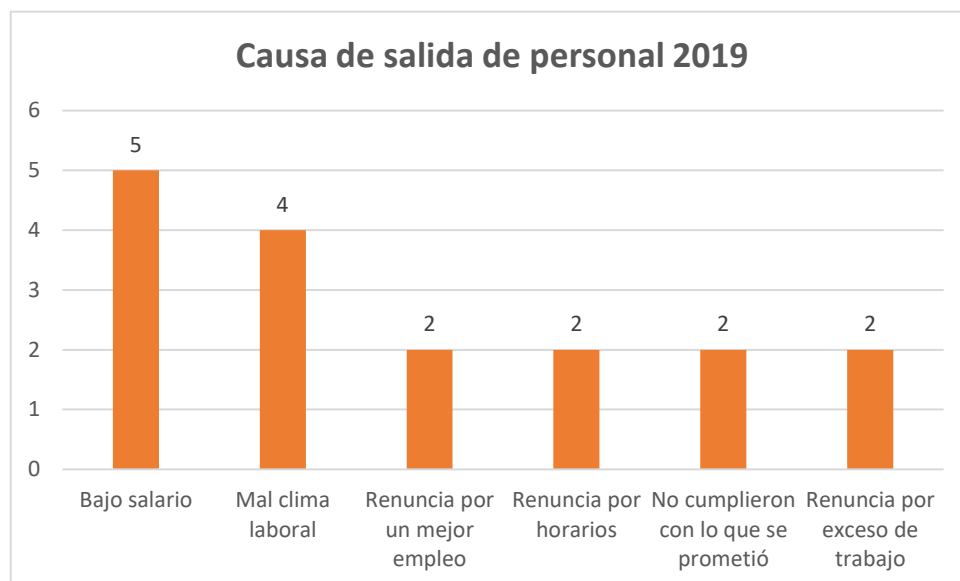


Figura 24. Causa de salida de personal 2019 del área de envasado

Fuente: Empresa azucarera

Tabla 18. Costos de rotación de personal 2019 del área de envasado

COSTOS DE ROTACION PERSONAL 2019 DEL AREA DE ENVASADO														
COSTOS	FORMULA (DATOS MENS)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
C.R.P. (Costo reclutamiento de personal/persona)	Salario mensual persona encargada del reclutamiento de personal * Tiempo invertido en la labor	S/200.00	S/200.00	S/200.00	S/400.00	S/400.00	S/400.00	S/200.00	S/0.00	S/400.00	S/200.00	S/400.00	S/400.00	S/3,400.00
C.S.P. (Costo selección de personal/persona)	Salario mensual persona encargada de la selección de personal * Tiempo invertido en la labor	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/100.00	S/100.00	S/100.00	S/50.00	S/0.00	S/100.00	S/50.00	S/100.00	S/100.00	S/850.00
C.V.P (Costo de contratación de personal/persona)	Salario mensual persona encargada de la contratación de personal * Tiempo invertido en la labor	S/66.67	S/66.67	S/33.33	S/133.33	S/133.33	S/133.33	S/66.67	S/0.00	S/133.33	S/66.67	S/133.33	S/133.33	S/1,100.00
C.I.P (Costo inducción de personal/persona)	Salario mensual persona encargada de la inducción de personal * Tiempo invertido en la labor	S/41.67	S/41.67	S/41.67	S/83.33	S/83.33	S/83.33	S/41.67	S/0.00	S/83.33	S/41.67	S/83.33	S/83.33	S/708.33
C.C.P. (Costo capacitación de personal/persona)	Salario mensual persona encargada de la capacitación de personal * Tiempo invertido en la labor ó valor de las capacitaciones del mes (si se hizo con empresas externas)	S/266.67	S/266.67	S/266.67	S/533.33	S/533.33	S/533.33	S/266.67	S/0.00	S/533.33	S/266.67	S/266.67	S/533.33	S/4,266.67
C.L.P (Costo liquidación de personal/persona)	Salario mensual persona encargada de la liquidación de personal * Tiempo invertido en la labor	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/100.00	S/100.00	S/100.00	S/50.00	S/0.00	S/100.00	S/50.00	S/100.00	S/100.00	S/850.00
TOTAL COSTOS	ΣC.R.P.+C.S.P+C.V.P+C.I.P+C.C.P.+C.L.P	S/675.00	S/675.00	S/641.67	S/1,350.00	S/1,350.00	S/1,350.00	S/675.00	S/0.00	S/1,350.00	S/675.00	S/1,083.33	S/1,350.00	S/11,175.00

Fuente: Empresa azucarera

Causa Raíz 5. Pérdida de tiempo en cambio de presentación debido al mal diseño de fajas transportadoras.

En el ingenio azucarero existen 5 diferentes presentaciones: 50 kg de papel, 50 kg y 25 kg de polipropileno para azúcar rubia, 50 kg y 25 kg de polipropileno liner para azúcar blanca, el cambio de presentación depende de la demanda del mercado, lo cual es manifestado por el área comercial para ejecutar estos cambios de presentación. Sin embargo, las fajas transportadoras se encuentran diseñadas para una sola presentación que es la de 50kg. Durante el 2018 sólo se envasaron bolsas de 25kg en el mes diciembre, en este cambio de 50kg a 25kg adaptan la faja transportadora colocando tacos para aumentar su altura, dicho procedimiento toma aproximadamente media hora.

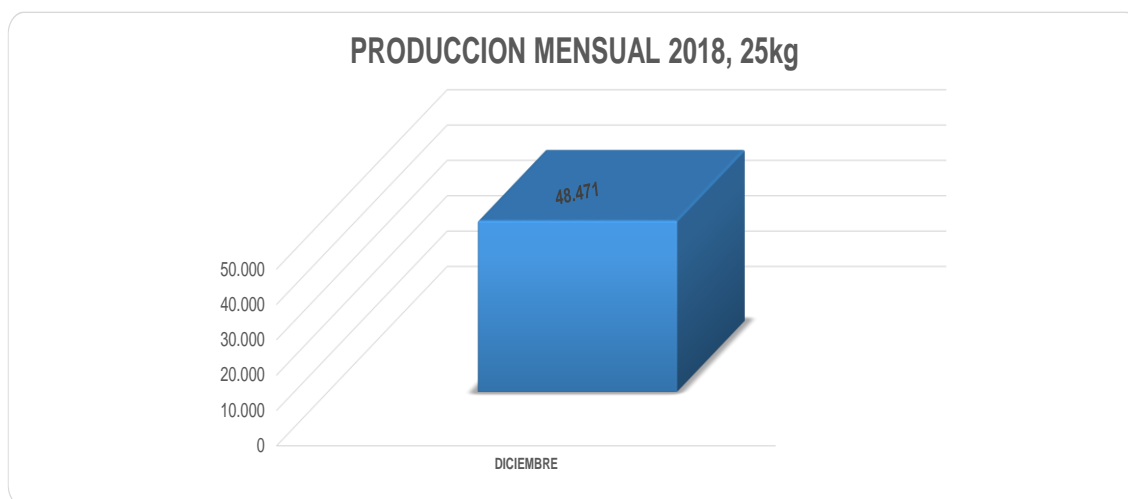


Figura 25. Producción mensual de bolsas de 25kg durante el 2018

Fuente: Empresa azucarera

Tabla 19. Status de conformidad de azúcar 25 Kg, 2018

	STATUS DE CONFORMIDAD PRODUCCION 2018				
	TOTAL	CONFORME	NO CONFORME	%	
				PC	PNC
DICIEMBRE	48471	45790	2681	94%	6%
TOTAL AÑO	48471	45790	2681	94%	6%

Fuente: Empresa azucarera

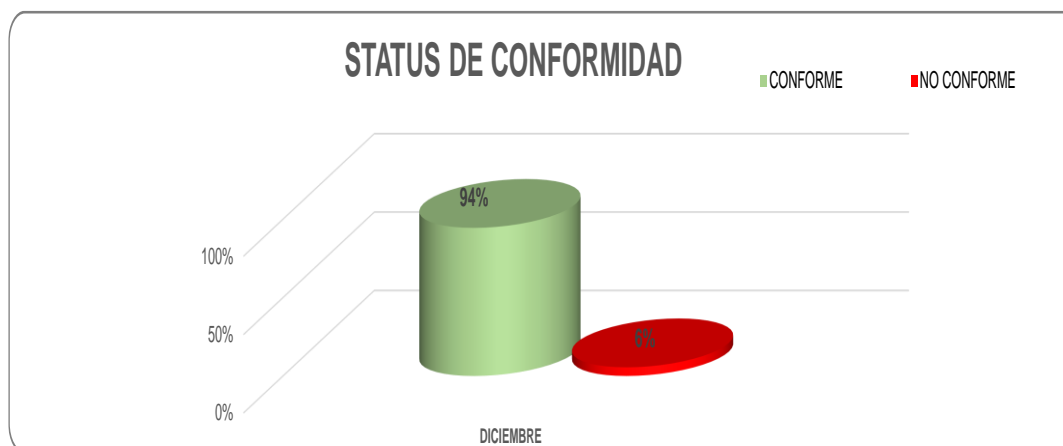


Figura 26. Status de conformidad de azúcar 25 Kg, 2018

Fuente: Empresa azucarera

Tabla 20. Costo por cambio de presentación 2018

COSTO POR CAMBIO DE PRESENTACION 2018		
	DIC	COSTO
Tiempo cambio (min)	28	S/13,104.00

Fuente: Empresa azucarera

Tabla 21. Conformidad de producción 2019

STATUS DE CONFORMIDAD PRODUCCION 2019					
MES	TOTAL	CONFORME	NO CONFORME	%	
				PC	PNC
ABRIL	2229	2184	45	98%	2%
MAYO	22.944	22.061	883	96%	4%
JUNIO	2.343	2.343	0	100%	0%
AGOSTO	12.056	12.056	0	100%	0%
SETIEMBRE	1.973	1.973	0	100%	0%
NOVIEMBRE	10.296	10.296	0	100%	0%
TOTAL	51.841	50.913	928	98%	2%

Fuente: Empresa azucarera

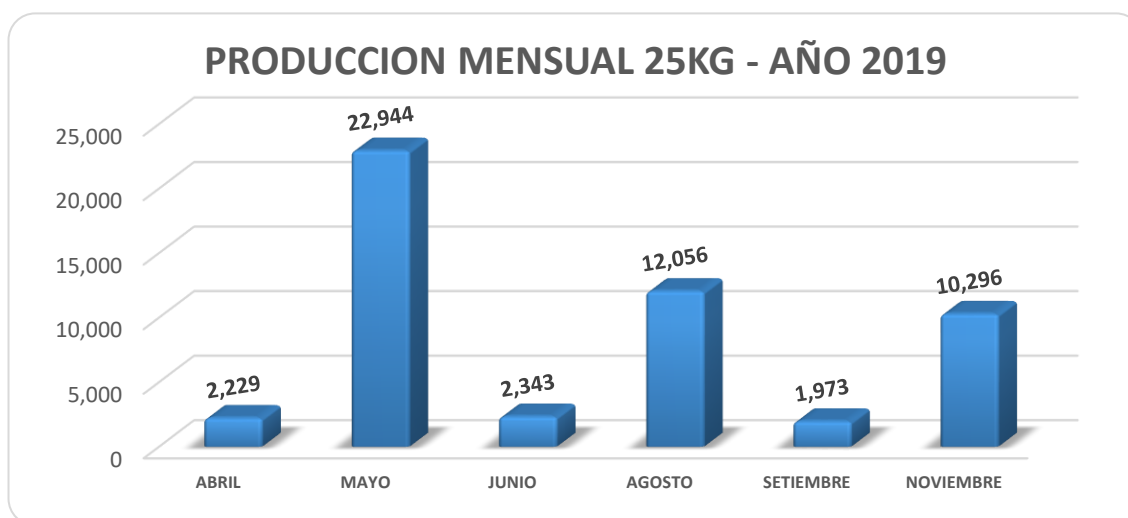


Figura 27. Producción mensual de bolsa de 25 kg, 2019

Fuente: Empresa azucarera

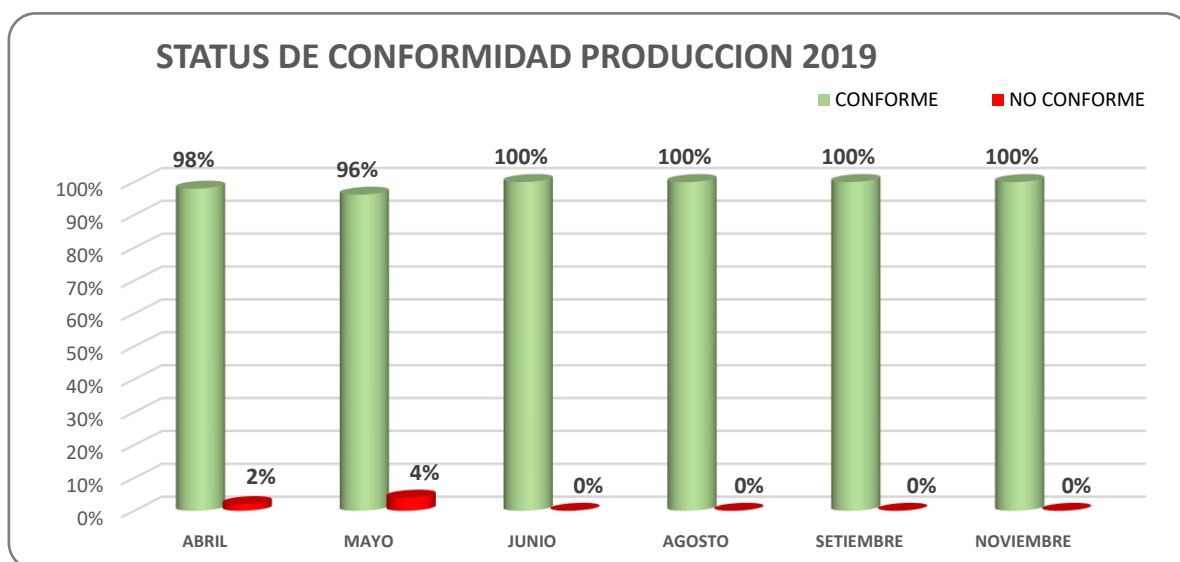


Figura 28. Conformidad de producción 2019

Fuente: Empresa azucarera

Tabla 22. Costo por cambio de presentación 2019

	COSTO POR CAMBIO DE PRESENTACION						COSTO TOTAL
	ABRIL	MAYO	JUNIO	AGOSTO	SET	NOV	
Tiempo cambio (min)	20	18	26	38	31	24	S/79,128.00
Costo	S/10,080.00	S/9,072.00	S/13,104.00	S/19,152.00	S/15,624.00	S/12,096.00	

Fuente: Empresa azucarera

II. Rediseñar el sistema de producción del proceso de envasado mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta en un ingenio azucarero

Mejora I: Estandarización del proceso de envasado de la empresa azucarera

Para hallar el tiempo estándar, se utilizó la calificación del sistema Westinghouse el cual evalúa cuatro factores como: la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. (Anexo 2).

- Factor de calificación del proceso de envasado de azúcar de 50 Kg.

Los operarios encargados de la elaboración de la etapa de envasado son 8, sus características se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 23. Análisis comparativo de los operarios del proceso de envasado

Operario	Edad	Tiempo de servicio	Grado de instrucción	Capacitación	Función
Op 1	35 años	3 años	Técnico	Sí	Encargado de tolva envase
Op 2	30 años	5 años	Técnico	Sí	Encargado de llenado
Op 3	29 años	4 años	Técnico	Sí	Encargado de pesado
Op 4	37 años	7 años	Técnico	Sí	Encargado de costura
Op 5	31 año	5 años	Técnico	Sí	Encargado de costura
Op 6	36 años	5 años	Técnico	Sí	Encargado de codificación
Op 7	28 años	2 años	Técnico	Sí	Encargado de paletizado
Op 8	32 años	5 años	Técnico	Sí	Encargado de paletizado
Op 9	43 años	8 años	Técnico	Sí	Encargado de paletizado

Fuente: Empresa azucarera

Para el primer proceso de envasado se analizó los factores de calificación para todos los operarios:

Tabla 24. Evaluación de los factores de calificación

Operario	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Factor calificación
Op 1	+0,03	+0,02	+0,02	+0,01	1,08
Op 2	+0,03	+0,02	+0,02	+0,01	1,08
Op 3	+0,03	+0,02	+0,02	+0,01	1,08
Op 4	+0,03	+0,02	+0,02	+0,01	1,08
Op 5	+0,03	+0,02	+0,02	+0,01	1,08
Op 6	+0,03	+0,02	+0,02	+0,01	1,08
Op 7	+0,03	+0,02	+0,02	+0,01	1,08
Op 8	+0,03	+0,02	+0,02	+0,01	1,08
Op 9	+0,03	+0,02	+0,02	+0,01	1,08

Fuente: Westinghouse Electric Company

Una vez determinado el factor de calificación, se determina el tiempo normal, el cual se obtiene a través de la multiplicación del tiempo promedio por el factor de utilización. Finalmente, se halló el tiempo estándar utilizando los siguientes suplementos: NP= necesidades personales, F= fatiga, TP= trabajo en pie, I= intensidad y UF= uso de fuerza. (ver anexo 3) Asimismo, se debe considerar que durante el proceso de envase solo se utiliza mano de obra masculina y existen procesos en las que no intervienen, por lo que tanto el factor de calificación y suplementos será 0.

Tabla 25. Tiempo estándar del proceso de envasado

N	Actividad	Tiempo promedio (s)	Factor calificación	Tiempo normal (s)	Suplementos					Tiempo estándar (s)
					NP	F	TP	I	UF	
1	Selección de tolva de envase	4,50	1,08	4,860	5	4	2	0	1	5,44
2	Llenado y pesado	4,96	1,08	5,357	5	4	2	2	1	6,11
3	Transporte por faja I	2,22	1,08	2,398	0	0	0	0	0	2,40
4	Costura de bolsa	3,80	1,08	4,104	5	4	2	2	1	4,68
5	Transporte por faja II	2,16	1,08	2,333	0	0	0	0	0	2,33
6	Codificación	4,88	1,08	5,270	5	4	2	2	1	6,01
7	Transporte por faja III	2,28	1,08	2,462	0	0	0	0	0	2,46
8	Paletizado	9,40	1,08	10,152	5	4	2	2	58	17,36
9	Almacenamiento	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		34,20								46,79

Fuente: Empresa azucarera

Para realizar el análisis de equilibrio se utilizó los tiempos estándar calculado anteriormente, este análisis se detalla a continuación:

- Análisis de equilibrio para el proceso de envasado de azúcar de 50 Kg.

Para realizar un mejor análisis se realizarán los cálculos en base a minutos. Por lo tanto, se tomarán los tiempos utilizados por día, para mayor facilidad de los puestos de trabajo. Considerando ello, el tiempo total de producción para su elaboración es 46,79 segundos o 0,79 minutos.

Tabla 26. Tiempo estándar para el proceso de envasado

N°	Actividad	Tiempo estándar (s)	Tiempo exacto (min)
1	Selección de tolva de envase	5,44	0,091
2	Llenado y pesado	6,11	0,102
3	Transporte por faja I	2,40	0,040
4	Costura de bolsa	4,68	0,078
5	Transporte por faja II	2,33	0,039
6	Codificación	6,01	0,100
7	Transporte por faja III	2,46	0,041
8	Paletizado	17,36	0,289
TOTAL		46,79	0,78 minutos

Fuente: Empresa azucarera

- Equilibrio del tiempo de las actividades

$$\text{Tiempo equilibrado} = \frac{0,78 \text{ min/unidad}}{5} = 0,16 \text{ min}$$

Se puede tener un tiempo equilibrado de 0,16 minutos.

- Producción diaria

$$\text{Producción diaria} = \frac{8 \text{ h}}{\text{día}} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{h}} \times \frac{3 \text{ turnos}}{\text{d}} \times \frac{1}{0,16 \text{ min}} = 9\ 232 \text{ unidades}$$

Se obtendría una producción diaria de 9 232 unidades

- Número de estaciones

Para encontrar los puestos de trabajo se realiza con la siguiente fórmula:

$$\text{Número de estaciones} = \frac{\text{Tiempo producción} \times \text{producción diaria}}{\text{Tiempo operación disponible}}$$

$$\# \text{ puesto de trabajo} = \frac{0,78 \frac{\text{minutos}}{\text{unidad}} \times 9\ 232 \frac{\text{lotes}}{\text{día}}}{1\ 440 \frac{\text{min}}{\text{día}}} = 5$$

Por lo tanto, se debe de contar con 5 estaciones de trabajo.

- Takt time, ciclo real y ciclo máximo

Una vez hallado el número de estaciones, se procede a determinar el tiempo de ciclo real y el ciclo teórico, los cuales se muestran a continuación:

$$\text{Ciclo real} = \frac{\text{Tiempo de ciclo}}{\text{N}^\circ \text{ de estaciones (redondeado al mayor)}} = \text{Ciclo máximo}$$

$$\text{Ciclo real} = \frac{0,78 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}}{5} = 0,1559 = \text{Ciclo máximo}$$

Se obtuvo un tiempo de ciclo real de 0,1559 minutos/unidad, el cual es el mismo valor del ciclo máximo de producción.

Por lo tanto, se agruparon las estaciones para tener una producción más equilibrada. Cabe recalcar que el takt time es de 0,159 minutos/lote, ya que se tiene que adaptar al cuello de botella que en este caso vendría a ser el tiempo de llenado y pesado.

- Número de trabajadores

$$\text{Número de trabajadores} = \frac{0,78 \frac{\text{min}}{\text{lote}}}{0,16} = 5 \text{ trabajadores}$$

En función a este valor las operaciones se deberán agrupar en 5 estaciones ya que el ciclo real es igual al takt time, por lo que, la siguiente figura muestra el diagrama de precedencia con las estaciones agrupadas. Por lo tanto, según lo calculado, la empresa debería tener un mínimo de 5 operarios en el proceso de envasado.

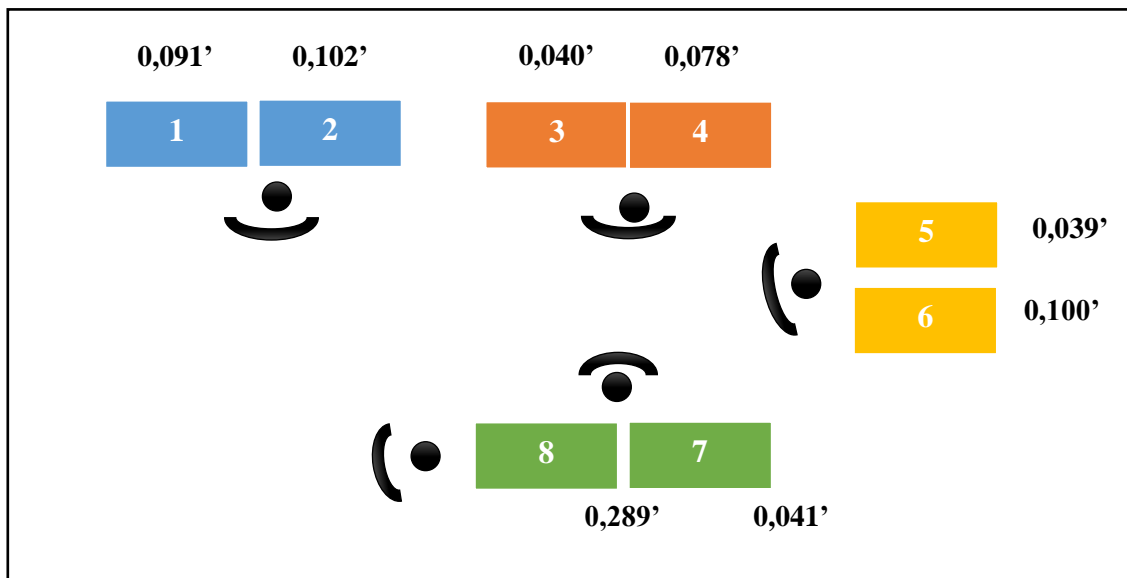


Figura 29. Estaciones de Trabajo para el envasado de sacos de azúcar de 50 kg

Fuente: Empresa azucarera

Tal como se observa en la figura anterior cada operario está encargado de las actividades en específico, el primero de ellos estará encargado de la primera actividad que consiste en la selección de la tolva de llenado y al mismo tiempo de la etapa de llenado y pesado de bolsas. Posteriormente, un operario se encargará del proceso de cosido y otro de la etapa de codificado. Finalmente, 2 operarios se encargarán del proceso de paletizado.

Una vez, que se ha estandarizado el proceso de producción mediante la determinación de células de producción y el tiempo de flujo equilibrado, se procede a calcular los nuevos indicadores de productividad la siguiente información:

Tabla 27. Cuadro resumen de la capacidad de la empresa

Indicador	Valor	Unidades
Tiempo de ciclo por unidad	0,156	min/und
Tiempo disponible	1 440	min/día
Capacidad de diseño	9 232	und/día

Fuente: Empresa Estrella del Norte

En 8 horas, a nivel teórico la máxima producción es de 9 232 unidades. No obstante, la mano de obra no trabaja constantemente durante toda la jornada laboral, existen tiempos perdidos porque van a los servicios higiénicos, se estiran, conversan, toman pausas, entre otras causas. Por lo tanto, al tiempo total se le resta el porcentaje correspondiente a este tipo de actividades, lo que se le conoce como suplementos, tolerancias o concesiones de la medición del trabajo.

En la empresa manufacturera se consideró un porcentaje de suplemento del 15% [3], por lo que se trabajó con un porcentaje del 85% del tiempo de trabajo total (8 horas). Por eso, se multiplicó la capacidad de diseño por ese porcentaje que es el tiempo efectivo de trabajo de la mano de obra.

$$\text{Capacidad efectiva} = 9\,232 \text{ unidades} \times 0,85 = 7\,847 \text{ unidades}$$

En la práctica, se asume este valor como si toda la producción o prestación del servicio se realiza de forma normal sin complicaciones, no obstante, lo más común es que ocurran tropiezos y problemas que no tienen relación con la mano de obra, pero que el área administrativa suele considerar, un factor de merma inherente de proceso, valor que es obtenido con base en registros basados en las causas de retraso, para este caso se aplicará el 80% [4],

$$\text{Producción real} = 7\,847 \text{ unidades} \times 0,80 = 6\,278 \text{ unidades}$$

Con los valores de capacidad de diseño, producción real y capacidad efectiva calculados, se halló el porcentaje de utilización de la capacidad y eficiencia de producción.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad de diseño}} = \frac{6\,278 \text{ unidades}}{9\,232 \text{ unidades}} \times 100 = 68\%$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad efectiva}} = \frac{6\,278 \text{ unidades}}{7\,847 \text{ unidades}} \times 100 = 80\%$$

Por lo tanto, con un turno de 8 horas, la empresa tiene un porcentaje de utilización del 68% y la eficiencia de 80%.

En la siguiente tabla, se muestra la productividad de mano de obra del proceso de envasado de azúcar, en la cual se evidencia que con la estandarización del proceso la empresa tendría una productividad de mano de obra de 29,07 unidad/operario x hora.

Tabla 28. Nueva productividad de la empresa azucarera

Producto	Productividad de mano de obra
Saco de azúcar de 50 Kg	$29,07 \frac{\text{und}}{\text{op}} \times h$

Una vez calculados los indicadores, se procedió a calcular los nuevos indicadores que resultan de la mejora propuesta:

Tabla 29. Nuevos indicadores de producción

Producto	Antes	Después
Producción (und/día)	1 717	6 278
Capacidad de diseño (und/día)	2 526	9 232
Capacidad efectiva (und/día)	2 147	7 847
Productividad M.O.	11,69	29,07
Tiempo de ciclo (min)	0,570	0,156

Fuente: Empresa Azucarera

Para analizar el tiempo en cola de la actividad de llenado y pesado, se realizó la simulación del proceso, esta vez se aumentó 1 operario, lo cual mejoraría los tiempos y reduce completamente los tiempos perdidos.

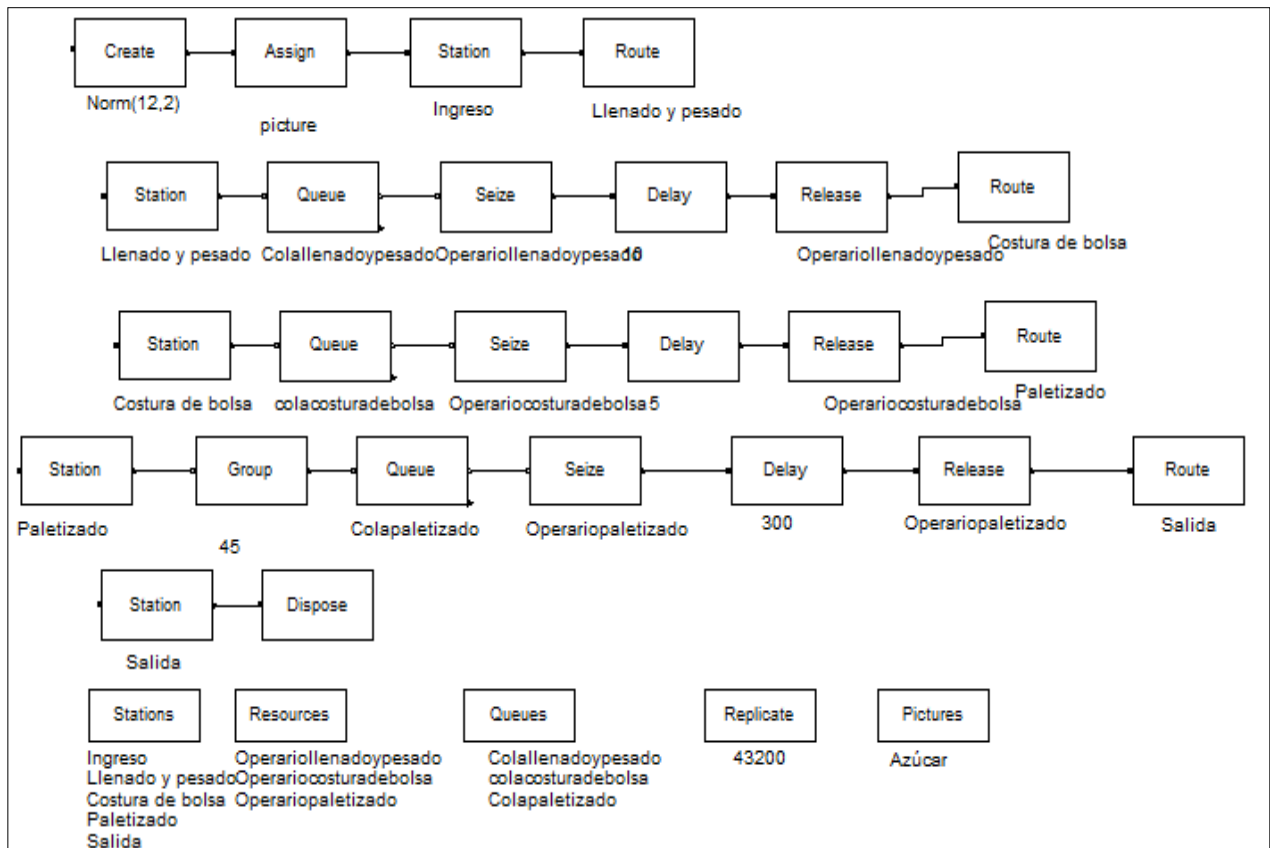


Figura 30. Simulación de proceso de envasado con propuesta de mejora

Fuente: Arena Simulation Results

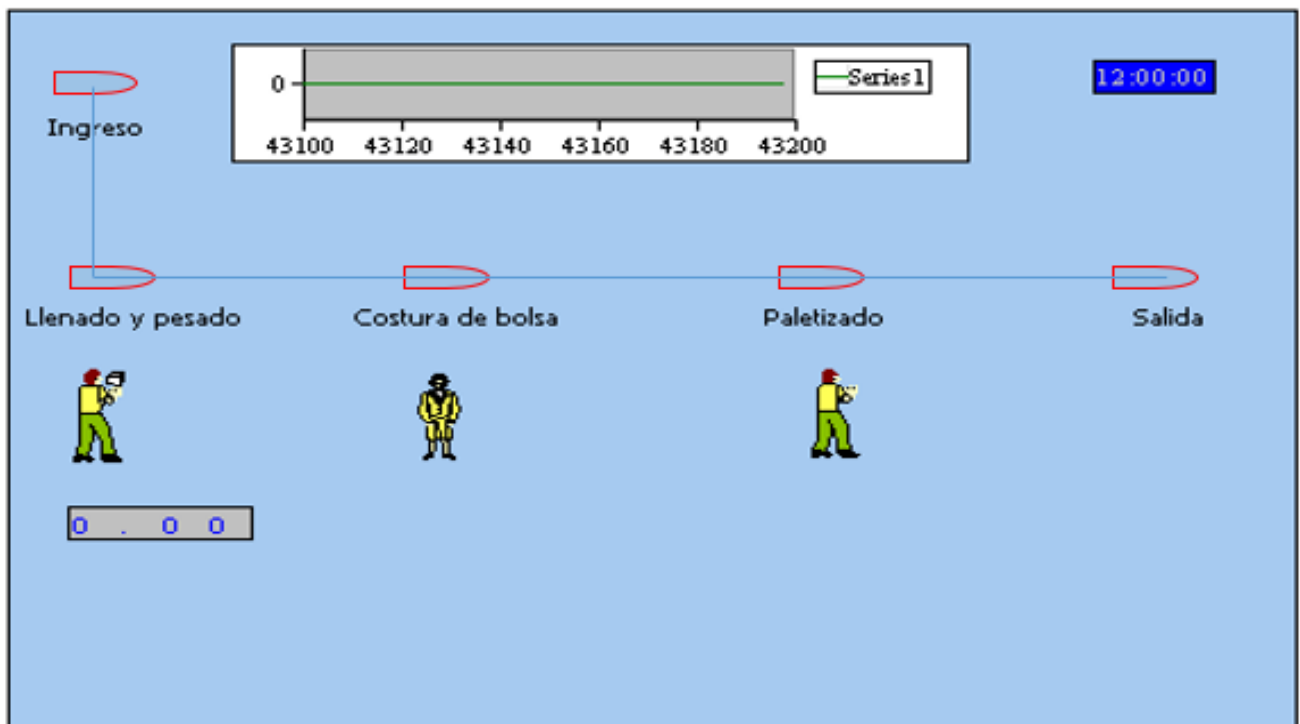


Figura 31. Simulación de tiempo promedio en cola con propuesta de mejora

Fuente: Arena Simulation Results

ARENA Simulation Results					
Gian Zurita - License: STUDENT					
Summary for Replication 1 of 1					
Project: Unnamed Project			Run execution date : 8/16/2020		
Analyst: Gian Zurita			Model revision date: 8/16/2020		
Replication ended at time : 43200.0 Seconds					
Base Time Units: Seconds					
TALLY VARIABLES					
Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Observations
Colapaletizado.WaitingTime	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	80
colacosturadebolsa.WaitingTime	.00000	.00000	.00000	.00000	3615
Colallenadoypesado.WaitingTime	.00000	.00000	.00000	.00000	3616
DISCRETE-CHANGE VARIABLES					
Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
Operariopaletizado.NumberBusy	.55265	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
Operariopaletizado.NumberScheduled	3.0000	(Insuf)	3.0000	3.0000	3.0000
Operariopaletizado.Utilization	.18422	(Insuf)	.00000	.33333	.33333
Operariocosturadebolsa.NumberBusy	.41840	.00249	.00000	1.0000	.00000
Operariocosturadebolsa.NumberScheduled	1.0000	(Insuf)	1.0000	1.0000	1.0000
Operariocosturadebolsa.Utilization	.41840	.00249	.00000	1.0000	.00000
Operariollenadoypesado.NumberBusy	.83698	.00493	.00000	2.0000	1.0000
Operariollenadoypesado.NumberScheduled	2.0000	(Insuf)	2.0000	2.0000	2.0000
Operariollenadoypesado.Utilization	.41849	.00247	.00000	1.0000	.50000
Colapaletizado.NumberInQueue	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
colacosturadebolsa.NumberInQueue	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
Colallenadoypesado.NumberInQueue	.00000	(Insuf)	.00000	.00000	.00000
OUTPUTS					
Identifier	Value				
Operariopaletizado.NumberSeized	80.000				
Operariopaletizado.ScheduledUtilization	.18422				
Operariocosturadebolsa.NumberSeized	3615.0				
Operariocosturadebolsa.ScheduledUtilizatio	.41840				
Operariollenadoypesado.NumberSeized	3616.0				
Operariollenadoypesado.ScheduledUtilizatio	.41849				
System.NumberOut	.00000				
Simulation run time: 0.47 minutes.					
Simulation run complete.					

Figura 32. Resultados de simulación con propuestas de mejora

Fuente: ARENA Simulación

Tal como se observa, con la incorporación de un nuevo operario el tiempo de ciclo disminuye a 0,47 minutos, no obstante, con un sueldo mensual de 1 500 soles, al año la empresa invertiría un total de 24 120 soles, tal como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 30. Costo de contratación de personal

Puesto	Sueldo mensual	Sueldo anual	Aportación	Bono patrio	Bono navidad	Total
Operario	1 500,00	18 000,00	1 620,00	1 500,00	1 500,00	24 120,00

Fuente: Elaboración propia

Mejora II: Mejora del control de calidad del producto terminado

Según el diagnóstico realizado la empresa presenta elevados reprocesos por problemas en el producto, ya sea en cuestión de color, presencia de grumos y polvillo, presencia de insectos, presencia de material extraño y de hierro. Ante ello, se propone rediseñar el diagrama de flujo del proceso de liberación del producto terminado.

Actualmente el analista de especiales y producto terminado muestrea y realiza ensayos de color y humedad cada 2 horas, en el área de envasado. Al rediseñar el diagrama de flujo se considera que el analista debe muestrear y realizar ensayos de color, humedad y puntos negros cada 2 horas, en el área de envasado. Además, debe realizar análisis de color y humedad a cada descarga de templa, que se toma en la salida del secador rotatorio.

Se debe agregar también un registro de las correcciones que se realizan cuando existen desviaciones. El siguiente diagrama muestra la propuesta del proceso de liberación del producto terminado.

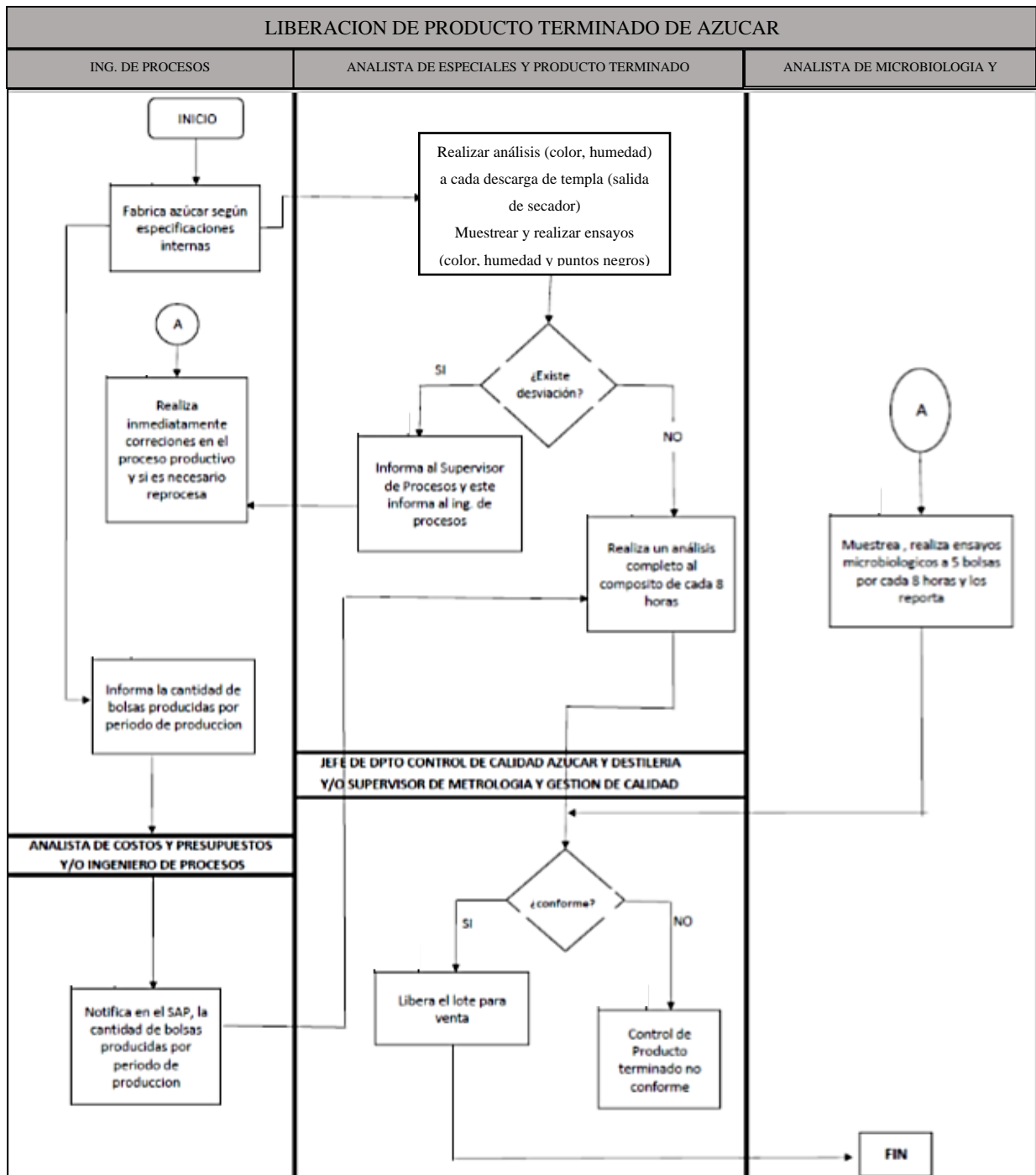


Figura 33. Diagrama de proceso de liberación de producto terminado propuesto

Fuente: Elaboración propia

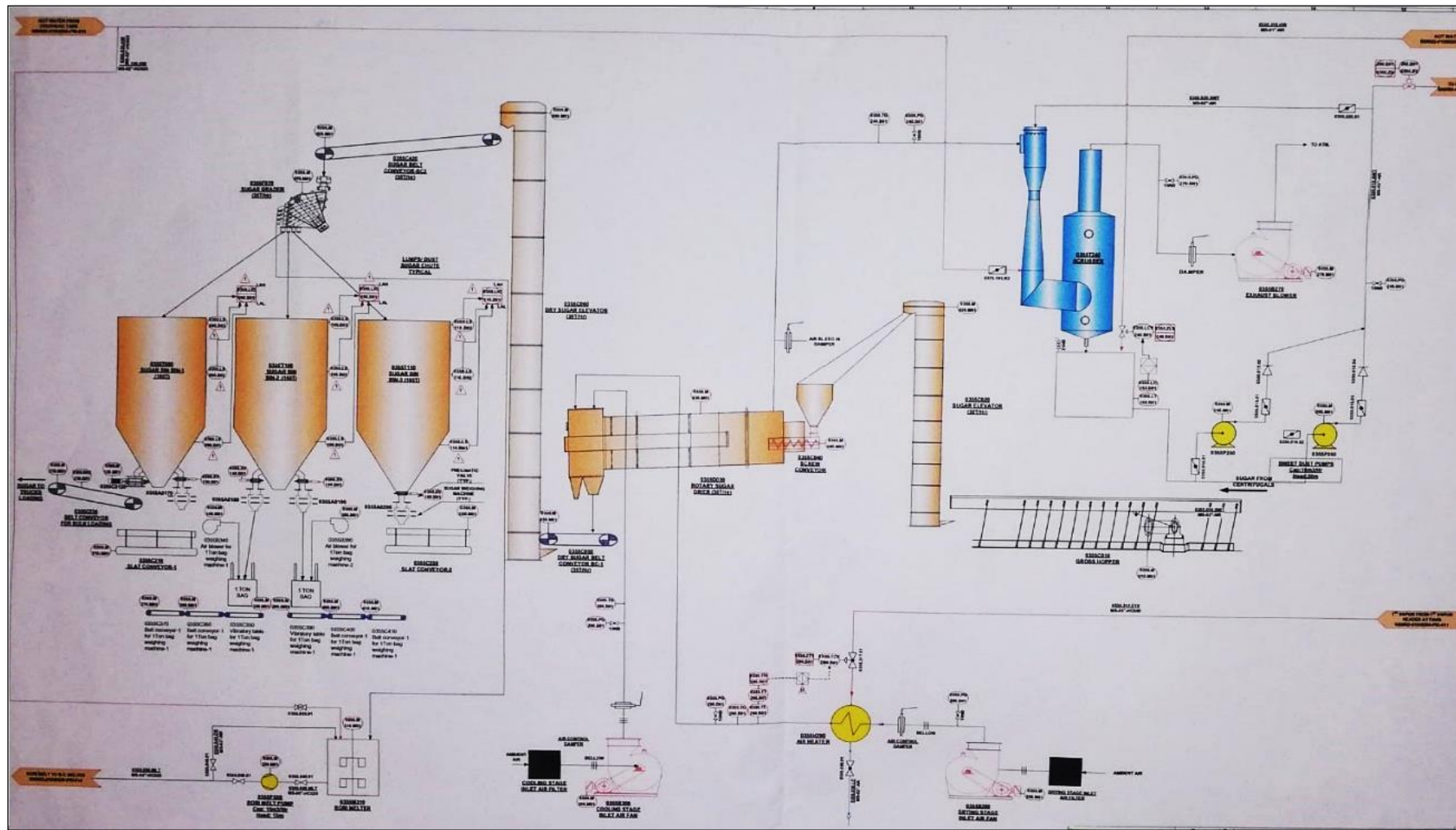


Figura 34. Diagrama del sistema de manejo de azúcar
Fuente: Empresa azucarera

Tal como se muestra en el diagrama, se puede identificar que el analista de especiales y producto terminado muestrea y realiza ensayos de color y humedad cada 2 horas, en el área de envasado (A).

Lo que se propone, considera que el analista debe muestrear y realizar ensayos de color, humedad y también puntos negros cada 2 horas, en el área de envasado. Además, de realizar análisis de color y humedad a cada descarga de templa (B), que se da en la salida del secador rotatorio, es decir, antes de que el azúcar llegue al área de envasado.

Por lo tanto, se presenta los costos proporcionados por la empresa para la realización de las muestras y ensayos:

Tabla 31. Análisis de puntos negros

MATERIAL		PROPUESTO	
Nombre	Costo Unitario	Gasto Mensual	Gasto Anual
Papel filtro	S/ 1,65	S/ 33	S/ 396

Fuente: Empresa azucarera

Tabla 32. Análisis de color

MATERIAL		ACTUAL		PROPUESTO	
Nombre	Costo Unitario	Gasto Mensual	Gasto Anual	Gasto Mensual	Gasto Anual
Ácido clorhídrico 0.1 N	S/ 708,80 (L)	S/ 29,6 (4,18 ml)	S/ 355,11	S/ 29,60 (4,18 ml)	S/ 355,20
Hidróxido de sodio 0.1 N	S/ 97,05 (Kg)	S/ 8,7 (9 g)	S/ 104,81	S/ 14,56 (15 g)	S/ 174,72
Membrana filtrante	S/ 91,09 (Caja)	S/ 182,18 (2 Caj.)	S/ 2 186,16	S/ 273,27 (3 Caj.)	S/ 3 279,24

Fuente: Empresa azucarera

Por otro lado, el ingenio azucarero cuenta con una faja aérea que transporta azúcar seca del área de producción hacia el área de envasado. En el estudio hemos descubierto las falencias de esta faja y como éstos están perjudicando el producto final. La mayor parte de no conformidades del azúcar se han descubierto al momento

de envasar, estas son: presencia de insectos, hierro y materia extraña, así como azúcar húmeda; la faja es un foco de contaminación ya que se encuentra descubierta.



Figura 35. Faja transportadora de azúcar

Fuente: Empresa azucarera

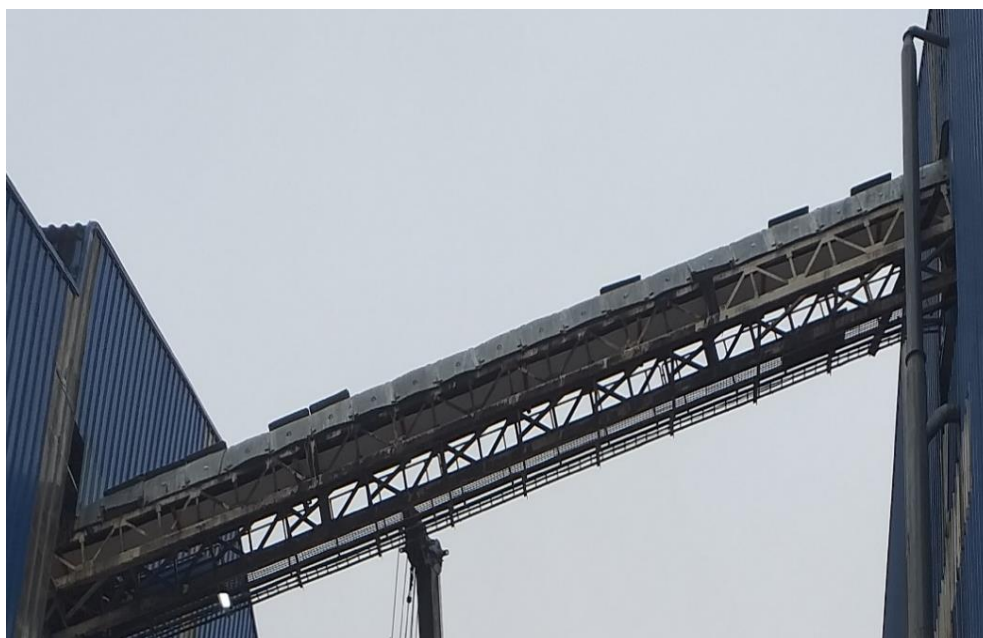


Figura 36. Cubierta de faja transportadora de azúcar

Fuente: Empresa azucarera

Al cubrir la faja e insertar un soporte para el tránsito del personal evitaremos el ingreso de insectos y materia extraña. Además, que al no estar descubierta el tiempo de vida útil de la faja es mayor; también reduce la humedad ya que al estar descubierta la faja y la naturaleza higroscópica del azúcar hace que se absorba más humedad y al tener un soporte para el tránsito del personal facilita la limpieza.

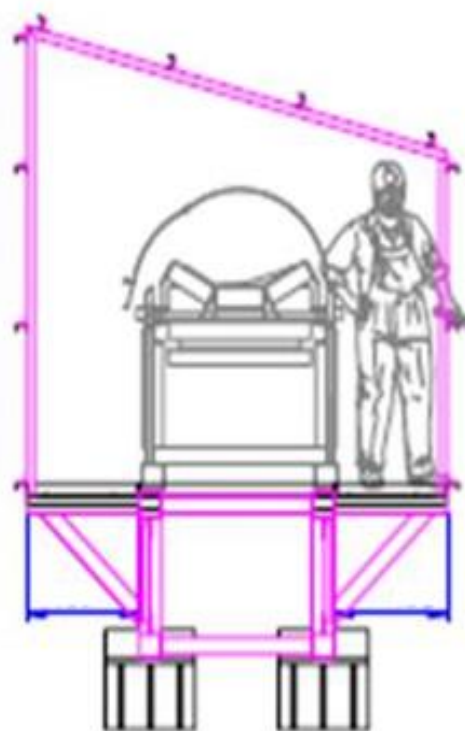


Figura 37. Propuesta de recubrimiento de faja transportadora

Fuente: Empresa azucarera

Por lo tanto, se propone la habilitación de plataforma para mantenimiento y cerramiento de faja, donde a continuación de detalla los costos:

Tabla 33. Costos de modificación de conducción de azúcar

AREA: PROCESS HOUSE & SUGAR HANDLING
 SUB AREA: SUGAR PACKING
 PROYECTO: Modificación línea de Conducción Azúcar Seca
 Fecha: Enero-19

Valor
Cambio

IT	Descripción	Cantidad	Unidad	PU (USD)	Parcial (USD)	SUBTOTAL(USD)
01.00.00	Trabajos Generales					1,320.00
01.01.00	Trabajos Previos					
01.01.01	Traslado de Materiales	1.0	GB	1,320.00	1,320.00	
02.00.00	Suministros Materiales					16,651.64
02.01.00	Elevador de Cangilón Azúcar Seca					
02.01.01	Suministro de material Acondicionar descarga Elevador de cangilon	1.0	kg	140.00	140.00	
02.02.00	Conductor Azúcar Nro 2					
02.02.01	Acondicionamiento conductor de azúcar Nro 2	1.0	GB	480.00	480.00	
02.02.02	Suministro de Tijeral típico Casa de Proceso en Acero estructural	435.0	kg	1.40	609.00	
02.02.03	Suministro de Tijeral típico Casa de Azúcar en Acero estructural ASTM	359.0	kg	1.15	412.85	
02.02.04	Suministro de Base Estructura ConductorAzucar	249.8	kg	1.40	349.73	
02.03.00	Estructura para Cobertura Conductor Azucar					
02.03.01	Suministro Acero Estructural ASTM para nuevo cobertura de conductor	5,577.0	kg	1.40	7,807.80	
02.03.02	Suministro de Cobertura Precor TR-4, incluye tipicos esquineros, cenefas y accesorios	1.0	GB	2,250.00	2,250.00	
02.03.03	Suministro de correas típicas Canal C 3"x 4.1	1,328.1	kg	1.15	1,527.36	
02.03.04	Suministro de plataformas y escaleras de acceso	1,031.5	kg	1.40	1,444.04	
02.03.05	Suministro de material soportes tipicos de Estructura Cobertura en Acero Estructural	482.1	kg	1.15	554.45	
02.03.06	Suministro de material para acondicionar plataforma Mantenimiento polea tensora	52.0	kg	1.40	72.80	
02.03.07	Suministro de Viga Soporte	104.0	kg	1.15	119.60	
02.03.08	Suministro de material Acero Inoxidable Chute descarga Conductor Azucar.	1.0	GB	884.00	884.00	
04.00.00	Fabricación y montaje					28,785.03
04.01.00	Elevador de Cangilón Azúcar Seca					
04.01.01	Acondicionamiento descarga Elevador de cangilon	1.0	GB	370.00	370.00	
04.02.00	Conductor Azúcar Nro 2					
04.02.01	Modificación y acondicionamiento conductor de azúcar	1.0	GB	5,100.00	5,100.00	
04.02.02	Fabricación y Montaje de Tijeral típico Casa de Proceso en Acero estructural	435.0	kg	1.90	826.50	
04.02.03	Fabricación y Montaje de Tijeral típico Casa de Azúcar en Acero estructural	359.0	kg	1.90	682.10	
04.02.04	Fabricación y Montaje Base Estructura ConductorAzucar	249.8	kg	1.90	474.64	
04.02.05	Montaje de Limpiador de Faja	1.0	GB	248.00	248.00	
04.03.00	Estructura para Cobertura Conductor Azucar					
04.03.01	Fabricación y Montaje Estructural ASTM para nuevo cobertura de conductor	5,577.0	kg	1.90	10,596.30	
04.03.02	Montaje Cobertura Precor TR-4, incluye tipicos esquineros, cenefas y accesorios	1.0	GB	695	695.00	
04.03.03	Montaje correas típicas Canal C 3"x 4.1	1,328.1	kg	1.9	2,523.47	
04.03.04	Fabricación y Montaje plataformas y escaleras de acceso	1,031.5	kg	1.9	1,959.77	
04.03.05	Fabricación y Montaje soportes tipicos de Estructura Cobertura en Acero Estructural	482.1	kg	1.9	916.05	
04.03.06	Acondicionamiento y montaje plataforma Mantenimiento polea tensora	124.0	kg	1.9	235.60	
04.03.07	Acondicionamiento y montaje Viga Soporte	104.0	kg	1.9	197.60	
04.03.08	Fabricación y Montaje Chute descarga Conductor Azucar.	1.0	GB	3960	3,960.00	

05.00.00	Acabado					3,048.69
05.01.00	Elevador de Cangilón Azúcar Seca					
05.01.01	acabado y pintura descarga Elevador de cangilon	1.00	GB	298.00	298.00	
05.02.00	Conductor Azúcar Nro 2					
05.02.01	Acabado acondicionamiento conductor de azúcar	1.00	GB	220.00	220.00	
05.02.02	Acabado y pintura de Tijeral típico Casa de Proceso en Acero estructural	11.30	m^2	6.30	71.44	
05.02.03	Acabado y pintura de Tijeral típico Casa de Azúcar en Acero estructural	9.50	m^2	6.30	59.98	
05.02.04	Acabado y pintura de Base Estructura ConductorAzúcar	6.10	m^2	6.30	38.37	
05.03.00	Estructura para Cobertura Conductor Azúcar					
05.03.01	Acabado y pintura Acero Estructural ASTM para nuevo cobertura de conductor	1.00	GB	720.00	720.00	
05.03.02	Acabado Cobertura Precor TR-4, incluye típicos esquineros, cenefas y accesorios	86.00	m^2	6.00	516.00	
05.03.03	Acabado y pintura correas típicas Canal C 3"x 4.1	59.40	m^2	6.20	368.28	
05.03.04	Acabado y pintura de plataformas y escaleras de acceso	49.00	m^2	6.20	304.05	
05.03.05	Acabado y pintura de soportes típicos de Estructura Cobertura en Acero Estructural	7.60	m^2	6.20	46.87	
05.03.06	Acabado y pintura para acondicionar plataforma Mantenimiento polea tensora	22.70	m^2	6.20	140.99	
05.03.07	Acabado y pintura Viga Soporte	3.20	m^2	6.20	19.72	
05.03.08	Acabado y pulido material Acero Inoxidable Chute descarga Conductor Azúcar.	1.00	GB	245.00	245.00	
05.00.00	Servicios Eléctricos					0.00
05.00.01	Reubicacion Canaleta electrico en estructura Conductor	1.00			0.00	
05.00.02	Reubicacion conexiones eléctricos motor Conductor Azúcar	1.00	GB		0.00	
05.00.03	Reubicacion conexiones eléctricos motor Zaanda Sweco	1.00	GB		0.00	
				Sub Total	49,805.35	49,805.35
				Gastos Generales	10%	4,980.54
				Utilidad	10%	4,980.54
				TOTAL (USD)		59,766.42

NOTA:

Todos los elementos de FIJACION (PERNOS, ESPARRAGOS, TUERCAS Y ARANDELAS), SUMINISTRADOS POR EL CONTRATISTA

Todas las empaquetaduras sanitarias seran SUMINISTRADOS POR EL CONTRATISTA

Fuente: Elaboración propia

Mejora III: Mejorar el mantenimiento preventivo de la empresa

La tercera propuesta consiste en realizar el mantenimiento preventivo de la empresa con el fin de identificar y corregir los problemas que generen fallas. Para ello, se ha realizado la siguiente matriz AMFE:

Tabla 34. Matriz AMFE

Nombre Producto	Operación o Función	Modo de fallo	Efecto de fallo	Gravedad (S)	Causas de fallo	Probabilidad de Ocurrencia (O)	Control	Probabilidad de no detección (D)	NPR (Prioridad de riesgo)	Acción correctiva
BALANZA	Medir masas	Descalibración de la balanza	Mala determinación de peso	10	Acumulación de polvo de azúcar en los compartimientos de descarga del dosificador de las balanzas.	5	Inspección simultánea a la operación	2	100	Limpieza de los compartimientos de descarga del dosificador de las balanzas/ ensacadoras, a base de aire comprimido.
		Deterioro de rango de pesaje	Desviación de límite de especificación	10	Caída de objetos pesados sobre la balanza	4	Inspección simultánea a la operación	2	80	Mantenimiento mensual del equipo de medición del peso.
		Desgaste de eje	Límite superior de especificación	8	Falta de limpieza a la celda de carga	5	Inspección simultánea a la operación	2	80	Limpieza rutinaria de celda de carga

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Programa de calibración, mantenimiento y/o verificación de los dispositivos de seguimiento y medición críticos y no críticos para la calidad

Código	Ubicación	Nombre del Equipo	ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SEP		OCT		NOV		DIC		Observaciones
			A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	
PROD-BAL-01	L.C.Área de envasado	Balanza de Precisión-OHAUS	V		V		V		V		V		V		CE/ME		V		V		V		V		V		
PROD-BAL-02	L.C.Área de envasado	Balanza de Precisión-OHAUS	V		V		V		V		V		V		CE/ME		V		V		V		V		V		
PROD-BAL-03	L.C. Área de almacenamiento	Balanza de Precisión-OHAUS	V		V		V		V		V		V		CE/ME		V		V		V		V		V		

Nota: El presente programa tiene un tiempo de tolerancia para su cumplimiento de un año y medio, debido a que las fechas de las paradas son flexibles.

LEYENDA:
CE : Calibración externa
V : Verificación
ME : Mantenimiento externo
MI: Mantenimiento interno
A : Act. Programada
R: Fecha de realización
X: No se realizó Actividad

Fuente: Elaboración propia

Tabla 356. Costos de acciones preventivas

Descripción	Costo	Total anual
Limpieza de compartimentos de descarga	S/1,125.00	S/13,500.00
Mantenimiento de báscula	S/1,000.00	S/6,000.00
Compresor de aire 2Hp 100litros	S/1,969.00	S/1,969.00
TOTAL		S/ 21 469

Fuente: Elaboración propia

Mejora IV: Actividades de integración para el personal de envasado

La cuarta mejora consiste en proponer actividades de integración, que motiven a los colaboradores y logren un mayor desenvolvimiento dentro de su área de trabajo. Esta mejora involucra la entrega de tarjetas de la empresa con frases motivadoras o de reconocimiento, la entrega de dípticos celebrando alguna fecha especial. Asimismo, la instalación de banners y entrega de merchandaising para una mayor identificación y reconocimiento a la empresa. La creación de una página web donde se coloque toda la información de la empresa, su misión, visión y los valores que la identifica, y así como la creación de eventos donde los trabajadores pueden desenvolverse y relacionarse uno con otros, creando lazos de confraternidad. La siguiente tabla muestra los costos que incurriría la empresa si realiza las actividades de integración propuestas:

Tabla 3736. Costos de actividades de integración

ÍTEM	ELEMENTOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
Papelería	Tarjetas de la empresa (millar)	2	S/ 50.00	S/ 100.00
	Dípticos (millar)	2	S/ 60.00	S/ 120.00
Publicidad	Banners	5	S/ 60.00	S/ 300.00
	Productos de merchandaising	500	S/ 1.00	S/ 500.00
Web	Página web	1	S/ 930.00	S/ 930.00
Redes Sociales	Administración y diseño	12	S/ 930.00	S/ 11,160.00
Reconocimiento y participación	Eventos	6	S/ 1000.00	S/ 6000.00
TOTAL				S/ 19 110.00

Fuente: Elaboración propia

Mejora V: Elevador en las fajas transportadoras para eliminar la pérdida de tiempo en cambio de presentación.

En el ingenio azucarero existen 5 diferentes presentaciones: 50 kg de papel, 50 kg y 25 kg de polipropileno para azúcar rubia, 50 kg y 25 kg de polipropileno liner para azúcar blanca, el cambio de presentación depende de la demanda del mercado, lo cual es manifestado por el área comercial para ejecutar estos cambios de presentación. Sin embargo, las fajas transportadoras se encuentran diseñadas para una sola presentación que es la de 50kg. Durante el 2018 sólo se envasaron bolsas de 25kg en el mes diciembre, en este cambio de 50kg a 25kg adaptan la faja transportadora colocando tacos para aumentar su altura, dicho procedimiento toma aproximadamente media hora. Ante ello, se propone la compra de elevadores que se instalen en las fajas transportadoras, las cuales permitirán reducir los tiempos en los cambios y configuración de cada lote de azúcar.

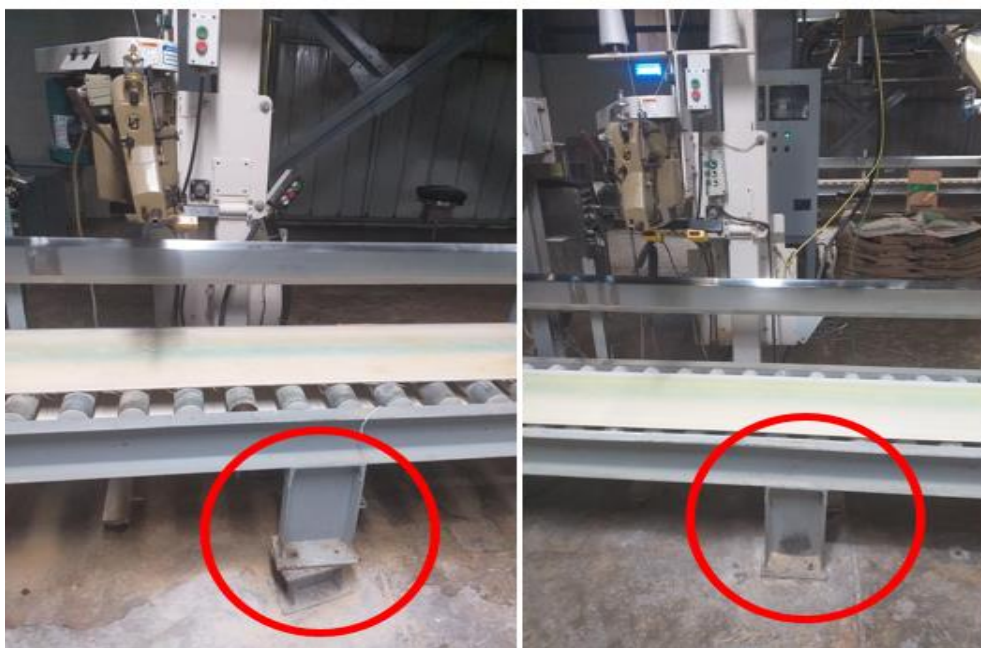


Figura 38. Diseño de fajas transportadoras

Fuente: Empresa azucarera



Figura 39. Elevador para faja transportadora

Fuente: Flexco

Tabla 38. Costos de elevador para faja transportadora

Descripción	Marca	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
ELEVADOR PARA FAJA TRANSPORTADORA, FLEX LIFTER LARGE Aplicación para fajas desde 48" hasta 72" Material de fabricación: Aluminio de alta resistencia Peso aprox.: 34kg	FLEXCO	1	US\$ 3 600.00	US\$ 3 600.00

Valor venta	US\$ 3,600.00
Impuesto	US\$ 648.00
Total	US\$ 4,248.00

Fuente: Flexco

III. Análisis costo beneficio para determinar la viabilidad de la propuesta

El desarrollo de este objetivo consiste en determinar todos los costos que implica la realización de las mejoras planteadas, respecto a los beneficios que se obtendrían si es que la propuesta llegase a realizarse.

Durante el desarrollo de la problemática se plantearon cinco mejoras, la primera enfocada en la estandarización del proceso de producción a través del análisis de celular, la segunda en la mejora del control de calidad del producto terminado, la tercera en mejorar el mantenimiento preventivo de la empresa, la cuarta en la realización de actividades de integración para el personal de envasado y por último, en la compra de un elevador en las fajas transportadoras para eliminar la pérdida de tiempo en cambio de presentación. A continuación, se detallan los gastos y beneficios que conllevaría la mejora el rediseño del proceso productivo.

i. Costos y gastos en cada tapa de implementación

a. Estandarización del proceso de producción

Para el desarrollo de la primera mejora, se necesita la incorporación de un nuevo operario el cual disminuiría el tiempo de ciclo a 0,47 minutos, no obstante, con un sueldo mensual de 1 500 soles, al año la empresa invertiría un total de 24 120 soles, tal como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 379. Costo de contratación de personal

Puesto	Sueldo mensual	Sueldo anual	Aportación	Bono patrio	Bono navidad	Total
Operario	1 500,00	18 000,00	1 620,00	1 500,00	1 500,00	24 120,00

Fuente: Elaboración propia

b. Mejora del control de calidad del producto terminado

Para tener un mejor control de calidad del producto terminado se planea utilizar papel filtro, materiales para el análisis de color y modificar la conducción del proceso de azúcar, todo ello conlleva una suma de 243 270,80 soles, tal como se detalla en las siguientes tablas:

Tabla 40. Análisis de puntos negros

MATERIAL		PROPUESTO	
Nombre	Costo Unitario	Gasto Mensual	Gasto Anual
Papel filtro	S/ 1,65	S/ 33	S/ 396

Fuente: Empresa azucarera

Tabla 381. Análisis de color

MATERIAL		ACTUAL		PROPUESTO	
Nombre	Costo Unitario	Gasto Mensual	Gasto Anual	Gasto Mensual	Gasto Anual
Ácido clorhídrico 0.1 N	S/ 708,80 (L)	S/ 29,6 (4,18 ml)	S/ 355,11	S/ 29,60 (4,18 ml)	S/ 355,20
Hidróxido de sodio 0.1 N	S/ 97,05 (Kg)	S/ 8,7 (9 g)	S/ 104,81	S/ 14,56 (15 g)	S/ 174,72
Membrana filtrante	S/ 91,09 (Caja)	S/ 182,18 (2 Caj.)	S/ 2 186,16	S/ 273,27 (3 Caj.)	S/ 3 279,24

Fuente: Empresa azucarera

Tabla 392. Costos de modificación de conducción de azúcar

Descripción	Parcial (USD)	SUBTOTAL(USD)
Modificación línea de Conducción Azúcar Seca	49,805.35	49,805.35
	10%	4,980.54
	10%	4,980.54
TOTAL		59 766,42

Fuente: Elaboración propia

c. Mejora del mantenimiento preventivo

Dentro de los costos de las acciones preventivas que se deben realizar en la empresa está la limpieza de compartimentos de descarga, el mantenimiento de báscula y del compresor de aire de 2Hp 100 litros, los cuales suman un total de 21 469 soles.

Tabla 403. Costos de acciones preventivas

Descripción	Costo	Total anual
Limpieza de compartimentos de descarga	S/1,125.00	S/13,500.00
Mantenimiento de báscula	S/1,000.00	S/6,000.00
Compresor de aire 2Hp 100litros	S/1,969.00	S/1,969.00
TOTAL		S/ 21 469

Fuente: Elaboración propia

d. Actividades de integración

La cuarta propuesta consiste en realizar actividades de integración entre el personal de a empresa, la cual incluye costos de papelería, de publicidad, de página web, uso de redes sociales, y eventos de reconocimiento y participación, los cuales suman un total de 19 110 soles, tal como se detalla a continuación:

Tabla 414. Costos de actividades de integración

ÍTEM	ELEMENTOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
Papelería	Tarjetas de la empresa (millar)	2	S/ 50.00	S/ 100.00
	Dípticos (millar)	2	S/ 60.00	S/ 120.00
Publicidad	Banners	5	S/ 60.00	S/ 300.00
	Productos de merchandaising	500	S/ 1.00	S/ 500.00
Web	Página web	1	S/ 930.00	S/ 930.00
Redes Sociales	Administración y diseño	12	S/ 930.00	S/ 11,160.00
Reconocimiento y participación	Eventos	6	S/ 1000.00	S/ 6000.00
TOTAL				S/ 19 110.00

Fuente: Elaboración propia

e. Elevador de faja transportadora

La última mejora consiste en la compra de un elevador para la faja transportadora, la cual tiene un costo de 16 922 soles tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 45. Costos de elevador para faja transportadora

Descripción	Marca	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
Elevador para faja transportadora, flex lifter large	FLEXCO	1	US\$ 3 600.00	US\$ 3 600.00
Valor venta				US\$ 3,600.00
Impuesto				US\$ 648.00
Total				US\$ 4,248.00
Total				S/ 16 922,00

Fuente: Elaboración propia

ii. Beneficios de la propuesta

Entre los beneficios que se obtienen con el rediseño del sistema de producción está el ingreso por la eliminación del tiempo de cola. Tal como se ha observado, la empresa tiene una demora en operación de 0,25 minutos al día, esto significa que son 90 minutos al año, y si se calcula en base a 540 bolsas, la empresa tendría una pérdida de hasta 42 120 soles, tal como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 46. Costo por demora en operación

Tiempo promedio en cola	Día (min)	Mes (min)	Año (min)	Bolsas	Costo (S/)
	0,25	7,5	90	540	42 120,00

Fuente: Elaboración propia

Otro de los ingresos obtenidos con la mejora, son los productos que pasarían de ser No conformes, a conformes. En el 2019 se tendría un ingreso de 33 069 bolsas, que, con un costo de reproceso de 25 soles, se tendría un ingreso de 826 725 soles.

Tabla 47. Status de conformidad de azúcar 50 Kg, año 2019

MES	TOTAL	CONFORME	NO CONFORME
Enero	70 265	67 728	2 537
Febrero	0	0	0
Marzo	66 886	63 496	3 390
Abril	200 068	196 639	3 429
Mayo	118 128	111 574	6 554
Junio	186 580	178 507	8 073
Julio	249 191	247 442	1 749
Agosto	233 177	231 739	1 438
Septiembre	193 487	193 007	480
Octubre	270 113	269 329	784
Noviembre	178 181	178 181	0
Diciembre	213 793	209 158	4 635
Total	1 979 869	1 946 800	33 069

Fuente: Empresa azucarera

Por otro lado, la empresa tendría un ingreso de 78 624 soles generado por la inexistencia de tiempo de reparación, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 428. Costos por tiempo de reparación 2019

	COSTOS POR TIEMPO DE REPARACION 2019												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Tiempo medio para reparar (min)	13	14	14	14	13	13	13	13	13	13	12	11	S/78,624.00
Nº bolsas (min)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Total de bolsas	78	84	84	84	78	78	78	78	78	78	72	66	
Costo total	S/6,552.00	S/7,056.00	S/7,056.00	S/7,056.00	S/6,552.00	S/6,552.00	S/6,552.00	S/6,552.00	S/6,552.00	S/6,552.00	S/6,048.00	S/5,544.00	

Fuente: Empresa azucarera

Por consiguiente, si se logra disminuir la rotación del personal en el área de envasado, la empresa tendría un ingreso de 11 175 soles, así como se observa a continuación:

Tabla 439. Costos de rotación de personal 2019 del área de envasado

Costos	Total (anual)
Costo reclutamiento de personal	3 400,00
Costo de selección de persona	850,00
Costo de contratación de personal	1 100,00
Costo de inducción de personal	708,33
Costo de capacitación de personal	4 266,67
Costo de liquidación de personal	850,00
Costo total	11 175,00

Fuente: Empresa azucarera

Por último, con la mejora planteada ya se no incurriría en costos por cambio de presentación por lo que la empresa tendría un ingreso de 79 128 soles.

Tabla 50. Costo por cambio de presentación 2019

	COSTO POR CAMBIO DE PRESENTACION						COSTO TOTAL
	ABRIL	MAYO	JUNIO	AGOSTO	SET	NOV	
Tiempo cambio (min)	20	18	26	38	31	24	S/79,128.00
Costo	S/10,080.00	S/9,072.00	S/13,104.00	S/19,152.00	S/15,624.00	S/12,096.00	

Fuente: Empresa azucarera

iii. Flujo de caja

La siguiente tabla muestra el flujo de caja, el cual representa el movimiento de efectivo que tiene la empresa pues se registra los ingresos y egresos en base a la mejora. Tal como se observa en la siguiente tabla, la empresa logra recuperar su inversión en el primer año.

Tabla 441. Flujo de caja de la propuesta

BENEFICIOS	Unidad	Año					
		0	1	2	3	4	5
Ingresos por productos conformes	S/	S/. 0,00	S/. 826,725,0	S/. 826,725,0	S/ 826,725,0	S/. 826,725,0	S/. 826,725,0
Ingreso por la inexistencia de demora en la producción	S/		S/. 42,120,0	S/. 42,120,0	S/ 42,120,0	S/. 42,120,0	S/. 42,120,0
Ingreso por eliminación de tiempo de reparación	S/		S/. 76,284,0	S/. 76,284,0	S/ 76,284,0	S/. 76,284,0	S/. 76,284,0
Impacto económico por rotación de personal	S/		S/. 11,175,0	S/. 11,175,0	S/ 11,175,0	S/. 11,175,0	S/. 11,175,0
Impacto económico por el cambio de presentación	S/		S/. 4,499,8	S/. 4,499,8	S/ 4,499,8	S/. 4,499,8	S/. 4,499,8
Total Beneficios		S/. 0,00	S/. 960,803,8	S/. 960,803,82	S/. 960,804	S/. 960,804	S/. 960,804
COSTOS							
Estandarización del proceso	S/	S/ 24,120,0	S/ 24,120,00	S/ 24,120,00	S/ 24,120,00	S/ 24,120,00	S/ 24,120,00
Control de calidad de PT	S/	S/ 243,270,8	S/ 243,270,84	S/ 243,270,84	S/ 243,270,84	S/ 243,270,84	S/ 243,270,84
Mantenimiento preventivo	S/	S/. 23,469,0	S/. 23,469,0	S/. 23,469,0	S/. 23,469,0	S/. 23,469,0	S/. 23,469,0
Actividades de integración	S/	S/. 19,110,0	S/. 19,110,0	S/. 19,110,0	S/. 19,110,0	S/. 19,110,0	S/. 19,110,0
Compra de elevador para faja transportadora	S/	S/. 16,992,0	S/. 0,0	S/. 0,0	S/. 0,0	S/. 0,0	S/. 0,0
Total Costos		326,961,8	309,969,84	309,969,84	309,969,8	309,969,8	309,969,8
UTILIDAD BRUTA		-S/. 326,961,8	S/. 650,834,0	S/. 650,833,98	S/. 650,834	S/. 650,833,98	S/. 650,834
Impuestos (30%)		-S/ 98,088,55	S/ 195,250,19	S/ 195,250,19	S/ 195,250,19	S/ 195,250,19	S/ 195,250,19
Utilidad a Impuestos		-S/ 425,050	S/ 846,084	S/ 846,084,17	S/ 846,084	S/ 846,084,17	S/ 846,084

Fuente: Elaboración propia

A partir de la evaluación económica se concluye que la empresa tiene un costo/ beneficio de 2,19 soles, esto quiere decir que, por cada sol invertido, la empresa gana 1,19 soles.

Tabla 5245. Costo beneficio de la propuesta

Item	Valor
Ingresos	S/ 3,463,482,75
Egresos	S/ 1,156,805,28
Costo/beneficio	2,19

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, si se calcula el valor actual neto (VAN) a partir de los flujos de futuros hallados que se obtendrán por la inversión de las propuestas detalladas y utilizando una tasa de actualización del 12% se obtiene un valor de S/ 246 641, esto significa que la propuesta es viable.

Según la TMAR para que un proyecto sea factible, el valor del TIR debe ser mayor a este, por lo que considerando que el TIR del proyecto es de 198%, y es mayor al TMAR (28%), entonces el proyecto de inversión es muy rentable y factible.

Por lo tanto, según el análisis costos beneficio de la propuesta se puede concluir que la aplicación de las mejoras propuestas en la empresa azucarera es viable, rentable y factible.

Conclusiones

1. Se rediseñó el sistema de producción del proceso de envasado mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta incrementando la productividad en 140% en la empresa azucarera.
2. En el diagnóstico la situación actual del proceso de envasado se identificó que las principales causas de la baja productividad se deben a los elevados reprocesos, la demora en tiempo de operación, la pérdida de tiempo en reparación de equipos, la elevada rotación de personal y la pérdida de tiempo en cambio de presentación. Siendo los elevados reprocesos por producto no conforme, los que generan una mayor utilidad no percibida para la empresa de S/ 826,725,0 al año.
3. Se determinó que las herramientas para mejorar la productividad del proceso de envasado fueron rediseñar el sistema de gestión de calidad, incluyendo la habilitación de una plataforma para mantenimiento y cerramiento de faja, estandarizar el proceso, realizar un mantenimiento preventivo, contar con un plan de retención, y realizar el ajuste físico de faja transportadora con un elevador.
4. Mediante la propuesta de mejora se obtendrá un costo beneficio de 2,19, requiere de una inversión de S/. 326 961,8, un VAN de S/ 1 738 495 y un TIR de 198%.

Recomendaciones

- Se recomienda la implementación y certificación de la norma 9001, ya que contribuiría a mejorar los procesos de manera conjunta.
- Se recomienda implementar espacios físicos y recreativos para contribuir con el bienestar laboral.

Referencias

- [1] J. Caro, «Comercio Agroalimentario en la Región Andina de cara al 2000,» AgroamerIICA, Costa Rica, 2000.
- [2] Dirección General de Políticas Agrarias, «Observatorio de Commodities: Azúcar,» *Boletín de publicación trimestral - Enero*, vol. 1, nº 1, pp. 15-18, 2019.
- [3] R. Cabrera, «Manual de Lean Manufacturing: TPS Americanizado,» 2014.
- [4] F. Rodríguez y L. Gómez, «Indicadores de calidad y productividad en la empresa,» Corporación Andine de Fomento, Venezuela, 1991.
- [5] Gestión de operaciones, «Cálculo del Cuello de Botella de un Proceso Productivo,» GEO Tutoriales, 31 marzo 2015. [En línea]. Available: <https://www.gestiondeoperaciones.net/procesos/calculo-del-cuello-de-botella-de-un-proceso-productivo/>. [Último acceso: 26 abril 2020].
- [6] D. Betancourt, «Capacidad de producción: ¿Qué es y cómo se calcula?,» Ingenio Empresa, 11 abril 2016. [En línea]. Available: https://ingenioempresa.com/capacidad-produccion-empresa/#Capacidad_de_diseno. [Último acceso: 29 mayo 2020].
- [7] Matemáticas empresariales, Matemáticas empresariales, 23 noviembre 2013. [En línea]. Available: <https://matematicasempresariales.wordpress.com/2013/11/23/ejemplo-de-calculo-de-una-capacidad-de-produccion-en-estaciones-de-proceso/>. [Último acceso: 29 mayo 2020].
- [8] D. C. Arias, Ingeniería de métodos, México: LIMUSA, 2003.

Anexos

Producción de bolsas de Azúcar de 50kg							
N°	Actividad	Observación					Tiempo promedio (segundos)
		1	2	3	4	5	
1	Selección de tolva de envase	12,4	13,2	14,1	12,8	12,5	13
2	Llenado y pesado	5	4,7	5,2	5,1	5	5
3	Transporte por faja I	7	6,9	7,1	7,2	6,8	7
4	Costura de bolsa	5	5,1	5,2	4,8	4,9	5
5	Transporte por faja II	7	7,3	7	6,8	6,9	7
6	Codificación	10	9,8	10,2	10	10,1	10,02
7	Transporte por faja III	7	7,1	6,8	6,9	7,2	7
8	Paletizado	300	289	306	305	300	300
9	Limpieza	30	29,5	29,6	30,5	30,2	29,96
10	Almacenamiento	-	-	-	-	-	-
TOTAL		383,4	372,6	391,2	389,1	383,6	383,98

Anexo 1. Tiempo de observación promedio

Anexo 2. Porcentaje de calificación de la actuación del sistema Westinghouse

Destreza o habilidad		
+0,15	A1	Extrema
+0,13	A2	Extrema
+0,11	B1	Excelente
+0,08	B2	Excelente
+0,06	C1	Buena
+0,03	C2	Buena
0,00	D	Regular
-0,05	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable
-0,16	F1	Deficiente
-0,22	F2	Deficiente

Esfuerzo o empeño		
+0,16	A1	Excesivo
+0,12	A2	Excesivo
+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2	Excelente
+0,05	C1	Buena
+0,02	C2	Buena

0,00	D	Regular
-0,04	E1	Aceptable
-0,08	E2	Aceptable
-0,12	F1	Deficiente
-0,17	F2	Deficiente

Condiciones		
+0,06	A	Ideales
+0,04	B	Excelente
+0,02	C	Buenas
0,00	D	Regulares
-0,03	E	Aceptable
-0,07	F	Deficientes

Consistencia		
+0,04	A	Perfecta
+0,03	B	Excelentes
+0,01	C	Buenas
0,00	D	Regulares
-0,02	E	Aceptables
-0,04	F	Deficientes

Anexo 3. Sistema de suplementos por descanso (%)

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO (%)		
	Hombre	Mujer
1. Suplementos Constantes	%	
Suplementos por necesidades personales	5	7
Suplementos básicos por fatiga	4	4
2. Suplementos variables	%	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4
B. Suplemento postura anormal	%	
Ligeramente incomodo	0	1
Incomodo inclinado	2	3
Muy incómodo (echado-estirado)	7	5
C. Levantamiento de pesos y uso de fuerza (levantar, tirar o empujar)	%	
2.5 Kg	0	1
5.0 Kg	1	2
7.0 Kg	2	3
10.0 Kg	3	4
12.5 Kg	4	5
15.0 Kg	6	9
17.5 Kg	8	12
20.0 Kg	10	15
22.5 Kg	12	18
25.0Kg	14	...
30.0 Kg	19	...
40.0 Kg	23	...
50.0 Kg	58	...
D. Intensidad de luz	%	
Ligeramente por debajo de lo recomendado	0	0
Bastante por debajo	2	2
Absolutamente insuficiente	5	5

Fuente: Arias y Díaz [30]

Anexo 4. Procesamiento y análisis de datos (SPSS)

	Rotación de personal	Carencia de liderazgo	Mal diseño de equipos	Área de trabajo desordenada y sucia	Problemas de calidad	Falta de estandarización del proceso	Mantenimiento ineficiente	Equipos de medición descalibrados	Suma
1	3	1	1	1	2	4	3	2	17,00
2	4	1	1	1	2	4	3	2	18,00
3	4	2	2	1	2	3	3	3	20,00
4	3	1	1	1	2	3	2	3	16,00
5	4	1	1	1	4	4	4	4	23,00
6	3	1	1	1	2	2	4	3	17,00
7	4	1	1	1	2	3	4	3	19,00
8	2	1	1	1	1	4	2	2	14,00
9	3	1	1	1	1	4	4	3	18,00
10	4	1	1	2	1	2	3	3	17,00
11	4	2	1	1	2	3	3	4	20,00
12	3	1	1	1	3	4	4	4	21,00
13	3	1	1	1	2	4	4	3	19,00
14	4	1	1	1	2	3	3	4	19,00
15	4	1	1	1	1	3	3	3	17,00
16									

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Alfa de Cronbach mediante la varianza de los ítems

Estadísticos descriptivos

	N	Varianza
Rotación de personal	15	0,410
Carencia de liderazgo	15	0,124
Mal diseño de equipos	15	0,067
Área de trabajo desordenada y sucia	15	0,067
Problemas de calidad	15	0,638
Falta de estandarización del proceso	15	0,524
Mantenimiento ineficiente	15	0,495
Equipos de medición descalibrados	15	0,495
		2,819
Suma	15	4,810
N válido (por lista)	15	

Fuente: Elaboración propia

Alfa de Cronbach

Mediante la varianza de los items

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right]$$

α =Alfa de Cronbach

K =Número de ítems

Vi =Varianza de cada ítem

Vt = Varianza del total

$$\alpha = \frac{8}{8-1} \left[1 - \frac{2,819}{4,810} \right]$$

$\alpha = 0,47306207$

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	15	93,8
	Excluido ^a	1	6,3
	Total	16	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,473	8

Anexo 6. Registro de reporte diario de producción de sacos de azúcar

REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN DE SACOS DE AZÚCAR

Fecha: 29-06-19 Lote: 180 Formato: A6050L2

Dato	Hora	Producción de Azúcar		Observaciones
		Sacos/Hora	Total Acumulado	
1	12:00 am -1:00 am	360	360	
2	1:00 am -2:00 am	450	810	Embolsado directo L2
3	2:00 am -3:00 am	540	1350	" " L2
4	3:00 am -4:00 am	450	1800	" " L2
5	4:00 am -5:00 am	586	2386	" " L2
6	5:00 am -6:00 am	270	2656	" " L2
7	6:00 am -7:00 am	75	2731	" " L2
8	7:00 am -8:00 am	-	-	" " L2
9	8:00 am -9:00 am	106	2837	Nivcles de Horizontales bajos L2
10	9:00 am -10:00 am	451	3288	Reinicio de purga L2
11	10:00 am -11:00 am	135	3423	Embolsado directo L2
12	11:00 am -12:00 pm	-	-	Falta de material L2
13	12:00 pm -1:00 pm	135	3558	" " L2
14	1:00 pm -2:00 pm	135	3693	Embolsado directo L2
15	2:00 pm -3:00 pm	540	4233	" " L2
16	3:00 pm -4:00 pm	585	4818	" " L2
17	4:00 pm -5:00 pm	585	5403	" " L2
18	5:00 pm -6:00 pm	540	5943	" " L2
19	6:00 pm -7:00 pm	652	6595	" " L2
20	7:00 pm -8:00 pm	428	7023	" " L2
21	8:00 pm -9:00 pm	631	7654	" " L2
22	9:00 pm -10:00 pm	405	8059	" " L2
23	10:00 pm -11:00 pm	495	8554	
24	11:00 pm -12:00 am			

V°B° Supervisor de Envase

V°B° Operador

AGROLMOS S.A. Prohibida su reproducción

Vigencia: 01/13 Revisó

COLI-PDDP-8-173

Pág. 1 de 2

Fuente: Ingenio azucarero

Anexo 7. Levantamiento de faja para cambio de presentación de 50kg a 25kg.**Anexo 8. Fallas en cosedora**

Anexo 9. Ajuste de celdas de balanza



Anexo 10. El rango de pesaje de la balanza se ve afectado con alta frecuencia.



Anexo 11. Almacenamiento de producto envasado

