INTRODUCCIÓN

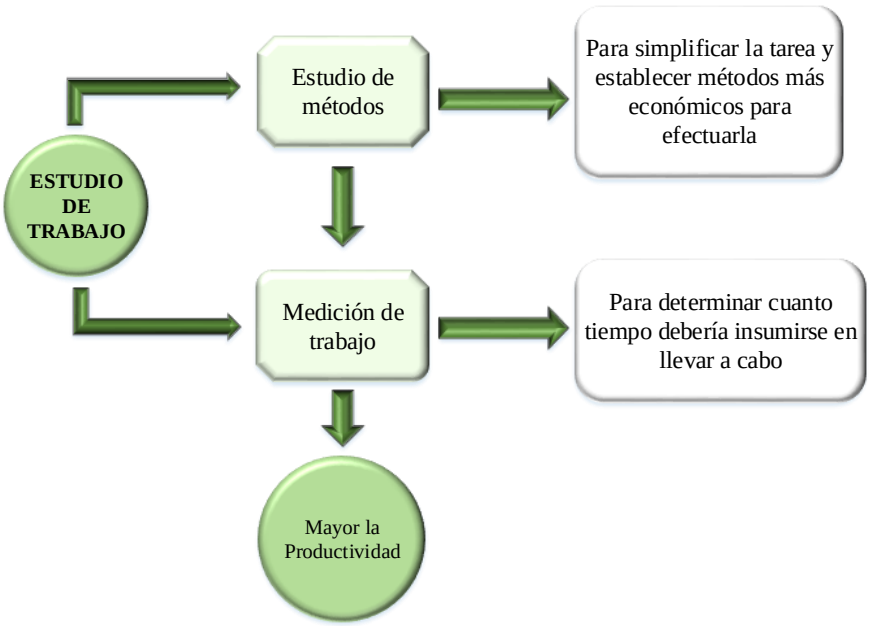
1. ANTECEDENTES

En el ámbito operativo existen muchos factores por medio de los cuales se ve afectada la producción de la mayoría de las industrias. Factores como reprocesos, malas especificaciones del producto y una mala administración de los recursos, nos llevan a tener un costo adicional dentro del proceso de producción; el análisis y estudio de estos factores pueden contribuir a mejorar el proceso productivo volviéndose más óptimo y eficiente, generando así la programación de todas las actividades de acuerdo con una orden de trabajo específica.

Todo estudio analítico de trabajo, hecho de una manera sistemática va dando a descubrir uno por uno los puntos donde se desperdician tiempos y energías que pueden ser útiles en las operaciones de trabajo. Para suprimir este desperdicio hay que determinar sus causas, que suelen ser la mala planificación y organización, un control insuficiente, una formación inadecuada de los trabajadores y la falta de un buen estudio de métodos y tiempos de producción.

El estudio del trabajo según OIT – Organización Internacional del Trabajo, es el examen sistemático de los métodos utilizados para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando. Este incluye dos técnicas muy importantes (el estudio de métodos y la medición del trabajo) y su interrelación se detalla a continuación: El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras, por otro lado, la medición de trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida. Ambas técnicas están estrechamente relacionadas y son especiales dentro del estudio de trabajo. Su relación se presenta esquemáticamente en la siguiente figura:

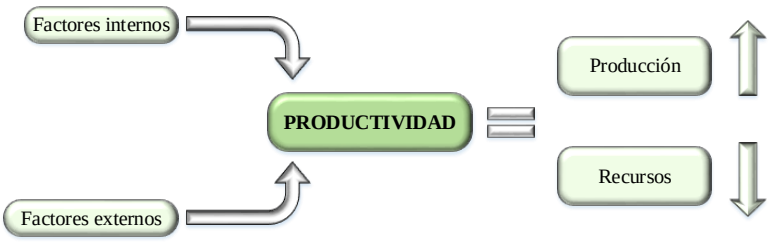
Figura 1 Estudio del trabajo



Fuente: Elaborado por la Organización Internacional del Trabajo.

La productividad es la relación entre producción e insumo, dentro de una industria puede estar afectada por diversos factores externos, asi como por varias deficiencias en sus actividades o factores internos, por esto se entiende que cuando se produzca más con menos recursos, mayor es el crecimiento de la productividad y mayores son los beneficios para todos, la economía, los negocios y los empleados. Su relación con el estudio de trabajo es evidente.

Figura 2 Productividad



Fuente: Elaborado por la Organización Internacional del Trabajo.

En la actualidad en Bolivia existen dos agroindustrias de gran importancia, la industria de las oleaginosas y la industria azucarera debido a su trascendencia socioeconómica reflejada en la generación de empleos, ingresos y divisas para el país, la cual produce azúcar a partir de caña y sus derivados (como por el ejemplo, el alcohol).

Se cuenta con cinco Ingenios productores de azúcar y alcohol en el Departamento de Santa Cruz, uno en el departamento de Tarija y uno en el departamento de La Paz.

Tabla 1 Ingenios en Bolivia

N°	Industria	Departamento	Productos
1	Ingenio Azucarero Guabirá.	Santa Cruz	Alcohol y azúcar
2	Compañía Industrial Azucarera "San Aurelio" S.A.	Santa Cruz	Alcohol y azúcar
3	Planta Industrial "Don Guillermo" LTDA.	Santa Cruz	Alcohol y azúcar
4	Ingenio Sucro Alcoholero Aguaí S.A.	Santa Cruz	Alcohol y azúcar
5	Ingenio Azucarero Roberto Barbery Paz	Santa Cruz	Alcohol y azúcar
6	Industrias Agrícolas de Bermejo S.A.	Tarija	Alcohol y azúcar
7	Empresa Azucarera San Buenaventura	La Paz	Alcohol y azúcar

Fuente: Elaboración propia en base a una entrevista realizada al gerente de I.A.B.S.A.

Según el Boletín de Comercio Exterior del IBCE No. 181, el sector cañero-azucarero boliviano genera cerca de 200.000 empleos entre directos e indirectos, asimismo I.A.B.S.A. desde sus inicios creó cientos de fuentes de empleo en el municipio de Bermejo y centenares de trabajadores llegaron principalmente de las provincias tarijeñas buscando una fuente de trabajo. El comienzo de la zafra induce una fuerte reactivación socioeconómica en el municipio y mejoras en la calidad de vida en más de 12 mil personas entre fabriles, cañeros, zafreros, cargadores, transportistas entre otros.

El objetivo de elaborar un estudio de trabajo por medio de la aplicación de la ingeniería de métodos y medición de trabajo es examinar el trabajo humano en todas sus

dimensiones investigar todos los factores que influyen en la eficiencia de su desempeño con el fin de incrementar la productividad del área de envasado sin recurrir a grandes cambios de inversión de capital o exigir un mayor esfuerzo a la mano de obra.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Identificación del problema

En el ingenio Moto Méndez entre las actividades realizadas dentro del sector envasado se han identificado una serie de tareas que no cuentan con los seguimientos adecuados para el proceso productivo del envasado del azúcar, esto impide conocer el trabajo del operador/máquina en su respectivo turno. La identificación de los productos mediante códigos o herramientas de trazabilidad no existe, es por eso que identificar al trabajador de turno ante un mal lote es imposible, como respuesta a ello se tiene una mala operación que pasa por desapercibido.

Los contratos de personal son eventuales y para este sector se necesitan siete trabajadores, de todos uno es capacitado en el puesto de costura y otro en el pesaje. Este tipo de contrato por la poca capacitación que brinda impide que exista una rotación adecuada en el sector ya que cinco de los siete trabajadores pueden sólo rotar en el puesto de “pesadores” (colocado del azúcar a la cinta transportadora) y en el transporte del azúcar terminado al depósito.

El cansancio laboral por la inadecuada rotación, descansos no programados, trabajadores con doble turno y así también la manipulación de quintales (46 kilos), provoca actitudes negativas en los trabajadores dando como resultado un mal clima laboral en el sector. De igual manera, la poca motivación que existe en el área a consecuencia de los bajos salarios y de la poca importancia que se le suele dar a diferentes logros de turno genera que los mismos trabajadores eviten los desafíos, así como también el exigirse un poco más en momentos necesarios.

Las condiciones de trabajo como la inexistencia de vestuarios, baños muy lejanos, lugares cercanos al sector de tierra que en épocas de lluvia se convierten en barro y el contacto que se tiene con el exterior, provoca condiciones no optimas de trabajo puesto

que permiten el ingreso de polvo y carbonilla (residuo provocado por la quema de caña) poniendo en riesgo la salud de los empleados como también la calidad del azúcar.

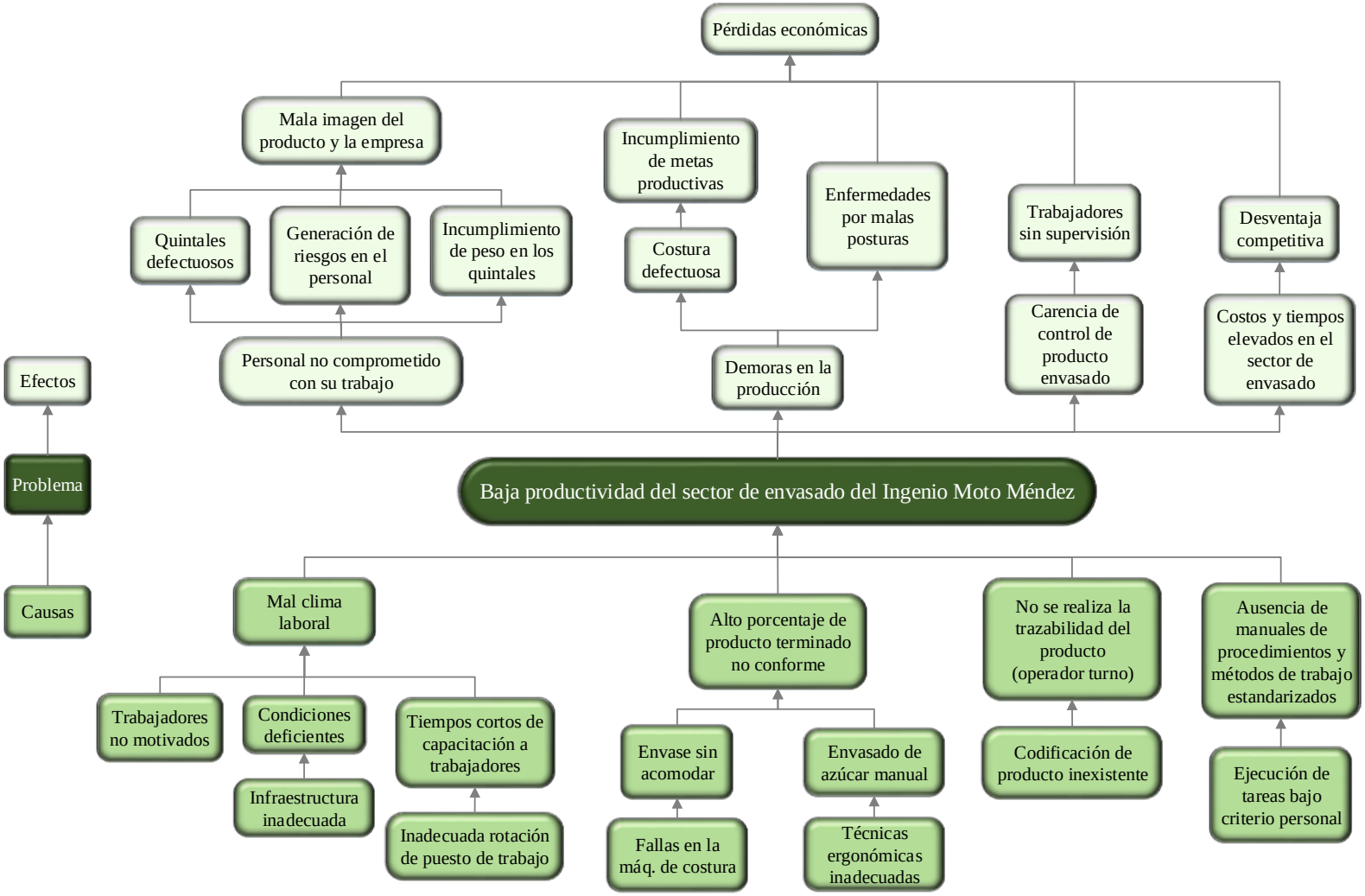
Para el envasado del azúcar se cuenta con una envasadora manual, la que produce cuello de botella en el sector, la operación se detiene hasta que la persona encargada calcula el peso del quintal correspondiente, este cálculo mayormente no es el exacto lo que provoca una variación en cuanto al peso entre quintales. Se tiene un producto terminado en ocasiones con sobre peso lo que genera pérdidas económicas y en ocasiones con peso faltante provocando molestias en los clientes, reclamos y hasta incluso la pérdida del mismo. La máquina cosedora de bolsas es una adaptación de un equipo antiguo, haciendo que su uso sea difícil lo que provoca en ocasiones quintales mal costurados. Se tiene solo una balanza para el pesado del quintal, esto no permite que se realice una calibración correspondiente cada tiempo determinado. Las falencias mencionadas anteriormente dan como resultado demoras al momento de envasar un quintal de azúcar, asi mismo el incumplimiento de metas productivas por turnos, a su vez esto genera en los trabajadores malas posturas, sobreesfuerzos, dolores de cuello y espalda todo a causa de las inadecuadas técnicas ergonómicas al momento de operar en las maquinas o equipos.

A lo largo de las operaciones que este sector requiere se puede observar que el tipo de planeación que se realiza es de una forma empírica, debido a que la programación de las actividades que se efectúan, depende principalmente de la experiencia con la que cuenta el operador más antiguo y como también de su criterio personal.

A continuación, se resume en el siguiente Árbol de Problemas:

2.2. Árbol de problemas

Figura 3 Árbol de Problemas



Fuente: Elaboración Propia, 2020.

2.3. Formulación del problema

¿De qué manera las condiciones actuales de trabajo en el sector de envasado influyen en la productividad del área, durante el periodo de zafra?

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Realizar un Estudio de Trabajo en el sector de envasado del Ingenio Moto Méndez, con el fin de estandarizar los procedimientos a través del Estudio de Métodos y Medición del trabajo.

3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del sector de envasado del Ingenio Moto Méndez.
- Desarrollar los diagramas correspondientes a la ingeniería de métodos a fin de valorar el trabajo que se realiza a nivel interno.
- Normalizar y estandarizar el método de trabajo del sector de envasado con el fin de mejorar su ejecución.
- Determinar el tiempo óptimo de las operaciones del sector de envasado tomando en cuenta las mejoras por implementar en el proceso.
- Determinar la cantidad óptima de operadores para el sector de envasado.

4. DELIMITACIÓN

4.1. Límite Académico

El presente estudio cumplirá con todo lo exigido por la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho entorno al grado investigativo y el esquema de presentación para proyectos de grado; sustentando con bibliografía, textos y estudios que proporsionan información referente al estudio de trabajo; adicionalmente, esto se complementará con diferentes materias cursadas en la carrera tales como ingeniería de métodos, ingeniería industrial y productiva, seguridad e higien industrial, planificación y control de la producción, entre otras.

4.2. Límite Espacial

El estudio se desarrolla en el sector de envasado del Ingenio Moto Méndez de IABSA, siuado en la zona arrozales a 7 (Km) aproximadamente del municipio de Bermejo sobre la ruta nacional 33 (carretera al chaco).

Este sector cuenta con seis operadores y un encargado por turno de producción, los cuales envasan quintales de azúcar blanco. El proceso de envasado tanto para azúcar blanco como para crudo es el mismo, sin embargo, el sector de cada uno de los procesos son en diferentes lugares.

Se ha delimitado al sector de envasado por ser la única parte del proceso productivo donde el operador interactúa con el producto, contar con operaciones manuales nos dá la oportunidad de realizar el estudio con el fin de determinar mejoras a favor de la productividad del sector.

Entonces cobertura del presente proyecto queda demarcada de la siguiente manera:

Sector envasado

- Envasado.
- Costurado.

4.3. Límite Temporal

El tiempo de elaboración del presente estudio es entre el mes de agosto del año 2021 hasta mediados de noviembre, con el fin de cumplir el calendario académico dispuesto por la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Los datos que serán considerados en el estudio forman parte de la zafra 2021, de tal forma que las visitas, tomas de tiempo y prácticas realizadas al ingenio comienzan el mes de agosto hasta octubre.

5. JUSTIFICACIÓN

5.1. Justificación Económica

El proyecto está orientado a realizar un Estudio del Trabajo en el sector de envasado del Ingenio Moto Méndez de IABSA, con el fin de poder estandarizar el proceso a favor de la productividad del sector. Las pérdidas económicas se ven reflejadas a lo largo del proceso productivo por fallas relacionadas a la ejecución de las tareas las cuales con el presente proyecto se trata de subsanar proveyendo así alternativas en contra de futuras pérdidas monetarias, así como también pérdidas de clientes ante la presencia de productos mal terminados.

La estandarización y trazabilidad propuesta dentro del sector de envasado a futuro puede llegar a expandirse a todo el proceso productivo del Ingenio Azucarero Moto Mendez de IABSA lo que traería consigo grandes beneficios para la empresa.

5.2. Justificación Social

El presente proyecto está en busca de conocer los diferentes problemas relacionados tanto con el producto como los que se presentan en cada uno de los operadores que trabajan en el sector con el fin de brindar mejores condiciones a ambos.

Pensar en el proceso productivo es pensar en la industria y en cada uno de los clientes de la misma brindándoles productos que cumplan con todas sus especificaciones técnicas (especialmente, en cuanto calidad y peso). Por otro lado, facilitar o benefiar la ejecución de las tareas es contribuir de la mejor manera a una de las partes más fundamentales de la industria (los operarios).

En fin, el presente proyecto busca relacionar a la industria con la mejora continua, brindando siempre a los operarios las condiciones adecuadas para la ejecución de las tareas, así como también el interés de producir un quintal de azúcar digno para el consumo de la población.

5.3. Justificación Académica

Este estudio tiene como objetivo aumentar la productividad del sector de envasado con la implementación de la herramienta de estudio de trabajo, eliminado los tiempos improductivos que no generen valor en el proceso de fabricación de quintales de azúcar, para tomar acciones y lograr un mayor rendimiento en su proceso productivo.

También nos permite adquirir experiencia y conocimiento, donde se puede aplicar sólidos fundamentos teórico-prácticos adquiridos a lo largo del proceso académico, contribuyendo además al desarrollo de nuevos conocimientos y habilidades para darle solución a una problemática real de una industria relacionada con el campo de acción de la Ingeniería Industrial.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ESTUDIO DEL TRABAJO

La OIT define al estudio de trabajo como el examen sistemático de los métodos utilizados para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando. Éste tiene por objeto examinar de qué manera se está realizando una actividad, simplificar o modificar el método operativo para reducir el trabajo innecesario o excesivo, o el uso antieconómico de recursos, y fijar el tiempo normal para la realización de esa actividad.

El Estudio de Trabajo son ciertas técnicas, y en particular **el estudio de métodos y la medición del trabajo,** que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

Con este estudio se constituye un valioso instrumento para conseguir que todas las actividades que influyen en la producción se puedan llevar a cabo, de forma racional, en la empresa. (Caso Neira, 2006).

1.1.1. Utilidad del Estudio de Trabajo

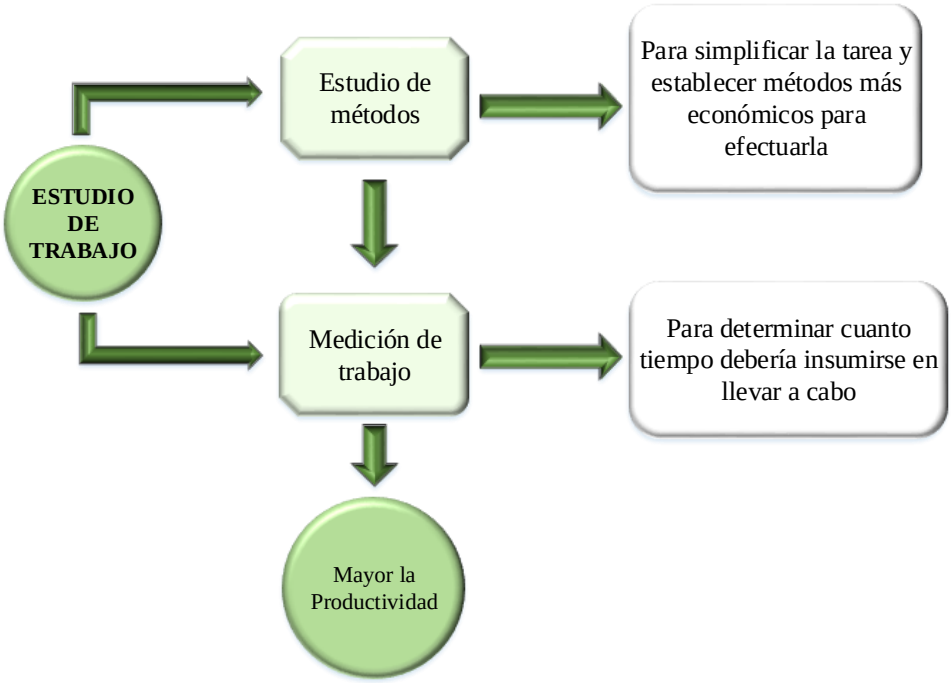
- Es un medio de aumentar la productividad de una fábrica o instalación mediante la reorganización del trabajo, método que normalmente requiere poco o ningún desembolso de capital para instalaciones o equipo.
- Es sistemático, de modo que no se puede pasar por alto ninguno de los factores que influyen en la eficacia de una operación, ni al analizar las prácticas existentes ni al crear otras nuevas, y que se recogen todos los datos relacionados con la operación.
- Es el método más exacto conocido hasta ahora para establecer normas de rendimiento, de las que dependen la planificación y el control eficaces de la producción.

- Puede contribuir a la mejoría de la seguridad y las condiciones de trabajo al poner de manifiesto las operaciones riesgosas y establecer métodos seguros para efectuar las operaciones.
- Las economías resultantes de la aplicación correcta del estudio del trabajo comienzan de inmediato y continúan mientras duren las operaciones en su forma mejorada.
- Es un «instrumento» que puede ser utilizado en todas partes. Dará buen resultado dondequiera que se realice trabajo manual o funcione una instalación, no solamente en talleres de fabricación, sino también en oficinas, comercios, laboratorios e industrias auxiliares, como las de distribución al por mayor y al por menor y los restaurantes, y en las explotaciones agropecuarias.
- Es relativamente poco costoso y de fácil aplicación.
- **Es uno de los instrumentos de investigación más penetrantes de que dispone la dirección.** Por eso es un arma excelente para atacar las fallas de cualquier organización, ya que al investigar un grupo de problemas se van descubriendo las deficiencias de todas las demás funciones que repercuten en ellos. (Organización Internacional del Trabajo, 1996).

1.1.2. Técnicas del estudio de trabajo

La expresión «estudio del trabajo» comprende varias técnicas, y en especial el estudio de métodos y la medición del trabajo. ¿Qué son esas dos técnicas y qué relación tienen entre sí?

Figura I-1 Estudio de trabajo y sus técnicas



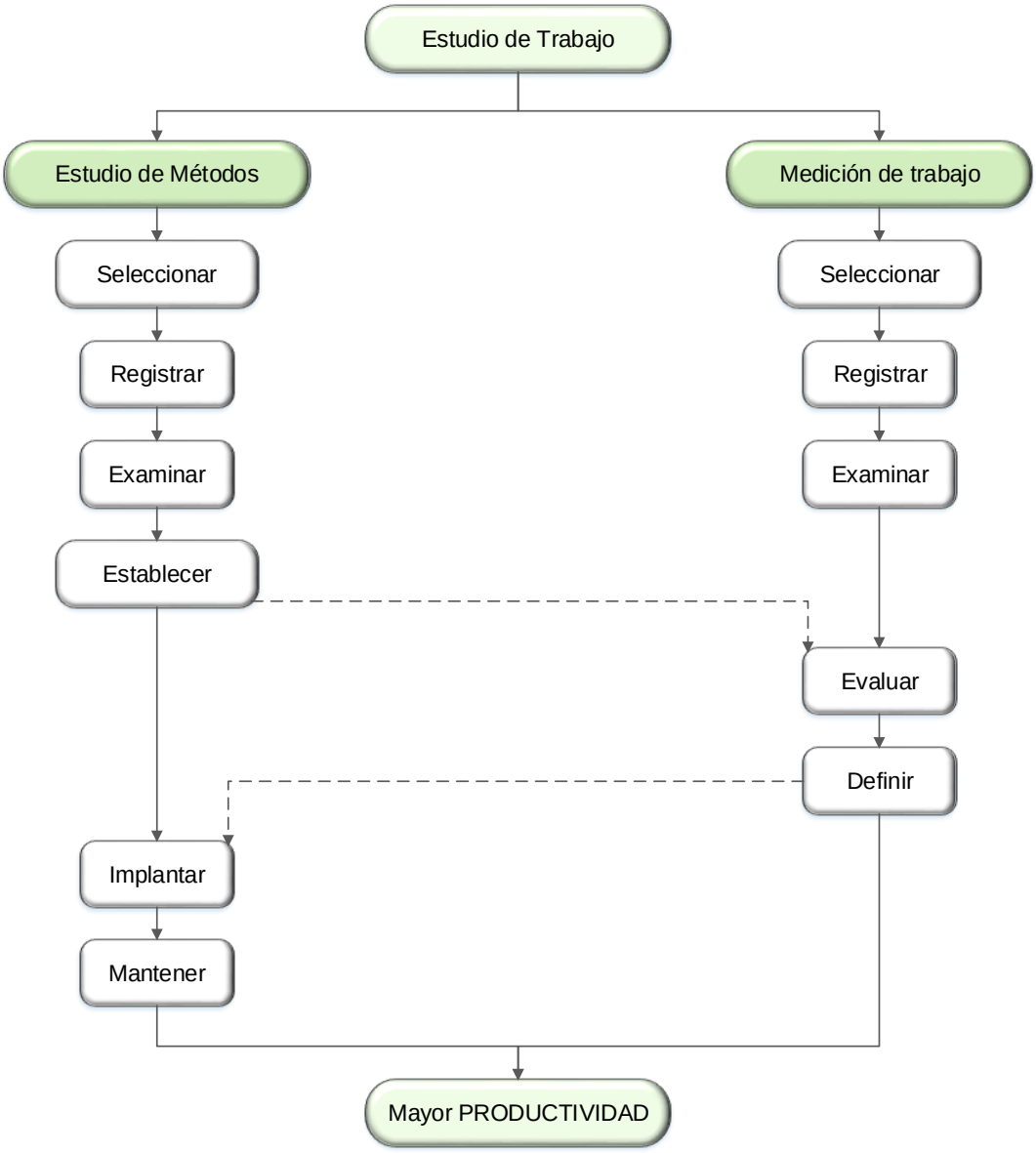
Fuente: Organización Internacional del Trabajo, 1996.

El estudio de métodos y la medición del trabajo están, pues, estrechamente vinculados. El estudio de métodos se relaciona con la reducción del contenido de trabajo de una tarea u operación. En cambio, la medición del trabajo se relaciona con la investigación de cualquier tiempo improductivo asociado con ésta, y con la consecuente determinación de normas de tiempo para ejecutar la operación de una manera mejorada, tal como ha sido determinada por el estudio de métodos. (Organización Internacional del Trabajo, 1996).

1.1.3. Procedimiento básico para el Estudio del Trabajo

Es preciso recorrer las siguientes ocho etapas fundamentales, con el fin de realizar un Estudio del Trabajo completo:

Figura I-2 Etapas del estudio del trabajo



Fuente: Organización Internacional del Trabajo,1996.

1.2. ESTUDIO DE MÉTODOS

Es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras. (Organización Internacional del Trabajo, 1996).

Caso Neira Alfredo, define como Estudio de Métodos al registro y al examen crítico y sistemático de los métodos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces de reducir costos.

El estudio de métodos es la técnica encargada de incrementar la productividad con los mismos recursos u obtener lo mismo con menos dentro de una organización, empleando para ello un estudio sistemático y crítico de las operaciones, procedimientos y métodos de trabajo.

El instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios. Referente a la industria, aspectos tales como ventas, finanzas, producción, ingeniería, costos, mantenimiento y administración son áreas fértiles para la aplicación de los mismos.

El campo del estudio de métodos y la medición del trabajo comprende el diseño, la formulación y la selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para manufacturar un producto.

El mejor método debe entonces compaginarse con las mejores técnicas o habilidades disponibles, a fin de lograr una eficiente interrelación humano-máquina. Una vez que se ha establecido cabalmente un método, la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el producto queda dentro del alcance de este trabajo. También está la responsabilidad de vigilar que se cumplan la norma o estándares predeterminados, y de que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento. (Moncayo , 2008).

1.2.1. Objetivo final del Estudio de Métodos

Para Caso Neira Alfredo, el objetivo final del Estudio de Métodos es el aumento de los beneficios de la empresa analizando:

- Materias primas, herramientas, combustibles.
- Espacios, edificios, depósitos, almacenes, instalaciones.
- Tiempos.

- Esfuerzos, tanto mentales como físicos, a fin de utilizar racionalmente todos los medios disponibles.

1.2.2. Fines del Estudio de Métodos

- Mejorar los procesos.
- Mejorar la disposición de la fábrica, del taller y/o de los lugares de trabajo.
- Mejorar el diseño del equipo y de las instalaciones en general.
- Mejorar la utilización de los materiales, maquinaria y mano de obra.
- Economizar el esfuerzo humano, reduciendo todas las tareas innecesarias y simplificando aquellas que originen fatiga.
- Favorecer la creación de mejores condiciones ambientales para el trabajo. (Durán, 2007).

1.3. HERRAMIENTAS DE REGISTRO DEL ESTUDIO DE MÉTODOS

1.3.1. Cursograma Analítico (Diagrama analítico)

Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda. (Organización Internacional del Trabajo, 1996).

1.3.1.1. Bases del cursograma analítico

El cursograma analítico se puede basar en las siguientes tres opciones:

- **Cursograma de operario:** Se registra todo lo que lleva a cabo el trabajador.
  Emplea voz activa (Revisa, corta, lleva, etc.).
- **Cursograma de material:** Se registra todas las acciones que se le hacen al material.
  Emplea voz pasiva (Es revisada, es cortada, es llevada, etc.).
- **Cursograma de equipo:** Se registra todo el trabajo que se realiza desde la óptica del equipo (cómo se usa el equipo).
  Emplea voz pasiva (Es revisado, es aceitado, es activado, etc.). (Betancourt, 2021).

En el ANEXO 1 y 2 se presenta la planilla utilizada para este cursograma así como también la decripción de uso de la misma.

1.3.1.2. Simbología del Cursograma Analítico (operario, material y equipo).

Tabla I-1 Simbología del Cursograma Analítico

ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Operación		Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento, por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación.
Inspección		Indica la inspección de la calidad y/o la verificación de la cantidad.
Transporte		Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
Espera		Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.
Almacenamiento		Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.
Actividades Combinadas	Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de tales actividades.	

Fuente: Organización Internacional del Trabajo, 1996

1.3.2. Diagrama Bimanual

Es una herramienta para el estudio del movimiento. Este diagrama muestra todos los movimientos y retrasos atribuibles a las manos derecha e izquierda y las relaciones que existen entre ellos. (Organización Internacional del Trabajo, 1996).

El contenido que se debe considerar dentro de la planilla de este diagrama se puede observar dentro del ANEXO 3 y las observaciones a tener en el ANEXO 4.

1.3.2.1. Propósito del Diagrama Bimanual

Es identificar los patrones de movimiento ineficientes y observar las violaciones a los principios de la economía de movimientos. Este diagrama facilita la modificación de un método, de tal manera que se pueda lograr una operación equilibrada de las dos manos, así como un ciclo parejo más rítmico que mantenga los retrasos y la fatiga del operario a niveles mínimos. (Organización Internacional del Trabajo, 1996).

1.3.2.2. Estudio de movimientos

Es el estudio de todos y cada uno de los movimientos de cualquier parte del cuerpo humano para poder realizar un trabajo en la forma más eficiente. (García Criollo).

El estudio de los movimientos implica el análisis cuidadoso de los movimientos corporales que se emplean para realizar una tarea. Su propósito es eliminar o reducir movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los movimientos eficientes. A través del estudio de los movimientos en conjunto con los principios de la economía de movimientos, el trabajo puede rediseñarse para que incremente su eficacia y genere un elevado índice de producción. (Niebel & Freivalds, 2009).

- **Therbligs**

Los therbligs son los componentes básicos del patrón de movimientos. En esencia identifican las diferentes actividades de la mano. (Fred E. Meyers 2000).

Los therbligs pueden ser eficientes o ineficientes. Los primeros directamente estimulan el progreso del trabajo y con frecuencia pueden ser acortados, pero por lo general no pueden eliminarse por completo. Los therbligs ineficientes no representan un avance en el progreso del trabajo y deben eliminarse aplicando los principios de la economía de movimientos. (Niebel & Freivalds, 2009).

Los 17 therbligs, junto con sus símbolos y definiciones, se muestran a continuación:

Tabla I-2 Therbligs de los Gilbreth Eficientes

Therbligs eficientes (Avanza el progreso del trabajo directamente. Puede reducirse, pero es difícil eliminarlo completamente).		
Therblig	**Símbolo**	**Descripción**
Alcanzar	RE	"Mover" la mano vacía hacia o desde el objeto; el tiempo depende de la distancia recorrida; por lo general es precedido por "Liberar" y seguido por "Sujetar".
Mover	M	"Mover" la mano cargada; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; por lo general es precedido por "Sujetar" y seguido por "Liberar" o "Posicionar".
Sujetar o tomar	G	"Cerrar" los dedos alrededor de un objeto; comienza a medida que los dedos tocan el objeto y termina cuando se ha ganado el control; depende del tipo de sujeción; por lo general, es precedido por "Alcanzar" y seguido por "Mover".
Liberar	RL	"Soltar" el control de un objeto, típicamente el más corto de los therbligs.
Preposicionar	PP	"Posicionar" un objeto en una ubicación predeterminada para su uso posterior; por lo general ocurre en conjunto con "Mover", como cuando se orienta una pluma para escribir.
Utilizar	U	"Manipular" una herramienta para el uso para el que fue diseñada; fácilmente detectable, a medida que avanza el progreso del trabajo.
Ensamblar	A	"Unir" dos partes que embonan; por lo general es precedido por "Posicionar" o "Mover" y seguido por "Liberar".
Desensamblar	DA	Es lo opuesto a "Ensamblar", pues separa partes que embonan; por lo general es precedido por "Sujetar" y seguido por "Liberar".

Fuente: Benjamin W. Niebel, Andris Freivalds, (2009).

Tabla I-3 Therbligs de los Gilbreth Ineficientes

Therbligs ineficientes (No avanza el progreso del trabajo. Si es posible, debe eliminarse)		
Therblig	**Símbolo**	**Descripción**
Buscar	S	Ojos o manos buscan un objeto; comienza a medida que los ojos se mueven para localizar un objeto.
Seleccionar	SE	"Seleccionar" un artículo de varios; por lo general es seguido por "Buscar".
Proporcionar	P	"Orientar" un objeto durante el trabajo, por lo general precedido por "Mover" y seguido por "Liberar" (en oposición a durante en Preposicionar).
Inspeccionar	I	"Comparar" un objeto con el estándar, típicamente a la vista, pero podría ser también con los demás sentidos.
Planear	PL	"Pausar" para determinar la acción siguiente; por lo general se lo detecta como un titubeo que precede a "Mover".
Retraso inevitable	UD	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la inevitable operación, por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina una búsqueda prolongada.
Retraso evitable	AD	El operario es el único responsable del tiempo ocioso, por ejemplo, toser.
Descanso para contrarrestar la fatiga	R	Aparece periódicamente, no en cada ciclo; depende de la carga contrarrestar la fatiga de trabajo física.
Parar	H	Una mano soporta el objeto mientras la otra realiza trabajo útil.

Fuente: Benjamin W. Niebel, Andris Freivalds, (2009).

- **Principios de la economía de movimientos**

Utilización del cuerpo humano según López del Valle Martínez, (2021):

1. Las dos manos deben comenzar y completar sus movimientos a la vez.
2. Nunca deben estar inactivas las dos manos a la vez, excepto durante los períodos de descanso.
3. Los movimientos de los brazos deben realizarse simultáneamente y en direcciones opuestas y simétricas.
4. Los movimientos de las manos y el cuerpo deben caer dentro de la clase de la clasificación de movimientos la cual se muestra en el ANEXO 5.
5. Debe aprovecharse el impulso cuando favorece al obrero, pero debe reducirse a un mínimo si hay que contrarrestarlo con esfuerzo muscular.
6. Son preferibles los movimientos continuos y curvos a los movimientos rectos en los que hay cambios de dirección bruscos y/o repentinos. Los movimientos de oscilación libre son más rápidos, más fáciles y más exactos que los restringidos o controlados.
7. Debe de haber una sucesión lógica para mantener un ritmo y permitir que sea automática.
8. El trabajo debe disponerse de modo que los ojos se muevan dentro de límites cómodos y no sea necesario cambiar de foco a menudo.

1.3.3. Diagrama de Recorrido

Se registran las operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenajes, en el mismo orden en que tienen lugar. la ruta de los movimientos se señala por medio de líneas, cada actividad es identificada y localizada en el diagrama por el símbolo correspondiente, y las operaciones e inspecciones se enumerarán de acuerdo con el diagrama de proceso. Organización Internacional del Trabajo (1996).

En el ANEXO 6 y 7 se puede observar la estructura de este diagrama y los pasos para su elaboración.

1.3.3.1. Utilización del Diagrama de Recorrido

Para Castaño, se emplea como instrumento de análisis para eliminar los costos ocultos que se presentan durante la operación de un sistema productivo, para manufacturar un componente, información o servicio.

Dado que este diagrama presenta de forma clara y detallada todos los retrasos, transportes y almacenamientos, sirve para definir estrategias y acciones para reducir el número de estos elementos.

Una vez que se concluya el diagrama se debe realizar una serie de preguntas basadas en el principio de análisis del método de trabajo, con énfasis en los siguientes enfoques:

- Manejos de materiales
- Distribución de equipo en la planta
- Tiempos de retrasos
- Tiempos de almacenamiento

1.4. MEDICIÓN DEL TRABAJO

Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

La medici6n del trabajo sirve para investigar, reducir y finalmente eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se ejecuta trabajo productivo, por cualquier causa que sea. Organización Internacional del Trabajo (1996).

1.4.1. Objetivos de la Medición de Trabajo

Según García Criollo son dos los objetivos que puede satisfacer con la medición:

- Incrementar la eficiencia del trabajo.
- Proporcionar estándares de tiempo.

1.4.2. Técnica de medición de trabajo

1.4.2.1. Muestreo de trabajo

Es una técnica para determinar, mediante muestreo estadístico y observaciones aleatorias, el porcentaje de aparición de determinada actividad. Organización Internacional del Trabajo (1996). Para su mejor comprensión en el ANEXO 8 se presenta un resumen.

- **Elementos**

Es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis. (Organización Internacional del Trabajo, 1996). Los tipos de elementos se describen en el ANEXO 9.

- **Población de Estudio**

Es la suma de todos los elementos que comparten algún conjunto común de características y que constituyen el universo para los propósitos del problema de la investigación. La información sobre los parámetros de la población puede obtenerse mediante la realización de un censo o la obtención de una muestra. (Naresh K. , 2008).

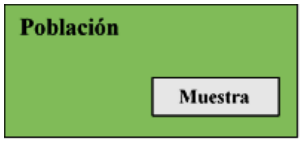
- **Marco de muestreo**

Es la representación de los elementos de la población meta. Consiste en un listado o conjunto de instrucciones para identificar la población meta. (Naresh K. , 2008).

- **Muestra**

Es un subgrupo de la población, que se selecciona para participar en el estudio. Después se utilizan las características de la muestra, llamadas estadísticos, para hacer inferencias sobre los parámetros de la población. Las inferencias que vinculan las características de la muestra y los parámetros de la población son procedimientos de estimación y pruebas de hipótesis. (Naresh K. , 2008).

Figura I-3 Representación gráfica

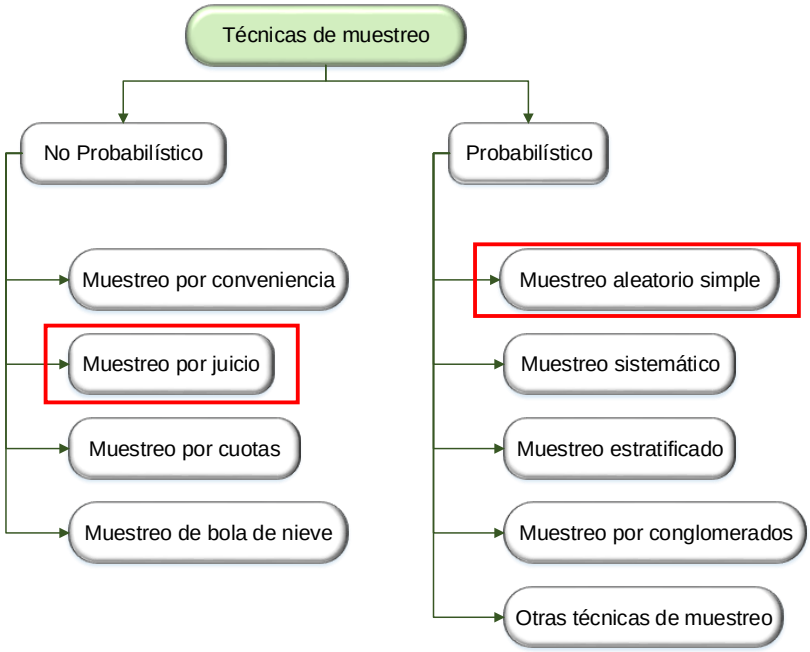


Fuente: Elaboración propia, 2021.

1.4.2.2. Técnicas de muestreo

Las técnicas de muestreo pueden clasificarse en general como probabilístico y no probabilístico, a continuación, se presenta una ilustración gráfica:

Figura I-4 Clasificación de las técnicas de muestreo



Fuente: Naresh K, 2008.

- **Muestreo No Probabilístico**

El muestreo no probabilístico no se basa en el azar, sino en el juicio personal del investigador para seleccionar a los elementos de la muestra. El investigador puede decidir de manera arbitraria o consciente qué elementos incluirá en la muestra. (Naresh K. , 2008).

- **Muestreo por juicio**

Forma de muestreo por conveniencia en que los elementos de la población se seleccionan de forma deliberada con base en el juicio del investigador.

El investigador utiliza su juicio o experiencia para elegir a los elementos que se incluirán en la muestra, porque considera que son representativos de la población de interés, o que de alguna otra manera son adecuados. (Naresh K. , 2008).

- **Muestreo Probabilístico**

En el muestreo probabilístico las unidades del muestreo se seleccionan al azar. Es posible especificar de antemano cada muestra potencial de un determinado tamaño que puede extraerse de la población, así como la probabilidad de seleccionar cada muestra. No es necesario que cada muestra potencial tenga la misma probabilidad de quedar seleccionada; aunque es posible especificar la probabilidad de seleccionar cualquier muestra particular de un tamaño dado. (Naresh K. , 2008).

- **Muestreo aleatorio simple:**

Técnica de muestreo probabilístico donde cada elemento de la población tiene una probabilidad de selección equitativa y conocida. Cada elemento se selecciona de manera independiente a los otros elementos y la muestra se extrae mediante un procedimiento aleatorio del marco de muestreo. (Naresh K. , 2008).

Tamaño de muestra:

Se refiere al número de elementos que deben incluirse en el estudio. (Naresh K. , 2008).

Ecuación considerando una población finita:

$$n = \frac{K^2\, p\, q\, N}{E^2\,(N-1) + K^2\, p\, q} \qquad 1.3$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

K = Nivel de confianza

p = porcentaje de la población que tiene el atributo deseado

q = porcentaje de la población que no tiene el atributo deseado

N = Tamaño de la población (se conoce puesto que es finito)

E = Error de estimación máximo aceptado

- **Muestreo Piloto:**

Se va a analizar si los operarios son productivos o improductivos, todo con el fin de obtener el valor de p y q.

Operarios Productivos: Cuando el operario está realizando una actividad (tarea) que produce un beneficio al ingenio.

Operarios Improductivos: Cuando el operario no realiza una actividad (tarea) que beneficia a la empresa.

En el ANEXO 10 se muestra la planilla a utilizar para este muestreo.

Fórmula para la obtención de p y q

$$p = \frac{\text{T prod.}}{\text{Tn}} \qquad 1.4$$

$$q = \frac{\text{T imp.}}{\text{Tn}} \qquad 1.5$$

Donde:

p = porcentaje de la población que tiene el atributo deseado

q = porcentaje de la población que no tiene el atributo deseado

T prod. = Valor total de Productivo

T imp. = Valor total de Improductivo

Tn = Total de número de muestras

1.5. TÉCNICAS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

Características de las técnicas utilizadas para el estudio de tiempos:

1.5.1. Estudio de tiempos

Según Hodson, (2001), el estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea conforme a un método especificado. En la práctica, el estudio de tiempos incluye, por lo general, el estudio de métodos. Además, sostiene

que los expertos tienen que observar los métodos mientras realizan el estudio de tiempos buscando oportunidades de mejoramiento.

Según Niebel (1990), Para llevar a cabo el estudio de tiempos, los expertos disponen de un conjunto de técnicas tales como:

- Registros tomados en el pasado para crear la tarea.
- Estimaciones de tiempo realizadas.
- Los tiempos predeterminados.
- Análisis de película.
- El estudio de tiempos con cronómetro que es la técnica utilizada con mayor frecuencia.

1.5.1.1. Análisis de película

Según los Gilbreth, el primer propósito de esta filmación es poder analizar la actividad e incluir mejoras. También sirve la grabación para entrenar a otros trabajadores en la realización de esa tarea, a partir de ella es posible medir lapsos muy cortos de tiempo con mayor precisión.

Con la grabación se mide y determina el tiempo normal de realización de cada componente de la tarea, añadiendo un margen de error y los descansos o retrasos para fijar el estándar.

El uso del vídeo en la investigación permite:

- Observar y comprender actividades, así como obtener información adicional acerca de comportamientos y hechos que de otra manera no serían posibles de obtener, incluyendo factores ambientales, anímicos y expresivos que pudieran afectar o intervenir en el desarrollo de la investigación.
- Documentar procedimientos, situaciones, rituales y el desempeño de una comunidad o de un grupo de individuos, con la mínima intervención en la cotidianidad de las personas documentadas.
- Conseguir evidencias frente a las problemáticas o situaciones que son observadas.

1.5.1.2. Estudio de tiempos con cronómetro

Hay dos tipos de cronómetros disponibles en el mercado:

- **Modo de vuelta a cero:** El reloj muestra el tiempo de cada elemento y automáticamente vuelve a cero para el inicio de cada elemento.
- **Modo acumulativo (modo continuo):** El reloj muestra el tiempo total transcurrido desde el inicio del primer elemento hasta el último.

1.5.2. Calificación de velocidad

Es un método de evaluación del desempeño que solo considera la tasa de trabajo logrado por unidad de tiempo. El observador mide la efectividad del operario contra el concepto de un operario normal que realiza el mismo trabajo, ejemplo: 80% de 100% o 110% de 100%. Este método hace énfasis específico en que el observador tiene un conocimiento completo del trabajo. De allí la necesidad de familiarizarse con una serie de puntos de comparación que tengan relación estrecha con el trabajo estudiado. En este método es importante, primero valorar el desempeño y luego registrar los tiempos. (Niebel & Freivalds, 2009).

1.5.3. Suplementos

Se puede ver que los suplementos por descanso (destinados a reponerse de la fatiga) son la única parte esencial del tiempo que se añade al tiempo básico. Los demás suplementos, como por contingencias, por razones de política de la empresa y especiales, solamente se aplican bajo ciertas condiciones. (Organización Internacional del Trabajo, 1996).

En el ANEXO 11 se presenta los tipos de suplementos suplementos.

1.5.3.1. Suplementos por descanso

Es el que se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades

personales. Su cuantía depende de la naturaleza del trabajo. (Organización Internacional del Trabajo, 1996).

En el ANEXO 12, se detalla una tabla con los valores referenciales que se pueden aplicar según las condiciones de trabajo.

1.5.3.2. Suplementos por contingencias

Es el pequeño margen que se incluye en el tiempo tipo para prever legítimos añadidos de trabajo o demora que no compensa medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad. (Organización Internacional del Trabajo, 1996).

1.5.4. Tiempo tipo o estándar

Es el tiempo requerido para elaborar un producto en una estación de trabajo con las siguientes tres condiciones (su descomposición se muestra en el ANEXO 13):

- Un operador calificado y bien capacitado.
- Un operador que trabaja a una velocidad o ritmo normal.
- Un operador que realiza una tarea específica.

Estas tres condiciones son esenciales para comprender un estudio de tiempos, por lo que es necesario un análisis adicional. Fred E. Meyers (2000).

- **Operador calificado y bien capacitado**

La experiencia es lo que hace que un operador sea calificado y este bien capacitado, y el tiempo en el tiempo en el trabajo es nuestro mejor indicador. El tiempo requerido para convertirse en calificado varía según la persona y el trabajo. Fred E. Meyers (2000).

1.6. PRODUCTIVIDAD

La productividad es la relación entre producto e insumo. (Organización Internacional del Trabajo, 1996)

Para García Criollo Roberto, es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados.

Según Díaz Valladares César Armando, se denomina a la productividad como la única forma de lograr el nivel adecuado de eficiencia y de eficacia de las operaciones de modo que permitan tener los costos bajo control y poder así ofrecer un precio justo a los cada vez más exigentes clientes.

1.6.1. Importancia de la productividad

Una posibilidad para que una empresa o negocio crezca y aumente su rentabilidad es aumentar la productividad y ésta se refiere a:

- Aumento de la producción por hora-hombre.
- Disminución del tiempo por unidad.
- Economía del material consumido.

Las técnicas usadas para incrementar la productividad son:

- Métodos y diseño del trabajo.
- Economía de movimientos.
- Medida del trabajo.

En general, en producción se ordena y controla el material para producir, se determina la secuencia de las actividades, se investigan las herramientas y equipos adecuados para producir, se programa despacha y da seguimiento al trabajo, se asignan estándares de tiempo y pagos e incentivos y se satisface a los clientes con entregas oportunas y productos de calidad a costos justos. (Palacios Acero, 2019).

1.6.2. Instrumentos para obtener una mayor productividad

Los instrumentos que la Dirección de Producción aplica para obtener una mayor productividad serían:

- Medida del trabajo
- Métodos del trabajo
- Ingeniería de producción
- Control de producción, etc.

Ninguno de estos métodos puede aplicarse solo para conseguir un producto de calidad, en el momento oportuno, al menor costo, con una inversión mínima de capital y con un máximo de satisfacción de los trabajadores.

1.6.3. Cálculo de la productividad

Para Hernández Camilo, la forma más común que se emplea para calcular la productividad es tomar la producción total alcanzada por todos los trabajadores de la empresa y dividirla por las horas trabajadas.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Horas Trabajadas}} \qquad 1.6$$

1.7. HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS

1.7.1. Diagrama causa y efecto

Es un método gráfico simple para presentar una cadena de causas y efectos, y para clasificar las causas y organizar las relaciones entre las variables. Es útil para ayudar a los equipos a generar ideas para las causas de los problemas y, a su vez, sirve como base para identificar las soluciones.

La estructura general de un diagrama de causa y efecto se muestra en el ANEXO 14; debido a ella también se le llama diagrama de “espina de pescado”. Al final de la línea horizontal se enlista un problema. Cada rama que apunta hacia el tallo principal representa una causa posible. Las ramas que apuntan hacia las causas son contribuyentes a ellas. Los diagramas de causa y efecto se construyen en una atmósfera tipo lluvia de ideas. (Evans & Lindsay, 2015).

Los diagramas de causa y efecto (que por su forma también se llaman “diagramas de espina de pescado”) son los métodos para representar todas esas causas principales y secundarias. (Besterfield, 2009).

El diagrama de Ishikawa analiza de una forma organizada y sistemática los problemas, sus causas, y las causas de estas causas, cuyo resultado en lo que afecta a la calidad se denominará efecto. Existen dos aspectos básicos que definen esta técnica: ordena y profundiza. Describir las causas evidentes de un problema puede ser más o menos

sencillo, pero es necesario ordenar dichas causas, ver de dónde provienen y profundizar en el análisis de sus orígenes con el objetivo de solucionar el problema desde su raíz. (Cuatrecasas, 2010).

La secuencia de pasos que se debe para la elaboración de este diagra se presentan en el ANEXO 15.

1.7.1.1. Elementos del diagrama causa efecto

- **Problema:** Es una de las partes fundamentales del diagrama y se trata del nombre del problema sobre el cual se intentan conocer sus causas.
- **Causas (causas primarias):** Hacen referencia a los posibles inconvenientes que pueden ocasionar el problema que se intenta estudiar. Es frecuente utilizar unas causas primarias de tipo genérico, denominadas como las «6M»: mano de obra, materiales, métodos, medio ambiente, mantenimiento y maquinaria.
- **Contribuyentes a la causa (causas secundarias, terciarias, etc.):** Representan las causas de las causas y que permiten profundizar en los orígenes jerarquizados del problema. En otras palabras, hacen referencia al motivo por el cual suceden las causas principales. (Mejia Jervis, 2020).

1.7.2. Diagrama de Pareto

Un diagrama de Pareto es una gráfica que clasifica los datos en orden descendente, de izquierda a derecha.

Un diagrama de Pareto es un histograma de los datos ordenados de la frecuencia mayor a la menor. (Evans & Lindsay, 2015).

Se elabora un diagrama de Pareto para mostrar la relativa importancia de diferentes categorías en un proceso (Ver ANEXO 16), por ejemplo, defectos, costo y modos de falla.

Los pocos que son vitales se pueden separar de los muchos que son triviales. Esto nos servirá como una base para seleccionar los aspectos más importantes que se van a mejorar, por lo común los que aparecen en el lado izquierdo del diagrama de Pareto.

Esto asegurará que lo que tratamos de mejorar tenga el mayor impacto. (Betancourt, 2021).

1.7.2.1. Principio de Pareto

Según Betancourt, el principio o regla de Pareto dice que, para diversos casos, el 80% de las consecuencias proviene del 20% de las causas. No son cifras exactas, pues se considera un fundamento empírico observado por Vildredo Pareto y confirmado posteriormente por otros expertos de diversas áreas del conocimiento.

Algunos enunciados clásicos de la ley:

- El 80% del éxito proviene del 20% de tu esfuerzo.
- El 80% de tu ingreso proviene del 20% de tu esfuerzo.
- El 80% de los ingresos se generan con 20% de los clientes.
- El 80% de las ventas se genera por el 20% de los productos.

En una situación problemática:

- El 80% de "problema" se genera del 20% de "causas"

1.7.2.2. Elementos del Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto está conformado por una estructura dividida en tres partes:

- El eje «Y» izquierdo es la frecuencia de la ocurrencia del problema.
- El eje «Y» de la parte derecha es el porcentaje acumulado del número total de ocurrencias.
- La parte inferior del eje «X» muestra los problemas, quejas, defectos o desperdicios que se presentaron. (Ivan de Souza, 2019).

Los pasos que se deben seguir para su elaboración se presentan en el ANEXO 17.

1.7.3. Diagrama de gantt

Según Gutarra Meza, (2015), es el gráfico (Ver ANEXO 18) que establece el orden y el lapso en que deben ejecutarse las acciones que constituyen un proyecto.

- Permite vigilar el cumplimiento de un proyecto en el tiempo.

- Permite determinar el avance en un momento dado.

Se conoce también como: Cronograma de Actividades y los pasos para la elaboración se presenta en el ANEXO 19.

1.7.4. Técnica del interrogatorio

Consiste en una serie de cuestionamientos críticos (preguntas) aplicados de forma sistemática sobre las actividades de un proceso ya detallado, todo con el fin de encontrar mejores formas de llevar a cabo un proceso.

Inicialmente, las preguntas buscan extraer de las actividades de un proceso, los siguientes elementos: Propósito, Lugar, Sucesión, Persona, Medios.

Y lo hacen a través de preguntas preliminares y preguntas de fondo, cuyo objetivo es el perfeccionamiento de los métodos de trabajo. (Betancourt, INGENIO EMPRESA Estudia, emprede, enseña, 2018).

Tabla I-4 Preguntas de la técnica del interrogatorio

Aspecto de	Pregunta preliminar	Pregunta de fondo	Enfocado a
Propósito	¿Qué se hace en realidad?	¿Qué otra cosa podría hacerse?	Eliminar partes innecesarias del trabajo.
	¿Por qué hay que hacerlo?	¿Qué debería llevarse a cabo?	
Lugar	¿Dónde se hace?	¿En qué otro lugar podría hacerse?	Combinar siempre que sea posible u ordenar de nuevo la sucesión de las operaciones para obtener mejores resultados.
	¿Por qué se hace allí?	¿Dónde debería realizarse?	
Sucesión	¿Cuándo se hace?	¿Cuándo podría realizarse?	
	¿Por qué se hace en ese momento?	¿Cuándo debería hacerse?	

Persona	¿Quién lo hace?	¿Qué otra persona podría llevarlo a cabo?	
	¿Por qué lo hace esa persona?	¿Quién debería hacerlo?	
.Medios	¿Cómo se hace?	¿De qué otra forma podría realizarse?	Simplificar la operación.
	¿Por qué se hace de ese modo?	¿Cómo debería realizarse?	

Fuente: Betancourt, 2018.

1.7.5. Método de Westinghouse

Uno de los sistemas de calificación que se han usado por más tiempo, que en sus inicios fue llamado de nivelación, fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation (Lowry, Maynard y Stegemerten, 1940). Este sistema de califi cación Westinghouse considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. (Niebel & Freivalds, 2009).

1.7.5.1. Factores considerados

El método de Westinghouse considera cuatro factores para ser calificados (Ver ANEXO 20):

- **Habilidad:** Se define como la destreza del empleado para ejecutar un método predeterminado; se determina por su experiencia y aptitudes netas. Por lo general, se califican seis grados de habilidad: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema.
- **Esfuerzo:** Se refiere a la demostración de la voluntad del operario para trabajar con eficiencia. Se distinguen seis niveles de esfuerzo: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y excesivo.
- **Condiciones de trabajo:** Son los niveles de iluminación, ruido, temperatura y ventilación que pueden afectar al operario. Las clases de condiciones son: ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes.

- **Consistencia:** Los resultados obtenidos por el trabajador se repiten constantemente. Las clases de consistencia son: perfecta, excelente, buena, regular, aceptable y deficiente. (Baca U., y otros, 2014).

1.8. ENVASADO

Los alimentos han sido envasados de muy diversas maneras desde hace miles de años. El envasado, además de ayudar a guardar o transportar los alimentos, los preservaba y los protegía de agentes ambientales dañinos como el agua, el aire o la luz. Los primero s envases de alimentos eran esencialmente rígidos (barriles, frascos, latas...) y se fabricaban básicamente utilizando metales como el acero y el vidrio. Más tarde se introdujeron los plásticos y materiales flexibles. Algunos envases incorporan materiales o sistemas activos de control de parámetros tales como humedad, contenidos de gases o sustancias bacteriostáticas que impiden el crecimiento de microorganismos (Gimferrer, 2009).

Según el reglamento 852/2004 CE, el envasado es la introducción de un producto alimenticio en un envase o recipiente en contacto directo con el mismo, así como el propio envase o recipiente.

Actualmente, los envases son esenciales para la comercialización de los alimentos, ya que además de ofrecer una mejor conservación, mayor tiempo de vida de anaquel y seguridad e información para el consumidor, deben generar un impacto visual que los diferencie de productos similares para lograr la preferencia de los consumidores a quienes va dirigido el producto (Cruz, 2006).

1.8.1. Envase

El envase de un alimento es su imagen ante los consumidores. En un espacio reducido se han de incluir todos los datos propios del fabricante, así como ingredientes, información nutricional, denominación o publicidad, entre muchos otros. Pero estos datos, siendo interesantes, no son suficientes. El consumidor demanda cada vez más información clara y concreta que le permita decidir si el alimento adquiere es el que

realmente desea. Además, pide conocer la rastreabilidad del producto y todos los datos que puedan estar relacionados con la seguridad del alimento. (Rodríguez Jerez, 2004).

1.8.2. Tipos de envasado

Según Rodríguez Jerez Juan José el envasado podrá ser fundamentalmente de cuatro tipos:

- **Tradicional:** Envasado habitual, sin ninguna modificación gaseosa, donde lo único que se pretende es evitar contaminaciones cruzadas desde otros alimentos, manipuladores o el ambiente.
- **Al vacío:** Simplemente se elimina el aire, por lo que se crean unas condiciones de microaerofilia iniciales, para posteriormente ser anaeróbicas, dependiendo del producto.
- **Atmósferas controladas:** La composición del gas que rodea al alimento se mantiene constante a lo largo del tiempo mediante un control continuado. Normalmente la composición suele estar dominada por nitrógeno y CO2.
- **Atmósferas modificadas:** La composición de gases se ajusta al principio de almacenamiento, generalmente en el momento de envasar el alimento, y ya no se vuelve a modificar, por lo que, si el material del envase es permeable, esa composición variará con el tiempo.

1.8.3. Envasado del azúcar

Según la cadena productiva del azúcar, se envasa en bolsas de diferentes pesos y presentaciones el azúcar seco y frío dependiendo del mercado, luego se la traslada a los almacenes para su posterior venta y comercio.

1.8.3.1. Tipos de envases

- Mercado interno: Bolsas de 46 kg. de polipropileno con revestimiento de interno de polietileno.
- Mercado externo (exportación): Bolsas de polipropileno con revestimiento interno de polietileno con capacidad de 50 kg.
- Pedidos especiales: Big bags.

1.8.3.2. Empaque

El azúcar es empacado en presentaciones de 50Kg en sacos de papel, sacos de polipropileno laminado, bolsas de polietileno dentro de sacos de polipropileno; el empacado de azúcar familiar se hace en bolsas de polietileno de alta densidad.

Características del empacado:

- El empaque presenta costuras o sellos en ambos extremos.
- No existe riesgo al manipular el empaque vacío o reutilizarlo con otros materiales. (Ingenio Risaralda, 2022).

1.8.3.3. Condiciones de Almacenamiento

- **Conservación**

Bajo las siguientes condiciones de almacenamiento, el azúcar presenta un comportamiento estable por períodos de 2 años, en este tiempo el producto no debe presentar ningún tipo de alteración:

Humedad relativa (%): 55 – 65.

Temperatura: 2°C sobre la temperatura ambiente.

Preferiblemente acondicionar un sistema regulador de humedad.

- **Seguridad en Almacenamiento**

Los sacos de azúcar deben estar protegidos de la humedad, fuego, chispas, colillas de cigarrillo y plagas que deterioren el material del empaque. En caso de incendio, apagar con extintor multipropósito.

El azúcar es un material combustible; no debe dejarse caer sobre elementos que inicien combustión (chispas, colillas, etc.). (Ingenio Risaralda, 2022).

CAPÍTULO II

IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

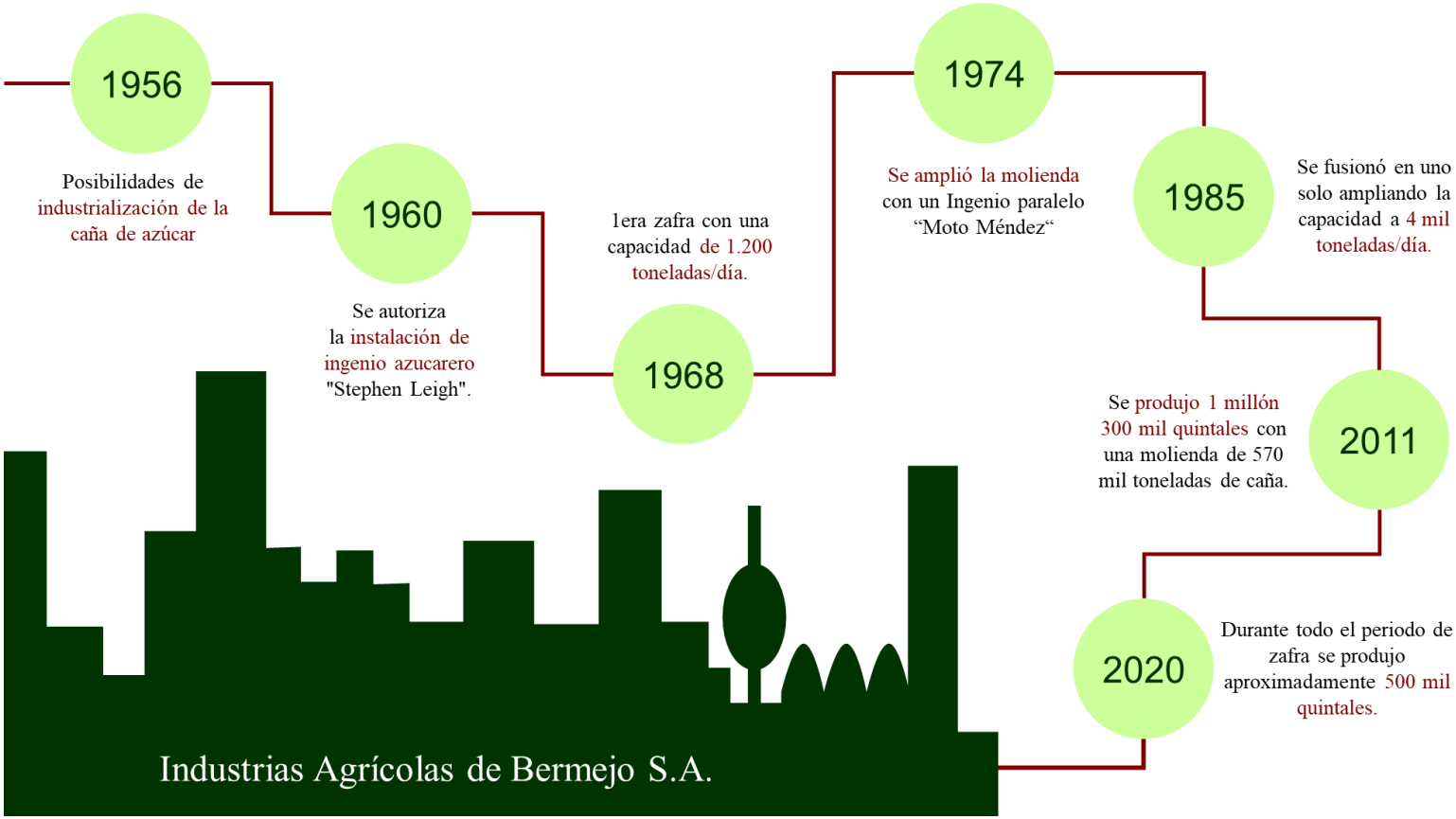
2.1.1. Historia de la empresa

En el año 1956 se habla de las primeras posibilidades de industrialización de la caña de azúcar y la posibilidad de crear una industria azucarera en Tarija, ya que en anteriores estudios las regiones más aptas dentro de Bolivia se encontraban situadas en el norte de la Paz y en el municipio de Bermejo en el departamento de Tarija, posteriormente con la emisión de la ley Nº 33 del 18 de noviembre de 1960 se autoriza la instalación de ingenio azucarero en el municipio de Bermejo a 7 kilómetros del mismo aproximadamente; con el nombre de "Stephen Leigh", el ingenio tuvo su primera zafra en 1968, con una capacidad de 1.200 toneladas/día. El año 1974 se amplió la capacidad de molienda con un ingenio paralelo "Moto Méndez", con 2.000 toneladas/día. Por el año 1985 se fusionó en uno solo: "Ingenio Moto Méndez", se hizo una ampliación para la molienda de 4 mil toneladas/día. Actualmente cuenta con una capacidad de molienda de 4.500 toneladas/día. Para su producción utiliza la materia prima, es decir la caña de azúcar de Bermejo y parte de Padcaya para generar empleo y producir azúcar granulada refinada para el consumo de la población principalmente en los departamentos de Tarija, Chuquisaca y Potosí.

La caña producida de la región en campo está entre 500 a 600 mil toneladas, dependiendo si hay o no una baja en la producción anual. La producción máxima que se ha obtenido es de 1 millón 625 mil toneladas/año. Para el 2011 se produjo 1 millón 300 mil quintales con una molienda de 570 mil toneladas de caña, en la zafra 2020 el ingenio azucarero produjo aproximadamente 500 000 qq entre azúcar blanca y morena.

El ingenio azucarero funciona hace más de 50 años. Desde 1998 se conforma una Sociedad Anónima Mixta, y se privatiza desde el 2002 comenzando a funcionar como I.A.B.S.A., dentro de la industria nacional tiene una participación del 20% en un año de producción normal.

Figura II-1 Resumen de la historia de IABSA



Fuente: Elaboración Propia en base a la historia de la empresa, (2021).

2.1.2. Presentación de la empresa

2.1.2.1. Información General

Tabla II-1 Información de la empresa

NOMBRE DE LA EMPRESA	INDUSTRIAS AGRÍCOLAS DE BERMEJO S.A
RAZÓN SOCIAL	IABSA
TIPO DE EMPRESA	Anónima
ACTIVIDAD COMERCIAL	Venta de azúcar y alcohol
PERIODO DE ZAFRA	100 días
N° DE TRABAJADORES	Aprox. 390
ACCIONISTA MAYORITARIO	Richard Claure
NIT	1024071024
R.S. SENASAG	09-01-03-09-0001
LOGO	
UBICACIÓN	Ruta Nacional 33, aproximadamente a 7 kilómetros del municipio de Bermejo.
NÚMEROS DE REFERENCIA	Telefax (04) 6961304 Cel.: 71865170

Fuente: Elaboración Propia en base a información obtenida por I.A.B.S.A.

2.1.2.2. Localización de la industria

- **Macro Localización**

IABSA opera hace más de 50 años en Bermejo, municipio que se encuentra en el extremo sur de Bolivia, ubicado en la provincia de Aniceto Arce en el departamento de Tarija.

Figura II-2 Localización de Bermejo en Bolivia

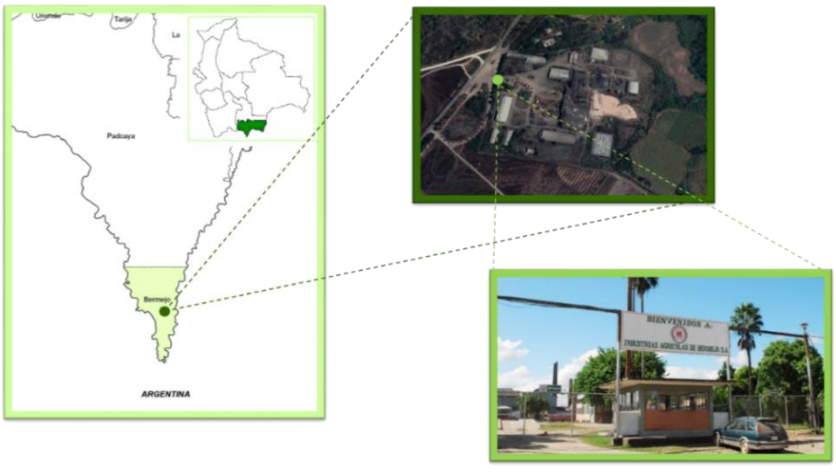


Fuente: Elaboración Propia, (2021).

- **Micro Localización**

El Municipio de Bermejo cuenta con diferentes comunidades entre ellas la comunidad de arrozales, lugar donde se encuentra emplazado IABSA a 7 kilómetros del municipio sobre la Ruta Nacional 33.

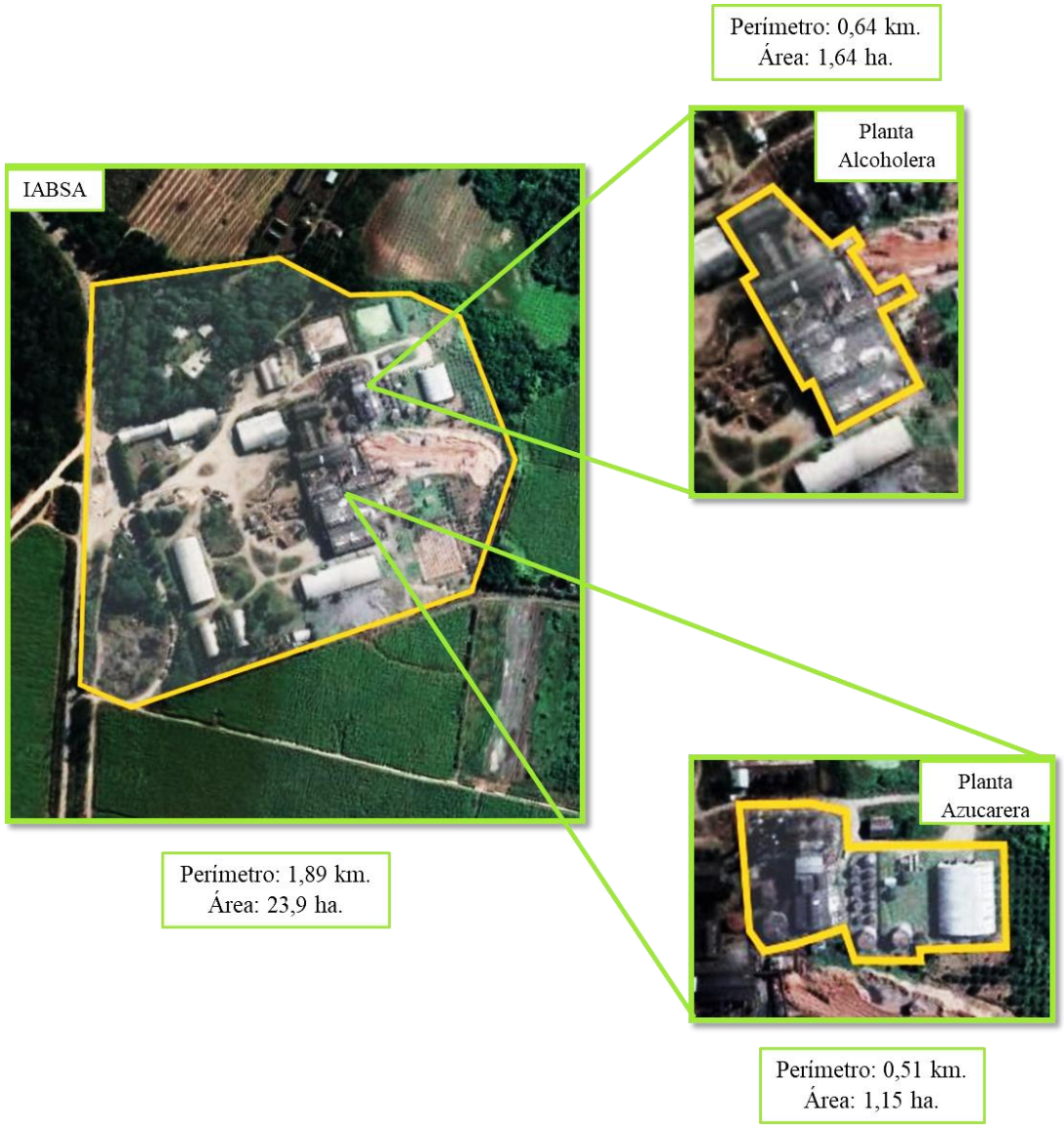
Figura II-3 Localización de IABSA en Bermejo



Fuente: Google Maps, (2021).

IABSA cuenta con una extensión territorial de 23.9 ha aproximadamente, entre ellas 1.64 ha. utilizadas aprox. en la construcción de la planta de azúcar y 1,15 ha. aprox. utilizadas en la construcción de la planta alcoholera. A continuación, se puede observar de mejor manera lo descrito:

Figura II-4 Extensión Territorial



Fuente: Google Maps, (2021).

2.1.3. Componentes Estratégicos

2.1.3.1. Visión

Es una Empresa Líder y se constituye en la más importante del sur del país; con pensamiento y orientación plena al mercado, con excelencia en produccion de azúcar, alcohol, otros derivados y todo emprendimiento futuro; de forma sustentable, con responsabilidad social, solidaridad y transparencia.

2.1.3.2. Misión

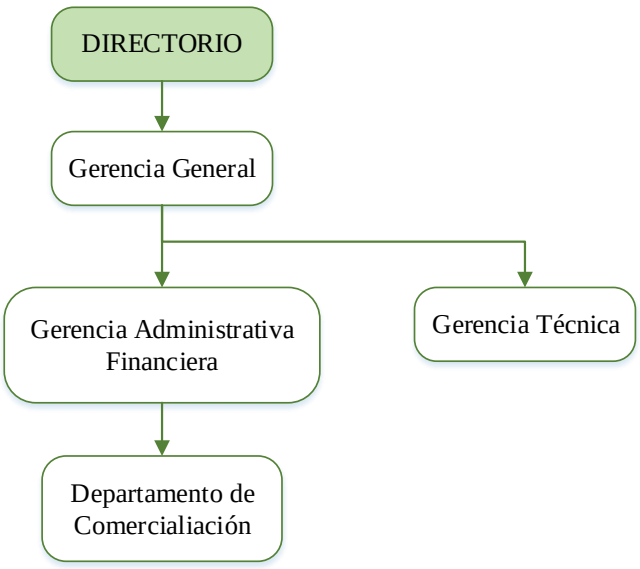
Es una agroindustria con permanente cultura empresarial de productividad; satisface la demanda de azúcar y alcohol, ofreciendo al mercado productos de alta calidad y valor agregado, precio competitivo y un eficiente servicio al cliente.

Brinda opciones de participación a sus trabajadores y promueve efecto multiplicador para el desarrollo de la región y del país.

2.1.3.3. Organigrama

La estructura organizativa de IABSA, se resume en el siguiente organigrama. Elaborado en base a documentación remitida por dicha industria:

Figura II-5 Organigrama de I.A.B.S.A.



Fuente: Elaboración Propia en base a documentación emitida por I.A.B.S.A.

Como se pude observar IABSA cuenta con un Directorio, teniendo como presidente hasta la fecha a Diego Butrón una Gerencia General, dos Gerencias de Área y un Departamento de Comercialización los cuales están orientados a la administración, gestión de la producción y comercialización de productos elaborados por la industria.

2.2. IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA EN EL CONTEXTO REGIONAL Y NACIONAL

2.2.1. Contexto Regional

I.A.B.S.A es denominado el motor económico de la región, puesto que la principal actividad agrícola es el cultivo de caña de azúcar.

Desde sus inicios ha generado gran movimiento económico en Bermejo, hablar de la zafra implica no solo al sector fabril y cañero, puesto que el movimiento que se genera engloba a otros sectores tales como: transporte, gremiales, mecánicos, gomeros, entre otros.

Tabla II-2 Beneficiaros directos con el inicio de zafra

N°	BENEFICIARIOS DIRECTOS	REFEREN GRÁFICA
1	Sector Fabril	 
2	Sector Cañero	

3	Transporte de materia prima	 
4	Zafreros	 
5	Maquinaria Agrícola	 
6	Transporte de producto terminado	

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Como se mencionó anteriormente el inicio de zafra genera un gran movimiento económico en el municipio de Bermejo, lo cual es muy significativo tanto como para beneficiarios directos e indirectos, indiresctos tales como: Vendedoras de comida, mecánicos, gomeros, surtidores, carpinteros, comercio entre otros.

2.2.2. Contexto Nacional

I.A.B.S.A aporta al desarrollo en el sur del país.

En la actualidad en Bolivia existen dos agroindustrias de gran importancia, la industria de las oleaginosas y la industria azucarera debido a su trascendencia socioeconómica reflejada en la generación de empleos, ingresos y divisas para el país, la cual produce azúcar a partir de caña y sus derivados (como por el ejemplo, el alcohol).

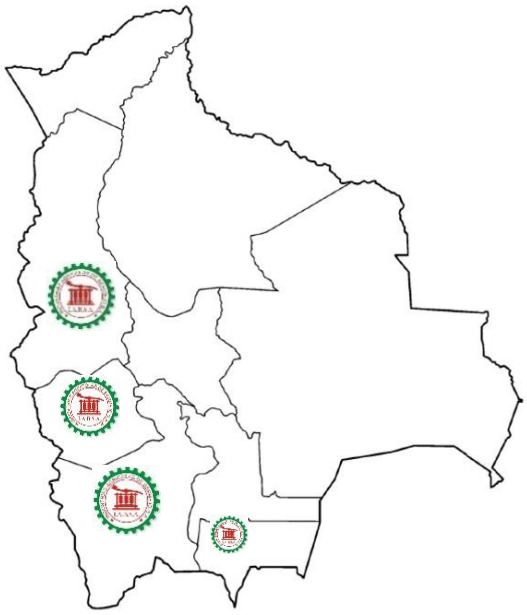
I.A.B.S.A. es una de las siete industrias en Bolivia dedicadas a la producción de azúcar y alcohol, el aporte a través del pago de impuestos por la venta de sus productos que genera implica ingresos económicos para el país. Por más de 50 años brinda servicio al triángulo sur de la patria, generando empleos y una cadena productiva nacional, constituyéndose en una de las industrias más importantes del departamento de Tarija.

2.3. COMERCIALIZACIÓN

El sector agrícola cañero y agroindustrial cañero priorizarán la producción de azúcar en el periodo de zafra para el abastecimiento del mercado interno, que permita garantizar la seguridad con soberanía alimentaria para la población boliviana.

El mercado interno de IABSA abarca al Sur de Bolivia tanto en el departamento de Tarija, Potosí, Oruro y La Paz.

Figura II-6 Comercialización de productos de IABSA

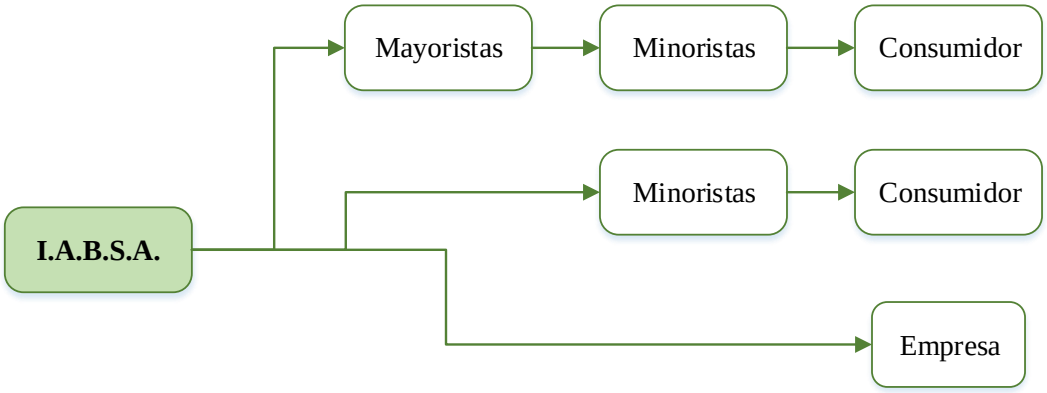


Fuente: Elaboración Propia, (2021).

2.3.1. Sistema de distribución

I.A.B.S.A. establece los canales de distribución mostrados en la figura II-8, con el fin de llegar cada vez a segmentos nuevos de mercado.

Figura II-7 Sistema de distribución multicanal



Fuente: Elaboración Propia, (2021).

"Cualquiera sea el caso de distribución el transporte se terceriza".

Se terceriza el canal de transporte, puesto que la velocidad es un factor determinante (**el tiempo es dinero**), esto beneficia a la industria en diferentes puntos:

- **Entregas en menores tiempos**
- **Reduce costos**
- **Optimiza recursos**
- **Múltiples mercados** (expansión)

2.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

2.4.1. Materia Prima

Se considera la materia prima como la base de un proceso industrial, para el Ingenio Moto Méndez esta base es la planta de caña de azúcar que se describe a continuación:

Tabla II-3 Materia prima utilizada para la producción de azúcar

N°	DESCRIPCIÓN	REF. GRÁFICA
1	**Caña de azúcar**	
	Planta gramínea tropical conocida científicamente como Saccharum officinarum, que se caracteriza por la acumulación de sacarosa en su tallo en el período de maduración teniendo gran importancia mundial en la producción de azúcar y sus derivados.	

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

2.4.2. Insumos

Los insumos utilizados para la elaboración de azúcar a partir de la planta de caña son los descritos en la tabla II-4. En la misma no se tomará en cuenta los materiales de empaque puesto que de éstos se hablará capítulo siguiente.

Tabla II-4 Insumos utilizados para la producción de azúcar

N°	NOMBRE	PROCESO/REF. GRÁFICA
1	**Azufre**	**Sulfitación**
	Ayuda a garantizar que el azúcar final sea blanco. El dióxido de azufre inhibe las reacciones en el jugo que producen la formación de color y reduce la viscosidad del jugo y, por consiguiente, del jarabe de azúcar, lo cual facilita las fases posteriores de evaporación y hervido.	

2	**Cal hidratada**	**Alcalización**
	Se agrega cal hidratada al jugo para neutralizar el pH, lo cual detiene la degradación de la sacarosa en glucosa y fructosa y precipita el sulfito de calcio para la eliminación de impurezas.	
3	**Ácido Fosfórico**	**Clarificación**
	Complemento del jugo para poder hacer la reacción química junto con la cal calentamiento y el floculante, y este está determinado por el nivel de fosfatos que contenga de por si la caña, la disminución del mismo contribuir a reducir los costos de productos químicos ocupados en la fábrica. Ayuda a flocular el clarificado.	
4	**Metabisulfito de sodio**	**Clarificación**
	Evita Ia formación de color en el jugo debido a que el SO2 contenido en Ia fórmula del metabisulfito de sodio reacciona con algunos componentes del jugo para bloquear algunas reacciones colorantes y evita Ia formación de azúcares reductores que aportan color al jugo.	

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

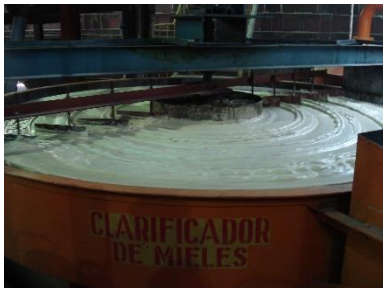
2.4.3. Maquinaria y equipos

La maquinaria forma parte directa de la transformación de una materia prima hasta el producto que se elabora en una industria, a continuación, se detalla la maquinaria por sectores del ingenio Moto Méndez:

Tabla II-5 Maquinaria y equipos utilizados en la producción de azúcar

N°	NOMBRE	REF. GRÁFICA
1	Báscula para camiones	
2	Grúa estacionaria cañera	
3	Mesa alimentadora de caña	

N°	NOMBRE	REF. GRÁFICA
4	Conductora principal metálica	
5	Nivelador de caña	
6	Molinos	
7	Conductores intermedios	

N°	NOMBRE	REF. GRÁFICA
8	Calderos	
9	Clarificador	
10	Pre evaporadores	
11	Evaporadores	

N°	NOMBRE	REF. GRÁFICA
12	Magmero	
13	Semillero	
14	Tachos de cocimiento	
15	Calentadores	

N°	NOMBRE	REF. GRÁFICA
16	Cristalizadores	
17	Hornos de quema de bagazo	
18	Centrifugadores	

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

2.4.4. Descripción del proceso productivo del azúcar (a partir de la caña de azúcar)

El procesamiento del azúcar a partir de la caña de azúcar, se estructura en las siguientes etapas:

- **Laboratorio de caña y báscula**

Proceso donde se ve la calidad de la materia prima (caña de azúcar). Ésta debe poseer una pureza superior al 75% para luego proceder al pesado de la misma.

- **Manejo de caña**

Una vez pesada la materia prima, ésta se descarga en la mesa alimentadora donde se auto regula mediante unos gallegos para que la alimentación en los molinos sea uniforme. Cuando existe un exceso en la mesa, se acumula la caña como forma provisional para proveer ante cualquier contingencia.

- **Molienda**

Como primer paso es el primer juego de cuchillas, donde la caña es trozada de su tamaño original de 1m o 50 - 60cm. Luego pasa por el segundo juego de cuchillas donde la caña es completamente deshilachada por medio de desfibradores. Hasta este punto no existe extracción de jugo.

La caña deshilachada pasa al primer juego de molinos donde se obtiene la parte más rica de la caña de azúcar, el proceso que se tiene en este sector es una imbibición compuesta. Donde el jugo del último molino retorna al tercero y del tercero al segundo.

Como última etapa se tiene la agregación de agua de imbibición la cual tiene la finanilidad de hacer una extracción del remanente del jugo que se tiene en el bagazo que sale del molino.

El sujo que se recupera para el proceso está constituido por el jugo recuperado del primer molino y del segundo molino.

El bagazo remanente se utiliza como combustible para la generación de energía calórica, el bagazo es queñado en los calderos el cual es el elemento combustible.

- **Tratamiento de jugo**

El jugo recuperado para proceso es pesado para su contabilidad, dependiendo al análisis que éste tenga (grado de madurez), se le agrega fosfato con la finalidad de mejorar la floculación.

Este jugo pesado pasa a la etapa del primer calentamiento el cual tiene la finalidad de desestabilizar los coloides. Posterior a esto se realiza el tratamiento con la incorporación de cal para su neutralización.

Una vez neutralizado pasa al segundo calentamiento con la finalidad de desestabilizar aún más los flóculos. Como se tiene del proceso la obtención de azúcar blanco directo el proceso que se lleva a cabo en esta area es el encalamiento y sulfitación que tiene como finalidad decolorar el jugo.

- **Clarificación y filtrado**

Una vez que está desestabilizado todo el jugo pasa a la etapa de clarificación, la cual consiste en la separación de los sólidos no azucarados de lo que es azúcar. En esta etapa existen dos porciones de jugo que se separa. El jugo claro (límpido) libre de sólidos no azucarados es el enviado a la etapa de evaporación.

La cachasa es remanente, como está contenida en una solución rica en sacarosa se procede al filtrado. Se cuenta con filtros de tambor, donde el remanente de jugo que se recuperan con los filtros es retornado nuevamente a clarificación.

- **Evaporación**

El jugo clarificado que se recupera sale con una temperatura de 90° eso se alimenta a los pre evapores, los cuales trabajan a temperatura ligeramente superiores y a vacío. Es aquí donde se logra aprovechar la energía calórica cuando se alimenta a los multi efectos el requerimiento calórico sea menor. Se cuenta con una evaporización de cuatro efectos donde se aprovecha la energía calórica generada de un cuerpo posterior para hacer el recalentamiento en el segundo.

De esta etapa se obtiene el melado que es la materia prima para la elaboración del azúcar.

- **Cocimiento y tratamiento de mieles**

Con el melado se realiza los diferentes cocimientos, el tipo de cocimiento que se tiene no es por magno (no es de semillamiento como se realizaba anteriormente). Este proceso esta orientado a una mayor productividad en un menor tiempo, se cuenta con un sistema de cocimiento de tres donde el azúcar blanco constituye el que esta producido por la masa cocida de primera, el azúcar crudo es producido por la masa

cocida de segunda y la masa cocida de tercera que constituye como pies para los dos cocimientos.

En la masa cocida de tercera están los productos de menor pureza, éstos sirven como semilla para el cocimiento de primera y en la centrifugación de esa masa cocida lo que se logra separar es la melaza, lo cual es la materia prima que se utiliza para el proceso de destilación.

- **Cristalización y centrífugas**

Una vez que la masa cocida de primera esta lista en su punto (separada de la miel contenida), se procede a su separación física en las centrífugas donde por diferencia de la velocidad y la fuerza centrifuga se separa a los granos que son retenidos en las mallas y la miel es retornada nuevamente al proceso para su posterior agotamiento.

- **Secado y envasado de azúcar**

El azúcar que sale de la centrífuga es conducido mediente conductores de silicote al secador para la eliminación de la humedad, éste secado se realiza en secadores giratorios para luego ser conducidos por un tamiz donde se procede a la clasificación de los granos con el fin de eliminar los granos finos y gruesos. Puesto que lo que se quiere tener es un grano con condiciones comerciales adecuadas.

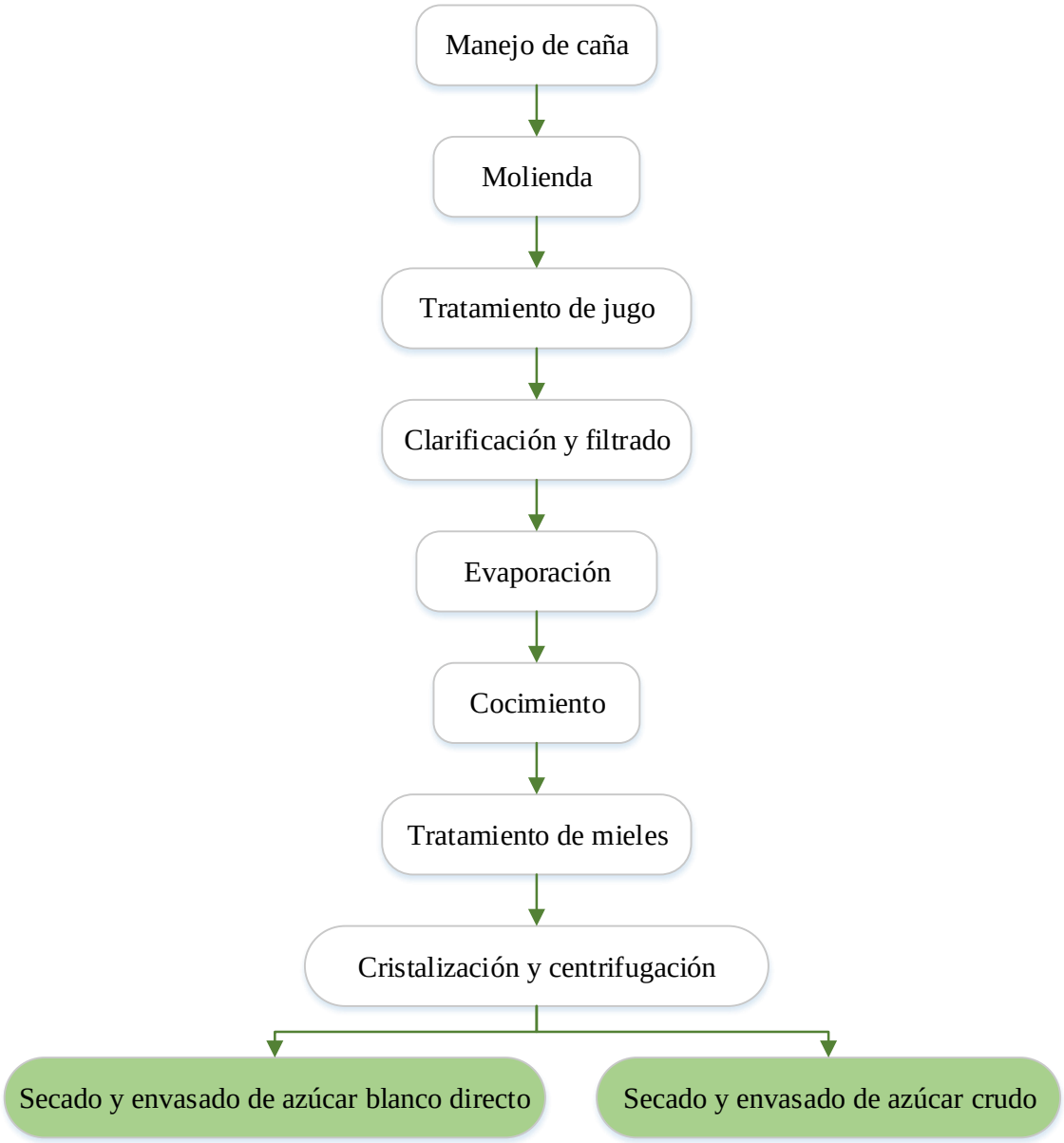
Los granos finos y gruesos se retornan al proceso nuevamente para refundirlos y poder continuar con la recuperación.

Los granos adecuados pasan a su posterior envasado y almacenado.

2.4.5. Flujograma del proceso productivo del azúcar

Para la elaboración de azúcar se cuenta con diferentes etapas las cuales se muestran a continuación:

Figura II-8 Flujograma del Ingenio Moto Méndez



Fuente: Elaboración propia, en base a información brindada por I.A.B.S.A.

2.5. PRODUCTOS

IABSA produce tanto azúcar como alcohol, en el cuadro presentado a continuación se puede observar la diversificación de los productos:

Tabla II-6 Productos procesados por IABSA

IABSA	PRODUCTO	PRESENTACIÓN	REF. GRÁFICA
Ingenio Moto Méndez	Azúcar blanco directo	46 kilos	
	Azúcar crudo	46 kilos	
Planta Alcoholera	Alcohol etílico al 70%	1 litro	
	Alcohol etílico al 96%	1 litro	
		5 litros	
		Granel	

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1. REGISTRO DE PRODUCCIÓN

La producción del Ingenio Moto Méndez comienza con el inicio de zafra con una duración de 100 días aproximadamente. Para el azúcar blanco directo su producción oscila entre los 2.000 a 3.000 quintales/día, mientras que por otro lado la producción de azúcar crudo se planifica durante el periodo de zafra.

Tabla III-1 Registro de producción de azúcar blanca directa y crudo

	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		TOTAL
	PRIMERA	SEGUNDA	PRIMERA	SEGUNDA	PRIMERA	SEGUNDA	ZAFRA
Azúcar Blanco	24.645	84.405	90.993	100.927	72.309	18.606	**391.885**
Azúcar Crudo	5.000	20.750	18.400	21.100	12.100	4.705	**82.055**
Total de qq.	**29.645**	**105.155**	**109.393**	**122.027**	**84.409**	**23.311**	**473.940**

Fuente: (Elaboración Propia en base a información proporcionada por el CTC).

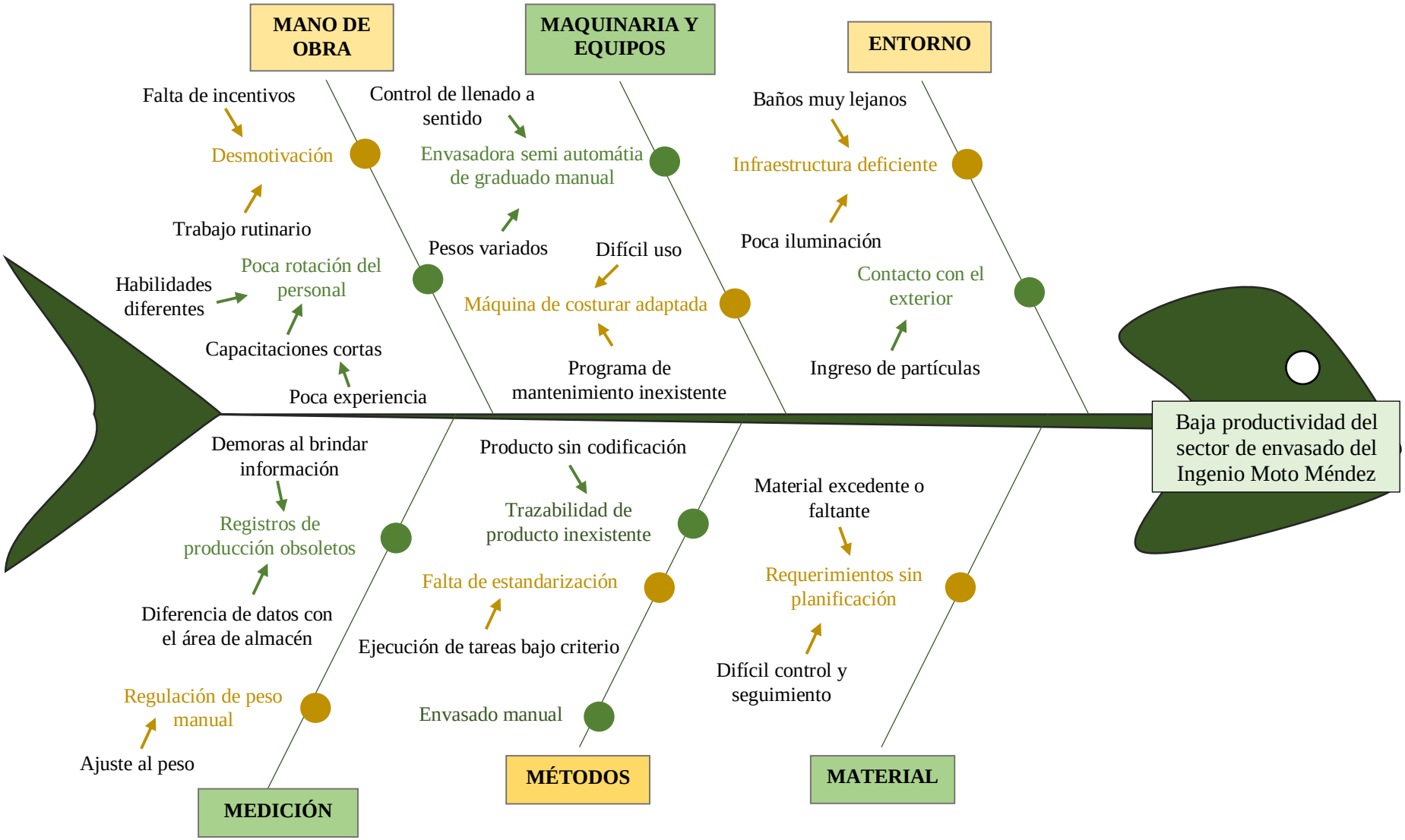
3.2. TÉCNICAS DE SELECCIÓN

3.2.1. Diagrama Causa – Efecto

El Diagrama Causa-Efecto es una representación gráfica que muestra la relación cualitativa e hipotética de los diversos factores que pueden contribuir a un efecto o fenómeno determinado. Este diagrama en el presente proyecto profundisa las causas identificadas anteriormente en el árbol de problemas (Ver Figura 3), bajo los siguientes factores:

- Económico (métodos y medición).
- Tecnológico (maquinaria y material).
- Humano (mano de obra y entorno).

Figura III-1 Diagrama causa – efecto para la baja productividad del sector de envasado



- **Descripción de las causas**

Mano de obra: El ingenio Moto Méndez cuenta en el sector de envasado con siete operarios por turno, de los cuales, la gran mayoría no han trabajado en la misma anteriormente. Esto se debe a la continuidad laboral, debido a que el periodo de zafra dura aproximadamanete 100 días. Las capacitaciones que se realizan a los operarios son muy cortas o simplemente al momento de comenzar con el trabajo el personal va adquiriendo experiencia, por este motivo es que las tareas claves como en el envasado del azúcar y en la costura del envaseno no existe rotación. Así mismo, el personal denota una baja productividad en sus operaciones, producto de una desmotivación constante, bajos salarios, trabajo rutinario, entre otros.

Maquinaria y equipos: En el sector no se programa un plan de mantenimiento preventivo para la máquina de costurar, debido a esto la máquina falla constantemente lo cual dificulta aun más su uso y provoca muchos retrazos así también un alto índice de mantenimiento correctivo durante el proceso. El hecho de tener una maquina envasadora manual provoca también un cuello de botella en el proceso, en varias ocaciones el peso sobrepasa y remediar esto es una pérdida de tiempo. Ésta máquina es la responsable de obtener una cantidad considerable de producto con pesos variados puesto que al operador se le complica la tarea al momento de querer calcular el peso exacto y cuando lo hace el proceso demora aún más.

Entorno: Los espacios en el área de trabajo están expuestos con el exterior lo que permite el ingreso de partículas en el sector (carbonilla, barro, etc.). Se habla también de una infraestructura deficente puesto que en el sector, ni cerca del mismo no existen baños ni vestuarios lo que provoca incomodidades en los operarios.

Medición: La producción en el sector de envasado lleva consigo métodos de registros muy obsoletos, esto es un tema muy desfavorable puesto que desmotiva al operador encargado al momento de aceptar el cargo. Éstos registros generan demoras al momento de brindar información cuando ésta es requerida así como también diferencias de datos entre áreas.

En los registros se toman en cuenta: La cantidad producida de quintales por turno, el requerimiento de envaces, lo sobrante entre otros.

Métodos: El proceso productivo del sector se ve altamente afectado por la falta de estandarización de métodos de trabajo puesto que la ejecución de las tareas son bajo criterio de la persona encargada (opedador con más experiencia). En el sector no se cuenta con procedimientos para cada tarea, lo que lleva al operador a trabajar de manera instintiva y empírica. Por otro lado otro de los factores que afecta el proceso es la inexistencia de trazabilidad del producto (producto sin codificación), esto no permite conocer ni controlar la trayectoria del mismo lo cual evita tomar medidas ante productos mal elaborados.

Material: En el sector los requerimientos de material se los realiza por día sin una debida planificación, esto ocasiona muchas veces que en media producción falten envases y se tenga que pedir nuevamente ocasionando un retraso en el proceso, por otro lado en varias ocasiones se llega a obtener una gran cantidad de excedentes de envases, esta situación complica el control y seguimiento de los envaces provocando una deficiente gestión de stocks e inventarios.

3.2.2. Diagrama de Pareto

Con el fin de obtener una visión sencilla y rápida de la importancia relativa de los problemas presentados en el sector de envasado del ingenio Moto Méndez, se emplea este diagrama donde se observa un lote de 2.060 quintales de azúcar (producción de un turno) para lograr cuantificar la secuencia de algunas causas identificadas en el diagrama de Ishikawa (Figura III-1), este diagrama nos va a permitir centrarnos en los aspectos cuya mejora tendrán más impacto, optimizando por tanto los esfuerzos del sector, lo que ayudara a evitar que empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras menos significativas.

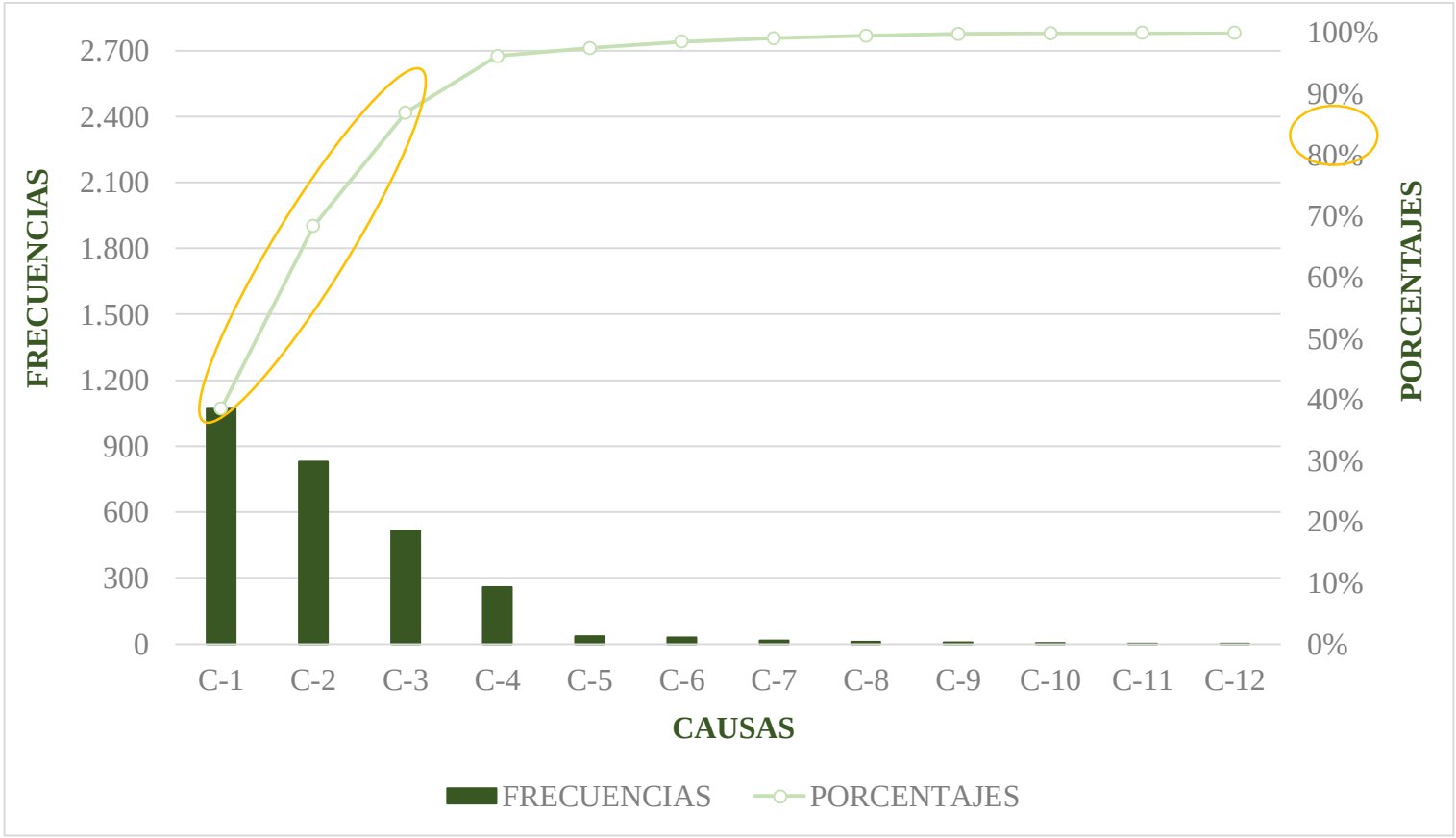
La tabla que se muestra a continuación tiene como respaldo el ANEXO 21:

Tabla III-2 Frecuencia de las causas a los problemas presentados en el sector de envasado

CÓD.	FACTOR	FRECUENCIA	%	ACUMULADO	% ACUMULADO
C-1	Peso menor a 46,10	1.069	38,44	1.069	38,44
C-2	Peso mayor a 45,90	831	29,88	1.900	68,32
C-3	Abertura de un sólo envase	517	18,59	2.417	86,91
C-4	Ambas bolsas no costuradas	258	9,28	2.675	96,19
C-5	Envase no arreglado para la costura	36	1,29	2.711	97,48
C-6	Quintal mal costurado	29	1,04	2.740	98,53
C-7	Falla en la cinta transportadora	16	0,58	2.756	99,10
C-8	Derrames en el quintal de azúcar	11	0,40	2.767	99,50
C-9	Sobrepesos considerables	8	0,29	2.775	99,78
C-10	Falla en la máquina de costurar	3	0,11	2.778	99,89
C-11	Mal estado del azúcar (polvillo, color, humedad, impurezas)	2	0,07	2.780	99,96
C-12	Falta de envases	1	0,04	2.781	100,00
	TOTAL	**2.781**	**100%**		

Fuente: Elaboración Propia en base a información obtenida en el sector de envasado del Ingenio Moto Méndez – IABSA.

Figura III-2 Diagrama de Pareto para las causas a los problemas presentados en el sector de envasado



Fuente: Elaboración Propia, (2021)

Según el diagrama de Pareto resultante, podemos deducir que el 80% de los problemas presentados en el sector de envasado son causados por las siguientes causas:

- Peso menor a 45,90
- Peso mayor a 46,10
- Abertura de un sólo envase

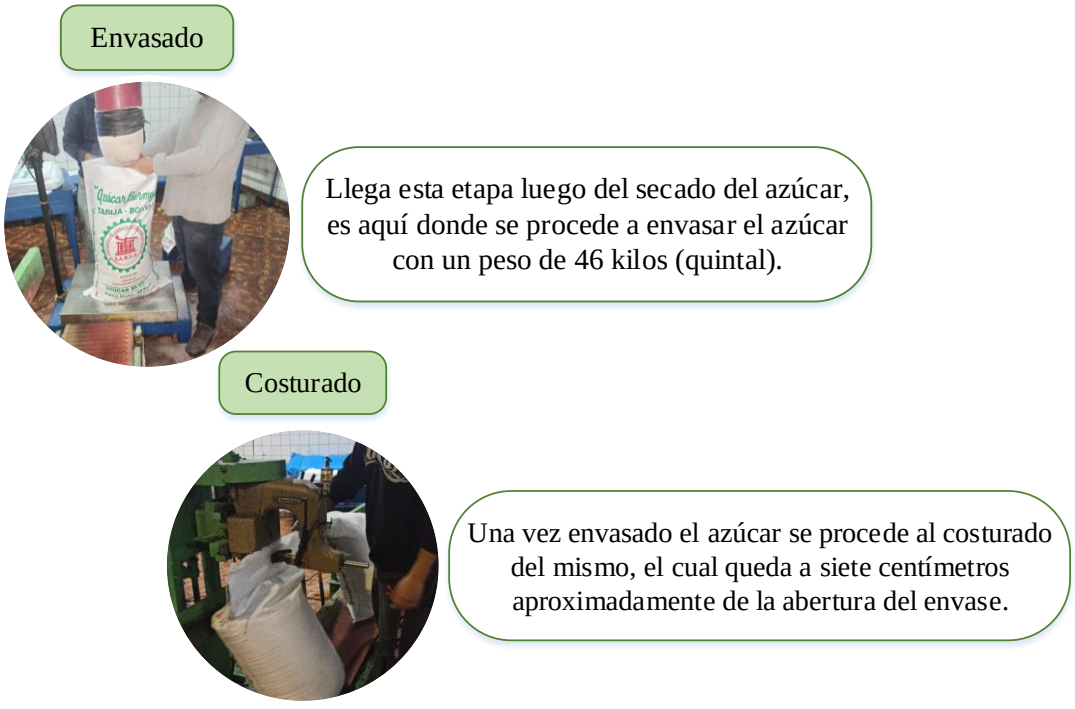
Como se puede observar, la visión gráfica del Análisis de Pareto es fácil de comprender lo que ayudara a continuar con la mejora del sector de envasado.

3.3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR DE ENVASADO

3.3.1. Descripción del proceso de envasado

El sector de envasado está compuesto por dos operaciones principales, las mismas se describen a continuación:

Figura III-3 Operaciones principales del sector de envasado



Fuente: Elaboración propia, (2021).

Cada una de ellas se ven involucradas por operaciones secundarias, las cuales se nombran para el presente estudio como elementos.

3.3.2. División de la operación en elementos

Con el fin de facilitar la medición**,** a continuación, se divide las dos operaciones del sector de envasado en elementos:

Tabla III-3 División de las operaciones en elementos

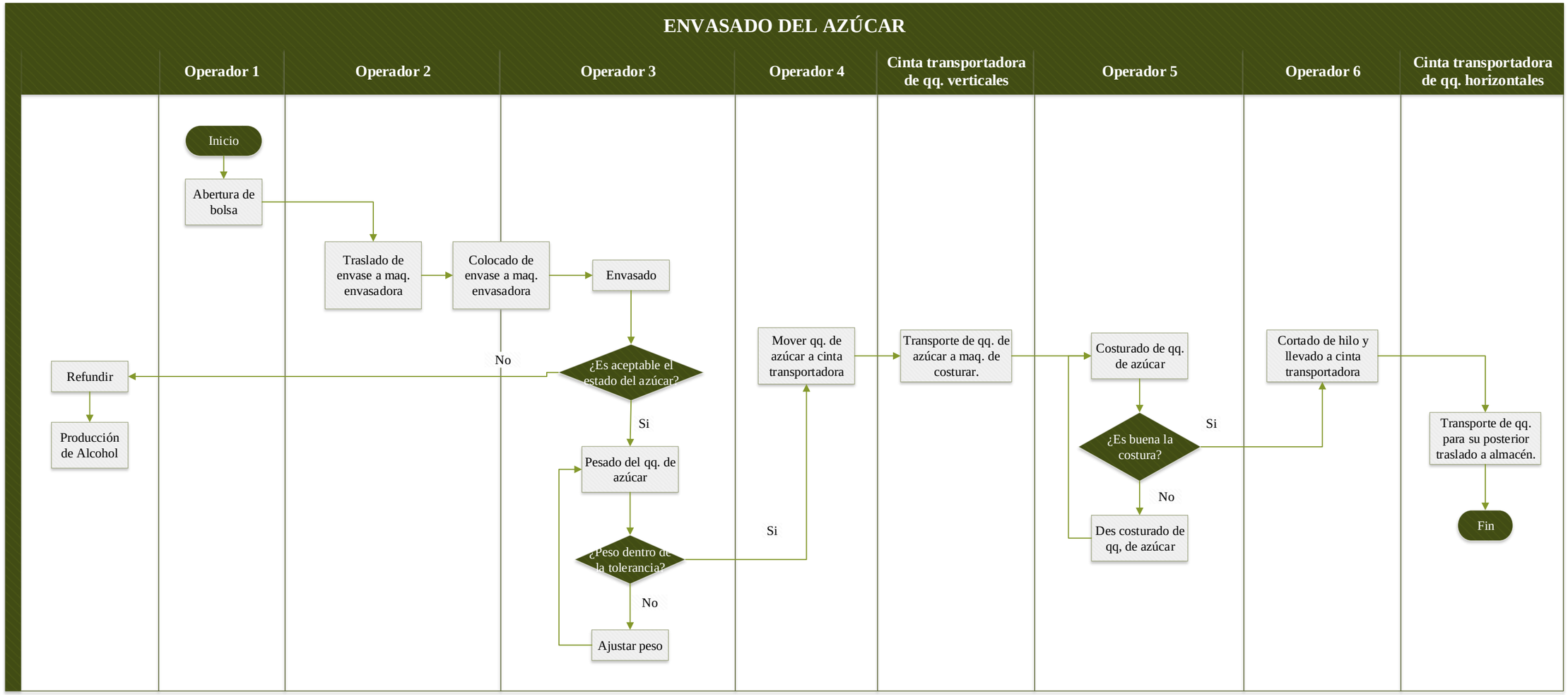
N° DE OPERACIÓN	OPERACIÓN	N° DE ELEMENTO	ELEMENTO	OPERADOR, MÁQUINA, EQUIPO U OBJETO QUE INTERVIENEN
O-1	Envasado	E-1	Abrir bolsas.	Op-1
		E-2	Pasar envase y colocar en maq. envasadora.	Op-2
		E-3	Sujetar envase, abrir manga de envasadora y controlar peso.	Op-3 y Máq. Envasadora
O-2	Costurado	E-4	Colocar bolsa a faja transportadora.	Op-4
		E-5	Traslado de bolsa a máq, de costurar.	Banda transportadora
		E-6	Costurado de bolsas,	Op-5 y Máq. de costurar
		E-7	Cortado de hilo y colocado a cinta transportadora.	Op-6 y Cuchillo
		E-8	Traslado a chata, camión o volqueta.	Banda transportadora

Fuente: Elaboración propia, (2021)

3.3.3. Diagrama de funciones cruzadas

Para poder entender mejor la secuencia del proceso productivo del sector de envasado y cómo se relaciona cada una de los elementos identificacos se presenta un flujograma del envasado del quintal de azúcar donde se muestra con claridad el comienzo del proceso, los puntos de decisión, los operadores que toman la decisión y el final del mismo.

Figura III-4 Flujograma del envasado de azúcar

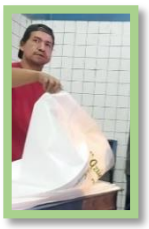
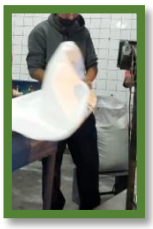
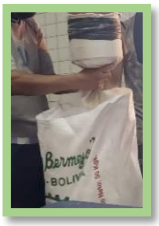


Fuente: Elaboración propia, (2021).

3.3.4. Personal de trabajo en el sector de envasado

Actualmente el proceso productivo con el que se cuenta en el sector opera con un encargado y seis operarios. A continuación, se detallan las tareas realizadas en el sector para el envasado del quintal de azúcar:

Tabla III-4 Operadores del sector de envasado

N°	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA GRÁFICA
1	**Operador 1** Abrir envase (envase de polipropileno con revestimiento de polietileno).	
2	**Operador 2** Llevar el envase a la tolva y sujetarla.	 
3	**Operador 3** Soltar manga de envasadora, sujetar envase, controlar el peso y cerrar manga.	
4	**Operador 4** Mover quintal en la cinta transportadora.	

5	**Operador 5** Costurar el quintal de azúcar.	
6	**Operador 6** Cortar hilo y colocar quintal en la cinta transportadora.	 

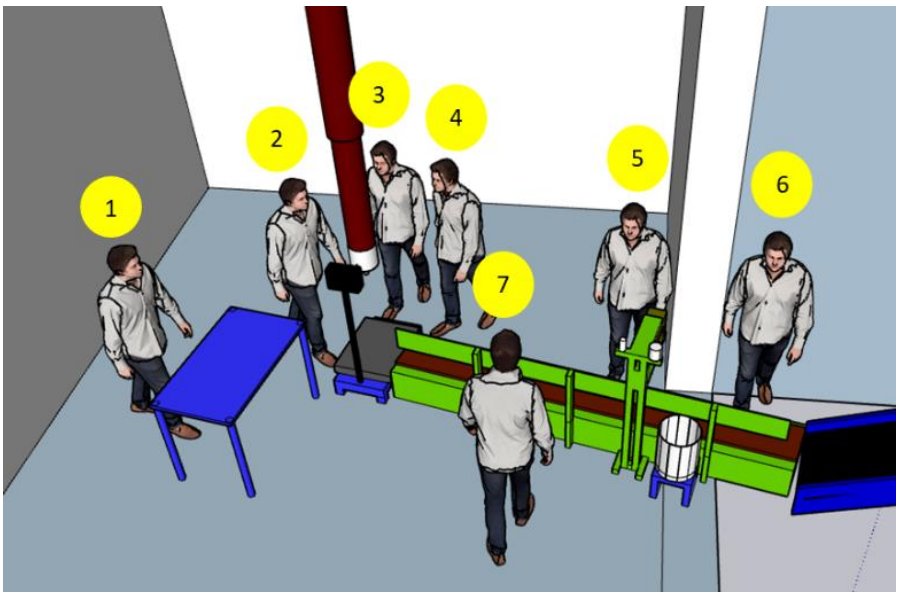
Fuente: Elaboración propia, (2021).

Importante:

El encargado (7) no ocupa un puesto fijo, éste sólo supervisa a los trabajadores y en ocaciones reemplaza a un trabajador que falto al turno sin dejar reemplazo.

En la siguiente figura se puede observar el lugar de trabajo de cada uno de los operadores cuando éstos operan según las tareas mensionadas anteriormente:

Figura III-5 Puestos de operarios



Fuente: Elaboración Propia, (2021).

3.3.5. Insumos para el envasado

El envasado del azúcar se realiza en envases con revestimiento de 46 kilos, se muestra a continuación los insumos utilizados para el envasado de azúcar:

Tabla III-5 Insumos utilizados en el sector de envasado

N°	DESCRIPCIÓN	REF. GRÁFICA
1	**Envases** Envases de polipropileno: Donde se detalla la información del producto. Revestimiento de polietileno: Evita el ingreso de humedad e impurezas.	
2	**Hilo de poliéster** Hecho de fibra de poliéster hilada, el hilo de cierre de bolsas MH tiene buena silicona y no tiene nudos, y tiene una alta resistencia a la abrasión / corrosión / ácido, se usa ampliamente en el campo agrícola, empaque industrial para coser, cierre de bolsas de boca abierta.	

Fuente: Elaboración propia, (2021)

3.3.6. Maquinaria y equipos utilizados en el envasado del azúcar

Son dos las operaciones que se realizan en el sector de envasado donde se requieren de una máquina envasadora manual y de una la máquina de costurar, a continuación, se da una breve descripción de cada una de ellas:

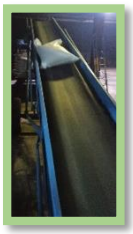
Tabla III-6 Descripción de la Maquinaria del sector de envasado

N°	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
1	**Máquina envasadora manual** La máquina concentra su actividad en realizar el envasado de azúcar. Su funcionamiento se basa en una línea de producción en la cual entran en juego los envases y los productos. Primero se coloca el envase abierto debajo de la manga, después el producto en su interior y finalmente el operador cierra la envasadora.	
2	**Máquina de costurar** Máquina de cadeneta de 1, 2 agujas de cerrar sacos para adaptar a columnas. Robusta y de larga vida. ON-OFF accionado por pedal en la columna. Cortador de cadeneta.	

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Para el envasado del azúcar se requiere de diferentes equipos, los cuales son fundamentales al momento de querer obtener un buen producto terminado. Al tratarse de un producto de gran peso (quintal de azúcar) y un proceso manual, en el sector se cuenta con los siguientes equipos:

Tabla III-7 Descripción de los equipos del sector de envasado

N°	DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	IMAGEN
1	**Balanza** La estructura de pesaje está realizada en chapa de acero al carbono SAE 1020, tiene una capacidad máxima de 120 kg. Diseñado con alta tecnología computarizada, soporta cargas hasta un 30% por encima de la capacidad máxima permitida.	
2	**Banda transportara de envaces horizontales** Banda transportadora móvil de azúcar en envases quintaleros, de 5 metros a 20 metros.	 
3	**Banda transportadora de envases verticales** Se usa cuando se envasa a mano con una llenadora volumétrica, con una balanza de peso neto o de peso bruto. Mantiene los sacos en posición vertical y los mueve automáticamente a la posición adecuada para la costura del envase. Se usa con una gran variedad de operaciones y aplicaciones de envasado manual.	

Fuente: Elaboración propia, (2021).

3.3.7. Selección de los operadores

Para la selección de los operadores se tomaron en cuenta factores en base a la particularidad de cada uno de los elementos, entre ellos: Experiencia, Velocidad, Compromiso, Autonomía operativa, Eficiencia, Paciencia, Coordinación Bimanual y Fuerza.

A continuación, se observa una tabla resumen del ANEXO 22:

Tabla III-8 Selección de los operadores

N° DE ELEMENTO	OPERADOR DEL T-1	OPERADOR DEL T-2	OPERADOR DEL T-3
E-1	X		
E-2	X		
E-3		X	
E-4	X		X
E-6			X
E-7		X	X

Fuente: Elaboración propia, (2021).

De la tabla se deduce que se analizará:

- Al Operador del T-1 para el E-1.
- Al Operador del T-1 para el E-2.
- Al Operador del T-2 para el E-3.
- Al Operador del T-1 o al Operador del T-3 para el E-4.
- Al Operador del T-3 para el E-6.
- Al Operador del T-2 o al Operador del T-3 para el E-7.

3.3.8. Población

Los elementos por analizar dentro del sector de envasado son ocho, donde el objeto de estudio es la cantidad de quintales de azúcar producidos por turno. Bajo la información detallada en el ANEXO 23, se obtiene un promedio de turno de 2035 qq, llegando a ser éste el dato de la población universal del estudio.

3.3.9. Determinación del tamaño de muestra

Para la obtención del número de muestra se emplea el método probabilístico utilizando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{K^2.p.q.N}{E^2.(N-1)+K^2.p.q}$$

Los resultados presentados a continuación se obtuvieron con un nivel de confianza 95% y un margen de error de ± 5%, asi mismo en el ANEXO 24 se justifica los valores de p y q utilizados:

Tabla III-9 Determinación del tamaño de muestra por elemento

ELEMENTO	DATOS	FÓRMULA	RESULTADO
E-1	$p = 0{,}8$ $q = 0{,}2$	$n = \frac{1{,}96^2 x 0{,}8 x 0{,}2 x 2035}{0{,}05^2.(2035-1)+1{,}96^2 x 0{,}8 x 0{,}2}$	$n = 219$
E-2	$p = 0{,}8$ $q = 0{,}2$	$n = \frac{1{,}96^2 x 0{,}8 x 0{,}2 x 2035}{0{,}05^2.(2035-1)+1{,}96^2 x 0{,}8 x 0{,}2}$	$n = 219$
E-3	$p = 0{,}85$ $q = 0{,}15$	$n = \frac{1{,}96^2 x 0{,}85 x 0{,}15 x 2035}{0{,}05^2.(2035-1)+1{,}96^2 x 0{,}85 x 0{,}15}$	$n = 179$
E-4	$p = 0{,}8$ $q = 0{,}2$	$n = \frac{1{,}96^2 x 0{,}8 x 0{,}2 x 2035}{0{,}05^2.(2035-1)+1{,}96^2 x 0{,}8 x 0{,}2}$	$n = 219$
E-6	$p = 0{,}8$ $q = 0{,}2$	$n = \frac{1{,}96^2 x 0{,}8 x 0{,}2 x 2035}{0{,}05^2.(2035-1)+1{,}96^2 x 0{,}8 x 0{,}2}$	$n = 219$
E-7	$p = 0{,}8$ $q = 0{,}2$	$n = \frac{1{,}96^2 x 0{,}8 x 0{,}2 x 2035}{0{,}05^2.(2035-1)+1{,}96^2 x 0{,}8 x 0{,}2}$	$n = 219$

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Los cálculos a más detalle se muestran en el ANEXO 25 para los elementos 1,2,4,6,7 y en el ANEXO 26 para el elemento 3.

3.3.10. Requerimiento de días para las observaciones

El número de muestras a obtener son de 219 para los elementos 1,2,4,5,6,7,8 y 179 para el elemento 3. Para saber en cuántos días se obtendrán las siete tablas (cantidad de tablas determinadas bajo criterio personal), con las muestras de cada uno de los 8 elementos, se realiza el siguiente detalle:

Figura III-6 Cálculo de los días necesarios para la observación

MUESTREO:	219	MUESTREO:	179
ELEMENTOS:	7	ELEMENTOS:	1
TABLAS:	7		

TOTAL MUESTREO:	**11984**
OBSERVACIONES:	219
ELEMENTOS:	2
TOTAL OBS.	**438**
DÍAS:	**27**

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Con esta tabla se concluye que, para obtener datos para las 7 tablas, se debe tener el ingreso al ingenio de mínimo 27 días.

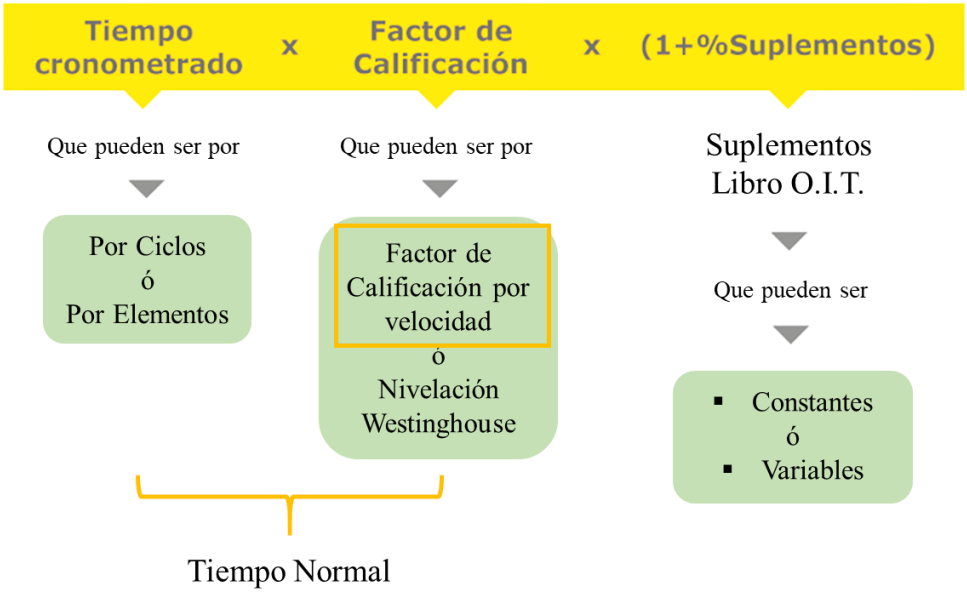
3.3.11. Estudio de tiempos

3.3.11.1. Tiempo Tipo (Tiempo Estándar)

La determinación del tiempo-tipo es uno de los objetivos básicos de la medida de trabajo. Se lo puede definir como “el tiempo necesario para ejecutar una tarea repetida e indefinidamente, de conformidad con un cierto método y a una cierta velocidad de trabajo arbitrario”.

Esquemáticamente, el tiempo-tipo puede ser representado de la siguiente manera:

Figura III-7 Esquema del cálculo del tiempo estándar



Fuente: Elaboración propia, (2021).

3.3.11.2. Tiempo Cronometrado

Con el número de muestras y tablas obtenidas se procede a calcular los tiempos para cada uno de los elementos. A continuación, se puede observar una tabla resumen que tiene como respaldo el ANEXO 27.

Tabla III-10 Resumen de las planillas con los tiempos observados por elemento

N° de planilla	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8
1	4,00	4,92	5,86	2,69	6,32	5,71	2,70	8,79
2	4,11	4,73	5,13	2,69	6,25	5,78	2,70	8,81
3	3,96	4,52	5,88	2,68	6,37	5,77	2,58	8,76
4	4,05	4,62	5,33	2,77	6,38	5,67	2,52	8,76
5	3,90	4,57	5,50	2,73	6,24	5,83	2,52	8,80
6	3,96	4,54	5,76	2,62	6,16	5,81	2,64	8,81
7	3,95	4,55	5,63	2,61	6,06	5,66	2,64	8,86
TOTAL	27,93	32,44	39,10	18,79	43,78	40,23	18,30	61,59
PROMEDIO	**3,99**	**4,63**	**5,59**	**2,68**	**6,25**	**5,75**	**2,61**	**8,80**

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Con el fin de comprobar el tamaño de muestra que se determinó en la Tabla III-9 es adecuado para realizar el estudio en el sector de envasado del ingenio Moto Mendez de IABSA, se procede a realizar los siguientes cálculos estadísticos bajo la Planilla 1 de los tiempos observados por elemento (Ver ANEXO 27):

3.3.11.3. Cálculo del intérvalo de confianza

Con el fin de brindar confiabilidad, se muestra a continuación el cálculo complemento del intérvalo de confianza sobre el Elemento-1 de la Planilla 1 de los tiempos observados (Ver ANEXO 27).

Para el cálculo se cuenta con planillas adicionales en el ANEXO 28 (Distribución de Student) y en el ANEXO 29 ($\sum(x_1 - x_{prom.})^2$).

Figura III-8 Cálculo del intérvalo de confianza para el E-1

Nombre	Simbología
Alfa	∝
Grados de libertad	v
Distribución de Student	t(∝/2)
Desviación estándar	S

DATOS PARA EL CALCULO	VALOR
Nivel de confianza solicitado	95%
% de error	5%
Nivel de error permitido	0,05

Definición variables	
n	219
$\sum(x_1 - x_{prom.})^2$	61,54
Promedio	4,00
Desviación estándar	0,53
Alfa	0,05
Intérvalo	0,07
Desde	3,93
Hasta	4,07
t(∝/2)	1,96

$$\propto = 5\% = 0{,}05$$

$$\frac{\propto}{2} = \frac{0{,}05}{2} = \mathbf{0{,}025}$$

$$v = n\text{-}1 = 219 - 1 = \mathbf{218}$$

$$Distribución\ de\ Student\ \mathbf{t}\left(\frac{\propto}{2}\right) = \mathbf{1{,}96}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_1 - x_{prom.})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{61{,}54}{219-1}}$$

$$S = \mathbf{0{,}53}$$

LÍMITE SUPERIOR = 4,07

LÍMITE INFERIOR = 3,93

INTÉRVALO DE CONFIANZA = (3,93;4,07)

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Siguiendo los mismos cálculos presentados anteriormente se calcula los intérvalos de confianza para cada uno de los elementos:

Tabla III-11 Desviación estándar e intérvalo de confianza para cada uno elemento

Elementos	Desviación Estándar	Límite Mínimo	Promedio	Límite Máximo
E-1	0,53	3,47	4,00	4,53
E-2	2,19	2,72	4,92	7,11
E-3	1,84	4,02	5,86	7,70
E-4	0,44	2,25	2,69	3,13
E-5	0,62	5,69	6,32	6,94
E-6	0,68	5,03	5,71	6,40
E-7	0,47	2,23	2,70	3,18
E-8	0,57	8,22	8,79	9,36

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

En el ANEXO 30 se puede observar mediante gráficas los resultados plasmados en la tabla presentada anteriormente.

3.3.11.4. Calificación de velocidad

Según Niebel, es un método de evaluación del desempeño que considera sólo el ritmo de trabajo por unidad de tiempo.

Con el fin de ajustar el tiempo cronometrado se determina el ritmo de trabajo para cada uno de los elementos los cuales se muestras en la Tabla III-12 de donde se concluye que 100% se considera normal. Una calificación mayor a 100% indica que el operario tiene una velocidad mayor que la normal y una calificación menor a 100% significa que la velocidad del operador es menor que la normal.

3.3.11.5. Tiempos suplementos

Los suplementos son porciones de tiempo que se deben agregar a los tiempos observados y normales para convertirlos en tiempos tipo, standard o asignado.

- **Suplementos por descanso**

El cálculo de los tiempos suplementarios se realizó para cada uno de los elementos. A continuación, se observa una tabla resumen de los suplementos totales descritos en el ANEXO 31:

Tabla III-12 Tabla resumen de suplementos totales por elemento

	SUPLEMENTOS TOTALES	OBSERVACIONES
Elemento 1	14,0%	
Elemento 2	15,0%	
Elemento 3	17,0%	
Elemento 4	62,0%	
Elemento 5	0,0%	Transportes en banda
Elemento 6	12,0%	
Elemento 7	19,0%	
Elemento 8	0,0%	Transportes en banda

Fuente: Elaboración propia, (2021).

- **Suplementos por contingencias**

En el proceso se detectaron ligeras demoras, las cuales fueron tomadas en cuenta en dos elementos.

En el elemento 1, (Por la espera del llenado de la tolva antes de comenzar a envasar).

En el elemento 6, (Por fallos en la máq. de costurar).

- **Cálculo del tiempo tipo**

Para determinar el tiempo tipo (USP), se considera la valoración y suplementos calculados anteriormente:

Fórmula aplicada:

$$\boldsymbol{TE = (Tp)*(CA)*(1+\%Tol)}$$

Esquema del Tiempo Estándar (Fórmula presentada anteriormente) en la Figura III-6.

Tabla III-13 Modelo para el cálculo de la USP (Unidad Estándar de Producción)

Elemento 1.	Tiempo Cronometro Seg.	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz. Seg.	% de Suplement.	Tiempo Estándar Seg.	Tiempo Complem. Seg	USP Total Seg.	USP Total Min.
Ciclo 1	4,00	100,0%	4,00	14,0%	4,56	0,44	5,00	0,0834
Ciclo 2	4,11	97,0%	3,99	14,0%	4,55	0,44	4,99	0,0831
Ciclo 3	3,96	101,0%	4,00	14,0%	4,56	0,44	5,00	0,0833
Ciclo 4	4,05	98,5%	3,99	14,0%	4,55	0,44	4,99	0,0831
Ciclo 5	3,90	102,5%	3,99	14,0%	4,55	0,44	4,99	0,0832
Ciclo 6	3,96	101,0%	4,00	14,0%	4,56	0,44	5,00	0,0833
Ciclo 7	3,95	101,0%	3,99	14,0%	4,55	0,44	4,99	0,0832
	3,99		3,99		4,55		5	0,08

Elemento 2.	Tiempo Cronometro Seg.	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz. Seg.	% de Suplement.	Tiempo Estándar Seg.	Tiempo Complem. Seg.	USP Total Seg.	USP Total Min.
Ciclo 1	4,92	94,0%	4,62	15,0%	5,32	0,00	5,32	0,0886
Ciclo 2	4,73	98,0%	4,63	15,0%	5,33	0,00	5,33	0,0888
Ciclo 3	4,52	102,0%	4,61	15,0%	5,30	0,00	5,30	0,0883
Ciclo 4	4,62	100,0%	4,62	15,0%	5,31	0,00	5,31	0,0885
Ciclo 5	4,57	101,0%	4,61	15,0%	5,31	0,00	5,31	0,0884
Ciclo 6	4,54	102,0%	4,63	15,0%	5,33	0,00	5,33	0,0888
Ciclo 7	4,55	101,5%	4,61	15,0%	5,31	0,00	5,31	0,0884
	4,63		4,62		5,31		5	0,09

Elemento 3.	Tiempo Cronometro Seg.	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz. Seg.	% de Suplement.	Tiempo Estándar Seg.	Tiempo Complem. Seg.	USP Total Seg.	USP Total Min,
Ciclo 1	5,86	96,0%	5,63	17,0%	6,58	0,00	6,58	0,1097
Ciclo 2	5,13	110,0%	5,64	17,0%	6,60	0,00	6,60	0,1100
Ciclo 3	5,88	96,0%	5,65	17,0%	6,60	0,00	6,60	0,1101
Ciclo 4	5,33	106,0%	5,65	17,0%	6,61	0,00	6,61	0,1102
Ciclo 5	5,50	102,5%	5,64	17,0%	6,60	0,00	6,60	0,1100
Ciclo 6	5,76	98,0%	5,65	17,0%	6,61	0,00	6,61	0,1102
Ciclo 7	5,63	100,0%	5,63	17,0%	6,58	0,00	6,58	0,1097
	5,59		5,64		6,60		7	0,11

Elemento 4.	Tiempo Cronometro Seg.	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz. Seg.	% de Suplement.	Tiempo Estándar Seg.	Tiempo Complem. Seg	USP Total Seg.	USP Total Min.
Ciclo 1	2,69	100,0%	2,69	62,0%	4,36	0,00	4,36	0,0727
Ciclo 2	2,69	100,0%	2,69	62,0%	4,35	0,00	4,35	0,0725
Ciclo 3	2,68	100,0%	2,68	62,0%	4,34	0,00	4,34	0,0724
Ciclo 4	2,77	97,0%	2,69	62,0%	4,35	0,00	4,35	0,0725
Ciclo 5	2,73	98,5%	2,69	62,0%	4,35	0,00	4,35	0,0726
Ciclo 6	2,62	102,0%	2,68	62,0%	4,34	0,00	4,34	0,0723
Ciclo 7	2,61	103,0%	2,69	62,0%	4,36	0,00	4,36	0,0727
	2,68		2,69		4,35		4	0,07

Elemento 5.	Tiempo Cronometro Seg.	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz. Seg.	% de Suplement.	Tiempo Estándar Seg.	Tiempo Complem. Seg	USP Total Seg.	USP Total Min.
Ciclo 1	6,32	99,0%	6,25	0,0%	6,25	0,00	6,25	0,1042
Ciclo 2	6,25	100,0%	6,25	0,0%	6,25	0,00	6,25	0,1042
Ciclo 3	6,37	98,0%	6,24	0,0%	6,24	0,00	6,24	0,1040
Ciclo 4	6,38	98,0%	6,25	0,0%	6,25	0,00	6,25	0,1041
Ciclo 5	6,24	100,0%	6,24	0,0%	6,24	0,00	6,24	0,1041
Ciclo 6	6,16	101,5%	6,25	0,0%	6,25	0,00	6,25	0,1042
Ciclo 7	6,06	103,0%	6,25	0,0%	6,25	0,00	6,25	0,1041
	6,25		6,25		6,25		6	0,10

Elemento 6.	Tiempo Cronometro Seg.	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz. Seg.	% de Suplement.	Tiempo Estándar Seg.	Tiempo Complem. Seg.	USP Total Seg.	USP Total Min.
Ciclo 1	5,71	99,0%	5,65	12,0%	6,33	0,15	6,48	0,1080
Ciclo 2	5,78	98,0%	5,67	12,0%	6,35	0,15	6,50	0,1083
Ciclo 3	5,77	98,0%	5,66	12,0%	6,33	0,15	6,48	0,1081
Ciclo 4	5,67	100,0%	5,67	12,0%	6,35	0,15	6,50	0,1083
Ciclo 5	5,83	97,0%	5,66	12,0%	6,34	0,15	6,49	0,1081
Ciclo 6	5,81	96,0%	5,57	12,0%	6,24	0,15	6,39	0,1065
Ciclo 7	5,66	100,0%	5,66	12,0%	6,34	0,15	6,49	0,1082
	5,75		5,65		6,33		6	0,11

Elemento 7.	Tiempo Cronometro Seg.	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz. Seg.	% de Suplement.	Tiempo Estándar Seg.	Tiempo Complem. Seg.	USP Total Seg.	USP Total Min.
Ciclo 1	2,70	98,0%	2,65	19,0%	3,15	0,00	3,15	0,0525
Ciclo 2	2,70	98,0%	2,65	19,0%	3,15	0,00	3,15	0,0525
Ciclo 3	2,58	103,0%	2,66	19,0%	3,16	0,00	3,16	0,0527
Ciclo 4	2,52	105,0%	2,65	19,0%	3,15	0,00	3,15	0,0526
Ciclo 5	2,52	105,0%	2,64	19,0%	3,15	0,00	3,15	0,0524
Ciclo 6	2,64	100,0%	2,64	19,0%	3,14	0,00	3,14	0,0523
Ciclo 7	2,64	100,0%	2,64	19,0%	3,14	0,00	3,14	0,0523
	2,61		2,65		3,15		3	0,05

Elemento 8.	Tiempo Cronometro Seg.	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normaliz. Seg.	% de Suplement.	Tiempo Estándar Seg.	Tiempo Complem. Seg.	USP Total Seg.	USP Total Min.
Ciclo 1	8,79	100,0%	8,79	0,0%	8,79	0,00	8,79	0,1465
Ciclo 2	8,81	100,0%	8,81	0,0%	8,81	0,00	8,81	0,1468
Ciclo 3	8,76	100,5%	8,80	0,0%	8,80	0,00	8,80	0,1467
Ciclo 4	8,76	100,5%	8,80	0,0%	8,80	0,00	8,80	0,1467
Ciclo 5	8,80	100,0%	8,80	0,0%	8,80	0,00	8,80	0,1467
Ciclo 6	8,81	100,0%	8,81	0,0%	8,81	0,00	8,81	0,1468
Ciclo 7	8,86	99,5%	8,82	0,0%	8,82	0,00	8,82	0,1470
	8,80		8,80		8,80		9	0,15

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Sumando el tiempo calculado de todos los elementos que formán parte de este estudio, se obtiene la Unidad Estándar Total de Producción:

$$\mathbf{USP = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 + E_7 + E_8}$$

$$\text{USP} = 5 + 5 + 7 + 4 + 6 + 6 + 3 + 9$$

$$\mathbf{USP = 45}$$

Con el fin de conocer la producción actual por turno, se grafica en un diagrama de Gantt los tiempos para cada uno de los elementos (Ver ANEXO 32). De esta manera se conoce la secuencia de los quintales en producción de donde se concluye que al primer minuto se produce 2 quintales completos mientras que otros 5 se quedan en medio proceso:

- El tercer quintal se queda por terminar el Elemento 8.
- El cuarto quintal esta en la mitad del Elemento 6.
- El quinto quintal por finalizar el Elemento 5.
- El sexto quintal finaliza el Elemento 3.
- El séptimo quintal apenas y comienza el Elemento-2.

Debido a esta secuencia y al envasado consetivo de quintales de azúcar que se tiene por turno (Ver ANEXO 32), se presenta a continuación los quintales producidos por hora:

Tabla III-14 Producción por hora en el sector

TIEMPO	PRODUCCIÓN
1 Hora	397
2 Horas	797
3 Horas	1.197
4 Horas	1.597
5 Horas	1.997
6 Horas	2.397
7 Horas	2.797
8 Horas	3.197

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Entonces si en el sector se envasaría las 8 horas completas, por turno se produciría 3.197 quintales de azúcar cantidad pocas veces producidas de acuerdo a la situación actual (Ver ANEXO 23).

El comportamiento de la producción actual en el sector de envasado se muestra en el ANEXO 33, de donde se observa que la producción varía de acuerdo al turno.

Producción de Turno Día (6:00-14:00) y (14:00-22:00) = 2.100 qq.

Producción de Turno Noche (22:00-6:00) = 1.900 qq.

Para éste análisis se tomaron datos de los tiempos calculados en la Tabla III-14 y proyectados en el ANEXO 32, a su vez intervieron tiempos referentes a Trabajo productivo, Trabajo No Contributivo, Trabajo Contributivo entre otros.

La variación de producción entre turnos se debe a que por las noches no existe el despacho directo (para venta de quintales producidos) en camiones (650 qq – 450 qq), lo cual quiere decir que se trabaja todo el turno nocturno con el traslado a depósitos tanto en la chata (80 qq.) como en la volqueta (100 qq.).

3.3.12. Productividad

- **Importante:** De las 8 hs. de turno que se trabaja, 5 hs. se produce (Ver ANEXO 33).

$$Productividad = \frac{Unidades\ Producidas}{Tiempo}$$

Turno Mañana:

$$Productividad = \frac{420\ qq\ de\ azúcar}{1\ horas} * \frac{5\ horas}{1\ turno}$$

$$\boldsymbol{Productividad_{Turno\ Mañana} = 2100 \frac{qq\ de\ azúcar}{turno}}$$

Turno Tarde:

$$Productividad = \frac{420\ qq\ de\ azúcar}{1\ horas} * \frac{5\ horas}{1\ turno}$$

$$\boldsymbol{Productividad_{Turno\ Tarde} = 2100 \frac{qq\ de\ azúcar}{turno}}$$

Turno Noche:

$$Productividad = \frac{380\ qq\ de\ azúcar}{1\ horas} * \frac{5\ horas}{1\ turno}$$

$$\boldsymbol{Productividad_{Turno\ Noche} = 1900 \frac{qq\ de\ azúcar}{turno}}$$

Turno Día:

$$\boldsymbol{Productividad_{Día} = Prod._{TM} + Prod._{TT} + Prod._{TN}}$$

$$Productividad_{Día} = 2100\ \frac{qq}{TM} + 2100 \frac{qq}{TT} + 1900 \frac{qq}{TN}$$

$$\boldsymbol{Productividad_{Día} = 6100\ \frac{qq\ de\ azúcar}{Día}}$$

3.3.13. Herramientas de registro

3.3.13.1. Cursograma analítico del proceso de envasado del azúcar

Según la OIT, es un tipo de representación analítica, en donde se desarrollan las actividades de operación, transporte, espera, inspección y almacenaje, de manera más detallada especificando tiempos y distancias que recorre el proceso.

A continuación, se presenta el diagrama de análisis del proceso de envasado de azúcar del Ingenio Moto Méndez de IABSA, en donde se detalla la secuencia del proceso, los desplazamientos y tiempos con respecto al material.

Tabla III-15 Cursograma analítico del proceso del material

Hoja N° 1 De: 1 Diagrama N°1		Operador		Material		Maquinaria		

Proceso: Envasado de azúcar	**RESUMEN**

Fecha: 10 – octubre – 2021

Inicio de estudio: 25 – agosto – 2021

Método Actual

Producto: Quintal de azúcar

N° de operarios: 6 op. + 1 enc.

Elaborado por: Keila Garzón R.

Producción por turno: Aprox. 2.000 qq

SÍMBOLO	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO
	Operación	5	
	Transporte	6	
	Inspección	1	
	Espera	0	
	Almacenaje	0	
Total de actividades realizadas		**12**	
Distancia total en metros		**8,4**	
Tiempo en segundos		**43**	

N°	**Descripción del proceso**	Cantid.	Distan.	Tiemp.	**Símbolos**	**Observaciones**
1	Avertura de envase.	1	2,4 m.	5		Ante la no avertura de ambos envases, el qq. queda espuesto al igreso de humedad.
2	Traslado de envase a máq. envasadora.	1		5		
3	Envasado e inspección de peso del qq. de azúcar.	1		7		El rango que se acepta es (+/- 10). No existe rotación en este puesto.
4	Levantado y traslado de quintal de azúcar a cinta transportadora.	1		4		Se manipula gran peso (quintal).
5	Traslado de qq. a máq. de costurar.	1		6		Paradas frecuentes por fallas mecánicas y envases sin acomodar. Existe poca rotación.
6	Costurado de quintal de azúcar mientras se traslada.	1		6		La cortura debe estar a 7 cm. de la parte superior del envase.
7	Cortado de hilo del qq. de azúcar y traslado a cinta transportadora.	1		3		
8	Traslado del qq. de azúcar para su posterior almacén.	1	6 m.	9		Cinta transportadora con fallas por falta de mantenimiento.
Total		**1**	**8,4**	**45**	**5 6 1**	

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Como se puede observar en el Diagrama de Análisis del Proceso de envasado del azúcar, la línea de producción está compuesta por 8 elementos consecutivos, donde se tienen 2 operaciones, 3 transportes, 0 esperas, 2 actividades combinadas (operación-transporte), 1 actividad combinada (operación-inspección) y 0 almacenamientos.

Observaciones:

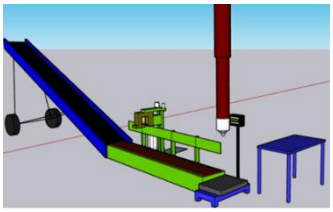
- Abrir los envases parece una tarea fácil, pero el detalle está en el tipo de envase con el que se cuenta, éste por dentro tiene un envase de polietileno el cual ayuda a mantener la conservación del producto.
- El envasado de azúcar es el elemento más complicado de realizar, es por eso que en cada turno existe sólo un operador que realiza esta tarea. Éste operador por su experiencia (más de 10 años trabajando en el sector) realiza el envasado en un tiempo corto, el cual no puede ser obtenido por los demás trabajadores en el sector cuando intentan realizar dicho elemento.
- Esta situación provoca que el sector este sujeto a este operario volviéndolo indispensable (desarrolla una habilidad excusiva), puesto que depende de él la cantidad de quintales que se produzca por turno.
- En el envasado también surge el problema del peso, al ser éste manual dificulta la exactitud del peso quintal y a pesar de contar con un rango muchas veces éste no es tomado en cuenta (Ver ANEXO 34). Esta no conformidad afecta tanto al cliente como a la empresa.
- Las paradas en la máquina de costurar de debe a que la parte superior de los envases no tienen la debida tensión, esto provoca que al entrar a la máquina el hilo se salga de la aguja generando retrazos en el proceso. (Ver ANEXO 35).

3.3.13.2. Diagrama Bimanual

Este diagrama es un cursograma en que se consigna la actividad de las manos del operario indicando la relación entre ellas.

A continuación, se detalla la sucesión de las tareas del proceso del envasado del azúcar mostr dando las manos de los seis operarios en movimiento o en reposo y su relación entre sí:

Tabla III-16 Diagrama Bimanual de la producción de un quintal

Hoja N° 1 De: 1 Diagrama N°1											
Operación: Envasado de azúcar **Pieza:** Quintal de azúcar blanco y crudo. **Lugar:** Sector de envasado en IABSA. **Ubicación:** Ruta nacional 33 (Zona arrozales). **Método:** Actual **Operarios:** 6 operadores + 1 encargado. **Compuesto por:** Keila Garzón R. **Fecha:** 15 de octubre del 2021		**RESUMEN** 									
		Símbolos					**Símbolos**				
Operador	Descripción mano izquierda										Descripción mano derecha
1	Abrir envase de azúcar.										Abrir envase de azúcar.
1	Sujetar envase abierto.										Sujetar envase abierto.
1	Soltar envase.										Soltar envase.
2	Alcanzar envase.										Alcanzar envase.
2	Tomar envase.										Tomar envase.
2	Mover envase a maq. envasadora.										Mover envase a maq. envasadora.
2	Levantar envase abierto.										Levantar envase abierto.
3	Levantar envase abierto.										Abrir manga de envasadora.
2	Liberar envases.										Liberar envases.
3	Cerrar máquina envasadora.										Cerrar máq. envasadora.
4	Alcanzar quintal de azúcar.										Alcanzar quintal de azúcar.
4	Tomar quintal de azúcar.										Tomar quintal de azúcar.
4	Mover quintal de azúcar a cinta transportadora.										Mover quintal de azúcar a cinta transportadora.
4	Soltar quintal de azúcar.										Soltar quintal de azúcar.
5	Posicionar quintal de azúcar a máquina de costurar.										Posicionar qq. de azúcar a máquina de costurar.
5	Costurar quintal de azúcar.										Costurar quintal de azúcar.
5	Soltar quintal de azúcar.										Soltar quintal de azúcar.
6	Alcanzar y tomar qq de azúcar.										Cortar hilo.
6	Mover quintal de azúcar a cinta transportadora.										Sujetar cuchillo.
	Total	15	3			1	14	3		2	

Fuente: Elaboración propia, (2021).

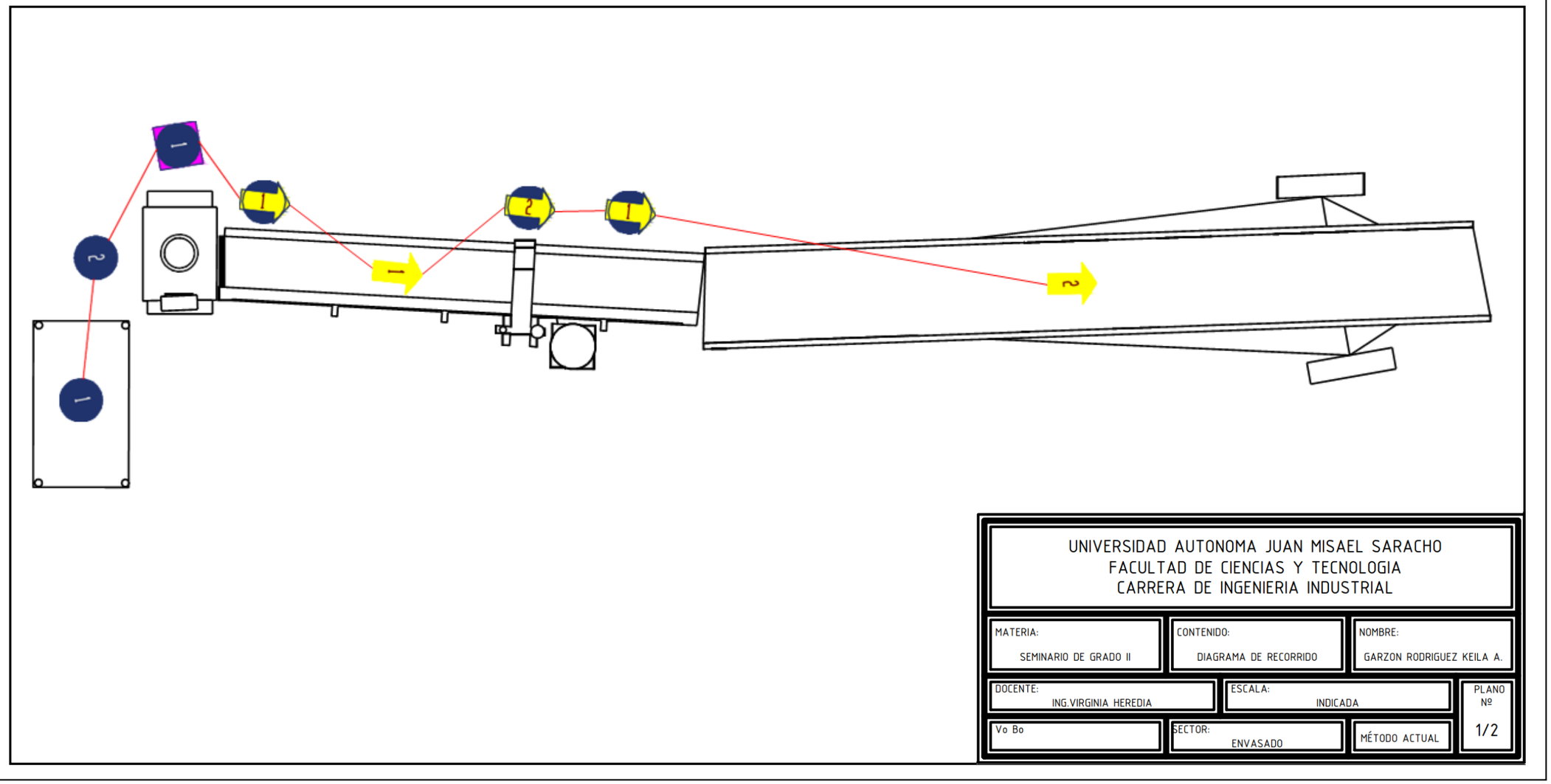
Con este diagrama se puede observar el equilibrio entre las dos manos en cuanto a movimientos de cada uno de los operadores involucrados en el envasado del quintal de azúcar.

Los elementos con los que se cuentan en el sector son repetitivos lo que quiere decir que todo lo que se muestra en el diagrama bimanual por turno los operadores lo realizan aproximadamente 2035 veces (promedio de la producción por turno de la zafra 2021).

3.3.13.3. Diagrama de recorrido

Se presenta el diagrama de recorrido en el cual se presenta la secuencia de actividades en cuanto al material, correspondiente a la producción de un quintal de azúcar en el sector de envasado.

Figura III-9 Diagrama de recorrido del material



Fuente: Elaboración propia, (2021).

El diagrama muestra que para el envasado del azúcar se requiere de:

- 2 operaciones.
- 1 operación combinada (opreración e inspección).
- 3 operaciones combinadas (operación y transporte).
- 2 trasportes.

A su vez se puede observar que en el sector la maquinaria y/o equipos a utilizar están bien distribuidos.

3.3.14. Consecuencias del envasado manual del quintal de azúcar

Las consecuencias son:

- Por cliente insatisfecho (Cuando el peso del quintal está por debajo de los 46 kilos).
- Por pérdidas en la empresa (Cuando el peso del quintal está por encima de los 46 kilos).

La frecuencia de ambos escenarios se puede observar en el ANEXO 34, estos se justifican por el modo de operación del sector, entre el más relevante el envasado manual.

Tabla III-17 Resumen de la consecuencia del envasado manual

Condición del quintal	Color representativo	Total Kg
Peso Faltante		9,64
Peso Sobrante		20,65

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Se concluye lo siguiente:

- De una muestra de 219 quintales, existe una pérdida de 11,01 kg.
- De un turno de producción (2.035 qq), existe una pérdida de 102 kg.
- De un día de producción (6.100 qq), existe una pérdida de 307 kg.
- De un año de zafra (610.000 qq), existe una pérdida de 30.667 kg. lo que equivale a 667 qq. aproximadamente.

Tabla III-18 Pérdida por la diferencia de peso

SITUACIÓN ACTUAL			
PÉRDIDAS POR LA VARIACIÓN DE PESO EN QQ.			
MUESTRA = 219 qq.		PÉRDIDA = 11,01 Kg.	
	Producción (Qq.)	Kg.	Equivalente (Qq.)
TURNO	2.035	102	2
DIA	6.100	307	7
ZAFRA	610.000	30.667	667

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

3.3.15. Factores que causan desperdicios en el sector

Los principales factores que causan desperdicio en el sector de envasado son:

Fallas en la maquinaria y equipo

- Falla en la máquina de costurar.

Error humano

- Quintal mal costurado.

Según el análisis realizado en el sector a la producción de un turno = 2.060 qq de azúcar (ANEXO 21) se observa que el desperdicio que causan éstos factores son de hilo y de envase.

Datos a tomar en cuenta del anexo:

- De 2.060 quintales producidos, se presentan 3 fallas en la máquina de costurar lo cual genera un desperdicio de 3 envases más 9 metros de hilo.
- De 2.060 quintales producidos son 29 los quintales que se presentan con mala costura, generando un desperdicio de 87 metros de hilo.

Tabla III-19 Desperdicios en el sector

MUESTRA = 2.060 qq.		Envases = 3	
		Hilo = 87 mts.	
	Producción (Qq.)	Envases	Hilo (mts.)
TURNO	2.060	3	87
DIA	6.180	9	261
ZAFRA	618.000	900	26.000

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

3.3.16. Preguntas preliminares

En una primera instancia con el fin de examinar toda la información registrada anteriormente, se somete a cada uno de los operadores a un examen crítico, donde se busca extraer de los elementos registrados del sector de envasado lo siguiente: el propósito, lugar, sucesión, persona y medios de ejecución.

Del ANEXO 36 se concluye:

- Que los operadores de los elementos 1 y 2 giran en torno al operador del elemento 3, todo con fin de facilitarle con su tarea.
- Que los operadores de los elementos 4 y 7 giran en torno al operador del elemento 6, por la sucesión de sus tareas.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

Las causas de la baja productividad del sector de envasado del Ingenio Moto Méndez son estudiadas con el fin de reducirlas, para a lo cual fue necesario obtener la mayor información del sector y plasmarla en los diagramas mostrado anteriormente. Se tomaron en cuenta: métodos de trabajo, tiempos, habilidades, condiciones, maquinaria y todo aquello que afecta al proceso (envasado de azúcar) con el único fin de efectuar mejoras, las cuales surgieron en su gran mayoría gracias al aporte de los mismos operarios mediante las siguientes interrogantes:

- ¿Qué debería llevarse a cabo?
- ¿Donde debería realizarse?
- ¿Cuándo podría realizarse?
- ¿Quien debería hacerlo?
- ¿Cómo debería realizarse?

4.1. PREGUNTAS DE FONDO

Siendo esta la segunda fase del interrogatorio, al igual que anteriormente se somete a este examen crítico a cada uno de los operadores del sector de envasado (Ver ANEXO 37), cuestionando la factibilidad y/o preferencia de reemplazar por otro: El lugar, la sucesión, la persona y/o los medios.

Al obtiener diferentes alternativas para la realización de cada uno de los elementos, en el presente capítulo se procede a evaluarlas de tal forma que se opte por la alternativa que proporsione un envasado ideal en el sector (nuevo método). Asimismo, se plantean nuevamente las herramientas utilizadas (diagramas, cursogramas) con el fin de comparar ambos métodos y constatar que el nuevo método genera mejores resultados que el actual método.

4.2. RESUMEN DE ALTERNATIVAS DE MEJORA - PROPUESTAS

En base a la técnica de interrogatorio y a la observación al proceso de envasado de azúcar, se propone lo siguiente:

Tabla IV-1 Resumen de alternativas de mejoras

N°	Orientación de cambios	Alternativa de Solución 1	Alternativa de Solución 2
1	Maquinaria y/o equipo	Envasadora Semiautomática	Torre de Señalización
		Banda transportadora sanitaria	
2	Proceso	7 elementos	9 elementos
3	Reasignación de tareas	6 tareas	8 tareas
4	N° de operadores	5 + 1 encargado	7 + 1 encargado
		Rotaciones	Rotaciones
5	Tiempos	Reducción	Variación
6	Insumos	Demasía de por lo menos 5 cm.	
		Codificación	
7	Operador	Dotación de EPPs	Dotación de EPPs
		Capacitaciones	
8	Mantenimientos preventivos	Máq. de costurar	
		Banda transportadora	
9	Calibraciones		Balanza

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Ambas alternativas atacan directamente al 80% de las causas que ocasionan los problemas presentados en el sector, éstas se determinan en el diagrama de Pareto (Ver Figura III-2.

Causas:

1. Variación de peso.
2. Problemas en la costura del envase.

Por otro lado, como un aporte al sector se inicia un sistema de codificación que va a permitir generar información de datos para la toma de decisiones en el manejo de inventarios.

4.2.1. Evalualuación de Alternativas

4.2.1.1. Factores Cualitativos

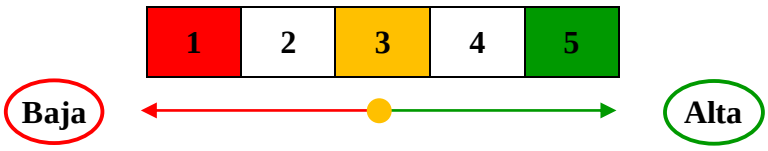
Para fines del presente estudio, se procede a evaluar las alternativas tomando en cuenta los siguientes factores:

Tabla IV-2 Evaluación de Alternativas bajo factores cuantitativos

	Alternativa de Solución 1	Alternativa de Solución 2
Automatización	5	3
Factor humano y clima laboral	4	2
Factor técnico	4	3
Producto terminado	5	4
Higiene en el trabajo	5	4
Rotaciones	5	4
Total	**28**	**20**

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Calificación bajo la incidencia de la alternativa en el sector:



Criterios:

- **Factor humano y clima laboral:** Esfuerzo requerido, fatiga, monotonía, seguridad, etc.

- **Factor técnico** (proceso): Flexibilidad del método respecto a la tasa de producción, cambio en el producto, etc.
- **Producto terminado:** Variación de peso y costura.
- **Higiene en el trabajo:** Contacto con el producto.
- **Rotaciones:** Trabajadores no indispensables (fácil ejecución de tareas).

4.2.1.2. Factores cuantitativos

Se evalúa las alternativas bajo la incidencia en inversión:

Tabla IV-3 Evaluación de Alternativas bajo factores cualitativos

	Alternativa de Solución 1	Alternativa de Solución 2
Maquinaria y/o equipos	Mayor	Menor
Mano de obra	Menor	Mayor
EPP	Menor	Mayor

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Otras consideraciones:

- **Tiempo**

Alternativa 1: El tiempo de producción bajo esta alternativa dismuye.

Alternativa 2: El tiempo de producción bajo esta alternativa pueda que se mantenga o aumente poco. Donde se ve si incidencia es en la estandarización del tiempo de cada elemento.

- **Producción**

Alternativa 1: Esta alternativa aumenta la producción del envasado en el sector.

Alternativa 2: Esta alternativa mantiene la producción del sector de envasado.

- **Maquinaria y/o equipo**

Alternativa 1: Involucra de grandes cambios en el sector.

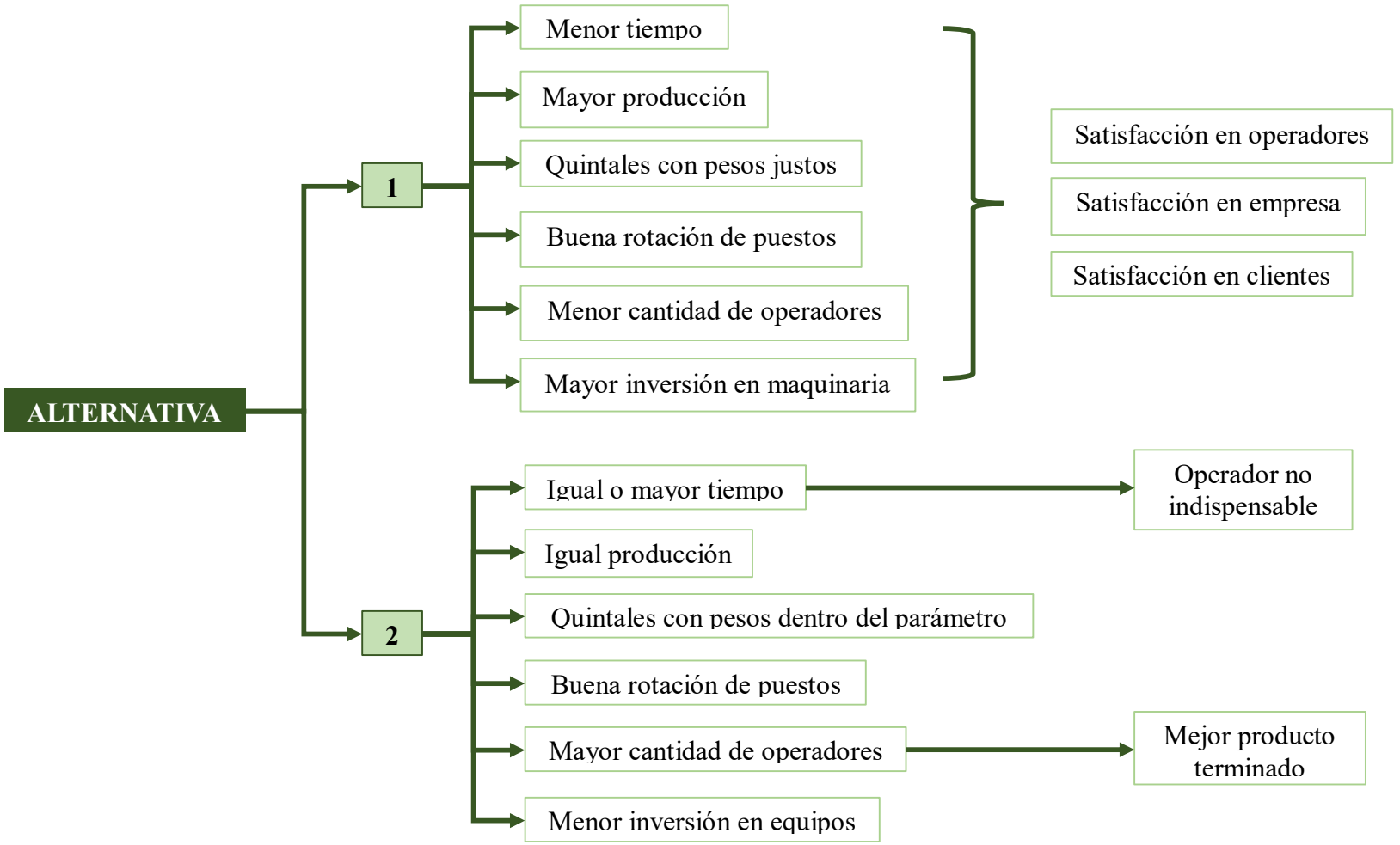
Alternativa 2: No requiere de grandes cambios, se trabaja en base a lo que se tiene en el sector.

Tabla IV-4 Maquinaria y/o equipo de alternativas

	Maquinaria y/o equipo	Referencia Gráfica
Alternativa 1	Envasadora Semiautomática	
Alternativa 2	Torre de señalización	

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Figura IV-1 Aportes por alternativas



Fuente: Elaboración propia, (2021).

4.2.2. Selección de Alternativa

Tomando en cuenta la calificación de factores y justificación de cada una de las alternativas se selecciona la:

ALTERNATIVA 1

4.2.3. Definición del Nuevo Método (Alternativa 1)

4.2.3.1. Maquinaria y/o equipo

A lo largo del estudio se observó que la tarea más complicada por realizar en el sector es el envasado de azúcar puesto que se lo realiza de manera manual.

Frente a éste suceso se presenta el requerimiento de la maquinaria y/o equipo:

- **Envasadora semiautomática**

La envasadora semiautomática es alimentada por gravedad, ideal para materiales difíciles de manejar o productos secos, de flujo libre y poco polvorientos. Cuentan con una puerta de flujo diseñada para un flujo impulsado por gravedad. El producto fluye por gravedad desde la tolva de suministro hacia la entrada de alimentación en la parte superior de la máquina. Cuando un ciclo de llenado es iniciado, el producto fluye a través de la puerta de gravedad hacia un embudo dentro de la bolsa.

Operación limpia

La envasadora alimentada por gravedad tiene una ruta de flujo de producto totalmente cerrada desde la tolva de suministro y en todo el camino hacia la bolsa. De manera opcional también se puede equipar con función hermética, accionada por aire en la boquilla de llenado, que hace que su relleno de bolsa sea el más limpio disponible dentro de la industria.

FICHA TÉCNICA – Envasadora Semiautomática

I. DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA
Es un sistema de ensacado manual equipado con un sistema electrónico de pesaje bruto para cumplir las normas internacionales y proporcionar gran precisión y confiabilidad. Su fabricación simple y su diseño resistente garantizan una operación segura y precisa.

II. CONSIDERACIONES
– Material: (grano pequeño – polvoriento). – Envase: Polipropileno. – Colocación de sacos: Manual. – Capacidad: 1600 – 1200 sacos/hora. – Rango de dosificado: 10-50 kilos. – Llenado: Mediante caída libre. – Bocasaco de cierre positivo.



III. DATOS TÉCNICOS	
Velocidad: 24 Bolsas por minuto (46 kilos).	**Precision en llenado:** ≤0.5%.
Tipo de dosificado: Pesado con báscula.	**Poder:** 3.9kw.
Volumen de llenado: De 10 a 50 kg.	**Presion aire:** 6-8kg/cm2.
Especificaciones eléctricas: 220/380v; 60hz, 3 fases.	**Consumo de aire:** 0.2m3/min.
Nivel de automatización: Semiautomática.	**Vida útil:** Min. 15 años
Dimensiones de maquina: Largo* 4750mm (con transportador) x ancho 1600mm x alto 2530mm.	
Pico de ensacado: Para saco boca abierta con pinzas neumáticas.	
Material de fabricación: Acero al carbón o Acero inoxidable.	
Nivel de automatización: Semiautomática.	

IV. DONDE SE PUEDE COMPRAR		
Empresa	GRUPO EMPAC S.A	Ver ANEXO 38 catálogo.

Aplicación

Los sacos de 10 a 50 kg pueden procesarse con mucha facilidad y precisión y el paso de un formato al otro se produce de manera simple sin importantes intervenciones en la máquina. La envazadora puede procesar diferentes productos sólidos como: polvo o gránulos, tales como: semillas, **alimentos**, productos químicos, fertilizantes, etc.

Figura IV-2 Materiales a granel



Fuente: Premier Tech

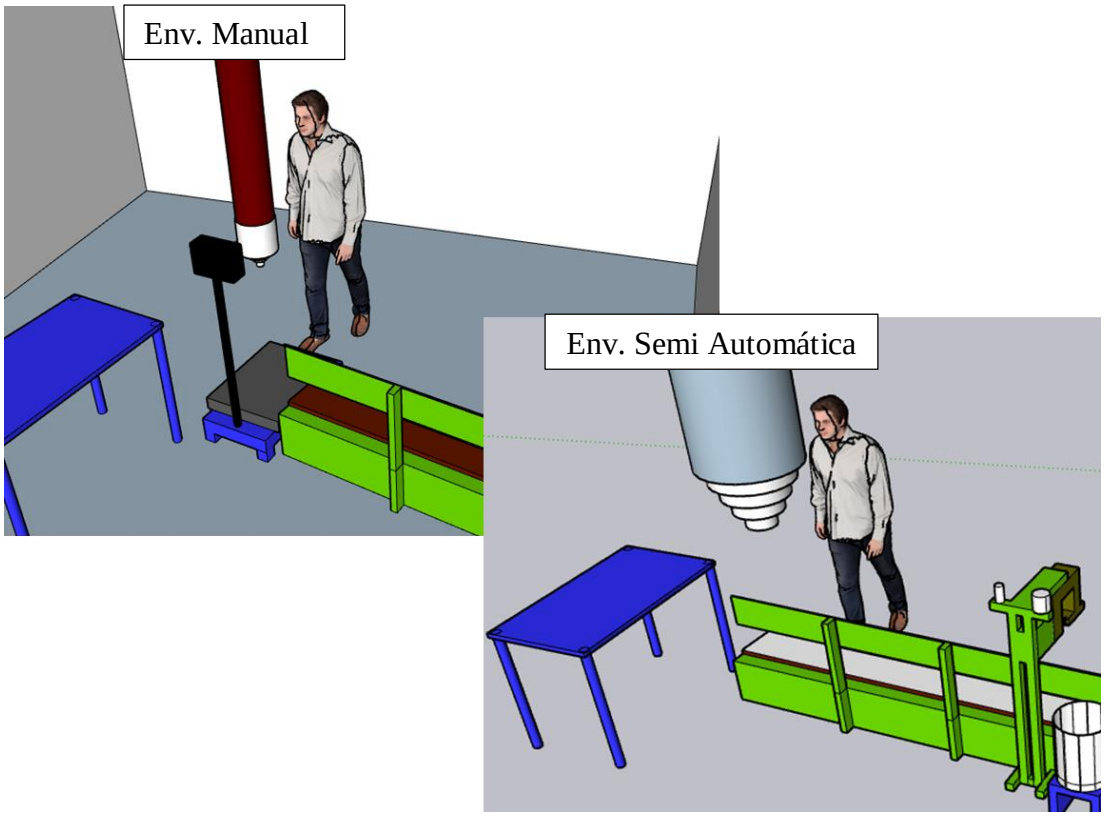
Contar con una envasadora semi automática, trae consigo grandes beneficios para el sector, los más significativos en el operario encargado de la tarea, así como también la exactitud en cuanto al peso (problema consecuente en el sector).

Beneficios:

- **Rápido retorno de la inversión:** la productividad de la envasadora semiautomática, junto con el coste de la inversión, permite una rápida amortización.
- **Espacios de trabajo libres de polvo:** el sistema de sujeción del saco de boca abierta en la boca de llenado, lo mantiene cerrado durante el proceso de llenado. Adicionalmente, un módulo de aspiración de polvo minimiza la acumulación de polvo en las inmediaciones de la envasadora manual.
- **Precisión en el pesaje:** El sistema de control de pesaje, junto con el diseño mecánico de la dosificación, permiten un control preciso sobre el peso final del producto en el interior del saco.
- **Facilidad de operación:** el operario puede utilizar esta ensacadora semiautomática sin necesidad de formación técnica previa.
- Instalación rápida y simple, puesto que la ensacadora se puede atornillar directamente a la tolva.

La máquina envasadora semiautomática se la instalaría en la tolva 2, en la siguiente figura se puede observar la diferencia entre lo actual y lo propuesta en caso se implemente:

Figura IV-3 Envasadora actual y propuesta



Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Lo mostrado es una representación gráfica en cuanto al tipo de envasadora, a la misma se puede incluir lo siguiente:

La envasadora manual descarga de la tolva 3.

La envasadora semi automática descarga de la tolva 2.

Como se mencionaba anteriormente, esto da lugar a que ante cualquier falla que pueda presentar la envasadora semi automática y/o manteminientos se pueda producir desde la máquina envasadora con regulación de peso manual de tal foma que la producción no se vea afectada.

- **Banda transportadora sanitaria**

En el sector se manipula un producto de consumo humano directo, por ende, recae sobre el sector la responsabilidad de respetar y proteger la salud tanto de los clientes como de los operarios. Esto nos lleva a proponer la implementación de medidas de seguridad para la manipulación de alimentos puesto que es la mejor forma de proteger la salud de todos los consumidores.

Las bandas transportadoras en el sector son muy necesarias y que estas cuenten con requisitos básicos garantizan un envasado higiénico, si esto no es tomado en cuenta puede ocurrir contaminación constante durante el proceso del envasado del azúcar.

Entendiendo esto se propone el cambio de las bandas transportadoras que se tienen actualmente en el sector por bandas transportadoras sanitarias con el fin de evitar la contaminación de los quintales por producir.

Detalle

Las bandas transportadoras sanitarias son fabricadas con materiales de revestimiento de elevada calidad, adecuadas para todos los modernos procesos de la industria alimentaria.

Figura IV-4 Foto referencial de la banda sanitaria

Equipo	Foto Referencial
Bandas Sanitarias	

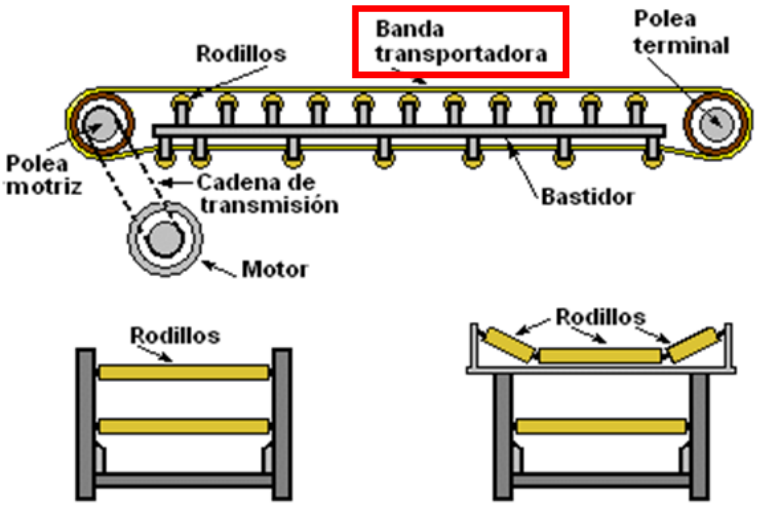
Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Estas bandas ofrecen excelentes propiedades antiadherentes para todo tipo de productos alimenticios pegajosos, combinadas con una sofisticada resistencia química ante los productos de limpieza habituales. Ofrecen un excepcional rendimiento con una

elevada vida útil, así como el cumplimiento de normas de inocuidad es por eso que su uso es perfecto en la industria alimentaria, procesamiento de alimentos y envasado de alimentos. Es adecuado para el manejo de materiales alimenticios que deben moverse sobre la superficie de la banda, lo que justifica su uso en el sector de envasado.

En el sector se cuenta con 2 cintas transpotadoras, una para el transporte de quintales verticales y otra para el transporte de quintales horizontales, la propuesta se dirigue a cambiar de las mismas sus bandas, a continuación, se muestra un esquema de las partes de una cinta transportadora para una mejor compresión:

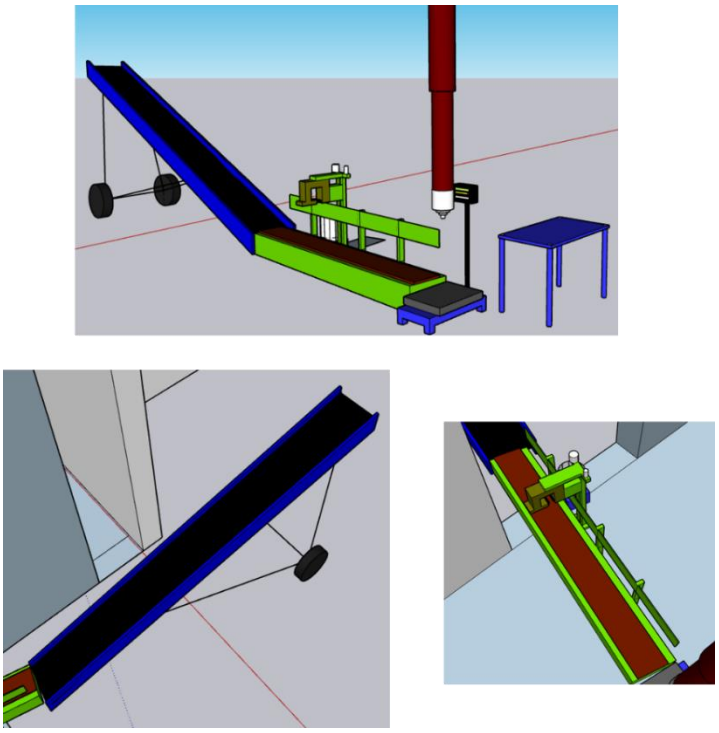
Figura IV-5 Esquema de las partes de la cinta transportadora



Fuente: Tienda Motorex

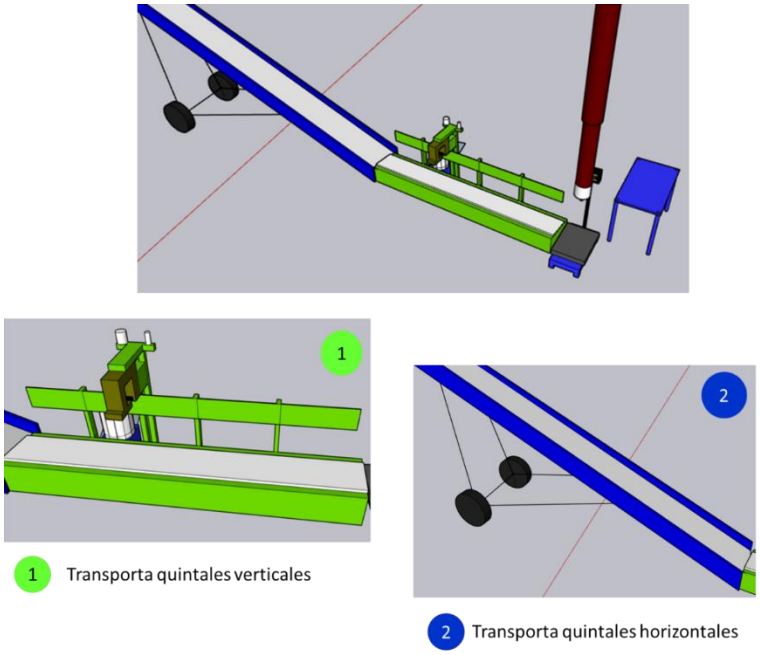
Entendiendo esto se muestra a continuación el cambio que se observaría en el sector con dicha implementación:

Figura IV-6 Sector de envasado actual



Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Figura IV-7 Sector de envasado con bandas sanitarias



Fuente: Elaboración Propia, (2021).

4.2.3.2. Proceso

El proceso del envasado de azúcar bajo el nuevo método se divide en 3 operaciones principales:

1. Envasado
2. Costurado
3. Codificado

Éstas con fines de ser estudiadas se divididen en los siguientes 7 elementos:

Tabla IV-5 Operaciones y elementos

Propuesta 1			
N° de operaciones	**Operaciones**	**N° de elementos**	**Elementos**
O-1	Envasado	E-1	Abrir envase y colocar en maq. envasadora semiautomática.
		E-2	Llenar y soltar quintal de azúcar.
O-2	Costurado	E-3	Planchar la parte superior del envase mientras se trasladan.
		E-4	Costurar qq. de azúcar mientras se traslada.
		E-5	Cortado de hilo del qq. de azúcar y trasladar a cinta transportadora.
O-3	Codificado	E-6	Codificar qq. de azúcar.
		E-7	Traslado de qq. de azúcar para su posterior almacén.

Fuente: Elaboración propia, (2021).

En el ANEXO 39 se muestra el procedimiento del envasado de azúcar.

4.2.3.3. Reasignación de tareas

Las operaciones en el proceso bajo la propuesta, requieren de diferentes elementos los cuales provovan en el sector una reasignación de tareas, las cuales se presentan a continuación.

Tabla IV-6 Reasignación de tareas bajo la propuesta

Propuesta 1			
N° de Elementos	Operador encargado	Descripción de Elementos	Observaciones
E-1	Operador 1	Abrir envase y colocar en maq. envasadora automática.	Como se sabe el envase cuenta con un revestimiento y no abrirlo expone al producto terminado de mala calidad.
E-2	Operador 2	Llenar y soltar quintal de azúcar.	
E-3	Operador 3	Planchar la parte superior del envase mientras se trasladan.	Sacar el aire y planchar la parte superior del envase evita posteriores fallas en la máquina de costurar.
E-4	Operador 4	Costurar qq. de azúcar mientras se traslada.	Se debe costurar a 7 - 10 cm. de la parte superior del envase.
E-5	Operador 5	Cortado de hilo del qq. de azúcar y trasladar a banda transportadora.	En ambos lados de la costura se debe dejar un sobrante de 5 - 7 cm. de costura para evitar descosturas al momento del manipuleo.
E-6	Operador 6	Codificar qq. de azúcar.	Se codificará siempre en la parte delantera del quintal de azúcar.

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

En el cuadro se puede observar las consideraciones que se deben tomar al momento de realizar cada uno de los elementos.

4.2.3.4. Número de operadores

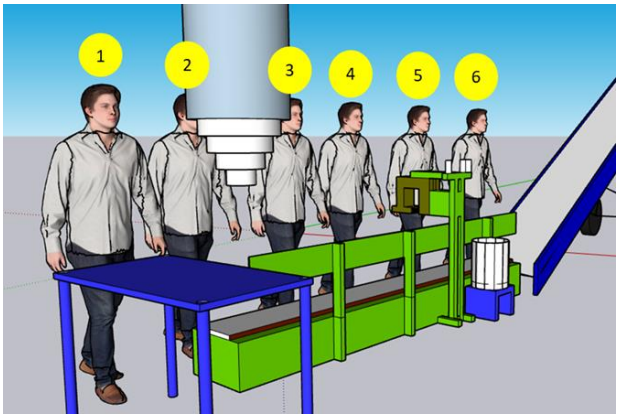
A continuación, se detalla la cantidad de operadores necesarios para el núevo método de trabajo y el modo de rotación que se empleará en el sector de envasado al momento de la producción de quintales de azúcar:

- **Cantidad de operadores**

Al cambiar el proceso productivo del sector de envasado automáticamente cambian las tareas para cada uno de los operadores (Ver detalle en Tabla IV-6), bajo este proceso el requerimiento de personal en el sector es de 6 operarios (entre ellos 1 encargado).

Cada uno de ellos se encarga de la realización de un elemento, por ejemplo: El Operador 1 se encarga del E-1, el Operador 2 del E-2 y así sucesivamente, en la siguiente figura se puede observar el puesto de trabajo de los operarios en el sector de envasado según sus tareas designadas.

Figura IV-8 Número de operadores



Fuente: Elaboración Propia, (2021).

En el ANEXO 40, se obsersa desde diferentes perspectivas los puestos de trabajo de los operarios del sector una vez que comienza la producción de quintales de azúcar.

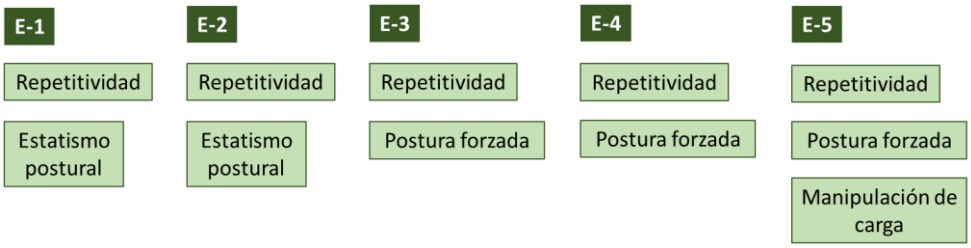
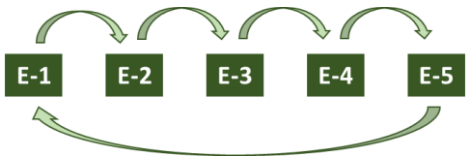
- **Rotaciones**

A lo largo del estudio fue evidente la mala rotación en el sector por distintos factores, por tal motivo uno de los grandes beneficios del nuevo método es efectuar la buena rotación al momento de realizar las tareas en el sector.

Cinco de los seis operarios rotarán en los puestos de trabajo, desde el (E-1 al E-5), el sexto operador (encargado del sector), es el responsable de realizar la codificación en los quintales (E-6), por tal motivo no se involucra en la rotación este elemento.

A continuación, se detalla la rotación de puestos:

Tabla IV-7 Detalle para la rotación de puestos

<table>
<tr><td rowspan="4">
</td><td rowspan="3">ROTACIÓN DE PUESTOS</td><td>CÓDIGO</td><td>SE-DRP-1</td></tr>
<tr><td>VERSIÓN</td><td>1</td></tr>
<tr><td>FECHA</td><td>2021</td></tr>
<tr><td></td><td>PÁGINA</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo:
Establecer los lineamientos y procedimientos que regulen la rotación en los puestos de trabajo con el fin de mejorar la ejecución de tareas.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Alcance:
Aplica a 5 de los 6 operadores del sector de envasado.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Beneficios:
Reduce el aburrimiento y estrés por operaciones repetitivas.
Impulsa el crecimiento en equipo.
Preserva la salud física y psicológica de los operarios.
No existen operadores imprescindibes.
Se aumenta la valoración del trabajo que realiza cada operador.
Evita daños por riesgos ergonómicos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Consideraciones:
La rotación se realizará dentro de los siguientes elementos: E-1, E-2, E-3, E-4 y E-5.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Tipos de riesgos ergonómicos en los elementos:

</td></tr>
<tr><td colspan="4">Plan de rotación:

</td></tr>
<tr><td colspan="4">Frecuencia:
La frecuencia de rotación estará sujeta a la cantidad de qq que se despache del sector.</td></tr>
</table>

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

4.2.3.4. Tiempos

- **Base Experimental – Prueba piloto**

Es indispensable desarrollar una prueba piloto para asegurar de alguna manera el éxito del nuevo método.

Tabla IV-8 Detalles sobre la Prueba Piloto

Objetivo	Probar el método propuesto con el fin de conocer realmente las mejoras que se pueden brindar al sector.
Pasos a seguir	1. Enseñar a los operadores del sector como van a operar con respecto al nuevo método. 2. Esperar la adaptación al nuevo método. 3. Tomar tiempos a cada uno de los elementos. 4. Calcular tiempo tipo. 5. Diagramar operaciones.
Número de muestra	El número de muestras que se toma para la prueba piloto es de **25** ciclos por elementos.

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

- **Tiempo Tipo**

Para calcular el tiempo tipo se requiere de los siguientes cálculos previos:

Tiempos Observados: A cada uno de los elementos se tomaron 25 muestras, a continuación, se observa la tabla resumen del ANEXO 41:

Tabla IV-9 Resumen de tiempos observados

Elemento	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7
N° de ciclos = 25							
Total	122,55	62,5	107,54	138,72	74,53	36,48	181,93
Promedio	**5,11**	**2,50**	**4,30**	**5,55**	**2,98**	**1,46**	**7,28**

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Calificación de la actuación del operador

Lo que se pretende es estandarizar el proceso productivo del sector, por lo que realizar el cálculo con el método WestingHouse es lo más adecuado. Cinco de siete elementos se calculan mediante este método y el resto por medio del valor atribuido.

En el ANEXO 43 se muestran los cálculos por elementos.

Figura IV-9 Esquema del factor de calificación



Fuente: Elaboración Propia, (2021).

- **Suplementos por descansos**

Se calcula el tiempo suplementario para cada uno de los elementos excepto el elemento 7 puesto que es el traslado del quintal y quien interviene en el elemento es la cinta transportadora de quintales horizontales y no así un operador, a continuación, se muestra el resumen del ANEXO 43:

Tabla IV-10 Resumen de tiempos suplementarios

	SUPLEMENTOS	OBSERVACIONES
Elemento 1	12,0%	
Elemento 2	12,0%	Transportes en cinta para quintales verticales.
Elemento 3	14,0%	
Elemento 4	12,0%	
Elemento 5	17,0%	
Elemento 6	14,0%	
Elemento 7	0,0%	Transporte en cinta para quintales horizontales.

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

- **Suplementos por Contingencias**

Como tiempos complementarios en el proceso sólo se toma en cuenta en el primer elemento: *Espera de llenado de tolva antes de comenzar a producir*, (éste tiempo en ocaciones se da al inicio de cada turno o cuando la tolva queda vacía (sin azúcar)).

- **Cálculo de Tiempo tipo**

Se realiza la suma de los tiempos totales concedidos para cada uno de los elementos, con el fin de calcular la Unidad Estándar de Producción Total:

Tabla IV-11 Modelo para el cálculo de la USP para los E-1, E-3, E-4, E-5 y E-6.

PROPUESTA 1					
CICLO	**Elemento 1**	**Elemento 3**	**Elemento 4**	**Elemento 5**	**Elemento 6**
1	5,06	4,28	5,54	3,12	1,42
2	5,12	4,33	5,66	2,87	1,48
3	5,09	4,31	5,60	3,11	1,44
4	5,15	4,29	5,49	3,10	1,38
5	4,97	4,30	5,57	2,90	1,45
6	5,16	4,35	5,54	3,29	1,49
7	4,99	4,31	5,63	2,85	1,46
8	5,16	4,27	5,49	2,94	1,48
9	5,13	4,34	5,58	2,81	1,54
10	5,08	4,25	5,61	2,94	1,48
11	5,17	4,31	5,48	2,99	1,43
12	5,14	4,34	5,40	3,00	1,54
13	5,08	4,31	5,60	2,73	1,44
14	5,19	4,29	5,59	2,94	1,42
15	5.15	4,30	5,48	3,03	1,55
16	4,97	4,26	5,69	3,15	1,45
17	5,07	4,32	5,46	3,10	1,39
18	5,16	4,34	5,67	2,89	1,48
19	5,10	4,30	5,55	2,96	1,45
20	5,08	4,26	5,48	2,80	1,50
21	5,20	4,29	5,43	3,05	1,36
22	5,17	4,26	5,60	3,14	1,40
23	5,08	4,28	5,65	2,88	1,51

24	5,13	4,32	5,44	3,00	1,44
25	5,10	4,33	5,49	2,94	1,50
T.Cron.	**5,11**	**4,30**	**5,55**	**2,98**	**1,46**
% C.V	111%	112%	113%	112%	106%
T.N.	**5,67**	**4,82**	**6,27**	**3,34**	**1,55**
% Sup.	12%	14%	12%	17%	14%
T.E.	**6,35**	**5,49**	**7,02**	**3,91**	**1,76**
T.Comp.	0,44	0	0	0	0
USP Total	**7**	**5**	**7**	**4**	**2**

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

No se recomienda el método WestingHouse para el E-2 y el E-7 puesto que los mismos no se pueden calificar bajo los cuatro factores.

A continuación, se muestra el resumen del ANEXO 44 donde se calcula el tiempo tipo de los Elementos 2 y 7:

E-2 = USP Total = 3

E-7 = USP Total = 7

Con los cálculos mostrados se procede a calcular la Unidad Estándar de Producción Total:

$$\mathbf{USP} = \mathbf{E_1} + \mathbf{E_2} + \mathbf{E_3} + \mathbf{E_4} + \mathbf{E_5} + \mathbf{E_6} + \mathbf{E_7}$$

$$\text{USP} = 7 + 3 + 5 + 7 + 4 + 2 + 7$$

$$\mathbf{USP} = \mathbf{35}$$

De acuerdo a esto se procede a graficar mediante un diagrama de Gantt los tiempos para cada uno de los elementos (Ver ANEXO 45), el cual brinda el siguiente dato para el análisis:

Secuencia de producción = 8 segundos (cada 8 segundos se comienza con la producción de un quintal).

Con este dato de secuencia se obtiene que al primer minuto de producción en el sector se envasan 4 quintales de azúcar completos mientras que otros 4 se quedan en medio proceso de la siguiente manera:

- El quinto quintal se queda al final del Elemento 6.
- El sexto por terminar el Elemento 4.
- El séptimo quintal por la mitad del Elemento 3.
- El octavo quintal se queda antes de terminar el Elemento 1.

Se realiza este análisis gráfico para facilitar el cálculo del número de quintales producidos en el sector, con la ayuda de la secuencia de producción y el tiempo tipo total se obtiene la siguiente información:

Tabla IV-12 Producción por hora en el sector

TIEMPO	PRODUCCIÓN
1 Hora	447
2 Horas	897
3 Horas	1.347
4 Horas	1.797
5 Horas	2.247
6 Horas	2.697
7 Horas	3.147
8 Horas	3.597

Fuente: Elaboración propia, (2021).

De acuerdo a esta información si en el sector se envasaría 8 horas completas se producirían 3.597 quintales de azúcar, pero como la situación real es otra se realiza el cálculo de la producción en el ANEXO 46 tomando en cuenta aspectos relacionados con: Tiempo productivo, trabajo contributivo, no contributivo, etc.

El cálculo proporciona lo siguiente:

- Existe una variación de producción entre turnos:
  Turno día (6:00-14:00) y (14:00-22:00) = 2.360 qq.
  Turno noche (22:00-6:00) = 2.160 qq.

Esta variación existe por la política de despacho que se tiene en la empresa.

4.2.3.5. Productividad

- **Importante:** De las 8 hs. de turno, 5 se producen (Ver ANEXO 46).

$$Productividad = \frac{Unidades\ Producidas}{Tiempo}$$

Turno Mañana:

$$Productividad = \frac{472\ qq\ de\ azúcar}{1\ horas} * \frac{5\ horas}{1\ turno}$$

$$\boldsymbol{Productividad_{Turno\ Día} = 2360 \frac{qq\ de\ azúcar}{turno}}$$

Turno Tarde:

$$Productividad = \frac{472\ qq\ de\ azúcar}{1\ horas} * \frac{5\ horas}{1\ turno}$$

$$\boldsymbol{Productividad_{Turno\ Día} = 2360 \frac{qq\ de\ azúcar}{turno}}$$

Turno Noche:

$$Productividad = \frac{432\ qq\ de\ azúcar}{1\ horas} * \frac{5\ horas}{1\ turno}$$

$$\boldsymbol{Productividad_{Turno\ Noche} = 2160 \frac{qq\ de\ azúcar}{turno}}$$

Producción día:

Turno Día:

$$\boldsymbol{Productividad_{Día} = Prod._{TM} + Prod._{TT} + Prod._{TN}}$$

$$Productividad_{Día} = 2360\ \frac{qq}{TM} + 2360 \frac{qq}{TT} + 2160 \frac{qq}{TN}$$

$$\boldsymbol{Productividad_{Día} = 6880\ \frac{qq\ de\ azúcar}{Día}}$$

- **Herramientas de registro**

Cursograma analítico del proceso de envasado del azúcar

Se detalla la secuencia del proceso con el método propuesto, los desplazamientos y tiempos con respecto al material.

Tabla IV-13 Cursograma analítico del proceso del material

Hoja N° 1 De: 1 Diagrama N°1			Operador		Material		Maquinaria				
Proceso: Envasado de azúcar			**RESUMEN**								
Fecha: 16 – noviembre – 2021 Inicio de estudio: 1 – noviembre – 2021 **Método Propuesto** Producto: Quintal de azúcar N° de operarios: 5 op. + 1 enc. Elaborado por: Keila Garzón R. Producción por turno: Aprox. 2.000 qq			SÍMBOLO	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO					
			○	Operación	5	6					
			⇨	Transporte	5	7					
			□	Inspección	1	0					
			D	Espera	0	0					
			▽	Almacenaje	0	0					
			Total de actividades realizadas		**12**	**12**					
			Distancia total en metros		**8,4**	**8,4**					
			Tiempo en segundos		**45**	**35**					
N°	**Descripción del proceso**	Cantid.	Distan.	Tiemp.	**Símbolos**					**Observaciones**	
1	Avertura de envase y colocado a maq. envasadora semi automática..	1	2,4 m.	7						La demasía del revestimiento facilita la avertura del envase.	
2	Envasado y soltado de qq. de azúcar.	1		3							
3	Traslado en cinta transportadora.	1		1							
4	Planchado de la parte superior del envase mientras se traslada.	1		3						Antes es necesario sacar el aire del qq.	
5	Traslado en cinta transportadora.	1		1							
6	Costurado de quintal de azúcar mientras se traslada.	1		7						La cortura debe estar a 7 cm. de la parte superior del envase.	

7	Cortado de hilo del qq. de azúcar y traslado a cinta transportadora.	1		4						Se debe colocar el envase horizontal, mostrando el frente del mismo.
8	Codificado de quintal.			2						Tener en cuenta los cambios a realizar en la maq. codificadora.
9	Traslado del qq. de azúcar para su posterior almacén.	1	6 m.	7						Cinta transportadora con fallas por falta de mantenimiento.
Total		**1**	**8,4**	**35**	7	5	0	0	0	

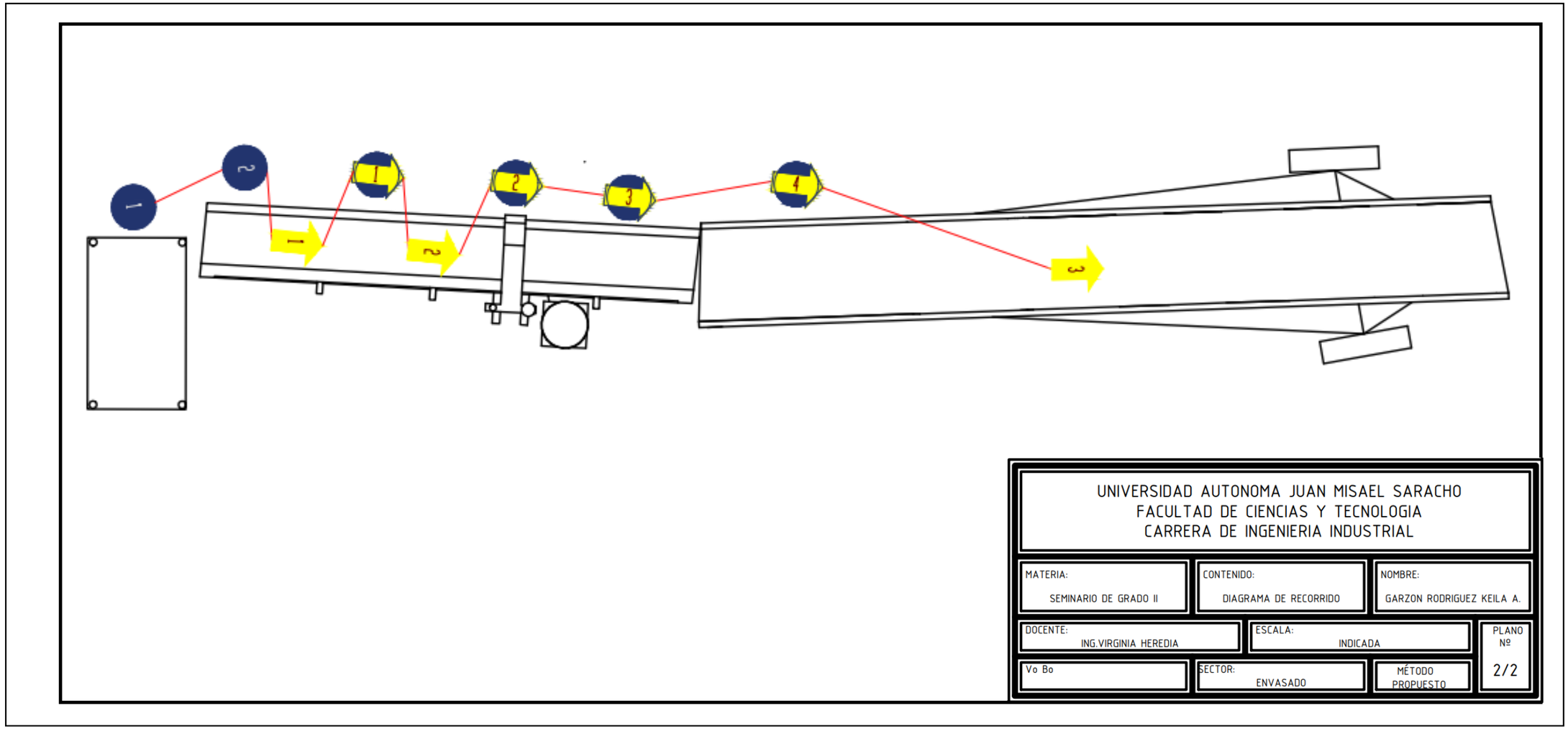
Fuente: Elaboración Propia, (2021).

La línea de producción con respecto al método propuesto está compuesta por 9 elementos consecutivos, donde se tienen 2 operaciones, 0 inspecciones, 3 transportes, 0 esperas, 4 actividades combinadas (operación-transporte) y 0 almacenamientos.

Diagrama de recorrido

En el siguiente diagrama se presenta la secuencia de actividades en cuanto al material, correspondiente a la producciónconcon el método propuesto de un quintal de azúcar en el sector de envasado.

Figura IV-10 Diagrama de recorrido del material



Fuente: Elaboración Propia, (2021).

4.2.3.6. Insumos

El principal insumo del sector es el envase del quintal de azúcar, y tomar consideraciones sobre éste es muy necesario.

- Los envases se deben pedir por única vez al inicio de comenzar la producción de cada turno.
- Se debe verificar en los envases: la buena impresión, si existe alguna rotura, la demasía y como tambien su limpieza.
- Se debe contar las bolsas antes de comenzar cada producción.
  Por ejemplo: Para la volqueta los 100 envaces, para la chata los 80 envases y para los camiones que ingresen lo que diga la nota de remisión.

Especificaciones del envase: Se debe tener en cuenta las especificaciones detallas en el ANEXO 47.

Información que debe contener el envase: Al igual que todo producto de consumo, el envase del quintal tanto para azúcar blanca como para crudo debe contar con la siguiente información:

Figura IV-11 Información del envase



Fuente: FECASUR.

- **Lote:** Cada 5.000 qq.

Justificación: Las estibas almacenan 5.000 qq cada una y obtener los envases por lotes de 5.000 facilitaría mucho a los encargados al momento de:

Realizar los cierres de producción de turno y/o día.

Llevar un buen control de inventario en el almacén (FIFO).

- **Demasía de revestimiento**

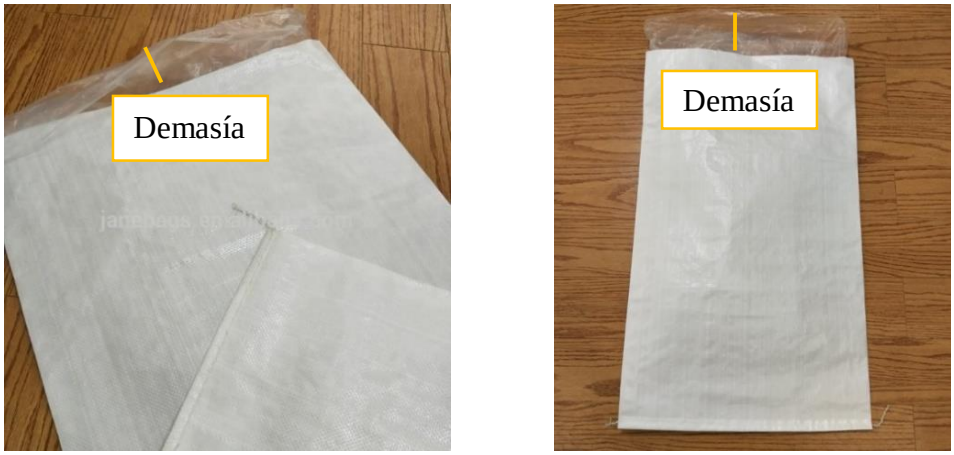
Una tarea muy importante se da al momento de abrir el envase del quintal, puesto que de esta actividad depende también la obtención de un buen o mal producto terminado.

Para realizar bien esta tarea es necesario jalar el revestimiento con el que cuenta el envase antes de abrirlo. Realizar esta operación produce demoras, es por tal motivo que los operadores no lo realizan constantemente lo cual provoca que la costura del quintal de azúcar no se realice sobre el envase y su recubrimiento.

A lo largo esta operación mal elaborada genera en el quintal la pérdida de azúcar como también el ingreso de humedad al mismo.

Para darle una solución al problema presentado se propone adquirir los envases con una demasía de por lo menos 5 cm. lo que le evitaría al operador jalar el revestimiento antes de abrir el envase.

Figura IV-12 Foto referencial de la propuesta de demasía



Fuente: Elaboración Propia, (2021).

IMBOLSA, los encargados de proporcionar los envaces quintaleros da a conocer que la demasía del envase entra como parte del mismo, lo cual no modificaría el costo del envase, lo que solicitaron es que se debe comunicar la consideración de la demasía antes de realizar el pedido (Ver en ANEXO 47 las especificaciones del envase).

- **Codificación de productos**

Es necesario que los quintales de azúcar salgan del sector de envasado con su respectivo código, con el fin de poder obtener información del producto terminado ante cualquier suceso.

En varias ocasiones se observó la falta de control hacia los operarios con respecto al producto que producían, como, por ejemplo:

- Quintales con sobre peso o con peso faltante.
- Quintales con doble costura.
- Quintales con polvillo.
- Quintales con costura sólo en el envase de polipropileno.

Con la codificación ante la presencia de algún suceso mencionado anteriormente se podrá obtener la siguiente información:

Primero: El turno en que fue producido el quintal de azúcar.

Segundo: El nombre del responsable del turno.

Tercero: El día que se produjo el quintal de azúcar.

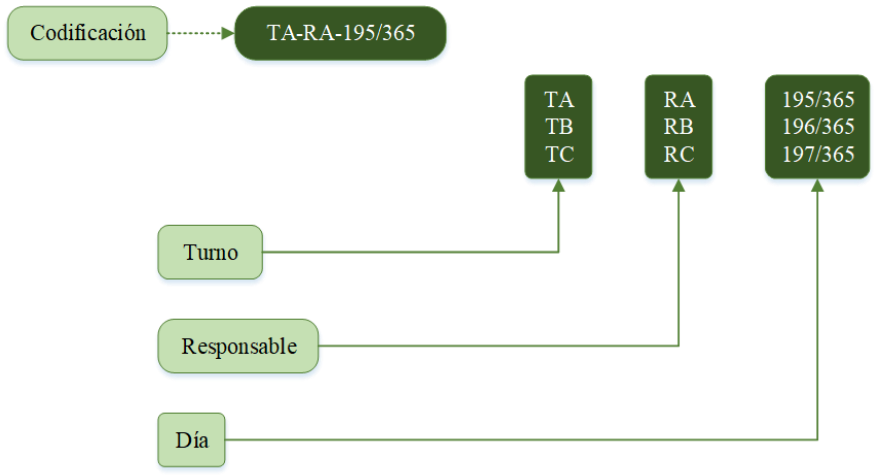
Cuarto: Los operadores que fueron parte de la producción del quintal de azúcar.

Resultado de la codificación:

- Un personal más comprometido.
- Un buen producto terminado.
- Soluciones rápidas ante sucesos.

Instructivo para la codificación: Con el fin dirigir a los encargados del sector con respecto a la codificación se muestra el siguiente instructivo:

Tabla IV-14 Instructivo para la codificación de producto para ambas propuestas

<table>
<tr><td rowspan="4"></td><td rowspan="4">CODIFICACIÓN DE PRODUCTO</td><td>CÓDIGO</td><td>SE-ICP-1</td></tr>
<tr><td>VERSIÓN</td><td>1</td></tr>
<tr><td>FECHA</td><td>2021</td></tr>
<tr><td>PÁGINA</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objeto: Indicar de forma detallada la estructura base para la codificación de productos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Alcance: Aplica a cada uno de los de los encargados del sector de envasado.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Definiciones:
· Codificación: Es el acto o el resultado de codificar.
· Base de datos: Conjuntos de datos pertenecientes a un mixmo contexto.
· ACCESS: Sistema de gestión d bases de datos.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Condiciones Generales:
Establece los lineamientos que tendrán que seguir los encargados de la codificación del sector de envasado del ingenio Moto Mendez de IABSA.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sistema de codificación:
La codificación de los quintales de azúcar tanto para blanco como crudo, será mediante la combinación de números arábigos y letras mayúsculas, tomando como referencia el turno, el encargado del turno y el día de producción.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Representación de la codificación:


Ésta codificación se realizará en cada envase de los quintales de azúcar producidos, tanto azúcar blanca como crudo.</td></tr>
</table>

		CÓDIGO	SE-ICP-1
	CODIFICACIÓN DE PRODUCTO	**VERSIÓN**	1
		FECHA	2021
		PÁGINA	2

Base de datos en ACCESS en base a la codificación:

· **Primer Columna:** Producto envasado - Azúcar Blanco/Azúcar Crudo.

· **Segunda Columna:** Encargado del sector - Nombre del encargado del Turno A, Turno B, Turno C.

· **Tercer Columna:** Turno que esta operando - Turno A, Turno B, Turno C.

· **Cuarta Columna:** Día de producción - 1/365, 100/365, 200/365,...,365/365

· **Quinta Columna:** Operadores en el turno - Nombre de todos los operadores que trabajaron en el turno.

Reporte Diario:

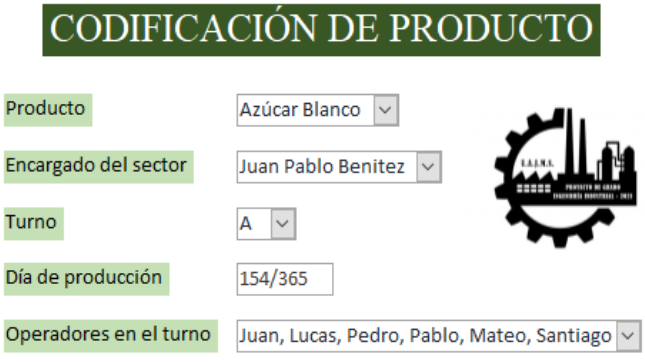
A cargo del encargado del cierre del día.



Producto	Encargado del sector	Turno	Día de producción	Operadores en el turno
Azúcar Blanco	Juan Pablo Benitez	A	154/365	Juan, Lucas, Pedro, Pablo, Mateo, Santiago
Azúcar Blanco	Gustavo Oquendo	B	156/365	Uziel, David, Luis, Paolo, Sandro, Gadiel
Azúcar Blanco	Juan Gareca	B	200/365	Gustavo, Miguel, Jose, Daniel, Richart, Joaquin

Registro por Turno:

A cargo del encargado de turno del sector de envasado.



Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Los formularios se deben realizar por turno, como se muestra en el ANEXO 48.

Máquina a utilizar para la Codificación: Para la codificación de los quintales de azúcar el necesario contar con:

Figura IV-13 Máquina para codificar

DESCRIPCIÓN	FOTO REFERENCIAL
Codificador Manual de 25,4mm, impresora Manual de números por lotes, máquina de marcado de codificación de inyección de tinta de mano.	

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Características de la Máquina para codificar

Por las características de la codificación, se propone el codificador manual de 25,4 cm. el cual cuenta con el siguiente detalle:

Tabla IV-15 Detalles de la máquina para codificar

Detalles Rápidos	
Tipo	Impresora de inyección de tinta
Industrias aplicables	Planta de fabricación, obras de construcción, Alimentos, Minería, Empresas de publicidad, etc.
Tipo de placa	Impresora de pantalla
Dimensiones (L*W*H)	130*128*242mm
Impresión dimensión	10-25mm
Garantía	1 año
Clave de puntos de venta	Fácil de operar
Aplicación	Bolsas, cartón, cable, metal, plástico, porcelana, vidrio, etc.
Idioma	Inglés – Español

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

4.2.3.7. Operador

- **Dotación de EPP.**

Para trabajos en la fabricación y manipulación de alimentos es necesario un compromiso con el uso de equipos de protección personal, el control de seguridad y la higiene personal para garantizar la calidad del producto.

En el setor se corren riesgos muy altos de contaminación del producto provenientes de los operadores involucrados en el proceso de envasado del azúcar, esto supone un impacto muy importante en la calidad del azúcar lo cual afecta directamente al producto terminado; la dotación de equipos de protección personal (Ver en ANEXO 49 el detalle de los mismos) garantiza de alguna manera que lo que se esta produciendo en el sector es seguro para el consumo humano.

Intructivos de la dotación de EPP

Tabla IV-16 Instructivo de la dotación de EPP

		CÓDIGO	SE-IEPP-1
	PROGRAMA DE ENTREGA Y DOTACIÓN DE EPP.	**VERSIÓN**	1
		FECHA	2021
		PÁGINA	1
Objetivo: Establecer los lineamientos para la identificación de las necesidades de los elementos de protección personal (EPP), de tal forma que asegure tanto la protección del trabajador como la del producto.			
Meta: Brindar protección a todos los operadores del sector asi como también garantizar la calidad del quintal de azúcar.			
Alcance: Aplica a todo el sector de envasado del ingenio Moto Méndez de IABSA.			

Definiciones: · **Equipos de protección personal:** Comprende todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos diseños que emplea el trabajador para protegerse contra posibles riesgos identificados en la matriz de peligros. · **Seguridad:** Ausencia de peligro o riesgo. · **Calidad alimentaria:** Es el conjunto de cualidades que hacen aceptables los alimentos a los consumidores.
Identificación de necesidades de EPP: Se toman en cuenta los siguientes criterios: · Peligros identificados en cada uno de los puestos de trabajo del sector de envasado. · Número de personas expuestas al peligro identificado. · Riesgos de contaminación al producto por envasar.
Suministros de EPP: La entrega de EPP que se realizará por única ves durante el periodo de zafra estará bajo cargo de la administración, por otro lado, los EPP que se entregarán secuencialmente estarán a cargo del encargado del sector de envasado.
Instrucción en el uso: Al entregar los EPP, se brindarán las instrucciones correspondientes acerca de: · Cómo usar el equipo. · Necesidades de limpieza que requiere. · Sitio y forma de almacenamiento. · Criterios a tener cuenta para solicitar el cambio o reposición.
Cuidado de los EPP: · El encargado del sector de envasado deberá realizar constantemente inspecciones sobre el uso adecuado de los EPP. · Revisar continuamente los EPP, para así identificar oportunamente el respectivo cambio si es necesario. · Limpiar, lavar y desinfectar continuamente los EPP. · Desechar de forma segura después de utilizados los EPP. · Los EPP desechables no deben ser lavados ni reutilizados.
Entrega de EPP: Los seis operadores recibirán: Mandil, Cofia, Guantes, Barbijos y Botas de goma.

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Los EPP se proporcionarán de igual manera a los operadores sector de envasado con la finalidad de:

- Disminuir riesgos en los operadores.
- Obtener un producto terminado de buena calidad.

En el ANEXO 49 se detallan las características de los EPP y en el ANEXO 50 los riesgos detectados en el sector como respaldo del porque de la dotación.

Importante:

Los EPP se dotarán las veces necesarias (influye la vida útil del mismo), a continuación, se detalla el registro de dotación de cada equipo de protección personal:

Tabla IV-17 Registro del número de veces de la dotación

ENTREGA POR ZAFRA SEGÚN EL EPP						
EPP	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4	Operador 5	Operador 6
Delantal alimenticio pvc	1/zafra	1/zafra	1/zafra	1/zafra	1/zafra	1/zafra
Gorro redondo polipropileno	100/zafra	100/zafra	100/zafra	100/zafra	100/zafra	100/zafra
Guantes ninja negro/blanco	1/zafra	1/zafra	1/zafra	1/zafra	1/zafra	1/zafra
Respirador MOLDEX	5/zafra	5/zafra	5/zafra	5/zafra	5/zafra	5/zafra
Botas de PVC Blanca sin punta de acero	1/zafra	1/zafra	1/zafra	1/zafra	1/zafra	1/zafra

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

- **Capacitaciones**

La realización de tallares y charlas son a favor de los operadores del sector de envasado con el fin de brindar lineamientos de trabajo y contribuir la eficiencia al momento de efectuar tareas, siempre en búsqueda del aumento de productividad a través del compromiso constante con los objetivos de la empresa y la mejora continua.

En el ANEXO 51 se puede observar el Plan de Capacitación, éste se brindará por turno y de manera continua a los operarios del sector de envasado puesto que una vez que inicia la molienda en el ingenio la producción no para (se trabaja las 24 horas del día y en 3 turnos) a no ser por fallos mecánicos.

Las capacitaciones sobre el procedimiento operacional (VER ANEXO 52) se planea durante los primeros 14 días del inicio de zafra, siendo éstos aún no estables en el proceso de producción.

Cada una de las capacitaciones previstas están programadas de tal forma que no afecte la operatividad del turno. Éstas capacitaciones serán de carácter obligatorio frente a todos los operarios del sector de envasado y para su seguimiento se contará con el registro de asistencia presentado en el ANEXO 53.

A continuación, se detalla el procedimiento de capacitación para el sector de envasado:

Tabla IV-18 Procedimiento de Capacitación

		CÓDIGO	SE-PC-1
	PROCEDIMIENTO DE CAPACITACIÓN	**VERSIÓN**	1
		FECHA	2021
		PÁGINA	1
Objetivo: Regular la capacitación y el desarrollo integral de los operadores del sector de envasado para el óptimo desarrollo de sus funciones así como el mejoramiento del manejo del Ingenio Moto Méndez de IABSA.			

Meta: Tener el total de los operdores del sector capacitados para las actividades de mejora, para lo cual deben desarrollar sus habilidades estratégicas.
Alcance: La capacitación estará dirigida a todos los operadores del sector de envasado y deberá ser modificada en consideración a la actualización o cambios del sector.
Temario: Descripción de los procedimientos. Determinación de actividades y rotaciones. Determinación de las consideraciones a tomar por cada una de las actividades a ejecutar. Uso de las herramientas a utilizar (Práctica en el sector).
Objetivo de la capacitación: Contar con un personal más eficiente y eficaz. Agilizar y minimizar los procesos para optimizar recursos, lo cual se logrará mediante la facilitación de nuevas técnicas que ayuden al operador a agilizar sus funciones. Crear un ambiente de interés y proactividad hacia el sector por parte de los operadores.
Consideraciones a tener en cuenta para la ejecución de las tareas: **Elemento 1:** Como se sabe el envase cuenta con un revestimiento y no abrirlo expone al producto terminado de mala calidad. **Elemento 3:** Sacar el aire y planchar la parte superior del envase evita posteriores fallas en la máquina de costurar. **Elemento 4:** Se debe costurar a 7 - 10 cm. de la parte superior del envase. **Elemento 5:** En ambos lados de la costura se debe dejar un sobrante de 5 - 7 cm. de costura para evitar descosturas al momento del manipuleo. **Elemento 6:** Se codificará siempre en la parte delantera del quintal de azúcar.

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

4.2.3.8. Mantenimientos preventivos

A continuación, por medio de un instructivo se muestra la infomación más relevante del mantenimiento preventivo:

Tabla IV-19 Instructivo del mantenimiento preventivo

<table>
<tr><td rowspan="4">
</td><td rowspan="3">MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS</td><td>CÓDIGO</td><td>SE-IMP-1</td></tr>
<tr><td>VERSIÓN</td><td>1</td></tr>
<tr><td>FECHA</td><td>2021</td></tr>
<tr><td></td><td>PÁGINA</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivo:
Efectuar mantenimiento preventivos para garantizar la funcionalidad tanto de las bandas transportadoras como de la máquina de costurar.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Normas de operación:
· Los mantenimientos serán realizados por los trabajadores del area de mantenimiento.
· Los mantenimientos preventivos serán realizados en horarios que no interfiera o afecte el trabajo de los operadores, a menos que por necesidad sea solicitado en horario de trabajo (en el caso de las bandas transportadoras).
· Los encargados de los mantenimientos deberan verificar el funcionamiento de los equipos luego de realizar el mantenimiento.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Consideraciones mínimas:
Limpieza y engrasado.
Ajuste y reglaje de la banda transportadora.
Sustitución y/o reparación de elementos deteriorados o dañados.
Comprobar fugas hidráulicas o de aceite.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Frecuencia:
La frecuencia de los mantenimientos preventivos se determinan con respecto al tiempo y uso de los equipos. Así también a sucesos ocurridos durante las zafras anteriores.

</td></tr>
</table>

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

- **Máquina de costurar**

En varias oportunidades durante el proceso se presentaron fallas en la máquina de costurar, lo que traía consigo demoras en el proceso productivo (Ver ANEXO 35).
En el sector se cuenta con 2 máquinas de costurar: Una en uso y otra en stand by. Esto facilita los mantenimientos, puesto que se los puede realizar sin que éstos afecten la producción diaria del quintal de azúcar.

Tabla IV-20 Frecuencia de Mantenimiento preventivo de Máq. de costurar

Primer Man. Prev.	Comienzo de zafra
Segundo Man. Prev.	Día 30
Tercer Man. Prev.	Día 60
Cuarto Man. Prev.	Día 90
Quinto Man. Prev.	Dia 120

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

- **Cinta transportadora**

En el sector se cuentan con 2 bandas transportadoras, una para traslado vertical de quintal y otra para traslado horizontal, su papel dentro del proceso es tan fundamental que cualquier fallo genera demoras en el proceso de producción, así como también molestias en los operadores.
Proponer mantenimientos preventivos tiene como fin asegurar el correcto funcionamiento y eficiencia de la cinta transportadora, así como minimizar o evitar averías futuras.

Tabla IV-21 Frecuencia de Mantenimiento preventivo de Maq. de costurar

Primer Man. Prev.	Comienzo de zafra
Segundo Man. Prev.	Día 15
Tercer Man. Prev.	Día 30
Cuarto Man. Prev.	Día 45
Quinto Man. Prev.	Dia 60
Sexto Man. Prev.	Día 75
Séptimo Man. Prev.	Día 100
Octavo Man. Prev.	Día 125

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

CAPÍTULO V

COSTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVA SELECCIONADA

Se han mostrado una serie de cambios propuestos por la alternativa de mejora que generan un gran beneficio al sector de envasado del Ingenio Moto Méndez de IABSA, pero éstos también incurren en gastos de implementación, por tal motivo se realiza una búsqueda de información relacionada con los costos de la alternativa y su repectiva evaluación.

A continuación, se describen los costos asociados para cada uno de los cambios que forman parte de la alternativa seleccionada:

- Maquinaria y/o Equipos (Envasadora semiautomática, codificadora y bandas transportadoras).
- Operadores (Equipos de protección personal).
- Otros (Mantenimientos Preventivos y capacitaciones).

5.1. COSTO TOTAL DE LA ALTERNATIVA

5.1.1. Maquinaria y equipos

5.1.1.1 Envasadora semiautomática

Tabla V-1 Información de Envasadora semiautomática

ENVASADORA SEMIAUTOMÁTICA				
Empresa	Logo	Ubicación	Costo	Imagen Referencial
Grupo EMPAC, S.A. DE C.V.	GEMPAC® EMPAC GRUPO EMPAC, S.A. DE C.V.	México	78.450 $us (incluye envío)	

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

En el ANEXO 38 se muestra el catálogo presentado por el grupo EMPAC, S.A. DE C.V. el cual detalla el precio de la máquina envasadora de la siguiente manera:

Tabla V-2 Detalle del precio de máquina envasadora

Descripción	% del Precio de máq.	Precio
Envasadora semiautomática		52.300,00 $us
Envío (Flete + seguro)	30%	15.690,00 $us
Exportadora/aduana	20%	10.460,00 $us
Total precio		**78.450,00 $us**

Fuente: Elaboración Propia en base a catálogo.

5.1.1.2. Máquina codificadora

Tabla V-3 Información de máquina codificadora

MÁQUINA CODIFICADORA				
Empresa	Logo	Ubicación	Costo	Imagen Referencial
-	Alibaba.com	-	315 $us	

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

A continuación, se detalla el precio de la máquina codificadora:

Tabla V-4 Detalle del precio de máquina para codificar

(Expresado en $us.)

Descripción	Precio
Máquina codificadora	250,00
Envío	65,00
Total precio	**315,00**

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

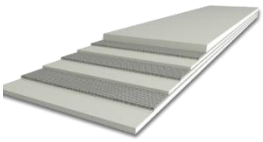
5.1.1.3. Bandas transportadoras sanitarias

- **Para cinta transportadora de quintales verticales**

  Medida de banda sanitaria

  Ancho: 350 mm. Largo: 3.300 mm.

Tabla V-5 Información de banda transportadora sanitaria

BANDAS TRANSPORTADORAS				
Empresa	Logo	Ubicación	Costo	Imagen Referencial
Comercial e industrial NEUMA	NEUMA	Buenos Aires	345 $us.	

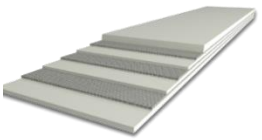
Fuente: Elaboración Propia, (2021).

- **Para cinta transportadora de quintales horizontales**

  Medida de banda sanitaria

  Ancho: 600 mm. Largo: 6 mts.

Tabla V-6 Información de banda transportadora sanitaria

BANDAS TRANSPORTADORAS				
Empresa	Logo	Ubicación	Costo	Imagen Referencial
Comercial e industrial NEUMA	NEUMA	Buenos Aires	1.075 $us.	

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

El precio de ambas bandas es puesto Jujuy, se suma 40 $us. puesto Aguas Blancas.

5.1.1.4. Costo Total de Maquinaria y Equipos

Tabla V-7 Requerimiento total para maquinaria y equipos

Maq. y/o equipo	Costo (Bs.)	Costo ($us.)
Máquina envasadora	542.090,00	78.450,00
Máquina p/ codificar	2.177,00	315,00
Bandas transportadoras sanitarias	5.243,35	1.420,00
Total	**549.469,35**	**80.185,00**

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

5.1.2. Operadores

5.2.1.1. Equipos de protección personal

- **Botas de pvc blanca sin punta de acero**

Los operadores recibirán este EPP por única vez al inicio de zafra.

Tabla V-8 Información del par de botas

BOTAS DE PVC BLANCA SIN PUNTA DE ACERO			
Empresa	Ubicación	Costo	Imagen Referencial
Ferroblack SU SEGURIDAD EN NUESTRAS MANOS	Tarija	85 Bs.	

Fuente: Elaboración Propia, en base a catálogo.

- **Gorro redondo polipropileno – cofia:**

Todos los días al inicio de la producción se entregará este EPP como parte de la indumentaria básica de los operadores.

Tabla V-9 Información de cofias

GORRO REDONDO POLIPROPILENO			
Logo	Ubicación	Costo	Imagen Referencial
	Santa Cruz	59,7 Bs.	

Fuente: Elaboración Propia, en base a catálogo.

La caja de cofias contiene 100 unidades.

- **Delantal alimenticio PVC:**

Se dotará este EPP a los operarios del sector por única vez al inicio de zafra.

Tabla V-10 Información del delantal

DELANTAL ALIMENTICIO PVC			
Logo	Ubicación	Costo	Imagen Referencial
	Santa Cruz	52,7 Bs.	

Fuente: Elaboración Propia, en base a catálogo.

- **Guantes ninja blanco:**

Los guantes al igual que otros EPP tendrán una única entrega al inicio de zafra.

Tabla V-11 Información del par de guantes

GUANTES NINJA NEGRO/BLANCO			
Logo	Ubicación	Costo	Imagen Referencial
Ferroblack SU SEGURIDAD EN NUESTRAS MANOS	Tarija	35 Bs.	

Fuente: Elaboración Propia, en base a catálogo.

Color de guantes blanco.

- **Respirador moldex**

El uso de los respiradores determina su duración, por tal motivo la entrga de los mismos será cada 20 días. Asumirá la dotación el encargado del sector.

Tabla V-12 Información del respirador

RESPIRADOR MOLDEX			
Logo	Ubicación	Costo	Imagen Referencial
Ferroblack SU SEGURIDAD EN NUESTRAS MANOS	Tarija	25 Bs.	

Fuente: Elaboración Propia, en base a catálogo.

Los precios de los EPP presentados en las tablas se respaldan bajo catálogos de Ferroblack y LIBUS BOLIVIA S.R.L (Ver ANEXO 54 y ANEXO 55).

5.2.1.2. Costo total de los equipos de protección personal

El costo total del requerimiento de EPP para el sector de envasado es el siguiente:

Tabla V-13 Costo total del requerimieno de EPP para todo el sector

Turno	Operadores	Delantal	Cofia	Guantes	Respirador	Botas	Costo de los EPP/Turno	Costo de los EPP/Turno
	Cantidad	Unidad	Caja	Unidad	Unidad	Unidad	Bs.	$
A	6	6	6	6	30	6	2.140,20	309.73
B	6	6	6	6	30	6	2.140,20	309.73
C	6	6	6	6	30	6	2.140,20	309.73
Total	**18**	**18**	**18**	**18**	**90**	**18**	**6.420,60**	**929,19**
Costo		**52,7 Bs./un.**	**59 Bs./paq.**	**35 Bs./un.**	**25 Bs./un.**	**85 Bs/un.**		
Costo por EPP/Turno		**316,2 Bs.**	**354 Bs.**	**210 Bs.**	**750 Bs.**	**510 Bs.**		
Costo Total por EPP		**948,6 Bs.**	**1.062 Bs.**	**630 Bs.**	**2.250 Bs.**	**1.530 Bs.**		

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Como se puede observar el total del costo de la dotación de EPP para el sector (operarios de los tres turnos), es de 6.420,60 bs. y 929,19 en dólares

5.1.3. Insumos

5.2.1.1. Envases

Son 78.667 quintales más los que se van a producir con la alternativa de mejora, los cuales se dividen en el aumento de la producción y como también en la recuperación de las pérdidas por la variación del peso.

El precio de cada envase es de Bs. 2,60, lo que significa que el costo total de este insumo para la alternativa es de Bs. 204.534,20.

5.2.1.2. Hilo

Recurriendo al mismo análisis presentado en el insumo de los envases, el requerimiento de hilo para los 78.667 quintales de 236.001 metros aproximadamente lo que significa el aumento de 158 conos.

El costo del cono de hilo de 1.500 metros es de Bs. 40, por tanto, el costo total de este insumo para con el beneficio de la alternativa es de Bs. 6.320.

5.2.1.3. Costo total por insumos

A continuación, se presenta una tabla con el costo total tanto del envase como del hilo para la alternativa:

Tabla V-14 Costo de insumos

INSUMOS	Bs.	$us.
Envase	204.534,20	29.599,74
Hilo	6.320,00	914,62
Total	**210.854,20**	**30.514,36**

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

5.1.4. Costo total de la alternativa seleccionada

Para resumir el costo total de la implementción de la alternativa seleccionada se toman en cuenta los ítems detallados a continuación:

Tabla V-15 Costo de implementación

ITEMS		Bs.	$us.	Bs.	$us.
Maquinaria y/o equipo	Envasadora Semi Automática	542.090,00	78.450,00	549.510,35	80.185,00
	Codificadora	2.177,00	315,00		
	Bandas Sanitarias	5.243,35	1.420,00		
Electricidad	Envasadora (3.9 Kw)	6.907,68	999,66	6.907,68	999,66
Insumos	Envases	204.534,20	29.599,74	210.854,20	30.514,36
	Hilo	6.320,00	914,62		
Operadores	EPP	6.420,60	929,19	6.420,60	929,19
Mantenimientos y Calibraciones	Materiales (Repuestos/consumibles)	6.625,72	958,86	6.625,72	958,86
	Personal externo	4.146,00	600,00		
Capacitaciones	Materiales (Artículos de papelería)	2.449,66	354,51	3.249,66	470,28
	Personal externo	800,00	115,77		
Total		**787.714,21**	**114.657,35**	**787.714,21**	**114.657,35**

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

5.2. EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

Se evaluarán los beneficios económicos que traen consigo los cambios propuestos por la alternativa.

5.2.1. Productividad

Con la implementación de la máquina envasadora semiautomática la productividad del sector tiene un incremento del 13,7% sobre el método actual lo cual involucra ganancias.

Tabla V-16 Evaluación de la productividad

	ACTUAL	PROPUESTO	INCREMENTO	%	GANANCIA	
					Bs.	$us.
PRODUCCIÓN TURNO NOCHE (QQ)	1.900	2.160	260	13,7	3.333,20	482,37
PRODUCCIÓN TURNO MAÑANA (QQ)	2.100	2.360	260	13,7	3.333,20	482,37
PRODUCCIÓN TURNO TARDE (QQ)	2.100	2.360	260	13,7	3.333,20	482,37
PRODUCCIÓN DÍA (QQ)	6.100	6.880	780	13,7	9.999,60	1.447,12
PRODUCCIÓN ZAFRA (QQ)	610.000	688.000	78.000	13,7	**999.960.00**	**144.712,01**

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Consideraciones:

El valor económico del aumento de productividad se obtiene bajo diferentes costos influyentes, tales como:

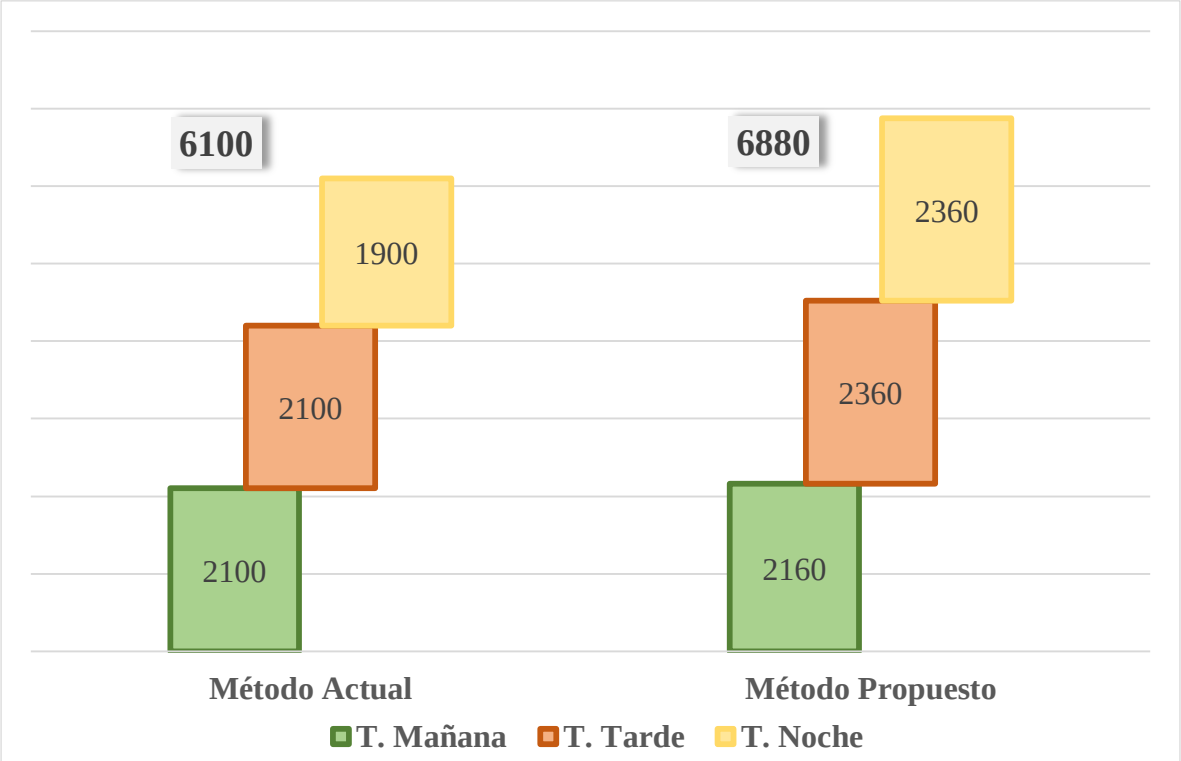
- Costo de Quintal de azúcar = 135 bs.
- Costo de Materia Prima para un qq. = 69 bs.

- Costo de Procesamiento de un qq. = 53,18 bs.
- Ganancia por Quintal = CQ – CMP – CP = 135 bs. – 69 bs. – 53,18 bs. = 12,82 bs.

Son éstos 12,82 bs. los que se multiplican por el dato del aumento de productividad mostrado en la tabla V-17. A su vez en la misma se observa que el porcentaje de incremento de productividad es de un 13,7%, lo que significa que por día se produce 780 quintales más que con el método de operación actual.

A continuación, se grafica éste incremento por turno producido:

Figura V-1 Incremento de la Productividad



Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Con la gráfica se observa con mayor claridad el aumento de producción mencionado por turno en la Tabla v-17, así tambien la diferencia que existe entre día producido.

5.2.2 Peso

5.2.2.1. Pérdidas por la variación de peso

A continuación, se presenta un análisis en base al ANEXO 34 y Tabla III-19:

Tabla V-17 Evaluación de pérdidas por Δ de peso

MÉTODO ACTUAL		PÉRDIDA		PÉRDIDA ECONÓMICA	
PÉRDIDA	**PRODUCCIÓN**	**KILOS**	**QQ.**	**Bs.**	**$us.**
Por turno	2.035	102	2	270	39,07
Por día	6.100	307	7	945	136,76
Por zafra	610.000	30.692	667	**90.045**	**13.031,11**

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Consideraciones:

- Se considera la media de la producción por turno actual (zafra 2021) para los cálculos presentados.
- Se considera el precio actual del quintal de azúcar (135 Bs.).

Evaluación de la alternativa seleccionada con respecto a la variación del peso:

- El proceso de producción con la máquina envasadora semiautomática estandariza el peso de los quintales de azúcar a una precision de llenado de (+/- 5%) y elimina la variación de peso existente entre quintales **convirtiendo toda la pérdida por la misma en ganancias para el sector.**

5.2.3. Personal

La implementación de la alternativa involucra un nuevo proceso productivo en el sector y para que este entre en operación es necesario contar con 6 operios por turno. Esto involucra la reducción de un operario por turno con respecto al método actual.

5.2.3.1. Sueldo por operador

La remuneración mensual y por zafra de cada de cada operador del sector se detalla a continuación:

Tabla V-18 Detalle de remuneración por operador

HABER BÁSICO	DÍAS TRABAJADOS	HABER GANADO	BONO FRONTERA	REC. DOMINGOS	REC. NOCTURNOS	TOTAL GANADO	DESC. AFP	LIQUID. PAGADO
2.200	28	2.053,33	410,67	440	214,50	3.118,50	396,36	2.722,14
7.857	100	7.333,32	1.466,68	1.571,43	766,07	11.137,50	1.415,57	9.721,93

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

5.2.3.2. Sueldos de tres operarios

Como se menciona anteriormente la reducción de personal es de tres operarios, en la siguiente tabla se detalla el total de las remuneraciones de los mismos:

Tabla V-19 Remuneración de 3 operarios

OPERADOR	Bs.	$us.
Turno A	9721,93	1.406,94
Turno B	9721,93	1.406,94
Turno C	9721,93	1.406,94
Total	**29.165,79**	**4.220,82**

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Evaluación de alternativa seleccionada con respecto al personal

- La remuneración a los tres operarios del sector que se reducen con el proceso productivo planteado por la alternativa se convierte en ganancia para el sector.

5.2.4. Desperdicios

En base al ANEXO 21 y Tabla III-20 se realiza un análisis a fin de evaluar la influencia de la alternativa con los desperdicios generador en el sector:

Tabla V-20 Detalle económico de desperdicios generados

		DESPERDICIO		PÉRDIDA ECONÓMICA	
	PRODUCCIÓN	Envases	Hilo	Bs.	$us.
		Bs.	Bs.		
DIA	6.180	23.40	2,59	25,99	3,76
ZAFRA	618.000	2.340,00	259,20	2.599,20	376,15
Total				**2.625,19**	**379,31**

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Consideraciones:

- Al día de desperdician 9 envases y por zafra un total de 900 envases.
- El costo del envase es de Bs. 2,60
- Al día se desperdician 96 metros de hilo y por zafra un total de 9.600 metros de hilo.
- El costo del cono de hilo de 1.500 metros es de Bs. 40 (El metro del hilo = 0,027).

Evaluación de la alternativa en base a los desperdicios generados en el sector

Los envases que no se arreglan antes de su costura provocan por un lado quintales mal costurados y por otro, fallas en la máquina de costurar generando con estos problemas desperdicios en el secor. He aquí la importancia de la reasignación de tareas de la

alternativa seleccionada, como se puede observar en la Tabla IV-6 el operador 3 tiene la tarea de planchar la parte superior de los envases, una de las medidas que se planteó para convertir las pérdidas generadas por despecidios en ganancias para el sector.

5.3. BENEFICIO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

Con la evaluación de la alternativa se detalla a continuación el beneficio de la misma:

Tabla V-21 Befeficio de implementación

ITEMS	Bs.	$us.
Productividad	999.960,00	144.712,01
Variación de peso	90.045,00	13.031,11
Operador	29.165,79	4.220,82
Desperdicios	2.625,19	379,31
Total	**1.121.795,98**	**162.343,25**

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

5.4. RELACIÓN COSTO/BENEFICIO DE ALTERNATIVA SELECCIONADA

Se pretende evaluar el costo de la alternativa versus el beneficio (ganancias) que ésta genera en el sector a fin de definir su viabilidad:

Tabla V-22 Relación Costo/Beneficio de la alternativa seleccionada

N°	ITEMS	Bs.	$us.
1	Beneficios de Alternativa	1.121.795,98	162.343,25
2	Costos de Alternativa	787.714,21	114.657,35
Utilidad		**334.081,77**	**47.685,90**

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

5.5. CÁLCULO DEL ROI (RETORNO DE LA INVERSIÓN)

Se evalua y cuantifica los beneficios obtenidos a través de un modelo ROI para la alternativa seleccionada en beneficio del sector de envasado:

$$\boldsymbol{ROI = \frac{(Beneficio\ Obtenido - Inversión)}{Inversión} * 100}$$

$$ROI = \frac{(\ 1.121.795{,}98\ -\ 787.714{,}21\ )}{787.714{,}21} * 100$$

ROI = 42,41%

La rentabilidad retorno de la inversión respecto a la alternativa seleccionada es del 42,41%, lo que quiere decir que por cada 100 bs. invertido el Ingenio Moto Méndez de I.A.B.S.A. obtiene un retorno de la inversión de 142,41 Bs.

5.6. COMPARACIÓN DE INDICADORES ANTES Y DESPUÉS DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

Son grandes los cambios que proporciona la alternativa seleccionada por lo que se procede a realizar un análisis de comparación:

Tabla V-23 Comparación de indicadores

INDICADORES		MÉTODO ACTUAL	MÉTODO PROPUESTO	VARIACIÓN
Tiempo (de quintal)		45 seg.	35 seg.	22,22 %
Productividad (día)		6.100 qq.	6.880 qq.	13.7 %
Desperdicios (día)	Envases	9 un.	1 un.	95 %
	Hilo	261 mts.	13,05 mts.	
Operadores (sector)		21 op.	18 op.	14,29 %
Variación de peso (día)		307 kilos	15,35 kilos	95 %
Envase no arreglado para su posterior costura (turno)		36 un.	2 un.	95 %
Quintal de azúcar no conforme (turno)		802 un.	40 un.	95 %

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

La existencia de los cambios responden a la mayoría de causas de los problemas presentados en el sector y son fundamentadas a lo largo de todo el estudio.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a lo desarrollado en el presente estudio se concluye lo siguiente:

- El Ingenio Moto Méndez de I.A.B.S.A. genera un gran movimiento económico al Municipio de Bermejo, por tanto, todo beneficio generado al mismo implica aportes tanto al sector industrial, cañero, entre otros. La necesidad de mejoras para la industria es grande y contribuir con el estudio de trabajo al sector de envasado es uno de los medios para mejorar la vida de los operarios, la sostenibilidad de la industria, la cohesión social y el desarrollo económico.
- Se cumple con el objetivo general de la investigación "Elaborar un Estudio de Trabajo en el sector de envasado del Ingenio Moto Méndez, con el fin de estandarizar los procedimientos a través del Estudio de Métodos y Medición del trabajo. A su vez, se concluye que la producción del sector de envasado del Ingenio Moto Mendez de IABSA. Se mejora por medio de la aplicación del estudio del trabajo, trayendo consigo un resultado de mejora de un 13,7%, como se refleja en la Tabla V-17.
- Se realiza el Árbol de Problemas y Diagrama de Pareto con el fin de conocer cada una de las causas que ocasionan los problemas en el sector, éstos al momento de proponer las alternativas de mejora permiten centrar la atención en las causas más significantivas prometiendo así mejoras considerables.
- La productividad se calculó (Ver punto 3.3.13.) en función a los quintales producidos por hora, para ello fue necesario realizar un análisis del comportamiento del sector por jornadas de trabajo, considerando diferentes factores tales como: Trabajo contributivo, productivo entre otros los cuales muestran la variación de la productividad entre turnos (Ver ANEXO 32 y 33).
- La alternativa seleccionada trae consigo grandes beneficios, entre ellos:

  Producto de buena calidad: Disminuye riesgos de contaminación, pesos de quintales justos, etc.

  Incremento de productividad: En un 13,7%

Disminución de tiempo de operación: 10 seg.

Disminución de desperdicios

Tareas simples, ergonómicas y seguras para el operador.

- Como conclusión final mencionar que la rentabilidad retorno de la inversión respecto a la alternativa seleccionada es del 42,41% para el Ingenio Moto Méndez de I.A.B.S.A. Lo que significa que por cada 100 bs. invertido el Ingenio obtiene un retorno de la inversión de 142,41 Bs.

6.2. RECOMENDACIONES

El estudio muestra la importancia de la aplicación de un estudio de trabajo en una industria. A continuación, se brinda una serie de recomendaciones:

- Pensar en la implementación de la alternativa seleccionada lo más antes posible, puesto que son grandes los beneficios de la misma.
- Además de brindar capacitaciones a los operarios se recomienda generar charlas de motivación constantes entre encargados y operarios con el fin de hacer las horas de trabajo más efectivas. Así también se debe prestar atención a las rotaciones de los operarios y a cualquier necesidad con respecto a EPP, con la finalidad de crear un buen ambiente laborar en el sector.
- Es de mucha importancia contar con los insumos (hilo y envases) al momento de comenzar a producir, con el fin de evitar paradas a causa de la escasez de alguno de ellos, a su vez es necesario la disponibilidad de dos medios de transporte de producto terminado para que el mismo pueda llegar a almacén y evitar también retrasos en la producción.
- Al aproximarse el cambio de bandas transportadoras (por fin de vida útil), se recomienda realizar el cambio por bandas sanitarias como también pensar de manera pronta en un cierre del área de envasado con lamas de PVC (Ver ANEXO 56).
- Una vez entregados los EPP, el cuidado de los mismos están a cargo de cada uno de los operarios receptores. En caso que éstos se arruinen o pierdan no es obligación del ingenio dotarles nuevamente.