

Propuesta de estandarización de los tiempos y movimientos en el proceso de empaque en la  
Maquina Mezcladora de Polvos de 25 Kg de la empresa INSA REGINAL SAS.

James Cadena, jamescadena987@gmail.com

Rafael González, rafagon18@hotmail.com

Marcos Rojas, marcosrojas125@hotmail.com

Trabajo de Grado presentado para optar al título de Ingeniero Industrial

Asesor: Dasia Yesenia Mosquera Cuesta

Institución Universitaria Antonio José Camacho

Facultad de Ingenierías

Ingeniería industrial

Cali - Colombia

2021

**Nota de Aceptación**

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la  
Institución Universitaria Antonio José Camacho para optar al título de Ingeniería Industrial.

Jurado

---

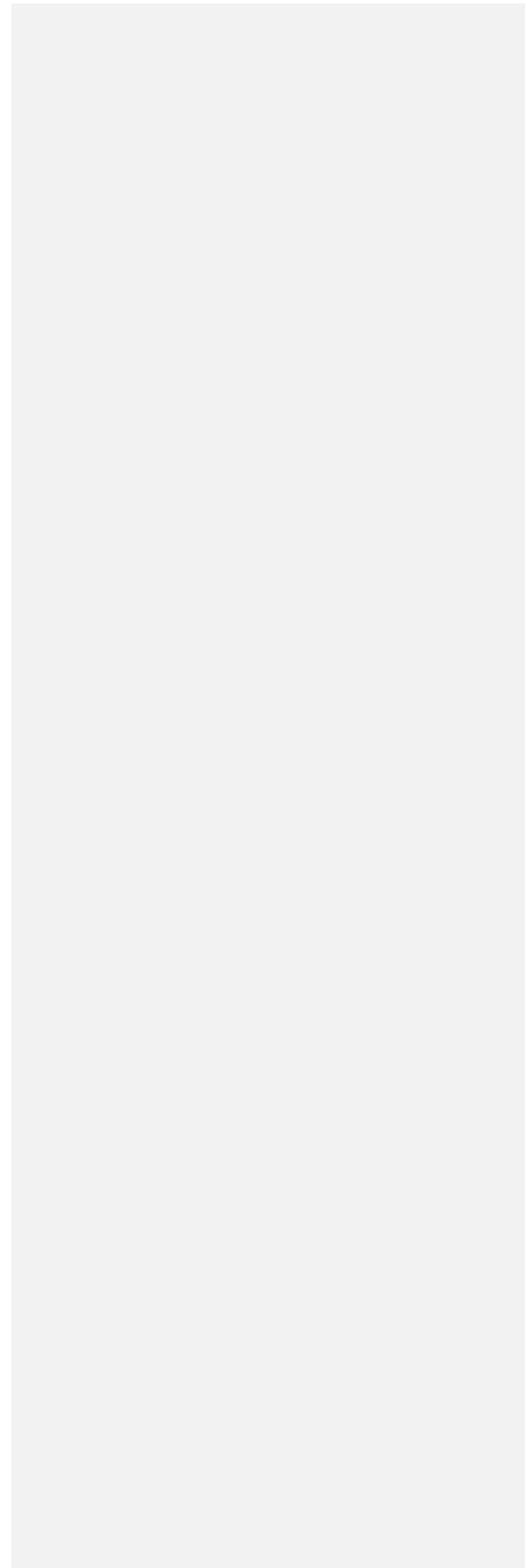
Jurado

---

Jurado

---

Santiago de Cali, Mayo 12 del 2021



**Contenido**

1. Propuesta de estandarización de los tiempos y movimientos en el proceso de empaque en la Maquina Mezcladora de Polvos de 25 Kg de la empresa INSA REGINAL SAS ..... 12

1.1 Planteamiento del problema ..... 12

1.2 Formulación del problema..... 18

1.3 Sistematización del problema ..... 18

1.4 Antecedentes..... 19

1.5 Justificación ..... 20

1.6 Objetivos..... 21

1.6.1 Objetivo general ..... 21

1.6.2 Objetivos específicos..... 21

2. Marco referencial ..... 22

2.1 Marco geográfico..... 22

2.1.1 Misión..... 22

2.1.2 Visión ..... 22

2.2 Marco teórico..... 23

2.2.1 Sistema de Producción ..... 23

2.3 Marco conceptual ..... 32

3. Método ..... 35

3.1 Tipo de Investigación ..... 35

5

3.2	Método de Investigación .....	35
3.3	Técnicas y Fuentes de Recolección .....	36
3.4	Problema de investigación.....	36
3.4.1	Descripción de la compañía .....	36
3.5	Caracterización de productos.....	37
4.	Resultados .....	38
4.1	Descripción del proceso.....	38
4.2	Situación actual del Sistema de Mezclado .....	40
4.3	Proceso de Producción Actual de Polvos .....	42
4.4	Producción Consolidada de Polvos .....	54
5.	Análisis de asociación para cada objetivo específico .....	54
5.1	Conclusión del Objetivo 1 .....	63
5.2	Objetivo específico No. 2 .....	64
5.2.1	Plantear un estudio de métodos y tiempos para estandarizar el proceso de empaque del producto en polvo. ....	64
5.3	Conclusión Objetivo 2:.....	71
5.4	Objetivo específico No. 3 .....	72
6.	Simulación proceso actual.....	72
6.1	Resultado proceso actual .....	73

6

7.	Simulación de la propuesta de movimientos en el proceso de empaque en la maquina mezcladora de polvos de 25 kg de la empresa INSA REGINAL SAS.....	76
8.	Simulación proceso en ProModel. ....	83
8.1	Resultado proceso actual .....	84
8.2	Capacidad de las Actividades. ....	85
8.3	Tiempo de Producción.....	86
8.4	Conclusión Proceso de Propuesta.....	87
8.5	Conclusión Objetivo No. 3.....	88
9.	Objetivo específico No. 4.....	89
9.1	Punto de equilibrio en el año 2020 (antes de mejora) .....	89
9.2	Ingresos y puntos de equilibrio con los cambios propuestos.....	92
9.3	Metodología del punto de equilibrio, post mejora costo de la propuesta y costo beneficio total para INSA REGINAL SAS 2021 .....	93
9.4	¿Cuál sería el costo beneficio con la implementación de la mejora en INSA REGINAL SAS?.....	94
9.5	Conclusión de objetivo No. 4 .....	95
10.	Conclusiones .....	96
11.	Recomendaciones.....	99
12.	Bibliografía .....	101

### Contenido de Tablas

<i>Tabla 1 Características del producto.</i>	37
<i>Tabla 2 Cantidad Empacada por Línea, desde agosto de 2019 hasta septiembre de 2020.</i>	42
<i>Tabla 3 Tiempo de operaciones.</i>	65
<i>Tabla 4 Confiabilidad de los tiempos.</i>	66
<i>Tabla 5 Toma de tiempos.</i>	67
<i>Tabla 6 Producción mensual.</i>	70
<i>Tabla 7 Porcentaje de operación por actividades.</i>	74
<i>Tabla 8 Capacidades por actividad.</i>	75
<i>Tabla 9 Porcentajes por operación.</i>	84
<i>Tabla 10 Indicadores de productividad.</i>	88
<i>Tabla 11 Ingresos Periodo Agosto 2019 – Agosto 2020 INSA REGINAL SAS.</i>	90
<i>Tabla 12 estado financiero de la compañía del periodo agosto 2019 – agosto 2020.</i>	91
<i>Tabla 13 ingresos proyectados meses 06 al 09 2021.</i>	92
<i>Tabla 14 cuadro comparativo de las utilidades obtenidas en los meses 06 al 09 del 2020 con las utilidades esperadas de los meses 06 al 09 del 2021.</i>	93
<i>Tabla 15 Costo de la propuesta.</i>	93
<i>Tabla 16 Costo Beneficio post mejora.</i>	94

### Contenido de Ilustraciones

<i>Ilustración 1 Diagrama de Pareto</i>	17
<i>Ilustración 2 Causas</i>	17
<i>Ilustración 3 Ubicación de la empresa</i>	22
<i>Ilustración 19 Índice de desempeño.</i>	27
<i>Ilustración 20 Sistema de suplementos por descanso (basado en el método de valoración objetiva con estándares de fatiga) como porcentaje de los tiempos normales.</i>	28
<i>Ilustración 4 Plano Cuarto de Polvos.</i>	39
<i>Ilustración 5 Mezclador de cintas helicoidal.</i>	40
<i>Ilustración 6 Tiempo promedio de empaque por producto. Tomado desde septiembre 2019 hasta septiembre 2020.</i>	41
<i>Ilustración 7 Mapa de proceso</i>	43
<i>Ilustración 8 Flujo de Operaciones.</i>	45
<i>Ilustración 9 Materiales de empaque.</i>	47
<i>Ilustración 10 Tanque de descarga.</i>	48
<i>Ilustración 11 Pistón de descarga.</i>	49
<i>Ilustración 12 Descarga de producto terminado.</i>	49
<i>Ilustración 13 Pesaje de producto.</i>	50
<i>Ilustración 14 Sellado de bolsa interna plástica.</i>	51
<i>Ilustración 15 Dispensador de Cinta Actividad por Agua.</i>	52
<i>Ilustración 16 Cajas estibadas.</i>	52

<i>Ilustración 17</i> Mermas consolidadas por línea, tomado desde agosto de 2019 hasta septiembre de 2020.....	53
<i>Ilustración 18</i> Producción de productos en polvo, desde agosto de 2019 hasta septiembre 2020.....	54
<i>Ilustración 21</i> Distribución del cuarto de polvos.....	55
<i>Ilustración 22</i> cuarto de polvos desde la perspectiva Sweethome 3D.....	55
<i>Ilustración 23</i> Diagrama Analítico.....	57
<i>Ilustración 24</i> Porcentaje de participación de procesos en la fabricación de un lote de sabor en polvo.....	59
<i>Ilustración 25</i> Proceso de fabricación.....	59
<i>Ilustración 26</i> Diagrama Espagueti.....	60
<i>Ilustración 27</i> Producción actual.....	63
<i>Ilustración 28</i> Nivel de confianza.....	64
<i>Ilustración 29</i> Actividades de empaque.....	65
<i>Ilustración 30</i> Estudio de tiempos.....	69
<i>Ilustración 31</i> Simulación en Promodel.....	72
<i>Ilustración 32</i> Porcentaje de operación por actividades.....	73
<i>Ilustración 33</i> Capacidad de las actividades.....	75
<i>Ilustración 34</i> Tiempo de producción.....	75
<i>Ilustración 35</i> Diagrama del tanque de descarga propuesto.....	78
<i>Ilustración 36</i> Cuarto de polvos desde la perspectiva Sweethome 3D.....	79
<i>Ilustración 37</i> Diagrama de espagueti. Aplicación nuevo modelo de empaque.....	80
<i>Ilustración 38</i> Comparación de movimientos.....	81
<i>Ilustración 39</i> Vista superior sistema de empaque propuesto.....	82
<i>Ilustración 40</i> Simulación Promodel.....	83
<i>Ilustración 41</i> Porcentaje de operación por cada actividad.....	84
<i>Ilustración 42</i> Porcentaje de operación por cada actividad.....	85
<i>Ilustración 43</i> Porcentaje por ocupación.....	85
<i>Ilustración 44</i> Tiempo de producción.....	86

### **Resumen**

La Empresa INSA REGINAL SAS, elabora sabores en polvo de 25 Kg, cuyo objeto social es la fabricación de sabores líquidos, sabores en polvo y colorantes para la industria de bebidas. Las mezclas se realizan en una máquina mezcladora de cintas helicoidal de materias primas secas. Realizando las referidas investigaciones y analizando las respectivas operaciones de la empresa, se evidenció que en la operación de empaque existen deficiencias en el proceso, uno es el tiempo de operación, porque son largos debido a la distribución de las máquinas y la otra es que todo se realiza manualmente. Con el proyecto se busca corregir este problema en el área de empaque realizando un análisis de métodos y tiempos y así poder optimizar el proceso.

### **Abstract**

The INSA REGINAL SAS Company produces 25 kg powder flavors, where it has a helical ribbon mixing machine for dry raw materials. Carrying out the aforementioned investigations and analyzing the respective operations of the company, it was noticed that in the part of the packaging process certain instabilities were seen, one is the operation time, because they are long due to the distribution of the machines and the other is that everything is done manually. The project seeks to improve this difficulty in the packaging area by analyzing methods and times and thus optimizing the process.

### **Introducción**

INSA REGINAL SAS es una empresa colombiana, situada en Valle del cauca. Se especializa en la fabricación de sabores líquidos, sabores en polvo y colorantes para la industria de bebidas.

La empresa trabaja como maquila para la casa matriz ubicada en ciudad de Resto del mundo zxxxxxxxxx, siendo ellos el cliente directo. Estos productos son distribuidos con la marca antes mencionada.

La presente investigación se centra en el tema de estandarización de los tiempos y movimientos en el proceso de empaque de la empresa INSA REGINAL SAS.

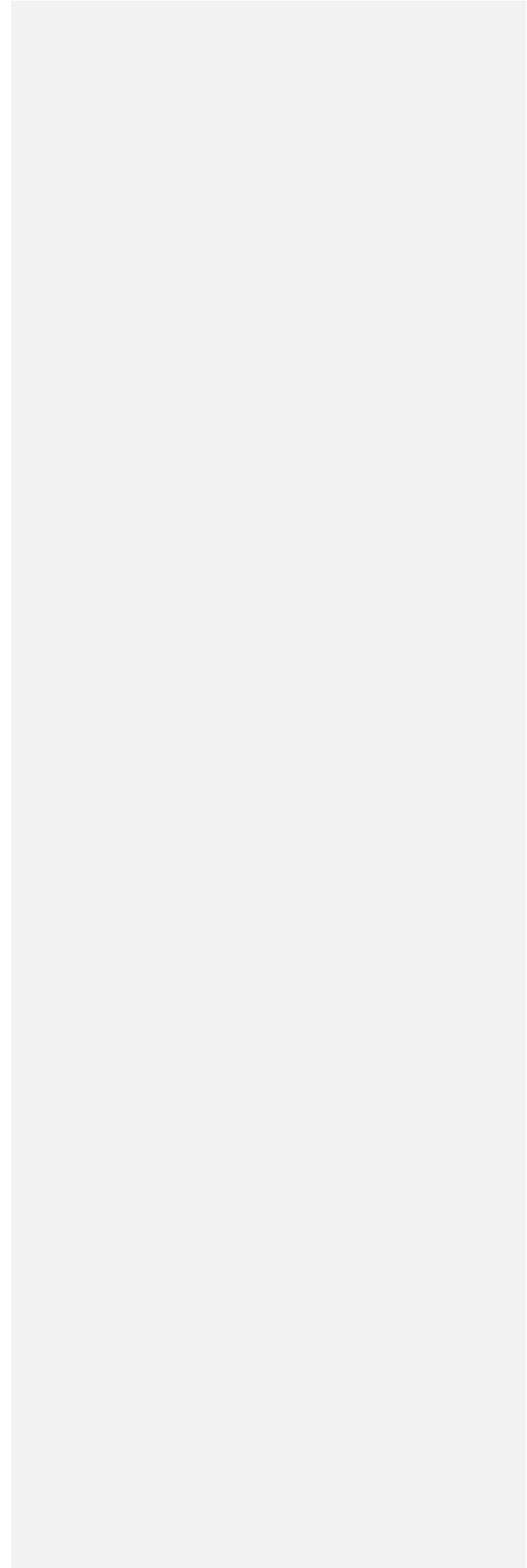
Para analizar esta problemática es necesario mencionar sus causas. Una de ella es que no existe un análisis estadístico de tiempos de empaque de los sabores líquidos y los productos en polvo, siendo estos últimos sobre el cual se realiza la investigación.

Se plantea realizar un análisis de métodos y tiempos, una simulación del proceso de empaque que permita detectar las fallas, medir y poder corregirlas, siempre pensando en la mejora continua y en calidad total.

Como metodología de muestreo, se realizará la exploración del área; se tomaron tiempos y movimientos con un nivel de confianza del 95.45% y un error de +/- 5%, evidenciando los obstáculos del empaque manual, sus limitaciones y sus pérdidas de tiempo por movimientos que no aportan valor, con esta información se realizó el respectivo planteamiento del problema.

Durante la investigación se utilizaron herramientas de métodos y tiempos, que permitieron optimizar y mejorar el proceso de empaque, además se aplicaron metodologías de algunas asignaturas de ingeniería industrial como lo son Ingeniería de Métodos, Estadística, Planeación, distribución en planta, Formulación de proyectos. A lo largo del trabajo se explicarán estas dinámicas y metodologías, teniendo en cuenta el costo-beneficio para la organización.

Finalmente, es necesario la aplicación de las mejoras en el desarrollo del proyecto y contribuir con la productividad de la compañía.



## **1. Propuesta de estandarización de los tiempos y movimientos en el proceso de empaque en la Maquina Mezcladora de Polvos de 25 Kg de la empresa INSA REGINAL SAS**

### **1.1 Planteamiento del problema**

INSA REGINAL SAS es una empresa colombiana dedicada a la fabricación de sabores en polvo, sabores líquidos y colorantes para la industria de bebidas.

Desde sus inicios, la operación de fabricación y empaque de sabores en polvo, sabores líquidos y colorantes se ha realizado manualmente, cumpliendo con los tiempos de entrega planteados con los clientes. A principios del año 2020 y de acuerdo con los proyectos resultantes a futuro, obtenidos por la gestión del área de ventas con los clientes, se lleva a cabo la revisión de las operaciones de fabricación de las tres líneas de producción antes mencionadas, para evaluar la capacidad de producción frente a la nueva demanda de los clientes.

Se decide realizar un trabajo investigativo y de mejora para el área de fabricación de sabores en polvo, enfocado en el proceso de empaque. Cabe aclarar que estos proyectos no se llevaron a cabo en el año 2020 por el tema de la pandemia del COVID 19 y sus implicaciones mundiales.

Este proceso se realiza manualmente y depende todo el tiempo de la destreza de los auxiliares de producción. Además, este no se encuentra estandarizado, no es posible definir si la operación se está realizando con la mayor eficiencia posible o se está perdiendo productividad. Lo cual es necesario para tener un orden y control del proceso.

En caso de que la empresa lance al mercado nuevos productos, con respecto al volumen actual de fabricación y empaque, superaría la capacidad de la planta por la alta demanda prevista a futuro. Por lo tanto, se plantearía una estrategia de mejora en el proceso actual de empaque.

A continuación, se describen las causas que afectan el proceso de empaque de INSA

REGINAL SAS:

1. Movimientos innecesarios que no añaden valor, producto empacado para realizar maniobras como verificación: de pesos, calidad del sellado de la bolsa interna, sellado de la caja y posterior acción de estibar el producto terminado, se estima que esto se realiza al 100 % de las cajas empacadas.
2. Tiempo improductivo del personal, debido a que existe un tercer auxiliar de producción en las operaciones (proceso de armado de cajas, salida del producto final, empaque, sellado de bolsas, etiquetado), el cual se podría destinar a otras actividades.
3. El movimiento repetitivo del operario en la realización del proceso de pesaje, girando su cuerpo a la izquierda para tomar el producto del tanque de descarga y retomando a su posición inicial, afecta la ergonomía de los operarios durante su jornada laboral. Estos factores son: posturas, fuerza y movimiento, lo cual representa un desgaste interno cuando sobrepasa la capacidad de respuesta del individuo y no existe una adecuada recuperación.
4. El diseño actual implica operaciones netamente manuales obteniendo tiempos de producciones largos, errores humanos, pérdidas de tiempo, deficiencia del proceso.
5. La dosificación del producto es inexacta, pese a que en el proceso de empaque existen basculas para verificar el peso del producto, al ser ~~el~~ un proceso netamente manual pueden existir pequeñas variaciones en su peso final, lo que conlleva a una segunda revisión de los pesos. La revalidación de los pesos se realiza al 40 % de las cajas antes de ser selladas.

6. En el proceso de transporte del producto mezclado a empaque, se evidencian movimientos no secuenciales, entre la mezcladora de cintas y las basculas. Entre ellas existe una distancia de siete (7) metros. Este movimiento se repite 5 veces que representa un tiempo total cercano a los 4 minutos.
7. Tiempo de espera de 80 minutos en la producción, debido al Análisis de Calidad del producto terminado.
8. Los Polvos poseen una densidad aparente diferente, que oscila entre 0,55 g/cm<sup>3</sup> a 0,65 g/cm<sup>3</sup>, esto hace que los polvos con menor densidad ocupen mayor volumen en las cajas esto hace que los polvos con menor densidad ocupen mayor volumen en las cajas y genere que el proceso de empaque se alargue más del tiempo promedio encontrado de 3.42 minutos, mientras que los polvos con mayor densidad ocupan menor volumen en las cajas y genera que su empaque se reduzca en un 10%.
9. En la operación de empaque, se presenta la deficiencia del proceso. En el estudio realizado como en la revisión de la documentación se evidencio mermas de producción debido a perdida de materia prima durante el tamizaje, polvo (producto terminado) pegado en la mezcladora de cintas que no se puede recuperar, llenado manual del tanque de descarga, el cual posee una alta probabilidad de derrame, este proceso de descarga se realiza por la intuición del operario calculando en qué momento debe de frenar el llenado de este y perdidas por derrame del producto terminado durante el empaque.

Para mitigar el problema de desplazamientos, se ha incluido un tercer operador que sea quien realice el etiquetado y sellado de cajas.

Para mitigar el problema de desplazamientos, se ha incluido un tercer operador que sea quien realice el etiquetado y sellado de cajas.

“la ergonomía provee las técnicas, el conocimiento y la información requerida para analizar el trabajo humano en todos sus conceptos” (Henrich-Saavedra, 1998).

Finalmente, lo que se quiere conseguir con el proyecto de investigación para INSA REGINAL SAS es la estandarización del proceso de empaque, para el aumento de la productividad.

Para determinar las causas más relevantes de las antes mencionadas, se aplicara el principio de Pareto para el análisis de problemas y poder priorizar las causas probables que generan el inconveniente en el proceso de empaque y que son motivo de enfoque del presente trabajo investigativo.

El diagrama de Pareto permite asignar un orden de prioridades para la toma de decisiones de una organización y determinar cuáles son los problemas más graves que se deben resolver primero.

Para el caso de estudio se realizó de la siguiente manera:

1. Se determinaron las causas más comunes que se presentan durante el empaque del producto terminado.

<b>CAUSAS</b>
Movimientos innecesarios que no añaden valor
Tiempo inproductivo del personal
Movimientos repetitivos del operario
El diseño actual implica operaciones netamente manuales
Movimientos no secuenciales en el transporte
Tiempo de espera debido al Análisis de Calidad
La dosificación del producto es inexacta
Mermas de producción
Densidad aparente diferente

Fuente: los autores.

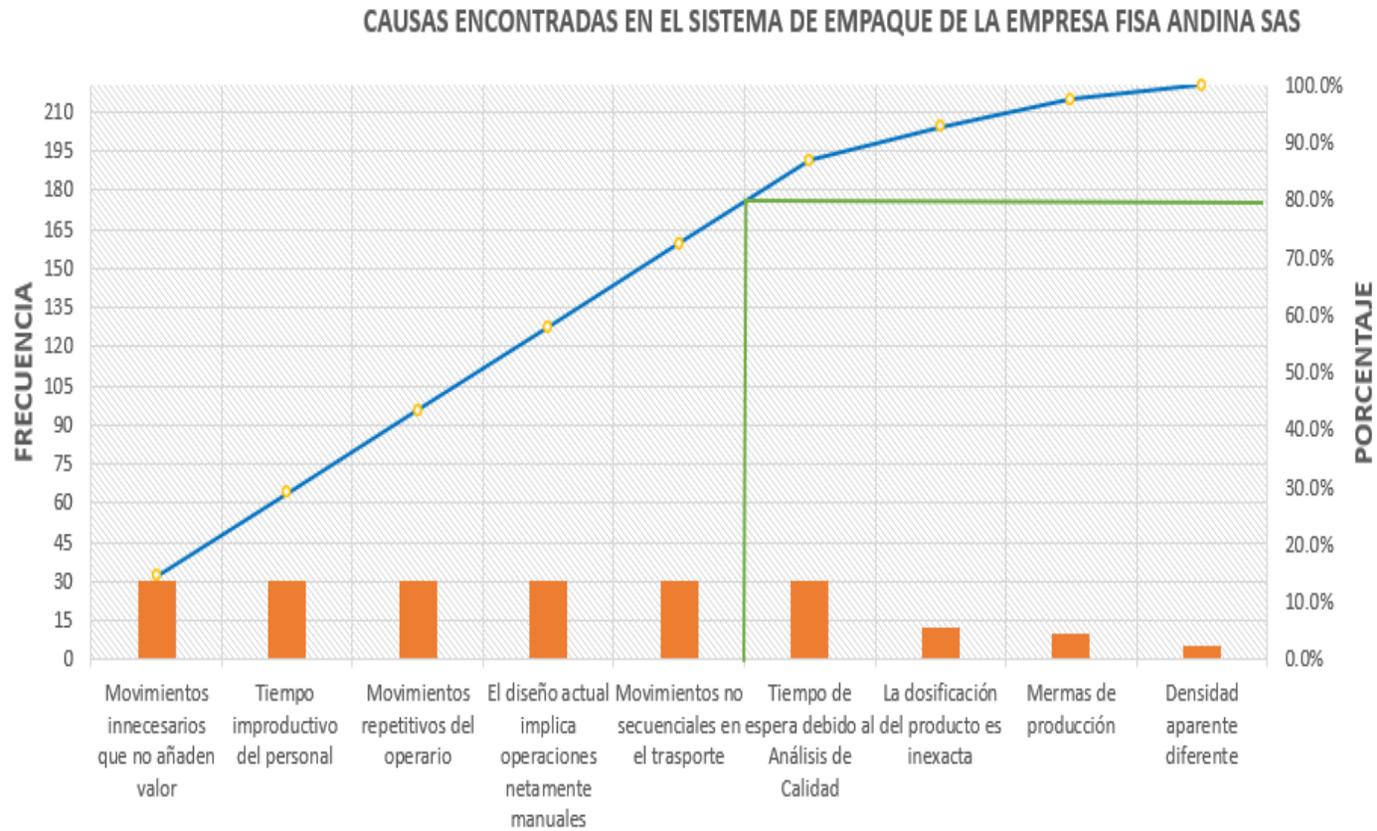
- Se realizo el análisis a 30 lotes de producto terminado en polvo y se tabulo en una tabla de Excel la frecuencia con que las causas se repetían. Para el caso de las mermas de producción se marcaba el lote, si este superaba el consolidado de pérdida del 1.21% (ver Ilustración 17).

CAUSAS	LOTES REVISADOS																														FRECUENCIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Movimientos innecesarios que no añaden valor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	30
Tiempo improductivo del personal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	30
Movimientos repetitivos del operario	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	30
El diseño actual implica operaciones netamente manuales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	30
Movimientos no secuenciales en el transporte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	30
Tiempo de espera debido al Análisis de Calidad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	30
La dosificación del producto es inexacta	X			X				X	X			X		X		X	X			X		X				X				X	12
Merms de producción	X		X		X			X						X					X		X		X					X		X	10
Densidad aparente diferente						X							X			X									X	X					5

Fuente: los autores.

- Se ordenaron los datos de acuerdo con el orden decreciente de la frecuencia.
- Se calculo la frecuencia acumulada y el porcentaje.
- Con la información anterior de construyo el diagrama.

Ilustración 1 Diagrama de Pareto



Fuente: los autores.

En el análisis del diagrama de Pareto de las causas encontradas en el planteamiento del problema, tenemos que ver dónde se concentra el 80% de las causas<sup>1</sup>, que para el caso de INSA REGINAL SAS se evidencian 5 motivos puntuales a continuación, se mencionan:

*Ilustración 2 Causas*

CAUSAS
Movimientos innecesarios que no añaden valor
Tiempo improductivo del personal
Movimientos repetitivos del operario
El diseño actual implica operaciones netamente manuales
Movimientos no secuenciales en el transporte

Fuente: los autores.

Esto quiere decir que el 80% de los problemas están generados por 5 causas principales, por lo que hay que enfocar todos los esfuerzos de la empresa para solucionar estos inconvenientes, aplicando herramientas, estandarización de los tiempos y movimientos en el proceso de empaque y una propuesta de diseño de planta.

---

<sup>1</sup> **Causas de producción:** el 20% de los procesos generan el 80% de los productos, tanto en tiempo como en cantidades.

### 1.2 Formulación del problema

¿Qué metodología se puede implementar para la estandarización de los tiempos y movimientos en el proceso de empaque en la Maquina Mezcladora de Polvos de 25 Kg de la empresa INSA REGINAL SAS?

### 1.3 Sistematización del problema

- ✓ ¿Cuáles son los inconvenientes detectados en el proceso actual de empaque?
- ✓ ¿Cómo plantear un estudio de métodos y tiempos para estandarizar el proceso de empaque del producto en polvo?
- ✓ ¿Cómo realizar un diseño de distribución en planta en el proceso de empaque de polvos que mejore en 10% el tiempo estándar?
- ✓ ¿Cuál sería el costo/beneficio de la implementación del diseño de distribución en planta en el proceso de empaque de polvos para la empresa INSA REGINAL SAS?

#### 1.4 Antecedentes

Los siguientes autores: Daniela Ramírez estudiante y Miguel vera estudiantes, trabajo de grado, quienes realizaron la “Propuesta de una mejora en el proceso de empaquetado de una empresa productora de uva de mesa para exportación”. El trabajo se destaca por plantear la problemática del proceso productivo en cuanto a los cuellos de botella y la aplicación de técnicas para identificarlos, resolverlos e implementar las mejoras. Construyendo los mapas de proceso, determinado la capacidad de planta, identificando el principal problema del proceso: la falta de capacidad de producción. Siendo este el principal cuello de botella y a través de la teoría de restricciones poderlo minimizar. Sin olvidar el análisis técnico y económico para evaluar si la propuesta es viable y factible. Esta investigación relaciona temas de métodos y tiempos, ciclo PHVA y herramientas de calidad vitales para el correcto desarrollo del presente trabajo de grado.

Los siguientes autores: Mirla Cervantes Muñoz y Mildred Ayala Escudero, quienes realizaron el “Rediseño del proceso de dosificación de café granulado de empaque de 25g área de envasado empresa CAFE S.A para mejorar el rendimiento de la producción” sobresale el motivo de la investigación se enfoca en un rediseño el proceso ya existente añadiendo las mejoras correspondientes a las necesidades de la producción y empaque en la presentación de café en 25g. se definen estrategias de solución para llevar a detallar donde se deben enfocar las mejoras, se realiza un levantamiento de información donde se logra encontrar la causa raíz del inconveniente y posterior se plantea tomar las debidas acciones correctivas. Y así mejorar el proceso de una manera óptima y mejorar de forma íntegra los niveles de producción y el proceso en línea. Esta investigación relaciona temas de métodos y tiempos, calidad total, métodos de Toyota kaizen: seis pasos para mejorar y el sistema SMED.

### 1.5 Justificación

La economía en estos tiempos ha demandado una alta competitividad entre las empresas, los cuales siempre buscan brindarle a sus clientes una comodidad y poderles cubrir todas las necesidades y exigencias que presenta el mercado.

Por tal motivo, se procura tener un perfeccionamiento de todos los procesos que se tienen, pero para poder obtener esa perfección se deben de realizar ciertos análisis al interior de la organización, logrando que con esto se detecten todas o algunas debilidades que presente la empresa y así poder dar una solución efectiva en el menor tiempo posible.

De tal manera, se realizó un análisis estadístico de los tiempos de empaque de los sabores líquidos y los productos en polvo fabricados por INSA REGINAL SAS, debido a que es un área crucial y un proceso vital para la empresa, gracias a este análisis estadístico se logra determinar que el problema más notorio radica en el empaque de sabores en polvo. Este proceso comienza desde el procedimiento de empaque del producto hasta el resultado final, es decir, ya empacado. Es preciso anotar que actualmente el proceso de empaque de la empresa es inadecuado y completamente manual, por lo cual con lleva a que se generen pérdidas tanto en los tiempos de empaque y embalaje, como en producción y esto provoca que se evidencian deficiencias a lo largo del proceso.

El tema de la estandarización es tan importante en las industrias, porque ~~esta~~ contribuye a entender el comportamiento del proceso y su interacción con el trabajo en equipo, además se puede verificar el desempeño laboral, el orden, generar indicadores y medir su nivel de cumplimiento porque “¡Lo que no se define, no se puede medir! ¡Lo que no se mide, no se puede controlar! Lo que no se controla, ¡no se mejora!” (Puértolas, 2018).

En ese orden de ideas, lo que se pretende es diseñar una solución viable a los problemas anteriormente planteados mejorando el tiempo y la calidad del proceso de empaque. Sin duda, esta investigación representa un aporte importante en la preparación para el ejercicio profesional del ingeniero industrial, dado que permite aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera por ser un caso práctico que afianza la formación y la experiencia. Además, redundando en el mejoramiento de los procesos de producción de la empresa, la cual en consonancia con esta investigación busca el mejoramiento de los procesos.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo general**

Estandarizar los tiempos y movimientos en el proceso de empaque en la maquina mezcladora de polvos de 25 Kg de la empresa INSA REGINAL SAS.

### **1.6.2 Objetivos específicos**

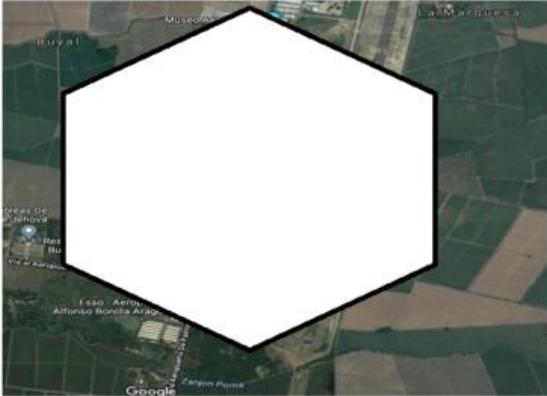
- ✓ Realizar diagnóstico del proceso actual de empaque.
- ✓ Plantear un estudio de métodos y tiempos para estandarizar el proceso de empaque del producto en polvo.
- ✓ Proponer un diseño de distribución en planta para mejorar el flujo del proceso de empaque de polvos y disminuir el flujo en un 10%.
- ✓ Cuantificar el costo de la implementación del diseño de distribución en planta en el

proceso de empaque de polvos para la empresa INSA REGINAL SAS.

## 2. Marco referencial

### 2.1 Marco geográfico

Ilustración 3 Ubicación de la empresa



Fuente: Google Maps

#### 2.1.1 Misión

Asociarnos e involucrarnos con nuestros clientes de la industria de bebidas, enfocándonos en el desarrollo y lanzamiento de conceptos exitosos e innovadores.

#### 2.1.2 Visión

Para el 2022 Convertirnos en el proveedor líder y ser el estándar de referencia en la industria de sabores para bebidas.

## 2.2 Marco teórico

### 2.2.1 Sistema de Producción

Los Sistemas de Producción se orientan en agrupar todos los elementos que se puedan necesitar para que una materia prima se convierta en un producto terminado.

Entre estos elementos se encuentra, principalmente:

- el estilo de administración o gestión y los procedimientos.
- las máquinas y los materiales.
- las tecnologías y la mano de obra (trabajadores).

Para preparar un proceso de mejoramiento de métodos y tiempos es importante tener en cuenta, que dentro de la organización se deben de generar ciertos cambios de paradigmas, tales como aceptar ideas nuevas y trabajar con distintos métodos esto ayuda a que se obtengan mejores resultados y se puedan resolver los problemas en una mayor facilidad.

Basándonos en lo mencionado anteriormente, podemos encontrar diferentes técnicas con las cuales se puede buscar un apoyo para un proceso de mejoramiento, como lo son:

- PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar)
- Método de las 6M
- Estudio de Métodos y Tiempos

#### 2.2.1.1 PHVA

El PHVA más conocido como “Planear, Hacer, Verificar y Actuar” es una metodología que permite buscarle unas ciertas soluciones a los problemas, desde el punto de vista preventivo, donde con cada acción podemos realizar lo siguiente:

- ✓ **Planear:** Es proponer una meta y determinar cómo hacerla (recursos).

✓ **Hacer:** Ejecutar lo planeado, capacitar al personal y tomar datos de los resultados.

✓ **Verificar:** Interpretar los datos obtenidos e identificar controles, para las situaciones residuales.

✓ **Actuar:** Ejecutar esos controles y generar un ciclo de retroalimentación.

#### 2.2.1.2 Método 6M

Las 6M son una herramienta que sirve para desglosar todos los elementos claves que puede poseer un proceso, estas se identifican de la siguiente manera:

- **Mano de obra:** Es el factor humano de la producción, debido a que sin su intervención no se podrían realizar las actividades de manufactura.
- **Medio ambiente:** Es el entorno donde se condiciona las circunstancias de la persona o la sociedad, son básicamente el conjunto de valores naturales, sociales y culturales en un lugar y momento determinado.
- **Métodos de trabajo:** Son una fila de pasos continuos, que conducen a una meta. Su objetivo es llegar a tomar decisiones y la teoría que permite generalizar la misma forma del problema siguiente en el futuro.
- **Maquinaria:** Es la infraestructura de la empresa con la cual podemos elaborar los bienes y servicios que se ofrece.
- **Materia Prima:** Es donde se evalúa todo lo que tenga que ver con los materiales de la empresa, desde lo que se usa para el producto final hasta lo que se usa para el aseo del baño.
- **Mediciones para Control:** Es el método donde se torna todo lo que es relacionado a la inspección del área o producción, las diferentes medidas con las que se trabaja, el aseguramiento de la calidad etc.

Estos elementos se utilizan comúnmente en el diagrama causa-efecto.

### 2.2.1.3 Estudio de métodos y tiempos

El estudio de métodos y tiempos es una sistematización de muchas investigaciones, en donde, se busca recolectar y registrar todos los datos precisos que se puedan tener sobre el tiempo requerido para completar una operación o una producción.

Lo que se puede concluir es que el estudio de métodos y tiempos es un diagnóstico que se realiza de manera inherente en la que se realiza un trabajo o una tarea.

Esta técnica se encuentra relacionado con el recurso humano, puesto que una de las ideas principales es la medición de cargas laborales que tienen los empleados, ya que se utiliza para el tema de seguridad y salud en el trabajo, adicional se utiliza para la teoría de colas, donde permite determinar los tiempos de servicio.

Todo informe que se realice referente a los tiempos debe de ser claro y completo, por lo que se propone a que se ejecuten a través de croquis del lugar de trabajo y de una descripción de las herramientas, velocidades de las máquinas, desplazamiento de materiales etc.

La importancia del estudio de métodos y tiempos también radica en el aumento de la productividad, debido a que ayuda a fijar estándares de tiempos, permitiendo una mayor revisión sobre el funcionamiento del sistema productivo, en términos de trabajo, paradas de máquinas y programación de procesos. Es importante tener en cuenta que el tiempo estándar es el requerido para elaborar un producto/servicio en una estación de trabajo determinada, pero al definir como “estándar”, debe contar con unas características específicas, que permitan controlar un poco la variabilidad de procesos y sea de útil aplicación. Estas particularidades son:

- Un operador calificado y capacitado continuamente.
- Un operador que trabaje al ritmo conveniente de la actividad que realiza.

- Realizar una tarea específica.

(Chase & Jacobs, 2009) Manifiesta que el tiempo en este caso se estudia mediante cronómetro, puede ser en el lugar del trabajo o analizando un video. El trabajo se divide en partes o elementos medibles y el tiempo de cada uno se cronometra en forma individual.

Después de un número de repeticiones, se saca un promedio de tiempos registrados. Para que este tiempo sea aplicable a los demás trabajadores, es importante incluir una media de la velocidad o índice de desempeño que será el “normal” para ese trabajo.

Uno de los sistemas de calificación que se han usado por más tiempo, que en sus inicios fue llamado de nivelación. Es un sistema de calificación desarrollado por Westinghouse y considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. Un dato para poder determinar el índice de desempeño, se puede utilizar la calificación de actuación, como lo establece (Niebel & Freivalds, 2009), en base a la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia que tiene un trabajador; este análisis será realizado por el observador que realice el estudio de tiempos.

Ilustración 4 Índice de desempeño.

HABILIDAD			ESFUERZO			CONCEPTOS
A	Habilísimo	+0,15	A	Habilísimo	+0,15	
B	Excelente	+0,10	B	Excelente	+0,10	
C	Bueno	+0,05	C	Bueno	+0,05	Esfuerzo.- Es la voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad
D	Medio	0,00	D	Medio	0,00	
E	Regular	-0,05	E	Regular	-0,05	
F	Malo	-0,10	F	Malo	-0,10	Condiciones.- Son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente al operario y no aquellas que afecten la operación.
G	Torpe	-0,15	G	Torpe	-0,15	
CONDICIONES			CONSISTENCIA			Consistencia.- Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconsciente.
A	Buena	+0,05	A	Buena	+0,05	
B	Media	0,00	B	Media	0,00	
C	Mala	-0,05	C	Mala	-0,05	

Fuente: los autores.

El tiempo estándar según (Chase & Jacobs, 2009), se encuentra en base a la suma tiempo normal más algunas holguras para las necesidades personales (descanso para ir al baño o tomar café), demoras (descomposturas del equipo o falta de materiales), y la fatiga (ya sea física o mental).

Con base a la siguiente tabla se utilizará para realizar el cálculo de las tolerancias u holguras que forman parte de la fórmula para obtener el tiempo estándar.

**Sistema de suplementos por descanso (basado en el método de valoración objetiva con estándares de fatiga) como porcentaje de los tiempos normales.**

*Ilustración 5 Sistema de suplementos por descanso (basado en el método de valoración objetiva con estándares de fatiga) como porcentaje de los tiempos normales*

Suplemento	Hombre	Mujer	Suplemento	Hombres	Mujeres
1. Suplementos constantes			E. condiciones Atmosféricas (calor y humedad)		
• Suplementos por necesidades personales			Índice de enfriamiento en el termómetro		
• Suplementos por fatiga	5	7	Húmedo de –Suplemento		
2. Suplementos variables			Kata (milicalorías/cm <sup>2</sup> /segundo)		
A. Suplemento por trabajar de pie	4	4	16	0	
B. Suplemento por postura anormal	2	4	14	0	
• Ligeramente incomoda			12	0	
• Incomoda (inclinado)			10	3	
Muy incómoda (echado, estirado)	0	1	8	10	
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)	2	3	6	21	
Peso levantado por kg.	7	7	5	31	
• 2,5			4	45	
• 5			3	64	
• 7,5			2	100	
• 10	0	1			
• 12,5	1	2	F. Concentración intensa		
• 15	2	3	• Trabajos de cierta precisión	0	0
• 17,5	3	4	• Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
• 20	4	6	• Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
• 22,5	5	8	G. Ruido		
• 25	7	10	• Continuo	0	
• 30	9	13	• Intermitente y fuerte	2	0
• 33,5	11	16	• Intermitente y muy fuerte	5	2
D. Mala iluminación	13	20 (max)	• Estridente y fuerte	7	5
• Ligeramente por debajo de la potencia calculada	17	-	H. Tensión mental		
• Bastante por debajo	22	-	• Proceso bastante complejo	1	7
• Absolutamente insuficiente	0	0	• Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	1
	2	2	• Muy complejo	8	4
	5	5	I. Monotonía		
			• Trabajo algo monótono	0	8
			• Trabajo bastante monótono	1	
			• Trabajo muy monótono		
			J. Tedio		
			• Trabajo algo aburrido	4	
			• Trabajo aburrido	0	
			Trabajo muy aburrido	2	

Fuente: Sara Lopez.

La tabla anterior (sistema de suplementos por descanso), es un método que divide los factores de los suplementos en constantes y variables. Los factores constantes agrupan las necesidades

personales con un porcentaje de 5% y 7% para hombres y mujeres respectivamente; además de las necesidades personales, el grupo de factores constantes agrupa a un porcentaje básico de fatiga, el cual corresponde a lo que se piensa que necesita un obrero que cumple su tarea en las condiciones deseadas, este porcentaje se valora comúnmente con un 4% tanto para hombres como para mujeres.

La cantidad variable sólo se aplica cuando las condiciones de trabajo no son las deseadas y no se pueden mejorar. Los factores que deben tenerse en cuenta para calcular el suplemento variable pueden ser:

- Trabajo de pie.
- Postura anormal.
- Levantamiento de peso o uso de fuerza.
- Intensidad de la luz.
- Calidad del aire.
- Tensión visual.
- Tensión auditiva.
- Tensión mental.
- Monotonía mental.
- Monotonía física.

#### 2.2.1.4 Distribución en planta

Cuando se realice una distribución de planta del proceso, se debe de tener en cuenta que sea clara, buena y concisa, ya que es el esquema que las personas reflejarán al momento de una mejora o de un cambio, porque con esto podemos minimizar los costes de posteriores modificaciones, por eso se debe realizar una etapa de planeación en la construcción para realizar pruebas, las cuales son el componente principal de esta actividad.

Pero en ocasiones se presentan situaciones que justifican alguna modificación en planta de producción, las cuales son:

- Incorporación de un nuevo producto: Aquí se debe tener en cuenta si es un producto similar o no, pues si no es un producto similar podría llegar a ser necesaria una nueva planta.
- Cambios en la demanda del producto: Un incremento o decremento importante frente a lo que se viene produciendo, puede provocar un cambio de tipo de distribución.
- Reposición de equipo obsoleto: Al reemplazar un equipo se deben tener en cuenta las interrelaciones con las demás maquinas.
- Revisión de métodos y reducción de costes: Depende de las actividades de mejora que se estén realizando y a métodos que busquen reducir los costos globales de funcionamiento.

En las empresas industriales o de manufactura se realizan generalmente, tres tipos básicos de distribución:

- Distribución en posición fija: En esta distribución el personal, los materiales y los equipos son trasladados al lugar donde se está produciendo. Ejemplo: la construcción de un edificio, que todos los insumos y materiales son transformados y allí la estructura final se convierte en el producto final.
- Distribución por procesos: Está relacionada a la producción en volúmenes de gran tamaño de productos similares, este tipo de producción también es llamada por lotes.
- Distribución por producto: Se organizan las máquinas, herramientas y procesos de tal manera que el patrón de flujo sea único para cada línea de producto, para que sea una producción continua y repetitiva.

### 2.2.1.5 Siete mudas

Proviene de una palabra japonesa que significa despilfarro, superfluo, residuo, inutilidad, ociosidad.

Las 7 MUDAS fueron aplicados inicialmente por el ingeniero jefe de Toyota el japonés Taiichi Ohno y son:

- **Sobreproducción:** Es producir más de lo que el cliente o el siguiente proceso necesitan. La sobreproducción conduce a exceso de inventario que requiere un gasto extra de recursos que no beneficia a los clientes.
- **Producir piezas defectuosas:** Productos defectuosos son productos que no cumplen los requerimientos (internos o externos) del cliente y además incurrimos en costes adicionales por necesidad de repetir la producción.
- **Transporte de material:** Entendiendo el transporte de material como conducción del mismo, puede significar múltiple manejo y organización del material. Toda conducción es una actividad que no tiene valor añadido. Además, cada vez que movemos el producto hay riesgos de que se dañe o se pierda.
- **Inventario:** Tanto de producto terminado como de semielaborados. Representa un capital que aún no ha producido un ingreso. El inventario que está estancado o no lo tiene el cliente tiene que ser eliminado.
- **Sobre Proceso:** Se trata de añadir pasos innecesarios en las actividades de trabajo y no requeridos por el cliente.
- **Retrasos / esperas:** Todos los productos o bienes que no están transportándose o en proceso de fabricación están en espera. Cuando mayor sea esta espera, más innecesaria es.

**Movimientos innecesarios:** Son movimientos extra para manipulado de piezas herramientas, cajas; estos movimientos pueden provocar daños en los productos.

### 2.3 Marco conceptual

A continuación, observarán algunos conceptos o palabras claves que harán parte de la construcción del proyecto:

#### A.

**ARANCEL DE IMPUESTO:** Es un tributo que se aplica a los bienes que son objeto de importación y exportación.

**AREA DE PICKING:** Palabra inglesa habitualmente empleada en los almacenes y que etimológicamente significa coger, el hecho físico de ir a una estantería o zona concreta dentro del área de almacenaje para poder recoger las mercancías requeridas por un determinado producto.

**AREA DE PACKING:** Se refiere a todo el proceso embalado, empaquetado y envasado de un producto.

**ANALISIS ESTADISTICO:** Es la ciencia de recopilar, explorar y presentar grandes cantidades de datos para descubrir patrones y tendencias.

#### B.

**BATCH CARD (TARJETA DE LOTE):** Es la fórmula del producto.

#### C.

**CAPACIDAD INSTALADA:** Corresponde a la máxima capacidad que tiene una compañía en su área de producción o en su área operacional. Se expresa en unidades en función del tiempo.

**CAPACIDAD PRODUCTIVA:** Unidades máximas que puede producir una empresa por unidad de tiempo.

#### D.

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES:** también llamados organigrama, flujogramas o ~~flujogramas~~ constituyen un instrumento importante en el trabajo, ya que señalan los pasos necesarios que deben efectuarse para llegar a la solución de un problema. Tenemos así un instrumento, aparentemente sencillo que tiene una de las aplicaciones más notorias en la administración moderna de las operaciones programadas.

**DENSIDAD APARENTE:** Es la densidad de una sustancia cuando se incluye el volumen de todos sus poros ( $P \Delta$ ).

**DISTANCIA EUCLIDIANA:** se define como una medida de disimilitud se aplica a datos mirísticos y continuos, la distancia euclidiana entre entidades puede variar desde cero (similitud completa) a un valor indefinidamente grande, dependiendo del número y magnitudes de las diferencias implicadas.

#### **E.**

**EFICIENCIA:** Es cumplir el objetivo teniendo en cuenta que se debe ejecutar las labores con menos recursos que los asignados.

**EFICACIA:** Es cumplir con el objetivo, se actúa acorde a la meta establecida.

**ERGONOMIA:** Es el análisis de los procesos industriales, centrado en los hombres que aseguran su funcionamiento, esto debe desembocar en una mejor adaptación al hombre de los medios tecnológicos de producción y de los entornos de trabajo.

#### **M.**

**MAPA DE PROCESOS:** Es la estructura donde se evidencia la interacción de los procesos que posee una empresa para la prestación de sus servicios.

**MAQUINARIA Y EQUIPO:** Activo fijo de la empresa que interviene directamente en el proceso productivo.

**MAQUILA:** La palabra maquila se emplea desde el año 1020 para designar la “porción de lo molido” que corresponde al molinero. Proviene del árabe makila “medida”. Maquilar se origina en la costumbre de los campesinos de moler su maíz en el molino de la hacienda (UDLAP México, 2012).

En la actualidad la maquila es una opción para que un productor cuente con productos con marca propia elaborados por un tercero. En la maquila se delega a un tercero la fabricación de los productos que el contratante no puede o desea elaborar, bajo las especificaciones y características que él impone, para posteriormente solo comercializarlos (De la Garza, 2015).

**P.**

**PRUEBAS ORGANOLEPTICAS:** Es una prueba que se hace por medio de los sentidos del gusto y del olfato, se hace con el fin de conocer y recopilar datos de su sabor, textura y olor.

**PRUEBAS FISICOQUÍMICAS:** Es un análisis para obtener mediciones adecuadas para determinar su densidad, gravedad específica, viscosidad y pH.

### **3. Método**

#### **3.1 Tipo de Investigación**

Para la ejecución del proyecto en mención, se realizó basado en una investigación descriptiva.

Primero se hizo el estudio de métodos y tiempos de la situación actual del área del proceso de empaque de materias primas en la elaboración de sabores en polvo de 25 Kg. El resultado del estudio arrojó que se debe realizar un rediseño en el proceso, esto conlleva a la necesidad de identificar las causas y los problemas que se presentan en el empaque del producto terminado.

Como consecuencia se observa que la eficiencia en el proceso no es la más alta, por falta de una buena distribución, un nuevo diseño de layout, etc. Con esto se obtendrá una mejora que ayudará a proporcionar beneficios económicos a la compañía.

#### **3.2 Método de Investigación**

Por medio de un estudio de métodos se determina los aspectos que se han desarrollado en el proyecto de grado, realizando un estudio del proceso del cuarto de empaque de la empresa INSA REGINAL SAS, identificando las falencias generadas por una mala distribución.

Por parte del proceso se pueden notar que los métodos de trabajo son muy largos y los movimientos son muy repetitivos, por lo cual es necesario buscar cómo comprimirlos, el personal no utiliza metodologías adecuadas para trabajar, reducir los tiempos y los movimientos que actualmente se presentan en el proceso y otros detalles que surgen en el día a día en la producción.

Para solucionar el problema es fundamental escoger detalladamente una herramienta de mejora que permita la corrección de fallas que existe actualmente en el área, para eso se tomaron unos tiempos en cada proceso del empaque, los cuales se incluyen en un diagrama de proceso. A

partir de esto se analizó cuáles son los objetivos y las preguntas problema las cuales se buscan resolver.

### **3.3 Técnicas y Fuentes de Recolección**

La recolección de la información se realizó tomando los tiempos que hay en la máquina mezcladora y los movimientos implicados en el proceso, con el fin de encontrar las falencias que se presentan en el área de empaque.

### **3.4 Problema de investigación**

#### **3.4.1 Descripción de la compañía**

La compañía INSA REGINAL SAS es una empresa colombiana formada con capital extranjero. Se especializa en la fabricación de sabores líquidos, sabores en polvo y colorantes para la industria de bebidas y alimentos.

### 3.5 Caracterización de productos.

Tabla 1 Características del producto.

Descripción	Imagen	uso
envase de 2.5 galones, presentación de los colorantes líquidos	 <p>Figura 2</p>	Compuesto que permite cambiar el color de la mezcla, sin afectar o modificar su textura, sabor y consistencia
envase de 5.0 galones, presentación de los sabores líquidos	 <p>Figura 3.</p>	Mezclas de componentes fácil de diluir en agua y diseñadas para brindar el mejor sabor al producto final
Caja corrugada, empaque de producto en polvo	 <p>Figura 4.</p>	Por su resistencia y flexibilidad, protege al producto en polvo de cualquier golpe, perforaciones que pueda sufrir durante su traslado

Fuente: Autores.

#### **4. Resultados**

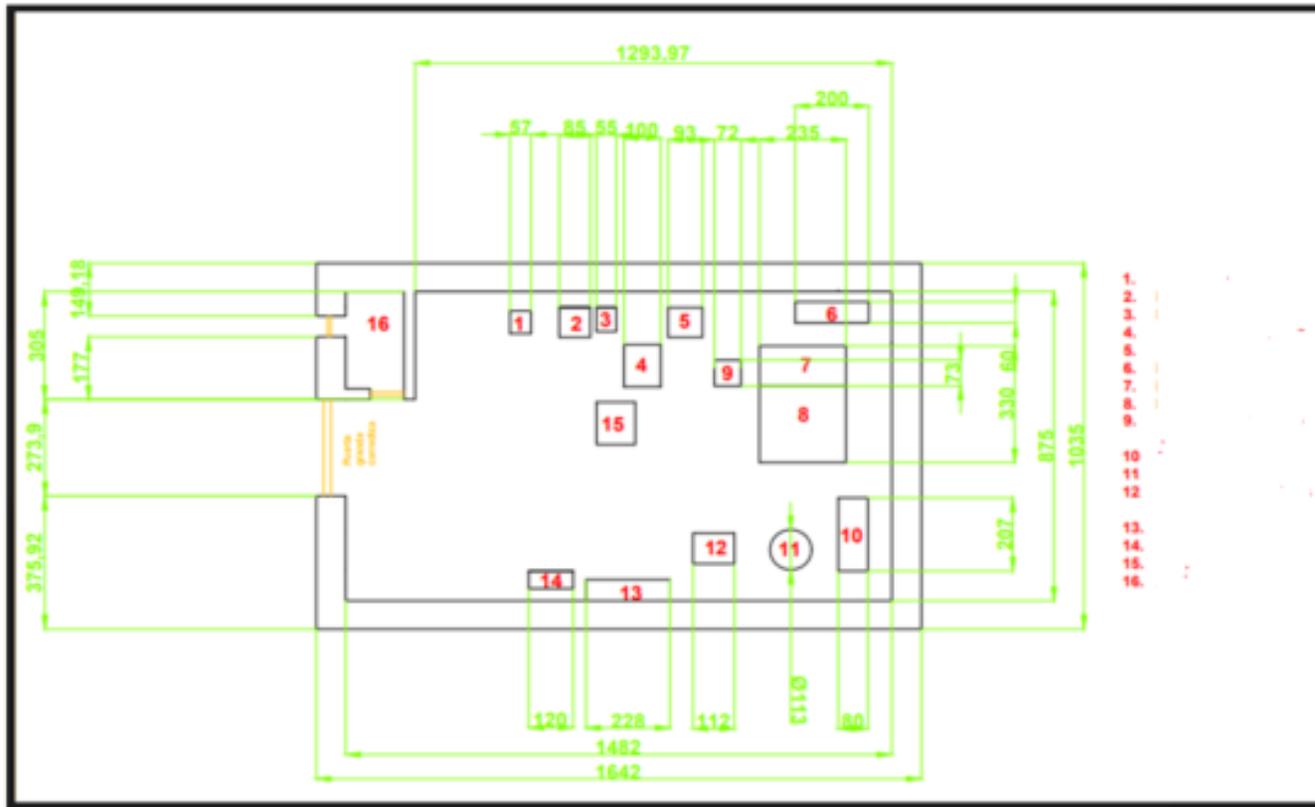
##### **4.1 Descripción del proceso**

A continuación, se adjunta plano del área del cuarto de polvos donde se lleva a cabo el proceso de fabricación y empaque de los productos secos.

El sistema de mezclado consiste en una instalación de la maquina mezcladora de cintas helicoidal, su proceso de llenado se realiza manual, mediante una plataforma donde se encuentran dos operarios, la materia prima es llevada a través de un montacarga eléctrico, dicha montacarga sube la materia prima a una altura de 1 metro y 50 centímetros y se procede a llenar la máquina de cintas helicoidal.

El producto mezclado es descargado en un tanque y transportado en una estibadora hidráulica con destino a las balanzas, se cuenta con 3 balanzas ubicadas en la parte superior del cuarto de polvos y un recolector de polvos en el ambiente marca Donalson es el encargado de aspirar los polvos volátiles que se encuentran en el ambiente. En las balanzas se colocan las cajas con las bolsas previamente armadas, se inicia el proceso de llenado manual, alcanzado el peso solicitado el operario cierra las bolsas con amarras, y sellas las cajas. Posterior se estiban.

Ilustración 6 Plano Cuarto de Polvos.



Fuente: Autores.

#### 4.2 Situación actual del Sistema de Mezclado

El proceso de fabricación se aplica para todos los productos realizados con materias primas secas, se realiza a través de la maquina Mezcladora de cintas helicoidal. Como se muestra en la figura 2 el mezclador de cintas helicoidal también llamados Ribbon Blender (licuadora de cintas) posee un canal horizontal en forma de herradura y un agitador de cintas diseñado especialmente, este mecanismo básicamente genera un movimiento en sentido contrario, una de las cintas empuja lentamente los sólidos hacia atrás, mientras que la otra empuja rápidamente los sólidos hacia adelante. Al desarrollar estos movimientos se crea una turbulencia que lleva al mezclado de las materias primas.

*Ilustración 7 Mezclador de cintas helicoidal.*



Fuente: trustarpack

El tiempo total usado en el empaque de los productos en polvo se registra en la tabla 2.

*Ilustración 8 Tiempo promedio de empaque por producto. Tomado desde septiembre 2019 hasta septiembre 2020.*

Item	Promedio de empaque Kg * Hora	MEDIA	MEDIANA	MODA
F-920	313,8	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>465,3</b>			

Fuente: Los autores.

Por definición la media, también conocida como promedio, es el valor que se obtiene al dividir la suma de un conglomerado de números entre la cantidad de ellos. Otra medida de tendencia central es la mediana. La mediana es el valor de la variable que ocupa la posición central, cuando los datos se disponen en orden de magnitud y la moda de una distribución se define como el valor de la variable que más se repite (Quevedo Ricardi, 2011).

Desde la creación de la empresa en agosto de 2019, se han empacado alrededor de 106.513 kg, discriminados en la tabla 2<sup>2</sup>. Donde se evidencia una estrecha relación entre la línea de sabores líquidos y la línea de sabores en polvo.

<sup>2</sup> Datos tomados hasta septiembre 30 de 2020.

Tabla 2 Cantidad Empacada por Línea, desde agosto de 2019 hasta septiembre de 2020.

<b>LÍNEA</b>
<b>EMPACADO POLVOS</b>
<b>EMPACADO SABORES</b>
<b>EMPACADO COLORES</b>
<b>TOTAL</b>

Fuente: Los autores.

#### 4.3 Proceso de Producción Actual de Polvos

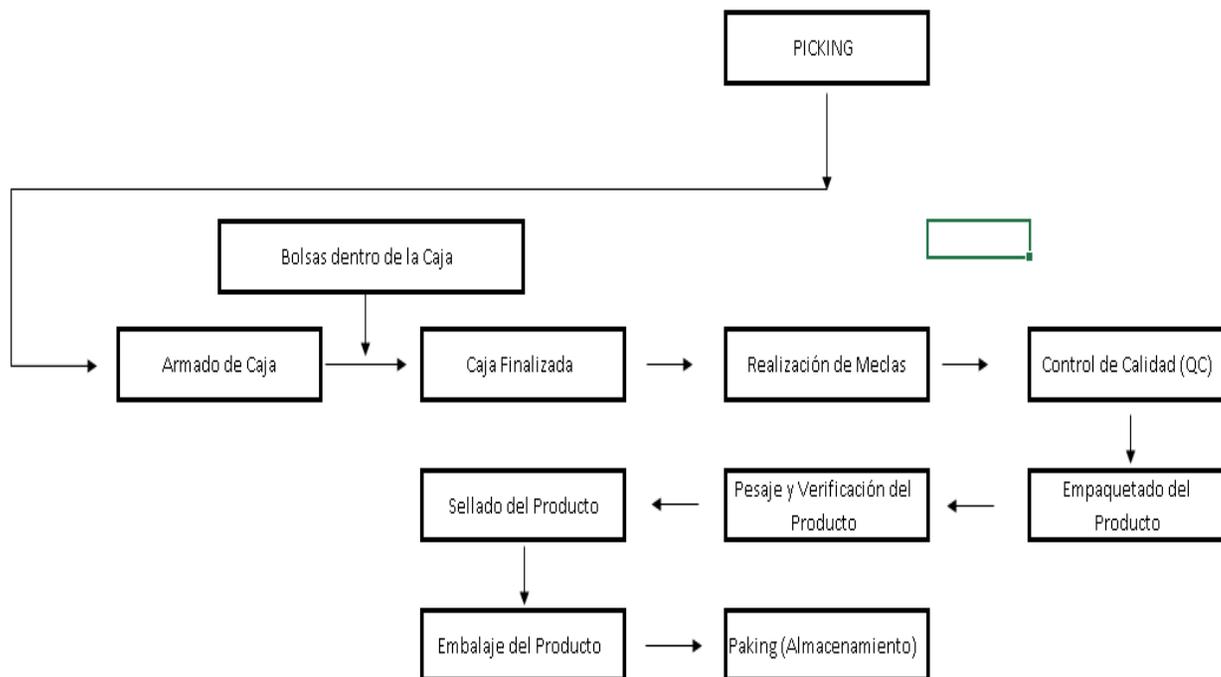
Se evidencia durante la fabricación de sabores en polvo en el cuarto de mezclas secas, un proceso de empaque completamente manual, lento y dependiente de los operadores en todo momento, llevando a pérdida de tiempos y movimientos.

Este surge después de la aprobación del producto terminado por parte de control de calidad, el cual autoriza iniciar el proceso de empaque.

En la Ilustración 6 se muestra el macroproceso del sistema de empaque actual.

Ilustración 9 Mapa de proceso

MAPA DE PROCESOS EMPAQUETADO DE POLVOS



Fuente: Los autores.

El diagrama de bloques muestra el proceso de fabricación de los productos en polvo desde el alistamiento de las materias primas, producción y finaliza con el almacenamiento del producto terminado en la bodega para despacho.

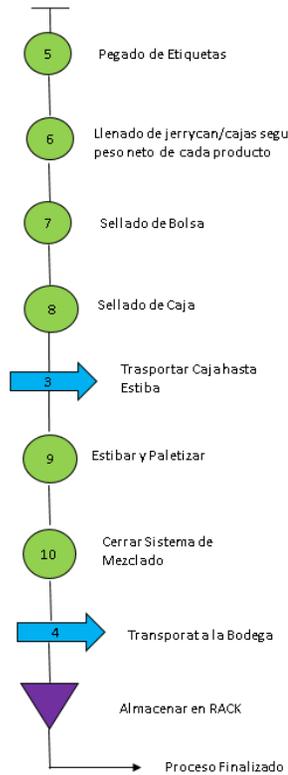
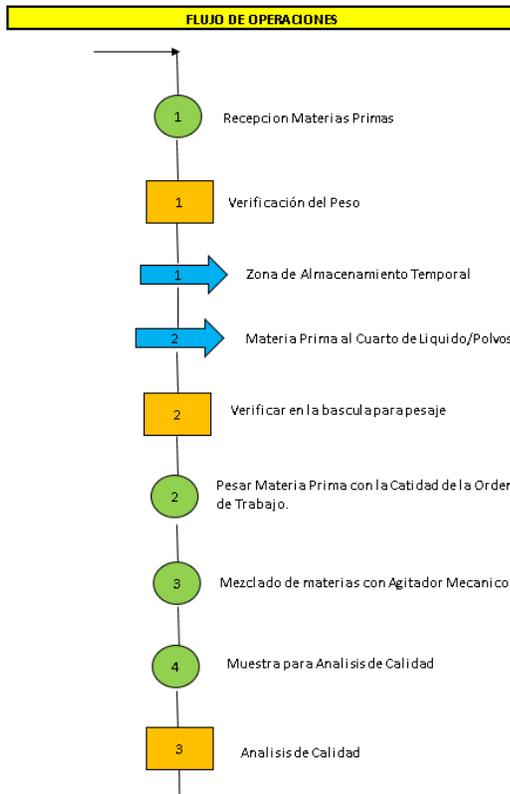
Para el proceso de empaque en la maquina mezcladora de cintas helicoidal de materias primas secas en la elaboración de sabores en polvo de 25 Kg, se inicia la producción desde el Área de Packing, la cual consiste en realizar la separación de las materias primas y el material de empaque, para ser llevado al cuarto de producción, después de haber realizado esta operación, se procede a realizar el Armado de las Cajas, las cuales llevaran el producto terminado.

Mientras se realiza el proceso del Armado de la Caja (con su respectiva bolsa y amarras), los polvos se encuentran dentro de la mezcladora de cintas, al terminar el proceso de mezclado, se lleva una muestra de producto terminado al área de Control de Calidad, en donde realizarán las respectivas verificaciones organolépticas y fisicoquímicas, a través de unas pruebas ya establecidas, en donde darán su respectivo resultado. Si la mezcla sale aprobada, de inmediato se da aviso al personal de producción para iniciar el proceso de descarga del polvo y su posterior empaque, en caso contrario que la muestra no cumpla con los parámetros establecidos, el área de control de calidad dictamina los pasos a seguir.

Ya en el sitio dispuesto de Empacado, se procede a guardar la mezcla de polvo dentro de la bolsa, para ello se debe verificar que se llegue al peso objetivo de la etiqueta, siendo necesario adicionar o sacar producto según el caso y sellar con amarras plásticas, dicha bolsa se encuentra dentro de la Caja ya armada. Al realizar la verificación, se lleva la caja al Área de Sellado donde cerrarán la Caja y le pondrán las etiquetas.

Finalmente, las cajas se llevan al área de Embalaje para que sean acomodadas en estibas y puedan ser llevadas al Packing es decir al área de Almacenamiento.

Ilustración 10 Flujo de Operaciones.



RESUMEN		
SIMBOLOS	NOMBRE	NUMERO
●	OPERACIÓN	10
■	INSPECCIÓN	3
➡	TRANSPORTE	4
▼	ALAMCENAMIENTO	1
TOTAL DEL PROCESO		18

Fuente: los autores.

En el flujo de operaciones se encuentra todo el proceso del empaquetado de polvos, inicia desde el alistamiento del material de empaque, de acuerdo con la cantidad producida delimitada por la orden de producción. Este material es entregado por bodega al auxiliar de producción. Como primer movimiento encontramos la recepción de la materia prima esto se refleja como una operación, luego de realizar la recepción pasa a realizar una inspección la cual es verificar el peso de las cajas, finalizado la verificación, se procede a transportarse a la zona de almacenamiento temporal y luego al cuarto de líquido/polvos, antes de realizar el proceso de llenado de las bolsas se verifican las basculas de pesaje y se procede a realizar las operaciones del pesaje de la materia prima, el mezclado de materia con el agitador mecánico y la muestra para el análisis de calidad. Después de todas estas operaciones se realizan los análisis de calidad, cuando calidad da el visto bueno de la muestra, la mezcla es guardada en la caja para que realicen las operaciones de pegado de etiquetas, del llenado de la caja con un peso establecido, el sellado de la bolsa y finalmente el sellado de la caja.

Por último las cajas ya selladas se transportan a la estiba, al momento de llenar la estiba con una cantidad de 10 cajas se lleva a la bodega para que sea almacenado en el Rack y pueda ser distribuido.

Ilustración 11 Materiales de empaque.

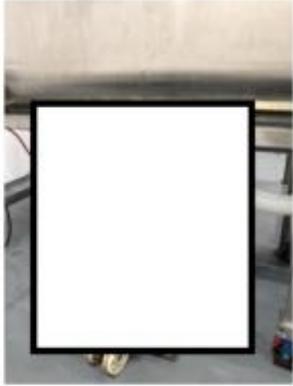
Elemento	Imagen	Fuente
<b>bolsa plastica</b>	 Figura 7	<a href="https://rutren.com/producto/bolsa-transparente-90x1-20-kg/">https://rutren.com/producto/bolsa-transparente-90x1-20-kg/</a>
<b>caja de carton</b>	 Figura 8.	<a href="https://www.uline.com/Product/Detail/S-4125/Corrugated-Boxes-200-Test/12-x-12-x-12-Corrugated-Boxes">https://www.uline.com/Product/Detail/S-4125/Corrugated-Boxes-200-Test/12-x-12-x-12-Corrugated-Boxes</a>
<b>amarras plasticas</b>	 Figura 9.	<a href="https://www.ttp.cl/index.php/es/menu/camion/conexioneselectricas/amarras/item/235-amarra-plastica-390-x-7-6-mm">https://www.ttp.cl/index.php/es/menu/camion/conexioneselectricas/amarras/item/235-amarra-plastica-390-x-7-6-mm</a>

Fuente: Autores

Los materiales de empaque son llevados al cuarto de líquidos, donde un auxiliar de producción arma las cajas y les pone doble bolsa plástica.

Una vez el producto terminado está aprobado por parte de calidad, prosigue el proceso de empaque. Esta va desde la primera dosis del producto terminado al tanque de descarga y finaliza con el empaque manual.

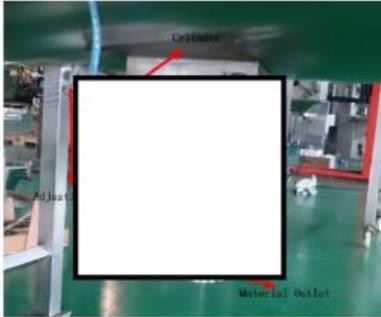
*Ilustración 12 Tanque de descarga.*



Fuente: Cuarto de polvos.

Este sistema manual implica que un operador este pendiente del llenado del tanque de descarga, por medio de un pistón, el cual abre o cierra para dar paso a la descarga del polvo y cuyo punto de referencia para determinar si está lleno o no el tanque, es a través de un cálculo visual; llevado a un posible error humano donde el producto se derrame y caiga al piso, lo cual automáticamente se rechazaría por parte de Calidad. Es puntual aclarar que la capacidad de la mezcladora de cintas está delimitada por la densidad del producto a fabricar, el cual en promedio ronda los 500 Kg.

*Ilustración 13 Pistón de descarga.*



Fuente: Cuarto de polvos.

*Ilustración 14 Descarga de producto terminado.*



Fuente: Cuarto de polvos.

Seguidamente el tanque de descarga es transportado 7 metros al sitio de llenado. El pesaje se realiza colocando las cajas sobre una báscula y manualmente llenándolas según el peso reportado en la etiqueta del producto, realizando sustracciones o adiciones hasta llegar al peso objetivo; esta actividad de llenado es realizada por dos operadores, los cuales se apostan a lado y lado del

tanque de descarga. Por la posición del tanque de descarga durante el pesaje es necesario que el operador gire su cuerpo para recolectar producto y adicionarlo a la caja, provocando molestias ergonómicas por el tipo de movimiento.

*Ilustración 15 Pesaje de producto.*



Fuente: Cuarto de polvos.

Seguidamente, procede a cerrar las bolsas con las amarras plásticas. Una para la bolsa plástica interna y otra para la externa. Ver Figura 8. Amarras plásticas.

*Ilustración 16 Sellado de bolsa interna plástica.*



Fuente: Cuarto de polvos.

El operador debe pegar la etiqueta, desplazarse 1 metro hasta la dosificadora de cinta de cartón activada por agua, accionarla, tomar la tira y posteriormente devolverse y sellar la caja, este movimiento debe ser rápido porque se corre el riesgo que se seque la tira de cartón. Finalmente, el operador sujeta la caja y la apila en su respectiva estiba plástica, este desplazamiento es de alrededor 1 metro. Y se pueden apilar máximo 27 cajas por estiba.

*Ilustración 17* Dispensador de Cinta Actividad por Agua.



Fuente: Autores.

*Ilustración 18* Cajas estibadas.



Fuente: Cuarto de polvos.

Ilustración 19 Mermas consolidadas por línea, tomado desde agosto de 2019 hasta septiembre de 2020.

□

% PERDIDA CONSOLIDADO POLVOS HASTA SEPT-2020	% PERDIDA TEORICO POLVOS HASTA FEB-2020
% PERDIDA CONSOLIDADO COLOR	% PERDIDA TEORICO COLOR
% PERDIDA CONSOLIDADO SABOR	% PERDIDA TEORICO SABOR

Fuente: Los autores.

La tabla 5, es un cuadro comparativo entre lo proyectado como porcentaje teórico de pérdida por línea con datos tomados a febrero de 2020 y lo consolidado en lo que va del año.

Este inconveniente solo se presenta en el área de polvos, en el proceso de sabores líquidos y colorantes el proceso de empaque es más dinámico.

Finalmente, el producto terminado estibado se entrega al área de bodega para su respectivo almacenamiento y posterior despacho.

El objetivo de este estudio es la exploración de herramientas que se puede implementar como alternativa de rediseño para el proceso de empaque, el cual permita estandarizar la operación y mejorar la eficiencia.

#### 4.4 Producción Consolidada de Polvos

La tabla 4, muestra la cantidad de producto en polvo fabricado.

*Ilustración 20 Producción de productos en polvo, desde agosto de 2019 hasta septiembre 2020.*

Items	Cantidad Empacada en Kg
F-8	□
F-8	
F-8	
F-9	
F-9	
<b>TOTAL</b>	

Fuente: Los autores.

Para todos los productos en polvo, los análisis de calidad son similares. Estos son pruebas organolépticas (color, olor, sabor) y pruebas fisicoquímicas (densidad aparente y humedad en balanza).

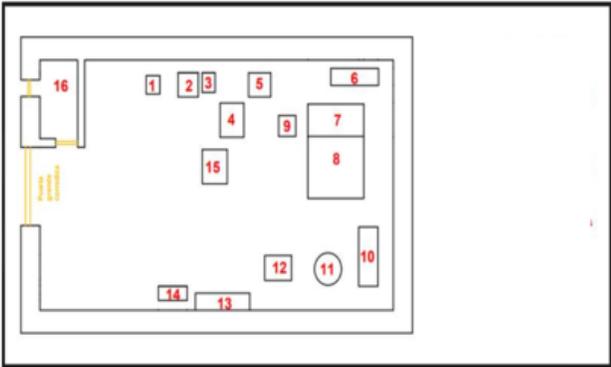
#### 5. Análisis de asociación para cada objetivo específico

En este espacio del proyecto, se dará resolución a cada uno de los objetivos específicos propuestos, partiendo del diagnóstico actual en la que se encuentra el sistema de empaque, la metodología para estandarizar el proceso y las mejoras propuestas.

**Objetivo específico No.1**

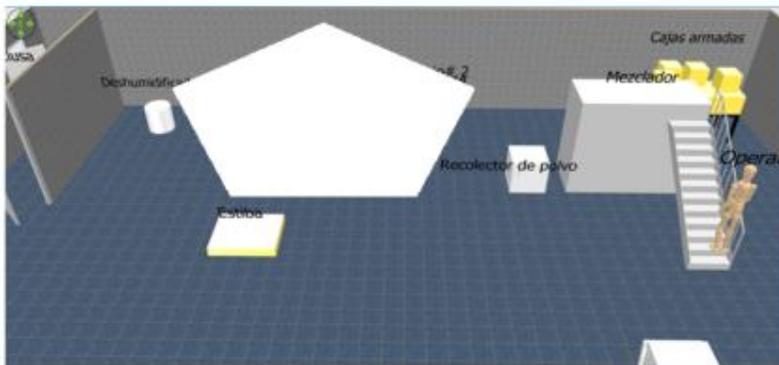
- ✓ **Realizar diagnóstico del proceso actual de empaque.**

*Ilustración 21 Distribución del cuarto de polvos.*



Fuente: Autores.

*Ilustración 22 cuarto de polvos desde la perspectiva SweetHome 3D.*



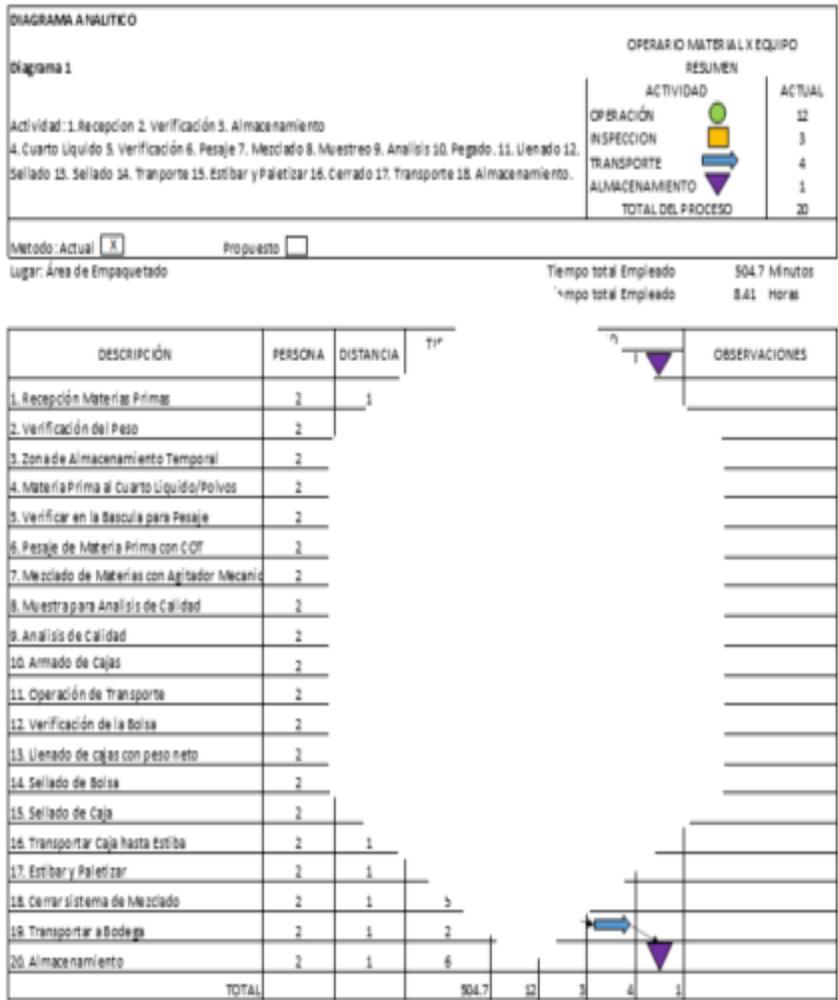
Fuente: Autores

En la Ilustración 16 representamos de la forma más real posible la distribución actual del cuarto de polvos, ver cada una de las máquinas y componentes que intervienen en el área física de manera tridimensional facilitará la detección y posibles mejoras aplicables para el proyecto. Una vez conocido el diagrama de distribución actual del cuarto de polvos, se puede aumentar el grado de detalle para una mejor comprensión del sistema objeto de estudio, para esto se recurre al diagrama analítico del proceso.

Un diagrama analítico es la representación gráfica del orden de todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes que tienen lugar durante un proceso o procedimiento, y comprende la información considerada adecuada para el análisis, como, por ejemplo: tiempo requerido y distancia recorrida (Niebel & Freivalds, 2009).

En este orden ideas se realiza varios diagramas analíticos con el objetivo de tomar los tiempos y poder determinar las actividades que intervienen en el proceso.

Ilustración 23 Diagrama Analítico.



**DIAGRAMA ANALITICO**  
**FECHA DE MUESTREO: Marzo 16**

Diagrama 1

Actividad: 1.Verificación de Bolsa 2. Llenado de Caja 3. Sellado de Bolsa con Amarras 4. Sellado de Caja 5.Transportar hasta la Estiba

OPERARIO MATERIAL X EQUIPO	RESUMEN	ACTUAL
OPERACIÓN	ACTIVIDAD	4
TRANSPORTE		1
TOTAL DEL PROCESO		5

Método: Actual  Propuesto

Lugar: Área de Empequetado

Tiempo total Empleado 34:43:00 Minutos  
 Tiempo total Empleado 0.02 Horas

DESCRIPCIÓN	PERSONA	DISTANCIA (metros)	TIEMPO (min)	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES
1. Verificación de Bolsa	2				
2. Llenado de Caja	2				
3. Sellado de Bolsa con Amarras	2				
4. Sellado de Caja	2				
5. Transportar hasta la Estiba	2	1			
TOTAL TIEMPO			34:43		

**DIAGRAMA ANALITICO**  
**FECHA DE MUESTREO: Marzo 17**

Diagrama 1

Actividad: 1.Verificación de Bolsa 2. Llenado de Caja 3. Sellado de Bolsa con Amarras 4. Sellado de Caja 5.Transportar hasta la estiba

OPERARIO MATERIAL X EQUIPO	RESUMEN	ACTUAL
OPERACIÓN	ACTIVIDAD	4
TRANSPORTE		1
TOTAL DEL PROCESO		5

Método: Actual  Propuesto

Lugar: Área de Empequetado

Tiempo total Empleado 28:07:00 Minutos  
 Tiempo total Empleado 0.02 Horas

DESCRIPCIÓN	PERSONA	DISTANCIA	TIEMPO (min)	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES
1. Verificación de Bolsa	2	1	03:47		
2. Llenado de Caja	2	1			
3. Sellado de Bolsa con Amarras	2	1			
4. Sellado de Caja	2	1			
5. Transportar hasta la Estiba	2	1			
TOTAL TIEMPO			28:07		

**DIAGRAMA ANALITICO**  
**FECHA DE MUESTREO: Marzo 18**

Diagrama 1

Actividad: 1.Verificación de Bolsa 2. Llenado de Caja 3. Sellado de Bolsa con Amarras 4. Sellado de Caja 5.Transportar hasta la estiba

OPERARIO MATERIAL X EQUIPO	RESUMEN	ACTUAL
OPERACIÓN	ACTIVIDAD	4
TRANSPORTE		1
TOTAL DEL PROCESO		5

Método: Actual  Propuesto

Lugar: Área de Empequetado

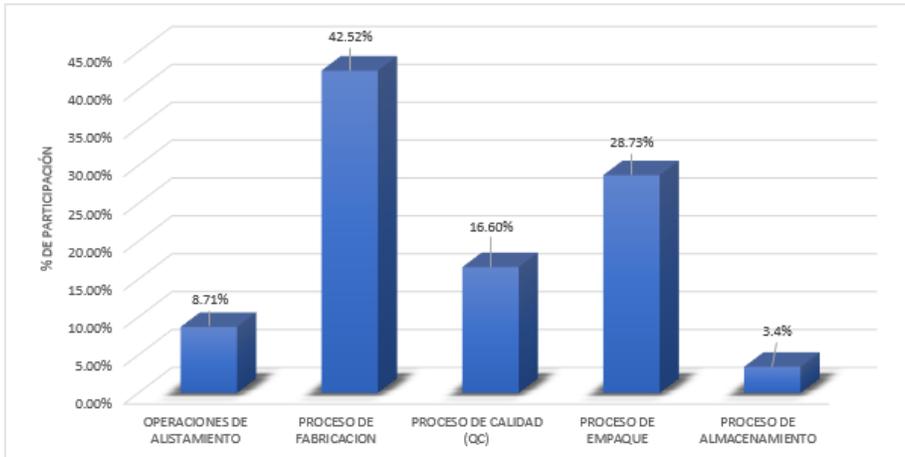
Tiempo total Empleado 22:27 Minutos  
 Tiempo total Empleado 0.02 Horas

DESCRIPCIÓN	PERSONA	DISTANCIA	TIEMPO (min)	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES
1. Verificación de Bolsa	2	1			
2. Llenado de Caja	2	1			
3. Sellado de Bolsa con Amarras	2	1			
4. Sellado de Caja	2	1			
5. Transportar hasta la Estiba	2	1			
TOTAL TIEMPO			22:27		

Fuente: Autores.

Con los datos obtenidos del diagrama analítico, se procede a tabular los datos con el objetivo de determinar el porcentaje de participación por actividades.

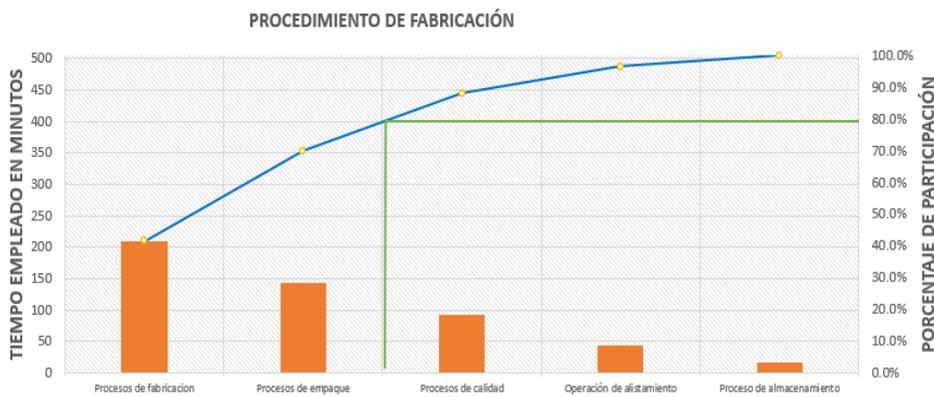
Ilustración 24 Porcentaje de participación de procesos en la fabricación de un lote de sabor en polvo.



Fuente: Autores.

El procedimiento de fabricación de los sabores en polvo para efectos de análisis fue dividido en 5 grandes operaciones y ponderado de acuerdo con el porcentaje de participación: Operaciones de alistamiento 8.71%, Procesos de fabricación 42.52%, Procesos de calidad 16.60%, Proceso de empaque 28.73%, Proceso de alistamiento 3.40%.

Ilustración 25 Proceso de fabricacion.

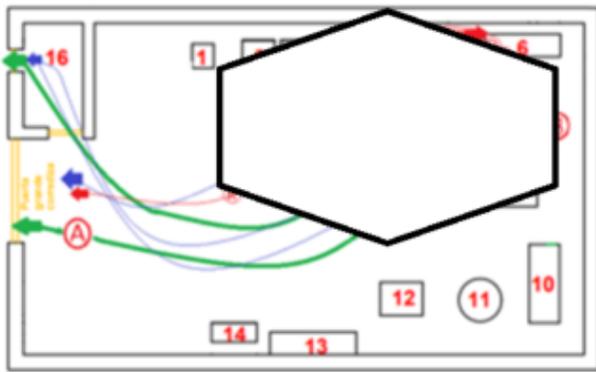


Fuente: Autores.

Por medio de un diagrama de Pareto, se reconoce que más del 80% del tiempo usado en el proceso de elaboración de sabores en polvo corresponde a dos grandes procesos que contribuyen en gran medida a la problemática global del procedimiento de fabricación. Respectivamente son Procesos de fabricación 42.52% y Proceso de empaque 28.73%. Siendo este último el tema de investigación del presente trabajo académico.

Para determinar los movimientos que realiza los operarios para completar sus tareas, se realiza un diagrama de espagueti. La utilidad de este método reposa en identificar como cambiar los movimientos para disminuir las caminatas o trayectos.

*Ilustración 26 Diagrama Espagueti.*



Fuente: Autores.

En el diagrama espagueti podemos trazar líneas y visualizar de manera gráfica que movimientos realiza el operario y conocer exceso de transporte, movimientos repetitivos y distancia que deben trasladar la materia prima.

Existen tres tipos de flujos en la figura número 18 que deben ser entendidos en el estado actual del proceso en donde:

- Línea de color verde: primer parte del proceso:
  - Movimiento A: entrada de materia prima
  - Movimiento D: muestra para análisis de calidad
- Línea de color azul: proceso de empaque primero operario
  - Movimiento B: tamizado
  - Movimiento C: mezclado
  - Movimiento F: llenado de tanque de descarga
  - Movimiento k: transporte de caja vacía
  - Movimiento G: empaque
  - Movimiento H: estibado
  - Movimiento I : segundo llenado de tanque de descarga
  - Movimiento J: tercer llenado de tanque de descarga
  - Movimiento E: entrega de producto terminado a bodega
- Línea de color rojo: proceso de empaque segundo operario
  - Movimiento N: llenado de tanque de descarga
  - Movimiento L: transporte de cajas vacías
  - Movimiento O: empaque
  - Movimiento M: estibado

- Movimiento P: segundo llenado de tanque de descarga
- Movimiento Q: tercer llenado de tanque de descarga
- Movimiento R: entrega de producto terminado a bodega

Con ayuda de dicho diagrama podemos realizar un estudio detallado de cómo están actualmente distribuidos cada uno de las maquinas en el puesto de trabajo y en qué lugares se encuentra mayor flujo o movimientos repetitivos, movimientos que no aportan ningún valor al producto final por lo contrario retrasan la producción.

Antes de realizar la aplicación de métodos y tiempos en la compañía, se estimaba el tiempo utilizado para empacar una caja de producto terminado en polvo, por medio de un promedio estadístico sacado de la hoja de trabajo por lote. El cual contenía la hora de inicio y finalización del proceso de empaque, la resta entre estas horas se dividía entre el número de cajas obtenidas y ese era el tiempo estimado.

Con la información recolectada por el diagrama analítico, los cálculos del porcentaje de intervención de procesos en la fabricación de un lote de sabor en polvo y diagrama de espagueti, se procede a realizar un cálculo estimado del tiempo empleado en el proceso de empaque. Arrojando como resultado un tiempo de 3.42 minutos por caja empacada de producto terminado. Es de aclarar que a este dato no se le ha calculado el tiempo estándar.

*Ilustración 27 Producción actual.*

#### CALCULOS DE PRODUCCIÓN - ACTUAL

TIEMPO OBSERVADO - MINUTOS	3.43
NUMERO DE UNIDADES POR HORA	17
NUMERO DE UNIDADES POR TURNO	140
NUMERO DE UNIDADES POR DIA	140
NUMERO DE TURNOS POR DIA	1
NUMERO DE HORAS POR TURNO	8
NUMERO DE DIAS LABORADOS	22
PRODUCCION MENSUAL - CAJAS	3079

Fuente: Autores.

#### 5.1 Conclusión del Objetivo 1

Al aplicar los métodos de tiempos y movimientos en el proceso actual de empaque, se obtuvo un tiempo observado de 3,43 minutos por caja empacada. Durante una jornada laboral de 8 horas se pueden empacar 140 cajas. Siguiendo esta regla al final del mes se obtendrían 3088 cajas, lo que representa un total de (3079 cajas \* 25 Kg c/u) 76.975 Kg empacados. Cabe aclarar que el tiempo estándar será desarrollado y aplicado en el objetivo específico No. 2.

## 5.2 Objetivo específico No. 2

### 5.2.1 Plantear un estudio de métodos y tiempos para estandarizar el proceso de empaque del producto en polvo.

Según (Salazar López, 2019), El tamaño de la muestra o cálculo de número de observaciones es un proceso vital en la etapa de toma de tiempos, dado que de este depende en gran medida el nivel de confianza del estudio de tiempos. Este proceso tiene como objetivo determinar el valor del promedio representativo para cada elemento.

El método utilizado para determinar el número de observaciones es:

- Método Estadístico

*Ilustración 28 Nivel de confianza.*

NIVEL DE CONFIANZA DEL 95,45% Y UN MÁRGEN DE ERROR DE  $\pm 5\%$

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Siendo:

$n$  = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

$n'$  = Número de observaciones del estudio preliminar

$\Sigma$  = Suma de los valores

$x$  = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45%

Fuente: Autores.

Para la ejecución del tiempo estimado se dividió el proceso de empaque en 5 actividades. Para lo cual se vio la necesidad de realizar mediciones a cada uno para conocer con claridad el tiempo empleado y poder obtener un tiempo estándar.

Ilustración 29 Actividades de empaque.

VERIFICACION LA BOLSA
LLENADO DE CAJA
SELLADO BOLSAS CON AMARRAS
SELLADO DE LA CAJA CON CINTA
TRASPORTE HASTA ESTIBA

Fuente: Autores.

Dado que estas actividades son las que intervienen directamente en el proceso de empaque y corresponden al 28.73% (3.29 minutos) del tiempo total empleado requerido para fabricar un batch de 600 Kg. Como se evidencia en la siguiente tabla 11 resaltada en color amarillo.

Tabla 3 Tiempo de operaciones.

Actividades	tiempo - minutos	Repeticiones * Hora	Tiempo total - minutos	% de participacion	
ALISTAMIENTO MATERIA PRIMA (MP)	30.0			6.07%	OPERACIONES DE ALISTAMIENTO
VERIFICACION MP	5.0			1.01%	
ALMACENAMIENTO TEMPORAL MATERIA PRIMA AL CUARTO	1.0				
VERIFICAR BASCULAS					
FABRICACION					PROCESO DE FABRICACION
MEZCLADO					
SACAR MUESTRA PARA QC					PROCESO DE CALIDAD (QC)
ANALISIS QC					
ARMADO CAJAS					PROCESO DE EMPAQUE
OPERACIONES DE TRASPORTE					
VERIFICACION LA BOLSA					
LLENADO DE CAJA					
SELLADO BOLSAS CON AMARRAS					
SELLADO DE LA CAJA CON CINTA					
TRASPORTE HASTA ESTIBA					
ESTIBAS Y PALETIZAR	2.0			0.81%	PROCESO DE ALMACENAMIENTO
CERRAR EL BATCH EN EL SISTEMA	5.0			1.01%	
ENTREGAR PT A BODEGA	2.0	1		0.40%	
ALMACENAMIENTO EN EL RACK	6.0	1	6.0	1.21%	
				100.00%	

Tiempo total empleado	489.9	minutos
Tiempo total empleado	8.23	Horas
Batch de	600	Kg

Fuente: Autores.

Para ello se realiza tomando 5 lecturas sí los ciclos son > 2 minutos, esto debido a que hay más confiabilidad en tiempos más grandes, que en tiempos muy pequeños donde la probabilidad de error puede aumentar.

Tabla 4 Confiabilidad de los tiempos.

NUMERO DE MEDICIONES	TIEMPO ACERCA DE LAZAR BOLSA - MIN. SEGUN DIOS	LLENADO DE CABA - MIN. SEGUN DIOS	SELLADO BOLSAS CON ASERRAS - MIN. SEGUN DIOS	SELLADO DE LA CABA CON CORTA - MIN. SEGUN DIOS	TRASPORTE HASTA SU TIRA - MIN. SEGUN DIOS	TIEMPO TOTAL - MIN. SEGUN DIOS	Conversiones (en minutos)	
							$\Sigma x$	$\Sigma x^2$
1								
2								
3								
4								
5								

$\Sigma x$	18.22
$\Sigma x^2$	47.37

Número de observaciones	5
Tamaño de muestra deseado	24

Fuente: Autores.

- Numero de observaciones preliminares: 5
- Aplicando el método estadístico se obtiene que el número de observaciones debe ser: 24

Dado que el número de observaciones preliminares (5) es inferior al requerido (24), debe aumentarse el tamaño de las observaciones preliminares, luego recalcular **n**. Puede ser que en recálculo se determine que la cantidad de 24 observaciones sean suficientes. Se procede a tomar los tiempos restantes.

Tabla 5 Toma de tiempos.

NÚMERO DE MEDICIONES	VERIFICACIÓN DE CAJA Y BOLSAS - MEN SEGUNDOS	LLENADO DE CAJA - MEN SEGUNDOS	SELLADO BOLSAS CON AMARRAS - MEN SEGUNDOS	SELLADO DE LA CAJA CON COSTA - MEN SEGUNDOS	TRANSPORTE BUNTA DE TRABAJO - MEN SEGUNDOS	TIEMPO TOTAL - MEN SEGUNDOS	Conversiones estadísticas de datos	
							$\Sigma x$	$\Sigma(x-y)$
1							751	
2							6	
3							3	
4							3	
5							4	
6							8	
7							0	
8							3	
9							4	
10							7	
11							0	
12							7	
13							3	
14							7	
15							3	
16							1	
17							1	
18							0	
19							0	
20							7	
21							8	
22							8	
23							4	
24							7	
25							0	
26							4	
27							100	
							<b>88.60</b>	<b>295.16</b>
							Número de observaciones preliminares	27
							Tamaño de muestra obtenido	24

Fuente: Autores.

Se repite el cálculo por medio del método estadístico y se obtiene que las observaciones preliminares (27) son superiores a las requeridas de (24). Con estas se trabajará para hallar el tiempo estándar. Finalmente se decide trabajar con 26 observaciones.

Para la realización de este estudio de tiempos se tomó como referencia a un auxiliar de producción con desempeño estándar, el cual se define como el nivel de desempeño que logra un operario con mucha experiencia que trabaja en las condiciones acostumbradas a un ritmo ni muy rápido ni muy lento, pero representativo de uno que se puede mantener durante toda una jornada (Niebel & Freivalds, 2009).

Mediante la tabla de esta investigación, se aplica el método de valoración para el auxiliar de producción escogido en el proceso de empaque, obteniendo los siguientes valores:

- Habilidad: C2 - Bueno = +0.03

La «habilidad» se define como el aprovechamiento al seguir un método dado

- Condiciones: promedio = +0.05

Las «condiciones» son aquellas condiciones que afectan solo al operador y no a la operación (luz, ventilación, calor).

- Esfuerzo: C2 - Bueno = +0.02

El «esfuerzo» se define como una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia.

- Consistencia: promedio = 0

La consistencia es el grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media.

Con base a estos datos, el desempeño estándar de un trabajador calificado se asume como el 100/100 de rendimiento, por ello a esta valoración se deben de adicionar los valores de la tabla según la **habilidad**, esfuerzo, las condiciones y la consistencia percibidas por el especialista (Salazar López, 2019). Para este caso se obtuvo que el índice de desempeño (ID) de: 110% = (1,10).

**Comentado [D1]:** COMO EL PROYECTO ES ESTANDARIZACION Y PROPONEN EN UNO D ELOS OBJETIVOS MEJORAR LA DISTRIBUCION EN PLANTA – LAYOUT, SERIA INTERESANTE OBSERVAR LOS TIEMPOS DESPUES DE LA NUEVA DISTRIBUCIÓN PARA VER SI SE LOGRA MEJORAR



Con relación a las tolerancias descritas en la tabla de desempeño y holgura, para el colaborador se obtuvo un 26 %.

- Suplemento por necesidades personales: 5
- Suplemento por fatiga: 4
- Suplemento por trabajar de pie: 2
- Suplemento por postura anormal: Ligeramente incomoda: 0
- Uso de la fuerza: levanta 25 Kg: 13
- Mala iluminación: Normal: 0
- Condiciones atmosféricas: 0
- Tensión visual: Cierta precisión: 0
- Ruido: Continuo: 0
- Tensión mental: Algo compleja: 1
- Monotonía: monótono: 1
- Monotonía física: trabajo algo aburrido: 0

El tiempo estándar para la actividad de empaque es de 4,79 minutos. Con esta información se puede determinar la producción mensual de la empresa y obtener un panorama más claro en cuanto a la atención de la demanda.

Haciendo un cálculo en base al tiempo estándar obtenido, se obtiene que se puede producir 2203 unidades de forma mensual con un trabajador.

Tabla 6 Producción mensual.

#### PRODUCCIÓN MENSUAL

TIEMPO ESTANDAR - MINUTOS	4.79
NUMERO DE UNIDADES POR HORA	13
NUMERO DE UNIDADES POR TURNO	100
NUMERO DE UNIDADES POR DIA	100
NUMERO DE TURNOS POR DIA	1
NUMERO DE HORAS POR TURNO	8
NUMERO DE DIAS LABORADOS	22
PRODUCCION MENSUAL - CAJAS	2203

Fuente: Autores.

$$\text{Producción mensual} = \frac{8 \text{ horas} * 5 \text{ días} * 4 \text{ semanas}}{\text{tiempo estandar}}$$

### **5.3 Conclusión Objetivo 2:**

Por definición el tiempo estándar es el tiempo que necesita un operador cualificado y entrenado para ejecutar una operación, trabajando a una velocidad normal.

Una de las principales preguntas de la industria es la productividad, y como es su aplicación para determinar la rentabilidad y la competitividad de una compañía. Sin embargo, muchas veces las organizaciones interpretan los indicadores de rentabilidad y competitividad basados en percepciones en lugar de datos cuantitativos como lo es el tiempo estándar de las operaciones. Por eso es tan importante la sistematización del tiempo estándar en el proceso de producción.

Aplicando el estudio de métodos y tiempos se logró determinar el tiempo estándar del proceso actual de empaque, arrojó un tiempo estimado de 4.79 minutos por caja empacada. Durante una jornada laboral de 8 horas se Pueden empacar 100 cajas. Siguiendo esta regla al final del mes se obtendrían 2203 cajas, lo que representa un total de (2203 cajas \* 25 Kg c/u) 55.075 Kg empacados.

### 5.4 Objetivo específico No. 3

- ✓ Proponer un diseño de distribución en planta para mejorar el flujo del proceso de empaque de polvos y disminuir el flujo en un 10%.

Para la realización de este objetivo se utilizó el programa de simulación PROMODEL. Este software está especializado en realizar simulaciones de procesos industriales en animación y optimización, permite controlar todo los tiempos y movimientos que se puedan presentar en un proceso, en un manejo de materiales etc.

En ProModel se puede simular todo tipo de procesos como lo son: sistemas de manufactura, logística, bandas de transporte, ensamble, corte, fundición etc.

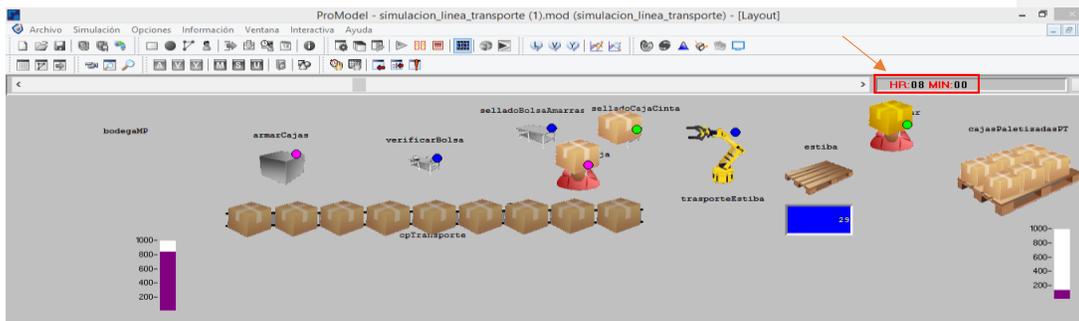
Al ver estos beneficios que posee el software, se realizó la simulación del proceso actual y así podemos verificar el tiempo que se demora cada proceso, adicionalmente podemos encontrar cuál de los procesos es el que está tomando más tiempo y cuál es el que queda con más tiempo libre.

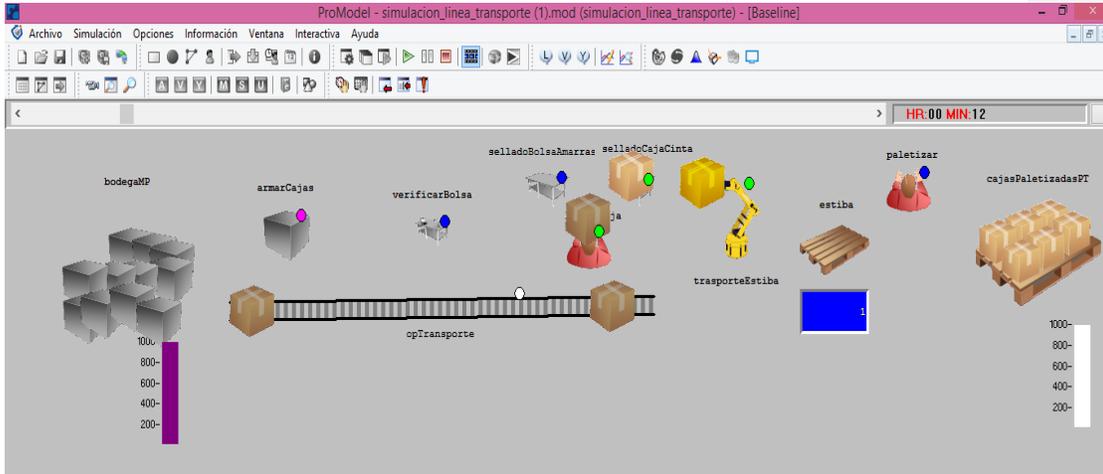
Adicionalmente podemos analizar y comparar los tiempos que se presentan en el proceso actual con el proceso recomendado y así poder encontrar las diferentes mejoras que se tuvieron.

## 6. Simulación proceso actual

La simulación que se realizó del proceso actual se hizo en base a una jornada laboral normal es decir de ocho (8) horas diarias.

Ilustración 31 Simulación en Promodel.



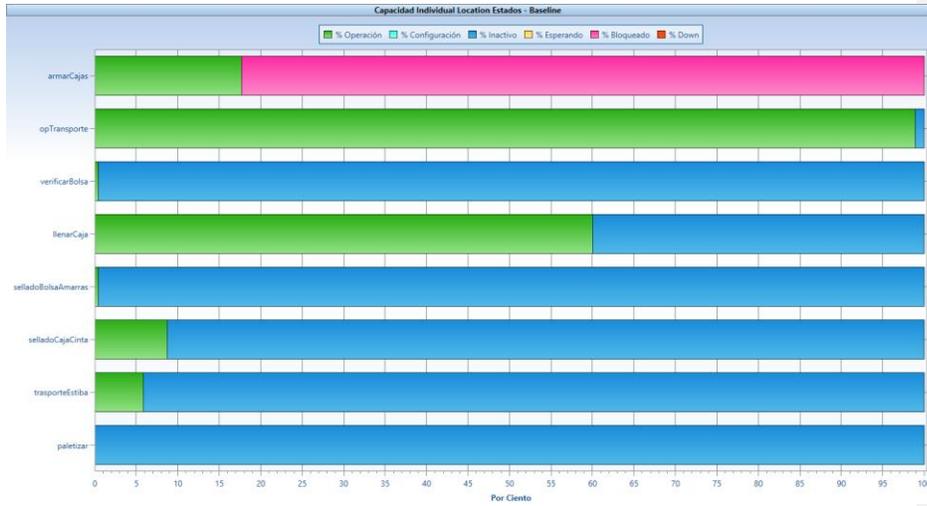


Fuente: Promodel.

### 6.1 Resultado proceso actual

Conforme a la simulación del proceso actual se obtuvieron los siguientes resultados.

Ilustración 32 Porcentaje de operación por actividades.



Fuente: Autores.

En la tabla No. 7 podemos observar el porcentaje de operación de cada actividad, las cuales se distribuyen de la siguiente forma:

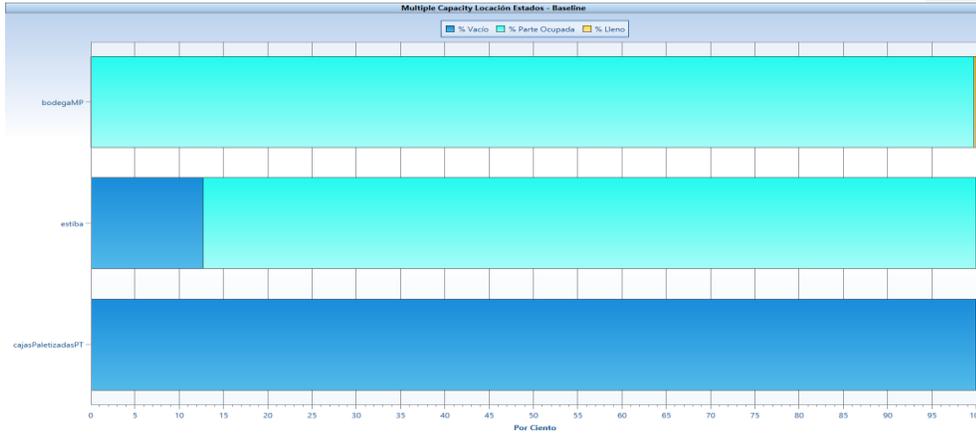
*Tabla 7 Porcentaje de operación por actividades.*

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>% OPERACION ACTIVADA</b>	<b>% OPERACIÓN INACTIVO</b>
Armado de Cajas	17,71	82,29
Operación de Transporte	98,96	1,04
Verificación de la Bolsa	0,42	99,58
Llenado de la Caja	60,08	39,92
Sellado de la Bolsa con Amarras	0,42	99,58
Sellado de Caja	8,75	91,25
Transporte de Estibas	4,83	94,17

Fuente: Autores.

Al analizar la tabla No. 7 podemos observar que la actividad que mantiene en más funcionamiento es la operación de transporte la cual consta del llenado del tanque de descarga, llevado a la báscula, cuando el tanque este vacío se debe llevar a la mezcladora para ser cargado de nuevo, con un porcentaje de actividad del 98,96%, y la actividad que menos produce son las operaciones de verificación de la bolsa y el sellado de bolsa con amarras con un porcentaje de 0,42% de actividad.

Ilustración 33 Capacidad de las actividades.



Fuente: Autores.

Tabla 8 Capacidades por actividad.

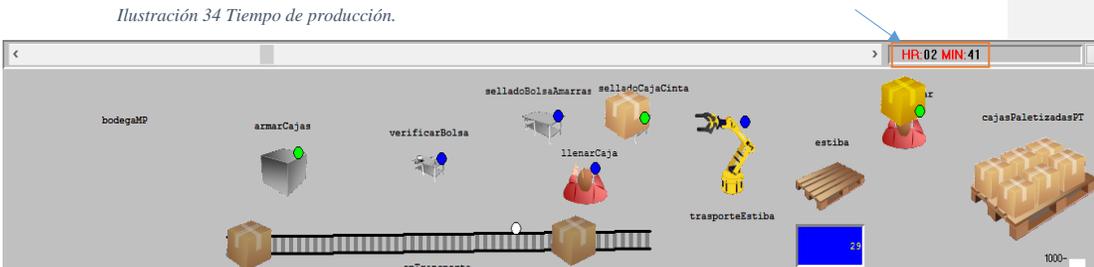
ACTIVIDAD	% PARTE OCUPADA	% VACIO
<b>Bodega MP</b>	<b>99,79</b>	<b>0</b>
<b>Estiba</b>	<b>87,27</b>	<b>12,73</b>
<b>Cajas Paletizadas</b>	<b>100</b>	<b>0</b>

Fuente: Autores.

La capacidad de la tabla No. 8 nos refleja que la operación que mantiene más ocupada es la bodega con un porcentaje del 99,79% y la actividad que menos se encuentra ocupada es la estiba con un porcentaje del 87,27%.

### 1. Tiempo de Producción.

Ilustración 34 Tiempo de producción.





cajas por batch con un operario, el tiempo promedio de operación es de dos (2) horas con cuarenta y uno (41) minutos (161 minutos). La simulación arroja un tiempo muy parecido al Tiempo estándar calculado en el desarrollo del trabajo el cual es de 4.79 minutos (4.79 minutos \* 30 cajas = 143.7 minutos que equivalen a 2.40 horas).

**Conclusión Proceso Actual:** En la simulación del proceso actual podemos observar que por los largos trayectos y movimientos que deben realizar los operarios el tiempo de producción para 30 cajas es de 2.68 horas diarias (161 minutos), con la simulación del nuevo proceso que se va a proponer, se busca reducir ese tiempo de producción para que así se aumente la cantidad de cajas producidas.

## 7. Simulación de la propuesta de movimientos en el proceso de empaque en la maquina mezcladora de polvos de 25 kg de la empresa INSA REGINAL SAS.

Revisando la Ilustración No.20 diagrama espagueti del objetivo específico No. 1, se propone la construcción de un carro tanque de descarga en acero Inoxidable 304, que cumple con los requerimientos de inocuidad exigidos por el ente regulador de alimentos INVIMA, dado que el actual tanque de descarga está construido de un material que NO es considerado como inocuo. (Ver figura 10).

La inocuidad se refiere a todos aquellos riesgos asociados a la alimentación que pueden incidir en la salud de las personas, tanto riesgos naturales, como originados por contaminaciones, por incidencia de patógenos, o bien que puedan incrementar el riesgo de enfermedades crónicas como cáncer, enfermedades cardiovasculares y otras. (Agricultura, s.f.)

La capacidad de almacenamiento del tanque mencionado anteriormente es de 280 Kg por cada descarga. El cubicaje del actual tanque de descarga es de 0.467 m<sup>3</sup> (Largo 106 cm \* ancho 98 cm \* alto 45 cm). Dado que la capacidad de fabricación por batch es de 600 Kg se hace necesario realizar tres descargas, lo que implica realizar cinco movimientos desde la mezcladora al sitio de empaque y viceversa.

La densidad del producto terminado es de 600 Kg/m<sup>3</sup> (XXX g/cm<sup>3</sup>). Para realizar una sola descarga de un batch de 600 Kg se necesita un tanque de recepción con un área mínima de XXXX m<sup>3</sup> ( $v = m/d$ )<sup>3</sup>. El carro tanque de descarga en acero Inoxidable 304 que se propone para mejorar el flujo del proceso tiene un área de descarga de XXX m<sup>3</sup> (Largo XXX cm \* ancho 1XXXX cm \* alto XXXXX cm). Lo que significa que la totalidad del batch de 600 Kg mezclado se puede vaciar en el tanque en una sola descarga (tiempo empleado en la descarga 0.80 minutos) y realizar un solo movimiento. Esto implica una reducción del 80.95% en tiempo utilizado en movimientos comparado con los 5 que se realizan con el tanque actual de descarga, los cuales suman 4.20 minutos.

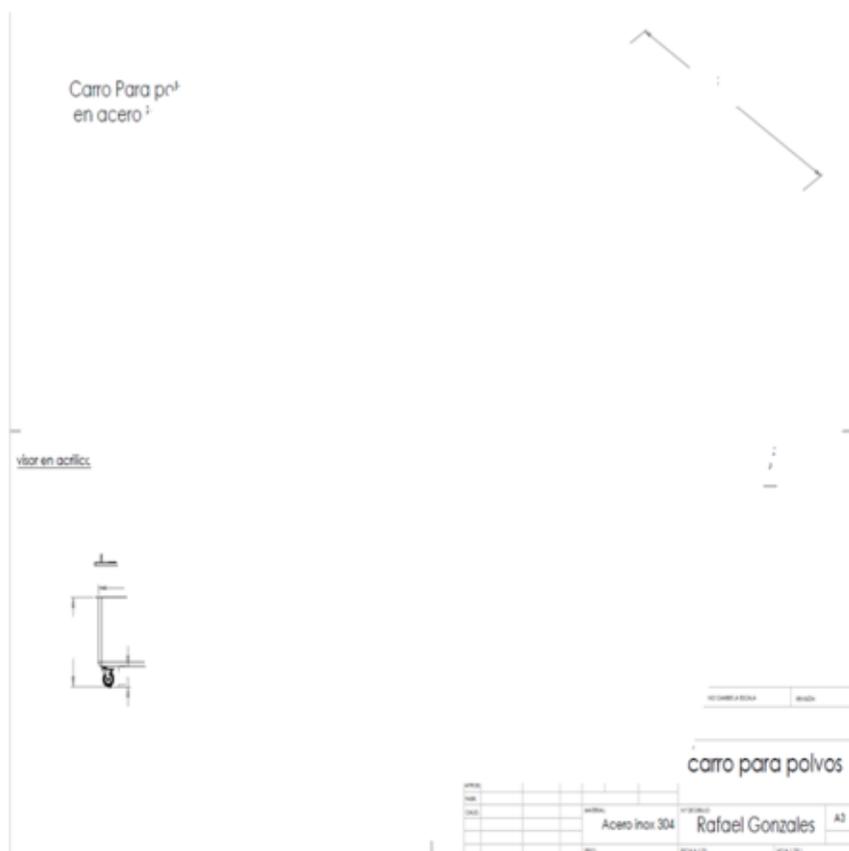
Por el volumen de almacenamiento que ofrece el nuevo tanque de descarga (XXXX m<sup>3</sup>), hace posible que se puede aumentar el tamaño del batch mezclado de 600 Kg a XXX kg teóricos.

---

<sup>3</sup>  $V=m/d$ , donde d = Densidad, m = Masa, v = Volumen

### Diagrama del tanque de descarga propuesto

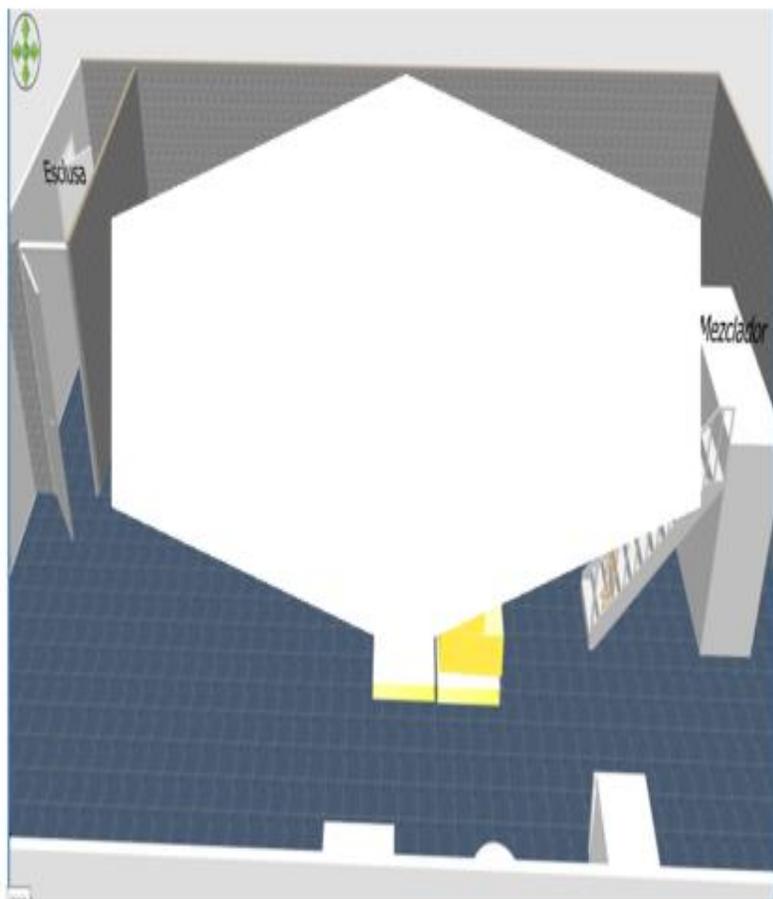
Ilustración 35 Diagrama del tanque de descarga propuesto.



Fuente: Autores.

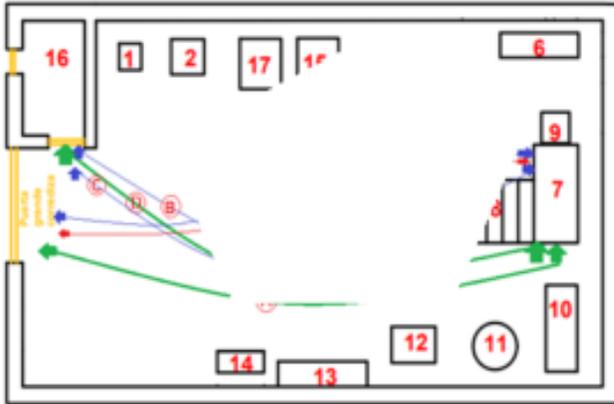
Según la nueva distribución en planta de la mezcladora y el tanque de descarga en acero inoxidable, es posible lograr convertir el proceso de empaque en un flujo lineal, como se aprecia en la siguiente figura.

*Ilustración 36 Cuarto de polvos desde la perspectiva Sweethome 3D.*



Fuente: Autores.

Ilustración 37 Diagrama de espaguetti. Aplicación nuevo modelo de empaque.



Fuente: Autores.

Con la aplicación del nuevo flujo del proceso de empaque y como se observa en la Ilustración 27, se obtiene un Proceso de Flujo Lineal, y esto es un tipo de proceso que se enfoca en la Producción de bienes de manera estándar. Su Producción se desarrolla de manera secuencial, lógica, progresiva, sistemática, ordenada, controlada y continua, donde regularmente se enfoca en la salida de un solo producto. (Niegel & Freivalds, 2009).

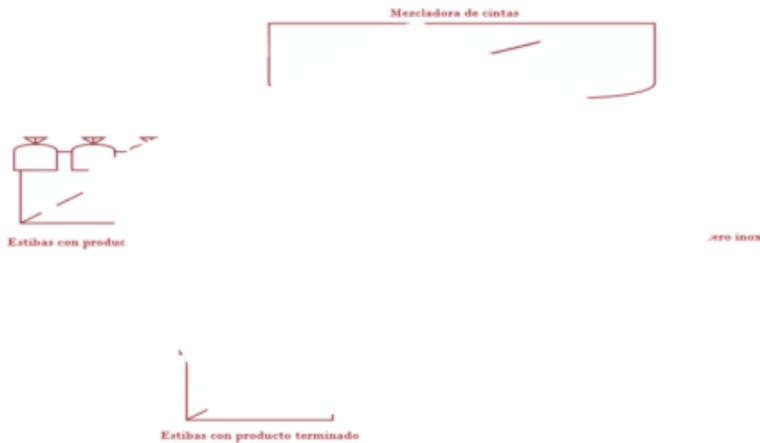
*Ilustración 38 Comparación de movimientos.*

Fuente: Autores.

Según la Ilustración 38, se puede comparar las dos situaciones del sistema de empaque, donde el modelo propuesto mejora en un 52.60% el tiempo empleado en las actividades que se realizan en el proceso de empaque, obteniendo como se dijo anteriormente un flujo de proceso lineal.

Para lograr el flujo lineal se hace necesario apostar a los dos auxiliares de producción en lados equidistantes del tanque de descarga, con sus respectivas basculas para realizar el proceso de pesaje, que tomaría alrededor de 2.27 minutos por caja como se muestra en el siguiente gráfico:

Ilustración 39 Vista superior sistema de empaque propuesto.



Fuente: Autores.

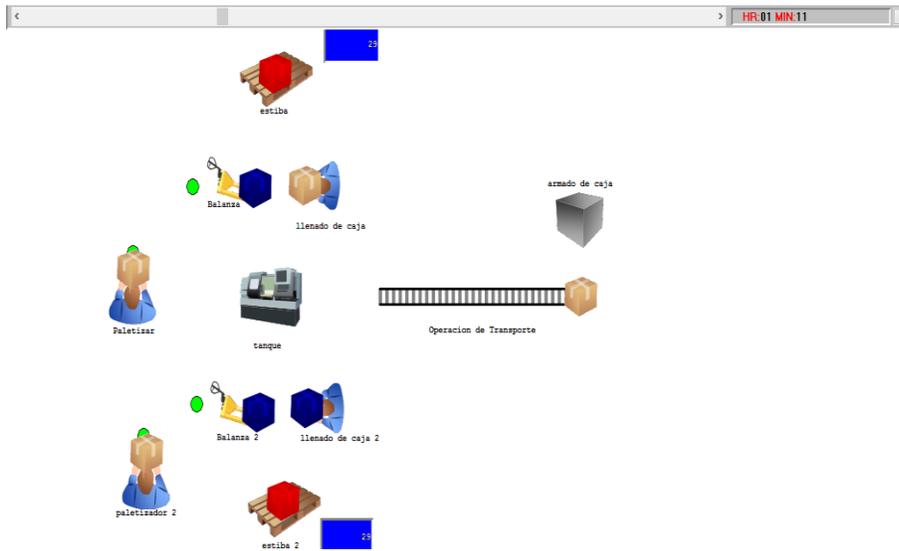
El empaque tradicional de un batch de 600 Kg (30 cajas) con un operario se realiza en 143.7 minutos (4.79 minutos \* 30 cajas) con la propuesta de mejora tomaría alrededor de 68.93 minutos (2.27 min \* 30 cajas + un movimiento del tanque de descarga Inox de 0.83 minutos), con lo cual se obtiene una reducción en tiempo de 74.77 minutos (ahorro del 52% del tiempo empleado para el empaque) que puede ser destinado al proceso de fabricación de un segundo batch.

El empaque tradicional lo realizan dos auxiliares de producción, los cuales obtienen una caja sellada y estibada cada 4.79 minutos, para un total de 15 cajas empacadas por cada auxiliar y un tiempo empleado de 71.85 minutos [(4.79 minutos tiempo estándar \* 30 cajas) / 2 auxiliares = 71.85 min] incluido los tiempos que toma la ida y vuelta del tanque de descarga actual para un total empleado por batch de 600 Kg de 71.85 minutos (1.19 horas).

Si este mismo argumento lo usamos para la nueva propuesta de empaque con el sistema de empaque lineal, se calcula que una caja empacada toma alrededor de 2.27 minutos, para un total de 15 cajas empacadas por cada auxiliar y un tiempo empleado de 34.05 minutos  $[(2.27 \text{ minutos} * 30 \text{ cajas}) / 2 \text{ auxiliares} = 34.05 \text{ minutos}]$  más el tiempo de la descarga en el tanque inoxidable (0.83 minutos) para un total empleado de empaque de un batch de 600 Kg de 34.8 minutos (0.58 horas).

## 8. Simulación proceso en ProModel.

Ilustración 40 Simulación Promodel.

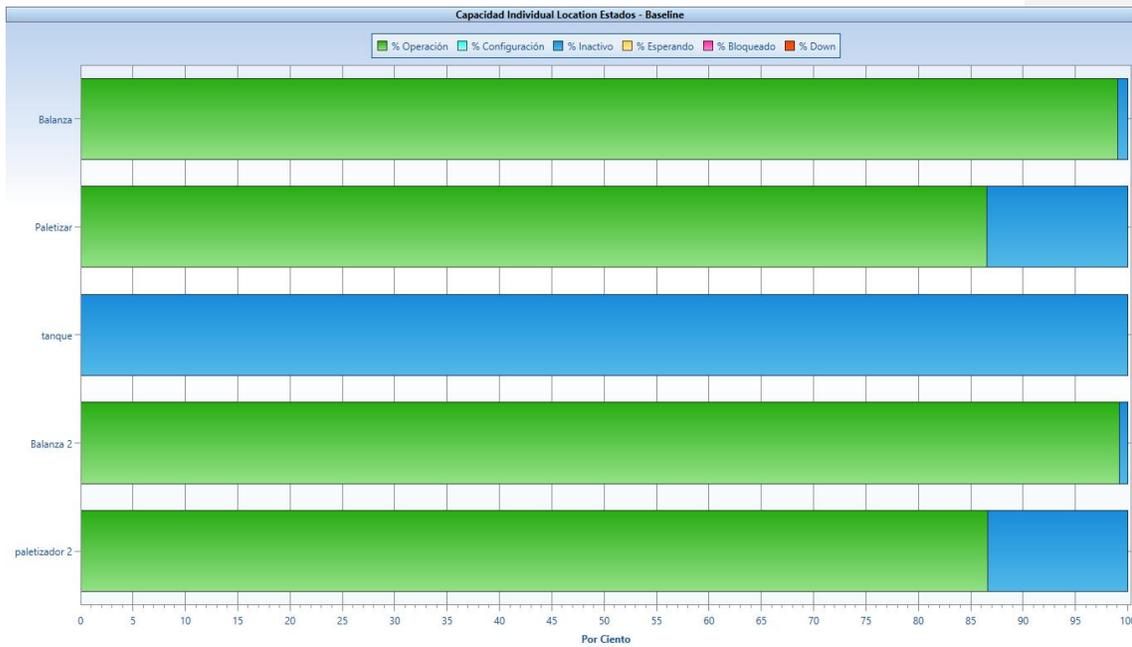


Fuente: Autores.

### 8.1 Resultado proceso actual

Conforme a la simulación del proceso actual se obtuvieron los siguientes resultados.

Ilustración 41 Porcentaje de operación por cada actividad.



Fuente: Autores

En el Ilustración 31, podemos observar el porcentaje de operación de cada actividad, las cuales se distribuyen de la siguiente forma:

Tabla 9 Porcentajes por operación.

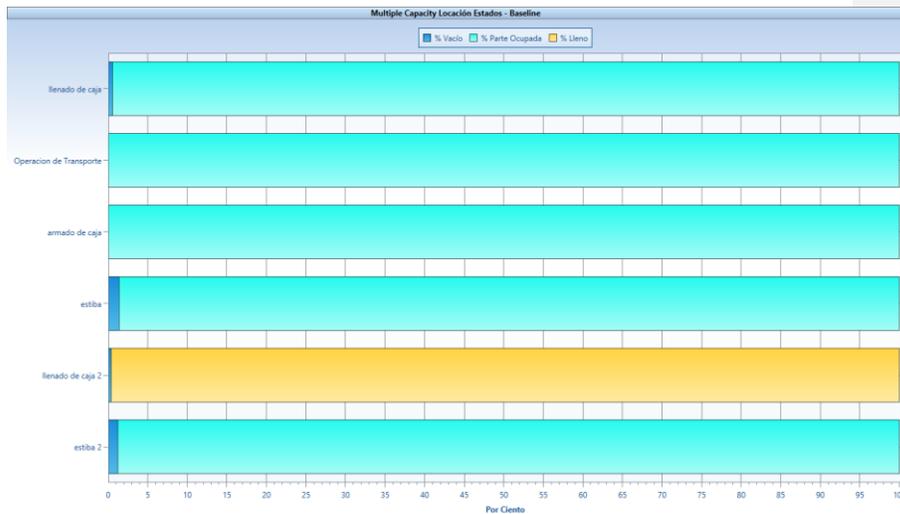
ACTIVIDAD	% OPERACION ACTIVADA	% OPERACIÓN INACTIVO
Balanza	99,02	0,98
Paletizar	86,52	13,48

Fuente: Autores.

Al analizar la tabla No. 9 podemos observar que la actividad que mantiene en más funcionamiento es la operación de balanza con un porcentaje de actividad del 99,02%, en comparación con la operación del Paletizar con un porcentaje de actividad del 86,52%, con esto se observa que las dos actividades mantienen en un porcentaje muy alto y eso permite que el tiempo de producción disminuya y la cantidad aumente.

### 8.2 Capacidad de las Actividades.

Ilustración 42 Porcentaje de operación por cada actividad.



Fuente: Autores.

Ilustración 43 Porcentaje por ocupación.

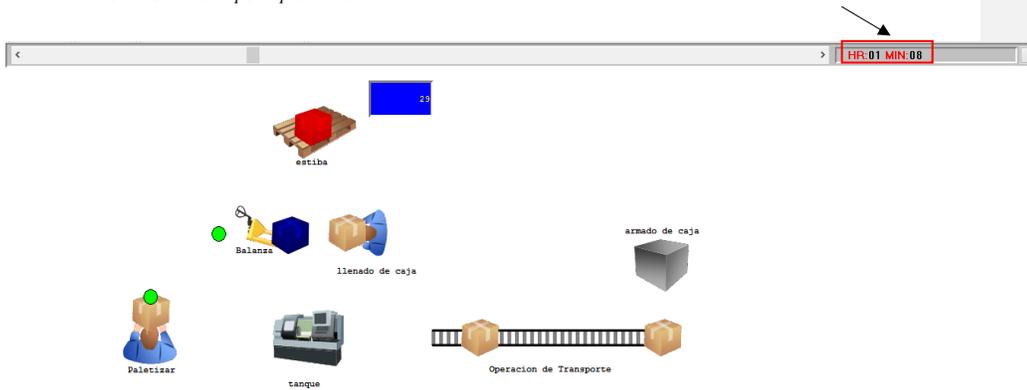
ACTIVIDAD	% PARTE OCUPADA	% VACIO
<b>Llenado de Caja</b>	<b>99,44</b>	<b>0,56</b>
<b>Operación de Transporte</b>	<b>100</b>	<b>0</b>
<b>Armado de Cajas</b>	<b>100</b>	<b>0</b>
<b>Estiba</b>	<b>98,60</b>	<b>1,25</b>

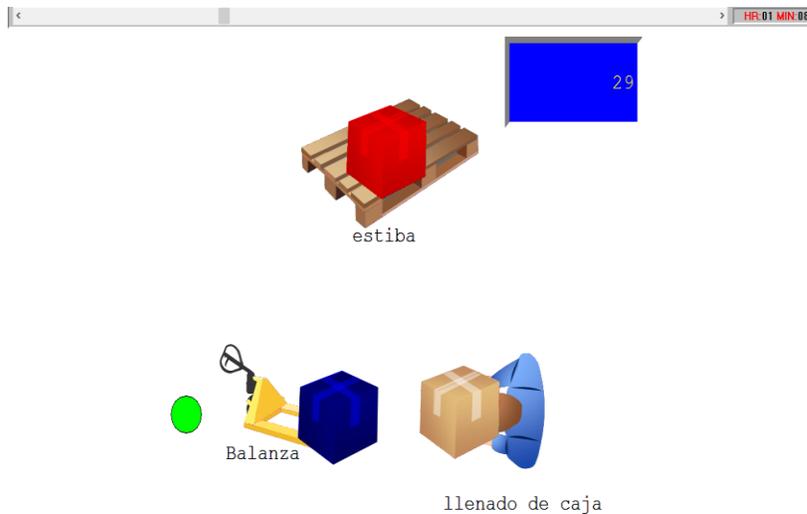
Fuente: Autores.

La capacidad de la ilustración 43 nos refleja que la operación que mantiene más ocupada son las operaciones de transporte y el armado de cajas con un porcentaje del 100% y la actividad que menos se encuentra ocupada es la estiba con un porcentaje del 98,60%. Teniendo en cuenta que en el proceso actual se encontraban 7 actividades y con la propuesta se redujo a 4, en donde la operación del sellado de la caja y verificación de la bolsa, se encontrarían dentro del proceso de operación de transporte.

### 8.3 Tiempo de Producción.

Ilustración 44 Tiempo de producción





Fuente: Autores.

Al realizar la simulación en el programa Promodel con un operario se puede evidenciar que para la realización de 30 cajas que es lo que se obtiene en un batch de 600 Kg, el tiempo promedio de operación es de una (1) hora con ocho (8) minutos (68 minutos), por consiguiente, se obtendría una caja pesada, sellada y estiba cada 2.27 minutos (68 minutos / 30 cajas = 2.27 min\*caja). Por lo que, al comparar el tiempo del proceso actual (161 minutos) frente al tiempo empleado en el empaque con la mejora (68 minutos) se obtiene una reducción de 93 minutos que corresponde a un 57.7%.

#### 8.4 Conclusión Proceso de Propuesta

En la simulación del proceso de propuesta podemos observar que al reducir los trayectos y distribuir mejor las maquinas, los operarios pueden aumentar la producción y pasar de realizar 30 cajas a 64 cajas.

### 8.5 Conclusión Objetivo No. 3

Al realizar la simulación de los dos procesos tanto el actual como el propuesto se puede observar una mejora en el crecimiento de la operación de un 99%. Así como la mejora en los tiempos de empaque realizado por dos operarios se redujo 37.8 minutos lo que equivale a un 52.60% del tiempo empleado en el empaque de 30 cajas, esto sin necesidad de aumentar el personal y de extender las horas laborales. Además, con el tiempo recuperado en el proceso de empaque se puede iniciar la fabricación de un segundo batch con el objetivo de aumentar la producción en un 100% a raíz que el sistema actual solo permite fabricar un batch diario.

Tabla 120. **KPI indicadores de Productividad**

*Tabla 10 Indicadores de productividad.*

	META	PRODUCCION	DESPERDICIO	EFICACIA	EFICIENCIA	EFFECTIVIDAD
PROCESO ACTUAL	1					
PROPUESTA DE MEJORA	1					

Eficaz = Eficacia      Eficiente = Eficiencia

Fuente: Autores.

Los indicadores de eficacia de un proceso industrial miden exclusivamente el grado de consecución de los resultados esperados, sin relacionarlos con los recursos empleados. Un proceso eficiente es el que cumple el objetivo, pero racionalizando recursos para mitigar los desperdicios. Un proceso puede ser muy eficaz (consigue los resultados) pero muy poco eficiente (despilfarra recursos). (Madariaga, 2021). Eficiente es el proceso que cumple el objetivo, pero racionalizando recursos para mitigar los desperdicios.

Según la tabla 120 se evidencia que el proceso actual de empaque no es eficaz (XX%) ni eficiente (XXX%) y es una radiografía de la situación actual por lo cual se plantea que con la mejora propuesta del sistema de empaque se pueda pasar de fabricar 600 Kg diarios a XXXX Kg para un aumento de la eficacia del XXX %, obteniendo un aumento de la eficiencia en un XXXX% y finalmente mejorando sustancialmente la efectividad al pasar de un XXX% a un XXX%, con lo cual se podrá cumplir al cliente con la demanda de productos nuevos a partir del mes de junio de 2021 e impactar positivamente las finanzas de la compañía.

#### **9. Objetivo específico No. 4**

**Cuantificar el costo/beneficio de la implementación del diseño de distribución en planta en el proceso de empaque de polvos para la empresa INSA REGINAL SAS.**

##### **9.1 Punto de equilibrio en el año 2020 (antes de mejora)**

El objetivo principal de la empresa es el servicio de maquila, es por ello por lo que sus ganancias o ingresos son netamente por los productos mezclados. La tabla número 11 se observa los ingresos totales de maquila para INSA REGINAL SAS, Todas las materias primas, gastos de transporte de materia prima, gastos de transporte de despachos, gasto de exportación, entre otros los asume la casa matriz ubicada en Resto del mundo.

En conclusión, los ingresos y la rentabilidad de INSA REGINAL SAS se obtiene por cada kg de producto mezclado (producto en polvo, sabor líquido y colorante líquido).

Tabla 11 Ingresos Periodo Agosto 2019 – Agosto 2020 Inssa Regional Sas.

REFERENCIA	PRODUCTO	PRECIO DE MATERIA PRIMA POR KG	PRECIO DE VENTA POR KG EN USD	CANTIDAD PROMEDIO PEDIDA EN KG	PRECIO TOTAL - USD	PRECIO POR MAQUILA-USD	INGRESO TOTALES PERIODO AGOSTO 2019-AGOSTO 2020

Fuente: Autores apoyados por el departamento de contabilidad.

En la tabla número 11 se observa que para cada kg de producto de referencia XXX se vende a \$ XXX USD el kg (XXXX dólares) y por la referencia XXXX se vende a \$ XXX (XXXXdólares).

Sin embargo, se debe tener en cuenta la baja producción y exportación de productos, esto como consecuencia de la pandemia del COVID 19. Hecho que afecto las empresas a nivel mundial. Teniendo en cuenta la anterior información para un promedio de producción mensual de producto en polvo de XXXXX kg enviada a Resto del mundo da como resultado o ingresos total para INSA REGIONAL SAS un valor promedio mensual de \$ xxxx USD (xxxxx centavos ), dejando para INSA REGINAL SAS una ganancia por maquila en cada kg de referencia xxxx de \$xxxx USD (xxxx) y referencia xxx de \$ xxx USD (xxxx dólares), para un total de ingresos por maquila por producción mensual de xxxxx USD (xxxx centavos ) y un ingreso total por maquila de producto en polvo en el periodo comprendido entre agosto del 2019 a agosto de 2020 de \$ xxxxUSD (xxxxxx xxxxx con treinta centavos ), estos se verán descritos en el estado financiero que se presentara a continuación

Tabla 12 estado financiero de la compañía del periodo agosto2019 – agosto 2020.

Per			
Ingr			309
			7,30
<b>costos variables de fabricacion</b>			
materia prima	\$		
costos de fletes entrantes	\$		
mano de obra directa	\$		8
materiales generales	\$		0
mantenimiento	\$		0
servicio de energia	\$		
costos variables	\$		8
ganancia bruta	\$		2
<b>Costos fijos</b>			
Mano de obra indirecta	\$		8
Mano de obra contratada	\$		
Depreciacion	\$		
Seguros	\$		
Otros	\$		6
Gastos administrativos	\$		0
Gastos operativos	\$		0
Impuestos	\$		0
Permisos y licencias	\$		
Alquileres	\$		8
Reparaciones	\$		
Servicios publicos	\$		0
Transporte	\$		
Total de costos fijos	\$		2
Ingresos operativos netos	\$		0
Otros Ingresos	\$		
Ganancia neta	\$		0

Fuente: Autores apoyada por el departamento de contabilidad.

En la tabla 12 representa el estado financiero de 12 meses, periodo comprendido desde la fecha de fundación agosto 2019 a agosto 2020. Dicha información fue registrada por los autores en compañía del jefe de producción y el departamento de contabilidad de INSA REGINAL SAS. Lo más destacable para la casa matriz es que cumple con su objetivo principal que es reducir costos de maquila, y lo notable para INSA REGINAL SAS es que es una empresa auto sostenible (sus ingresos pagan todos sus gastos) y adicional a esto y

gracias al estado financiero se determina utilidad del periodo fue de \$ xxxxx USD (xxxxxx cincuenta centavos).

### 9.2 Ingresos y puntos de equilibrio con los cambios propuestos

Con la propuesta de mejora se concluyó que para el siguiente año una vez implementada la mejora Insa Regional S.AS puede incrementar su eficiencia en un XXXX % de producción supliendo la demanda de producto en polvo esperada, los ingresos esperados son los siguiente:

Tabla 13 ingresos proyectados meses 06 al 09 2021.

REFERENCIA	PRODUCTO	PRECIO DE MATERIA PRIMA POR KG	PRECIO DE VENTA POR KG EN USD	CANTIDAD PROMEDIO PEDIDA EN KG	PRECIO TOTAL - USD	PRECIO POR MAQUILA-USD	INGRESOS PROYECTADOS PERIODO MESES 06-09 2021
	POLVO						
	COLOR						
	SABOR						
	POLVO						

Fuente :Autores apoyada por el departamento de contabilidad

En la tabla número 12 se espera que, con la propuesta de mejora y la demanda esperada de producto en polvo, INSA REGINAL SAS logre cumplir la producción en el tiempo solicitado por la casa matriz sin incurrir en horas extras. El comportamiento de la demanda esperada de producto en polvo va en aumento comparado con la producción promedio mensual del periodo antes de mejora que paso xxxxx kg a una producción actual promedio de xxxxx kg aumento del XXX %.

**9.3 Metodología del punto de equilibrio, post mejora costo de la propuesta y costo beneficio total para INSA REGINAL SAS 2021**

Tabla 14 cuadro comparativo de las utilidades obtenidas en los meses 06 al 09 del 2020 con las utilidades esperadas de los meses 06 al 09 del 2021.

Cálculo de utilidad de los meses 06 al 09 del año 2020 y 2021					
Meses 06-09	Costo variables USD	Costos fijos USD	Costos totales USD	Ingresos totales USD	Utilidad USD
2020					
2021					
Diferencia					
% de aumento					

Fuente: Autores apoyada por el departamento de contabilidad.

En la tabla 13 se observa la comparación de los meses 06 al 09 de los años 2020 y 2021, se espera que la utilidad proyectada en los cuatro meses después de la mejora sea de \$ xxxx UDS (xxxxxx xxxxxxxx centavos). Lo destacable de esta comparación es que el aumento de la utilidad supera al año anterior por un XXXXX %, por último, se calcula el costo de la mejora que sería el siguiente:

Tabla 15 Costo de la propuesta.

Costo de Propuesta			
recurso	HORAS	PRECIO UNITARIO USD	TOTAL USD
Parada de producción			
Inducción de mejora de producción			
horas extras por o			
tanque de descarga			
<b>TOTAL</b>			

Fuente: Autores apoyada por el departamento de contabilidad.

El costo total para implementar la mejora es de \$ xxxx USD (xxxxxxxcentavos) la implementación de la mejora se planea en jornadas no laborales con el fin de no afectar la producción, en una inducción a los operarios por parte de unos de los ingenieros y creadores de la propuesta de mejora, dos empleados de producción que ayudaran en la parte logística.

**9.4 ¿Cuál sería el costo beneficio con la implementación de la mejora en INSA REGINAL SAS?**

*Tabla 16 Costo Beneficio post mejora.*

Costo benefico post mejora	
AÑO	2021
Costo variable	\$
costo fijo	\$
costo de la implementacion	\$
<b>costo total</b>	<b>\$</b>
ingresos totales	\$
utilidad	\$
% de afectacion de costo de implementacion vs ingresos totales	%
costo beneficio	1

Fuente: Autores apoyada por el departamento de contabilidad.

Luego de calcular el costo de la implementación en la tabla 220, se calcula el costo beneficio y el porcentaje de afectación del costo de implementación respecto a los ingresos esperados lo que arroja un 0xxx % en afectación en los ingresos y un costo beneficio mayor a 1 lo que permitió precisar el proyecto como rentable.

Si el resultado es mayor que 1, significa que los ingresos netos son superiores a los egresos netos. En otras palabras, los beneficios (ingresos) son mayores a los sacrificios (egresos) y, en consecuencia, el proyecto generará riqueza a una comunidad. Si el proyecto genera riqueza con seguridad traerá consigo un beneficio social.

Si el resultado es igual a 1, los beneficios igualan a los sacrificios sin generar riqueza alguna. Por tal razón sería indiferente ejecutar o no el proyecto. (VAQUIRO, JOSE DIDIER, 2010)

#### **9.5 Conclusión de objetivo No. 4**

A través del cálculo de costo beneficio y los estados financieros de INSA REGINAL SAS se llega a la conclusión que la propuesta de rediseño en el proceso de empaque de polvos es rentable. Además, se evidencia que la utilidad de los meses comparados en los años 2020 y 2021 se incrementa un xxxxx %.

## 10. Conclusiones

- ✓ Con el trabajo de investigación se logró estandarizar los tiempos de empaque y con esto se pudo definir las etapas de producción, lo que hace más fácil controlar el proceso y mejorarlo.
- ✓ Aplicando el estudio de métodos y tiempos se logró determinar el tiempo estándar real del proceso actual de empaque, arrojando un tiempo de 4.79 minutos por caja empacada, frente al que inicialmente se había calculado de 3.43 minutos, sin las herramientas analíticas de métodos y tiempos.
- ✓ Al evaluar la situación inicial del proceso de empaque se evidencio que cada operario tenía diferente manera de realizar su trabajo, gracias a esto se estableció un método de trabajo donde se evidencia paso a paso la secuencia de actividades a realizar por el grupo de personas encargadas para que la actividad tenga resultados eficientes.
- ✓ El carro tanque de descarga en acero Inoxidable 304 que se propone para mejorar el flujo del proceso de empaque, realizara un solo movimiento de descarga. Esto implica una reducción del xxxx % en tiempo utilizado en los trayectos de desplazamiento, comparado con los 5 movimientos que se realizan con el tanque actual de descarga.
- ✓ Con el modelo propuesto de mejora se redujo en un cxxxx% el tiempo empleado en las actividades que se realizan en el proceso de empaque, obteniendo un flujo de proceso lineal.

✓ El empaque tradicional de un batch de 600 Kg con un operario se realiza en 143.7 minutos (4.79 minutos \* 30 cajas) con la propuesta de mejora tomaría alrededor de 68.93 minutos (2.27 min \* 30 cajas), con lo cual se obtiene una reducción en tiempo de 74.77 minutos (ahorro del 52% del tiempo empleado para el empaque) que puede ser destinado al proceso de fabricación de un segundo batch.

✓ Al realizar la simulación con el programa Promodel, con un operario se puede evidenciar que para la realización de 30 cajas que es lo que se obtiene en un batch de XXX Kg, el tiempo promedio de empaque de XXX minutos por caja. Por lo que, al comparar el tiempo del proceso actual (XXX minutos) frente al tiempo empleado en el empaque con la mejora (minutos) se obtiene una reducción de XXX minutos que corresponde a un XXX% de ahorro en tiempo.

✓ Al realizar la comparación de los dos procesos tanto el actual como el propuesto, se observa una mejora en el crecimiento de la operación de un XXX %, porque se pasa de fabricar XXXX0 Kg a XXX Kg al día.

✓ Con la mejora del tiempo de empaque se redujo a XXX minutos lo que equivale a una reducción del XXXX% del tiempo empleado en el empaque de 30 cajas, esto sin necesidad de aumentar el personal y de extender las horas laborales.

✓ Con el tiempo recuperado en el proceso de empaque se puede iniciar la fabricación de un segundo batch con el objetivo de aumentar la producción en un 100% a raíz que el sistema actual solo permite fabricar un batch diario.

✓ Se espera que el comportamiento de la demanda de producto en polvo aumente en comparación con la producción mensual, la cual pasaría de XXXX kg a XXXX kg obteniendo un aumento del XXXX%.

✓ Con el costo beneficio calculado, el porcentaje de afectación del costo de implementación respecto a los ingresos esperados arroja un XXX%, dado que el costo beneficio es mayor a uno (1) se puede precisar que el proyecto es rentable.

✓ Según los cálculos financieros realizados en la presente investigación se obtuvo que la utilidad comparada entre los años 2020 y 2021 se incrementó en un 134 %.

✓ Se eliminó tareas innecesarias teniendo en cuenta que en el proceso actual se encontraban 7 actividades y con la propuesta se redujo a 4, en donde la operación del sellado de la caja y verificación de la bolsa, se encontrarían dentro del proceso de operación de transporte.

## 11. Recomendaciones

- Se le recomienda a la empresa reuniones semanales para verificar y evaluar, cómo ha mejorado el proceso después de la implementación del proyecto, con el fin que el personal se involucre más, note el cambio y los nuevos beneficios en sus funciones.
- Capacitación mensual al personal de producción en cada una de las operaciones implicadas, esto ayudara a tener un grupo de trabajo más dinámico y será de gran utilidad para imprevistos que se presenten a futuro.
- Gracias a la eliminación de actividades que no generaban valor, se disminuye el tiempo en producción, se recomienda a la empresa explorar nuevas mezclas o elaboraciones de productos en polvo y ampliar su portafolio de productos.
- Se recomienda generar un plan de reconocimiento a las personas que obtengan los mejores resultados en tiempos de producción para reforzar comportamientos positivos y deseables en la empresa.
- Posterior a la implementación se recomienda a INSA REGINAL SAS continuar con el control periódico del proceso de empaque hacia los operarios con el fin de mantener las mejoras propuestas y la producción alcanzada.
- Se recomienda a Insa RegionalA SAS realizar rotación de personal esto ayudara a tener un grupo de trabajo más dinámico y descubrir nuevas capacidades de los empleados esto será de gran utilidad para los imprevistos a futuro.
- Para finalizar, se recomienda revisar la posibilidad de instalar un tamiz vibratorio después de la salida del producto terminado y antes del proceso de empaque, con el fin de mitigar posibles contaminaciones por sustancias extrañas, que pueden ser solidas o liquidas y sin su identificación temprana podrían parar en el producto final y estos a su vez donde el cliente.

- Realizar estudios futuros en la línea de producción de saborizantes líquidos para buscar cambios que agilicen los procesos y la eficacia de los mismos.

- Evaluar el riesgo del uso de la tamizadora ya que en su uso genera vibraciones que pueden provocar daño al personal de producción.

## 12. Bibliografía

- Agricultura, O. d. (s.f.). <http://www.fao.org>. Obtenido de <http://www.fao.org/in-action/pesa-centroamerica/temas/conceptos-basicos/es/>
- Agudelo Cortés , O. (2002). *Administración para todos, con enfoque de sistemas*. Cali, Colombia: atenas EU.
- Anaya Tejero, J. (2008). *Almacenes : Análisis, diseño y organización*. Madrid: ESIC Editorial.
- Carro Paz, r., & González Gómez, D. (s.f.). *Diseño y seleccion de procesos*. Mar del Plata, Argentina: Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Chase, R., & Jacobs, R. (2009). *Administración de operaciones - Producción y cadena de suministros*. Ciudad de México: McGraw-Hill .
- Henrich-Saavedra, M. A. (1998). Ingeniería industrial, ergonomía y productividad. En *Ingenieria Industrial* (pág. 16). Lima: Universidad del Perú. Recuperado el 29 de 9 de 2020, de [https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/ingenieria\\_industrial/article/view/2510](https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/ingenieria_industrial/article/view/2510)
- Hodson, W. (1996). *Maynard Manual del Ingeniero Industrial* (Cuarta ed.). Iztapalapa, México: McGraw-Hill.
- Madariaga, F. (2021). *Lean Manufacturing*. Bilbao: Creative Commons.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo* (Duodécima edición ed.). Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Puértolas, M. (03 de 06 de 2018). *Milenio*. Obtenido de <https://www.milenio.com/opinion/miguel-angel-puertolas/en-frecuencia/de-que-sirve-tanta-informacion>

Quevedo Ricardi, F. (03 de 2011). Obtenido de Revista Biomédica Revisada Por Pares:

<https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Series/MBE04/4934>

Rodríguez Romero, A., & Martín Avila, A. (2014). *Transporte de larga distancia*. España:

Elearning S.L.

Salazar López, B. (28 de Junio de 2019). *Ingeniería Industrial Online*. Recuperado el 14 de

Marzo de 2021, de [https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-](https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/)

[tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/](https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/)

Sanchez, N. (2000). *Introduccion a la Ingenieria Industrial*. Caracas: Universidad Nacional

Abierta.

SAS web site. (s.f.). Obtenido de [https://www.sas.com/es\\_pe/insights/analytics/statistical-](https://www.sas.com/es_pe/insights/analytics/statistical-analysis.html)

[analysis.html](https://www.sas.com/es_pe/insights/analytics/statistical-analysis.html)

Ugalde Víquez, J. (1979). *Programación de operaciones*. San José, Costa rica: Universidad

Estatat a Distancia.

VAQUIRO, JOSE DIDIER. (2010). Administrador Financiero, Especialista en Gerencia,

Magister en Administración de Empresas con especialidad en Dirección de

Proyectos. *PYMES DEL FUTURO, RELACION COSTO BENEFICIO*.