



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA
E INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Tema:

**ESTANDARIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE
PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA “NUTRISALMINSA S.A.”**

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniero Industrial

ÁREA: Producción y operaciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales y producción

AUTOR: Willian Fabricio Rivera Laguna

TUTOR: Ing. Luis Alberto Morales Perrazo, Mg.

Ambato – Ecuador

agosto – 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: ESTANDARIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA “NUTRISALMINSA S.A.”, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Willian Fabricio Rivera Laguna, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, agosto 2023

Ing. Luis Alberto Morales Perrazo, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación titulado: ESTANDARIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA “NUTRISALMINSA S.A.”, es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, agosto 2023



Willian Fabricio Rivera Laguna

CC: 1804849337

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, agosto 2023



Willian Fabricio Rivera Laguna

CC: 1804849337

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Willian Fabricio Rivera Laguna, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado ESTANDARIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA “NUTRISALMINSA S.A.”, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, agosto 2023

Ing. Elsa Pilar Urrutia, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. John Reyes, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Israel Naranjo, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este logro especialmente a mis padres, Segundo Rivera (+) y Gloria Laguna por ser las personas que me impulsaron a seguir adelante, y les rindo homenaje por ser mi roca e inspiración constante, a mi padre en el cielo le dedico este logro con un profundo amor y gratitud, siempre recuerdo tus sabios consejos, fuiste el mejor modelo de trabajo duro, dedicación y disciplina, sus enseñanzas siempre guían cada paso que doy.

A mi hermano Freddy, que siempre estuvo para apoyarme en todo momento, siempre estamos para apoyarnos entre nosotros en todas las metas propuestas.

A mi tía hermana Mercedes, siempre me apoyó, tu confianza, palabras de aliento y paciencia ha sido fundamentales para mi éxito.

Finalmente, dedico este logro a mi amada familia, agradezco su apoyo incondicional y su comprensión a lo largo de esta travesía, vuestra confianza en mí me ha dado fuerzas para perseverar incluso en los momentos más desafiantes.

Willian Rivera

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios, mi guía eterna y fuente de fortaleza, por su amor incondicional, por darme sabiduría y perseverancia necesaria para completar este trabajo. A través de cada obstáculo y desafío, encontré consuelo y aliento, en cada logro siempre sentí su mano, guiando mi camino.

A mis queridos amigos y seres queridos, gracias por estar a mi lado, escucharme y celebrar cada pequeño triunfo conmigo, vuestra amistad ha hecho que este camino sea más significativo y valioso.

Gracias, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, carrera de Ingeniería Industrial, por haberme permitido estudiar en sus aulas y a todos los docentes que impartieron sus conocimientos forjando un profesional, sobre todos gracias a mi tutor y revisores de tesis quienes me guiaron en este camino hasta el final.

Gracias, a la empresa NUTRISALMINSA S.A. por la acogida y ayuda para realizar el proyecto de investigación.

GRACIAS

Willian Rivera

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁGINA
PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Antecedentes investigativos	4
1.3 Fundamentación teórica	6
1.4 Objetivos	26
1.4.1 Objetivo general.....	26
1.4.2 Objetivos específicos	26
CAPÍTULO II	27
METODOLOGÍA	27
2.1 Materiales.....	27
2.2 Métodos.....	28
2.2.1 Modalidad de la investigación	28
2.2.2 Población y muestra.....	29
2.2.3 Recolección de información	29
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos.....	34
CAPÍTULO III.....	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35

3.1	Análisis y discusión de los resultados	35
3.1.1	Información de la empresa.....	35
3.1.2	Productos	39
3.1.3	Procesos productivos	46
3.1.4	Estudios de tiempos	57
3.1.5	Selección de los indicadores claves de producción	88
3.1.6	Identificación de actividades que no agregan valor.....	97
3.1.7	Situación actual vs mejora	122
CAPÍTULO IV		124
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		124
4.1	Conclusiones	124
4.2	Recomendaciones	125
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		126
ANEXOS		131

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 1. Símbolos estandarizados para el diagrama de flujo	11
Tabla 2. Número de observaciones según la General Electric	15
Tabla 3. Tabla de factor de desempeño.....	15
Tabla 4 Tabla de suplementos constantes	16
Tabla 5 Tabla de suplementos variables	16
Tabla 6. Materiales de la investigación.....	27
Tabla 7. Metodología de recolección de la información objetivo 1.....	30
Tabla 8. Metodología de recolección de la información objetivo 2.....	31
Tabla 9. Metodología de recolección de la información objetivo 3.....	33
Tabla 10. Información general de la empresa	35
Tabla 11. Filosofía empresarial.....	37
Tabla 12. Análisis interno de la empresa NUTRISALMINSA S.A.....	39
Tabla 13. Productos de la empresa NUTRISALMINSA S.A.....	40
Tabla 14. Ventas de la empresa NUTRISALMINSA S.A.....	43
Tabla 15. Análisis ABC de la empresa NUTRISALMINSA S.A.....	44
Tabla 16. Materia prima del producto de mayor demanda	48
Tabla 17. Caracterización de procesos.....	50
Tabla 18. Característica del cronómetro Elicrom.....	58
Tabla 19. Cálculo del tiempo estándar del proceso de recepción de materia prima .	60
Tabla 20. Cálculo del tiempo estándar del proceso de orden de producción	61
Tabla 21. Cálculo del tiempo estándar del proceso de preparación de materia prima	62
Tabla 22. Cálculo del tiempo estándar del proceso de mezclado.....	63
Tabla 23. Cálculo del tiempo estándar del proceso de lotización de fundas.....	64
Tabla 24. Cálculo del tiempo estándar del proceso de embolsado.....	65
Tabla 25. Cálculo del tiempo estándar del proceso de pesaje.....	67
Tabla 26. Cálculo del tiempo estándar del proceso de sellado.....	68
Tabla 27. Cálculo del tiempo estándar del proceso de paletizado	69
Tabla 28. Cálculo del tiempo estándar del proceso de distribución de producto.....	70
Tabla 29. Cursograma analítico del proceso productivo.....	73

Tabla 30. Resumen del estudio de tiempos (procesos de otros departamentos)	80
Tabla 31. Cálculo del estudio tiempos (departamento de producción)	81
Tabla 32. Capacidad de producción diaria de la calfosal 20 kg.	81
Tabla 33. Capacidad de producción diaria según datos de software FlexSim	84
Tabla 34. Capacidad de producción	87
Tabla 35. Ponderación a cada uno de los factores.....	88
Tabla 36. Método de factores ponderados	90
Tabla 37. Resumen entrevista 2 y 3	92
Tabla 38. Resumen entrevista 4	92
Tabla 39. Resumen entrevista 5	92
Tabla 40. Datos ratio de operaciones	93
Tabla 41. Indicadores claves de producción	94
Tabla 42. Valoración de los indicadores claves de producción.	95
Tabla 43. Indicadores claves de producción	96
Tabla 44. Escala valorativa del porcentaje de eficiencia real de producción.....	96
Tabla 45. Clasificación de actividades en el proceso de preparación de materia prima	97
Tabla 46. Clasificación de actividades en el proceso de mezclado.....	98
Tabla 47. Clasificación de actividades en el proceso de lotización de fundas.....	99
Tabla 48. Clasificación de actividades en el proceso de embolsado.....	100
Tabla 49. Acciones en actividades sin valor agregado.....	102
Tabla 50. Proceso de preparación de materia prima propuesto.....	103
Tabla 51. Proceso de mezclado propuesto	104
Tabla 52. Proceso de lotización de fundas propuesto	105
Tabla 53. Proceso de embolsado propuesto	107
Tabla 54. Datos de la capacidad de producción propuesta	110
Tabla 55. Producción en unidades.....	115
Tabla 56. Cursograma analítico del proceso productivo.....	116
Tabla 57. Costos de producción de una unidad.....	123

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1. Estandarización de procesos	9
Figura 2. Cursograma sinóptico del proceso	12
Figura 3. Cursograma analítico	13
Figura 4. Diagrama de recorrido	14
Figura 5. Interfaz software FlexSim	22
Figura 6. Diagrama de flujo de producción (modelo pruebas)	23
Figura 7. Ejecución del modelo final	24
Figura 8. Configuración de la tabla horaria	25
Figura 9. Logotipo de NUTRISALMINSA S.A.	36
Figura 10. Instalaciones físicas de la empresa Nutrisalminsa S.A.....	36
Figura 11. Referencia de la ubicación de la empresa Nutrisalminsa S.A.	36
Figura 12. Organigrama estructural de la empresa NUTRISALMINSA S.A.	38
Figura 13. Diagrama de flujo de la línea de producción.....	46
Figura 14. Mapa de procesos	47
Figura 15. Toma de tiempos preliminar	58
Figura 16. Resumen de tiempo estándar	71
Figura 17. Diagrama de recorrido	79
Figura 18. Horarios de trabajo	83
Figura 19. Planta de producción en el software FlexSim	83
Figura 20. Tiempo estándar propuesto.....	108
Figura 21. Horarios de trabajo (método propuesto).....	109
Figura 22. Programación de escenarios para el software FlexSim	113
Figura 23. Comportamiento de los escenarios en el software FlexSim	114
Figura 24. Producción estimada en los diferentes escenarios.....	114
Figura 25. Situación actual vs Propuesta de mejora	122

RESUMEN EJECUTIVO

Uno de los problemas en la fabricación de suplementos alimenticios para animales de granja es la no estandarización de los procesos de producción que genera efectos como: productos defectuosos, reprocesos, actividades improductivas, cuello de botella, entre otros; por ello, el objetivo de la investigación es desarrollar la estandarización y optimización de los procesos de producción en la empresa “NUTRISALMINSA S.A.”

El estudio se realizó mediante la investigación descriptiva, que comprende tres etapas: I. Análisis de los procesos, que identificó la situación actual de la planta mediante diagramas de flujo, caracterización y estudio de tiempos. II. Determinación del nivel de deficiencia mediante indicadores claves de producción. III. Simulación de los procesos de fabricación para la mejora de la productividad.

Los resultados de la investigación arrojaron que existen actividades que no agregan valor y que restringen la producción en un 12.88%; esta situación deriva en un cuello de botella en el área de embolsado, con un tiempo de 1862.27 segundos que corresponde a una disminución de la producción, el nivel de deficiencia en el nivel de estudio corresponde a 15.90%, además, la eficacia en el periodo de estudio fue de 97.79%, mientras que, su eficiencia fue de 84.10%, resaltando la carencia de optimización de recursos y procesos productivos.

La simulación en Flexsim pronostica una mejora de 15 unidades diarias, con los tiempos optimizados y actividades estandarizadas en la producción en un horario de 8 de trabajo situación que equivale a 1215 dólares americanos, también se visualiza la estandarización y optimización de los procesos productivos con la modificación o eliminación de actividades que no agregan valor al proceso.

Se concluye que la empresa Nutrisalminsa S.A. tiene oportunidades de mejora para el incremento de su productividad a través de estandarización y optimización de sus procesos de producción, que le puede repercutir en ingresos económicos adicionales y la disminución de su deficiencia de producción.

Palabras clave: Estandarización, FlexSim, indicadores, optimización de procesos, simulación.

ABSTRACT

One of the problems in the manufacture of food supplements for farm animals is the non-standardisation of production processes that generates effects such as: defective products, reprocesses, unproductive activities, bottleneck, among others; therefore, the objective of the research is to develop the standardization and optimization of production processes in the company "NUTRISALMINSA S.A.".

The study was carried out by means of descriptive research, comprising three stages: I. Analysis of the processes, which identified the current situation of the plant by means of flow diagrams, characterization and time study. II. Determination of the level of deficiency by means of key production indicators. III. Simulation of the manufacturing processes to improve productivity.

The results of the research showed that there are activities that do not add value and that restrict production by 12.88%; this situation leads to a bottleneck in the bagging area, with a time of 1862.27 seconds which corresponds to a decrease in production, the level of deficiency in the study level corresponds to 15.90%, in addition, the effectiveness in the study period was 97.79%, while its efficiency was 84.10%, highlighting the lack of optimization of resources and production processes.

The simulation in FlexSim forecasts an improvement of 15 units per day, with the optimized times and standardized activities in the production in a schedule of 8 working hours, which is equivalent to 1215 US dollars. The standardization and optimization of the production processes is also visualized with the modification or elimination of activities that do not add value to the process.

It is concluded that the company Nutrisalminsa S.A. has improvement opportunities to increase its productivity through standardization and optimization of its production processes, which can have an impact on additional economic income and the reduction of its production deficiency.

Keywords: FlexSim, indicators, standardization, optimization of processes, simulation.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

Estandarización y optimización de los procesos de producción en la empresa “NUTRISALMINSA S.A.”

1.1.1 Planteamiento del problema

Los principios de ingeniería moderna, clasifican al desarrollo de las actividades, mediante el fundamento de la sostenibilidad, modificando las características de consumo de recursos tipo renovables y no renovables, que, en el año 2019, debido al cierre abrupto generado por la crisis sanitaria a nivel mundial, industrias del sector ganadero, redujeron exponencialmente sus ventas y, el pequeño sector que no consideró el correcto manejo de las líneas de producción para fabricar productos, se vio obligado a vender a precios bajos, estas estrategias de mercado, ocasionaron grandes pérdidas monetarias en el sector [1], [2], [3].

La crisis global de insuficientes contenedores para transportar la creciente demanda de productos e insumos ganaderos, debido al cierre de fronteras como medida preventiva a la pandemia COVID 19 y por la falta de control sobre el sector marítimo, en conjunto con los problemas políticos entre Ucrania y Rusia, principal productor de materia prima a nivel mundial, han desencadenado el incremento de costos de los granos, sales y suplementos alimenticios dando como resultado que, las empresas dedicadas a la elaboración de sales y minerales en el Ecuador sean incapaces de mantener precios atractivos y por ello redujeron en un 40% las ventas esperadas para el año 2021 [4].

Las empresas manufactureras de Estados Unidos presentaron problemas con la productividad, donde las ganancias se han visto reducidas drásticamente, debido a la poca inversión en investigación aplicada y a la pandemia COVID 19. Mediante el apoyo gubernamental a sectores de pequeñas y medianas empresas manufactureras se ha invertido en nuevas tecnologías, estándares de medición del trabajo y desarrollo de la fuerza laboral, mejorando la productividad [5].

El departamento de trabajo de los Estados Unidos realizó varias capacitaciones laborales en las empresas que presentaron disminución en su productividad, con el fin de permitir que los trabajadores se adapten a los nuevos procesos estandarizados de producción, fomentando la competitividad y la capacidad de fabricación del país [5].

Estudios realizados mediante la encuesta global anual sobre alimento balanceado y suplementos alimenticios de Alltech [6], determinaron que, la industria de fabricación de sales minerales para ganado bovino, está creciendo en un 2,76% cada año; sin embargo, la misma investigación, determinó que, este crecimiento exponencial, fue una de las principales causas del aumento del 2% de las emisiones de CO₂, por transporte de materia prima y distribución de producto final [7]. En casi todas las regiones del mundo, reportan ciertas deficiencias de minerales en la alimentación de animales de granja, de acuerdo con la investigación realizada por la revista mexicana de ciencias pecuarias, considerándose como minerales críticos utilizados en rumiantes de pastoreo, entre ellas: calcio, fósforo, sodio, cobre, selenio, y zinc [8].

Un indicador global, sobre el grado de nutrición eficaz, estableció un mínimo de 15 elementos minerales que aseguran el suplemento alimenticio del ganado bovino [9]. La escasez de minerales, materiales y equipos ha restado 5 puntos porcentuales al crecimiento de la producción manufacturera de la Unión Europea entre enero y octubre del año 2021, todos estos problemas terminaron repercutiendo en la línea de manufactura, mediante cuellos de botella afectando al correcto funcionamiento de los procesos industriales, también se sumó el problema de no poseer procesos estandarizados, retrasando las cadenas de suministro y la entrega de productos finales a nivel mundial [10].

Encuestas desarrolladas en España, top 10 del ranking de principales productores de sales minerales a nivel mundial, determinaron que, de 225 entidades del sector de ganado bovino, el 67% del total no cumple con la capacidad de producción diseñada, las causas derivan en un 80% de las actividades improductivas sobre el procesamiento de la materia prima [11], [12].

La asociación de productores de alimentos balanceados, sales y minerales, realizó un estudio sobre las problemáticas que llevaron a la producción reducida de 250.000 a 188.000 unidades de producto final, donde, se determinó que, el 28% de las salidas de

cada proceso, sufría pérdidas de materia prima derivados de la falta de capacitación del operario, generando reprocesos y pérdidas monetarias pronunciables [13].

En las industrias manufactureras ecuatorianas, la preocupación por un mercado cambiante y cada vez más globalizado, es la falta de innovación para afrontar nuevos retos y competir a nivel mundial, ya que solo el 14% de las pequeñas y medianas empresas registran inversión en investigación, desarrollo y mejora de los procesos. Todo esto se ve afectado en la falta de desarrollo de nuevos productos, aproximadamente 4 de cada 10 pequeñas y medianas empresas realizan cambios en lo que producen, así también solo el 21% mejoran sus procesos, buscando ser eficientes, evitando movimientos innecesarios de sus trabajadores. Este débil comportamiento en estandarización y optimización de los procesos terminó influyendo en la disminución de la productividad en las industrias [14].

En el Ecuador se detectaron varias debilidades en el sector manufacturero en varios campos como, la falta de preocupación por incorporar las buenas prácticas de manufactura (BPM) y organizacionales, las cuales vayan alineadas con los objetivos propuestos por las industrias. En los años 2010 y 2020 solo el 13%, de las industrias manufactureras se preocuparon por utilizar las normas de calidad ISO 9001, el resto mantiene los estándares de calidad bajos [14].

En Tungurahua, la industria agropecuaria es uno de los sectores más significativos en el mercado nacional e internacional, la creciente demanda por suplementos alimenticios, para obtener animales de granja con mejor calidad, en producción de leche y carne hacen que sea una industria para explotar. Sin embargo, la falta de implementación de tecnología, políticas gubernamentales y estandarización de procesos; hacen que los costos de producción sean mayores, disminuyendo la productividad de las industrias [15].

Nutrisalminsa S.A. es una empresa matriz ubicada en la ciudad de Ambato, sector del Parque Industrial, que, en los últimos años ha ganado mercado por la alta demanda de sales y minerales para animales de granja, la cual consiste en elaborar suplementos para el crecimiento sano, productivo y regulado de animales de granja, con la finalidad de obtener productos de primera necesidad como leche y carne destinados a consumo humano [16]. Esta producción elaborada a base de materia prima con nutrientes y

vitaminas modifica sus fórmulas cada cierto tiempo para determinar un mejor cuidado sobre los animales de granja que requieran del producto, sin embargo, este constante cambio no controlado y la falta de capacitaciones sobre el personal de producción, reduce en gran medida la eficiencia anual de la planta de producción, dando como resultado, pérdidas monetarias significativas [15].

Una consideración importante, es la falta de control en la disminución de los desperdicios o mudas de producción para elaborar los diferentes productos, la falta de control sobre los procesos de transformación de materia prima, trabajo no estandarizado y cantidades inexactas que ingresan a un lote de producción causan un cuello de botella sobre los procesos de obtención, manufactura y recolección de materia prima, además, generan mayores costos, retrasos y decremento en la calidad del producto, lo cual termina en el déficit de la línea de producción [17].

1.2 Antecedentes investigativos

Después de la crisis económica sufrida por las industrias manufactureras, debido a la pandemia COVID-19 originada en el 2019, mejorar la productividad se ha convertido en un reto para todas las organizaciones durante los últimos años, generando investigaciones que han aportado en el tema, basados en la aplicación de la metodología 5's y el estudio de tiempos y movimientos para estandarizar y optimizar los procesos productivos. A continuación, se presentan una serie de investigaciones basados en el tema.

Inicialmente se considera el estudio realizado en la empresa “Promacero”, en el año 2022, que tuvo como objetivo mejorar la productividad y optimización de procesos, por lo cual se realizó un análisis de las actividades y áreas de trabajo con un enfoque en la mano de obra, del área de manufactura mediante la ayuda de la metodología 5's y los tiempos estandarizados. Los resultados obtenidos fueron: mejora en el tiempo estándar de los procesos de despacho y recepción de material, antes de aplicar la metodología se tenía un tiempo de 2.42 y 17.42 min, y la productividad de 30% y 58% respectivamente, después de aplicar las herramientas se tuvo un tiempo estándar de 26.2 y 63.1 segundos y una productividad de 33.26% y 88.03% respectivamente [18].

En el año 2021, en la empresa de calzado “FACALSA” de la ciudad de Ambato, se

ejecutó debido a la existencia de tiempos muertos en los procesos de producción, lo cual generaba baja productividad. Mediante un estudio de tiempos para cada proceso y ayuda de las herramientas de estandarización como lean manufacturing y 5's, se obtuvo un mejor desempeño de las actividades de la línea de producción, antes de la investigación su tiempo estándar era de 1879.42 minutos y una productividad de 130, después de la mejora se tiene un tiempo estándar de 1795.16 minutos y una productividad del 30.6% comparado con la anterior [19].

En Ecuador, el centro de distribución CD Riobamba en el año 2022, se presentó inconvenientes como el cuello de botella en el proceso de carga del producto terminado, esto generaba pérdidas de tiempo en las secuencias de las actividades, produciendo gastos innecesarios e ineficientes en sus procesos. Como resultado se establece una propuesta de un modelo de estandarización para el proceso de carga del producto terminado, donde se incorporó una reestructuración de layout, con las mejoras del proceso, servicio, aumentando la productividad y contribuyendo a la mejora continua [20].

En el año 2019, presentó deficiencia y un decremento en la optimización de los recursos en una imprenta de la ciudad de Tijuana, donde se realizan tareas manuales y mecánicas, el principal problema fue que su capacidad real no concuerda con la capacidad diseñada, la capacidad actual es de 350 cajas por día mientras que la diseñada es de 650 unidades, generando que la empresa incurra en gastos de horas extras. Mediante herramientas de la estandarización del trabajo, estudio de tiempos y movimientos, además con el rediseño de los puestos de trabajo se incrementó los niveles de eficiencia y productividad en un 63.2% [21].

En México, año 2020, debido a la falta de desempeño del factor humano y la disminución del índice de productividad, de una empresa de prensa editorial con tareas manuales y también mecánicas, las cuales generaban posturas incómodas de trabajo, cuellos de botella, retrasos en producción y en la entrega, elevando así su costo de producción. Los investigadores adoptaron metodologías que partieron desde el análisis del estado actual de la línea de producción, mediante la creación de diagramas de flujos, hasta mejorar el rendimiento y seguridad del operario mediante el trabajo estandarizado y el estudio de tiempos y movimientos [22].

En el año 2019, en la empresa Karcher Perú, encargada de brindar soluciones de limpieza a sus clientes, su principal problema era tener procesos críticos en el área de post venta perdiendo clientes, también incurrían en elevados costos de inventario, la empresa no contaba con procesos estandarizados, incumpliendo las políticas y los requerimientos de los clientes. La metodología utilizada para solucionar estos problemas partió desde la segmentación de los productos mediante un diagrama ABC, luego levantaron la situación actual de la empresa mediante diagramas de flujo, fichas de procesos conociendo los procesos críticos, finalmente diseñando un mapa de proceso y un diagrama SIPOC, donde se define procesos más relevantes, controles e indicadores y recursos para un manejo y control correcto del proceso [23].

En Colombia, año 2021, en la empresa Suramericana de Guantes S.A.S, debido a que presento un baja productividad, tiempos de ciclos muy largos y reprocesos constantes, retrasando los tiempos de entrega, aumentando su costo de producción; mediante las herramientas de ingeniería de métodos como el estudio de tiempos y movimientos, se realizó el análisis, organización de los tiempos de cada proceso, finalmente se organizaron por familias de productos beneficiando la implementación de herramientas lean manufacturing, logrando incrementar la eficiencia operacional a un 80%, así también reduciendo el porcentaje de productos no conformes al 0.03% [24].

1.3 Fundamentación teórica

Procesos

Son conjuntos de actividades interrelacionadas entre sí, las cuales transforman la materia prima en un producto final, las cuales constan de entradas y salidas. De ahí la importancia de tener procesos bien definidos y controlados, lo cual me permite realizar la mejora continua de las mismas. En cada proceso existe entradas y salidas, los ingresos son la materia prima, insumos para la manufactura del producto mientras que las salidas son los productos finales obtenidos por la secuencia de procesos a lo largo de la línea de producción [25].

Producción

Son conjuntos de procesos o actividades donde se obtiene bienes tangibles o intangibles, con la finalidad de satisfacer las necesidades de los clientes. Cada proceso en la línea de producción adiciona un valor agregado [26].

Sistema de producción

Son maneras y formas con las cuales transforman la materia prima en productos, mediante la entrada de las materias primas, el proceso por la cual se realiza el producto, llegando a obtener productos finales, las cuales van a ser distribuidos a los clientes [25].

Tipos de sistemas de producción

Existen diferentes sistemas de producción, las cuales cada uno tienen sus propias características, que funcionan de maneras diferentes teniendo operaciones eficaces. Entre las cuales se tiene:

Producción bajo pedido

Este sistema es muy utilizado, pero no es muy recomendado, se produce solo cuando la empresa recibe un pedido de sus productos, su producción se realiza por unidades o cantidades pequeñas, sus procesos suelen ser poco automatizados [25].

Producción por lotes

Este tipo de producción utilizan las empresas que producen cantidades limitadas de productos, ya sea por temporadas, sus procesos se dividen en varias partes o en operaciones, sus procesos se terminan cuando el lote está completo.

Producción continua

Este tipo de producción se realiza en empresas grandes que producen por inventario, su producto ya está determinado, su producción es en línea y acelerado, sus procesos son ejecutados sin interrupción, sus procesos de fabricación no sufren cambios importantes por la cual se puede ser mejorado continuamente [27].

Descripción del proceso productivo

Los procesos productivos dependen del tipo de industrias manufactureras o empresas que generen servicios o productos, pero todos estos procesos tienen un esquema general las cuales constan de los siguientes puntos [14].

- **Estado inicial.** - procesos o insumos iniciales así también como los suministros de materia prima para elaborar el producto.
- **Insumos.** - son la materia prima las cuales se transformarán en producto final.
- **Suministros.** - son recursos esenciales o necesarios para el proceso de transformación de los insumos.
- **Proceso productivo.** - son conjuntos de operaciones o actividades que realizan los operarios o el conjunto de máquinas.
- **Equipo productivo.** - son conjuntos de máquinas esenciales para la manufactura de la materia prima mediante los suministros de cada proceso.

Productividad

Es la capacidad que tiene la empresa para producir en un determinado tiempo, también se puede decir que es la relación entre la producción, cantidad de bienes o servicios producidos en un tiempo determinado con los recursos requeridos para cubrir con la producción [27]. La medición de la productividad es importante para la comprensión del desempeño relacionado con las operaciones de un país, industria o unidad de negocios [28].

$$Productividad = \frac{Producción\ obtenida}{Recursos\ utilizados} \quad (1)$$

Diagrama de Pareto (ABC)

Es una gráfica muy utilizada en las industrias, la cual consiste en clasificar aspectos importantes, con una problemática ordenado de mayor a menor frecuencia, son herramientas que ayudan a determinar cuáles artículos son de mayor valor, ayudando a tomar decisiones eficientes, se clasifican los artículos en tres (A, B y C), dando prioridad a uno u otros productos que fabrica la empresa.

- **Artículos A.-** son los más importantes a las cuales se deben dar prioridad de efectos de control.
- **Artículos B.-** son de importancia secundaria a tener en cuenta después de controlar el artículo anterior.
- **Artículo C.-** son los que menor importancia tienen.

Este método gráfico puede ser aplicado en distintas áreas de la empresa optimizando los pedidos, además, se puede comparar los costos de producción con la de sus componentes [29].

Estandarización de procesos

Como decía Taiichi Ohno, diseñador del sistema de producción Toyota “Si no hay estándar no hay mejora”. Para lograr que la empresa sea más competitiva en el mercado primeramente se debe lograr el orden interno, llegando a poseer la estandarización de los procesos, produciendo bajo una norma, es decir de una forma organizada y controlada de trabajar.

La estandarización de procesos son actividades interrelacionadas las cuales se documentan, los trabajos, procesos a realizar, materiales y herramientas para la manufactura del producto, mediante esta documentación se puede realizar la optimización y mejora continua de toda la línea de producción, llegando hacer competitivos en el mercado [30].

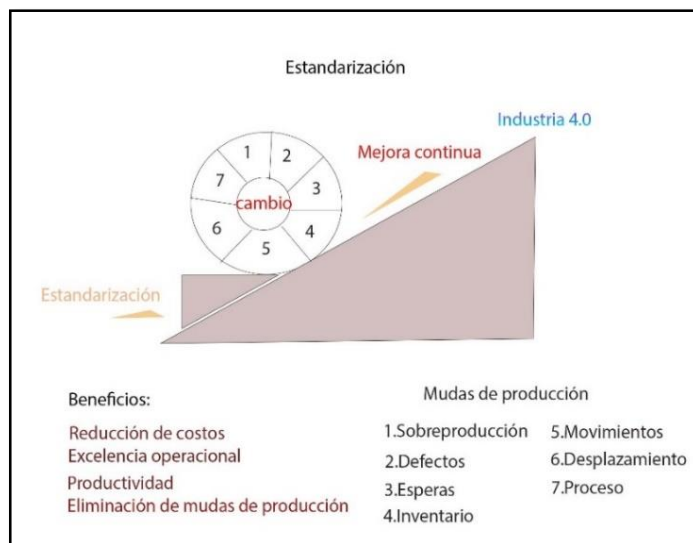


Figura 1. Estandarización de procesos [30]

En la estandarización de procesos las técnicas más utilizadas se realizan mediante diagramas que facilitan su entendimiento.

Las principales ventajas de tener procesos estandarizados son [30]:

- Disminuir o eliminar la variabilidad de los procesos productivos
- Obtener resultados marcados en los objetivos de producción
- Optimización de varios recursos como materiales y herramientas
- Mejora y optimiza la calidad del producto así también la seguridad de los operarios
- Ayuda a la implementación de la mejora continua.

Todos estos beneficios de la estandarización de procesos, logra un comportamiento estable en la generación de productos o servicios con la misma calidad, reduciendo y optimizando costos de producción, porque sus procesos son repetitivos. No basta con estandarizar los procesos sino también las condiciones de trabajo deben incluir [30]:

- Insumos, equipos, instrumentos, máquinas
- Los métodos de trabajo y procedimientos seguros para los operarios
- Experiencia del trabajador así mismo de la habilidad del operario

Se debe tener en cuenta que no es el mismo procedimiento para estandarizar una empresa pequeña a una grande, porque las primeras no necesitan de herramientas muy sofisticadas y manuales complejos, las pequeñas empresas tienen más flexibilidad en sus procesos [30].

Ingeniería de métodos

Ciencia de la ingeniería moderna, que regula los recursos disponibles en una planta de producción, permitiendo optimizar el manejo de la materia prima de forma eficiente. Esta rama, es una herramienta encargada de registrar y examinar metodologías que se ajusten a una industria, redistribuyendo las actividades y logrando un incremento sobre la productividad de procesos [31].







Medición del trabajo

Técnica enfocada en los cambios sustanciales que conlleven a la mejora de procesos y actividades, garantizando el manejo eficiente del recurso humano mediante un rango menor de distribución de las actividades, optimizando el desempeño de la planta de producción en general [32]. Es recomendable antes de hacer un estudio de tiempos, realizar el estudio de métodos con el objetivo de simplificar el trabajo, donde se identifique la forma de trabajo actual y proponer una mejora que optimice el proceso, donde se utiliza herramientas como los diagramas siguientes:

Diagramas de flujo de proceso

Son diagramas que ayudan a seguir una secuencia de actividades, muestran el orden de las operaciones, inspecciones, tiempos entre proceso, materiales que se utilizan, ya sea en procesos de manufactura o procesos administrativos. Facilita tener control de los procesos desde la llegada de materia prima, hasta la distribución del producto final [28].

Tabla 1. Símbolos estandarizados para el diagrama de flujo

Nombre	Símbolo	Descripción
Operación		Conjunto de actividades las cuales ayudan a transformar la materia prima en producto terminado.
Inspección		Actividades de verificación y control de variables de todos los procesos, con cantidades exactas de materia prima.
Demora		Es el tiempo en el cual se demora en realizar un proceso.
Almacenamiento		Almacenar la materia prima o el producto final.
Transporte		Transporte de materia prima, insumos o producto final de un lugar a otro.
Mixto		Proceso que requiere de una acción combinada ya sea de operación o inspección.

Cursograma sinóptico del proceso

Este tipo de diagramas son utilizados para mostrar secuencias cronológicas de todas las operaciones, inspecciones, con tiempos y materiales que se ocupan en cada proceso, desde la llegada de materia prima hasta el almacenamiento del producto terminado [33].

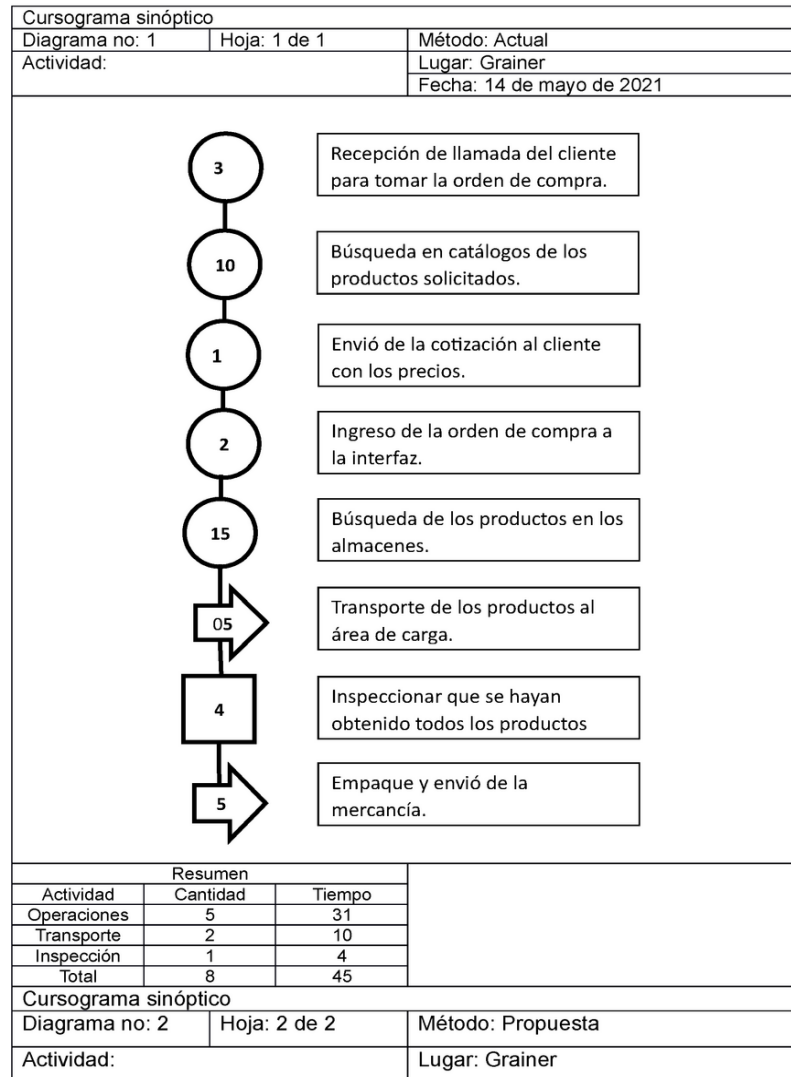


Figura 2. Cursograma sinóptico del proceso [33]

Cursograma analítico

También es denominado como diagrama de flujo, este también representa gráficamente el orden de las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos de cada proceso de la línea de producción unidas mediante una línea de acuerdo con su orden de ejecución [33].

Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (metros)	Símbolo					
				○	□	◐	⇨	▽	
La información de libro es programada en máquina litográfica		4,30		●					
La temática del libro es verificada		0,60		●					
El papel es insertado en máquina litográfica		1,00		●					
Espera trabajo en máquina litográfica		22,10					●		
Verificado de las hojas del libro		0,50		●					
Transportado de papel impreso a máq generadora de hojas		0,60	8,0					●	
Colocado de papel impreso en máq articuladora y accionar		12,60		●					
Espera articulado de hojas en máquina		14,80					●		
Revisar hojas articuladas		1,30		●					
Transportado de folletos a máq litográfica		0,60	7,3					●	
Programar información de folleto en máq litográfica y accionar		1,00		●					
Espera de trabajo en máquina litográfica		16,20					●		
Verificado de folletos impresos		0,35		●					
Transportado de folletos impresos a zona del libro		0,60	7,25					●	
Colocar folletos impresos al interior del libro		0,20		●					
Transportado a zona de equipos para quemar cd		0,80	10,3					●	
Grabado de cd según temática del libro		14,10		●					
Transportado de cd a zona de libro (hojas articuladas)		0,60	7,25					●	
Colocar cd al interior del libro		0,15		●					
Almacenado de producto terminado		0,10							●
Total		92,50	40,10	7	4	2	6	1	

Figura 3. Cursograma analítico [33]

Diagrama de recorrido (layout)

Representación gráfica la cual se usa para determinar la disposición que toma la materia prima, en la planta de producción, dicho de otra manera, es la distribución de cada proceso en la línea de procesos colocado de forma estratégica, las distancias deben tener una acotación básica, así como el flujo que el material tiene en cada puesto [34] [28]. La Figura 4, muestra un ejemplo de un diagrama de recorrido descrito en un layout.

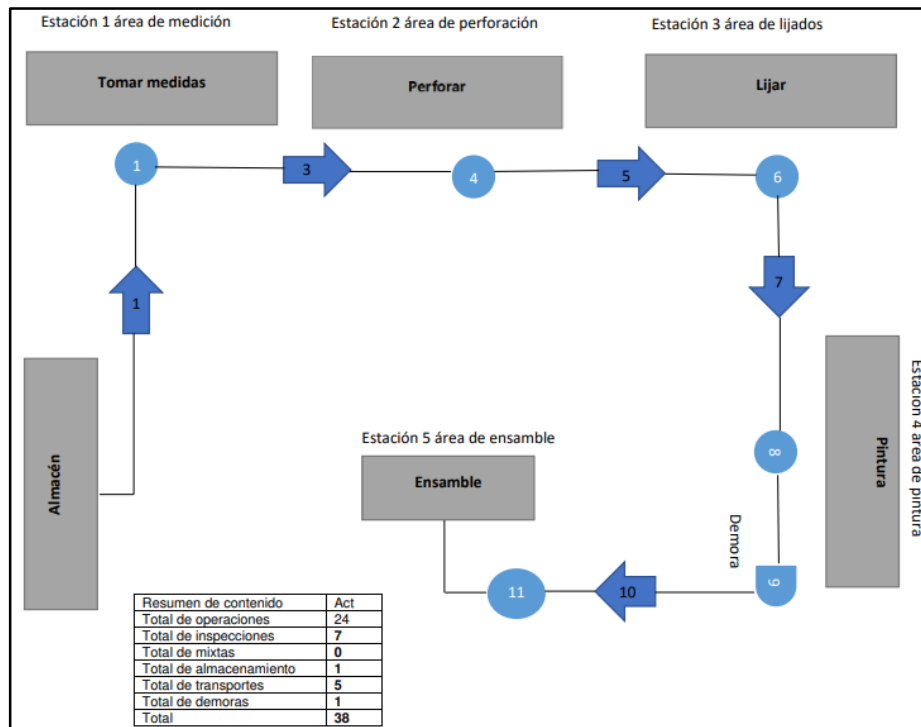


Figura 4. Diagrama de recorrido [34]

Estos diagramas, indican los movimientos y trayectorias de los recursos presentes en la planta de producción, esta herramienta sirve para visualizar el total de la distancia que recorre cada recurso en la planta [34].

Estudio de tiempos y movimientos

Técnica de estudio de la ingeniería moderna, destinada a determinar cuellos de botella, actividades improductivas y demoras de trabajo en la línea de producción. Este es un examen realizado de forma sistemática, tiene la finalidad de establecer el promedio de realización de una actividad de trabajo, analizando la distribución de cada proceso y las salidas esperadas para una jornada de trabajo, enfocando su estudio, sobre el entorno de trabajo para mejorar la productividad de la planta [35].

Número de observaciones del estudio de tiempos y movimientos

La General Electric, destino el manejo del estudio de tiempos y movimientos, mediante la toma preliminar de muestras, para determinar el tiempo estándar de los procesos que forman la planta de producción [36]. La Tabla 2, muestra el número de muestras que depende de la muestra preliminar.

Tabla 2. Número de observaciones según la General Electric [36]

Tiempo de ciclo [min]	Número de observaciones recomendadas
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 a 5.00	15
5.00 a 10.00	10
10.00 a 20.00	8
20.00 a 40.00	5
40 o más	3

Factor de desempeño

Medición realizada al operario, con la finalidad de establecer el grado de productividad y eficiencia que tiene el recurso humano. El método Westinghouse refiere a 4 puntos medibles sobre los operarios, la habilidad para manejar recursos, el esfuerzo colocado sobre la productividad, las condiciones sobre el área de trabajo y la consistencia con la que inicia y termina la jornada de trabajo [20]. La Tabla 3, muestra los valores según la variable medible.

Tabla 3. Tabla de factor de desempeño [20].

Factor de desempeño							
Habilidad		Esfuerzo		Condiciones		Consistencia	
0.15	A1-Superior	0.13	A1-Excesivo	0.06	A-Ideales	0.04	A-Perfecto
0.13	A2-Superior	0.12	A2-Excesivo	0.04	B-Excelente	0.03	B-Excelente
0.11	B1 Excelente	0.10	B1-Excelente	0.02	C-Buenas	0.01	C Buenas
0.08	B2-Excelente	0.08	B2-Excelente	0.00	D-Promedio	0.00	D-Promedio
0.06	C1-Bueno	0.05	C1-Bueno	-0.03	E-Regulares	-0.02	E-Regulares
0.03	C2-Bueno	0.02	C2-Bueno	-0.07	F-Malas	-0.04	F-Deficientes
0.00	D-Promedio	0.00	D-Promedio				
-0.05	E1-Aceptable	-0.04	E1-Aceptable				
-0.10	E2-Regular	-0.08	E2-Regular				
-0.16	F1-Malo	-0.12	F1-Malo				
-0.22	F2-Deficiente	-0.17	F2-Deficiente				

Valoración del ritmo de trabajo

Para determinar la velocidad efectiva del trabajador, debe tener correlación con la idea del analista de cual debería ser el ritmo tipo adecuado para el proceso. Un operario experimentado en el trabajo por ejecutar el mismo tipo de actividades por varios años genera ventajas las cuales aceleran el proceso, calificando su factor de desempeño con 100%, sin embargo, es frecuente tener personal nuevo, poco capacitado en los procesos, que disminuyen la productividad esperada, a este factor de desempeño se califica con valores inferiores a 100%, depende mucho del criterio del analista que va realizar el estudio de tiempos [28].

Suplementos de trabajo

Refiere a la variación de tiempo extra que tiene el trabajador para realizar descansos periódicos, para cubrir sus necesidades personales y gestionar su tiempo, bajando el grado de esfuerzo, permitiendo cubrir la jornada de trabajo con esfuerzo y consistencia [25]. La Tabla 4, muestra la tabla de suplementos constantes y, la Tabla 5, muestra los suplementos variables, según las condiciones de desarrollo de actividades [29].

Tabla 4 Tabla de suplementos constantes [29]

Suplementos constantes		
	Hombre	Mujer
A. Necesidades personales	5	7
B. Fatiga	4	4

Tabla 5 Tabla de suplementos variables [29]

Suplementos variables					
	Hombre	Mujer		Hombre	Mujer
A. Trabajo de pie	2	4	F. Concentración intensa	0	0
				2	2
				5	5
B. Postura anormal	0 2 7	1 3 7	G. Ruido	0	0
				2	2
				5	5
C. Uso de fuerza	0 1 2	1 2 4	H. Tensión mental	1	1
				4	4
				8	8

Suplementos variables					
	Hombre	Mujer		Hombre	Mujer
	9	20			
	0	0		0	0
D. Mala iluminación	2	2	I. Monotonía	1	1
	5	5		4	4

Tiempo observado

Son los tiempos cronometrados de cada operación sin adicionar ningún elemento extra.

Tiempo normal

Es el tiempo regular que se demora el operario para realizar una determinada actividad en la línea de producción, este es un tiempo promedio para desarrollar una cantidad mínima de productos durante una jornada de trabajo [37]. La Ecuación 2, muestra el cálculo [29].

$$Tn = \overline{TO} \times ID \quad (2)$$

Donde:

Tn = Tiempo normal

\overline{TO} = Tiempo observado

Fd = Factor de desempeño

Tiempo estándar

Es el tiempo determinado para elaborar un proceso, una vez que se establece el rango mínimo y una velocidad promedio normal, el operario calificado y capacitado, debe elaborar el número de productos durante una jornada de trabajo [38] [28]. La ecuación 3, muestra el cálculo empleado para obtener el tiempo estándar.

$$Ts = Tn \times \left(1 + \frac{\sum \text{Suplementos}}{100} \right) \quad (3)$$

Donde:

T_n = Tiempo normal

T_s = Tiempo estándar

Capacidad de producción diaria

Indican la cantidad de unidades producidas por unidad de tiempo, un valor necesario para poder realizar la planificación de la producción, así poder cumplir con las metas de la organización [28].

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo estándar}} \quad (4)$$

Indicadores claves de producción

También se les denomina KPI'S (Key performance indicators), en español denominados indicadores clave de rendimiento que miden el nivel de desempeño de un proceso determinado, indicando que tan efectivos son los procesos dentro de la línea de producción, estableciendo estándares para alcanzar el objetivo propuesto por la empresa.

Los indicadores son comparaciones entre dos o más tipos de datos las cuales sirven para elaborar una medida cuantitativa o una observación cualitativa. Mediante esta comparación arroja un valor o una magnitud con un significado para quien lo realice y lo comprende.

Tipos de indicadores

Indicadores de gestión. - este tipo de indicadores monitorea los procesos con el fin de lograr productos específicos acorde las especificaciones del cliente.

Indicadores de resultado. – este tipo de indicadores informa de las actividades aplicadas al incremento del producto.

Clasificación de los indicadores claves de producción

Por el ámbito de control

Insumos. - son los recursos con los cuales cuenta la empresa para lograr un producto o resultado.

Procesos. - son actividades interrelacionadas entre sí, necesarias para transformar la materia prima en productos.

Resultados. - impacto final que se alcanza, cuando los productos o servicios cumplen con su fin.

Función de sus dimensiones

Eficacia. - ayudan a medir el grado de cumplimiento de los objetivos de la organización, sin referirse al costo de estos.

Eficiencia. - ayudan a evaluar los costos por unidad de servicios o bienes producidos.

Calidad. - ayudan a medir las características técnicas del producto o servicio entregado, las cuales cumplen los requisitos del cliente.

Economía. - ayudan a medir la capacidad de la empresa para movilizar adecuadamente los recursos financieros [39].

Objetivo e importancia de los indicadores

Los indicadores claves de producción son necesarios para determinar el nivel de eficiencia de los procesos y poder mejorar, puesto lo que no se mide no se puede controlar.

Indicadores claves de producción

La eficacia. - este indicador establece los parámetros de control para la producción mensual o diaria en las áreas de proceso.

$$\% \text{ Eficacia} = \frac{\text{Kilos realizados}}{\text{kilos esperados}} * 100 \quad (5)$$

La eficiencia. - este indicador permite identificar si se va a cumplir con las metas de los kilos producidos en el mes, con menos recursos disponibles.

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{\frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Costo real}} \times \text{Tiempo invertido}}{\frac{\text{Resultado esperado}}{\text{Coste estimado}} \times \text{Tiempo previsto}} * 100 \quad (6)$$

Productividad. - es un indicador define cuantos productos o servicios se logra producir por cada uno de los recursos utilizados para su fabricación, como mano de obra, tiempo de sus actividades y capital dentro de un tiempo determinado.

$$\text{Productividad} = \frac{(\text{Productos o servicios producidos})}{(\text{Recursos utilizados})} \quad (7)$$

Rendimiento de máquinas en el área de producción. – es un indicador que tiene por objeto controlar los cuellos de botella conociendo la capacidad utilizada de cada máquina con respecto a su utilización máxima posible.

$$\text{Rendimiento de mqsns} = \frac{\text{Números de kilogramos producidos}}{\text{Capacidad máxima del recurso}} * 100 \quad (8)$$

Calidad de proceso. – este tipo de indicador refleja los productos en perfecto estado que se han obtenido, comparando con el total de productos que se han fabricado, si el indicador es menor al 100% indica que existen perdidas de calidad de proceso, como desechos, retrabajos también pérdidas en el arranque de los equipos.

$$\text{Calidad de proceso} = \frac{\text{Cantidades de unds conformes}}{\text{Cantidad de unds producidas o extraídas}} * 100 \quad (9)$$

Calidad de uso. - este tipo de indicador mide la calidad de los productos con base en la aceptación por parte de los clientes.

$$\text{Calidad de uso} = \frac{\text{Cantidad de unidades reclamadas por calidad}}{\text{Cantidad de unidades totales en ventas}} * 100 \quad (10)$$

Ratio de operaciones. – este indicador relaciona las actividades u operaciones que agregan valor al producto, con el número total de las actividades realizadas para producir.

$$\text{Ratio de operaciones} = \frac{\text{Tiempo en operación}}{\text{Tiempo total}} * 100 \quad (11)$$

Demoras. - este indicador tiene como objetivo el funcionamiento continuo y sin demoras de los diferentes procesos de manufactura.

$$Demora = \frac{Paradas\ del\ equipo\ o\ proceso}{Tiempo\ que\ se\ puede\ producir} * 100 \quad (12)$$

Desperdicios. - este indicador tiene la finalidad de establecer el nivel de desperdicios, es decir los insumos que entran a la línea de manufactura, pero no llegaron a los productos terminados [40].

$$Desperdicios = \frac{Desperdicios\ de\ insumos}{Total\ de\ insumos} * 100 \quad (13)$$

Software FlexSim

Es un software muy utilizado en las industrias manufactureras, la cual permite modelar, desarrollar, simular, visualizar y monitorizar un sistema o proceso real, donde se puede observar desde el inicio de los procesos hasta su cadena de suministro llegando a obtener el producto final. Es un software muy completo permite el modelado de objetos en 2D y 3D, de toda la línea de producción. En diversos países como en Estados Unidos y México es un software muy utilizado y cada vez se va actualizando y mejorando su interfaz, con el enfoque en el desarrollo de sistemas industriales y almacenes, también utiliza varios paquetes de software de diseño como AutoCAD, Solid Works, entre otros. Contiene una gran variedad de librerías de objetos para simular métodos industriales, siendo el único software que crea un entorno lo más parecido posible a la realidad [41] [29]. Este software contiene varias herramientas, así como:

- **Recursos constantes o fijos.** – en estos recursos se encuentran las colas, denominados (queues), máquinas de procesados (processor) y las bandas transportadoras (conveyors). El queue representa una fila de personas, o filas de procesos que esperan ser procesados por una máquina, o un área de almacenamiento en una línea de producción, la siguiente función, el processor simula el tiempo o demora de cada proceso, simula una máquina en la fábrica de manufactura. Todos los objetos en flexsim se puede modificar todas las variables incluso su apariencia cambiando el dibujo en 3D [29].

- **Flow ítems.** - son herramientas muy importantes ayudan a representar los productos, partes de un proceso, ensambles que se realizan, cosas que se muevan en la línea de producción. Son creados mediante un Source, una vez atravesado el modelo estos son enviados a un objeto llamado Sink, la cual se pone al final del proceso.
- **Itemtype.** - son etiquetas que tienen todos los flowitems o productos las cuales representan el tipo de producto. Este software puede utilizar el itemtype como una referencia para destinar la ruta donde se van a enviar los flowitems.
- **Ports.** - son puertos ilimitados que tiene cada objeto de Flexsim, con las cuales se pueden comunicar con otros objetos. Tienen 3 tipos de puertos una de entrada, salida y un puerto central, las primeras dos entradas se usan para definir el flujo de los flowitems o productos de la línea de producción.

Flexsim dispone de una interfaz gráfica de usuario denominada (GUI – graphical user interface), muy sencilla e intuitiva para visualizar, modelar y simular los flujos de procesos, mediante la toma y arrastre de objetos en una interfaz tridimensional. Sus principales características son la disponibilidad de realizar un análisis estadístico de los rendimientos de cada proceso, cuellos de botella sin tener que implementar si no simulando el proceso de cómo se ejecutaría en la realidad [42].

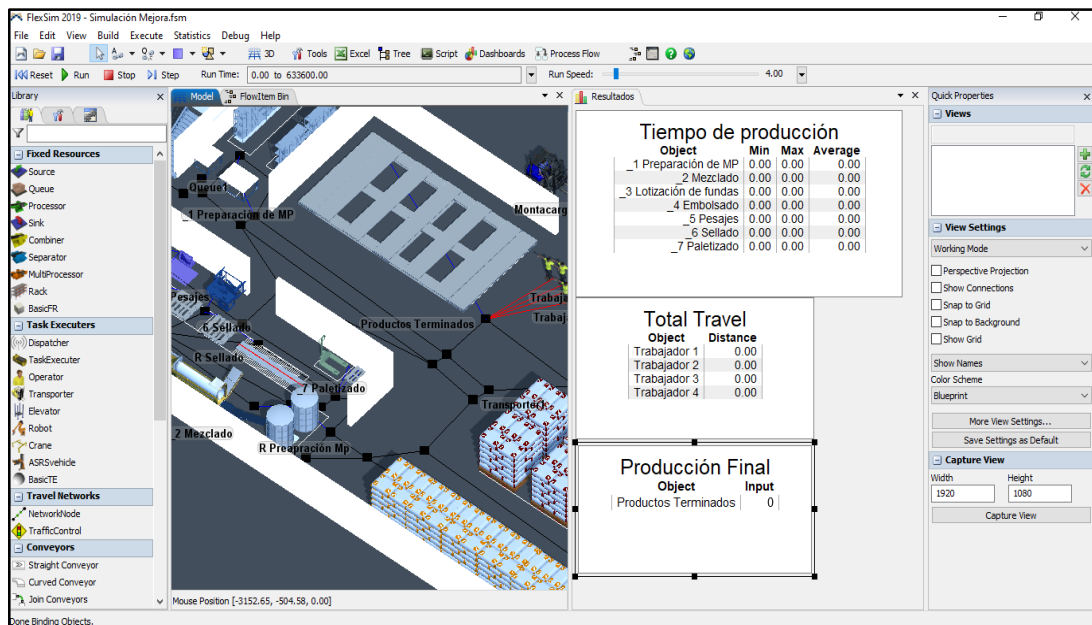


Figura 5. Interfaz software FlexSim [41]

Uso y manejo del software FlexSim

Para la utilización correcta de este software se debe contar con varios aspectos como:

Descripción del caso de estudio

Antes de simular o crear la interfaz se debe conocer el problema que presenta un sistema de producción, conocer su diagrama de flujo del proceso de manufactura, medir tiempos de las actividades en el área de producción y determinar el tiempo de ciclo en fabricar un producto [42].

Descripción de los objetos del modelo

Dependiendo la descripción del caso estudio, se detalla los elementos que se va a utilizar en el sistema productivo, si se requiere objetos como: source, queue, sink, processor y las condiciones en las que operan cada máquina, mediante un diagrama de flujo desde la recepción de la materia prima, hasta el almacenamiento final [41], [42].

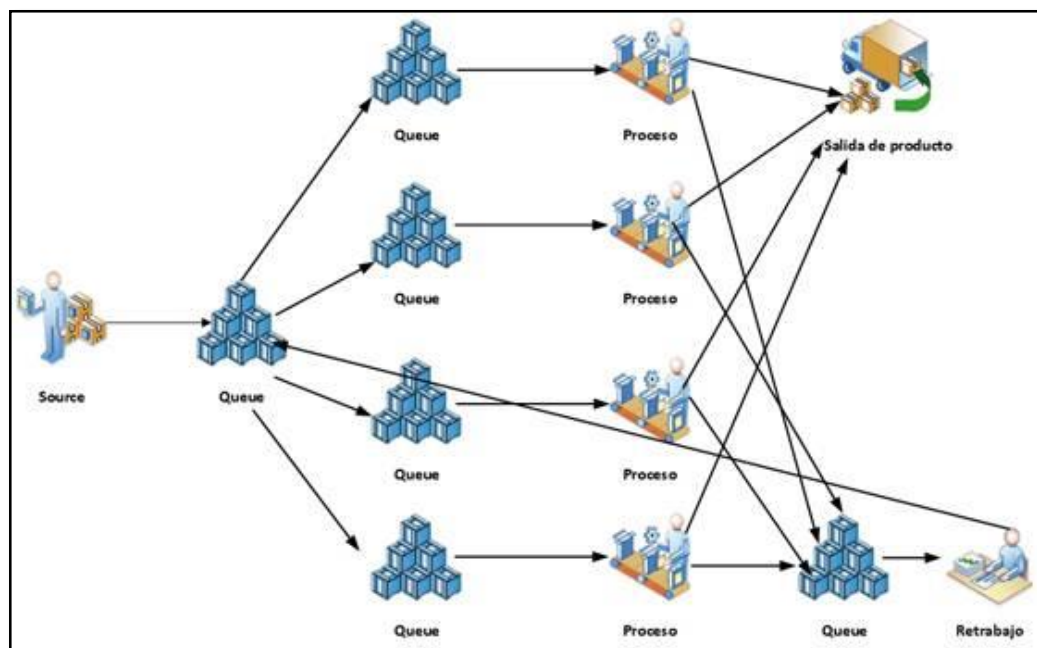


Figura 6. Diagrama de flujo de producción (modelo pruebas) [42]

Construcción del modelo

En esta etapa se abre el software FlexSim para la construcción del modelo, creando una nueva hoja de trabajo (New Model), luego se procede a arrastrar de las librerías

los elementos, recursos necesarios al área de trabajo, una vez completo los elementos se procede a realizar la conexión de objetos, presionando la tecla A y dando clic en los objetos a conectar se crea una conexión de entrada/salida, si presionamos la tecla S se crea una conexión de puerto central, toda la conexión debe cumplir con el diagrama de flujo de producción [42].

Configuración de objetos

Cada elemento arrastrado para la simulación debe ser configurado de acuerdo con la descripción del caso de estudio y por último se procede a la ejecución del modelo de acuerdo con el tiempo requerido, donde se puede observar cómo cada línea de espera cumple con su capacidad máxima de inicio y fin previamente predeterminado, así también se puede visualizar la cantidad de producto aceptado y rechazado durante el tiempo total de ejecución [42].

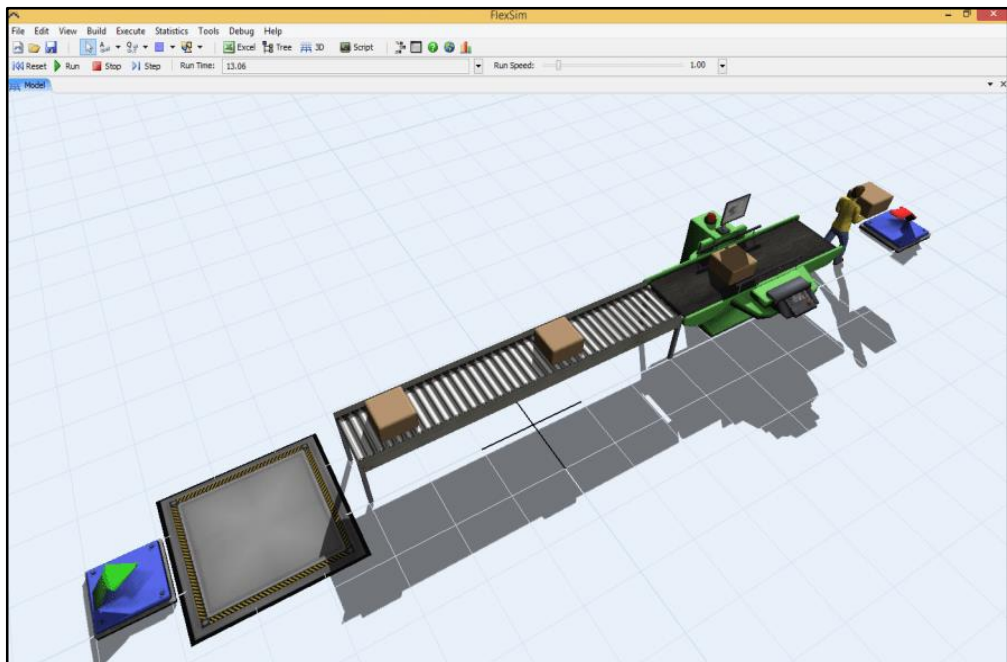


Figura 7. Ejecución del modelo final [42]

Tablas horarias

Se utilizan para programar tiempos de inactividad, logrando generar horarios de trabajo, para objetos específicos del modelo.

Modos de ejecución: el programa permite configurar en diferentes modos como programaciones sin repetición, con repetición o basados en fecha y hora, las cuales se tienen como función la repetición diaria, semanal, basado en fechas [41].

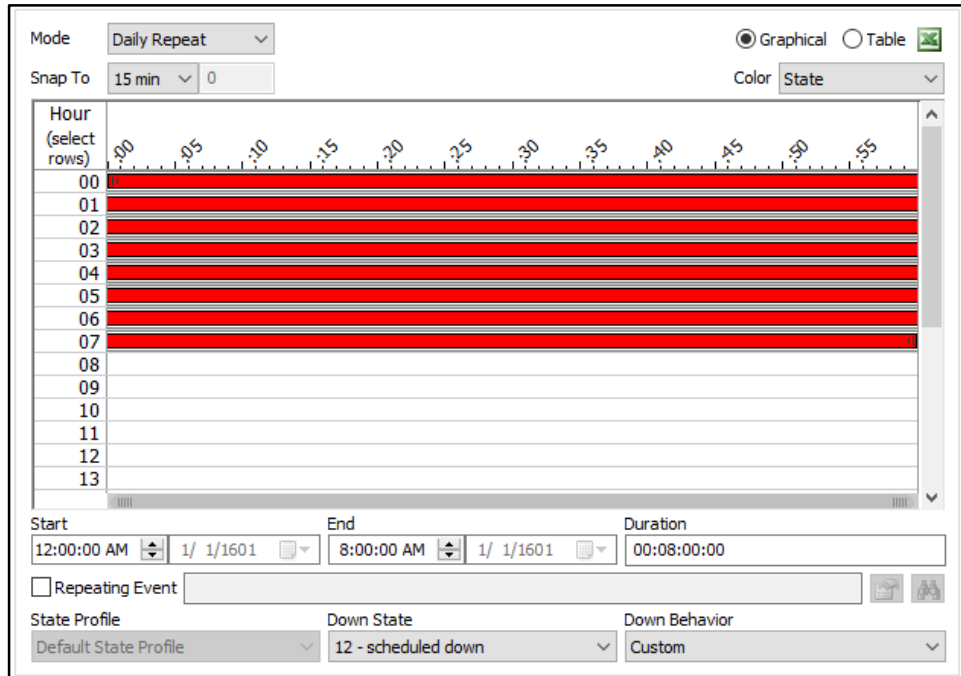


Figura 8. Configuración de la tabla horaria [41]

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar la estandarización y optimización de los procesos de producción en la empresa “NUTRISALMINSA S.A.”

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar un análisis de los procesos de producción de la empresa “NUTRISALMINSA S.A.”.
- Determinar el nivel de deficiencia de los procesos mediante indicadores claves de producción.
- Proponer una alternativa basada en la simulación de procesos para la mejora de la productividad en el área de producción de la empresa “NUTRISALMINSA S.A.”

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Materiales

A continuación, la Tabla 6, muestra los materiales que se utilizarán durante el desarrollo del trabajo de investigación.

Tabla 6. Materiales de la investigación

Material	Descripción	Figura
Computador	Dispositivo donde se procesa información y se desarrolla el proyecto.	
Celular	Dispositivo utilizado para fotografiar el área de estudio.	
Cronómetro	Objeto físico la cual mide el tiempo de las actividades a estudiar.	
FlexSim	Software de simulación de las líneas de producción.	
Microsoft Word	Herramienta para recolectar, procesar y analizar los datos obtenidos.	
Microsoft Excel	Herramienta para la tabulación de los datos obtenidos.	

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la investigación

El proyecto de investigación se desarrollará mediante un enfoque cuantitativo, en base a correlacionar dos variables como la estandarización y optimización de proceso, debido a esto, es necesario utilizar técnicas matemáticas para analizar los objetivos. El pilar fundamental son las metodologías lean manufacturing y el cálculo de tiempos y movimientos que mejoran la productividad de la empresa; en el tercer objetivo se presenta una propuesta para los procesos de producción generando conocimiento mediante el análisis de teorías de actividades que agregan o no agregan valor. El grado de incidencia de los datos obtenidos mediante un software confiable denota los cambios requeridos de una industria para lograr la capacidad diseñada.

Investigación bibliográfica – documental

Se utilizará la investigación del tipo bibliográfica debido al manejo de fuentes de información primaria y secundaria descrita en libros y métodos de introducción de ingeniería sobre los procesos productivos en revistas y documentales. El estudio de artículos científicos determina los datos necesarios para observar el rango de eficacia que tiene utilizar metodologías modernas de trabajo en plantas manufactureras, reduciendo el cuello de botella y eliminando actividades improductivas de la industria de elaboración de nutrientes para animales.

Investigación de campo

La investigación de campo tendrá por objetivo las visitas preliminares para identificar los datos generales sobre la línea de producción y su estructura interna, después se realizará visitas técnicas para determinar el tiempo estándar en la elaboración de un producto y detallar los desperdicios generados en el proceso productivo. Luego, se analizará y comparará los datos obtenidos durante el método de observación directa.

Investigación experimental

Método cuantitativo de investigación que deriva en el estudio de tiempos y movimientos presentes en la línea de producción y la utilización del software FlexSim

para determinar o manipular una o más variables de estudio y controlar el aumento o disminución de la productividad. Obtener la causa raíz que desencadenan en demoras, tiempos improductivos y el cuello de botella de la planta de producción para evaluar el nivel de productividad.

Investigación descriptiva

El tipo de investigación es descriptiva debido a que se buscará especificar todas las propiedades o características de los procesos de producción y el desempeño laboral de las actividades que realizan los trabajadores para estandarizar la línea de producción y mejorar la productividad de la industria.

2.2.2 Población y muestra

Población

El siguiente estudio se realizará en el área de producción, donde se evaluó los procesos de fabricación de sales y minerales para animales de granja, el número total del personal operativo de la empresa “NUTRISALMINSA S.A.” es de 5.

Muestra

Se establece todos los que conforman el área de producción como operarios, procesos operativos, máquinas y herramientas, considerando que la población no supera el mínimo de 100 elementos participantes, por lo que, la muestra es del 100%.

2.2.3 Recolección de información

El levantamiento de información y los datos necesarios para la investigación en el área de producción de la empresa NUTRISALMINSA S.A. se describen de acuerdo a los parámetros de las Tablas 7 – 9.

Tabla 7. Metodología de recolección de la información objetivo 1

Objetivo	Actividades	Técnica	Herramientas
Realizar un análisis de los procesos de producción de la empresa “NUTRISALMINSA S.A.”	Se identificó los puestos de trabajo del área de producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Observación directa • Análisis de procesos • Entrevistas a encargados y jefes de grupo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Computador • Celular • Cuaderno de apuntes • Fichas de recolección de información.
	Se analizó la gestión interna del proceso productivo en la empresa	<ul style="list-style-type: none"> • Observación directa • Entrevistas al personal y jefe de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Computador • Fichas de levantamiento de procesos.
	Se desarrolló el análisis ABC de ventas generadas en la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión bibliográfica • Entrevista a jefe de producción y gerente. • Entrevista a jefe de ventas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Computador • Celular • Diagrama de Pareto (ABC).

Para el objetivo 2, se sigue la metodología de la Tabla 8.

Tabla 8. Metodología de recolección de la información objetivo 2

Objetivo	Actividades	Técnica	Herramientas
Determinar el nivel de deficiencia de los procesos mediante indicadores claves de producción.	Se realizó fichas de levantamiento de procesos del área de manufactura.	<ul style="list-style-type: none"> • Observación directa. • Entrevistas a encargados y jefes de grupo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cursograma analítico. • Diagramas de flujo
	Se determinó los parámetros del estudio de tiempos y movimientos		
	Se evaluó a los operarios del proceso productivo.		
	Se realizó el estudio de tiempos y movimientos.	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas de estudios de tiempos y movimientos. • Técnicas de cronómetro de vuelta a cero. • Técnica propuesta por la General Electric. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabla de suplementos. • Layout del proceso. • Cursograma sinóptico del proceso. • Tabla de factor desempeño
	Se analizó los resultados de estudio y movimientos.		
	Se investigó cuales son los indicadores claves de producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica cálculo tiempo de ciclo. • Técnica de cálculo del tiempo estándar. • Técnica de identificación de cuellos de botella. • Técnica del cálculo de la productividad. • Manejo de optimización de recursos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Computador • Metodología del cálculo de productividad. • Diagramas de hilos. • Cursograma analítico • KPIS para medir el control de la producción (producto en proceso) • KPI (claves de producción)
	Se determinó los indicadores claves de producción mediante la metodología de factores ponderados.		
<p>Método de factores ponderados</p> <p>Para realizar esta metodología, es conveniente seguir los siguientes pasos:</p> <p>Paso uno: Realizar de una lista de factores.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Factibilidad de implementación. • Cumplimiento de los objetivos. • Control de los procesos. 			

Objetivo	Actividades	Técnica	Herramientas
	<ul style="list-style-type: none"> • Mide la deficiencia de los procesos. • Satisfacción del cliente. • Optimización de recursos. <p>Paso dos: Asignar una ponderación o calificación a cada uno de los factores del paso uno, con la finalidad de representar su importancia.</p> <p>Paso tres: Asignar una escala común a cada uno de los factores considerados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1-2 → no es importante • 3-4 → poco importante • 5-6 → neutral • 7-8 → importante • 9 -10 → Muy importante <p>Paso cuatro: Calificar las alternativas con respecto a la escala de valoración diseñada. En este paso se suma cada una de las asignaciones de cada una de las alternativas, con el propósito de escoger las mejores alternativas para medir la deficiencia de los procesos de producción de la empresa Nutrisalmins S.A.</p> <p>Se evaluó los resultados de los indicadores clave de producción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de recursos. • Técnica del cálculos de los indicadores de clave de producción (KPIS). 	

Para el objetivo 3, se sigue la metodología de la Tabla 9.

Tabla 9. Metodología de recolección de la información objetivo 3

Objetivo	Actividades	Técnica	Herramientas
<p>Proponer una mejora de la productividad mediante la estandarización y optimización de los procesos de producción en la empresa “NUTRISALMINSA S.A.”</p>	<p>Se estandarizó y optimizó los procesos de producción</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de datos • Revisión de documentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Computador • Software de optimización del proceso.
	<p>Se evaluó los cambios para la propuesta de mejora.</p>		
	<p>Se elaboró el informe con los resultados obtenidos.</p>		

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos se requiere:

1. Realizar un análisis de los procesos de producción de la empresa “NUTRISALMINSA S.A.”

- Se determinó el estado actual del proceso productivo para la elaboración de sacos y minerales en el software Microsoft Word.
- Se elaboró fichas sobre el levantamiento de procesos en el software Microsoft Word.

2. Determinar el nivel de deficiencia de los procesos mediante indicadores claves de producción.

- Se realizó el estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo mediante el software Microsoft Excel.
- Se determinó deficiencias en el proceso productivo mediante el método de análisis de resultados parciales en el software Microsoft Word.
- Se simuló el estado actual de la planta de producción en el software de simulación.
- Se realizó el estudio con datos obtenidos de producción en el periodo académico que corresponde a los meses abril – septiembre 2023.

3. Proponer una mejora de la productividad mediante la estandarización y optimización de los procesos de producción en la empresa “NUTRISALMINSA S.A.”

- Se determinó posibles soluciones para reducir actividades que no agregan valor, presentes en el proceso productivo en el software Microsoft Word.
- Se simuló la propuesta de la planta de producción en el software de simulación.
- Se analizó los resultados obtenidos en el software Microsoft Word.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Información de la empresa

La empresa NUTRISALMINSA S.A., durante la última década viene mostrando un incremento y prestigio en la calidad de sus productos satisfaciendo las necesidades de sus clientes. La Tabla 10, detalla la información general de la empresa.

Tabla 10. Información general de la empresa

NUTRISALMINSA S.A.	
	<p>Fabricación de alimentos preparados para animales de granja (aves, ganado vacuno, porcino, entre otros), animales acuáticos, incluidos alimentos concentrados, suplementos alimenticios.</p>
Gerente general:	Ing. Freddy Alminate
Ruc:	1890148537001
Tipo contribuyente:	Sociedad con personería jurídica
Correo electrónico:	gerencia@nutrisalminsa.com.ec
Teléfono:	032434095
Código CIU 4.0:	C1080.02

Historia de la empresa

NUTRISALMINSA S.A., nació hace 29 años en la ciudad de Ambato, gracias a un grupo de inversionistas de Tungurahua, su enfoque es la fabricación y comercialización de sales minerales para el ganado con la marca CALFOSAL, bajo la dirección del Ing. Freddy Alminate; en base al crecimiento de la empresa y a la gran demanda de sus productos se adecuaron las instalaciones en el parque industrial con la integración de maquinarias semiautomáticas, llevando a la marca a nuevos retos para suplementar la alimentación de animales de granja, bajo las exigencias de diferentes

razas, condiciones climáticas y zonas de producción ganadera sea de leche, carne y otras explotaciones que se generan de los animales. La Figura 9, muestra el logotipo la empresa.



Figura 9. Logotipo de NUTRISALMINSA S.A.

Localización de la empresa

Actualmente la planta de producción matriz se ubica en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parque industrial; calle A y calle 8. La Figura 10, muestra las instalaciones físicas y, la Figura 11, muestra la ubicación geográfica de la empresa NUTRISALMINSA S.A.



Figura 10. Instalaciones físicas de la empresa Nutrisalminsa S.A.



Figura 11. Referencia de la ubicación de la empresa Nutrisalminsa S.A.

Filosofía empresarial de la empresa

La Tabla 11, muestra la filosofía empresarial de la empresa Nutrisalminsa S.A.

Tabla 11. Filosofía empresarial

Filosofía empresarial	
	
Misión	Visión
<p>Somos una empresa que aporta al desarrollo del país mediante la generación de empleo y producción de un producto nacional de óptima calidad. Nuestra función es elaborar suplementos nutricionales de tipo mineral, así como proveer derivados lácteos y materia prima para la industria pecuaria.</p>	<p>Constituirnos en una alternativa confiable para satisfacer las necesidades del cliente mediante la provisión de productos de primera calidad, elaborados con la mejor mano de obra capacitada, además de brindar asistencia técnica de excelencia.</p>
Políticas de calidad	
	<p>NUTRISALMINSA S.A., es una empresa ecuatoriana dedicada a la fabricación de alimentos preparados para animales de granja y venta al por mayor de productos veterinarios. La política de calidad se manifiesta mediante el compromiso con nuestros clientes y partes interesadas para satisfacer sus necesidades, requerimientos, para ello garantizamos impulsar una cultura de calidad basada en los principios de honestidad, integridad y sostenibilidad.</p>

Organigrama estructural

NUTRISALMINSA S.A., desenvuelve sus actividades productivas debidamente establecidas, cuenta con ciertos departamentos, áreas y divisiones que cumplen actividades necesarias para el correcto funcionamiento interno de la empresa. La Figura 12, muestra el organigrama de la empresa NUTRISALMINSA S.A.

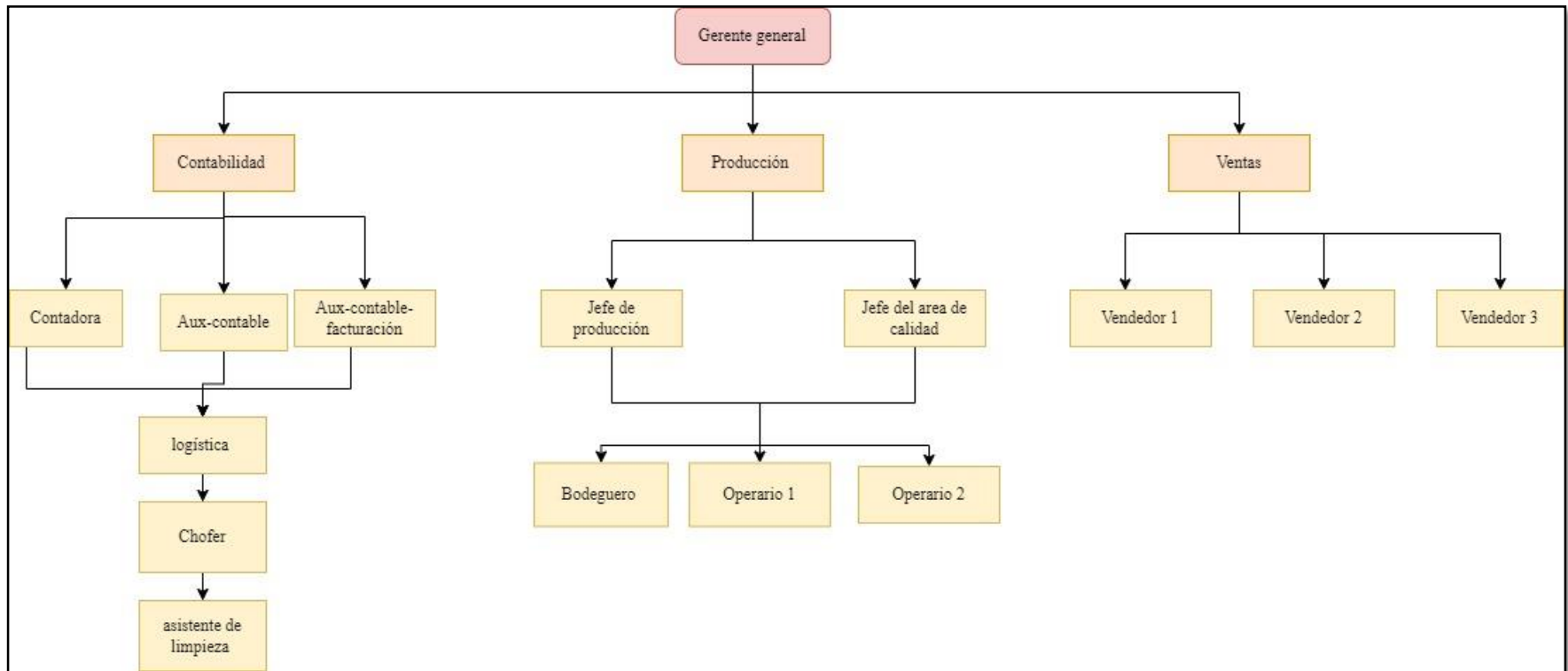


Figura 12. Organigrama estructural de la empresa NUTRISALMINSA S.A.

Análisis interno de la empresa NUTRISALMINSA S.A.

Mediante la encuesta realizada al gerente de la empresa Freddy Alminate (véase Anexo 1) y al personal de la planta de producción (véase Anexo 2), la Tabla 12, muestra los resultados relevantes.

Tabla 12. Análisis interno de la empresa NUTRISALMINSA S.A.




Estado actual de la empresa NUTRISALMINSA S.A.	
Línea de producción	Información interna de la empresa
<ul style="list-style-type: none">• Capacidad de producción 300000 kilos/mes, diseñado por los fabricantes de las máquinas.• Capacidad de producción 100000 kilos/mes, demanda baja, 200000 kilos/mes, demanda alta.• La línea de producción cuenta con 4 operarios y 8 horas de trabajo.	<p>La empresa no cuenta con una línea de producción estandarizada.</p> <p>La estructura organizacional si tiene una estructura lógica. Carece de indicadores claves de producción.</p> <p>Su principal falencia son las cantidades inexactas de materia prima, para elaborar sus productos.</p> <p>Cuello de botella en su línea de producción que afecta la entrega a tiempo del producto final.</p> <p>Operarios capacitados sobre los métodos de producción previo ingreso al puesto laboral.</p> <p>Existen documentos sobre las actividades que realizan los operarios, pero desconocen los tiempos y movimientos correctos en la planta.</p>

3.1.2 Productos


Productos comercializados por la empresa NUTRISALMINSA S.A.

La empresa cuenta con varias líneas de productos dependiendo el tipo de suplemento alimenticio que se quiera aplicar a los animales de granja también el tipo de raza, condiciones climáticas y zonas de producción ya sea para la explotación de leche, carnes, entre otros. Todo esto genera que la marca CALFOSAL sea muy comercial y sea vendido en granjas, haciendas y pequeños productores, obteniendo más beneficios y réditos económicos que sustentan sus hogares. La Tabla 13, muestra la línea de productos que maneja la empresa NUTRISALMINSA S.A.

Tabla 13. Productos de la empresa NUTRISALMINSA S.A.

N°	Código	Producto	Descripción	Gráfica
1	1118	Calfosal leche P-14 Presentación: 20 kg.	Mezcla mecánica de sales minerales, la cual cubre los requerimientos del ganado bovino destinado a la producción de leche, contribuye minerales que se pierden a través de producción láctea, mantiene estable su condición corporal y sus ciclos reproductivos.	
2	1121	Calfosal ovejas Presentación: 20 kg.	Mezcla mecánica de macro y micro minerales, empleado como suplemento alimenticio del ganado ovino para mejorar sus índices productivos de carne, leche y crías.	
3	1115, 1116, 1117.	Calfosal leche Presentación: 1, 5, 20 kg.	Mezcla mecánica de macro y micro minerales, empleado como suplemento alimenticio para el ganado bovino lechero, mejora sus índices de productividad en la calidad de leche, mantiene estable las condiciones corporales y ciclos reproductivos.	

N°	Código	Producto	Descripción	Gráfica
4	1114, 11238.	Calfosal monensina Presentación: 20 kg.	Mezcla mecánica de macro y micro minerales, que cubre los requerimientos del ganado lechero, suplemento mineral para incrementar la producción de leche, mantiene estable su condición corporal y ciclos reproductivos de los animales.	
5	1108, 1109, 6436.	Calfosal V Presentación: 1, 5, 20 kg.	Mezcla mecánica de macro y micro minerales, la cual cubre los requerimientos del ganado bovino, empleado como suplemento alimenticio para el ganado de engorde, crías y vacas secas, con el objetivo de mejorar sus índices productivos y reproductivos, las cuales son deficientes en los pastizales.	
6	1104	Calfosal activo C.T Presentación: 20 kg	Mezcla mecánica de macro y micro minerales, empleado como suplemento mineral para la alimentación de ganado ovino, equino y otros ruminantes, aportando minerales deficientes entre los pastizales, manteniendo estable su condición corporal y reproductivo.	

N°	Código	Producto	Descripción	Gráfica
7	1133, 1134, 15022	Nutrimin F Presentación: 1, 20, 25 kg, en diferentes envases.	Mezcla mecánica de macro y microelementos, empleado para cubrir los requerimientos de bovinos, ovinos, equinos, caprinos y cuyes, mejora el rendimiento en toda etapa productiva o reproductiva, aprovechando de mejor manera los nutrientes.	

Análisis e identificación del producto de mayor demanda

El producto de mayor demanda de la empresa NUTRISALMINSA S.A. se obtiene mediante el análisis ABC. La Tabla 14, muestra el promedio de ventas del Anexo 3.

Tabla 14. Ventas de la empresa NUTRISALMINSA S.A.

Producto	Año (unidades)			Promedio (unidades)	Precio de venta (\$)	Total, ventas (\$)
	2020	2021	2022			
Calfosal leche 20 kg	21739	21739	21049	21509,00	17,69	380494,21
Calfosal "v" engorde 20 kg	9547	8363	8026	8645,33	14,10	121899,20
Calfosal leche 5 kg	25532	21340	21513	22795,00	4,80	109416,00
Calfosal leche 1 kg	69531	66224	50837	62197,33	1,30	80856,53
Calfosal leche p-14 x 20 kg	2313	1770	1869	1984,00	22,10	43846,40
Calfosal "v" engorde 1 kg	45943	57106	55947	52998,67	0,75	39749,00
Ventas totales de productos						776261,34

La Tabla 14, muestra la producción de los últimos 3 años, teniendo en cuenta el año 2020, donde, las ventas no decayeron durante la crisis sanitaria gracias a que el sector ganadero necesitaba producir alimentos para la población, algunos productos incluso fueron demandados más que otros años como la calfosal "v" engorde 20 kg.

Para realizar el análisis ABC, se requiere clasificar según el nivel de ventas, la Tabla 18, muestra la clasificación y distribución de cada producto mediante el análisis ABC de las 6 líneas de productos con más ventas, para determinar el producto con mayor demanda o influencia dentro de la empresa, donde se deben dar un mayor atención, la clasificación de productos se realiza según el principio de Pareto así: clasificación A como “importantes”, de gran impacto en la industria, con un porcentaje acumulado de 0 – 80%. Clasificación B, como “importancia secundaria”, con un porcentaje acumulado del 80 – 95%, y al final los productos de clasificación C, como productos “menos importantes”, con un porcentaje acumulado del 95 – 100%.

La Tabla 15, muestra la clasificación y distribución de cada producto, de acuerdo con el análisis ABC.

Tabla 15. Análisis ABC de la empresa NUTRISALMINSA S.A.

Producto	Total, ventas (\$)	Porcentaje individual	Porcentaje acumulado	Clasificación	Porcentaje
Calfosal leche 20 kg	380494,21	49,02%	49,02%	A	78,81%
Calfosal "v" engorde 20 kg	121899,20	15,70%	64,72%	A	
Calfosal leche 5 kg	109416,00	14,09%	78,81%	A	
Calfosal leche 1 kg	80856,53	10,42%	89,23%	B	16,06%
Calfosal leche p-14 x 20 kg	43846,40	5,65%	94,88%	B	
Calfosal "v" engorde 1 kg	39749,00	5,12%	100,00%	C	5,12%
Ventas totales	776261,34				100,00%

Interpretación del análisis ABC

Como se observa, la clasificación A consta de 3 ítems, donde, el producto calfosal leche presentación 20 kg. tiene un porcentaje del 49,02% reflejado en ventas anuales de \$380494.21, este cubre los requerimientos del ganado bovino destinado a la producción de materia prima, aportando minerales perdidos de la producción láctea, por lo que tiene una gran acogida en ventas.

Con el gran aumento de la población también crece la necesidad de obtener productos derivados de los animales bovinos para satisfacer las necesidades de los consumidores, por tal motivo, el segundo producto de la clasificación A es el calfosal "v" engorde presentación 20 kg., con un porcentaje de ventas del 16%, llegando a tener \$121899,20 anuales en ventas. Es un producto muy utilizado para satisfacer los requerimientos alimenticios del ganado bovino destinado a la producción de carne con un aporte de minerales que son deficientes en los pastizales

En la tercera clasificación A, se tiene el calfosal leche presentación 5 kg., este producto es muy comercial en los pequeños productores de las comunidades, granjas y sectores con menos recursos para la crianza de animales pero que compran el producto en pequeñas cantidades para solventar de alguna manera los minerales deficientes en los pastizales y producir más leche.

En la clasificación B, se tiene el producto calfosal leche presentación 1 kg., con un 10% de demanda y una venta anual de \$80856.53, al igual que la anterior sus consumidores, son de granjas, comunidades, las cuales crían en pequeñas cantidades, pero quieren asegurar o satisfacer los minerales faltantes en los animales con el fin de producir más leche.

El segundo producto de la clasificación B, se tiene el calfosal leche p-14 presentación única de 20 kg., con un 6% de demanda y una venta anual de \$43846.40, un producto utilizado en las haciendas como suplemento mineral de ganado bovino de leche de alta producción, mejorando sus índices productivos, reproductivos y la calidad de materia prima.

El producto con la clasificación C, como menos importantes tenemos el suplemento alimenticio calfosal "v" engorde presentación 1 kg., con un 5% de demanda y una venta anual de \$39749, un producto requerido por pequeños productores en etapas de finales de su crecimiento para obtener animales más gordos en el sector competitivo.

3.1.3 Procesos productivos

La Figura 13, muestra los procesos que realiza la empresa para elaborar los productos ofertados.

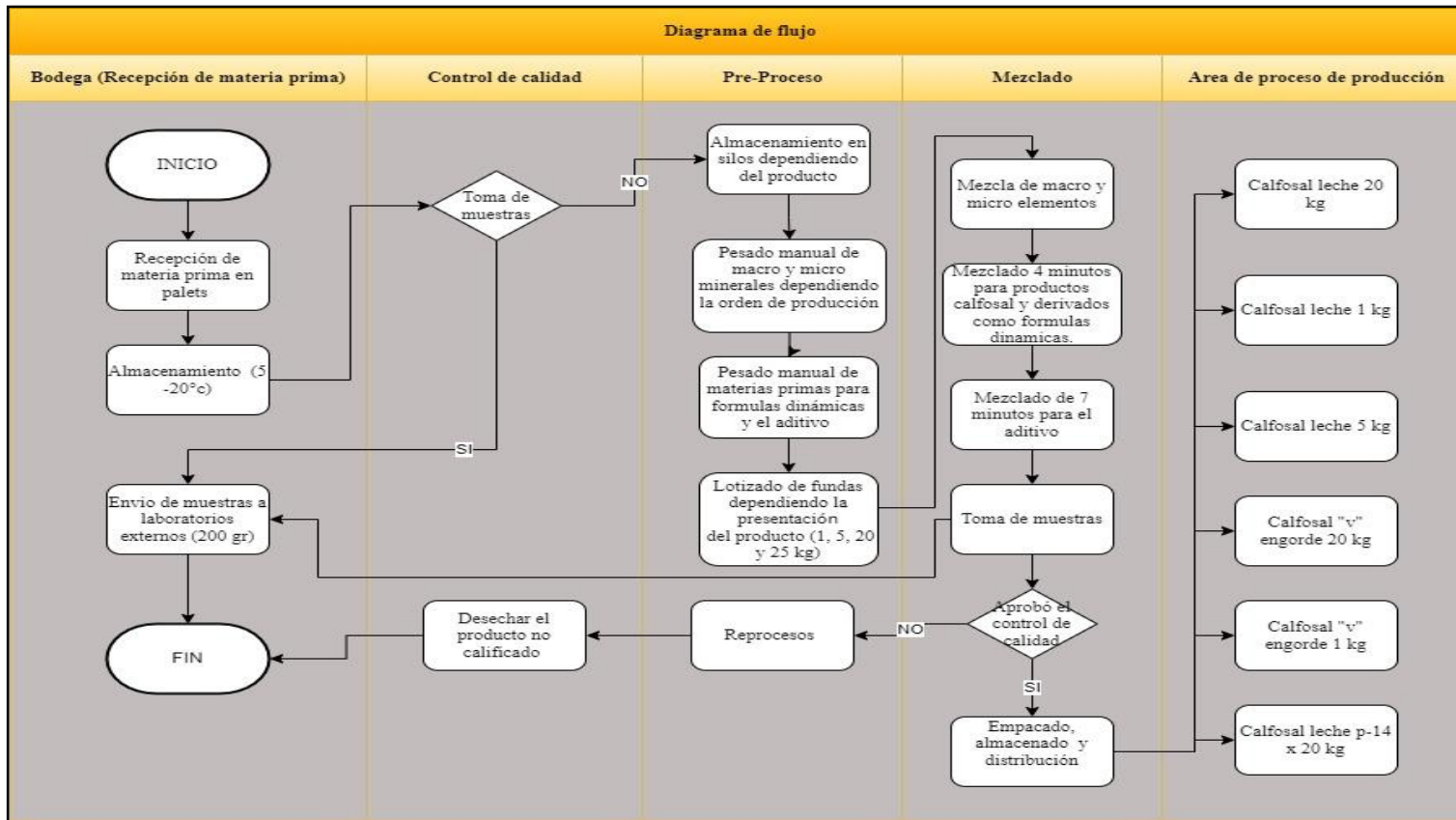


Figura 13. Diagrama de flujo de la línea de producción

Mapa de procesos

Una vez desarrollado el diagrama de flujo, enfocado en la línea de productos de la empresa, resulta esencial llevar a cabo un análisis de las diferentes áreas de producción requeridas para garantizar el correcto funcionamiento de NUTRISALMINSA S.A. La Figura 14, muestra el mapa de procesos de la organización.

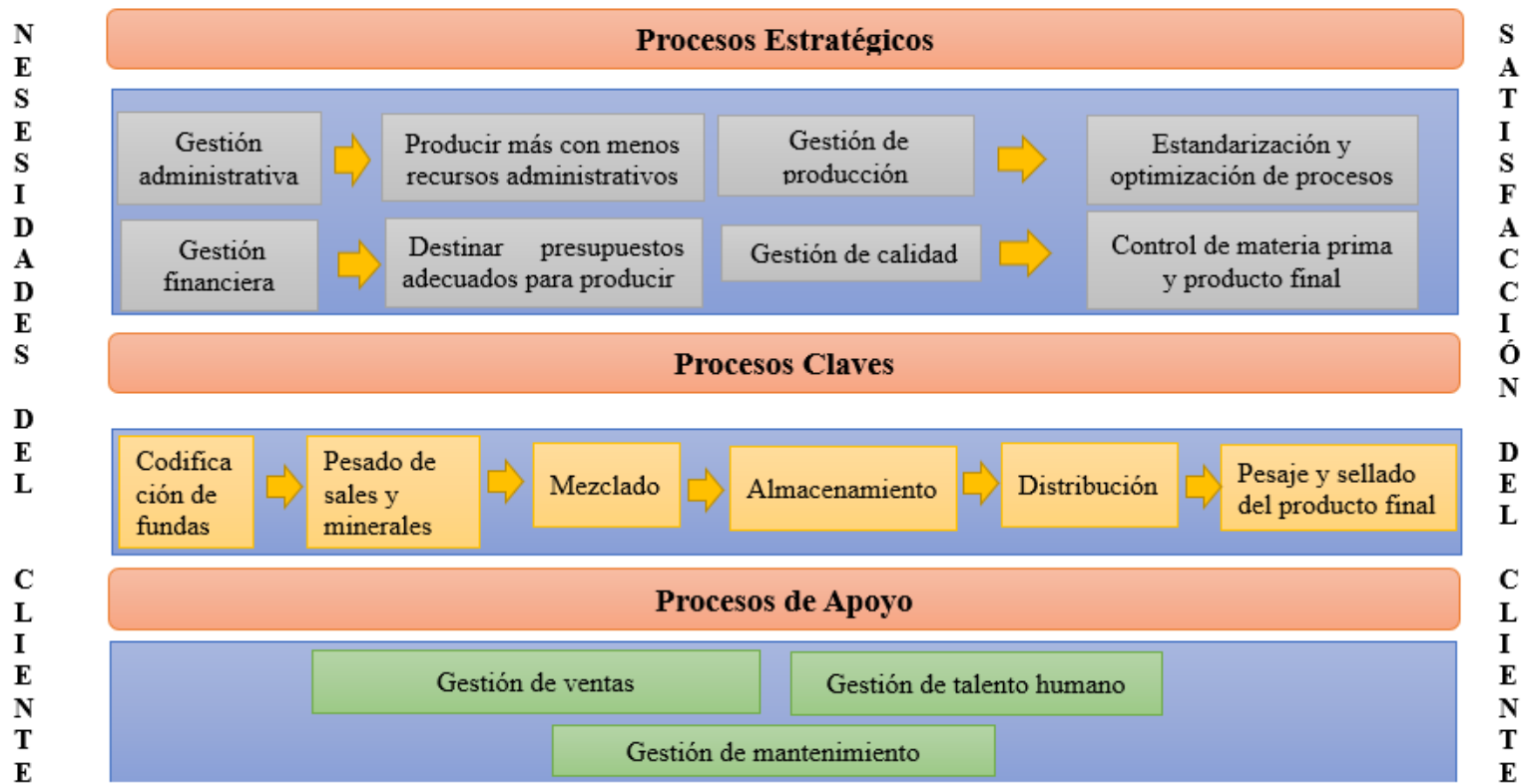


Figura 14. Mapa de procesos

Línea primaria de producción

Para determinar la línea principal de producción es fundamental identificar los procesos de fabricación del producto destacado, los cuales son llevados a cabo por los trabajadores con el fin de obtener productos de alta calidad.

Para la elaboración del suplemento alimenticio se utiliza materias primas de primera calidad, las cuales cumplan los estándares de confiabilidad para los clientes, la Tabla 16, muestra la materia prima requerido para la elaboración del suplemento alimenticio para ganado bovino.

Tabla 16. Materia prima del producto de mayor demanda

NUTRISALMINSA S.A (Calfosal leche 20 kg.)		
Materia prima		
Fosfato fano di cálcico	Fosfato phosbic di cálcico	Sal industrial
 <p>Dicalcium Phosphate 18% Feed Grade Batch No.: 11102022 Mfg. Date: 11102022 Shelf Life: Two years Net Weight: 25kgs MADE IN CHINA</p>	 <p>Phosbic® 18.5 TECNOLOGÍA EUROPEA PESO NETO 25 Kg.</p>	 <p>SALFIPIL S.A. SAL INDUSTRIAL # FECHA DE ELABORACIÓN TIEMPO MÁXIMO DE CONSUMO 1 AÑO NORMA INEN 57 PESO 25 kgs. LOTE: <u>SIS-02-23</u> TELF.S.: 0980085498 - 0999786805</p>
Aditivo calfosal	Dulcoapetente	Fosfato di cálcico H
 <p>CALFOSAL</p>	 <p>Bag Clip DULCOPETENTE D-6500</p>	 <p>PIRC</p>




Luctarom frutal banano	Carbonato calcio B1
	

Descripción de procesos productivos

El proceso inicia con la recepción de pedidos en el área de ventas, se revisa el inventario de materia prima para poder planificar la producción, y no quedar desabastecidos. El área de calidad supervisa que la materia prima se encuentre en buen estado para poder continuar con la preparación y pesaje de macro y micro minerales.

La materia prima es trasladada al área de manufactura junto con la orden de producción, para ser procesado en las máquinas semiautomáticas, se toma una muestra del producto final y es enviado a un laboratorio externo donde se debe cumplir todas las especificaciones del producto. A continuación, se muestra cada paso a seguir para obtener el suplemento alimenticio calfosal leche presentación 20 kg. mediante una caracterización de procesos detallada en la Tabla 17.

Tabla 17. Caracterización de procesos

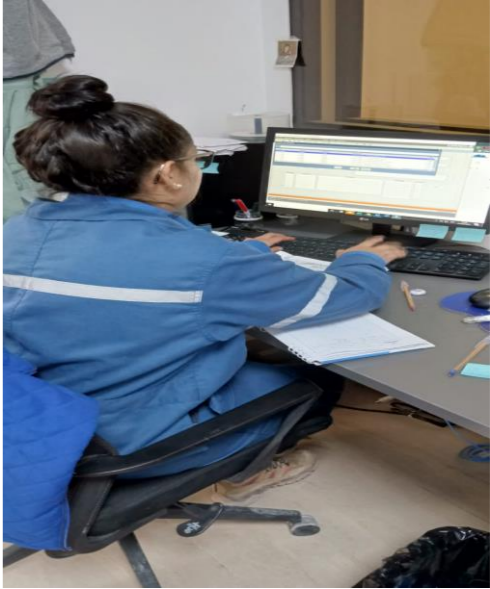

		Caracterización de los procesos					
		Empresa:	NUTRISALMINSA S.A.	Elaborado por:	Willian Rivera		
		Área:	Producción	Método:	Observación directa		
		Producto:	Calfosal leche presentación 20 kg.				
Área	Procesos	Elementos				Gráfico	
		Entrada	Recursos	Controles	Salidas		
Receptar pedidos del producto	Recepción de pedidos	Pedidos de los productos requeridos por el cliente	Recursos humanos: Área de ventas Recursos materiales: Computadora	Recepción de pedidos con 3 días de anticipación. Revisión del registro del control de pedidos por medio del gerente general.	Verificación en el sistema de productos en stock con el inventario real.		
	Llenar el formulario de especificaciones del pedido	Especificaciones del cliente		Verificar el ingreso correcto de los datos.	Formulario listo para ser enviado al área de producción.		
	Registro de pedidos	Listado de productos existentes en stock		Verificación del estado del producto terminado tomado de stock.	Pedidos registrados en el sistema.		
	Verificación de productos disponibles en stock	Listado de productos requeridos por el cliente		Cantidades (unidades) exactas de los pedidos. Cantidades de unidades existentes en bodega.	Registro de productos tomados del inventario si existe.		
	Transportar el pedido al área de producción	Lista de verificación de productos disponibles en stock	Recursos humanos: Área de ventas Recurso material: Hoja del pedido	Revisar el orden de los pedidos.	Lista de pedido entregado al área de producción previa la planificación de la fecha de ingreso al sistema para el inicio de producción.		
Orden de producción	Recibir el registro de pedido	Lista de pedidos del cliente	Recursos humanos: Jefe de producción Recursos materiales: Computadora	Verificación de los lotes en stock con el registro del pedido. Verificar las cantidades de materia prima (sales y minerales) en stock.	Ingresar al sistema para generar la orden de producción.		
	Revisar los lotes de productos	Lista del pedido insertado en el sistema de producción		Revisión de la receta para fabricar el producto. Revisión de los insumos (macro y micro minerales) estén correctos de acuerdo con la receta.	Generar la receta para producir las paradas necesarias del producto.		



Caracterización de los procesos

Empresa:	NUTRISALMINSA S.A.	Elaborado por:	Willian Rivera
Área:	Producción	Método:	Observación directa
Producto:	Calfosal leche presentación 20 kg.		



Área	Procesos	Elementos				Gráfico
		Entrada	Recursos	Controles	Salidas	
	Generar la orden de producción	Lista de precios de cada producto		Verificar la lista de precios actualizados. Verificar la fecha de caducidad del producto. Verificar todos los costos de producción.	Orden de producción generada.	
Preparación de materia prima	Desplazar al área de ventas	Retirar la orden de producción	Recursos humanos: Jefe de producción Recursos materiales: Hoja del pedido	Verificar el pedido, cantidad de paradas de salida para estimar el tiempo de inicio y fin del proceso.	Fecha de orden de ingreso de lote de producción.	
	Receptar la hoja de producción	Lista de materia prima		Cantidades exactas de materia prima.	Retirar la hoja de pedido	
	Revisar la orden de producción	Determinar parámetros de producción		Verificar el pedido y si se dispone de materia prima.	Determinar cantidades de materia prima.	
	Seleccionar el microelemento	Disposición de materia prima	Recursos humanos: Jefe de bodega Recursos materiales: Balanza. Manilla.	Verificar que exista la cantidad exacta de materia prima.	Materia prima lista para procesamiento.	
	Encender la máquina de pesaje	Materia prima lista para ser pesada		Determinar la materia prima requerida y lista.	Materia prima colocada en la mesa de trabajo	



Caracterización de los procesos

Empresa:	NUTRISALMINSA S.A.	Elaborado por:	Willian Rivera
Área:	Producción	Método:	Observación directa
Producto:	Calfosal leche presentación 20 kg.		



Área	Procesos	Elementos				Gráfico
		Entrada	Recursos	Controles	Salidas	
	Buscar el microelemento	Revisar en las estanterías toda la materia prima en fundas abiertas	Microelementos.	Búsqueda de materiales.	Materia prima lista para el trabajo.	
	Retirar el microelemento	Recoger la materia prima		Verificación de materia prima en orden.		
	Pesar los microelementos de la receta a producir	Lista de materia prima (receta) requerida para la producción	Recursos humanos: Jefe de bodega. Recursos materiales: Balanza. Manilla. Fundas recipientes.	Cantidad exacta de materia prima	Micro minerales pesados y llevados al área de producción.	
	Llenar el formulario de elementos listos	Formulario de colocación de proceso listo	Recursos humanos: Jefe de bodega Recursos materiales: Hoja del pedido	Verificar que se cuenta con el 100% de los materiales.	Hoja de pedido con datos de proceso de pesaje terminado.	
	Transportar los microelementos al área de producción (mezclado)	Micro minerales pesados	Recursos humanos: Jefe de bodega Recursos materiales: Coche manual de carga	Verificar las fundas completas con los microelementos pesados.	Micro minerales transportados al área de mezclado.	
Mezclado	Encender la máquina de mezclado	Encender y dejar calentar la máquina de mezclado	Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Máquina semiautomática	Verificar que se encienda el equipo de forma normal.	Máquina semiautomática lista.	
	Revisar la orden de producción	Revisar las cantidades que ingresan en la máquina	Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Hoja del pedido	Revisar los datos de la hoja de pedido.	Definición de cantidades ingresadas.	
	Preparar la máquina para el mezclado de macro y	Orden de producción	Recursos humanos: Operario	Verificar el funcionamiento correcto de la máquina.	Encendido de la máquina semi automática.	



Caracterización de los procesos

Empresa:	NUTRISALMINSA S.A.	Elaborado por:	Willian Rivera
Área:	Producción	Método:	Observación directa
Producto:	Calfosal leche presentación 20 kg.		




Área	Procesos	Elementos				Gráfico
		Entrada	Recursos	Controles	Salidas	
	microelementos		Recursos materiales: Máquina semiautomática	Verificar si no existe residuos de otro producto en la mezcladora.		
	Introducir los microelementos en la máquina de mezclado	Colocar los elementos en la máquina de mezclado		Verificar que no exista impurezas en la materia prima.	Materia prima lista.	
	Programar la máquina de mezclado según el producto	Ingresar los datos sobre la mezcla		Verificar que este codificada la máquina de forma correcta.	Máquina programada.	
	Iniciar el mezclado con el programa del producto respectivo	Orden de producción Lista de materia prima subida a los silos.		Controlar el proceso de mezclado Verificar el tiempo de mezclado de macro y microelementos (12 min).	Mezcla de macro y microelementos, para obtener el producto final.	
Lotización de fundas	Receptar la orden de producción	Verificar las ordenes de producción	Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Hoja del pedido	Verificar los datos de la orden de producción.	Orden de producción revisada.	
	Recoger las fundas	Revisar si existe la cantidad correcta de fundas		Verificar el estado de las fundas	Fundas en la mesa de trabajo	
	Preparar las fundas a lotizar	Orden de producción Número de unidades a producir.		Revisar las fundas si se encuentran en buen estado.	Fundas listas para lotizar.	
	Colocar la funda en la máquina	Colocar la funda en la máquina		Verificar que no exista obstrucciones en la máquina.	Funda y máquina lista para el procesamiento.	
	Lotizar las fundas	Fundas preparadas		Revisar los niveles de tinta de la máquina lotizadora.	Fundas lotizadas con su respectiva descripción.	
	Retirar la funda de la máquina	Funda lotizada y lista		Verificar que la funda no tenga imperfecciones.		






Caracterización de los procesos

Empresa:	NUTRISALMINSA S.A.	Elaborado por:	Willian Rivera
Área:	Producción	Método:	Observación directa
Producto:	Calfosal leche presentación 20 kg.		



Área	Procesos	Elementos				Gráfico
		Entrada	Recursos	Controles	Salidas	
	Trasladar las fundas al área de empaque.	Fundas lotizadas	Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Fundas presentación 20 kg.	Verificar las unidades y la calidad de las fundas antes de transportar.	Fundas lotizadas en el área de embolsado.	
Embolsado	Apilar las fundas a un lado de la máquina de mezclado.	Fundas lotizadas	Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Fundas presentación 20 kg.	Revisar que las fundas no cuentan con agentes externos.	Fundas lotizadas listas para iniciar el proceso de embolsado	
	Colocar la funda en la máquina mezcladora		Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Fundas presentación 20 kg. Máquina mezcladora	Verificar que la funda este colocada correctamente debajo de la máquina mezcladora.	Funda lista para iniciar el proceso de embolsado.	
	Abrir la llave del producto de mezclado		Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Máquina mezcladora	Verificar que la máquina de mezclado esta lista.	Máquina mezcladora lista para iniciar el proceso de embolsado.	
	Verter el producto final en la funda	Fundas lotizadas	Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Fundas presentación 20 kg. Máquina semiautomática	Verificar que se está vertiendo correctamente la mezcla.	Fundas llenas de la mezcla.	
	Cerrar la llave del producto de mezclado	Fundas con producto final	Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Fundas presentación 20 kg.	Verificar que la funda este llena.	Funda llena y lista para su desplazamiento.	
	Trasladar la funda con el producto final a la balanza	Fundas llenas de materia prima	Recursos humanos: Operario	Verificar que no exista desperfectos en la funda como agujeros.	Fundas llenas transportadas al área de pesado.	



		Caracterización de los procesos				
		Empresa:	NUTRISALMINSA S.A.	Elaborado por:	Willian Rivera	
Área:	Producción	Método:	Observación directa			
Producto:	Calfosal leche presentación 20 kg.					
Área	Procesos	Elementos				Gráfico
		Entrada	Recursos	Controles	Salidas	
			Recursos materiales: Fundas presentación 20 kg.			
Pesado	Encender la máquina de pesaje	Fundas llenas de materia prima	Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Fundas presentación 20 kg. Máquina de pesaje	Verificar que la máquina se encuentre funcionando.	Máquina lista para el pesaje.	
	Pesar el producto final	Fundas llenas de materia prima	Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Fundas presentación 20 kg. Balanza. Manilla.	Verificar el peso de 20 kg, en cada funda con una tolerancia de + 0.01kg.	Fundas pesadas	
	Retirar la funda de la máquina de pesaje	Fundas presentación 20 kg. con producto terminado	Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Fundas presentación 20 kg.	Funda llena de producto final	Funda lista.	
	Trasladar el producto final al área de sellado	Fundas pesadas con la cantidad del producto requerida		Tomar muestras para realizar el control de calidad.	Fundas transportadas al área de sellado.	
Sellado	Encender la máquina de sellado	Operario en el área de sellado	Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Selladora semiautomática. Fundas pesadas.	Verificar que la máquina encienda correctamente.	Máquina de sellado lista.	
	Colocar la funda en la máquina de sellado	Fundas llenas de materia prima.		Verificar que la funda se encuentre colocada de forma uniforme en la máquina de sellado.	Producto listo para realizar el proceso de sellado.	
	Sellar el producto final	Fundas pesadas		Verificar que el sellado se encuentre en buen estado.	Fundas selladas correctamente.	



Caracterización de los procesos

Empresa:	NUTRISALMINSA S.A.	Elaborado por:	Willian Rivera
Área:	Producción	Método:	Observación directa
Producto:	Calfosal leche presentación 20 kg.		



Área	Procesos	Elementos				Gráfico
		Entrada	Recursos	Controles	Salidas	
	Trasladar el producto final al área de paletizado (banda transportadora).	Fundas selladas	Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Banda transportadora	Verificar el estado de la banda transportadora y sus funciones.	Fundas selladas transportada al área de paletizado.	
Paletizado	Paletizar el producto terminado	Fundas llenas y selladas del producto final	Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Pallets. Fundas selladas.	Verificar el paletizado de 75 unidades cada uno.	Producto final paletizado	
	Almacenamiento de producto terminado	Producto final en el pallet respectivo.	Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Montacarga manual	Verificar el pallet este completo con las unidades respectivas.	Almacenamiento del producto final.	
Distribución	Retirar las ordenes de producción	Ordenes de producción	Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Hoja de pedido	Establecer los pedidos con ordenes finalizadas.	Producto correctamente separado para su carga en el camión.	
	Llenar el formulario de salida de lotes de pedido	Ordenes de producción		Verificar que las ordenes están completas.		
	Transportar el producto final al camión o al vehículo respectivo	Producto final paletizado	Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Montacarga manual. Pallets.	Verificar el lote de producción para su almacenamiento según corresponda.	Almacenamiento en pallets del producto final.	
	Llenar la hoja de despacho	Lista de pallets producidos	Recursos humanos: Operario Recursos materiales: Esfero	Verificar el llenado correcto de la hoja de despacho.	Producto despachado al consumidor final.	

Análisis de procesos

Mediante la caracterización de procesos se observa una línea de producción estable y actividades interrelacionadas entre sí, para transformar la materia prima en el producto final. Además, el control de materia prima en los silos de los macroelementos no se puede monitorizar, solo se guían en lo registrado en los cuadernos, cuando se termina la materia prima en los silos se tiene que golpear para verificar si efectivamente está vacío y cargar demorando así en los procesos siguientes.

También se puede deducir demoras en el pesaje de los microelementos debido a que se debe ser minucioso en cumplir con las cantidades exactas de la orden de producción, siendo un proceso manual, depende mucho de la habilidad del trabajador.


Los procesos de pesado y sellado del producto final tienden a tomar un poco más de tiempo debido a ser un proceso manual, donde depende de la habilidad y destreza del operario, también, en el proceso de sellado depende de la máquina selladora, ya que debido a un deficiente mantenimiento sufre averías o sellado deficiente, produciendo reprocesos y demoras en el proceso. Debido a esto, se realiza un estudio de tiempos y movimientos para determinar de manera correcta los cuellos de botella y procesos críticos de la línea de producción.

3.1.4 Estudios de tiempos

Selección de instrumento de medición de tiempos

Para la selección del instrumento o cronómetro de medición se considera los parámetros de funcionamiento mostrados en la Tabla 18, además, el Anexo 4, muestra su certificado de calibración vigente.

Tabla 18. Característica del cronómetro Elicrom

Cronómetro ELICROM		
Factor de estudio	Descripción	Gráfico
Método de calibración	Comparación directa con cronometro patrón	
Tiempo máximo de medición:	9 h 59 min 59.99 s	
Escala (división):	0.01	
Humedad:	52.2 % hr +- 0.2 % hr	
Temperatura del aire:	24.5 °c +- 0.4 °c	
Método:	Vuelto a cero	

Toma preliminar de tiempos

Una vez seleccionado el instrumento de medición de tiempo, se analiza cada proceso según el producto de mayor demanda obtenido en el análisis ABC utilizando el método de cronometraje de vuelta a cero para determinar las observaciones mediante el criterio de la General Electric (véase Tabla 2), la Figura 15, muestra el resumen de la toma de tiempos detallado en el Anexo 5.

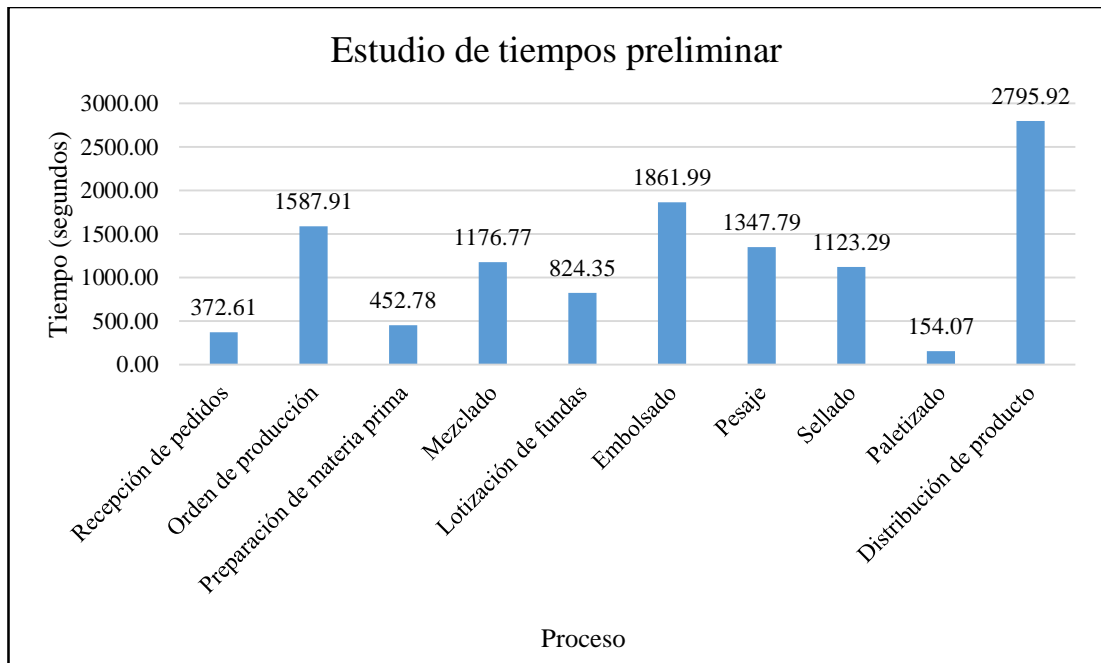


Figura 15. Toma de tiempos preliminar

Análisis

Para un lote de 25 unidades, el tiempo observado preliminar es de 6941,04 s., dando como resultado un tiempo de 277,64 s., equivalente a 4,63 min. requerido para elaborar un producto, la General Electric (véase Tabla 2), describe que el estudio para un lapso de 4:00 – 5:00 min. se debe realizar 15 muestras [43].


Un estudio similar muestra que, para elaborar un producto con las mismas condiciones de trabajo, se requiere un tiempo de 6,40 min., este valor se obtiene al evaluar un lote de 12 unidades [44], siendo mayor al tiempo de 4,63 min. obtenido de la toma de tiempos preliminar con una diferencia de 1,77 min., sin embargo, se toma en cuenta que hay varios factores que intervienen durante la toma de tiempos, siendo un valor aceptable para la elaboración del producto.

Estudio de tiempos y movimientos

Una vez seleccionado el cronómetro, tipo de medición y número de muestras, se toma al trabajador con mayor experiencia de cada proceso para ejecutar las tareas de manera eficiente. Para realizar la valoración del trabajo se utiliza el sistema Westinghouse (véase Tabla 3) y; para obtener suplementos de trabajo se utiliza los criterios de la OIT (véase Tabla 4). El cálculo del tiempo normal se realiza mediante la ecuación (2) y el tiempo estándar mediante la ecuación (3). Los parámetros de estudio son: trabajar con el producto calfosal leche presentación 20 kg y; tomar los tiempos de producción de 500 kg, una parada de producción, (25 unidades).

A continuación, desde la Tabla 19 hasta la Tabla 28, se muestra el cálculo de tiempo estándar actual de los procesos requeridos para elaborar el producto calfosal leche presentación 20 kg, desde que ingresa la orden hasta la distribución a partir de los tiempos observados (véase Anexo 6).


Tabla 19. Cálculo del tiempo estándar del proceso de recepción de materia prima

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR			 NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	01	de	10	
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Recepción de pedidos	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad				\bar{x} (s)	
1	Recepción de pedidos según requisitos del cliente				15,51	
2	Llenar el formulario de especificaciones del pedido				114,44	
3	Registrar el pedido				135,50	
4	Verificar productos disponibles en stock				14,29	
5	Transportar la orden al área de producción				15,25	
Tiempo observado (TO)					295,00	
Estudio complementario						
Factor de desempeño			Suplementos			
Crterios	Valor		Constantes	Valor	Variables	Valor
Habilidad	C1-bueno	0,06	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	E1-aceptable	-0,04			De pie	0
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura	1
Consistencia	D-promedio	0,00			Fuerza	0
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0
Tiempo estándar					Calidad de aire	0
TO (s)	295,00				Concentración	2
FD	1,04				Ruido	0
TN (s)	306,80				Tensión mental	1
S (%)	16				Monotonía	0
TS (s)	355,89				Tedioso	1

Análisis

El tiempo estándar del proceso de receptor pedidos del producto es de 355,89 s. La restricción deriva del registro de pedidos con un tiempo de 135.50 s. ya que se sube a la base datos con sus respectivos productos en stock y así planificar la orden producción.


Tabla 20. Cálculo del tiempo estándar del proceso de orden de producción

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR			 <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small> <small>NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES</small>			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	01	de	10	
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Orden de producción	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad				\bar{x} (s)	
1	Recepción de pedidos según requisitos del cliente				2,25	
2	Llenar el formulario de especificaciones del pedido				102,30	
3	Registrar el pedido				1232,84	
Tiempo observado (TO)					1337,39	
Estudio complementario						
Factor de desempeño			Suplementos			
Crterios	Valor		Constantes	Valor	Variabes	Valor
Habilidad	C1-bueno	0,02	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	E1-aceptable	-0,04			De pie	0
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura	1
Consistencia	D-promedio	-0,02			Fuerza	0
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0
Tiempo estándar					Calidad de aire	0
TO (s)	1337,39				Concentración	5
FD	0,98				Ruido	0
TN (s)	1310,65				Tensión mental	4
S (%)	21				Monotonía	0
TS (s)	1585,88				Tedioso	0

Análisis

El tiempo estándar del proceso de orden de producción es de 1585,88 s. La restricción deriva de registrar el pedido con un tiempo de 1232,84 s. ya que se realiza cada que tengan pedidos del producto.

Tabla 21. Cálculo del tiempo estándar del proceso de preparación de materia prima

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR			 <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</small> <small>NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES</small>			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	03	de	10	
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Preparación de materia prima	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad	\bar{x} (s)				
1	Desplazar al área de ventas	5,10				
2	Receptar la hoja de producción	2,47				
3	Traslado al área de microelementos	1,79				
4	Revisar la orden de producción	12,89				
5	Seleccionar el microelemento	3,94				
6	Encender la máquina de pesaje	1,33				
7	Buscar el microelemento	54,06				
8	Retirar el microelemento	23,79				
9	Retirar una porción de cada ingrediente	9,29				
10	Realizar la prueba de control de calidad	172,08				
11	Realizar el pesaje de materia prima	23,17				
12	Llenar el formulario de elementos listos	19,89				
13	Trasladar los microelementos al área de producción	47,58				
Tiempo observado (TO)					377,39	
Estudio complementario						
Factor de desempeño			Suplementos			
Crterios	Valor		Constantes	Valor	Variables	Valor
Habilidad	C1-bueno	0,02	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	E1-aceptable	-0,04			De pie	2
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura	0
Consistencia	D-promedio	0,01			Fuerza	0
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0
Tiempo estándar					Calidad de aire	0
TO (s)	377,39				Concentración	2
FD	1,01				Ruido	0
TN (s)	381,17				Tensión mental	4
S (%)	19				Monotonía	0
TS (s)	453,59				Tedioso	0

Análisis

El tiempo estándar del proceso de preparación de materia prima es de 453.59 s. La restricción deriva de realizar la prueba de control de calidad con un tiempo de 172.08 s. ya que se realiza cada vez que tengan una orden de producción y depende de las paradas a producir.


Tabla 22. Cálculo del tiempo estándar del proceso de mezclado


CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR			 NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES			
Elaborado por:	Willian Rivera		Hoja:	04	de	10
Estudio:	Situación actual		Fecha:	08/05/2023		
Descripción de actividad						
Proceso:	Mezclado		Operarios:	01	de	04
Cronometraje:	Vuelta a cero		Cantidad:	500 kg (1 parada)		
Estudio de tiempos						
N°	Actividad					\bar{x} (s)
1	Encender la máquina de mezclado					2,26
2	Revisar la orden de producción					8,31
3	Preparar la máquina de mezclado					12,95
4	Introducir los microelementos en la máquina de mezclado					24,17
5	Introducir los macroelementos en la máquina de mezclado					34,89
6	Programar la máquina de mezclado según el producto					16,81
7	Realizar la mezcla de los materiales en la máquina de mezclado					122,51
8	Iniciar el proceso de mezclado					720,00
Tiempo observado (TO)						941,89
Estudio complementario						
Factor de desempeño			Suplementos			
Crterios	Valor		Constantes	Valor	Variables	Valor
Habilidad	C1-bueno	0,06	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	E1-aceptable	-0,04			De pie	2
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura	0
Consistencia	D-promedio	0,01			Fuerza	0
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0
Tiempo estándar					Calidad de aire	0
TO (s)	941,89				Concentración	2
FD	1,05				Ruido	0
TN (s)	988,99				Tensión mental	4
S (%)	19				Monotonía	0
TS (s)	1176,89				Tedioso	0

Análisis

El tiempo estándar del proceso de mezclado es de 1176,88 s. La restricción deriva de iniciar el proceso de mezclado con un tiempo de 720 s. ya que se realiza cada vez que tengan una orden de producción.

Tabla 23. Cálculo del tiempo estándar del proceso de lotización de fundas


CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR						
Elaborado por:	Willian Rivera		Hoja:	05	de	10
Estudio:	Situación actual		Fecha:	08/05/2023		
Descripción de actividad						
Proceso:	Lotización de fundas		Operarios:	01	de	04
Cronometraje:	Vuelta a cero		Cantidad:	500 kg (1 parada)		
Estudio de tiempos						
N°	Actividad					\bar{x} (s)
1	Traslado al área de ventas					8,78
2	Receptar la orden de producción					13,79
3	Traslado al área de lotización					8,00
4	Revisar la orden de producción					8,30
5	Recoger las fundas					27,76
6	Contar las fundas a lotizar					23,13
7	Encender la máquina					5,37
8	Colocar las fundas en la mesa de trabajo					22,20
9	Colocar la funda en la máquina					167,36
10	Lotizar las fundas					70,31
11	Retirar la funda de la máquina					206,71
12	Apilar adecuadamente las fundas					30,40
13	Trasladar las fundas al área de mezclado					38,90
Tiempo observado (TO)						631,02
Estudio complementario						
Factor de desempeño			Suplementos			
Crterios	Valor		Constantes	Valor	Variables	Valor
Habilidad	C1-bueno	0,06	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	E1-aceptable	0,00			De pie	2
Condiciones	C-buenas	0,04	Fatiga	4	Postura	0
Consistencia	D-promedio	-0,02			Fuerza	0
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0


CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR		 <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</small> NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	05	de	10
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023		
Tiempo estándar			Calidad de aire	0	
TO (s)	631,02	Concentración		2	
FD	1,08	Ruido		0	
TN (s)	681,50	Tensión mental		4	
S (%)	24	Monotonía		0	
TS (s)	845,06	Tedioso		0	

Análisis

El tiempo estándar del proceso de lotización de fundas es de 845.06 s. La restricción deriva de retirar la funda de la máquina con un tiempo de 206.71 s. ya que se realiza cada vez que tengan una orden de producción.

Tabla 24. Cálculo del tiempo estándar del proceso de embolsado


CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR		 <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</small> NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	06	de	10
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023		
Descripción de actividad					
Proceso:	Embolsado	Operarios:	01	de	04
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg (1 parada)		
Estudio de tiempos					
N°	Actividad	\bar{x} (s)			
1	Receptar las fundas en el área de mezclado	14,81			
2	Receptar la orden de producción	3,41			
3	Apilar las fundas a un lado de la máquina de mezclado	25,56			
4	Colocar la funda debajo de la máquina mezcladora	66,48			
5	Abrir la llave del producto de mezclado	20,04			
6	Verter el producto final en la funda	467,98			
7	Cerrar la llave del producto de mezclado	14,75			
8	Tomar una muestra del producto terminado	3,76			
9	Traslado al área de control de calidad	5,27			
10	Espera para control de calidad	244,92			
11	Traslado al área de embolsado	4,06			
12	Retirar la funda de la máquina de mezclado	52,26			

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR			 NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES				
Elaborado por:		Willian Rivera		Hoja:	06	de	10
Estudio:		Situación actual		Fecha:	08/05/2023		
13	Apilar la funda a un lado de la máquina de trabajo					2,00	
14	Llenar la hoja de proceso finalizado					27,11	
15	Trasladar las fundas con el producto final a la balanza					341,49	
Tiempo observado (TO)						1293,90	
Estudio complementario							
Factor de desempeño			Suplementos				
Criterios	Valor		Constantes	Valor	Variables	Valor	
Habilidad	C1-bueno	0,00	Necesidades personales	7	Género	H	
Esfuerzo	E1-aceptable	0,05			De pie	2	
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura	2	
Consistencia	D-promedio	-0,02			Fuerza	13	
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0	
Tiempo estándar					Calidad de aire	0	
TO (s)	1293,90				Concentración	2	
FD	1,05				Ruido	2	
TN (s)	1358,59				Tensión mental	4	
S (%)	37				Monotonía	1	
TS (s)	1861,27				Tedioso	0	

Análisis

El tiempo estándar del proceso de embolsado es de 1861.27 s. La restricción deriva de trasladar las fundas con el producto final a la balanza con un tiempo de 341.49 s. ya que se realiza cada vez que tengan una orden de producción, puede ser optimizable.

Tabla 25. Cálculo del tiempo estándar del proceso de pesaje

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR			 <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</small> <small>NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES</small>			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	07	de	10	
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Pesaje	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad				\bar{x} (s)	
1	Colocar las fundas en la zona de trabajo				92,09	
2	Encender la máquina de pesaje				2,40	
3	Colocar la funda en la máquina de pesaje				121,49	
4	Realizar el pesaje de la funda				199,57	
5	Retirar la funda de la máquina de pesaje				91,01	
6	Llenar la orden de proceso terminado				40,25	
7	Trasladar las fundas a la máquina de sellado				370,00	
Tiempo observado (TO)					916,81	
Estudio complementario						
Factor de desempeño			Suplementos			
Crterios	Valor		Constantes	Valor	Variables	Valor
Habilidad	C1-bueno	0,03	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	E1-aceptable	0,00			De pie	2
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura	2
Consistencia	D-promedio	0,01			Fuerza	13
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0
Tiempo estándar					Calidad de aire	0
TO (s)	916,81				Concentración	2
FD	1,06				Ruido	0
TN (s)	971,82				Tensión mental	1
S (%)	34				Monotonía	0
TS (s)	1302,24				Tedioso	1

Análisis

El tiempo estándar del proceso de pesaje es de 1302.24 s. La restricción deriva de trasladar las fundas a la máquina de sellado con un tiempo de 370 s. ya que se realiza cada vez que tengan una orden de producción, optimizable.


Tabla 26. Cálculo del tiempo estándar del proceso de sellado

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR			 NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	08	de	10	
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Sellado	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad				\bar{x} (s)	
1	Encender la máquina de sellado				4,37	
2	Preparar la máquina de sellado				16,14	
3	Colocar la funda en la máquina de sellado				164,78	
4	Sellar el producto final				201,67	
5	Retirar la funda				120,06	
6	Llenar la hoja de producto terminado				43,73	
7	Trasladar el producto final al área de paletizado				261,30	
Tiempo observado (TO)					812,06	
Estudio complementario						
Factor de desempeño			Suplementos			
Criterios	Valor		Constantes	Valor	Variabes	Valor
Habilidad	C1-bueno	0,03	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	E1-aceptable	-0,04			De pie	2
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura	2
Consistencia	D-promedio	0,00			Fuerza	13
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0
Tiempo estándar					Calidad de aire	0
TO (s)	812,06				Concentración	2
FD	1,01				Ruido	2
TN (s)	820,18				Tensión mental	4
S (%)	36				Monotonía	0
TS (s)	1115,44				Tedioso	0

Análisis

El tiempo estándar del proceso de sellado es de 1115.44 s. La restricción deriva de trasladar el producto final al área de paletizado con un tiempo de 261.30 s. ya que se realiza cada vez que tengan una orden de producción, proceso semiautomatizado, depende mucho de la habilidad del operario.


Tabla 27. Cálculo del tiempo estándar del proceso de paletizado

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR			 NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	09	de	10	
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Paletizado	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad				\bar{x} (s)	
1	Paletizar las fundas en pallets 1500kg. (75 unidades/pallet)				51,58	
2	Almacenar el producto terminado				43,37	
3	Llenar la hoja de pedido terminado				13,42	
Tiempo observado (TO)					108,37	
Estudio complementario						
Factor de desempeño			Suplementos			
Críterios	Valor		Constantes	Valor	Variabes	Valor
Habilidad	C1-bueno	0,03	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	E1-aceptable	0,02			De pie	2
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura	2
Consistencia	D-promedio	-0,02			Fuerza	13
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0
Tiempo estándar					Calidad de aire	0
TO (s)	108,37				Concentración	5
FD	1,05				Ruido	2
TN (s)	113,79				Tensión mental	1
S (%)	36				Monotonía	0
TS (s)	154,75				Tedioso	0

Análisis

El tiempo estándar del proceso de paletizado es de 154.75 s. La restricción deriva de paletizar las fundas en pallets 1500 kg. (75 unidades/pallet) con un tiempo de 51.58 s. ya que se realiza cada vez que tengan una orden de producción, proceso manual optimizable, depende de la habilidad del operario.

Tabla 28. Cálculo del tiempo estándar del proceso de distribución de producto

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR			 NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	10	de	10	
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Distribución de producto	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad				\bar{x} (s)	
1	Retirar la orden de producción				17,62	
2	Revisar la orden de producción				29,53	
3	Llenar el formulario de salida de lotes de pedido				175,10	
4	Colocar las fundas en el camión de carga				1538,66	
5	Transportar el producto final al camión o al vehículo respectivo				134,36	
Tiempo observado (TO)					1895,28	
Estudio complementario						
Factor de desempeño			Suplementos			
Crterios	Valor		Constantes	Valor	Variables	Valor
Habilidad	C1-bueno	0,03	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	E1-aceptable	0,05			De pie	2
Condiciones	C-buenas	-0,03	Fatiga	4	Postura	2
Consistencia	D-promedio	0,00			Fuerza	13
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0
Tiempo estándar					Calidad de aire	0
TO (s)	1895,28				Concentración	2
FD	1,05				Ruido	2
TN (s)	1990,05				Tensión mental	4
S (%)	36				Monotonía	0
TS (s)	2706,46				Tedioso	0

Análisis

El tiempo estándar del proceso de distribución es de 2706.46 s. La restricción deriva de colocar las fundas en el camión de carga con un tiempo de 1538.66 s. ya que se realiza cada vez que tengan un pedido a entregar, proceso manual optimizable, depende de la habilidad del operario.

Gráfica de tiempo de producción de producto de mayor demanda (situación actual)

Una vez que se obtiene el tiempo estándar actual por cada proceso, la Figura 16, muestra el diagrama de tiempos para la elaboración del suplemento alimenticio calfosal leche presentación 20 kg.

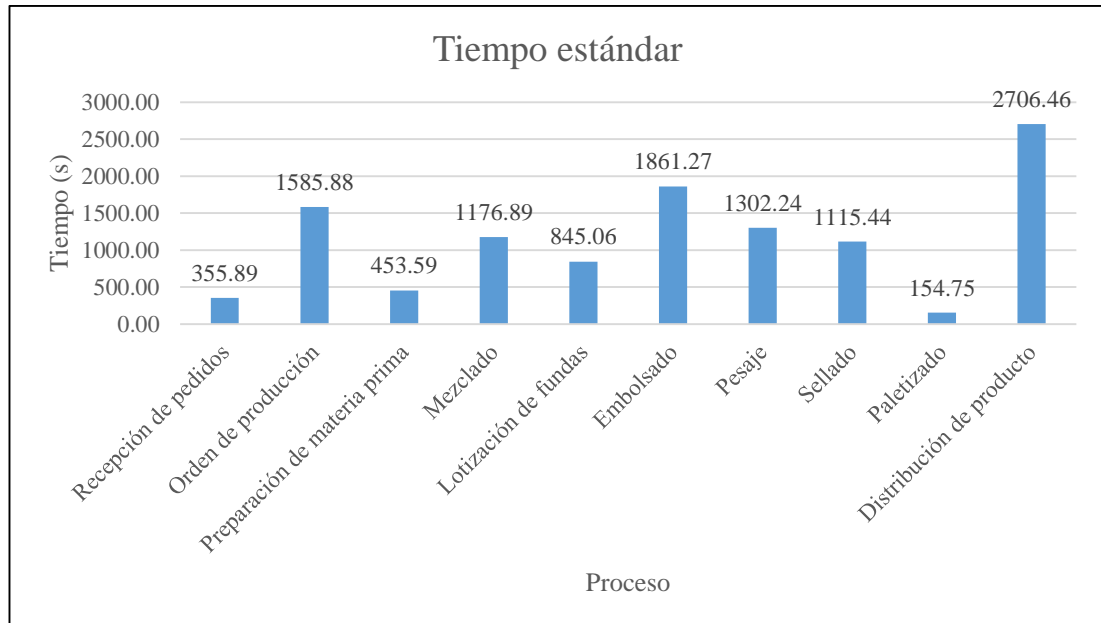


Figura 16. Resumen de tiempo estándar

Análisis e interpretación

La gráfica plantea que el tiempo total de producción es de 8056,73 s., equivalente a 322,27 s. por unidad, a lo cual se le agrega el tiempo de los procesos externos con un tiempo de 4648,23 s., equivalente a 185,93 s., dando como resultado un total de 12704,97 s., equivalente a 508,20 s., en promedio general, se obtiene un tiempo de producción de 7,83 min. requeridos para producir 20 kg. (una unidad). Muñoz, por otra parte, determinó en su investigación que, se obtiene una variación de tiempos por aspectos como desempeño de operarios, eficiencia de máquinas, estado de equipos, recorridos empleados y desperdicios generados en cada proceso [45].

Los procesos de producción están conformados por: preparación de materia prima, mezclado, lotización de fundas, embolsado, pesaje, sellado y paletizado, el cuello de botella de deriva del proceso de embolsado, donde se demora en determinar que el

peso del producto sea el adecuado previo pasar al siguiente proceso, aquí el operario debe repetir los movimientos de abrir y cerrar la llave de paso del producto según el peso determinado en 20 kg., este depende mucho de la habilidad del trabajador. Para completar el peso adecuado, se coloca la porción faltante con una cuchara industrial hasta lograr el peso adecuado, restando el peso de la funda 0.1 kg., pesando el producto final de 20.1 kg, con un margen de error ± 0.2 . Los procesos de lotización, paletizado y preparación de materia prima, también son semiautomáticos y manuales optimizables. Mediante el estudio de tiempos se conoce las actividades y el ritmo que se debe seguir para fabricar el producto de mayor demanda, estandarizando los tiempos y las actividades.

Cursograma analítico

La Tabla 29, detalla el cursograma analítico con los procesos y actividades de la empresa NUTRISALMINSA S.A. donde: cada parada de producción contiene 500 kg. equivalente a 25 productos; si el pedido no completa los 500 kg. del producto de una parada se realiza el total de ellas produciendo para inventario.

Generalmente, el escenario de inventario no se cumple por la alta demanda en todo el mercado nacional. El cursograma analítico de la línea de producción se complementa con el diagrama de recorrido elaborado (véase Figura 17), para determinar el total de actividades requeridas para obtener el producto final.

Tabla 29. Cursograma analítico del proceso productivo



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
	FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL								
	CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL								
	CURSOGRAMA ANALÍTICO								
Empresa:	NUTRISALMINSA S.A.	Método:	Actual.	Hoja:	01 de 01				
Producto:	Calfosal leche (20kg).	Aprobado por:	Ing. Luis Morales.	Fecha:	14/05/2023				
Área:	Producción.	Realizado por:	Willian Rivera.	Diagrama:	001				
N° de operarios:	4 operarios.	Jefe de producción:	Ing. Erika Acurio.	Aprobación:	16/05/2023				
Identificación de actividades		Distancia (m.)	Tiempo (s)	Símbolo					Justificación
N°	Actividad			●	➔	■	◐	▼	
1	Recepción de pedidos según requisitos del cliente		15,51	●					
2	Llenar el formulario de especificaciones del pedido		114,44	●					
3	Registrar el pedido		135,50	●					
4	Verificar productos disponibles en stock		14,29				◐		
5	Transportar la orden al área de producción	12,45	15,25		➔				
6	Recibir el registro del pedido		2,25	●					
7	Revisar los lotes de productos		102,30	●					
8	Generar la orden de producción		1232,84	●					

Tabla 29. Cursograma analítico del proceso productivo (continuación)

Identificación de actividades		Distancia (m.)	Tiempo (s)	Símbolo					Justificación
Nº	Actividad			●	→	■	◐	▼	
9	Desplazar al área de ventas	5,87	5,10	●	→	■	◐	▼	
10	Receptar la hoja de producción		2,47	●	→				
11	Traslado al área de microelementos	5,87	1,79	●	→				
12	Revisar la orden de producción		12,89	●					
13	Seleccionar el microelemento		3,94	●					
14	Encender la máquina de pesaje		1,33	●					
15	Buscar el microelemento		54,06	●					
16	Retirar el microelemento		23,79	●					
17	Retirar una porción de cada ingrediente		9,29	●					
18	Realizar la prueba de control de calidad		172,08			■			
19	Realizar el pesaje de materia prima		23,17	●					
20	Llenar el formulario de elementos listos		19,89	●					
21	Trasladar los microelementos al área de producción	15,40	47,58	●	→				
22	Encender la máquina de mezclado		2,26	●					
23	Revisar la orden de producción		8,31	●					
24	Preparar la máquina de mezclado		12,95	●					
25	Introducir los microelementos en la máquina de mezclado		24,17	●					

Tabla 29. Cursograma analítico del proceso productivo (continuación)






















Identificación de actividades		Distancia (m.)	Tiempo (seg.)	Símbolo					Justificación
Nº	Actividad								
26	Introducir los macroelementos en la máquina de mezclado		34,89						
27	Programar la máquina de mezclado según el producto		16,81						
28	Realizar la mezcla de los materiales en la máquina de mezclado		122,51						
29	Iniciar el proceso de mezclado		720,00						
30	Traslado al área de ventas	19,45	8,78						
31	Receptar la orden de producción		13,79						
32	Traslado al área de lotización	19,45	8,00						
33	Revisar la orden de producción		8,30						
34	Recoger las fundas		27,76						
35	Contar las fundas a lotizar		23,13						
36	Encender la máquina		5,37						
37	Colocar las fundas en la mesa de trabajo		22,20						
38	Colocar la funda en la máquina		167,36						
39	Lotizar las fundas		70,31						
40	Retirar la funda de la máquina		206,71						
41	Apilar adecuadamente las fundas		30,40						

Tabla 29. Cursograma analítico del proceso productivo (continuación)

Identificación de actividades		Distancia (m.)	Tiempo (s)	Símbolo					Justificación
Nº	Actividad			●	➔	■	◐	▼	
42	Trasladar las fundas al área de mezclado	55,40	38,90	●	➔	■	◐	▼	
43	Receptar las fundas en el área de mezclado		14,81	●	➔				
44	Receptar la orden de producción		3,41	●					
45	Apilar las fundas a un lado de la máquina de mezclado		25,56	●					
46	Colocar la funda debajo de la máquina mezcladora		66,48	●					
47	Abrir la llave del producto de mezclado		20,04	●					
48	Verter el producto final en la funda		467,98	●					
49	Cerrar la llave del producto de mezclado		14,75	●					
50	Tomar una muestra del producto terminado		3,76	●					
51	Traslado al área de control de calidad	5,24	5,27		➔				
52	Espera para control de calidad		244,92			■			
53	Traslado al área de embolsado	5,24	4,06		➔				
54	Retirar la funda de la máquina de mezclado		52,26	●					
55	Apilar la funda a un lado de la máquina de trabajo		2,00	●					
56	Llenar la hoja de proceso finalizado		27,11	●					

Tabla 29. Cursograma analítico del proceso productivo (continuación)























Identificación de actividades		Distancia (m.)	Tiempo (s)	Símbolo					Justificación
Nº	Actividad								
57	Trasladar las fundas con el producto final a la balanza	1,20	341,49						
58	Colocar las fundas en la zona de trabajo		92,09						
59	Encender la máquina de pesaje		2,40						
60	Colocar la funda en la máquina de pesaje		121,49						
61	Realizar el pesaje de la funda		199,57						
62	Retirar la funda de la máquina de pesaje		91,01						
63	Llenar la orden de proceso terminado		40,25						
64	Trasladar las fundas a la máquina de sellado	0,35	370,00						
65	Encender la máquina de sellado		4,37						
66	Preparar la máquina de sellado		16,14						
67	Colocar la funda en la máquina de sellado		164,78						
68	Sellar el producto final		201,67						
69	Retirar la funda		120,06						
70	Llenar la hoja de producto terminado		43,73						
71	Trasladar el producto final al área de paletizado	5,00	261,30						
72	Paletizar las fundas en pallets de 1500 kg. (75 unidades/pallet – 3 paradas)		51,58						

Tabla 29. Cursograma analítico del proceso productivo (continuación)






















Identificación de actividades		Distancia (m.)	Tiempo (s)	Símbolo					Justificación
Nº	Actividad								
73	Almacenar el producto terminado		43,37						
74	Llenar la hoja de pedido terminado		13,42						
75	Retirar las ordenes de producción		17,62						
76	Revisar las ordenes de producción		29,53						
77	Llenar el formulario de salida de lotes de pedido		175,10						
78	Trasladar las fundas al camión	19,30	12,14						
79	Colocar las fundas en el camión de carga		1538,66						
Resumen									
Actividad		Actual	Propuesta	Tiempo (s):		12704,97			
Operación		62	0	Distancia (m):		170,22			
Transporte		13	0	Observaciones generales Los operarios desarrollan la línea de producción con normalidad, existe demora en la generación de la orden de producción debido a revisar la materia prima, productos en stock y subir al sistema demora un tiempo considerable y también al personal nuevo.					
Inspección		2	0						
Demora		1	0						
Almacenaje		1	0						
TOTAL		79	0						

Diagrama de recorrido

La Figura 17, muestra el diagrama de recorrido de los recursos para elaborar el producto de mayor demanda.

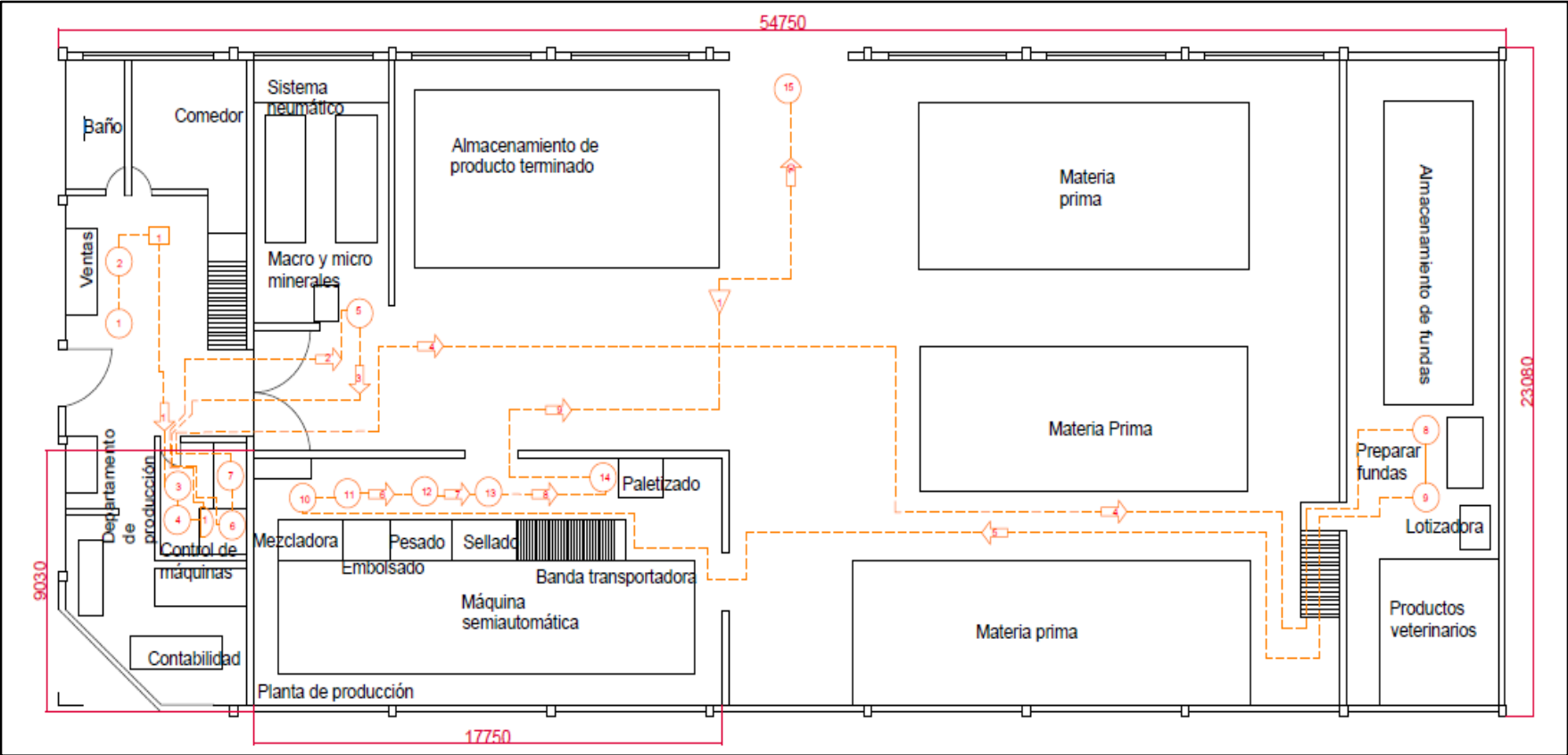


Figura 17. Diagrama de recorrido

Análisis del cursograma analítico y del diagrama de recorrido

El análisis sobre el cursograma analítico parte del estudio de tiempos y movimientos realizados en el año 2023, donde se tiene 62 operaciones, 13 transportes, 2 inspección, 1 demora y 1 almacenaje, con un tiempo de 12704,97 s. (221,75 min.) y 170.22 m. de recorrido por los 500 kg., de producción (1 parada).

Cuevas, en su análisis sistemático de la importancia de un estudio de tiempos y movimientos determina que obtener entre más tareas y actividades se clasifique en cada proceso, mientras menor es el rango de error entre los resultados obtenidos y los rangos reales de una capacidad de planta diseñada [46].

Es recomendable disminuir los tiempos en procesos manuales como el generar la orden de producción con los costos y la fecha de caducidad de cada unidad del producto teniendo un tiempo de 12704,97 s. También el proceso de transportar el producto final al camión o al vehículo respectivo siendo un proceso manual, se puede realizar con varios operarios o estandarizar los tiempos depende de la cantidad a embarcar y optimizar la producción.

Capacidad de producción según el tiempo estándar

La Tabla 30, muestra los tiempos estándar de procesos que se realizan una sola vez al día y son de otros departamentos.

Tabla 30. Resumen del estudio de tiempos (procesos de otros departamentos)

Procesos	Tiempo estándar para 500 kg (1 parada)	
	Ts(s.)	Desv(s.)
Recepción de pedidos	355,89	67,08
Orden de producción	1585,88	34,13
Distribución de producto	2706,46	210,93
Tiempo de ciclo(min)	4648,23	

Los procesos necesarios para la producción del suplemento alimenticio con un tiempo de ciclo de 4648.23 s., es decir, 1 hora con 29 minutos. Para todos los productos fabricados en la empresa NUTRISALMINSA S.A, se tiene los mismos procesos de fabricación, su variación se encuentra en las fórmulas de la materia prima de cada

producto y sus presentaciones.

La Tabla 31, muestra los tiempos estándar del proceso de producción.

Tabla 31. Cálculo del estudio tiempos (departamento de producción)

Procesos	Tiempo estándar para 500 kg (1 parada)	
	Ts(s.)	Desv(s.)
Preparación de materia prima	453,59	52,02
Mezclado	1176,89	25,16
Lotización de fundas	845,06	87,59
Embolsado	1861,27	170,95
Pesaje	1302,24	174,55
Sellado	1115,44	95,65
Paletizado	154,75	15,95
Tiempo de ciclo(min)	6909,24	

El tiempo de ciclo de los procesos de producción para 500 kg. es de 6909.24 s., equivalente a 1.91 horas; el tiempo para producir un kilogramo es de 13.82 s., es decir, 0.23 minutos.

Para calcular la capacidad de producción diaria se considera las 8 horas de trabajo, pero el último día de labores se trabaja 7 horas, el tiempo restante es utilizado para la limpieza de la planta y mantenimiento de los equipos, (60 min), reduciendo los 480 min a 420 minutos por día, pero como es solo un día se distribuye los 60 min para los 5 días, restando 12 min., obteniendo 468 min; con estos datos y el tiempo estándar establecido en la Tabla 31, para cada proceso, aplicando la Ecuación (4), se obtiene las capacidades de producción diarias de cada proceso mostrados en la Tabla 32.

$$Capacidad\ de\ producción\ diaria = \frac{468\ min/jornada}{Tiempo\ estándar\ (\frac{min}{u})} \quad (4)$$

Tabla 32. Capacidad de producción diaria de la calfosal 20 kg.

Proceso	TS (seg/500kg)	TS (min/500kg)	TS (min/kg)	Cp(kg/día)	Cp(parada/día)
Preparación de materia prima	453,59	7,56	0,0151	30953,06	61,91
Mezclado	1176,89	19,61	0,0392	11929,75	23,86

Proceso	TS (seg/500kg)	TS (min/500kg)	TS (min/kg)	Cp(kg/día)	Cp(parada/día)
Lotización de fundas	845,06	14,08	0,0282	16614,20	33,23
Embolsado	1861,27	31,02	0,0620	7543,24	15,09
Pesaje	1302,24	21,70	0,0434	10781,42	21,56
Sellado	1115,44	18,59	0,0372	12586,96	25,17
Paletizado	154,75	2,58	0,0052	90726,98	181,45

Análisis

El cuello de botella es el proceso de embolsado con 7543,24 kg/día, dando 15.09 paradas/día, siendo este la capacidad diaria que tiene la planta de producción, cuando se fabrica el producto de mayor demanda. La capacidad diseñada de producción de las máquinas con las que fueron adquiridos en el turno completo es de 300000 kilogramos, debido a la situación económica muy compleja del país y cómo va el sector productivo ganadero que producen leche y carne, se planifica la producción dependiendo la demanda de los productos, en meses malos se planifica 100000 kg, produciendo presentaciones pequeñas las cuales llevan más tiempo producir y en meses buenos dependiendo el aumento de los pedidos llegan hasta los 200000 kg, la producción de 7543.24 kg/día es específicamente para el producto de mayor demanda, sin embargo se produce otros productos con menor o mayor tiempo de producción.

Simulación de la planta de producción

Mediante el tiempo estándar y el desarrollo del diagrama de recorrido, la Figura 18 y la Figura 19, se muestra la simulación de la planta de producción. Los parámetros de simulación se encuentran en el Anexo 7; entre los más importantes se tiene la definición de los horarios de trabajo en 8 horas laborables, de lunes a viernes, si hace falta cumplir con las metas de producción se plantea trabajar los sábados, pero en la simulación se realiza para un escenario perfecto. El último día de trabajo se labora 7 horas de producción y el tiempo restante se utiliza para la limpieza y mantenimiento preventivo de las máquinas. El paletizado de los productos se realiza de 75 unidades, mientras no cumpla esa cantidad, el pallet no sale del área producción, es una de las restricciones a tomar en cuenta.

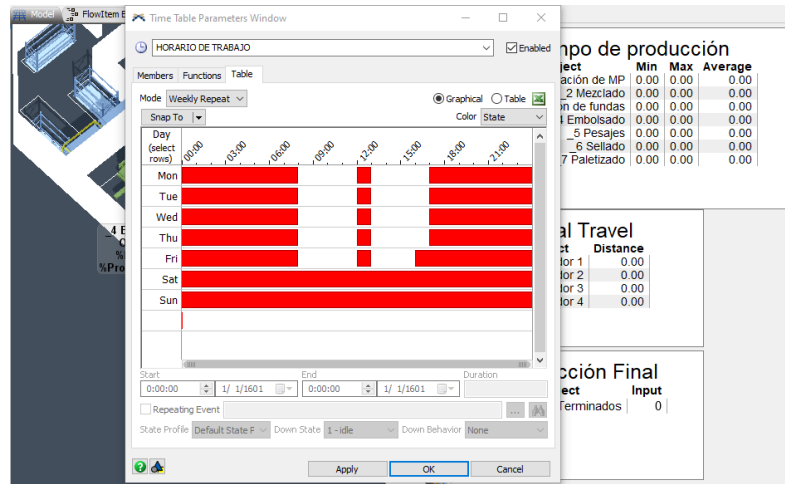


Figura 18. Horarios de trabajo

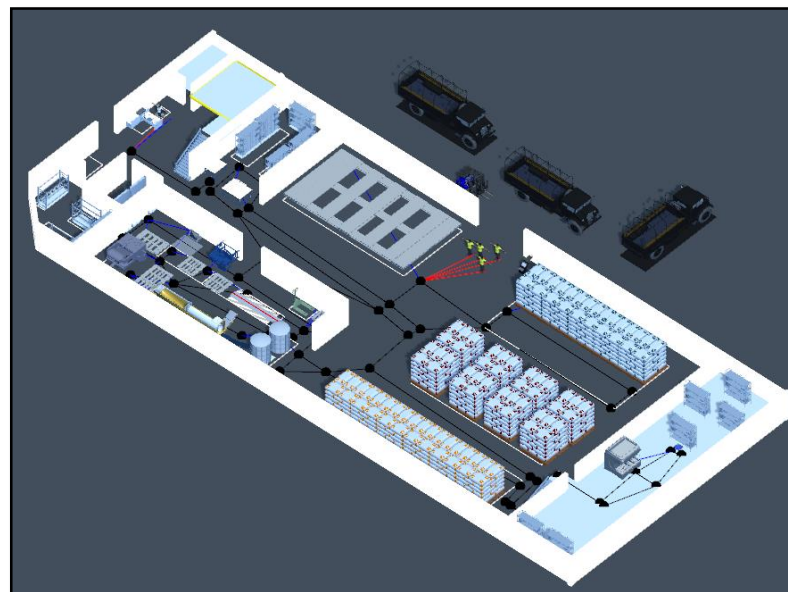


Figura 19. Planta de producción en el software FlexSim

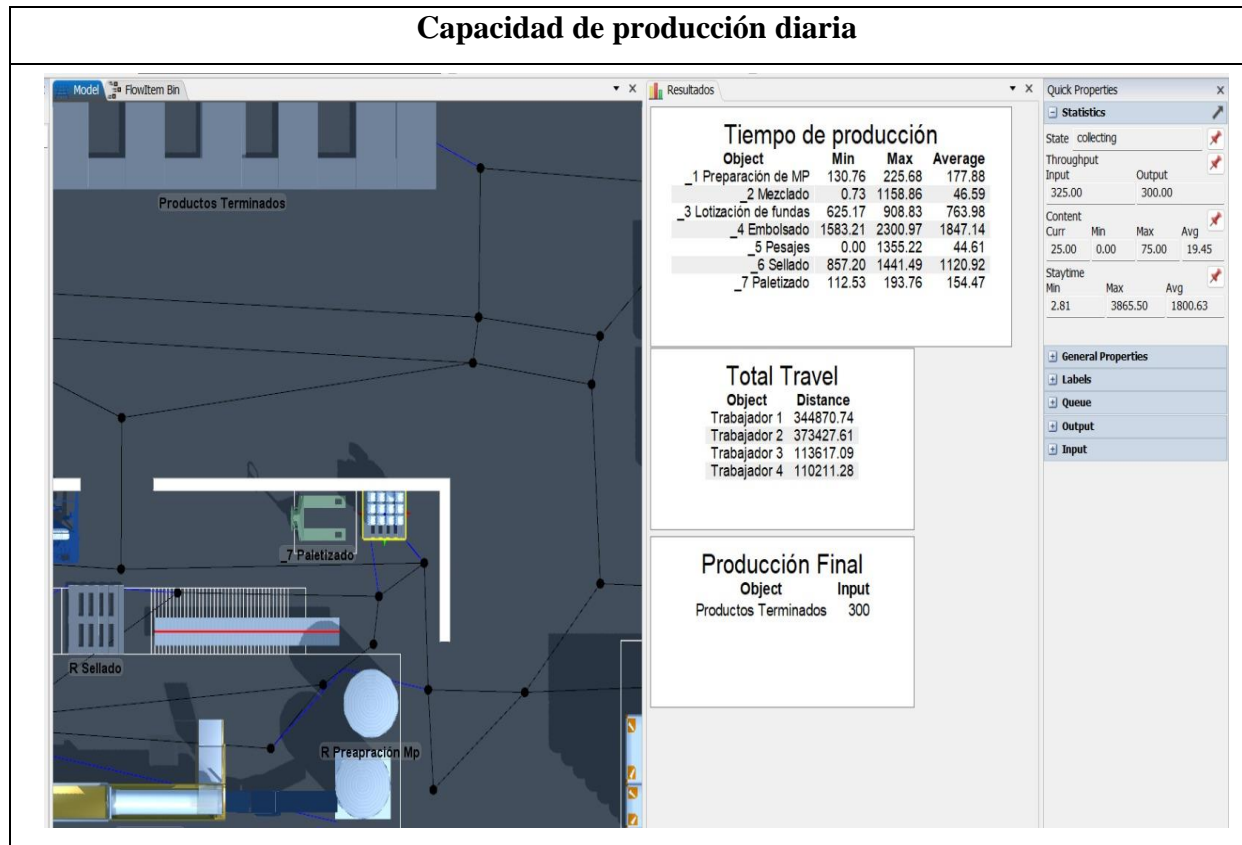
Análisis

Se ha demostrado que simular proyectos permite a los usuarios experimentar, mejorar y percibir ventajas y desventajas de elaborar cambios sobre un proceso, en general, se observa la factibilidad con el fin de evitar riesgos sobre la toma de decisiones lo que permite tener un rango extenso de seguridad, aprendiendo constantemente a mejorar las habilidades de formación y desempeño laboral [47].

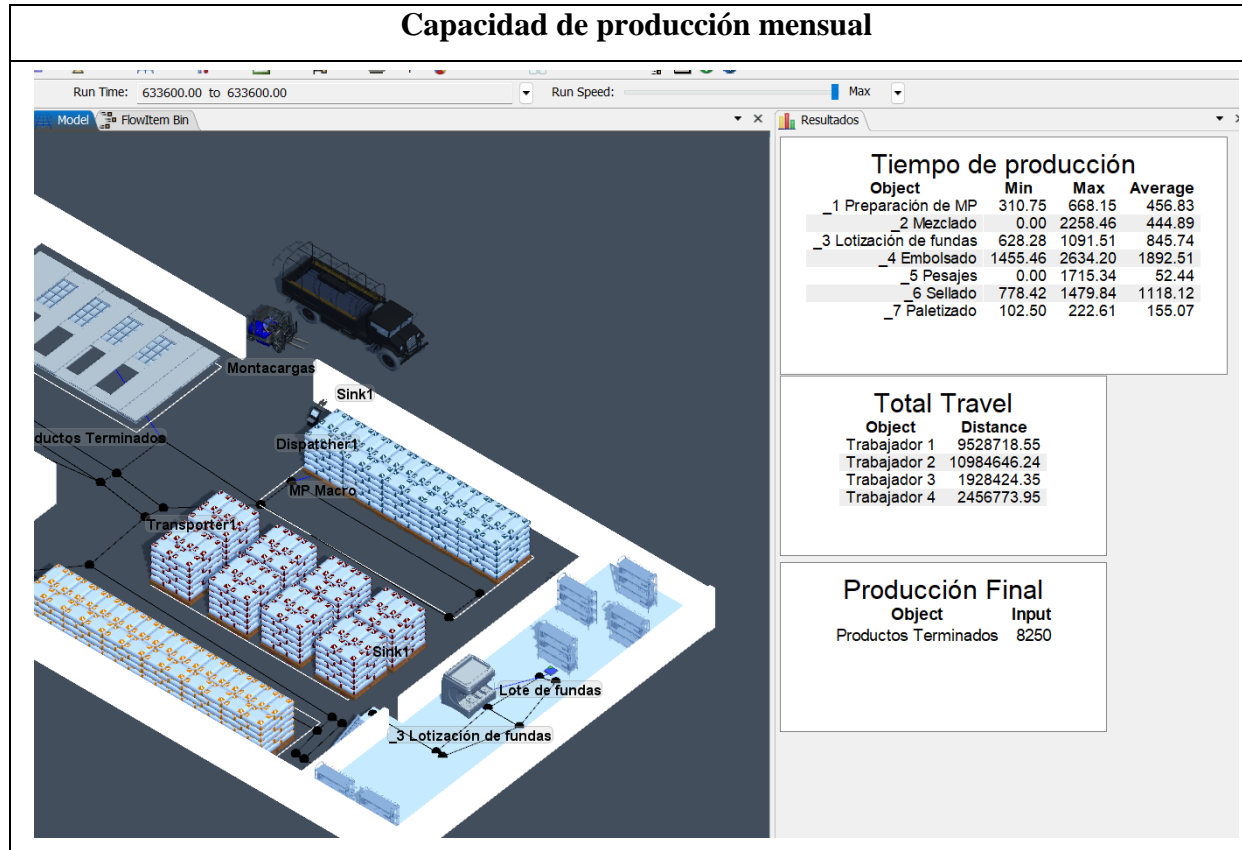
Capacidad de producción según datos del software FlexSim

Según los datos detallados en la Figura 18 y 19 (tiempo estándar por proceso), se programa la planta de producción (véase Anexo 7), la Tabla 33, muestra los resultados de la capacidad de producción.

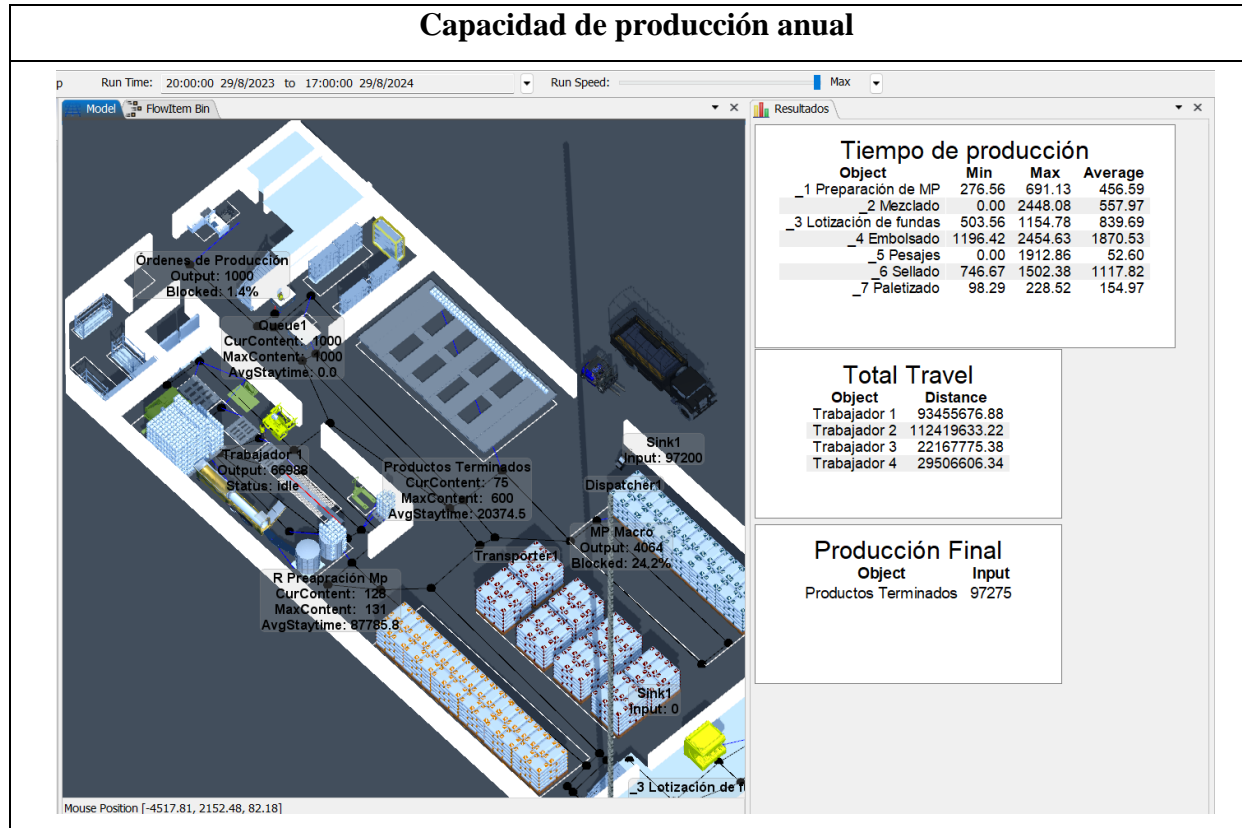
Tabla 33. Capacidad de producción diaria según datos de software FlexSim



Capacidad de producción mensual



Capacidad de producción anual



Análisis

Según los datos introducidos del tiempo estándar de 500 kg., una parada (25 unidades), se muestra que: se obtiene 6500 kg., 325 unidades (13 paradas), durante una jornada de trabajo; se obtiene 1650000 kg., 8250 unidades (330 paradas) durante un mes y; se obtiene 1945500 kg., 97275 unidades (3891 paradas) durante un año, mediante la Tabla 34, se compara la capacidad de producción según el tiempo estándar y la simulación en el software Flexsim.

Tabla 34. Capacidad de producción

Capacidad de producción según el tiempo estándar					
Día		Mes		Año	
Unidades	Kilogramos	Unidades	Kilogramos	Unidades	Kilogramos
377 uds.	7543,24 kg/día	8294 uds.	165880 kg/mes	97803 uds.	1956060 kg/mes
Capacidad de producción según la simulación Flexsim					
Unidades	Kilogramos	Unidades	Kilogramos	Unidades	Kilogramos
325 uds	6500 kg/día	8250 uds.	165000 kg/mes	97275 uds.	1945500 kg/año

Mediante la simulación se observa que la capacidad de producción es más cercana a la realidad, debido a los horarios de trabajo, limpieza una hora de la planta de producción el ultimo día trabajo, lo cual en la simulación si se toma en cuenta (22 días laborables en la simulación y en los cálculos según el tiempo estándar) para la capacidad diaria en la simulación se debe tener en cuenta la restricción de los 75 unidades del pallet para salir del área de producción, quedando 25 unidades, en el área de producción hasta completar el pallet completo, por esa razón la capacidad diaria en el software es de 325 unidades.

No existe un estudio de tiempos reciente relacionado con el sector de sales minerales donde se muestre la productividad para comparar los datos obtenidos, sin embargo, Castellano planteó que una empresa que provee balanceado alimenticio para ganado bovino elabora 268 fundas durante una jornada de trabajo, siendo el resultado obtenido como favorable [48].

3.1.5 Selección de los indicadores claves de producción

Se utiliza el método de factores para determinar los indicadores más importantes para nuestra investigación, el procedimiento se encuentra en la metodología, mediante la investigación de libros como: Sistema de indicadores de gestión, Indicadores de la gestión logística, Indicadores de calidad y productividad en la empresa, se toman 16 indicadores, entre gestión, productividad y logística, primero se realiza la lista de factores, como:

- Factibilidad de implementación.
- Cumplimientos de los objetivos.
- Control de los procesos.
- Mide la deficiencia de los procesos.
- Satisfacción del cliente.
- Optimización de recursos.

La Tabla 35, muestra la ponderación o calificación a cada uno de los factores con la finalidad de su importancia.

Tabla 35. Ponderación a cada uno de los factores

	Factibilidad de implementación	Cumplimiento de los objetivos	Control de los procesos	Deficiencia de los procesos	Satisfacción del cliente	Optimización de recursos	Total	Peso
Factibilidad de implementación		0	1	1	1	0	3	0,20
Cumplimiento de los objetivos	1		1	1	0	0	3	0,20
Control de los procesos	0	0		0	0	1	1	0,07
Deficiencia de los procesos	0	0	1		0	1	2	0,13
Satisfacción del cliente	0	1	1	1		0	3	0,20
Optimización de recursos	1	1	0	0	1		3	0,20
Total							15	1,00

Se asigna una escala común a cada uno de los factores considerados de la siguiente forma:

- 1-2 → no es importante.
- 3-4 → poco importante.
- 5-6 → neutral.
- 7-8 → importante.
- 9 -10 → Muy importante.

La Tabla 36, muestra la calificación de las alternativas con respecto a la escala de valoración diseñada, la revisión y aprobación de las matrices de ponderación, evaluación de las alternativas fue realizada por el Ing. Luis Morales, Mg.

Tabla 36. Método de factores ponderados

Método de factores ponderados																		
Indicadores:		Claves de producción										Fecha:		15-08-2023				
Realizado por:		Willian Rivera										Revisado por:		Ing. Luis Morales				
Factores	Ponderación (%)	Indicadores claves de producción																
		Duración de inventario	Vejez del inventario	Exactitud de inventarios	Productividad de transporte	Rendimiento de bodegas	Productividad de almacenamiento	Rotación de Mercancía	Rendimiento maquinas	Productividad Global	Productividad MO	Calidad de uso	Eficacia en el proceso	Desperdicios	Calidad de proceso	Ratio de operaciones	Demoras	Eficiencia en el proceso
Factibilidad de implementación	20	7	7	7	8	7	7	8	8	8	9	7	8	8	8	8	8	8
Cumplimiento de los objetivos	20	6	6	6	6	7	7	7	7	8	7	7	10	8	8	8	8	10
Control de los procesos	7	6	6	6	6	6	7	6	8	7	7	7	7	8	8	8	8	8
Mide la deficiencia de los procesos	13	5	6	7	6	6	6	6	7	8	6	7	7	8	8	8	8	8
Satisfacción del cliente	20	6	6	6	8	6	6	6	6	6	6	9	7	7	8	7	7	6
Optimización de recursos	20	6	6	6	6	8	7	8	6	6	8	7	6	7	7	8	8	9
Total	100	6,0	6,2	6,3	6,7	6,7	6,7	6,8	7,0	7,2	7,2	7,3	7,5	7,7	7,8	7,8	7,8	8,2

De acuerdo con el método de factores, se toma los indicadores con valores iguales o superiores a 7, que determinan el nivel de deficiencia de los procesos de producción:

- Eficacia en el proceso.
- Eficiencia en el proceso.
- Productividad global.
- Productividad de mano de obra.
- Rendimiento de máquinas en el área de producción.
- Calidad de proceso.
- Calidad de uso.
- Ratio de operaciones.
- Demoras.
- Desperdicios.

Parámetros para el cálculo de los indicadores claves de producción

Los procesos de fabricación de los productos son todos similares, la diferencia son las presentaciones (1, 5, 20 kg.) y las fórmulas para cada producto según la demanda de los clientes. Por lo tanto, la deficiencia de los procesos son los mismo en la línea de manufactura tomando los datos en kilogramos de toda la producción del mes de abril y mayo (véase Anexo 10), la empresa planifica la meta mensual de 100000 kg., debido a meses de menor demanda, donde se producen como prioridad presentaciones pequeñas, más laboriosas de realizar, por el llenado de las fundas a mano y el pesado.

Los datos recopilados necesarios para los cálculos de estos indicadores se obtuvieron mediante entrevista al jefe de área de producción, calidad, mantenimiento y gerencia general (véase Anexo 8 – 11), debido a que la empresa considera datos confidenciales, dificultando el acceso a valores reales de producción como: unidades, kilogramos producidos, costos de materia prima, costos de mano de obra, costos planificados y reales, son aproximaciones a los costos verdaderos.

Los datos obtenidos de la entrevista 2 y 3 (véase Anexo 8 y 9), se muestran en la Tabla 37, con los cuales se calcula los indicadores de eficacia, eficiencia, productividad global y productividad de mano de obra.

Tabla 37. Resumen entrevista 2 y 3

Datos de producción mes de abril 2023		
Detalle	Valor	Unidades
Resultado alcanzado	98660	kg.
Resultado esperado	100000	kg.
Costo real	15750,46	\$
Costo estimado	12800	\$
Tiempo invertido	190	h
Tiempo previsto	180	h
Productos producidos	14345	Unidades
Mano de obra	4	Operarios

Los datos obtenidos de la entrevista 2 y 4 (véase anexos 8 y 10), se muestran en la Tabla 38, con los cuales se calcula los indicadores de calidad de proceso, calidad de uso y desperdicios.

Tabla 38. Resumen entrevista 4

Datos de producción mes de abril 2023		
Detalle	Valor	Unidades
Cantidad de unidades conformes	14000	unidades
Cantidad de unidades reclamados por calidad	13	unidades
Cantidad de unidades total producido	14345	unidades
Cantidad de unidades totales en ventas	8705	unidades
Desperdicios de insumos	260	kg/diario
Total, de insumos	4761,9	kg/día






Los datos obtenidos de la entrevista 1 y 5 (véase Anexos 8 y 11), se muestran en la Tabla 39, con los cuales se calcula los indicadores de rendimiento de máquinas en el área de producción y demoras.

Tabla 39. Resumen entrevista 5

Datos de producción mes de abril 2023		
Detalle	Valor	Unidades
Paradas del equipo o proceso	80	Min.
Tiempo que se debió producir	480	Min.

La Tabla 40, muestra los datos tomados del cursograma analítico actual, para calcular la ratio de operaciones.

Tabla 40. Datos ratio de operaciones

Datos ratio de operaciones		
Detalle	Simbolo	Cantidad
Operación		62
Transporte		13
Inspección		2
Demora		1
Almacenaje		1
Total		79







Cálculo de los indicadores claves de producción

Para determinar el nivel de deficiencia de los procesos mediante indicadores claves de producción, se toma datos del mes de abril – 2023. Los datos se muestran desde el Anexo 6 al 9, donde se detalla las horas de trabajo en el día, la velocidad promedio de producción y los registros de los indicadores.

Los cálculos de la periodicidad y las demás variables se realizan de acuerdo con las recomendaciones de los autores de los libros Sistema de indicadores de gestión, del autor Mario Uribe, Juan Reinoso e Indicadores de calidad y productividad de la empresa del autor Francisco Rodríguez y Luis Gómez [39], [50].

A continuación, la Tabla 41, muestra el desarrollo de los cálculos de indicadores clave de producción. Para el cálculo de la productividad según el libro, Administración de operaciones; Producción y cadena de suministros, (Autor: Robert Chase), para que tenga significado se debe comparar con otra cosa, se puede comparar de dos formas, la primera se compara con operaciones similares de un mismo sector y la otra manera es medir la productividad de una misma operación a lo largo de un tiempo, comparando la productividad registrada en un periodo determinado con la registrada en el siguiente, en nuestra investigación se compara de la segunda forma.

Tabla 41. Indicadores claves de producción

Nombre del indicador	Objetivo	Fórmula		Resultado	Ideal	Nivel de cumplimiento	Periodicidad	Análisis
Eficacia en el proceso	Determinar el cumplimiento de los kilogramos producidos en el mes.	$\% Eficacia = \frac{\text{Kilogramos tomado del reporte}}{(\text{horas trabajo})(\text{velocidad promedio})} * 100$	$\% Eficacia = \frac{98660 \text{ kg.}}{(11400 \text{ min.})(8.8498 \text{ kg./min.})} * 100$	97,79%	100 %	 Medio	Mensual (abril)	La empresa no cumple los kilogramos planificados en un 2,21 % siendo 1340 kg faltantes para producir.
Eficiencia en el proceso	Determinar el cumplimiento de los kilogramos producidos en el mes, con menos recursos disponibles.	$\% Eficiencia = \frac{\frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Costo real}} \times \text{Tiempo invertido}}{\frac{\text{Resultado esperado}}{\text{Coste estimado}} \times \text{Tiempo previsto}} * 100$	$\% Eficiencia = \frac{\frac{98660 \text{ kg.}}{15750.46 \$} \times 190 \text{ h}}{\frac{100000 \text{ kg.}}{128000 \$} \times 180 \text{ h}} * 100$	84,63%	100 %	 Medio	Mensual (abril)	La empresa no optimiza los procesos de producción, tampoco los recursos disponibles para fabricar el producto, en un 15,9%.
Productividad global	Determinar la relación entre la cantidad de productos obtenidas y los recursos utilizados.	$\text{Productividad} = \frac{(\text{Productos o servicios producidos})}{(\text{Recursos utilizados})}$	$\text{Productividad} = \frac{14345 \text{ uds./mes}}{15850.46 \$}$	0,91	>1	 Medio	Mensual (abril)	La productividad en el mes de abril es de 0.91, comparando con la del mes de mayo, 0.90, se puede decir que hubo una ligero decrecimiento entre un mes y el otro, las productividades son menores a 1 por lo tanto, el ingreso generado es menor que su costo.
Productividad de mano de obra	Conocer en promedio cuantos kilogramos son realizadas por cada operario	$\text{Productividad MO} = \frac{\text{Producción mensual promedio}}{\text{insumo empleado}}$	$\text{Productividad MO} = \frac{98660 \text{ kg/mes}}{4 \text{ operarios}}$	24665 kg./mes por operario	25000 kg.	 Medio	Mensual (abril)	Cada operario produce 24665 kg./mes. Procesos no estandarizados y optimizados restringen la capacidad de mano de obra.
Rendimiento de máquinas en el área de producción	Controlar los cuellos de botella conociendo la capacidad utilizada de cada máquina con respecto a su utilización máxima posible.	$RM = \frac{\text{Números de kilogramos producidas}}{\text{Números de kilogramos esperados}} \times 100$	$RM = \frac{98660 \text{ kg.}}{100000 \text{ kg.}} \times 100$	98.66%	100 %	 Medio	Mensual (abril)	El rendimiento de las máquinas es de 98.66 %, debido a que no logra cumplir los kilogramos esperados.
Calidad de proceso	Determinar los productos buenos que se han obtenido, comparado con el total de productos fabricados.	$CP = \frac{\text{Cantidad de unidades conformes}}{\text{Cantidades de unidades totales producidas}} * 100$	$CP = \frac{140000 \text{ uds.}}{14345 \text{ uds.}} * 100$	97,59%	100%	 Alto	Mensual (abril)	El indicador de calidad es menor al 100 % indica que existe perdidas de calidad de proceso como: desechos y retrabajos, así como perdidas en el arranque de los equipos, pero están en los rangos permitidos +- 0.5% manejado por la empresa.
Calidad de uso	Medir la calidad de los productos con base en la aceptación por parte de los clientes.	$CU = \frac{\text{Cantidad unidades reclamados por calidad (ventas)}}{\text{Cantidades unidades totales en ventas}} * 100$	$CU = \frac{13 \text{ uds.}}{8705 \text{ uds.}}$	0,15%	1% - 2%	 Alto	Mensual (abril)	El 0,15% de los productos vendidos son devueltos debido a los envases rotos, etiquetas con datos erróneos, siendo el 98,95 % de los productos aceptados por el cliente.

Nombre del indicador	Objetivo	Fórmula	Resultado	Ideal	Nivel de cumplimiento	Periodicidad	Análisis
Ratio de operaciones	Conocer el tiempo donde se invierten en actividades productivas que añaden valor.	$Ratio\ de\ operación = \frac{Tiempo\ en\ operación}{Tiempo\ total} \times 100$	$Ratio\ de\ operación = \frac{62\ operaciones}{79\ actividades} \times 100$	78,48%	90% - 100%	Medio	Anual El 21,52% de las actividades que se realiza, se gasta insumos sin agregar valor, gastan en horas-hombre equipos de transporte, áreas e instalaciones, prioridad mejorar la eficiencia, tratando de eliminar actividades no productivas.
Demoras	Conocer el tiempo de demoras que existe en el proceso	$Demoras = \frac{Paradas\ del\ equipo\ o\ proceso}{Tiempo\ que\ se\ debio\ producir} * 100$	$Demora = \frac{80\ min.}{480\ min.} * 100$	16,67%	20% - 40%	Alto	Diaria (25 de abril) Según el autor del libro indicadores de calidad y productividad en la empresa es normal que se utilice apenas entre el 60 y 80% del tiempo de producción, como es el caso se utiliza el 83,33%.
Desperdicios	Conocer el nivel de desperdicios de insumos que entraron a producción	$Desperdicios = \frac{Desperdicios\ de\ insumos}{Total\ de\ insumos} * 100$	$Desperdicios = \frac{260\ kg./día}{4761,9\ kg./diarios} * 100$	5,46%	5%	Medio	Diaria (25 abril) El 94.54 % de materia prima es aprovechada en la planta de producción.

La Tabla 42, muestra la valoración de los indicadores claves de producción, según datos manejados por la jefe de producción, Ing. Erika Acurio, de la empresa y revisado por el Ing. Luis Morales.

Tabla 42. Valoración de los indicadores claves de producción.

Indicadores claves de producción		Valoración				
		Alto		Medio		Bajo
Eficacia en el proceso	$\geq 98\% \leq 100\%$	●	$\geq 70\% < 98\%$	●	$< 69\%$	●
Eficiencia en el proceso	$\geq 90\% \leq 100\%$	●	$\geq 70\% \leq 90\%$	●	$< 69\%$	●
Productividad global	≥ 1	●	$\geq 07 < 1$	●	< 7	●
Productividad de mano de obra	$\geq 25000\ kg.$	●	$< 25000\ kg.$	●	$< 10000\ kg.$	●
Rendimiento de máquinas en el área de producción.	100 %	●	$\geq 70\% < 100\%$	●	$< 70\%$	●
Calidad de proceso	$\geq 95\% \leq 100\%$	●	$\geq 70\% < 100\%$	●	$< 70\%$	●
Calidad de uso	$< 2\%$	●	$> 2\% \leq 5\%$	●	$> 5\%$	●
Ratio de operaciones	$\geq 90\% \geq 100\%$	●	$\geq 70\% < 90\%$	●	$< 70\%$	●
Demoras	$\geq 20\% \leq 40\%$	●	$> 40\% \leq 50\%$	●	$> 50\%$	●
Desperdicios	5%	●	$> 5\%$	●	$> 20\%$	●

Análisis

Mediante los indicadores claves de producción se determina que el nivel de deficiencia de la planta produce demoras en los procesos en un 16.67% generado por actividades innecesarias. El ratio de operaciones por su parte indica que el 21.52%, son actividades innecesarias dentro del proceso de producción de deriva de desplazamientos para insumos y horas hombres en actividades no productivas, las cuales deben ser identificadas para modificar o eliminar según corresponda para estandarizar y optimizar los procesos, a medida que se elimina las actividades como transporte e inventarios se disminuye las posibilidades de que el producto sufra deterioros por la mala manipulación del mismo.

Resumen de los indicadores de eficacia y eficiencia mes de abril – mayo

La Tabla 43, muestra los datos obtenidos a partir del estudio de indicadores en la línea de producción de la empresa NUTRISALMINSA S.A.

Tabla 43. Indicadores claves de producción

Mes	Eficacia	Eficiencia
Abril	97,79%	84,16%
Mayo	108,50%	82,01%

Según la Tabla 44, la escala valorativa del porcentaje de eficiencia real de producción (%ERP), alineado al cumplimiento de clase mundial, en el mes de abril su eficiencia es de 84,16% y en el mes de mayo la eficiencia es de 82,01%, sus calificaciones son aceptables, se debe continuar la mejora para superar el 85% y avanzar hacia la clase mundial, ligeras pérdidas económicas, su competitividad es ligeramente baja.

Tabla 44. Escala valorativa del porcentaje de eficiencia real de producción

% ERP	Calificación	Avance hacia clase mundial	Competitividad
ERP<65%	Inaceptable	Se produce importantes pérdidas económicas.	Muy baja competitividad
65%< ERP<75%	Regular	Aceptable solo si está en proceso de mejora. Pérdidas económicas.	Baja competitividad
75%< ERP<85%	Aceptable	Continuar la mejora para superar el 85% y avanzar hacia la clase mundial.	Competitividad ligeramente baja

% ERP	Calificación	Avance hacia clase mundial	Competitividad
		Ligeras pérdidas económicas.	
85% < ERP < 95%	Buena	Entra en valores de clase mundial.	Buena competitividad
ERP > 95%	Excelencia	Valores de clase mundial.	Excelente competitividad

3.1.6 Identificación de actividades que no agregan valor

Para iniciar con la propuesta del trabajo de investigación es necesario separar las actividades que agregan y no agregan valor al proceso para optimizar el trabajo del personal de producción.

A continuación, la Tabla 45, muestra la clasificación de actividades del proceso preparación de materia prima.

Tabla 45. Clasificación de actividades en el proceso de preparación de materia prima

N.	Proceso	Actividades		Justificación
		Necesarias	Innecesarias	
1	Desplazar al área de ventas	X		Cuando el operario llega a la planta, se dirige hacia el área de vestidores, después, se dirige al área de retiro de las hojas de producción, sin embargo, puede desplazarse al área de preparación para encender los equipos previo ingreso a realizar sus actividades de trabajo.
2	Receptar la hoja de producción	X		
3	Traslado al área de microelementos	X		
4	Revisar la orden de producción	X		
5	Encender la máquina de pesaje		X	La materia prima esta desordenada por la apertura de las fundas, haciendo que el operario las busque produciendo demoras en las actividades de trabajo.
6	Seleccionar el microelemento	X		
7	Buscar el microelemento		X	
8	Retirar el microelemento	X		
9	Retirar una porción de cada ingrediente		X	
10	Realizar la prueba de control de calidad.		X	

N.	Proceso	Actividades		Justificación
		Necesarias	Innecesarias	
				determinar si existe alteraciones por factores externos, perdiendo tiempos excesivos por la falta de equipos.
11	Realizar el pesaje de materia prima	X		
12	Llenar el formulario de elementos listos	X		
13	Trasladar los microelementos al área de producción	X		

Análisis

El proceso de preparación de materia prima presenta un total de 4 actividades que no agregan valor a la empresa por las actividades que no realizadas por el operario mientras la máquina está en funcionamiento, además, los ingredientes no se encuentran colocados según un orden lógico como una clasificación según el abecedario, lo que produce una demora producida por la búsqueda de materia prima en las estanterías de la bodega.

A continuación, desde la Tabla 46, muestra la clasificación de actividades del proceso de mezclado.

Tabla 46. Clasificación de actividades en el proceso de mezclado

N.	Proceso	Actividades		Actividades
		Necesarias	Innecesarias	
1	Encender la máquina de mezclado	X		
2	Revisar la orden de producción	X		
3	Preparar la máquina de mezclado	X		
4	Introducir los microelementos en la máquina de mezclado	X		
5	Introducir los macroelementos	X		

N.	Proceso	Actividades		Actividades
		Necesarias	Innecesarias	
	en la máquina de mezclado			
6	Programar la máquina de mezclado según el producto		X	Al encender la máquina se puede preparar y programar la máquina mientras se introduce los elementos restantes.
7	Realizar la mezcla de los materiales en la máquina de mezclado	X		
8	Iniciar el proceso de mezclado	X		

Análisis

El proceso de mezclado presenta una actividad que no agrega valor al producto, esto es el estado de programación de la máquina que se realiza en dos ocasiones, por lo que el operario debe modificar las condiciones de la mezcladora produciendo reprocesos.

A continuación, desde la Tabla 47, muestra la clasificación de actividades del proceso de lotización de fundas.

Tabla 47. Clasificación de actividades en el proceso de lotización de fundas

N.	Proceso	Actividades		Actividades
		Necesarias	Innecesarias	
1	Traslado al área de ventas		X	El operario se desplaza al área de ventas a retirar la hoja de producción, para lo cual se requiere contar con una hoja de producción que atraviese la planta.
2	Receptar la orden de producción	X		
3	Traslado al área de lotización		X	
4	Revisar la orden de producción	X		
5	Recoger las fundas	X		
6	Contar las fundas a lotizar	X		
7	Encender la máquina	X		
8	Colocar las fundas en la mesa de trabajo	X		
9	Colocar la funda en la máquina	X		
10	Lotizar las fundas	X		

N.	Proceso	Actividades		Actividades
		Necesarias	Innecesarias	
11	Retirar la funda de la máquina	X		
12	Apilar adecuadamente las fundas	X		
13	Trasladar las fundas al área de mezclado	X		

Análisis

El proceso de lotización de fundas presenta dos actividades que no agregan valor al producto por los desplazamientos para retirar la hoja de producción, misma que puede ser impresa por una ocasión y moverse por los procesos de manera uniforme en el caso de existir un solo modelo de hoja de pedido.

A continuación, desde la Tabla 48, muestra la clasificación de actividades del proceso de embolsado.

Tabla 48. Clasificación de actividades en el proceso de embolsado

N.	Proceso	Actividades		Justificación
		Necesarias	Innecesarias	
1	Receptar las fundas en el área de mezclado	X		
2	Receptar la orden de producción	X		
3	Apilar las fundas a un lado de la máquina de mezclado	X		
4	Colocar la funda debajo de la máquina mezcladora	X		
5	Abrir la llave del producto de mezclado	X		
6	Verter el producto final en la funda	X		
7	Cerrar la llave del producto de mezclado	X		
8	Tomar una muestra del producto terminado	X		
9	Traslado al área de control de		X	El operario se desplaza al área

N.	Proceso	Actividades		Justificación
		Necesarias	Innecesarias	
	calidad			de control de calidad a realizar las pruebas respectivas, mientras espera no realiza ninguna actividad.
10	Espera para control de calidad	X		
11	Traslado al área de embolsado		X	
12	Retirar la funda de la máquina de mezclado	X		
13	Apilar la funda a un lado de la máquina de trabajo	X		
14	Llenar la hoja de proceso finalizado	X		
15	Trasladar las fundas con el producto final a la balanza	X		

Análisis

El proceso de lotización de fundas presenta dos actividades que no agregan valor al producto por los desplazamientos para elaborar el control de calidad del producto, esto se puede realizar en la zona de mezclado si se desplaza la máquina que elabora dicho proceso, reduciendo los desplazamientos entre áreas para elaborar el proceso.

Análisis general de actividades


La línea de producción cuenta con varias actividades que no agregan valor por diversos factores, la distribución es: en el proceso de preparación de materia prima existen 4 actividades innecesarias; en el proceso de mezclado existe 1 actividad innecesaria; en el proceso de lotización de fundas existen 2 actividades innecesarias y; en el proceso de embolsado existen 2 actividades innecesarias. Estas actividades parten de las esperas que se producen por el trabajo del equipo automático o de los desplazamientos repetitivos.

Control sobre las actividades sin valor agregado

Una vez que se determina el número de actividades que no agregan valor en la planta de producción, la Tabla 49, muestra las acciones a realizar para cada una de ellas con el fin de determinar si las actividades se pueden eliminar en su totalidad del proceso al

que corresponden o modificar según la justificación pertinente.

Tabla 49. Acciones en actividades sin valor agregado

ACCIONES					
Elaborado por:	Willian Rivera	Fecha:	10	06	2023
Revisado por:	Ing. Luis Morales, Mg.	Estudio:	Situación actual		
Control de actividad					
Proceso	Actividad				Acción
Preparación de materia prima	Encender la máquina de pesaje				Modificar
	Buscar el microelemento				Modificar
	Retirar una porción de cada ingrediente				Eliminar
	Realizar la prueba de control de calidad				Modificar
Mezclado	Programar la máquina de mezclado según el producto				Modificar
Lotización de fundas	Traslado al área de ventas				Eliminar
	Traslado al área de lotización				Eliminar
Embolsado	Traslado al área de control de calidad				Eliminar
	Traslado al área de embolsado				Eliminar

Análisis

Existen 4 áreas que tienen actividades que no agregan valor al proceso productivo, entre las cuales se observa que: 4 actividades se pueden modificar debido a que existe las condiciones necesarias para elaborar los cambios y; 5 actividades que derivan de desplazamientos y condiciones innecesarias se pueden eliminar.


En relación con el estudio, Camacaro determinó que las actividades que no agregan valor derivan del exceso de manipulación de los recursos en la planta de producción, la falta de capacitación para manejar adecuadamente los procesos y la falta de parada de planta programada para reparar las máquinas que realizan el trabajo [49]; por otra parte, Párraga analizó que un método eficiente para optimizar los tiempos es integrar los procedimientos en relación al criterio de cada operario experto del puesto de trabajo reduciendo desperdicios en gran medida.

Procesos readecuados según la propuesta de cambio

Una vez eliminadas las actividades innecesarias del proceso productivo es necesario identificar las tablas de los tiempos propuestos.

A continuación, la Tabla 50, muestra la ficha de toma de tiempos propuesta para el proceso de preparación de materia prima propuesto.

Tabla 50. Proceso de preparación de materia prima propuesto

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR			 <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</small> NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	03	de	10	
Estudio:	Situación propuesta	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Preparación de materia prima	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg. (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad	\bar{x} (s)				
1	Desplazar al área de ventas	5,10				
2	Receptar la hoja de producción	2,47				
3	Trasladar al área de microelementos	1,79				
4	Revisar la orden de producción	12,89				
5	Seleccionar el microelemento	3,94				
6	Encender la máquina de pesaje	1,33				
9	Retirar el microelemento	23,79				
8	Retirar una porción de cada ingrediente	9,29				
9	Realizar el pesaje de materia prima	23,17				
10	Llenar el formulario de elementos listos	19,89				
11	Trasladar los microelementos al área de producción	47,58				
Tiempo observado (TO)					151,25	
Estudio complementario						
Factor de desempeño			Suplementos			
Crterios	Valor		Constantes	Valor	Variabes	Valor
Habilidad	C1-bueno	0,02	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	E1-aceptable	-0,04			De pie	2
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura	0
Consistencia	D-promedio	0,01			Fuerza	0
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0
Tiempo estándar					Calidad de aire	0
TO (s)	151,25				Concentración	2
FD	1,01				Ruido	0
TN (s)	152,76				Tensión mental	4
S (%)	19				Monotonía	0


CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR		 NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	03	de	10
Estudio:	Situación propuesta	Fecha:	08/05/2023		
TS (s)	181,78		Tedioso		0


Análisis

Al eliminar la actividad de buscar la materia prima que genera muchas esperas para la producción, el proceso de preparación de ingredientes necesarios para elaborar el producto de mayor demanda tiene un nuevo tiempo estándar de 181,78 s.

A continuación, la Tabla 51, muestra la ficha de tiempos propuesta para el proceso de mezclado propuesto.

Tabla 51. Proceso de mezclado propuesto

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR		 NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES				
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	04	de	10	
Estudio:	Situación propuesta	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Mezclado	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg. (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad	\bar{x} (s)				
1	Encender la máquina de mezclado	2,26				
2	Revisar la orden de producción	8,31				
3	Preparar la máquina de mezclado	12,95				
4	Introducir los microelementos en la máquina de mezclado	24,17				
5	Introducir los macroelementos en la máquina de mezclado	34,89				
6	Realizar la mezcla de los materiales en la máquina de mezclado	122,51				
7	Iniciar el proceso de mezclado	720,00				
Tiempo observado (TO)					925,08	
Estudio complementario						
Factor de desempeño			Suplementos			
Crterios	Valor		Constantes	Valor	Variabes	Valor
Habilidad	C1-bueno	0,06	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	E1-aceptable	-0,04			De pie	2


CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR				 <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small> <small>NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES</small>				
Elaborado por:		Willian Rivera		Hoja:		04	de	10
Estudio:		Situación propuesta		Fecha:		08/05/2023		
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura		0	
Consistencia	D-promedio	0,01			Fuerza		0	
Inicial	Promedio	1			Iluminación		0	
Tiempo estándar					Calidad de aire		0	
TO (s)	925,08			Concentración		2		
FD	1,05			Ruido		0		
TN (s)	971,34			Tensión mental		4		
S (%)	19			Monotonía		0		
TS (s)	1155,89			Tedioso		0		


Análisis

Al eliminar la actividad de codificación de la máquina debido a que solo se requiere programar una sola vez el equipo, el proceso de mezclado necesario para elaborar el producto de mayor demanda tiene un nuevo tiempo estándar de 1155,89 s.

A continuación, la Tabla 52, muestra la ficha de tiempos propuesta para el proceso de lotización de fundas propuesto.

Tabla 52. Proceso de lotización de fundas propuesto


CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR				 <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small> <small>NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES</small>				
Elaborado por:		Willian Rivera		Hoja:		05	de	10
Estudio:		Situación propuesta		Fecha:		08/05/2023		
Descripción de actividad								
Proceso:	Lotización de fundas			Operarios:		01	de	04
Cronometraje:	Vuelta a cero			Cantidad:		500 kg. (1 parada)		
Estudio de tiempos								
N°	Actividad						\bar{x} (s)	
1	Receptar la orden de producción						13,79	
2	Revisar la orden de producción						8,30	
3	Recoger las fundas						27,76	
4	Encender la máquina						5,37	
5	Colocar las fundas en la mesa de trabajo						22,20	

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR							
Elaborado por:		Willian Rivera		Hoja:	05	de	10
Estudio:		Situación propuesta		Fecha:	08/05/2023		
6	Colocar la funda en la máquina					167,36	
7	Lotizar las fundas					70,31	
8	Retirar la funda de la máquina					206,71	
9	Apilar adecuadamente las fundas					30,40	
10	Trasladar las fundas al área de mezclado					38,90	
Tiempo observado (TO)						591,10	
Estudio complementario							
Factor de desempeño				Suplementos			
Criterios	Valor		Constantes	Valor	Variables	Valor	
Habilidad	C1-bueno	0,06	Necesidades personales	7	Género	H	
Esfuerzo	E1-aceptable	0,00			De pie	2	
Condiciones	C-buenas	0,04	Fatiga	4	Postura	0	
Consistencia	D-promedio	-0,02			Fuerza	0	
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0	
Tiempo estándar					Calidad de aire	0	
TO (s)	591,10				Concentración	2	
FD	1,08				Ruido	0	
TN (s)	638,39				Tensión mental	4	
S (%)	24				Monotonía	0	
TS (s)	791,61				Tedioso	0	

Análisis

Al eliminar los desplazamientos innecesarios que se producen por la falta de una hoja de pedido para toda la planta de producción, el proceso de lotización de fundas necesario para elaborar el producto de mayor demanda tiene un nuevo tiempo estándar de 791,61 s. A continuación, la Tabla 53, muestra la ficha de tiempos propuesta para el proceso de embolsado propuesto.

Tabla 53. Proceso de embolsado propuesto

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR			 <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small> <small>NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES</small>			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	06	de	10	
Estudio:	Situación propuesta	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Embolsado	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg. (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad	\bar{x} (s)				
1	Receptar las fundas en el área de mezclado	14,81				
2	Receptar la orden de producción	3,41				
3	Apilar las fundas a un lado de la máquina de mezclado	25,56				
4	Colocar la funda debajo de la máquina mezcladora	66,48				
5	Abrir la llave del producto de mezclado	20,04				
6	Verter el producto final en la funda	467,98				
7	Cerrar la llave del producto de mezclado	14,75				
8	Tomar una muestra del producto terminado	3,76				
9	Esperar para control de calidad	244,92				
10	Retirar la funda de la máquina de mezclado	52,26				
11	Apilar la funda a un lado de la máquina de trabajo	2,00				
12	Llenar la hoja de proceso finalizado	27,11				
13	Trasladar las fundas con el producto final a la balanza	341,49				
Tiempo observado (TO)					1284,56	
Estudio complementario						
Factor de desempeño			Suplementos			
Crterios	Valor		Constantes	Valor	Variabes	Valor
Habilidad	C1-bueno	0,00	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	E1-aceptable	0,05			De pie	2
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura	2
Consistencia	D-promedio	-0,02			Fuerza	13
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0
Tiempo estándar					Calidad de aire	0
TO (s)	1284,56				Concentración	2
FD	1,05				Ruido	2
TN (s)	1348,79				Tensión mental	4
S (%)	37				Monotonía	1
TS (s)	1847,84				Tedioso	0

Análisis

Al eliminar los desplazamientos innecesarios que se producen por elaborar el control de calidad en otro cuarto, el proceso de embolsado necesario para elaborar el producto de mayor demanda tiene un nuevo tiempo estándar de 1847,84 s. A continuación, la Figura 20, muestra el tiempo propuesto para cada uno de los procesos productivos.

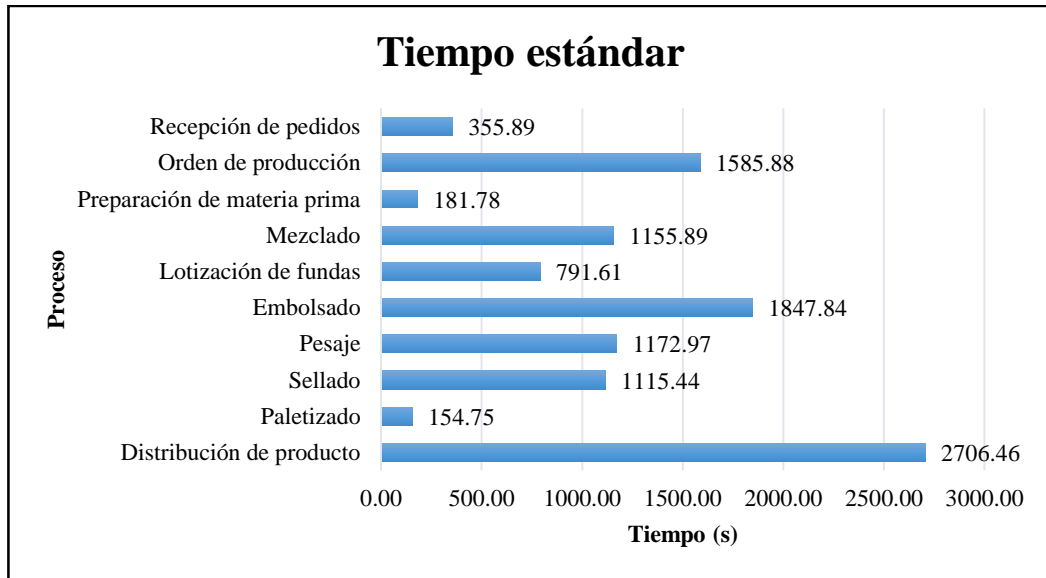


Figura 20. Tiempo estándar propuesto

Análisis

Una vez eliminadas las actividades innecesarias, la Figura 18, muestra un tiempo total de producción de 6420,29 s. equivalente a 256,81 s. por unidad, agregando el dato de los procesos externos de 4648,23 s., equivalente a 185,93 s., da un total de 11068,52 s., equivalente a 442,74 s., en promedio general, se obtiene un tiempo de producción de 7,38 min., requeridos para producir una unidad, siendo equivalente a una mejora de 12,88%. El tiempo estándar propuesto obtenido, es similar al estudio que demuestra que un tiempo de 6,40 min., bajo condiciones normales y con procesos automatizados puede obtener más salidas en una jornada de trabajo [44].

Con las actividades modificadas o eliminadas, se optimiza los procesos de producción y mediante los nuevos tiempos estándar se estandariza el trabajo, la simulación se propone la visualización de los cambios del antes y después de los métodos para las actividades.

Simulación de la propuesta del estudio

Mediante la eliminación de los tiempos empleados para elaborar las actividades sobre algunos procesos y la determinación del porcentaje de mejora en la propuesta, la Tabla 54, muestra la capacidad de producción diaria propuesta de la empresa según los datos obtenidos de la simulación, los horarios de trabajo son de 8 horas diarias y el último día, 7 horas de labores, el tiempo restante es utilizado en limpieza y mantenimiento (véase Anexo 14).

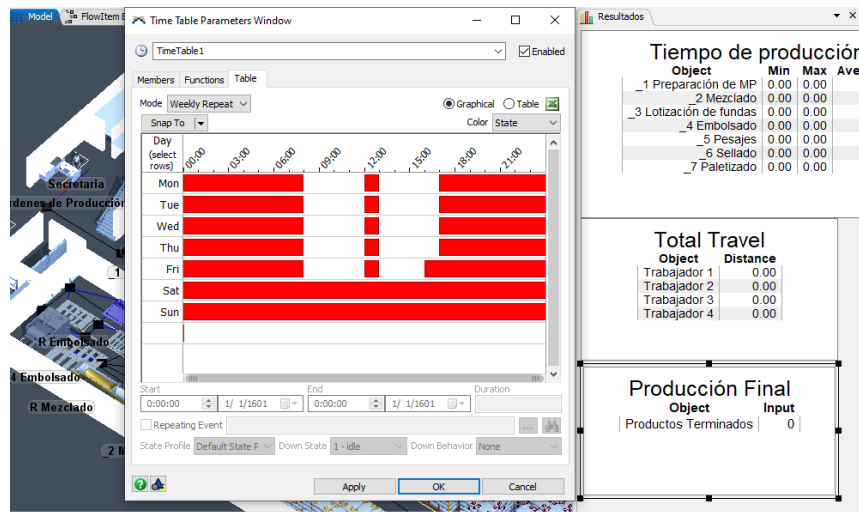
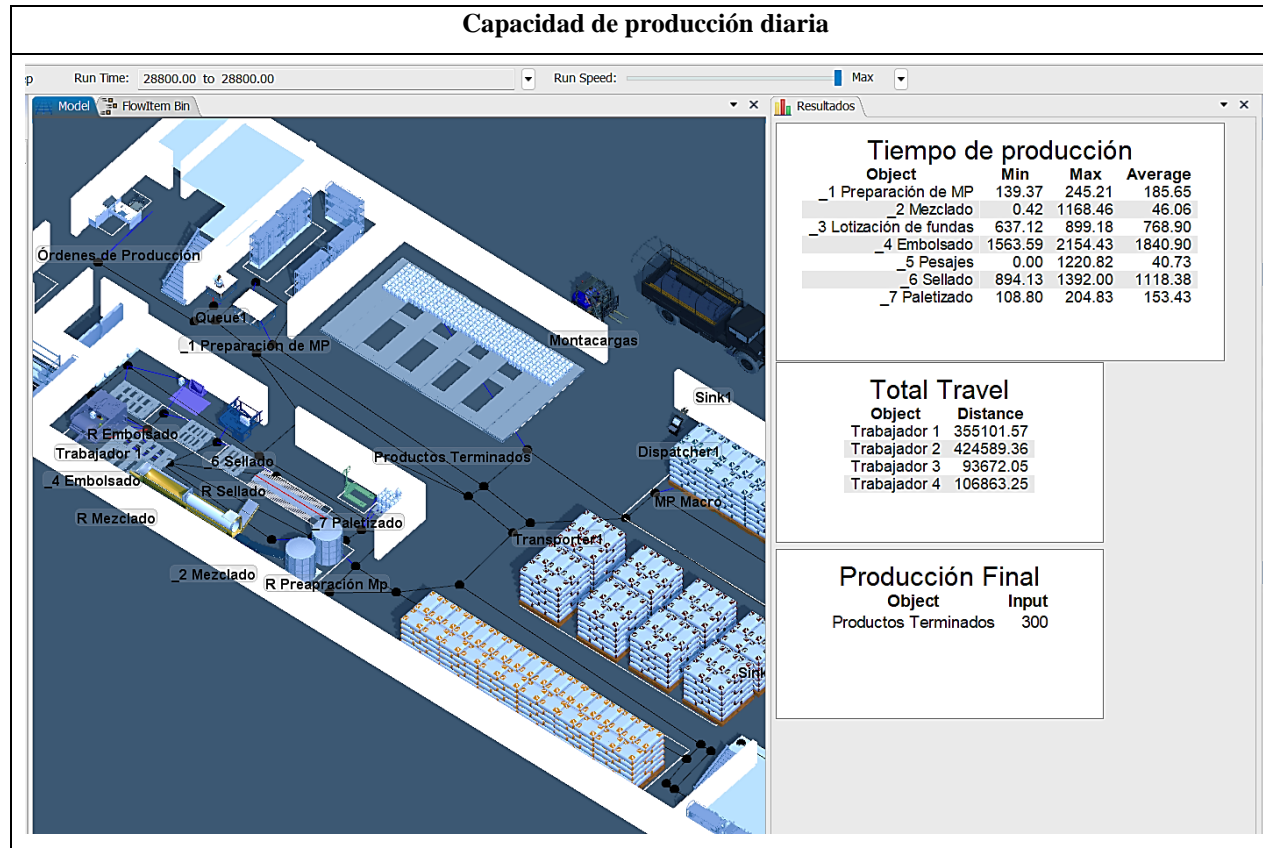
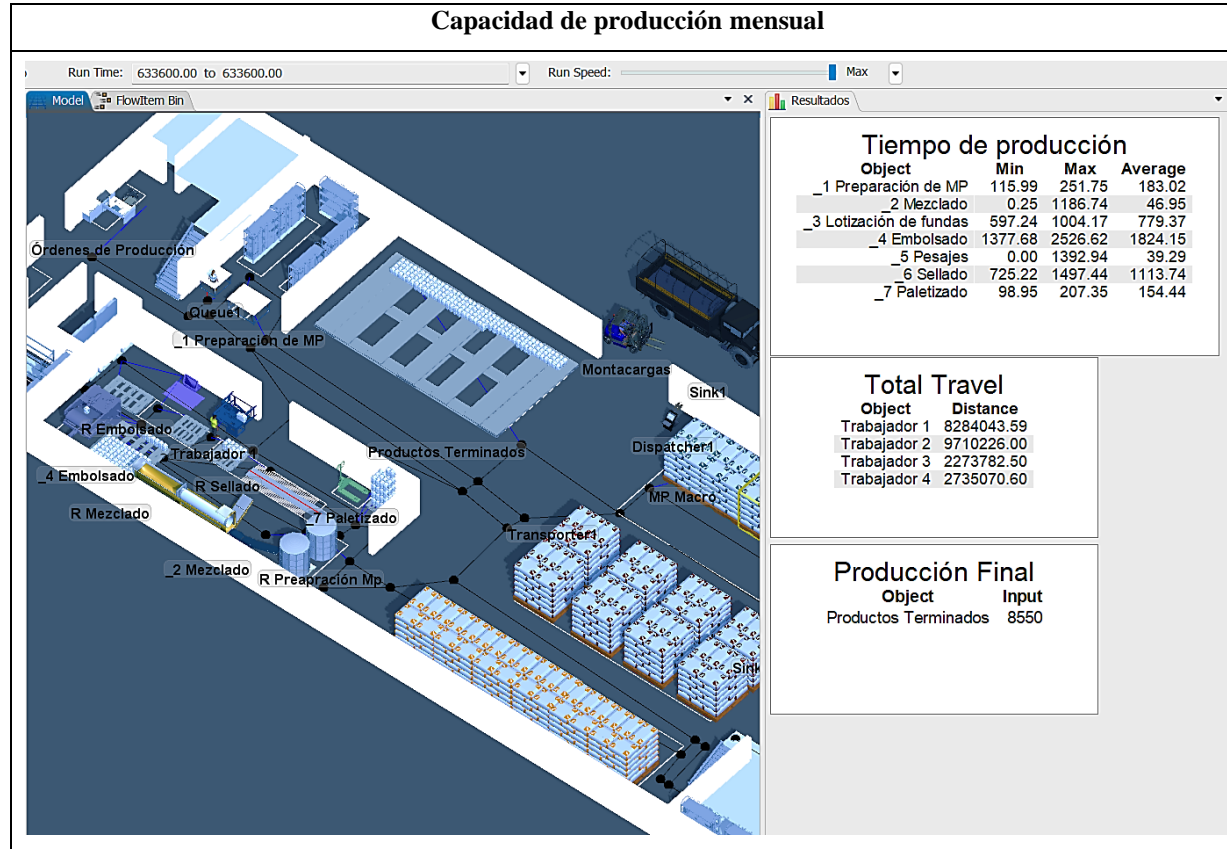


Figura 21. Horarios de trabajo (método propuesto)

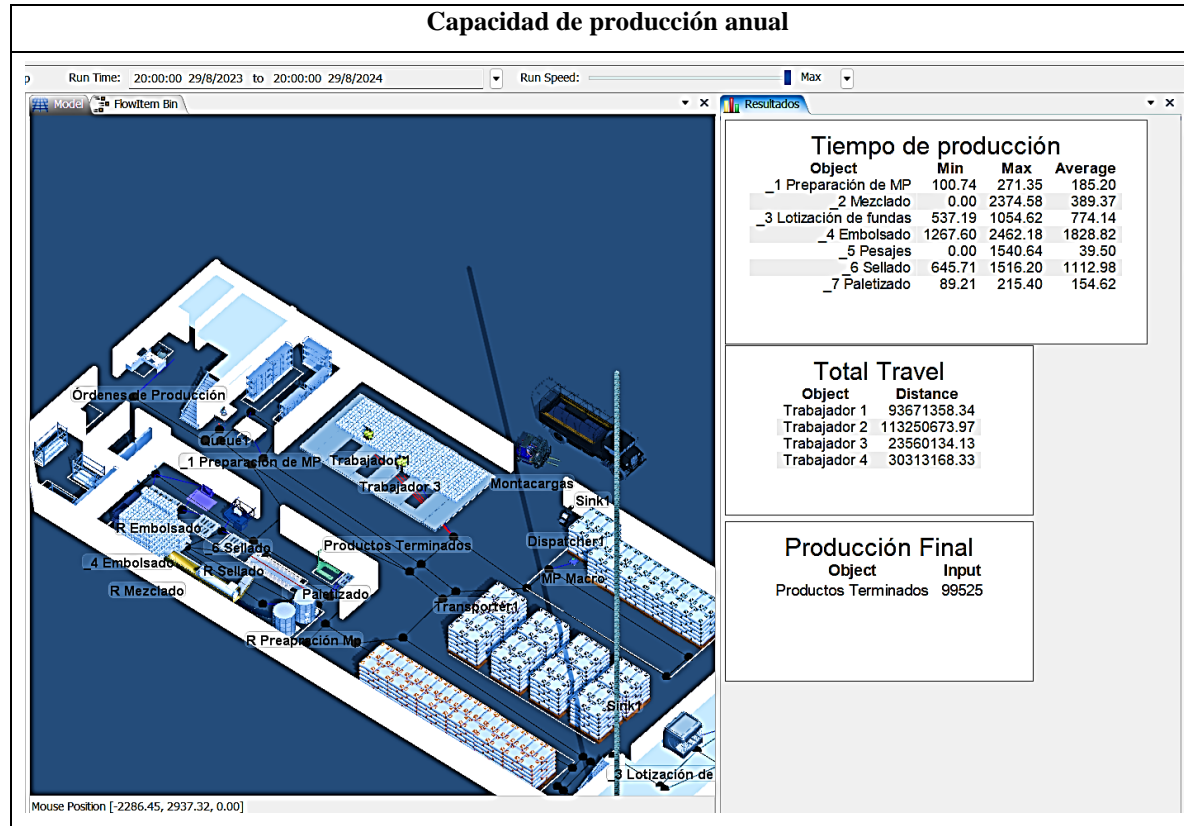
Tabla 54. Datos de la capacidad de producción propuesta



Capacidad de producción mensual



Capacidad de producción anual

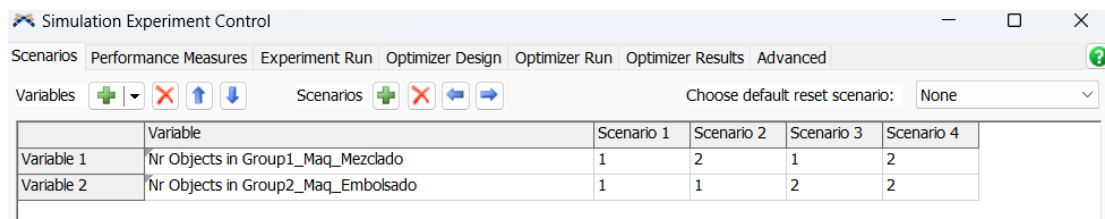


Análisis

Según los datos introducidos del tiempo estándar propuesto para elaborar 500 kg., una parada (25 unidades), los datos muestran que: se obtiene 6000 kg., 300 unidades (12 paradas) durante una jornada de trabajo, debido a la restricción de 75 unidades en el pallet, para salir del área de producción queda 40 unidades; se obtiene 171000 kg., 8550 unidades (342 paradas) durante un mes y; se obtiene 1990500 kg., 99525 unidades (3981 paradas) durante un año. Castellano planteó que una empresa que provee balanceado alimenticio para ganado bovino elabora 268 fundas durante una jornada de trabajo en las mejores condiciones, siendo el resultado obtenido como favorable [45].

Programación de escenarios

Para una mejor comprensión sobre mejoras a partir de modificar las instalaciones, se programa varios escenarios donde se propone el incremento de máquinas en los procesos de embolsado (cuello de botella) y en el mezclado (segunda área con mayor tiempo de procesamiento) para determinar la variación de mejora de la planta. La Figura 23, muestra la programación del experimenter en el software FlexSim.



The screenshot shows the 'Simulation Experiment Control' window with a table for configuring variables across four scenarios. The table has columns for 'Variable', 'Scenario 1', 'Scenario 2', 'Scenario 3', and 'Scenario 4'. Two variables are defined: 'Variable 1' (Nr Objects in Group1_Maq_Mezclado) and 'Variable 2' (Nr Objects in Group2_Maq_Embolsado).

Variable	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
Variable 1 Nr Objects in Group1_Maq_Mezclado	1	2	1	2
Variable 2 Nr Objects in Group2_Maq_Embolsado	1	1	2	2

Figura 22. Programación de escenarios para el software FlexSim

Análisis

En los diferentes escenarios se observa que se trabaja con los dos procesos con un mayor número de tiempo de procesamiento, esta modificación permite analizar el comportamiento de la planta mediante la introducción de máquinas extra.

La programación esta realizada para un mes trabajo, donde, los distintos escenarios tienen diversas modificaciones en función de mejorar la producción de la planta. La Figura 24, muestra el comportamiento de los escenarios en el software FlexSim.

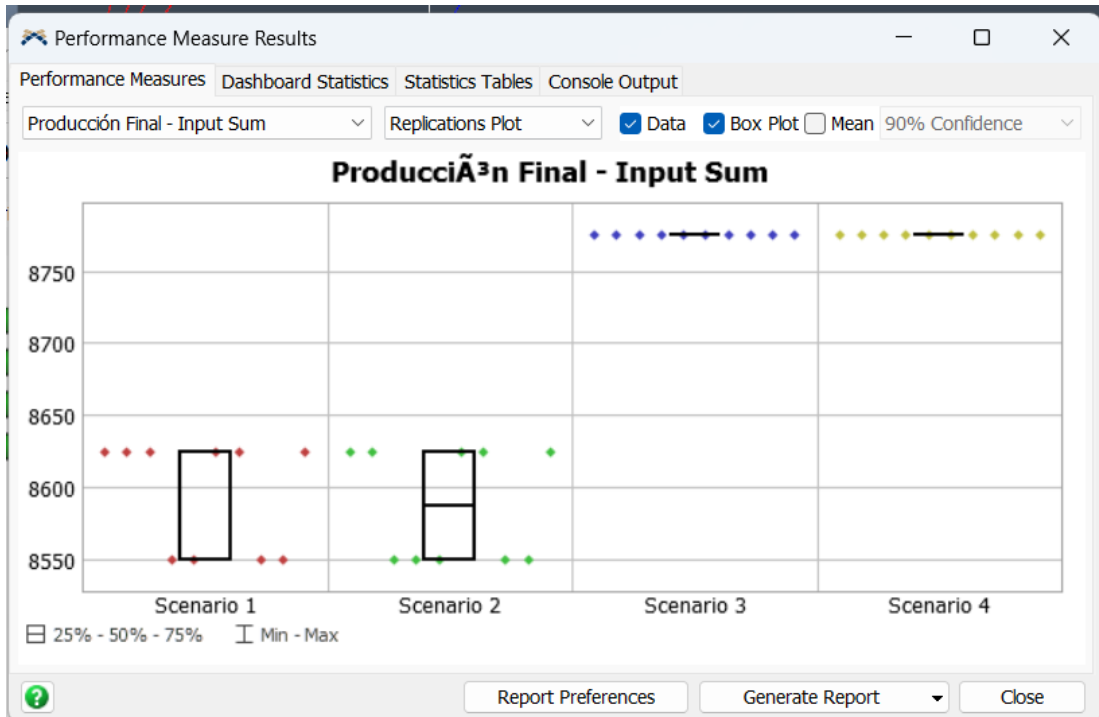


Figura 23. Comportamiento de los escenarios en el software FlexSim

The figure shows a data summary table titled "Producción Final - Input Sum" for four scenarios. The table provides the Mean (90% Confidence), Sample Std Dev, Min, and Max for each scenario.

	Mean (90% Confidence)	Sample Std Dev	Min	Max
Scenario 1	8573 < 8595 < 8617	39	8550	8625
Scenario 2	8565 < 8588 < 8610	40	8550	8625
Scenario 3	N/A < 8775 < N/A	0	8775	8775
Scenario 4	N/A < 8775 < N/A	0	8775	8775

Figura 24. Producción estimada en los diferentes escenarios

Análisis

En los diferentes escenarios se observa una variación de tal forma que: en la primera simulación existe un promedio de 8588 productos; en la segunda se observa un total de 8588 productos. En este punto, la simulación muestra una producción baja incapaz de cubrir una mejora notable para la empresa en relación de la inversión que se puede proponer para la compra de las máquinas. En el escenario tres y el escenario cuatro, se observa que la producción mejora considerablemente y puede superar una producción a una más estable.

La Tabla 55, muestra la producción en función de las unidades que se elabora a partir de los diferentes escenarios propuestos.

Tabla 55. Producción en unidades

Escenario	Unidades	Paradas	Kilogramos
Uno	8595	343,80	171900
Dos	8588	343,52	171760
Tres	8775	351	175500
Cuatro	8775	351	175500

Análisis

Como se observa, en los escenarios 3 y 4 existe una variación similar, por lo tanto, se puede definir que el mejor caso es la adquisición de una máquina para el área de mezclado y dos para el área de embolsado. Este escenario propone una mejora de las unidades en 175500, sin embargo, es necesario considerar si la empresa dispone del capital necesario para adquirir los equipos además del espacio requerido para mejorar la planta de producción.

Cursograma analítico

Una vez establecidos los cambios, la Tabla 56, muestra el cursograma analítico con el tiempo de producción para 500 kg. (una parada).

Tabla 56. Cursograma analítico del proceso productivo



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
	FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL								
	CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL								
	CURSOGRAMA ANALÍTICO								
Empresa:	NUTRISALMINSA S.A.	Método:	Propuesto.	Hoja:	01 de 01				
Producto:	Calfosal leche (20kg).	Aprobado por:	Ing. Luis Morales.	Fecha:	14/05/2023				
Área:	Producción.	Realizado por:	Willian Rivera.	Diagrama:	001				
N° de operarios:	4 operarios.	Jefe de producción:	Ing. Erika Acurio.	Aprobación:	16/05/2023				
Identificación de actividades		Distancia (m.)	Tiempo (s)	Símbolo					Justificación
N°	Actividad			●	➔	■	◐	▼	
1	Recepción de pedidos según requisitos del cliente		15,51	●					
2	Llenar el formulario de especificaciones del pedido		114,44	●					
3	Registrar el pedido		135,50	●					
4	Verificar productos disponibles en stock		14,29				◐		
5	Transportar la orden al área de producción	12,45	15,25		➔				
6	Recibir el registro del pedido		2,25	●					
7	Revisar los lotes de productos		102,30	●					
8	Generar la orden de producción		1232,84	●					

Tabla 56. Cursograma analítico del proceso productivo (continuación)


























Identificación de actividades		Distancia (m.)	Tiempo (s.)	Símbolo					Justificación
Nº	Actividad								
9	Desplazar al área de ventas	5,87	5,10						
10	Receptar la hoja de producción		2,47						
11	Trasladar al área de microelementos	5,87	1,79						
12	Revisar la orden de producción		12,89						
13	Seleccionar el microelemento		3,94						
14	Encender la máquina de pesaje		1,33						
15	Retirar el microelemento		23,79						
16	Retirar una porción de cada ingrediente		9,29						
17	Realizar el pesaje de materia prima		23,17						
18	Llenar el formulario de elementos listos		19,89						
19	Trasladar los microelementos al área de producción	15,40	47,58						
20	Encender la máquina de mezclado		2,26						
21	Revisar la orden de producción		8,31						
22	Preparar la máquina de mezclado		12,95						
23	Introducir los microelementos en la máquina de mezclado		24,17						

Tabla 56. Cursograma analítico del proceso productivo (continuación)


















Identificación de actividades		Distancia (m.)	Tiempo (s)	Símbolo					Justificación
Nº	Actividad								
24	Introducir los macroelementos en la máquina de mezclado		34,89						
25	Realizar la mezcla de los materiales en la máquina de mezclado		122,51						
26	Iniciar el proceso de mezclado		720,00						
27	Receptar la orden de producción		13,79						
28	Revisar la orden de producción		8,30						
29	Recoger las fundas		27,76						
30	Encender la máquina		5,37						
31	Colocar las fundas en la mesa de trabajo		22,20						
32	Colocar la funda en la máquina		167,36						
33	Lotizar las fundas		70,31						
34	Retirar la funda de la máquina		206,71						
35	Apilar adecuadamente las fundas		30,40						

Tabla 56. Cursograma analítico del proceso productivo (continuación)
























Identificación de actividades		Distancia (m.)	Tiempo (s)	Símbolo					Justificación
Nº	Actividad								
36	Trasladar las fundas al área de mezclado	55,40	38,90						
37	Receptar las fundas en el área de mezclado		14,81						
38	Receptar la orden de producción		3,41						
39	Apilar las fundas a un lado de la máquina de mezclado		25,56						
40	Colocar la funda debajo de la máquina mezcladora		66,48						
41	Abrir la llave del producto de mezclado		20,04						
42	Verter el producto final en la funda		467,98						
43	Cerrar la llave del producto de mezclado		14,75						
44	Tomar una muestra del producto terminado		3,76						
45	Espera para control de calidad		244,92						
46	Retirar la funda de la máquina de mezclado		52,26						
47	Apilar la funda a un lado de la máquina de trabajo		2,00						
48	Llenar la hoja de proceso finalizado		27,11						

Tabla 56. Cursograma analítico del proceso productivo (continuación)







































Identificación de actividades		Distancia (m.)	Tiempo (s)	Símbolo					Justificación
Nº	Actividad								
49	Trasladar las fundas con el producto final a la balanza	1,20	341,49						
50	Encender la máquina de pesaje		2,40						
51	Colocar la funda en la máquina de pesaje		121,49						
52	Realizar el pesaje de la funda		199,57						
53	Retirar la funda de la máquina de pesaje		91,01						
54	Llenar la orden de proceso terminado		40,25						
55	Trasladar las fundas a la máquina de sellado	0,35	370,00						
56	Encender la máquina de sellado		4,37						
57	Preparar la máquina de sellado		16,14						
58	Colocar la funda en la máquina de sellado		164,78						
59	Sellar el producto final		201,67						
60	Retirar la funda		120,06						
61	Llenar la hoja de producto terminado		43,73						
62	Trasladar el producto final al área de paletizado	5,00	261,30						
63	Paletizar las fundas en pallets (75 unidades/pallet)		51,58						

Tabla 56. Cursograma analítico del proceso productivo (continuación)

Identificación de actividades		Distancia (m.)	Tiempo (s)	Símbolo					Justificación
Nº	Actividad								
64	Almacenar el producto terminado		43,37						
65	Llenar la hoja de pedido terminado		13,42						
66	Retirar las ordenes de producción		17,62						
67	Revisar las ordenes de producción		29,53						
68	Llenar el formulario de salida de lotes de pedido		175,10						
69	Trasladar las fundas al camión	19,30	12,14						
70	Colocar las fundas en el camión de carga		1538,66						
Resumen									
Actividad		Actual	Propuesta	Tiempo (s):		11068,52			
Operación		62	58	Distancia (m):		170,22			
Transporte		13	9	Observaciones generales Los operarios desarrollan la línea de producción con normalidad, existe demora en la generación de la orden de producción debido a revisar la materia prima, productos en stock y subir al sistema demora un tiempo considerable y también al personal nuevo.					
Inspección		2	1						
Demora		1	1						
Almacenaje		1	1						
TOTAL		79	70						

3.1.7 Situación actual vs mejora

Una vez que se plantea la propuesta de mejora, la Figura 26, muestra la comparación entre la situación actual y la propuesta de mejora.

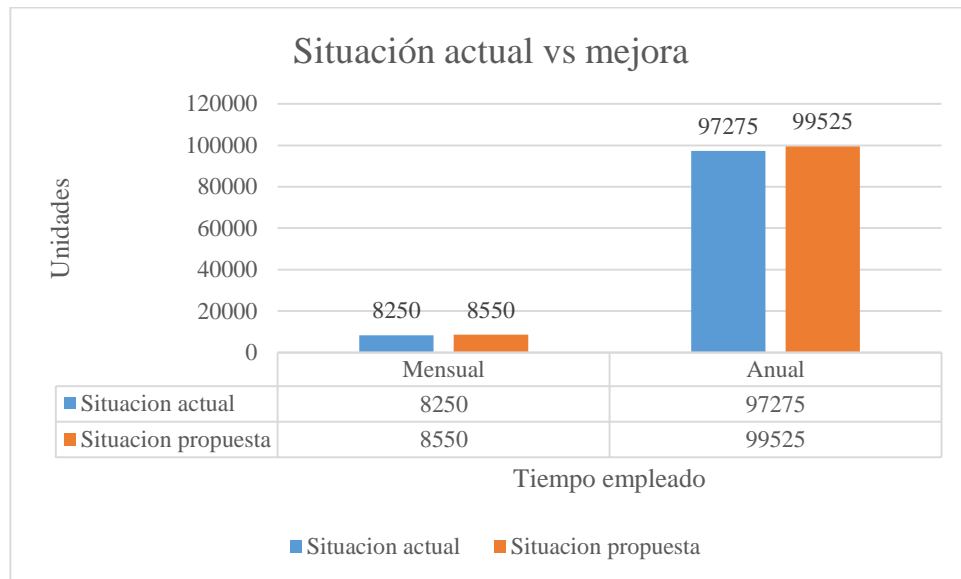


Figura 25. Situación actual vs Propuesta de mejora

Análisis

La comparación muestra que, durante una jornada de trabajo, no existe un aumento de la productividad debido a que se necesita completar 1500 kg. (75 unidades), en el pallet para salir de la planta de producción se obtiene que: no existe una mejora diaria; las salidas producidas al mes aumentan en 6000 kg. 300 unidades (12 paradas) en relación con la situación actual, equivalente al 3,5% y; las salidas producidas al año aumentan en 45000 kg. 2250 unidades (90 paradas), equivalente al 2,26%. En la mejora producida, generar un vínculo entre innovación y productividad a partir de métodos modernos de trabajo, produce un gran impacto en la industria manufacturera, durante el manejo del mercado competitivo, los cambios pequeños o grandes, son determinantes en la demanda anual de una empresa [50].

Análisis costo – beneficio

Mediante los datos obtenidos durante la situación actual y la propuesta de mejora se obtiene los datos en kg. y unidades para determinar la ganancia neta, en este apartado se detalla el análisis. Para detallar el costo de producción es necesario obtener los datos

de costos de venta del producto de mayor demanda, la Tabla 57, muestra el detalle de ventas según la capacidad de producción actual y propuesta.

Tabla 57. Costos de producción de una unidad

Unidades extra producidas al mes	Kilogramos	Unidades	Costo por saco	Costo de venta	Ganancia neta	Costo de ganancia neta por unidades extra producidas al mes
Fundas por día	300 kg.	15	\$16,95	\$21,00	\$4,05	\$60.75
Funda por mes	6000 kg.	300				\$1215,00
Fundas al año	45000 kg.	2250				\$9112,50
Nota: Para métodos del estudio planteado, se tomó como referencia el costo de venta al por mayor.						

Análisis

A la empresa NUTRISALMINSA S.A. le cuesta \$16.95 producir una unidad, por lo que, al mantener un precio de venta al público de \$21.00, la ganancia neta es de \$4.05, equivalente al 19.29%. Al modificar las condiciones de la planta en función de la propuesta planteada, las ganancias mensuales alcanzan los \$1215. La gestión de costos en la industria manufacturera genera incertidumbre sobre la toma de decisiones, sin embargo, al determinarse en función de la demanda, costos y competencia, hace que una empresa que maneje el 15%, mantenga un rango de posición en la zona, además, una proyección de mejora de 300 unidades ayuda a mejorar costos, planteando ingresos en otras áreas como el marketing y el mantenimiento de equipos [51].

Mediante la estandarización y optimización de los procesos al visualizar los datos del antes y después en la simulación, se puede mejorar la productividad y aumentar la capacidad de producción. Los trabajadores, al contar con actividades estandarizadas, pueden mejorar su desenvolvimiento en el ambiente laboral en la empresa, optimizando el valor del producto.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se obtuvo mediante análisis de procesos de producción, que el producto de mayor demanda es “calfosal leche”, presentación 20 kg., con una participación del 49,02% anual del total producido por la empresa y una venta anual de \$380484,21, por lo que es el producto donde se desarrolló la investigación.
- Se concluyó mediante un análisis de los procesos (estudios de tiempos y movimientos), que el proceso de embolsado es el cuello de botella del sistema de producción actual, con un tiempo de 1861,27 segundos, restringiendo la capacidad de producción.
- Se obtuvo un nivel de deficiencia en los meses de estudio de 15.9 % que corresponde a 1340 kg de calfosal leche que no cumplen con la planificación realizada por la jefa de producción, lo cual repercute en un desperdicio de recursos y una no optimización de los procesos de producción.
- Se concluyó que el nivel de cumplimiento de la mayoría de los indicadores claves de producción, es medio, denotando la deficiencia de los procesos en ellos meses de estudios, debido al no cumplimiento de los kilogramos planificados de producción.
- Se concluyó que la propuesta de mejora basada en la simulación de procesos con actividades estandarizadas y optimizadas es de 15 unidades diarias adicionales (300 kg.), 75 unidades semanales (1500 kg.), y 300 unidades mensuales (60000 kg.), que representan económicamente 1215 \$ en un mes.

4.2 Recomendaciones

- Aplicar un estudio de desperdicios mediante metodologías lean manufacturing, para obtener mayores réditos económicos una vez realizada la propuesta de estandarizar y optimizar procesos para alcanzar una mejor productividad.
- Realizar un manual de procesos con las actividades mejoradas y tiempos estandarizados para capacitar a los operarios en términos de desempeño.
- Mejorar la planificación de producción en base a pronósticos de demanda basados en datos históricos de ventas anuales para reducir los gastos por el factor inventarios.
- Mejorar el mantenimiento de la planta de producción reduciendo pérdidas de tiempos en las máquinas de sellado y embolsado (áreas de mayor generación de reprocesos) para mejorar la productividad de la planta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] H. Ritchie, Qué países del mundo consumen más carne (y hay uno de Latinoamérica), BBC News, p. 4, 19 Febrero 2019.
- [2] A. Escobar, Comportamiento de los agentes ganaderos de acuerdo con los cambios climáticos en Colombia, Uniandes, 2019.
- [3] OECD, Políticas Agrícolas en Argentina, OECD Publishing, 2019.
- [4] J. Delgado, Leche botada y pérdidas millonarias en el sector avícola son consecuencias del paro, El sector avícola a nivel nacional genera 30.000 empleos directos, p. 08, 21 junio 2022.
- [5] M. Jarsulic, Fomento de la competitividad y la capacidad de fabricación de EE. UU., CAP Action, 11 Marzo 2021.
- [6] Altech, Encuesta global sobre alimento balanceado, Alltechfeedsurvey, 2020.
- [7] G. Mendoza, Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano, Coyoacan: Series Textos, 2018.
- [8] A. González, Efecto de la suplementación con minerales de fuentes queladas o inorgánicas y vitamina E en la calidad y estabilidad oxidativa de la carne de bovinos, Rev. mex. de cienc. pecuarias, vol. 10, n° 4, pp. 837-854, 2019.
- [9] S. Santos, Biodisponibilidad de minerales que lados y no que lados: una revisión sistemática, Revista chilena de nutrición, vol. 45, n° 4, pp. 381-392, 2018.
- [10] W. Przemyslow y X. Cristos, El impacto de la escasez en la fabricación en la UE: Evidencia de las Encuestas de Empresas y Consumidores, VoxEU, vol. 1, n° 1, p. 11, 2022.
- [11] Cesfac, Mercados; Estadística 2020, Madrid: Confederación Española de Fabricantes de Alimentos Compuestos para Animales, 2020.
- [12] P. Marín, Y llegaron las panzonas: Ensayo regresivo sobre la ganadería bovina en Tabasco, 2015-1949, Colofón SA, 2021.
- [13] S. Armijos, Industria de alimento balanceado continúa produciendo a pesar de la crisis, Vistazo, vol. 4, n° 2, pp. 16-18, 2022.

- [14] W. Araque Jaramillo, R. Hidalgo Flor y J. Rivera Vasquez, Small and Medium-Sized Enterprises in Ecuador, *Journal of evolutionary studies in business*, vol. 7, n° 2, p. 165, 2022.
- [15] D. B. Carballo, «La gestión de procesos esbeltos como principio de mejora. Un caso aplicado a una comercializadora» 3c empresa, México, 28/08/2018.
- [16] P. Ultreras, *El norte de Jalisco: De frontera a región de rancheros*, Editorial Universidad de Guadalajara, 2022.
- [17] M. R. Castro, *Desarrollo de una línea de producción basado en metodología lean manufacturing*, Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, 2017.
- [18] E. Buenrostro, Propuesta de adopción de tecnologías asociadas a la industria 4.0 en las pymes mexicanas, *Entreciencias*, vol. 10, n° 24, pp. 1-19, 2022.
- [19] A. L. Aldea Molina, Influencia del rediseño de los procesos productivos de una empresa de envolturas flexibles basado en la mejora continua,» *Scielo*, vol. 24, n° 1, p. 26, 2021.
- [20] M. Alles, *Estrategia, evaluación de personas: desarrollo 360°*, Ediciones Granica, 2019.
- [21] W. P. Avhance Nono, *Estandarización de procesos en la línea de producción de balanceado de pollos en la empresa molinos Anita para incrementar la productividad*, Riobamba, 2019.
- [22] C. Del Rio, *Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado*, Otavalo, 2019.
- [23] P. Guzmán, F. Montalvo y C. Raymundo, Implementación de un modelo de gestión por procesos y control de inventarios para incrementar el nivel de servicio en el área de postventa de equipos industriales, *Scopus*, vol. 1, n° 1, p. 11, 2019.
- [24] J. D. Martínez Saavedra y J. A. Zúñiga, Propuesta para la reducción de tiempos y productos no conformes en el área de confecciones de la empresa Suramericana de Guantes S. A. S. mediante herramientas de lean manufacturing, *Proquest*, vol. 16, n° 30, p. 53, 2021.

- [25] L. Cuatrecasas, Manual de organización e ingeniería de la producción y gestión de operaciones, Editorial AMAT, 2021.
- [26] E. W. Chon Torres, Estandarización de los procesos de producción para la mejora de la productividad en la sección de entrega de una empresa del sector gráfico, Lima, 2019.
- [27] K. C. Arredondo Soto, J. Blanco Fernandez, J. D. Sandoval Quintanilla y E. Jimenez Macia, Work Standardization and Anthropometric Workstation Design as an Integrated Approach to Sustainable Workplaces in the Manufacturing Industry, Sustainability, vol. 1, n° 3, p. 12, 2020.
- [28] J. P. Reyes Vásquez y L. A. Morales Perrazo, Estudio del trabajo, aplicaciones en la industria ecuatoriana, Segunda edición ed., Ambato, Tungurahua: Académica Española, 2018.
- [29] K. E. Pérez Tonato, Modelo de simulación para medir la productividad en el proceso de elaboración de calzado de la empresa Strocalza, Ambato, 2019.
- [30] A. L. Aldea Molina, Influencia del rediseño de los procesos productivos de una empresa de envolturas flexibles basado en la mejora continua, Diseño y Tecnología, vol. 24, n° 1, p. 22, 2021.
- [31] L. Socconini, Lean Manufacturing. Paso a Paso, Marge Books, 2019.
- [32] L. Palacios, Administración de la producción: Toma de decisiones estratégicas y tácticas, Ecoe Ediciones, 2019.
- [33] W. Zafaro y E. Isatto, Implementación del trabajo estandarizado en la industria de la construcción, Ingeniería construcción, vol. 34, n° 2, p. 40, 2019.
- [34] J. Murcia, Proyectos: Formulación y criterios de evaluación, Alpha Editorial, 2019.
- [35] J. Cosme, Gestión y planificación del tiempo, Editorial Elearning, S.L., 2020.
- [36] J. Galaviz, Reingeniería De Procesos De Manufactura Industrial, Palibrio, 2020.
- [37] R. Ortiz, Manual de dirección de operaciones. Decisiones estratégicas, Ed. Universidad de Cantabria, 2021.

- [38] A. García, Manual de dirección de operaciones, Ed. Universidad de Cantabria, 2021.
- [39] F. Rodríguez y L. Gómez, Indicadores de calidad y productividad en la empresa, Caracas: Nuevos tiempos, 2015.
- [40] L. A. García Mora, Indicadores de gestión logística, Bogotá, 2012.
- [41] J. Reyes, D. Aldas, H. Castelo, R. Velastegui, N. Rodriguez, C. Suarez y K. Alvarez, A study on Modeling and simulation of Automobile Painting Process Based on Flexsim, Springer Nature Switzerland, vol. 1, n° 1, p. 15, 2020.
- [42] E. A. Garavito Hernández, Características generales del software de simulación FlexSim, Santander, 2016.
- [43] M. A. Diaz Martínez, R. Zarate Cruz y R. V. Román Salinas, Simulación FlexSim, una nueva alternativa para la ingeniería hacia la toma de decisiones en la operación de un sistema de múltiples estaciones de prueba, Científica, vol. 22, n° 2, pp. 97-104, 2018.
- [44] G. Ramírez, Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción científica, Trascender, contabilidad y gestión, vol. 7, n° 20, 2022.
- [45] A. Andrade, Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado, Información tecnológica, vol. 30, n° 3, 2019.
- [46] M. Muñoz, Estudio de tiempos y su relación con la productividad, Enfoque, vol. 17, n° 5, pp. 40-54, 2021.
- [47] C. Cuevas, Importancia de un estudio de tiempos y movimientos, Inventio, vol. 16, n° 39, 2020.
- [48] M. Vidal, Simuladores como medios de enseñanza, Educación Médica Superior, vol. 33, n° 4, 2019.
- [49] M. Castellano, Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento del proceso productivo en la empresa Balanvalle Cía. Ltda., Ambato, 2023.

[50] M. E. Uribe Macias y J. F. Reinoso Lastra, Sistema de Indicadores de Gestión,
Bogotá: Ediciones de la U, 2014.

ANEXOS

Anexo 1. Entrevista a gerente de la empresa NUTRISALMINSA S.A

Entrevista 1

Colaborador: Ing. Freddy Alminate.

Cargo: Gerente NUTRISALMINSA S.A.

1. ¿La filosofía empresarial se renueva cada cierto tiempo?

La filosofía empresarial no se renueva frecuentemente, la última vez que se renovó la filosofía tomo casi 10 años, no se renueva cada año debido a que al tener la misión y la visión establecida buscamos cumplir con las mismas como proyecto de 5 o 10 años al mismo tiempo se renueva la filosofía empresarial.

2. ¿La empresa cuenta con documentos sobre estandarización y optimización de procesos?

Realmente la empresa solo cuenta con los layouts de la planta y nada más, nunca se ha trabajado en la estandarización y optimización de procesos.

3. ¿Existen problemas en los métodos de producción en la línea de manufactura?

Realmente si existe algunos cuellos de botella, la maquinaria fue construida envase a la experiencia y la necesidad que teníamos hace 3 a 4 años atrás, en ese entonces se buscó una opción fuera del país, encontrando que Argentina era una de las mejores opciones, sin embargo, nuestra línea de producción es de sales minerales y la maquinaria fue construida por una fábrica que hacia otros productos haciendo tener ciertos cuellos de botella, teniendo problemas en la línea de manufactura.

4. ¿La empresa con cuantos trabajadores se maneja en la línea de producción?

En la línea de producción actualmente se maneja con 4 trabajadores, en 8 horas de trabajo con una producción de 100000 kilos al mes, cuando la demanda es baja se prioriza realizar presentaciones pequeñas de 1 kg, las cuales llevan más tiempo en producir, cuando la demanda es alta se llega a producir hasta 200000 kg, entre presentaciones grandes y pequeñas.

5. ¿La productividad de la empresa en los últimos años tuvo un incremento?

Cuando fue concebida la maquinaria fue realizada para un incremento, teniendo como la capacidad actual de 300000 kilos mensuales el turno completo, sin embargo, la situación muy aparte de lo que es la empresa como la realidad nacional, situación económica del país, cómo va el sector productivo a la cual pertenecemos que es la ganadería de leche y de carne realmente ha hecho que no veamos sobre exigidos en el aumento de la productividad.

6. ¿Cree ud, que se puede mejorar la productividad mediante la estandarización y optimización de los procesos en la línea de manufactura?

Completamente seguro que así debería ser, si nosotros estandarizamos y corregimos estos cuellos de botella se tendría una mejor productividad.

Anexo 2. Encuesta a los trabajadores de la empresa NUTRISALMINSA S.A.

Encuesta

Marque con una x en el casillero según corresponda:

Encuestado: Cristina Guzmán Puesto: Operaria

1. ¿Indique su nivel de instrucción?

Opciones	Respuesta
Primaria	
Secundaria	X
Superior	

2. ¿Cuántas actividades realiza a diario dentro de la empresa?

Opciones	Respuesta
1 - 5	
6 - 10	X
11 - 15	
Más de 16	

3. ¿Existió una capacitación sobre los métodos de producción previo al ingreso al puesto de trabajo?

Opciones	Respuesta
Si	X
No	

4. ¿Se han presentado problemas en la línea de producción, marque con qué frecuencia?

Opciones	Respuesta
Poco frecuente	
Frecuente	X
Muy frecuente	

5. ¿Cuál es su nivel de instrucción sobre el manejo de las máquinas de la línea de producción?

Opciones	Respuesta
Bajo	X
Medio	
Alto	

6. ¿Las actividades se han modificado o sufrido algún cambio desde su ingreso a la planta?

Opciones	Respuesta
Si	X
No	

7. ¿Conoce la estandarización y la optimización de los procesos de producción?

Opciones	Respuesta
Si	X
No	

8. ¿Existe documentación sobre sus actividades en el puesto de trabajo?

Opciones	Respuesta
Si	X
No	

Encuesta

Marque con una x en el casillero según corresponda.

Encuestado: *Xavier Garcia*

Puesto: *Tek de trabajo*

1. ¿Indique su nivel de instrucción?

Opciones	Respuesta
Primaria	
Secundaria	<input checked="" type="checkbox"/>
Superior	

2. ¿Cuántas actividades realiza a diario dentro de la empresa?

Opciones	Respuesta
1 - 2	
3 - 10	
11 - 15	<input checked="" type="checkbox"/>
Más de 15	

3. ¿Existió una capacitación sobre los métodos de producción previo al ingreso al puesto de trabajo?

Opciones	Respuesta
Si	<input checked="" type="checkbox"/>
No	

4. ¿Se han presentado problemas en la línea de producción, marque con qué frecuencia?

Opciones	Respuesta
Nunca frecuentemente	<input checked="" type="checkbox"/>
Frecuente	
Muy frecuentemente	

5. ¿Cuál es su nivel de instrucción sobre el manejo de las máquinas de la línea de producción?

Opciones	Respuesta
Bajo	
Medio	<input checked="" type="checkbox"/>
Alto	

6. ¿Las actividades se han modificado o sufrido algún cambio desde su ingreso a la planta?

Opciones	Respuesta
Si	<input checked="" type="checkbox"/>
No	

7. ¿Conoce la estandarización y la optimización de los procesos de producción?

Opciones	Respuesta
Si	<input checked="" type="checkbox"/>
No	

8. ¿Existe documentación sobre sus actividades en el puesto de trabajo?

Opciones	Respuesta
Si	<input checked="" type="checkbox"/>
No	

Encuesta

Marque con una x en el casillero según corresponda:

Encuestado: *Sr. José Rivera*

Puesto: *Operario*

1. ¿Indique su nivel de instrucción?

Opciones	Respuesta
Primaria	
Secundaria	<input checked="" type="checkbox"/>
Superior	

2. ¿Cuántas actividades realiza a diario dentro de la empresa?

Opciones	Respuesta
1 - 5	<input checked="" type="checkbox"/>
6 - 10	
11 - 15	
Más de 16	

3. ¿Existió una capacitación sobre los métodos de producción previo al ingreso al puesto de trabajo?

Opciones	Respuesta
Si	<input checked="" type="checkbox"/>
No	

4. ¿Se han presentado problemas en la línea de producción, marque con qué frecuencia?

Opciones	Respuesta
Poco frecuente	<input checked="" type="checkbox"/>
Frecuente	
Muy frecuente	

5. ¿Cuál es su nivel de instrucción sobre el manejo de las máquinas de la línea de producción?

Opciones	Respuesta
Bajo	
Medio	<input checked="" type="checkbox"/>
Alto	

6. ¿Las actividades se han modificado o sufrido algún cambio desde su ingreso a la planta?

Opciones	Respuesta
Si	<input checked="" type="checkbox"/>
No	

7. ¿Conoce la estandarización y la optimización de los procesos de producción?

Opciones	Respuesta
Si	<input checked="" type="checkbox"/>
No	

8. ¿Existe documentación sobre sus actividades en el puesto de trabajo?

Opciones	Respuesta
Si	<input checked="" type="checkbox"/>
No	

Anexo 3. Venta de productos de la empresa NUTRISALMINSA S.A



RE: datos

Diana Amaguaya <auxiliaradministrativo@nutrisalminsa.com.ec>
 Responder a: auxiliaradministrativo@nutrisalminsa.com.ec
 Para: fabriciowillirivera97@gmail.com

Artículo	Nombre	Abril	Venta \$	Mayo	Venta \$	CANTIDAD	KILOS	VENTA
PTOTER-SLMN-1116	CALFOSAL LECHE 20 KG	941.00	16,388.90	2,800.00	45,623.74	3,741.00	74,820.00	62,012.64

De: Diana Amaguaya <auxiliaradministrativo@nutrisalminsa.com.ec>
 Enviado el: jueves, 6 de abril de 2023 11:53
 Para: 'fabriciowillirivera97@gmail.com' <fabriciowillirivera97@gmail.com>
 Asunto: datos

Wilian le adjunto lo solicitado , me confirma si lo recibió

año 2020

Artículo	Nombre	Uni	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	CANTIDAD	KILOS	VENTA
PTOTER-SLMN-1108	CALFOSAL 'V' ENGORDE 1KG	FND	5,797.00	2,567.00	3,884.00	1,278.00	3,380.00	6,081.00	4,188.00	4,755.00	3,290.00	3,996.00	2,849.00	3,880.00	45,943.00	45,943.00	34,050.85
PTOTER-SLMN-1109	CALFOSAL 'V' ENGORDE 20 KG	FND	688	711	670	615	828	672	1,088.00	838	1,097.00	461	1,042.00	837	9,547.00	190,940.00	119,577.50
PTOTER-SLMN-1115	CALFOSAL LECHE 1 KG	FND	8,275.00	6,233.00	6,310.00	3,160.00	7,960.00	10,650.00	5,566.00	5,192.00	2,685.00	4,350.00	3,927.00	5,223.00	69,531.00	69,531.00	77,066.00
PTOTER-SLMN-1116	CALFOSAL LECHE 20 KG	FND	2,151.00	1,692.00	1,769.00	2,756.00	2,221.00	3,913.00	1,780.00	2,125.00	2,034.00	1,599.00	2,255.00	3,122.00	27,417.00	548,340.00	416,644.03
PTOTER-SLMN-1117	CALFOSAL LECHE 5 KG	FND	2,202.00	893	2,576.00	1,471.00	2,261.00	4,085.00	1,700.00	1,728.00	1,261.00	1,761.00	2,329.00	1,265.00	23,532.00	117,660.00	105,184.20
PTOTER-SLMN-1118	CALFOSAL LECHE P-14 X 20 KG	FND	288	140	178	85	155	217	124	137	143	214	160	472	2,313.00	48,260.00	43,989.08

año 2021

Artículo	Nombre	Unid	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	CANTIDAD	KILOS	VENTA
PTOTER-SLMN-1108	CALFOSAL "V" ENGORDE 1KG	FND	5,317.00	4,932.00	3,935.00	4,579.00	5,886.00	4,099.00	4,493.00	4,241.00	6,487.00	5,072.00	4,658.00	3,407.00	57,106.00	57,106.00	42,380.79
PTOTER-SLMN-1109	CALFOSAL "V" ENGORDE 20 KG	FND	590	823	866	626	692	530	830	765	815	582	378	866	8,363.00	167,260.00	107,192.53
PTOTER-SLMN-1115	CALFOSAL LECHE 1 KG	FND	6,621.00	3,769.00	9,410.00	4,850.00	8,723.00	5,186.00	3,669.00	5,523.00	5,126.00	4,423.00	5,976.00	2,948.00	66,224.00	66,224.00	75,452.80
PTOTER-SLMN-1116	CALFOSAL LECHE 20 KG	FND	1,255.00	2,063.00	1,805.00	1,860.00	2,103.00	2,044.00	2,083.00	1,673.00	1,821.00	1,550.00	1,559.00	1,923.00	21,739.00	434,780.00	335,989.73
PTOTER-SLMN-1117	CALFOSAL LECHE 5 KG	FND	1,369.00	1,691.00	3,041.00	1,543.00	1,852.00	2,272.00	1,070.00	1,255.00	1,595.00	2,678.00	1,867.00	1,097.00	21,340.00	106,700.00	96,203.99
PTOTER-SLMN-1118	CALFOSAL LECHE P-14 X 20 KG	FND	50	97	199	125	225	234	114	174	135	157	141	119	1,770.00	35,400.00	34,459.42

año 2022

Artículo	Nombre	Unid	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	CANTIDAD	KILOS	VENTA
PTOTER-SLMN-1108	CALFOSAL "V" ENGORDE 1KG	FND	4,983.00	3,713.00	3,967.00	9,203.00	5,420.00	282.00	6,780.00	3,883.00	2,966.00	5,627.00	4,506.00	4,617.00	55,947.00	55,947.00	43971.58
PTOTER-SLMN-1109	CALFOSAL "V" ENGORDE 20 KG	FND	659.00	501.00	1,067.00	480.00	417.00	170.00	1,287.00	797.00	667.00	631.00	677.00	673.00	8,026.00	160,520.00	113176.45
PTOTER-SLMN-1115	CALFOSAL LECHE 1 KG	FND	4,792.00	3,144.00	5,552.00	4,587.00	4,224.00	661.00	5,795.00	5,333.00	4,086.00	5,121.00	4,423.00	3,119.00	50,837.00	50,837.00	68928.16
PTOTER-SLMN-1116	CALFOSAL LECHE 20 KG	FND	1,455.00	1,549.00	1,762.00	1,671.00	1,878.00	508.00	2,751.00	1,814.00	2,694.00	1,425.00	2,161.00	1,381.00	21,049.00	420,980.00	372369.73
PTOTER-SLMN-1117	CALFOSAL LECHE 5 KG	FND	1,437.00	1,706.00	2,430.00	1,264.00	1,777.00	362.00	2,430.00	3,264.00	1,361.00	1,699.00	2,266.00	1,517.00	21,513.00	107,565.00	103240.89
PTOTER-SLMN-1118	CALFOSAL LECHE P-14 X 20 KG	FND	103.00	126.00	252.00	87.00	199.00	56.00	207.00	131.00	251.00	113.00	250.00	94.00	1,869.00	37,380.00	41311.5

Saludos cordiales,

Diana Arragayana - Auxiliar Contable
NUTRISALMINSA S.A.

Parque Industrial Ambato - Calle A y Calle B
 Telf: 032434095-032434302
 Mail: auxiliaradministrativo@nutrisalminsa.com.ec



Anexo 4. Certificado de calibración del cronómetro ELICROM



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
Accredited Calibration Laboratory ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CC-5270-002-22



Cliente: <i>Customer</i>	MIREYA ABIGAIL ESPARZA HUACHI	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Dirección: <i>Address</i>	AV. LOS ANDES Y CAYAMBE	
Teléfono: <i>Phone Number</i>	093 977 7701	
Persona de Contacto: <i>Contact Person</i>	Mireya Abigail Esparza Huachi	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Objeto: <i>Item</i>	CRONÓMETRO 	
Marca: <i>Manufacturer</i>	ELICROM	This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)
Modelo: <i>Model</i>	PS532	
No. de Serie⁽¹⁾: <i>Serial Number</i>	NO ESPECIFICA	In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.
Identificación: <i>Identification</i>	E-27913	
Ubicación del Objeto⁽¹⁾: <i>Item Location</i>	NO ESPECIFICA	
Fecha de Recepción: <i>Date of Receipt</i>	2022-09-24	
Fecha de Calibración: <i>Calibration Date</i>	2022-09-24	
Próxima Fecha de Calibración: <i>Due Date</i>	-	
Técnico Responsable: <i>Responsible Technician</i>	Alex Bajaña	

Persona que Autoriza / Fecha de Emisión: Ing. Savino Pineda / 2022-09-26
Person authorizing / Date of Issue




Gerente Técnico


Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ
 Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ, serialNumber=110021145301, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC
 Fecha: 2022-09-26 10:34:30

Anexo 5. Cálculo de muestras de los procesos productivos


Recepción de pedidos


CÁLCULO DE TOMA DE MUESTRAS			 NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	01	de	10	
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Recepción de pedidos	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg. (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad					
1	Recepción de pedidos según requisitos del cliente					
2	Llenar el formulario de especificaciones del pedido					
3	Registrar el pedido					
4	Verificar productos disponibles en stock					
5	Transportar la orden al área de producción					
Toma de tiempos (segundos)						
N°	t1	t2	t3	t4	t5	\bar{x}
1	13,95	8,69	14,66	15,75	14,70	13,55
2	84,96	112,72	127,96	148,36	135,82	121,96
3	120,15	135,13	107,20	150,30	202,15	142,99
4	16,23	16,20	17,56	13,23	12,15	15,07
5	15,85	14,96	13,89	17,52	14,23	15,29
Tiempo observado (TO):					308,86 s.	
Factor de desempeño			Suplementos			
Crterios	Valor		Constantes	Valor	Variables	Valor
Habilidad	C1-bueno	0,06	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	E1-aceptable	-0,04			De pie	0
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura	1
Consistencia	D-promedio	0,00			Fuerza	0
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0
Tiempo estándar					Calidad de aire	0
TO (s)	308,86				Concentración	2
FD	1,04				Ruido	0
TN (s)	321,22				Tensión mental	1
S (%)	16				Monotonía	0
TS (s)	372,61				Tedioso	1

Orden de producción


CÁLCULO DE TOMA DE MUESTRAS			 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	02	de	10	
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Orden de producción	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg. (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad					
1	Recibir el registro del pedido					
2	Revisar los lotes de productos					
3	Generar la orden de producción					
Toma de tiempos (segundos)						
N°	t1	t2	t3	t4	t5	\bar{x}
1	1,32	1,98	2,28	2,64	2,25	2,09
2	85,33	103,10	87,78	117,10	119,10	102,48
3	1212,36	1236,87	1214,53	1274,52	1234,36	1234,53
Tiempo observado (TO):					1339,10 s.	
Factor de desempeño			Suplementos			
Criterios	Valor		Constantes	Valor	Variables	Valor
Habilidad	C2-bueno	0,02	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	E1-aceptable	-0,04			De pie	0
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura	1
Consistencia	E-regulares	-0,02			Fuerza	0
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0
Tiempo estándar					Calidad de aire	0
TO (s)	1339,10				Concentración	5
FD	0,98				Ruido	0
TN (s)	1312,32				Tensión mental	4
S (%)	21				Monotonía	0
TS (s)	1587,91				Tedioso	0

Preparación de materia prima


CÁLCULO DE TOMA DE MUESTRAS		 <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</small> <small>NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES</small>				
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	03	de	10	
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Preparación de materia prima	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg. (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad					
1	Desplazar al área de ventas					
2	Receptar la hoja de producción					
3	Traslado al área de microelementos					
4	Revisar la orden de producción					
5	Seleccionar el microelemento					
6	Encender la máquina de pesaje					
7	Buscar el microelemento					
8	Retirar el microelemento					
9	Retirar una porción de cada ingrediente					
10	Realizar la prueba de control de calidad					
11	Realizar el pesaje de materia prima					
12	Llenar el formulario de elementos listos					
13	Trasladar los microelementos al área de producción					
Toma de tiempos (segundos)						
N°	t1	t2	t3	t4	t5	\bar{x}
1	4,70	5,82	4,91	5,81	4,72	5,19
2	2,42	2,52	2,81	2,49	2,35	2,52
3	1,80	2,41	1,21	2,08	1,71	1,84
4	10,84	12,82	14,92	13,41	12,94	12,99
5	4,29	3,28	4,96	3,74	4,36	4,13
6	1,18	1,25	1,36	1,71	1,25	1,35
7	45,68	61,68	42,08	51,28	59,72	52,09
8	22,18	24,82	26,81	20,82	24,82	23,89
9	9,41	10,53	8,41	6,87	9,52	8,95
10	148,82	157,82	174,41	195,14	184,93	172,22
11	19,25	21,45	19,52	24,29	30,11	22,92
12	19,42	14,63	24,15	28,41	19,52	21,23
13	36,23	40,52	54,13	48,47	57,69	47,41
Tiempo observado (TO):					376,72 s.	
Factor de desempeño			Suplementos			


CÁLCULO DE TOMA DE MUESTRAS								
Elaborado por:		Willian Rivera		Hoja:		03	de	10
Estudio:		Situación actual		Fecha:		08/05/2023		
Criterios	Valor		Constantes	Valor	Variables	Valor		
Habilidad	B1- excelente	0,02	Necesidades personales	7	Género	H		
Esfuerzo	C1-Bueno	-0,04			De pie	2		
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura	0		
Consistencia	C-buenas	0,01			Fuerza	0		
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0		
Tiempo estándar					Calidad de aire	0		
TO (s)	376,72			Concentración	2			
FD	1,01			Ruido	0			
TN (s)	380,49			Tensión mental	4			
S (%)	19			Monotonía	0			
TS (s)	452,78			Tedioso	0			

Mezclado


CÁLCULO DE TOMA DE MUESTRAS						
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	04	de	10	
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Mezclado	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg. (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad					
1	Encender la máquina de mezclado					
2	Revisar la orden de producción					
3	Preparar la máquina de mezclado					
4	Introducir los microelementos en la máquina de mezclado					
5	Introducir los macroelementos en la máquina de mezclado					
6	Programar la máquina de mezclado según el producto					
7	Realizar la mezcla manual de los materiales en la máquina de mezclado					
8	Iniciar el proceso de mezclado					
Toma de tiempos (segundos)						
N°	t1	t2	t3	t4	t5	\bar{x}
1	2,14	2,29	2,24	2,36	2,29	2,26
2	7,52	8,13	8,41	6,28	9,41	7,95
3	12,14	15,25	13,28	12,81	11,82	13,06
4	19,53	21,64	28,42	32,35	29,24	26,24
5	37,45	31,59	39,28	30,29	37,25	35,17
6	18,63	12,75	16,83	17,52	19,53	17,05
7	118,72	125,81	99,53	120,42	135,82	120,06
8	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00
Tiempo observado (TO):					941,79 s.	
Factor de desempeño			Suplementos			
Crterios	Valor		Constantes	Valor	Variabes	Valor
Habilidad	C1-Bueno	0,06	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	E1-Aceptable	-0,04			De pie	2
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura	0
Consistencia	C-buenas	0,01			Fuerza	0
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0
Tiempo estándar					Calidad de aire	0
TO (s)	941,79				Concentración	2
FD	1,05				Ruido	0
TN (s)	988,88				Tensión mental	4
S (%)	19				Monotonía	0
TS (s)	1176,77				Tedioso	0


Lotización de fundas

CÁLCULO DE TOMA DE MUESTRAS		 <small>NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES</small>				
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	05	de	10	
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Lotización de fundas	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg. (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad					
1	Traslado al área de ventas					
2	Receptar la orden de producción					
3	Traslado al área de lotización					
4	Revisar la orden de producción					
5	Recoger las fundas					
6	Contar las fundas a lotizar					
7	Encender la máquina					
8	Colocar las fundas en la mesa de trabajo					
9	Colocar la funda en la máquina					
10	Lotizar las fundas					
11	Retirar la funda de la máquina					
12	Apilar adecuadamente las fundas					
13	Trasladar las fundas al área de mezclado					
Toma de tiempos (segundos)						
N°	t1	t2	t3	t4	t5	\bar{x}
1	8,64	9,41	7,15	8,54	9,41	8,63
2	12,29	13,28	14,82	11,28	13,82	13,10
3	8,74	8,25	7,63	9,41	6,52	8,11
4	7,25	6,81	9,53	6,41	8,52	7,70
5	24,82	28,41	32,82	27,12	26,85	28,00
6	22,71	25,84	22,41	28,62	24,59	24,59
7	4,25	5,82	6,24	5,14	4,18	5,13
8	18,63	24,82	22,17	19,71	23,52	21,77
9	170,50	181,25	160,25	149,50	170,25	166,35
10	41,75	58,75	91,75	54,75	58,00	61,00
11	210,25	206,00	156,00	235,75	203,00	202,20
12	24,82	27,19	32,95	27,82	37,82	30,12
13	34,15	36,40	40,23	30,78	52,70	38,85
Tiempo observado (TO):					615,55 s.	
Factor de desempeño			Suplementos			


CÁLCULO DE TOMA DE MUESTRAS			 NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES					
Elaborado por:		Willian Rivera		Hoja:		05	de	10
Estudio:		Situación actual		Fecha:		08/05/2023		
Criterios	Valor		Constantes	Valor	Variables	Valor		
Habilidad	C1-bueno	0,06	Necesidades personales	7	Género	H		
Esfuerzo	D-promedio	0,00			De pie	2		
Condiciones	B-excelente	0,04	Fatiga	4	Postura	0		
Consistencia	E-regulares	-0,02			Fuerza	0		
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0		
Tiempo estándar					Calidad de aire	0		
TO (s)	615,55			Concentración	2			
FD	1,08			Ruido	0			
TN (s)	664,80			Tensión mental	4			
S (%)	24			Monotonía	0			
TS (s)	824,35			Tedioso	0			

Embolsado


CÁLCULO DE TOMA DE MUESTRAS			 <small>NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES</small>			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	06	de	10	
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Embolsado	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg. (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad					
1	Receptar las fundas en el área de mezclado					
2	Receptar la orden de producción					
3	Apilar las fundas a un lado de la máquina de mezclado					
4	Colocar la funda debajo de la máquina mezcladora					
5	Abrir la llave del producto de mezclado					
6	Verter el producto final en la funda					
7	Cerrar la llave del producto de mezclado					
8	Tomar una muestra del producto terminado					
9	Traslado al área de control de calidad					
10	Espera para control de calidad					
11	Traslado al área de embolsado					
12	Retirar la funda de la máquina de mezclado					
13	Apilar la funda a un lado de la máquina de trabajo					
14	Llenar la hoja de proceso finalizado					
15	Trasladar las fundas con el producto final a la balanza					
Toma de tiempos (segundos)						
N°	t1	t2	t3	t4	t5	\bar{x}
1	12,72	15,41	11,93	18,41	16,41	14,98
2	3,52	4,12	3,82	2,48	4,53	3,69
3	28,35	24,28	20,38	29,24	24,81	25,41
4	67,75	50,25	86,25	71,00	72,75	69,60
5	23,50	17,75	24,75	16,25	20,50	20,55
6	329,00	370,50	499,25	620,50	478,50	459,55
7	24,75	17,75	18,75	22,25	0,89	16,88
8	3,52	4,21	3,01	4,52	4,12	3,88
9	4,18	5,83	4,12	6,84	5,81	5,36
10	253,52	248,82	222,82	234,85	294,71	250,94
11	3,81	2,96	4,52	4,85	3,52	3,93
12	54,25	47,25	61,25	52,75	49,75	53,05
13	1,17	2,24	1,95	2,01	2,42	1,96
14	24,51	28,43	29,52	21,53	24,85	25,77

CÁLCULO DE TOMA DE MUESTRAS								
Elaborado por:		Willian Rivera		Hoja:		06	de	10
Estudio:		Situación actual		Fecha:		08/05/2023		
15	329,75	331,25	345,50	334,00	353,75	338,85		
Tiempo observado (TO):						1294,39 s.		
Factor de desempeño			Suplementos					
Cráterios	Valor		Constantes	Valor	Variables	Valor		
Habilidad	D-promedio	0,00	Necesidades personales	7	Género	H		
Esfuerzo	C1-bueno	0,05			De pie	2		
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura	2		
Consistencia	E-regulares	-0,02			Fuerza	13		
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0		
Tiempo estándar					Calidad de aire	0		
TO (s)	1294,39				Concentración	2		
FD	1,05				Ruido	2		
TN (s)	1359,11				Tensión mental	4		
S (%)	37				Monotonía	1		
TS (s)	1861,99				Tedioso	0		


Pesaje

CÁLCULO DE TOMA DE MUESTRAS			 <small>NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES</small>			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	07	de	10	
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Pesaje	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg. (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad					
1	Colocar las fundas en la zona de trabajo					
2	Encender la máquina de pesaje					
3	Colocar la funda en la máquina de pesaje					
4	Realizar el pesaje de la funda					
5	Retirar la funda de la máquina de pesaje					
6	Llenar la orden de proceso terminado					
7	Trasladar las fundas a la máquina de sellado					
Toma de tiempos (segundos)						
N°	t1	t2	t3	t4	t5	\bar{x}
1	96,00	62,00	85,50	98,75	78,50	84,15
2	2,17	2,51	2,01	2,45	1,93	2,21
3	117,75	95,25	102,75	155,00	147,25	123,6
4	395,00	225,00	257,50	142,75	153,25	234,70
5	93,00	95,50	81,00	95,25	97,25	92,40
6	42,80	49,71	32,84	35,81	41,92	40,62
7	383,75	362,75	315,75	370,25	423,50	371,20
Tiempo observado (TO):					948,88 s.	
Factor de desempeño			Suplementos			
Criterios	Valor		Constantes	Valor	Variables	Valor
Habilidad	C2-Bueno	0,03	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	D-Promedio	0,00			De pie	2
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura	2
Consistencia	C-buenas	0,01			Fuerza	13
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0
Tiempo estándar					Calidad de aire	0
TO (s)	948,88				Concentración	2
FD	1,06				Ruido	0
TN (s)	1005,81				Tensión mental	1
S (%)	34				Monotonía	0
TS (s)	1347,79				Tedioso	1


Sellado

CÁLCULO DE TOMA DE MUESTRAS			 <small>NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES</small>			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	08	de	10	
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Sellado	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg. (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad					
1	Encender la máquina de sellado					
2	Preparar la máquina de sellado					
3	Colocar la funda en la máquina de sellado					
4	Sellar el producto final					
5	Retirar la funda					
6	Llenar la hoja de producto terminado					
7	Trasladar el producto final al área de paletizado					
Toma de tiempos (segundos)						
N°	t1	t2	t3	t4	t5	\bar{x}
1	4,57	3,82	4,81	3,96	4,58	4,35
2	12,72	15,82	18,32	15,11	19,25	16,24
3	142,75	158,75	181,25	154,50	147,75	157,00
4	285,75	238,25	208,25	181,00	143,00	211,25
5	107,00	120,50	129,00	124,75	128,50	121,95
6	37,52	49,52	39,71	49,52	48,63	44,98
7	258,50	260,00	261,25	259,00	271,25	262,00
Tiempo observado (TO):					817,77 s.	
Factor de desempeño			Suplementos			
Criterios	Valor		Constantes	Valor	Variables	Valor
Habilidad	C2-Bueno	0,03	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	E1-aceptable	-0,04			De pie	2
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura	2
Consistencia	D-promedio	0,00			Fuerza	13
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0
Tiempo estándar					Calidad de aire	0
TO (s)	817,77				Concentración	2
FD	1,01				Ruido	2
TN (s)	825,95				Tensión mental	4
S (%)	36				Monotonía	0
TS (s)	1123,29				Tedioso	0

Paletizado


CÁLCULO DE TOMA DE MUESTRAS			 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	09	de	10	
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Paletizado	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg. (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad					
1	Paletizar las fundas en pallets 1500 kg., (75 unidades/pallet)					
2	Almacenar el producto terminado					
3	Llenar la hoja de pedido terminado					
Toma de tiempos (segundos)						
N°	t1	t2	t3	t4	t5	\bar{x}
1	41,79	50,28	58,74	59,76	37,44	49,60
2	50,35	42,18	40,78	43,91	47,59	44,96
3	12,82	15,71	13,45	11,82	12,83	13,33
Tiempo observado (TO):					107,89 s.	
Factor de desempeño			Suplementos			
Criterios	Valor		Constantes	Valor	Variabes	Valor
Habilidad	C2-Bueno	0,03	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	C2-Bueno	0,02			De pie	2
Condiciones	C-buenas	0,02	Fatiga	4	Postura	2
Consistencia	E-regular	-0,02			Fuerza	13
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0
Tiempo estándar					Calidad de aire	0
TO (s)	107,89				Concentración	5
FD	1,05				Ruido	2
TN (s)	113,28				Tensión mental	1
S (%)	36				Monotonía	0
TS (s)	154,07				Tedioso	0

Distribución de producto


CÁLCULO DE TOMA DE MUESTRAS			 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES			
Elaborado por:	Willian Rivera	Hoja:	10	de	10	
Estudio:	Situación actual	Fecha:	08/05/2023			
Descripción de actividad						
Proceso:	Distribución de producto	Operarios:	01	de	04	
Cronometraje:	Vuelta a cero	Cantidad:	500 kg. (1 parada)			
Estudio de tiempos						
N°	Actividad					
1	Retirar las ordenes de producción					
2	Revisar las ordenes de producción					
3	Llenar el formulario de salida de lotes de pedido					
4	Colocar las fundas en el camión de carga					
5	Transportar el producto final al camión o al vehículo respectivo					
Toma de tiempos (segundos)						
N°	t1	t2	t3	t4	t5	\bar{x}
1	18,72	15,93	14,85	19,63	18,52	17,53
2	29,52	35,91	34,15	28,63	38,41	33,32
3	180,24	164,85	167,52	187,10	169,81	173,90
4	1500,52	1843,25	1458,52	1684,72	1482,36	1593,87
5	120,35	160,35	110,23	147,13	158,40	139,29
Tiempo observado (TO):					1957,92 s.	
Factor de desempeño			Suplementos			
Criterios	Valor		Constantes	Valor	Variables	Valor
Habilidad	C2-Bueno	0,03	Necesidades personales	7	Género	H
Esfuerzo	C1-Bueno	0,05			De pie	2
Condiciones	E-regular	-0,03	Fatiga	4	Postura	2
Consistencia	Promedio	0,00			Fuerza	13
Inicial	Promedio	1			Iluminación	0
Tiempo estándar					Calidad de aire	0
TO (s)	1957,92				Concentración	2
FD	1,05				Ruido	2
TN (s)	2055,82				Tensión mental	4
S (%)	36				Monotonía	0
TS (s)	2795,92				Tedioso	0

Anexo 6. Tiempos observados del proceso de elaboración de calfosal leche presentación 20 kg.


Recepción de pedidos

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR																		
Elaborado por:					Willian Rivera					Hoja:		01		de		10		
Estudio:					Situación actual					Fecha:		08/05/2023						
Descripción de actividad																		
Proceso:					Recepción de pedidos					Operarios:		01		de		04		
Cronometraje:					Vuelta a cero					Cantidad:		500 kg. (1 parada - 25 unidades)						
Estudio de tiempos																		
N°		Actividad																
1		Recepción de pedidos según requisitos del cliente																
2		Llenar el formulario de especificaciones del pedido																
3		Registrar el pedido																
4		Verificar productos disponibles en stock																
5		Transportar la orden al área de producción																
Toma de tiempos (segundos)																		
N°	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	\bar{x}		
1	14,23	10,56	13,47	9,12	18,76	22,03	13,37	18,34	20,88	16,47	14,54	16,30	14,90	13,92	15,85	15,51		
2	135,83	104,25	111,60	120,11	143,27	127,60	71,49	151,48	97,08	120,40	84,65	96,99	126,04	105,19	120,63	114,44		
3	143,01	146,71	200,97	132,09	146,27	146,49	31,77	152,84	160,49	152,38	135,07	128,60	73,62	118,20	163,98	135,50		
4	13,11	16,74	13,62	14,94	15,52	14,62	12,84	14,72	12,86	15,63	13,65	14,73	12,73	14,07	14,62	14,29		
5	11,93	15,85	15,65	16,96	15,09	14,80	16,03	14,06	15,85	17,45	16,06	13,77	14,88	15,13	15,26	15,25		

Orden de producción


CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR								 NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES									
Elaborado por:				Willian Rivera				Hoja:		02		de		10			
Estudio:				Situación actual				Fecha:				08/05/2023					
Descripción de actividad																	
Proceso:				Orden de producción				Operarios:		01		de		04			
Cronometraje:				Vuelta a cero				Cantidad:				500 kg. (1 parada - 25 unidades)					
Estudio de tiempos																	
N°		Actividad															
1		Recibir el registro del pedido															
2		Revisar los lotes de productos															
3		Generar la orden de producción															
Toma de tiempos (segundos)																	
N°	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	\bar{x}	
1	2,44	2,18	1,90	2,26	1,88	2,50	2,34	2,09	1,92	3,22	1,61	3,02	1,83	2,24	2,36	2,25	
2	106,54	107,93	115,47	116,93	106,14	90,54	100,04	105,98	102,11	75,88	130,73	71,21	107,7	90,80	106,4	102,3	
3	1251,8	1253,9	1219,6	1235,6	1233,1	1238,4	1235,0	1204,2	1239,0	1261,5	1253,6	1200,4	1233,0	1220,35	1212,5	1232,8	

Preparación de materia prima


CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR								 NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES									
Elaborado por:				Willian Rivera				Hoja:		03		de		10			
Estudio:				Situación actual				Fecha:			08/05/2023						
Descripción de actividad																	
Proceso:				Preparación de materia prima				Operarios:		01		de		04			
Cronometraje:				Vuelta a cero				Cantidad:			500 kg. (1 parada - 25 unidades)						
Estudio de tiempos																	
N°		Actividad															
1		Desplazar al área de ventas															
2		Receptar la hoja de producción															
3		Traslado al área de microelementos															
4		Revisar la orden de producción															
5		Seleccionar el microelemento															
6		Encender la máquina de pesaje															
7		Buscar el microelemento															
8		Retirar el microelemento															
9		Retirar una porción de cada ingrediente															
10		Realizar la prueba de control de calidad															
11		Realizar el pesaje de materia prima															
12		Llenar el formulario de elementos listos															
13		Trasladar los microelementos al área de producción															
Toma de tiempos (segundos)																	
N°	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	\bar{x}	
1	5,10	5,30	5,40	4,07	5,74	5,29	5,23	5,65	5,76	5,33	4,70	5,46	3,55	5,28	4,60	5,10	
2	2,47	2,33	2,73	2,35	2,48	2,20	2,38	2,52	2,42	2,54	2,68	2,67	2,40	2,50	2,40	2,47	
3	2,17	2,23	1,69	1,69	1,82	1,83	0,97	1,98	1,32	1,80	1,54	1,78	1,73	1,96	2,30	1,79	
4	13,04	12,90	14,41	12,16	13,09	12,32	13,75	11,65	12,00	11,64	13,30	15,57	12,04	12,61	12,86	12,89	
5	4,20	3,45	3,54	3,46	4,45	3,34	3,07	5,25	4,77	3,18	4,17	4,06	3,66	3,66	4,91	3,94	

6	1,13	1,28	1,49	1,65	1,67	1,26	1,26	1,01	1,51	0,82	1,40	1,31	1,25	1,55	1,43	1,33
7	56,12	66,26	49,64	69,01	62,26	44,68	52,20	67,71	57,34	45,39	34,10	48,81	57,22	51,51	48,71	54,06
8	20,36	23,35	25,63	24,65	20,60	22,32	23,27	22,93	22,94	29,42	24,84	24,07	26,30	20,18	26,06	23,79
9	10,54	6,67	10,42	9,40	11,46	10,40	8,51	8,16	9,59	8,60	10,40	8,77	9,51	8,77	8,18	9,29
10	151,22	164,09	185,76	191,94	175,51	164,24	138,78	161,92	155,31	172,34	170,26	209,74	166,10	186,13	187,90	172,08
11	26,25	17,63	23,93	25,59	17,97	26,34	18,83	25,90	24,25	21,30	21,09	27,03	24,55	23,44	23,46	23,17
12	23,45	20,12	12,02	11,80	21,46	11,60	28,89	25,94	20,81	13,13	21,60	26,69	27,92	16,17	16,74	19,89
13	48,45	36,70	63,45	49,28	45,16	48,73	60,17	48,55	42,98	44,97	59,91	36,47	36,17	48,20	44,45	47,58

Mezclado


CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR								 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES									
Elaborado por:				Willian Rivera				Hoja:		04		de		10			
Estudio:				Situación actual				Fecha:		08/05/2023							
Descripción de actividad																	
Proceso:				Mezclado				Operarios:		01		de		04			
Cronometraje:				Vuelta a cero				Cantidad:		500 kg. (1 parada - 25 unidades)							
Estudio de tiempos																	
N°		Actividad															
1		Encender la máquina de mezclado															
2		Revisar la orden de producción															
3		Preparar la máquina de mezclado															
4		Introducir los microelementos en la máquina de mezclado															
5		Introducir los macroelementos en la máquina de mezclado															
6		Programar la máquina de mezclado según el producto															
7		Realizar la mezcla de los materiales en la máquina de mezclado															
8		Iniciar el proceso de mezclado															
Toma de tiempos (segundos)																	
N°	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	\bar{x}	
1	2,18	2,23	2,45	2,36	2,27	2,10	2,21	2,33	2,26	2,19	2,42	2,29	2,15	2,26	2,21	2,26	
2	4,92	8,96	8,60	7,94	8,27	10,41	7,17	8,90	10,18	9,06	9,59	8,03	7,84	6,83	7,97	8,31	
3	12,64	13,67	13,47	14,52	12,25	11,85	13,00	12,34	12,63	12,09	14,64	12,71	12,52	14,17	11,74	12,95	
4	18,38	20,54	27,15	20,93	28,31	25,59	25,21	20,64	30,71	17,21	24,34	31,50	22,96	27,54	21,49	24,17	
5	37,90	38,50	31,49	27,58	35,09	36,89	34,82	39,60	35,19	35,36	37,30	31,02	37,48	29,90	35,20	34,89	
6	14,81	13,87	15,09	20,10	15,70	21,65	18,38	18,88	16,06	15,86	16,14	16,41	20,43	12,67	16,08	16,81	
7	118,06	123,23	136,89	124,89	114,29	130,60	110,72	133,04	98,24	146,14	125,73	126,54	127,23	117,47	104,54	122,51	
8	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00	

Lotización de fundas

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR								 NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES									
Elaborado por:				Willian Rivera				Hoja:		05		de		10			
Estudio:				Situación actual				Fecha:		08/05/2023							
Descripción de actividad																	
Proceso:				Lotización de fundas				Operarios:		01		de		04			
Cronometraje:				Vuelta a cero				Cantidad:		500 kg. (1 parada - 25 unidades)							
Estudio de tiempos																	
N°		Actividad															
1		Traslado al área de ventas															
2		Receptar la orden de producción															
3		Traslado al área de lotización															
4		Revisar la orden de producción															
5		Recoger las fundas															
6		Contar las fundas a lotizar															
7		Encender la máquina															
8		Colocar las fundas en la mesa de trabajo															
9		Colocar la funda en la máquina															
10		Lotizar las fundas															
11		Retirar la funda de la máquina															
12		Apilar adecuadamente las fundas															
13		Trasladar las fundas al área de mezclado															
Toma de tiempos (segundos)																	
N°	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	\bar{x}	
1	8,43	8,00	9,14	9,55	7,84	8,94	9,47	8,18	7,92	9,02	8,54	7,65	8,93	9,80	10,30	8,78	
2	11,79	13,28	13,74	11,95	14,55	15,24	15,40	14,79	12,38	11,94	16,92	13,53	13,11	13,73	14,43	13,79	
3	7,85	9,59	9,54	7,52	7,90	7,51	8,37	8,14	7,89	9,10	5,95	7,19	8,43	6,27	8,76	8,00	
4	6,78	7,84	7,95	9,33	8,51	6,75	10,47	8,65	9,44	6,99	6,97	11,15	7,95	6,98	8,79	8,30	
5	28,06	30,55	28,51	32,41	25,67	26,73	30,63	28,57	25,22	27,25	24,75	26,77	29,83	25,97	25,51	27,76	


6	18,68	32,13	23,12	14,52	18,04	11,34	40,12	10,55	29,64	29,62	5,46	24,67	42,02	8,77	38,25	23,13
7	6,65	4,95	5,11	4,50	6,16	5,93	3,97	6,87	4,36	3,34	4,91	6,55	3,79	6,49	6,99	5,37
8	20,90	22,51	22,97	17,90	20,74	25,05	24,50	23,40	22,12	22,42	22,32	23,53	24,14	22,58	17,95	22,20
9	166,79	174,86	161,06	161,52	156,94	153,17	162,87	182,64	175,47	166,39	186,80	152,86	162,50	174,59	171,87	167,36
10	73,94	65,55	64,16	89,30	97,84	75,71	75,54	72,94	52,59	87,40	65,02	66,56	75,67	32,14	60,30	70,31
11	199,03	223,27	234,22	224,71	202,82	191,41	154,62	204,39	192,10	210,70	215,16	230,92	240,16	228,08	149,07	206,71
12	34,10	33,33	34,61	27,24	27,49	25,90	23,08	34,66	29,78	31,55	29,67	28,20	31,68	27,73	37,03	30,40
13	37,86	50,14	38,08	41,52	45,19	12,57	45,37	43,02	33,28	35,29	38,25	45,27	36,07	37,55	44,05	38,90

Embolsado


CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR								 <small>NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES</small>									
Elaborado por:				Willian Rivera				Hoja:		06		de		10			
Estudio:				Situación actual				Fecha:			08/05/2023						
Descripción de actividad																	
Proceso:				Embolsado				Operarios:		01		de		04			
Cronometraje:				Vuelta a cero				Cantidad:			500 kg. (1 parada - 25 unidades)						
Estudio de tiempos																	
N°		Actividad															
1		Receptar las fundas en el área de mezclado															
2		Receptar la orden de producción															
3		Apilar las fundas a un lado de la máquina de mezclado															
4		Colocar la funda debajo de la máquina mezcladora															
5		Abrir la llave del producto de mezclado															
6		Verter el producto final en la funda															
7		Cerrar la llave del producto de mezclado															
8		Tomar una muestra del producto terminado															
9		Traslado al área de control de calidad															
10		Espera para control de calidad															
11		Traslado al área de embolsado															
12		Retirar la funda de la máquina de mezclado															
13		Apilar la funda a un lado de la máquina de trabajo															
14		Llenar la hoja de proceso finalizado															
15		Trasladar las fundas con el producto final a la balanza															
Toma de tiempos (segundos)																	
N°	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	\bar{x}	
1	18,23	18,07	14,71	16,62	11,74	16,93	13,40	18,84	13,57	13,51	13,19	16,46	13,73	11,77	11,32	14,81	
2	2,04	2,89	3,72	3,39	4,05	2,84	4,11	2,85	3,73	2,85	4,93	3,40	2,75	4,10	3,44	3,41	
3	29,07	25,54	24,15	22,42	25,16	25,13	26,88	26,20	25,07	26,75	27,61	26,36	25,59	23,06	24,44	25,56	

4	62,03	61,38	60,72	57,42	71,41	78,47	67,25	77,11	62,18	67,44	73,84	60,41	71,00	59,86	66,69	66,48
5	19,71	19,47	24,83	16,03	15,52	25,89	20,06	20,29	22,28	17,54	17,77	20,95	21,93	20,98	17,36	20,04
6	679,39	614,86	453,25	501,10	376,79	514,93	456,79	419,29	529,78	428,82	518,09	473,88	468,72	285,14	298,92	467,98
7	24,03	37,87	9,06	25,71	0,88	18,15	17,04	5,41	15,14	12,74	-1,95	8,20	16,91	28,02	3,99	14,75
8	3,59	3,48	3,10	4,35	4,60	3,21	3,82	4,10	2,74	3,12	4,21	4,60	3,48	5,05	2,94	3,76
9	5,20	4,47	5,00	5,39	5,20	4,43	5,01	6,83	6,43	5,60	4,74	5,37	3,89	5,06	6,52	5,27
10	204,09	271,95	266,56	236,23	254,62	205,68	248,43	256,80	241,11	231,48	260,91	270,71	252,38	248,10	224,76	244,92
11	3,50	3,56	4,60	3,28	4,00	4,37	4,89	4,02	2,80	5,02	4,80	3,84	4,59	3,36	4,27	4,06
12	60,47	55,18	49,75	53,04	47,45	46,04	59,97	54,32	53,95	55,55	50,42	44,33	49,56	56,03	47,77	52,26
13	1,43	1,73	2,53	1,98	1,88	1,39	2,49	1,51	2,48	1,98	1,88	1,41	2,86	2,38	2,02	2,00
14	28,60	25,89	26,56	27,45	27,49	28,70	27,49	26,35	28,29	29,09	29,85	24,09	24,62	29,75	22,35	27,11
15	349,01	337,69	370,10	335,76	352,75	329,59	335,63	334,14	330,08	334,77	336,06	343,39	353,32	341,72	338,40	341,49


Pesaje

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR								 <small>NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES</small>									
Elaborado por:				Willian Rivera				Hoja:		07		de		10			
Estudio:				Situación actual				Fecha:		08/05/2023							
Descripción de actividad																	
Proceso:				Pesaje				Operarios:		01		de		04			
Cronometraje:				Vuelta a cero				Cantidad:		500 kg. (1 parada - 25 unidades)							
Estudio de tiempos																	
N°		Actividad															
1		Colocar las fundas en la zona de trabajo															
2		Encender la máquina de pesaje															
3		Colocar la funda en la máquina de pesaje															
4		Realizar el pesaje de la funda															
5		Retirar la funda de la máquina de pesaje															
6		Llenar la orden de proceso terminado															
7		Trasladar las fundas a la máquina de sellado															
Toma de tiempos (segundos)																	
N°	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	\bar{x}	
1	72,79	85,85	107,72	93,38	66,65	78,39	92,57	88,48	112,53	97,33	92,49	112,77	106,01	74,32	100,14	92,09	
2	2,46	2,28	2,68	2,22	2,36	2,07	2,58	2,13	1,63	2,90	2,37	2,60	2,40	2,59	2,70	2,40	
3	110,76	162,23	134,20	144,68	121,15	93,52	110,46	92,37	124,96	118,59	127,86	125,40	113,53	127,21	115,45	121,49	
4	281,35	315,65	194,53	318,25	62,05	27,43	232,75	129,77	117,93	246,23	271,16	75,27	204,20	311,95	205,03	199,57	
5	93,54	83,18	101,47	89,10	87,73	91,15	87,05	91,25	100,56	94,70	92,06	97,77	78,73	93,23	83,68	91,01	
6	37,78	48,93	37,59	37,28	42,17	48,05	34,65	27,87	45,81	32,62	36,64	40,76	44,08	35,36	54,09	40,25	
7	363,48	317,53	331,77	348,69	392,72	394,49	388,26	379,34	400,09	384,63	417,74	327,25	356,83	337,81	409,38	370,00	


Sellado

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR								 NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES									
Elaborado por:				Willian Rivera				Hoja:		08		de		10			
Estudio:				Situación actual				Fecha:		08/05/2023							
Descripción de actividad																	
Proceso:				Sellado				Operarios:		01		de		04			
Cronometraje:				Vuelta a cero				Cantidad:		500 kg. (1 parada - 25 unidades)							
Estudio de tiempos																	
N°		Actividad															
1		Encender la máquina de sellado															
2		Preparar la máquina de sellado															
3		Colocar la funda en la máquina de sellado															
4		Sellar el producto final															
5		Retirar la funda															
6		Llenar la hoja de producto terminado															
7		Trasladar el producto final al área de paletizado															
Toma de tiempos (segundos)																	
N°	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	\bar{x}	
1	4,31	4,89	4,12	3,78	4,07	4,55	4,55	4,72	4,23	4,07	4,64	4,31	4,24	4,20	4,94	4,37	
2	14,28	17,10	14,50	17,31	11,67	15,43	16,61	18,70	18,51	18,52	13,19	14,95	15,76	17,06	18,48	16,14	
3	152,36	142,03	166,44	188,34	153,57	192,91	155,79	179,41	179,25	176,80	134,49	158,80	164,19	162,35	165,02	164,78	
4	210,86	243,06	235,14	120,14	132,93	173,89	233,30	297,92	219,57	244,34	98,87	256,91	232,39	128,24	197,44	201,67	
5	132,99	121,12	122,68	111,85	125,11	125,37	128,94	105,93	123,24	111,79	123,57	115,50	124,32	122,39	106,12	120,06	
6	48,51	50,87	52,51	35,90	38,28	41,34	40,43	44,99	39,91	38,86	46,05	46,64	37,75	42,63	51,30	43,73	
7	269,71	249,28	264,67	262,30	256,98	253,41	264,67	259,64	262,18	261,80	263,28	267,93	260,49	262,86	260,39	261,30	

Paletizado

CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR								 <small>NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES</small>									
Elaborado por:				Willian Rivera				Hoja:		09		de		10			
Estudio:				Situación actual				Fecha:			08/05/2023						
Descripción de actividad																	
Proceso:				Paletizado				Operarios:		01		de		04			
Cronometraje:				Vuelta a cero				Cantidad:			500 kg. (1 parada - 25 unidades)						
Estudio de tiempos																	
N°		Actividad															
1		Paletizar las fundas en pallets 1500 kg., (75 unidades/pallet)															
2		Almacenar el producto terminado															
3		Llenar la hoja de pedido terminado															
Toma de tiempos (segundos)																	
N°	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	\bar{x}	
1	52,80	51,56	64,62	70,81	27,79	53,91	54,63	50,91	57,86	48,60	58,08	45,23	46,10	48,28	42,51	51,58	
2	52,43	44,08	39,40	40,67	47,31	38,74	40,86	41,59	44,38	44,39	52,30	40,48	41,09	38,42	44,48	43,37	
3	13,72	12,55	12,81	11,48	15,82	13,24	11,57	12,17	11,82	15,69	13,77	12,68	12,49	15,01	16,47	13,42	

Distribución de producto

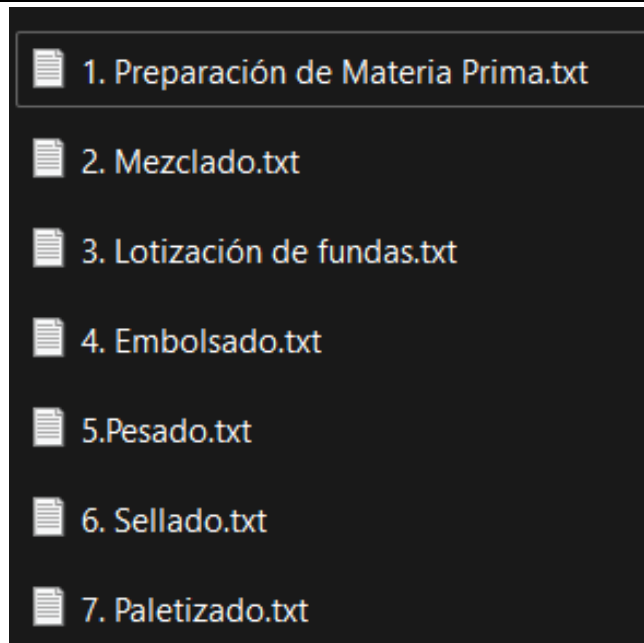
CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR								 <small>NUTRICIÓN, SALES Y MINERALES</small>								
Elaborado por:				Willian Rivera				Hoja:		10		de		10		
Estudio:				Situación actual				Fecha:		08/05/2023						
Descripción de actividad																
Proceso:				Distribución de producto				Operarios:		01		de		04		
Cronometraje:				Vuelta a cero				Cantidad:		500 kg. (1 parada - 25 unidades)						
Estudio de tiempos																
N°	Actividad															
1	Retirar las ordenes de producción															
2	Revisar las ordenes de producción															
3	Llenar el formulario de salida de lotes de pedido															
4	Colocar las fundas en el camión de carga															
5	Transportar el producto final al camión o al vehículo respectivo															
Toma de tiempos (segundos)																
N°	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	\bar{x}
1	24,15	23,86	16,44	21,79	18,89	21,88	14,50	13,95	11,78	9,79	18,13	15,13	16,69	20,32	17,07	17,62
2	37,53	40,43	32,02	20,02	26,25	17,67	28,78	29,00	38,31	32,53	41,48	19,03	18,85	11,64	49,48	29,53
3	177,12	176,47	183,85	174,98	173,29	178,98	175,77	172,26	169,44	174,89	182,69	181,48	160,93	172,36	171,9	175,10
4	1434,99	1335,51	1902,85	1394,56	1477,2	1509,2	1309,6	1579,7	1841,6	1604,5	1417,4	1595,5	1649,2	1601,7	1425,9	1538,6
5	128,57	134,63	127,84	106,56	162,29	113,35	135,22	170,24	114,36	152,98	132,87	152,61	106,30	129,65	147,9	134,36

Anexo 7. Pasos para elaborar la simulación de la planta en FlexSim (método actual)

Datos preliminares de la simulación

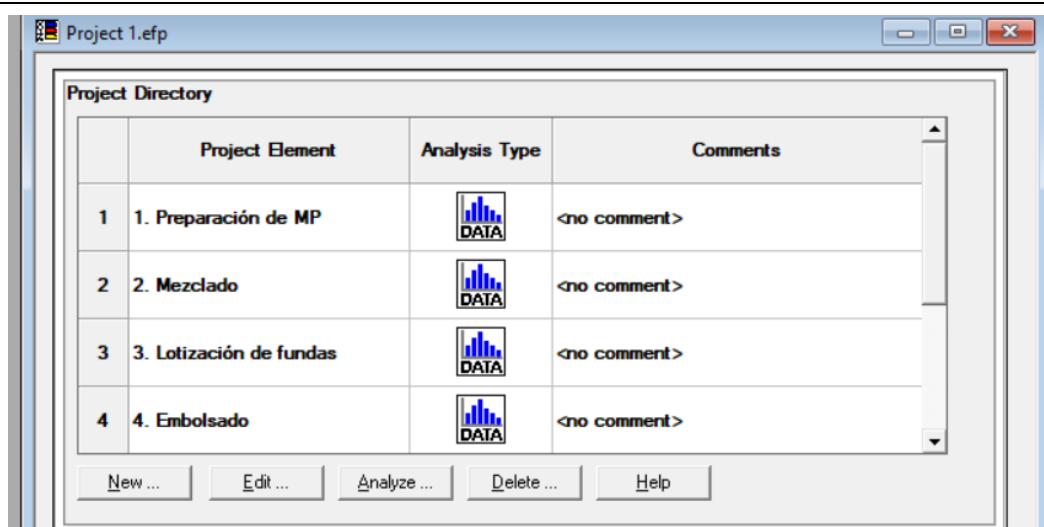
Generación de números aleatorios

Por medio del estudio de tiempos y movimientos desarrollado anteriormente, se tomó el tiempo estándar en conjunto con la desviación de cada proceso para generar 1000 números aleatorios en el software Excel mediante distribución normal que se introducen en el software ExperFit para obtener los datos.



Generación de tipo de distribución para los procesos

El procedimiento anterior se lo realiza para todos los procesos de producción, en la cual se determinó las distribuciones en función al tiempo de cada lote de producción.

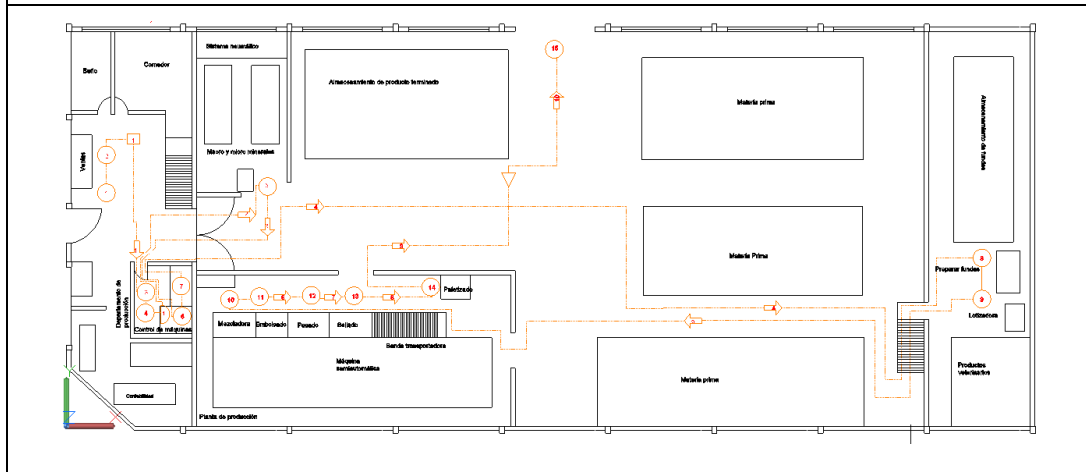


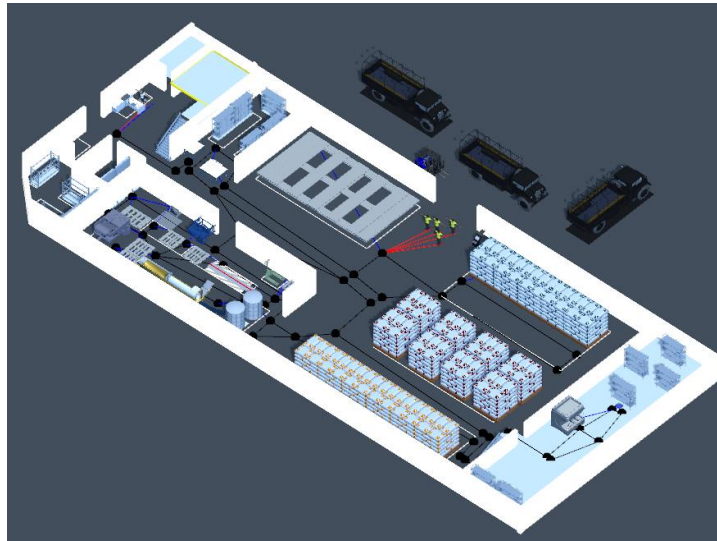
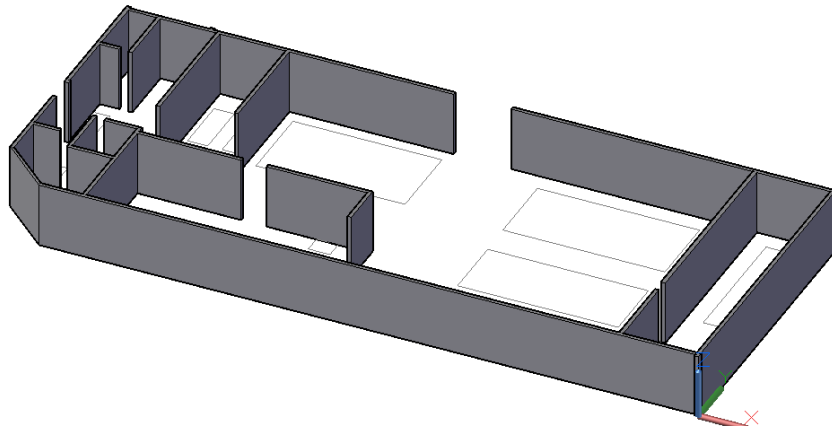
#	Etapas	Distribución
1	Preparación de materia prima	gamma(0.000000, 6.070069, 74.857352,getstream(current))
2	Mezclado	beta(1075.656775, 1283.704219, 7.396878, 7.972614,getstream(current))
3	Lotización de fundas	beta(2.653670, 1594.880653, 41.908515, 37.968217,getstream(current))
4	Embolsado	beta(301.448504, 3166.355366, 37.566210, 31.626875,getstream(current))
5	Pesaje	beta(26.401082, 2393.451118, 23.546224, 19.810601,getstream(current))
6	Sellado	johnsonbounded(329.133615, 1954.609695, 0.249520, 4.167763,getstream(current))
7	Paletizado	erlang(0.082203, 1.631154, 95.000000,getstream(current))

Una vez que se genera las distribuciones, se extrae los datos del software ExpertFit con la finalidad de realizar la simulación en el software FlexSim.

Desarrollo del entorno de simulación

En el software AutoCAD se elabora el plano de la empresa NUTRISALMINSA S.A., estos planos se colocan en el software FlexSim por medio de un objeto 3D, adicionalmente se añade en base a la lógica establecida los elementos como colas, operarios, procesos.





Ingreso de Distribuciones de ExperFit

Preparación de materia prima

_1 Preparación de MP Properties

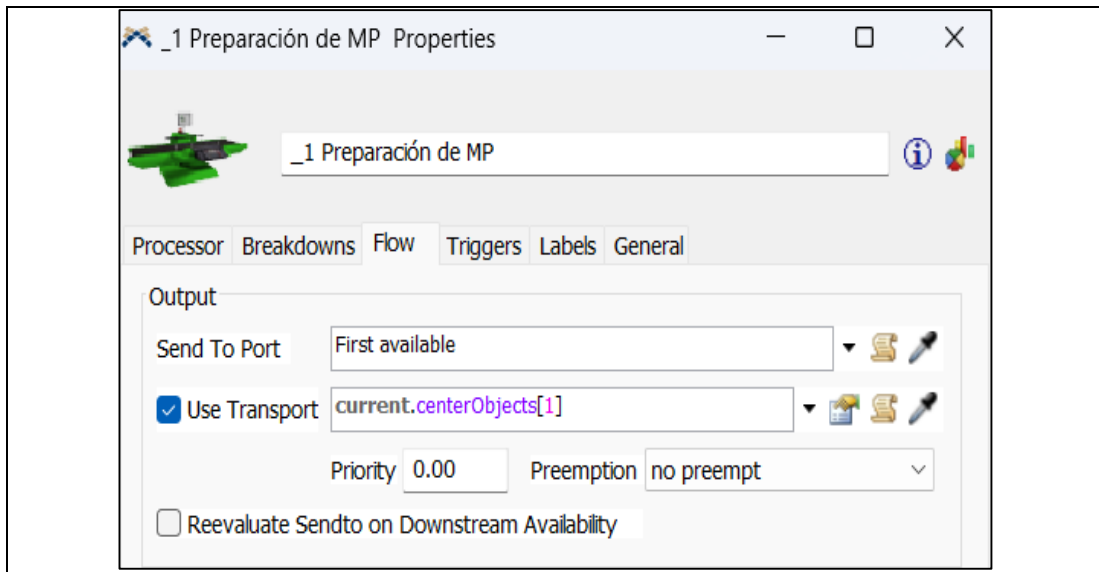
_1 Preparación de MP

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

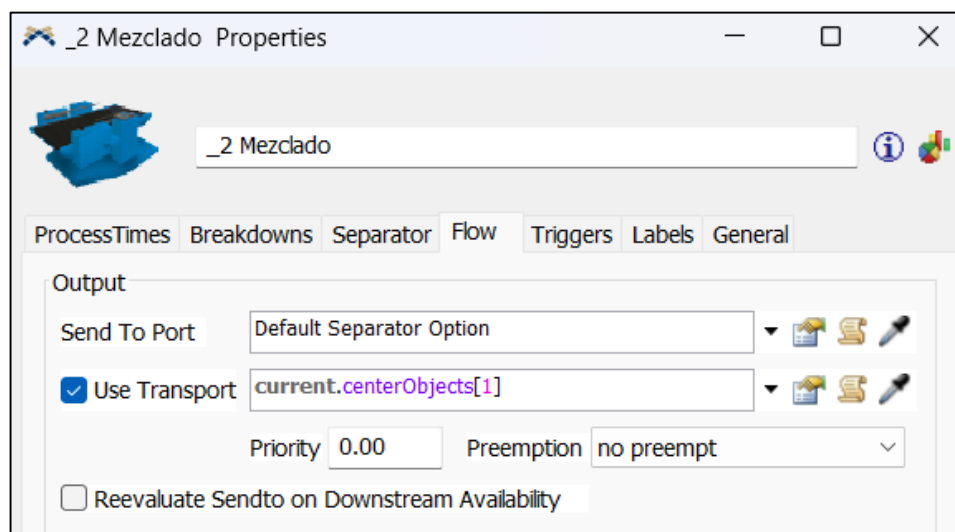
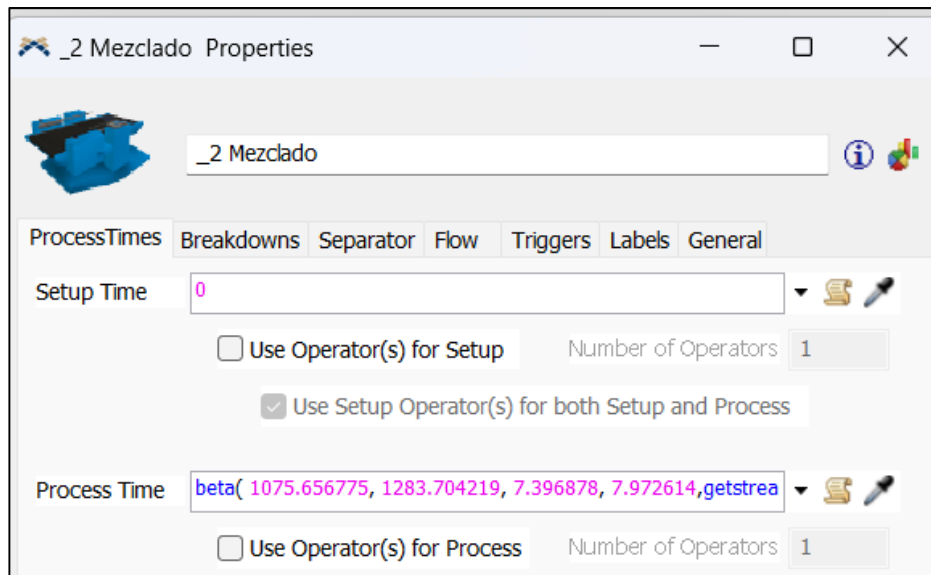
Maximum Content Convey Items Across Processor Length

Setup Time Use Operator(s) for Setup Number of Operators
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time Use Operator(s) for Process Number of Operators



Mezclado



Lotización de fundas

_3 Lotización de fundas Properties

_3 Lotización de fundas

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content 1 Convey Items Across Processor Length

Setup Time 0

Use Operator(s) for Setup Number of Operators 1

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time beta(2.653670, 1594.880653, 41.908515, 37.968217, getstream)

Use Operator(s) for Process Number of Operators 1

_3 Lotización de fundas Properties

_3 Lotización de fundas

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port First available

Use Transport current.centerObjects[1]

Priority 0.00 Preemption no preempt

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Embolsado

_4 Embolsado Properties

_4 Embolsado

ProcessTimes Breakdowns Combiner Flow Triggers Labels General

Setup Time 0

Use Operator(s) for Setup Number of Operators 1

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time beta(301.448504, 3166.355366, 37.566210, 31.626875, getstre)

Use Operator(s) for Process Number of Operators 1

_4 Embolsado Properties

_4 Embolsado

ProcessTimes Breakdowns Combiner **Flow** Triggers Labels General

Output

Send To Port First available

Use Transport `current.centerObjects[1]`

Priority 0.00 Preemption no preempt

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Pesaje

_5 Pesajes Properties

_5 Pesajes

ProcessTimes Breakdowns Separator **Flow** Triggers Labels General

Setup Time 0

Use Operator(s) for Setup Number of Operators 1

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time `beta(26.401082, 2393.451118, 23.546224, 19.810601, getstrea`

Use Operator(s) for Process Number of Operators 1

_5 Pesajes Properties

_5 Pesajes

ProcessTimes Breakdowns Separator **Flow** Triggers Labels General

Output

Send To Port Default Separator Option

Use Transport `current.centerObjects[1]`

Priority 0.00 Preemption no preempt

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

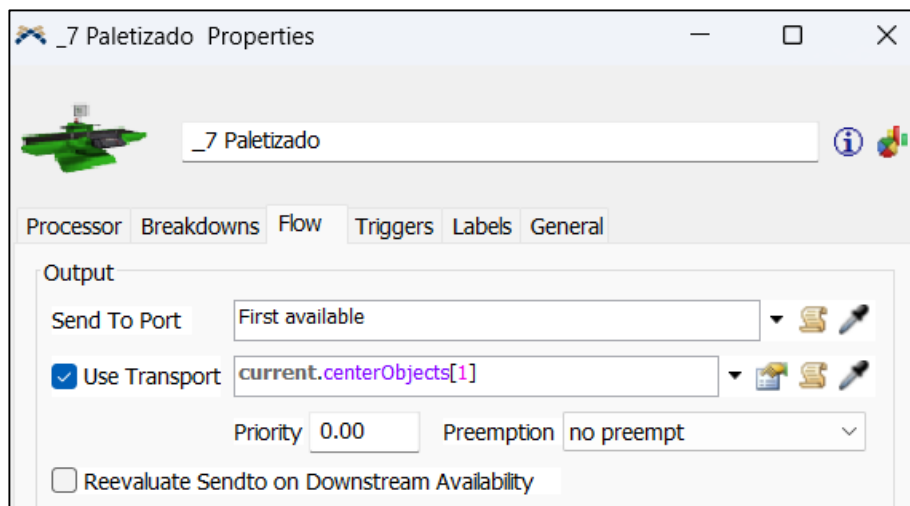
Sellado

The screenshot shows the 'General' tab of the '_6 Sellado Properties' dialog. The title bar reads '_6 Sellado Properties'. The name field contains '_6 Sellado'. The 'Processor' tab is selected. The 'Maximum Content' is set to 25, and the checkbox 'Convey Items Across Processor Length' is checked. The 'Setup Time' is 0. There are two checkboxes: 'Use Operator(s) for Setup' (unchecked) and 'Use Setup Operator(s) for both Setup and Process' (checked). The 'Process Time' is set to the expression 'johnsonbounded(329.133615, 1954.609695, 0.249520, 4.1677)'. There are also checkboxes for 'Use Operator(s) for Process' (unchecked) and 'Number of Operators' (set to 1).

The screenshot shows the 'Flow' tab of the '_6 Sellado Properties' dialog. The title bar reads '_6 Sellado Properties'. The name field contains '_6 Sellado'. The 'Processor' tab is selected. The 'Output' section is visible. 'Send To Port' is set to 'First available'. The checkbox 'Use Transport' is checked, and the transport is set to 'current.centerObjects[1]'. 'Priority' is 0.00 and 'Preemption' is 'no preempt'. The checkbox 'Reevaluate Sendto on Downstream Availability' is unchecked.

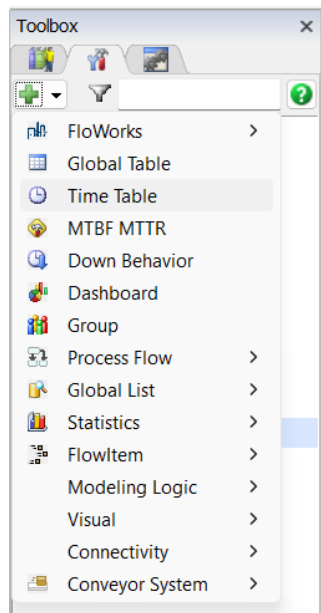
Paletizado

The screenshot shows the 'General' tab of the '_7 Paletizado Properties' dialog. The title bar reads '_7 Paletizado Properties'. The name field contains '_7 Paletizado'. The 'Processor' tab is selected. The 'Maximum Content' is set to 25, and the checkbox 'Convey Items Across Processor Length' is checked. The 'Setup Time' is 0. There are two checkboxes: 'Use Operator(s) for Setup' (unchecked) and 'Use Setup Operator(s) for both Setup and Process' (checked). The 'Process Time' is set to the expression 'erlang(0.082203, 1.631154, 95.000000, getstream(current))'. There are also checkboxes for 'Use Operator(s) for Process' (unchecked) and 'Number of Operators' (set to 1).

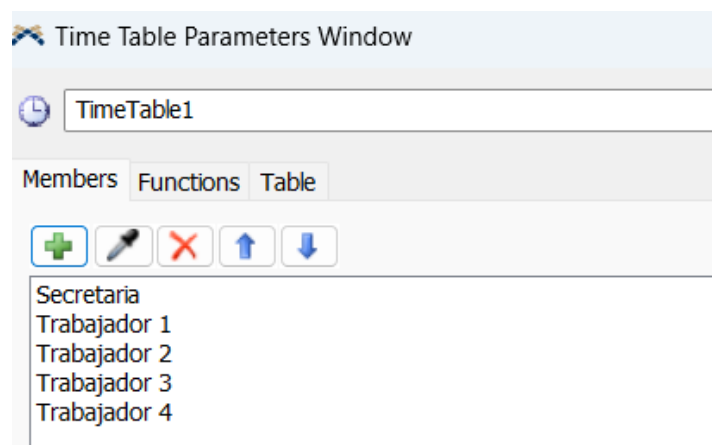


Turnos de trabajo

Creación del TimeTable



Selección de operarios



Definir parámetros

Time Table Parameters Window

TimeTable1 Enabled

Members Functions **Table**

Down Function Stop Object

Resume Function Resume Object

On Down Set Color (group)

On Resume Set Color (group)

Horarios de trabajo

Time Table Parameters Window

TimeTable1 Enabled

Members Functions **Table**

Mode Weekly Repeat

Graphical Table

Snap To Color State

Day (select rows)	00:00	03:00	06:00	09:00	12:00	15:00	18:00	21:00
Mon	[Red]				[Red]		[Red]	
Tue	[Red]				[Red]		[Red]	
Wed	[Red]				[Red]		[Red]	
Thu	[Red]				[Red]		[Red]	
Fri	[Red]				[Red]		[Red]	
Sat	[Red]							
Sun	[Red]							

Start 0:00:00 6/ 1/1601 End 0:00:00 8/ 1/1601 Duration 01:23:59:59

Repeating Event

State Profile Default State P Down State 12 - schedule Down Behavior Custom

Apply OK Cancel

Resultados de la simulación

1 día – 28800 seg.



Resultados

Tiempo de producción

Object	Min	Max	Average
_1 Preparación de MP	356.79	534.87	438.05
_2 Mezclado	0.00	1222.54	48.57
_3 Lotización de fundas	750.40	1043.40	873.44
_4 Embolsado	1580.73	2360.73	1873.71
_5 Pesajes	0.00	1730.74	51.46
_6 Sellado	853.75	1428.21	1118.15
_7 Paletizado	112.27	212.10	153.89

Total Travel

Object	Distance
Trabajador 1	420300.49
Trabajador 2	516114.27
Trabajador 3	93851.69
Trabajador 4	101593.29

Producción Final

Object	Input
Productos Terminados	300

1 semana (5 días) – 144000 seg.

Resultados

Tiempo de producción

Object	Min	Max	Average
_1 Preparación de MP	347.83	589.39	456.65
_2 Mezclado	0.00	1241.08	49.04
_3 Lotización de fundas	636.21	1064.46	844.50
_4 Embolsado	1572.81	2320.89	1875.58
_5 Pesajes	0.00	1682.42	51.77
_6 Sellado	830.98	1440.53	1118.69
_7 Paletizado	110.43	214.21	155.44

Total Travel

Object	Distance
Trabajador 1	2212528.41
Trabajador 2	2661374.02
Trabajador 3	488368.96
Trabajador 4	581862.69

Producción Final

Object	Input
Productos Terminados	1800

1 mes (22 días) – 633600 seg.

Resultados

Tiempo de producción

Object	Min	Max	Average
_1 Preparación de MP	310.75	668.15	456.83
_2 Mezclado	0.00	2258.46	444.89
_3 Lotización de fundas	628.28	1091.51	845.74
_4 Embolsado	1455.46	2634.20	1892.51
_5 Pesajes	0.00	1715.34	52.44
_6 Sellado	778.42	1479.84	1118.12
_7 Paletizado	102.50	222.61	155.07

Total Travel

Object	Distance
Trabajador 1	9528718.55
Trabajador 2	10984646.24
Trabajador 3	1928424.35
Trabajador 4	2456773.95

Producción Final

Object	Input
Productos Terminados	8250

Anexo 8. Entrevista a jefe de producción de la empresa NUTRISALMINSA S.A

Entrevista 2

Colaborador: Ing. Erika Acurio.

Cargo: Jefe de producción

NUTRISALMINSA S.A.

1. ¿Cuál es la producción del mes de abril y mayo del año 2023?

Producción abril 2023			
Producto	Cantidad (uds.)	Present. (kg.)	Total (kg.)
Aditivo calfosal	500	1	500
Calfosal ovejas	25	20	500
Calfosal "V" engorde	395	20	7900
Aditivo calfosal	500	1	500
Calfosal "V" engorde	1000	1	1000
Calfosal leche + monensina	25	20	500
Calfosal ovejas pintagro	25	20	500
Nutrimin F	500	1	500
Calfosal el campanario	25	20	500
Calfosal "V" engorde	295	20	5900
Calfosal leche	400	5	2000
Calfosal "V" engorde	2000	1	2000
Calfosal "V" engorde	600	5	3000
Aditivo calfosal	1000	1	1000
Calfosal leche + monensina	100	20	2000
Calfosal prenatal	25	20	500
Calfosal activo	75	20	1500
Nutrimin F	20	25	500
Nutrimin F	500	1	500
Calfosal leche p-14	90	20	1800
Calfosal "V" engorde	250	20	5000
Calfosal leche	250	20	5000
Calfosal ovejas	25	20	500
Calfosal monensina p-12	36	20	720
Calfosal leche	400	5	2000
Nutrimin F	32	25	800
Calfosal leche	400	5	2000
Aditivo calfosal	1000	1	1000
Calfosal leche	400	20	8000
Calfosal "V" engorde	400	20	8000
Calfosal activo	75	20	1500
Calfosal leche	287	20	5740
Calfosal "V" engorde	1500	1	1500

Producción abril 2023			
Producto	Cantidad (uds.)	Present. (kg.)	Total (kg.)
Núcleo ganado lechero	25	20	500
Total, de sales y minerales			75360
Agrosal lechero especial	100	20	2000
Agrosal pastoreo	100	20	2000
Agrosal crecimiento	100	20	2000
Agrosal pastoreo	100	20	2000
Agrosal especial lechero	100	20	2000
Agrosal básica	50	20	1000
Agrosal crecimiento	200	20	4000
Agrosal lechero especial	200	20	4000
Agrosal monensina	150	20	3000
Premezcla Lara	25	20	500
Dimune flavomicyna	40	20	800
Total, maquila	14345	Uds.	23300
Total, mensual			98660

Producción mayo 2023			
Producto	Cantidad (Uds.)	Presentación (kg.)	Total (kg.)
Calfosal leche p-14	25	20	500
Calfosal ovejas	25	20	500
Calfosal leche	390	20	7800
Aditivo calfosal	1000	1	1000
Calfosal "V" engorde	400	5	2000
Calfosal leche suruhuayco	200	20	4000
Calfosal leche	400	20	8000
Nutrimin F	500	1	500
Calfosal leche	458	20	9160
Calfosal prenatal	25	20	500
Calfosal leche	25	20	500
Calfosal "V" engorde	100	20	2000
Nutrimin F	20	25	500
Calfosal leche	300	20	6000
Aditivo calfosal	1000	1	1000
Calfosal leche	75	20	1500
Calfosal leche campanario	30	20	600
Calfosal leche	400	20	8000
Calfosal leche	1000	1	1000
Calfosal ovejas	25	20	500
Calfosal "V" engorde	1500	1	1500
Calfosal leche	375	20	7500
Calfosal leche	400	5	2000

Producción mayo 2023			
Producto	Cantidad (Uds.)	Presentación (kg.)	Total (kg.)
Calfosal monenergy	25	20	500
Calfosal ovejas	25	20	500
Nutrimin F	48	25	1200
Aditivo calfosal	500	1	500
Calfosal "V" engorde	250	20	5000
Calfosal leche	600	5	3000
Núcleo ganado lechero	25	20	500
Calfosal leche	500	5	2500
Calfosal p-14	50	20	1000
Total, de sales y minerales			81260
Agrosal básica	50	20	1000
Agrosal crecimiento	150	20	3000
Agrosal lechero especial	150	20	3000
Agrosal lechero	50	20	1000
Agrosal crecimiento	150	20	3000
Agrosal lechero especial	100	20	2000
Agrosal lechero	100	20	2000
Agrosal lechero especial	100	20	2000
Agrosal parto	50	20	1000
Agrosal monensina	100	20	2000
Agrosal pastoreo	150	20	3000
Agrosal lechero	50	20	1000
Agrosal lechero especial	100	20	2000
Agrosal básica	50	20	1000
Premezcla lara	25	20	500
Premezcla cordova	40	20	800
Total, maquila	12111	Uds.	28300
Total, mensual			109560

2. ¿Cuál es la velocidad promedio de producción y las horas totales de trabajo del mes de abril y mayo del año 2023?

Abril, 2023																							
Días	Semana 1 (03/04/2023 – 08/04/2023)						Semana 2 (10/04/2023 – 14/04/2023)					Semana 3 (17/04/2023 – 21/04/2023)					Semana 4 (24/04/2023 – 28/04/2023)					Total	Prom.
	03	04	05	06	07	08	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28		
H/H	9	8	8	9	10	8	10	10	9	8	10	9	8	10	8	10	10	8	9	10	9	190	9,05
VP	8,82	9,92	9,92	8,82	7,94	9,92	7,93	7,94	8,82	9,92	7,94	8,82	9,92	7,94	9,92	7,94	7,94	9,92	8,82	7,94	8,82	185,85	8,85

Mayo, 2023																										
Días	Semana 1 (01/05/2023 – 05/05/2023)					Semana 2 (08/05/2023 – 12/05/2023)					Semana 3 (15/05/2023 – 19/05/2023)					Semana 4 (22/05/2023 – 27/05/2023)					Semana 4 (29/05/2023 – 31/05/2023)			Total	Prom.	
	01	02	03	04	05	08	09	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	27	29	30			31
H/H	9	8	8	9	10	8	10	10	9	8	10	9	8	10	8	10	10	8	9	10	8	8	8	8	213	8,87
VP	7,72	8,68	8,68	7,72	6,94	8,68	6,94	6,94	7,72	8,68	6,94	7,72	8,68	6,94	8,68	6,94	6,94	8,68	7,72	6,94	8,68	8,68	8,68	8,68	189,63	7,90

Nota: H/H =; VP = velocidad promedio kg. /min.

Anexo 9. Entrevista a Gerente General de la empresa NUTRISALMINSA S.A

Entrevista 3

Colaborador: Ing. Freddy Alminate. **Cargo:** Gerente General NUTRISALMINSA S.A.

- 1. ¿Cuáles son los costos planificados y reales de producción en el mes de abril y mayo del año 2023?**

Mes de abril 2023					
Costo planificado			Costo real		
Costo materia prima	8000	\$	Costo materia prima	10000	\$
Costo mantenimiento/repuestos	500	\$	Costo mantenimiento/repuestos	1000	\$
Costo mantenimiento	1000	\$	Costo mantenimiento	1450	\$
Costo fundas de empaque	980	\$	Costo fundas de empaque	980	\$
Costo de electricidad	220,46	\$	Costo de electricidad	220,46	\$
Costo de mano de obra	2100	\$	Costo de mano de obra	2100	\$
Total	12800,46	\$	Total	15750,46	\$

Mes de mayo 2023					
Costo estimado			Costo real		
Costo materia prima	8000	\$	Costo materia prima	12000	\$
Costo mantenimiento/repuestos	500	\$	Costo mantenimiento/repuestos	1000	\$
Costo mantenimiento	1000	\$	Costo mantenimiento	1450	\$
Costo fundas de empaque	980	\$	Costo fundas de empaque	1000	\$
Costo de electricidad	220	\$	Costo de electricidad	193,32	\$
Costo de mano de obra	2100	\$	Costo de mano de obra	2200	\$
Total	12800	\$	Total	17843,32	\$

Anexo 10. Entrevista a jefe de calidad de la empresa NUTRISALMINSA S.A

Entrevista 4

Colaborador: Ing. Gabriela Herrera. **Cargo:** jefe de calidad NUTRISALMINSA S.A.

- 1. ¿Cuál es la cantidad de unidades conformes obtenidas en el mes de abril del año 2023?**

En el mes de abril se obtuvieron 140000 unidades conformes en el área de producción, 345 unidades restantes fueron reprocesadas debido a problemas de sellado.

- 2. ¿Cuál es la cantidad de unidades reclamadas por calidad del producto?**

En el mes de abril se vendieron 8705 unidades de distintos productos que oferta la empresa de las cuales 13 unidades fueron devueltas a la empresa.

- 3. ¿Cuál es la cantidad de desperdicios de materia prima en la planta de producción?**

En el mes de abril los desperdicios de materia prima y materiales como fundas, empaques, son de 260 kg, debido a que la materia prima es muy volátil.

INGRESO DE PRODUCTO

DOC: 30519

TICKET DE PESO

COMPROBANTE: 164667

CAMION: 22 PARTICULAR

FECHA: 25/04/2023 11:27:04

ZONA: 30 PARTICULAR

CHOFER: PARTICULAR

CLIENTE: 240 30519 - NUTRICION,
CBI FCS Y MINFRAI FCS

PRODUCTO: 1 DESECHOS SOLIDOS

PLACAS: TBJ-2724

PESO ENTRADA: 4,350 Kg

OPERADOR: LENIN SALAZAR

PESO SALIDA: 4,090 Kg

PESO NETO: 260 Kg

OBSERVACIONES:

PESADOR:

TRANSPORTISTA:



Registro de devoluciones y no conformes

Revisión:

Aprobado

03/05/2023

Descripción de la no conformidad				
Fecha	1 de mayo del 2023			
Motivo devolución:	Calidad y otros	Envase de empaques rotos y etiquetas con datos erróneos	Cliente:	
No conforme	Empaques y etiquetas		Producto:	6 fundas calfosal leche 20 kg. (etiquetas), 3 fundas calfosal V 20 kg. (etiquetas), 1 Funda nutrimin 20 kg. (empaques), 3 fundas calfosal equinos 20 kg. (empaques)
Descripción del incumplimiento	El producto fue ingresado para cambio de fundas con lotes xxx respectivamente.			
Responsable	Control de calidad			
Análisis de las causas				
N/A				
Descripción de acciones sobre el no conforme				
Fecha de la descripción:		01/05/2023	Fechas propuestas	Ejecución
Acciones	Responsables	Descripción de acciones	02/05/2023	02/05/2023
Corrección	Gabriela Herrera	Retirar el lote del producto que presentan error en las etiquetas	02/05/2023	02/05/2023
Acción correctiva	Cambio de etiquetas	Se procede a cambiar las etiquetas	03/05/2023	03/05/2023
	reacondicionamiento	Cambio de empaques de todos los productos	03/05/2023	03/05/2023
Aprobación				

Anexo 11. Entrevista a jefe de mantenimiento de la empresa NUTRISALMINSA S.A

Entrevista 5

Colaborador: Ing. Guillermo Chimborazo. **Cargo:** Jefe de mantenimiento NUTRISALMINSA S.A.

1. ¿Conoce ud, el rendimiento de las máquinas?

La producción planificada es de 100000 kg. de las cuales se producen 98660 kg. ese es el rendimiento de real de las maquinas.

2. ¿Conoce ud, los tiempos de paradas del equipo o del proceso?

Abril 25 - 2023		
Paradas del equipo o proceso		Paradas
08:00-08:40	Preparación de materia prima	
8:40-9:00	Parada por mezclado en la maquina	20 min
9:00-11:00	Operación normal	
11:00-11:15	Inspección control de calidad	
11:15-13:00	Operación normal	
13:00-14:00	Parada almuerzo	
14:00-14:30	parada por desperfecto en la selladora	30 min
14:30-15:00	Parada por cambio de producto	30 min
15:00-17:00	Operación normal	
Total		80 min.

1. ¿Cada cuanto se realiza mantenimiento preventivo?

Cada semana el ultimo día de trabajo se realiza una hora de limpieza de la planta y mantenimiento de las máquinas.

Anexo 12. Datos de producción mes de mayo para el cálculo de los indicadores claves de producción (eficacia y eficiencia)

Datos de producción mes mayo 2023		
Resultado alcanzado	109560	kg
Resultado esperado	100000	kg
Costo real	17870,46	\$
Costo estimado	13000	\$
Tiempo invertido	213	h
Tiempo previsto	207	h

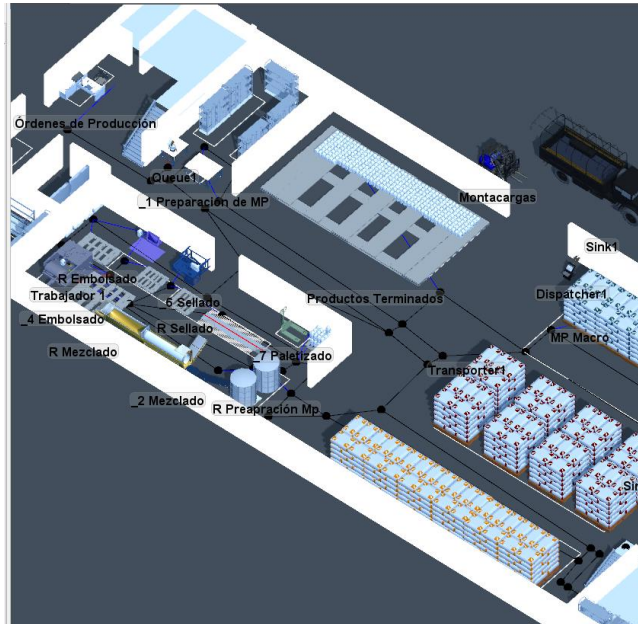
Anexo 13. Costo real de producción mes mayo 2023

Costo real mes mayo 2023		
Costo materia prima	12000	\$
Costo mantenimiento/repuestos	1000	\$
Costo mantenimiento	1450	\$
Costo fundas de empaque	1000	\$
Costo de electricidad	220,46	\$
Costo de mano de obra	2200	\$
Total	17870,46	\$

Anexo 14. Pasos para elaborar la simulación de la planta en FlexSim (método propuesto)

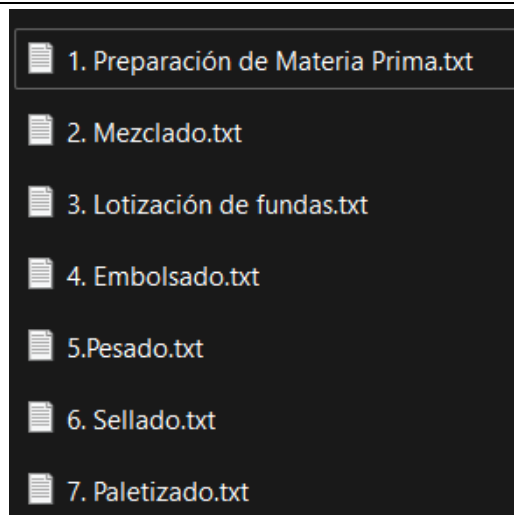
Simulación de la planta de producción (método propuesto)

Simulación de la planta en el software FlexSim



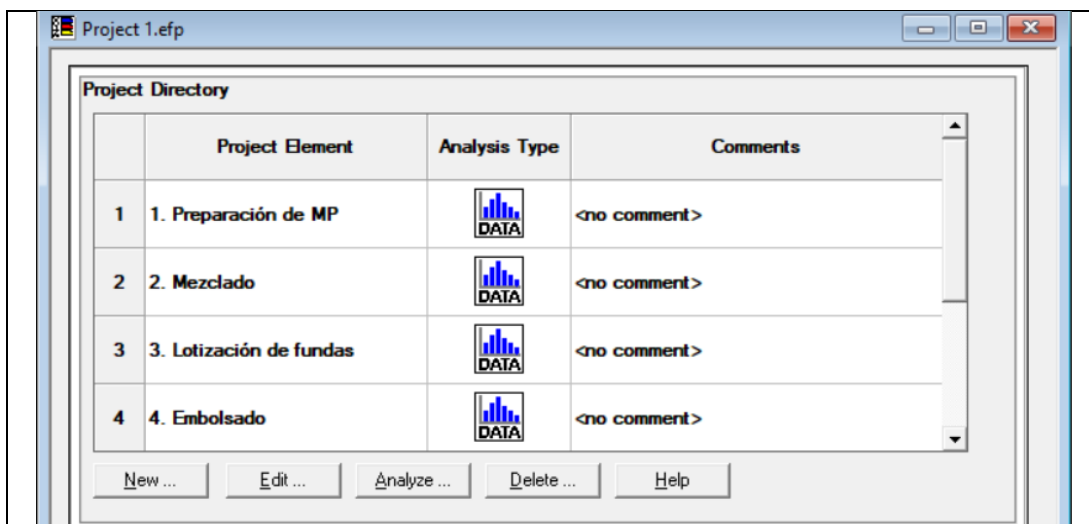
Datos de la toma de tiempos

La distribución de cada proceso productivo de la empresa se obtuvo a partir de generar 1000 datos con el tiempo y la desviación nominal.



Distribución de los procesos productivos

En ExpertFit (extensión de FlexSim), se introdujo los datos de los procesos para obtener las distribuciones.



El software ExpertFit arroja los valores de las distribuciones de cada proceso.

#	Etapas	Distribución
1	Preparación de MP	beta (23.079494, 342.779713, 21.123928, 21.331690, getstream(current))
2	Mezclado	beta (939.764380, 1271.754951, 30.697448, 16.441431, getstream(current))
3	Lotización de fundas	beta (237.718278, 1425.620826, 30.442712, 34.752002, getstream(current))
4	Embolsado	beta (414.299832, 3250.478335, 36.220392, 34.845233, getstream(current))
5	Pesaje	johnsonbounded (59.270330, 2451.574279, 0.473955, 3.501414, ,getstream(current))
6	Sellado	beta (231.290453, 1953.235583, 39.535029, 37.612879, getstream(current))
7	Paletizado	johnsonbounded (53.102403, 252.665238, -0.111901, 2.985988, getstream(current))

Distribuciones en arribos y procesos

A continuación, se muestra la programación de cada máquina y operario requerido en el proceso productivo.

1. Preparación de materia prima

_1 Preparación de MP Properties

_1 Preparación de MP

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content 1 Convey Items Across Processor Length

Setup Time 0 Use Operator(s) for Setup Number of Operators 1
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time beta (23.079494, 342.779713, 21.123928, 21.331690, getstrea) Use Operator(s) for Process Number of Operators 1

_1 Preparación de MP Properties

_1 Preparación de MP

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port First available

Use Transport current.centerObjects[1] Priority 0.00 Preemption no preempt

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

2. Mezclado

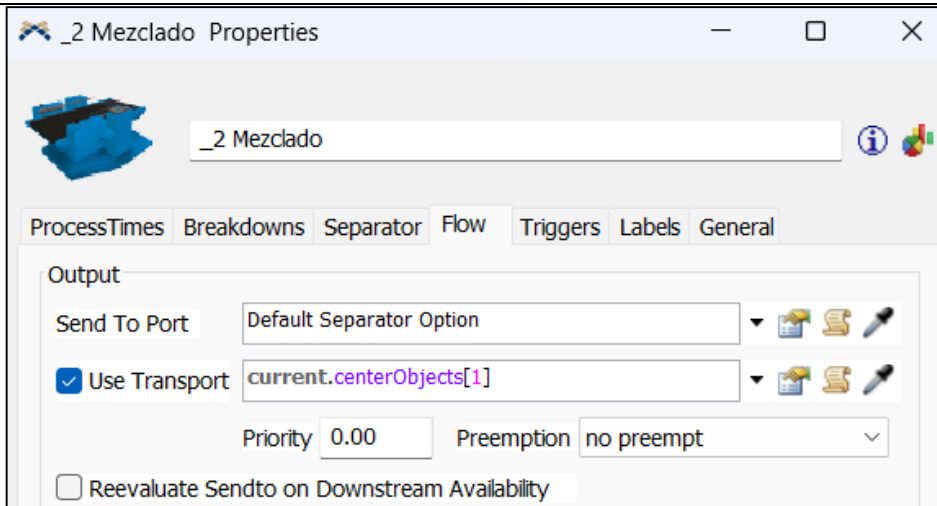
_2 Mezclado Properties

_2 Mezclado

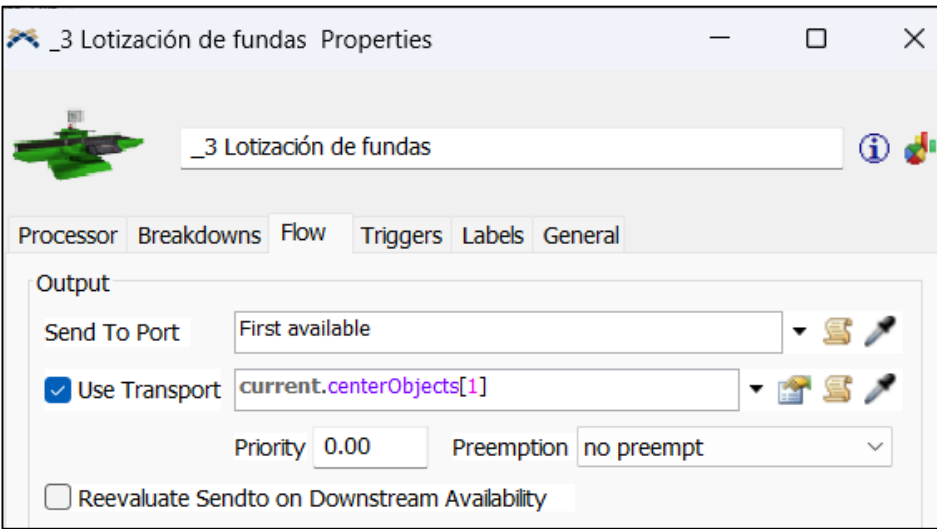
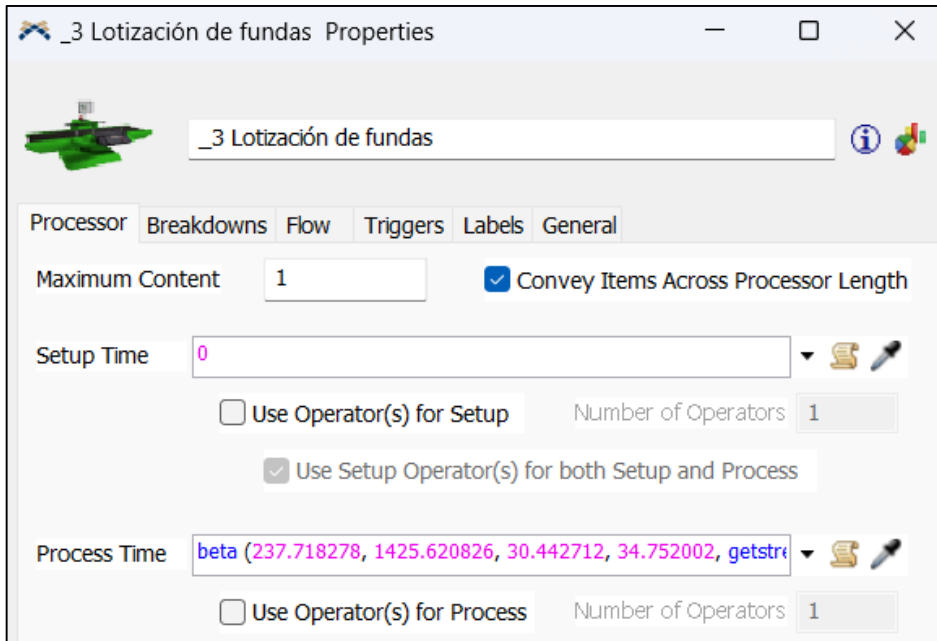
ProcessTimes Breakdowns Separator Flow Triggers Labels General

Setup Time 0 Use Operator(s) for Setup Number of Operators 1
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time beta (939.764380, 1271.754951, 30.697448, 16.441431, getstre) Use Operator(s) for Process Number of Operators 1



3. Lotización de fundas



4. Embolsado

_4 Embolsado Properties

_4 Embolsado

ProcessTimes Breakdowns Combiner Flow Triggers Labels General

Setup Time

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time

Use Operator(s) for Process Number of Operators

_4 Embolsado Properties

_4 Embolsado

ProcessTimes Breakdowns Combiner Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port

Use Transport

Priority Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

5. Pesaje

_5 Pesajes Properties

_5 Pesajes

ProcessTimes Breakdowns Separator Flow Triggers Labels General

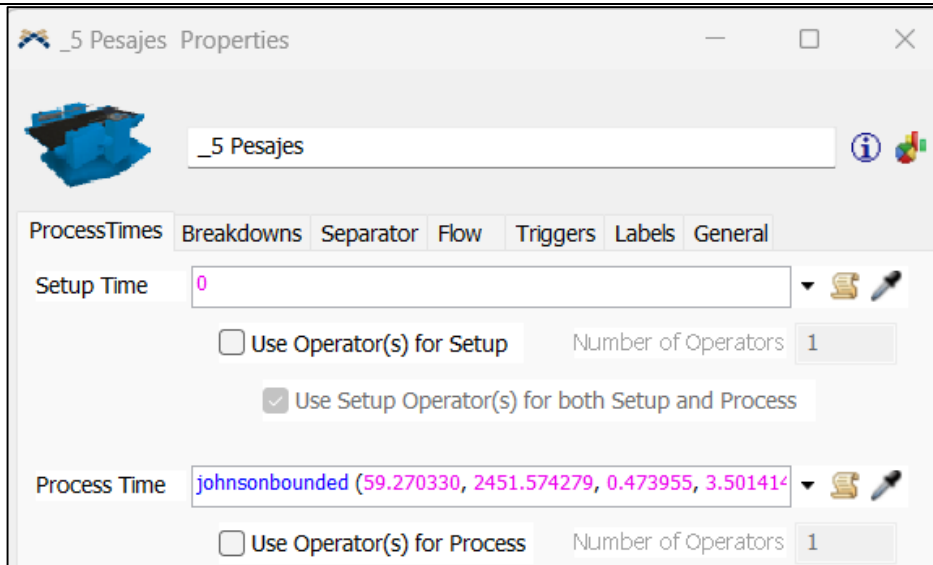
Setup Time

Use Operator(s) for Setup Number of Operators

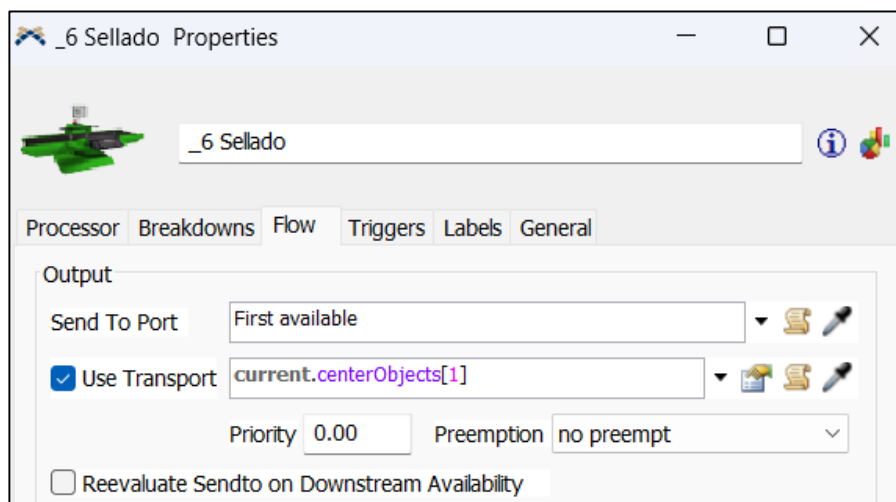
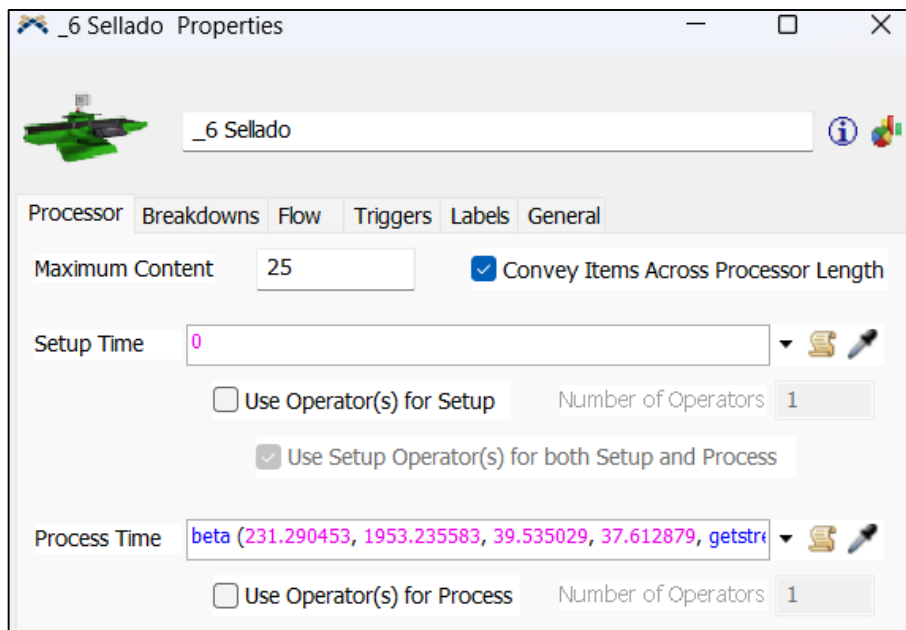
Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time

Use Operator(s) for Process Number of Operators



6. Sellado



7. Paletizado

_7 Paletizado Properties

_7 Paletizado

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Maximum Content Convey Items Across Processor Length

Setup Time Use Operator(s) for Setup Number of Operators
 Use Setup Operator(s) for both Setup and Process

Process Time Use Operator(s) for Process Number of Operators

_7 Paletizado Properties

_7 Paletizado

Processor Breakdowns Flow Triggers Labels General

Output

Send To Port

Use Transport

Priority Preemption

Reevaluate Sendto on Downstream Availability

Turnos de trabajo

Time Table Parameters Window

TimeTable1 Enabled

Members Functions Table

Mode Weekly Repeat Graphical Table

Snap To Color State

Day (select rows)	00:00	03:00	06:00	09:00	12:00	15:00	18:00	21:00
Mon								
Tue								
Wed								
Thu								
Fri								
Sat								
Sun								

Start: End: Duration:

Repeating Event

State Profile: Default State F Down State 1 - Idle Down Behavior None

Apply OK Cancel

Resultados

Tiempo de producción

Object	Min	Max	Ave
_1 Preparación de MP	0.00	0.00	
_2 Mezclado	0.00	0.00	
_3 Lotización de fundas	0.00	0.00	
_4 Embolsado	0.00	0.00	
_5 Pesajes	0.00	0.00	
_6 Sellado	0.00	0.00	
_7 Paletizado	0.00	0.00	

Total Travel

Object	Distance
Trabajador 1	0.00
Trabajador 2	0.00
Trabajador 3	0.00
Trabajador 4	0.00

Producción Final

Object	Input
Productos Terminados	0

Salidas en una jornada de trabajo

Resultados

Tiempo de producción

Object	Min	Max	Average
_1 Preparación de MP	139.37	245.21	185.65
_2 Mezclado	0.42	1168.46	46.06
_3 Lotización de fundas	637.12	899.18	768.90
_4 Embolsado	1563.59	2154.43	1840.90
_5 Pesajes	0.00	1220.82	40.73
_6 Sellado	894.13	1392.00	1118.38
_7 Paletizado	108.80	204.83	153.43

Total Travel

Object	Distance
Trabajador 1	355101.57
Trabajador 2	424589.36
Trabajador 3	93672.05
Trabajador 4	106863.25

Producción Final

Object	Input
Productos Terminados	300

Salidas en una semana de trabajo

Resultados

Tiempo de producción

Object	Min	Max	Average
_1 Preparación de MP	128.29	238.44	185.16
_2 Mezclado	0.00	1181.05	47.09
_3 Lotización de fundas	590.32	948.01	778.94
_4 Embolsado	1467.13	2359.58	1836.89
_5 Pesajes	0.00	1508.17	40.54
_6 Sellado	788.65	1457.01	1116.47
_7 Paletizado	106.03	208.89	154.61

Total Travel

Object	Distance
Trabajador 1	1889767.61
Trabajador 2	2201868.35
Trabajador 3	507070.40
Trabajador 4	600035.81

Producción Final

Object	Input
Productos Terminados	1875

Salidas en un mes de trabajo

Resultados

Tiempo de producción

Object	Min	Max	Average
_1 Preparación de MP	115.99	251.75	183.02
_2 Mezclado	0.25	1186.74	46.95
_3 Lotización de fundas	597.24	1004.17	779.37
_4 Embolsado	1377.68	2526.62	1824.15
_5 Pesajes	0.00	1392.94	39.29
_6 Sellado	725.22	1497.44	1113.74
_7 Paletizado	98.95	207.35	154.44

Total Travel

Object	Distance
Trabajador 1	8284043.59
Trabajador 2	9710226.00
Trabajador 3	2273782.50
Trabajador 4	2735070.60

Producción Final

Object	Input
Productos Terminados	8550