



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

CAPACIDAD PRODUCTIVA DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE HARINAS PREMEZCLADAS INDUSTRIALES Y PAQUETERÍA

Felix Leonel Paiz Romero

Asesorado por el Ing. Alfredo Arturo Arroyo Arriola

Guatemala, Septiembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CAPACIDAD PRODUCTIVA DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE
HARINAS PREMEZCLADAS INDUSTRIALES Y PAQUETERÍA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

FELIX LEONEL PAIZ ROMERO

ASESORADO POR EL ING. ALFREDO ARTURO ARROYO ARRIOLA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Ávila Echeverría
EXAMINADOR	Ing. Byron Chocoj Barrientos
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la universidad de san Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

CAPACIDAD PRODUCTIVA DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE HARINAS PREMEZCLADAS Y PAQUETERÍA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, el 29 de mayo de 2007.

Felix Leonel Paiz Romero

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS NUESTRO SEÑOR

Creador del cielo y de la tierra, por darme la fuerza, empeño y sacrificio para alcanzar mis metas.

MIS PADRES

Leonel Paiz y Mayra Romero, por todo su apoyo, consejos y amor incondicional, los cuales han sido muy valiosos en el transcurso de mi vida, les dedico este acto de graduación, por siempre creer en mí, infinitas gracias, ya que sin su ayuda no hubiera llegado hasta aquí.

MIS HERMANOS

Allan y Mayra, por todo el apoyo.

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Por los momentos compartidos a lo largo de la carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS Y NUESTRO SEÑOR JESUCRISTO

Por ser la luz de mi vida.

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA Y LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Por darme la oportunidad de formarme en sus aulas y ser una persona de bien para la sociedad y desarrollarme profesionalmente.

MI ASESOR

Por todo su apoyo, ayuda y el tiempo dedicado para la elaboración de mi trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1 MARCO TEÓRICO	1
Generalidades de la empresa	1
1.1 Ubicación y localización	1
1.2 Breve Reseña histórica	1
1.3 Organización	2
1.4 Visión	3
1.5 Misión	4
1.6 Política de la empresa	4
1.7 Productos que elabora	4
1.8 Jornadas de trabajo	5
1.9 Marco teórico del proyecto	5
1.9.1 Productividad	5
1.9.2 Errores comunes acerca de la productividad	6
1.9.3 Importancia y función de la productividad	6
1.9.4 Medición de la productividad	7
1.9.5 Factores de mejoramiento de la productividad	11
1.9.6 Técnicas de mejoramiento de la productividad	13

1.9.7 Herramientas de análisis	17
1.9.8 Diagrama de flujo del proceso	29
1.9.9 Diagrama de recorrido de actividades	30
1.9.10 Calidad y productividad	30
1.9.11 Matriz de productividad por objetivos	35
2 SITUACIÓN ACTUAL	37
2.1 Descripción del flujo del proceso	37
2.2 Diagrama de recorrido	50
2.3 Análisis del flujo del proceso	52
2.4 Identificación de variables a analizar	61
2.5 Estudios de áreas productivas en planta	62
3 PROPUESTA DEL PROYECTO	87
3.1 Diagrama de Pareto	87
3.2 Gráficos de control	89
3.3 Cálculo de las productividades (totales y parciales)	107
3.4 Matriz por objetivos	110
4 IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	113
4.1 Descripción de puntos a mejorar	113
4.2 Propuestas al flujo del proceso	125
4.3 Definición de puntos de control	127

5 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	129
5.1 Identificación y categorización de impactos	129
5.2 Predicción y evaluación de impactos	130
5.3 Verificación y acción correctiva	132
6 MEJORA CONTINUA	135
6.1 Seguimiento y mejora del proceso	135
6.2 Divulgación y concientización al personal involucrado	136
CONCLUSIONES	137
RECOMENDACIONES	139
BIBLIOGRAFÍA	141

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Organigrama aseguramiento de calidad.	2
2. Organigrama planta.	3
3. Principio de Pareto.	18
4. Simbología de diagrama de proceso.	29
5. Clasificación de evolución de calidad y productividad.	32
6. Diagrama de flujo del proceso.	38
7. Diagrama de proceso área de mezclas.	44
8. Área de mezclado.	45
9. Diagrama de proceso área de empaque.	48
10. Área de empaque.	49
11. Área empacadora automática.	49
12. Diagrama recorrido del proceso.	51
13. Diagrama hombre - máquina M-2400.	63
14. Diagrama hombre - máquina M-600.	65
15. Diagrama de Pareto.	88
16. Gráfica de rangos máquina uno.	93
17. Gráfica de promedios máquina uno.	94
18. Gráfica de rangos máquina dos .	97
19. Gráfica de promedios máquina dos.	98
20. Gráfica de rangos máquina tres.	101
21. Gráfica de promedios máquina tres.	102
22. Gráfica de rangos máquina cuatro.	105

23. Gráfica de promedios máquina cuatro.	106
24. Diseño área de prepesado.	120
25. Dimensiones del área de trabajo.	121
26. Ubicación 1, área de prepesado.	122
27. Ubicación 2, área de prepesado.	123
28. Diagrama de flujo de proceso (propuesto) área de mezclado.	126
29. Propuesta reporte de paros y fallas.	127

TABLAS

I. Resumen del diagrama de flujo de proceso.	41
II. Actividades al inicio de producción en mezcladoras.	52
III. Operaciones de mezclado.	53
IV. Actividades y recursos M – 2400.	54
V. Actividades y recursos M – 600.	55
VI. Codificación de limpieza.	56
VII. Categorización de limpieza M – 2400.	57
VIII. Categorización de limpieza M – 600.	58
IX. Tiempos de limpieza en mezcladoras.	59
X. Toma de tiempos línea uno.	70
XI. Cálculo de tiempos línea uno.	70
XII. Toma de tiempos línea dos.	73
XIII. Cálculo de tiempos línea dos.	74
XIV. Toma de tiempos línea tres.	76
XV. Cálculo de tiempos línea tres.	77

XVI.	Toma de tiempos línea cuatro.	79
XVII.	Cálculo de tiempos línea cuatro.	80
XVIII.	Tiempos no productivos línea de empaque automatizado.	82
XIX.	Tabla de Pareto.	88
XX.	Tolerancias de variación de peso norma COGUANOR	91
XXI.	Muestra de pesos máquina uno.	92
XXII.	Muestra de pesos máquina dos.	96
XXIII.	Muestra de pesos máquina tres.	100
XXIV.	Muestra de pesos máquina cuatro.	104
XXV.	Tabla resumen productividades / eficiencia.	110
XXVI.	Matriz por objetivos.	111
XXVII.	Tabla comparativa ciclos de mezclado Actual / propuesto	118
XXVIII.	Matriz de Leopold / resultado de impactos.	131

GLOSARIO

EFICIENCIA	Capacidad de cumplir una meta o un objetivo determinado.
EFICACIA	Capacidad de cumplir con un objetivo con el máximo aprovechamiento de recursos.
PRODUCTIVIDAD	Capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, relación entre lo producido y los medios empleados tales como mano de obra, materiales, energía, otros.
RENTABILIDAD	Utilidad o beneficio que se obtiene en un período de tiempo, por la prestación de servicios o productos.
PEPS	Sistema de rotación de inventarios en donde los materiales que ingresaron primero, son los primeros en utilizarse quedando en espera los ingresos recientes, (primero en entrar, primero en salir).

EXTRUSION

Dar forma a una masa metálica, plástica, otros, haciéndola salir por una abertura especialmente dispuesta.

HOMOGENEIDAD

Sustancia o mezcla de varios componentes de composición y estructura uniformes.

BOBINA

Rollo de hilo, cable, papel, plástico, con una ordenación determinada, montado o no sobre un soporte.

FARDO

Agrupación de unidades de producto dentro de una caja de cartón corrugado para su manejo, almacenamiento y transporte.

BATCH

Lote de producción de algún tipo de producto para su identificación y clasificación.

OCIO

Cesación del trabajo, inacción, o total omisión de la actividad.

GRANULOMETRÍA

Parte de la petrográfica que trata sobre la medida del tamaño de partículas, granos y sustancias.

CICLO DE MEZCLADO

consiste en el tiempo que deben dar el giro del mezclador a favor y en contra de las manecillas del reloj.

RESUMEN

El estudio del aprovechamiento óptimo de recursos es de suma importancia para las organizaciones en vista de una mejora continua de procesos y productos, el análisis productivo en cualquier organización es de gran importancia, ya que da a conocer de qué forma se realizan las operaciones, y se puede observar puntos de mejora de acuerdo al aprovechamiento de los recursos.

El análisis productivo es el tema central del presente trabajo de graduación, se analizarán las operaciones del proceso productivo, en el cual se obtendrán las eficiencias en el proceso, se desarrollará un estudio de tiempos, diagramas de proceso, capacidad de producción, entre otros.

El estudio abarca el proceso productivo de la planta de premezclas, básicamente, el proceso se divide en dos áreas diferentes, una dependiente de la otra, las cuales son mezclado y empaque de harinas premezcladas, cada una se analizará de forma diferente, debido a efectos de su proceso.

El área de empaque se analizará, mediante estudios de tiempos y movimientos, siendo el proceso de empaque en su mayoría manual. El área de mezclas se estudiará mediante diagramas hombre/máquina, ya que dependen del ciclo de mezclado de los productos, así como del equipo disponible la producción de premezclas.

El presente trabajo está dividido en seis capítulos, en los cuales se describe el marco teórico, la situación actual del proceso, propuesta del proyecto, implementación de la propuesta, estudio de impacto ambiental y mejora continua.

OBJETIVOS

GENERAL

Realizar el estudio de los procesos de manufactura y operaciones a fin de determinar mejoras en el proceso productivo para aumentar la productividad.

ESPECÍFICOS

1. Reducir el desperdicio de material de empaque e ingredientes en la planta.
2. Optimizar el uso de los recursos de tiempo, mano de obra y energía.
3. Evitar reprocesos de lotes de producción, analizando sus causas y estudiar la manera de minimizarlas.
4. Optimizar el uso de espacio e instalaciones en la planta.
5. Crear un mejor ambiente de trabajo, cumpliendo con los estándares de seguridad e inocuidad alimenticia requeridos por HACCP e ISO 9000.
6. Aumentar la capacidad productiva de la planta.
7. Mantener y mejorar los estándares de calidad de los productos elaborados en planta de producción.

INTRODUCCIÓN

Actualmente las tendencias de globalización, Tratados de Libre Comercio, competencia internacional, encarecimiento de materias primas, entre otros, es necesario hacer más eficientes los procesos productivos en conjunto con el desarrollo de la mejor calidad.

El análisis de los procesos productivos presenta la situación actual de la empresa, se analizaron los aspectos para mejorar la productividad, se debe analizar la productividad y eficiencia de los elementos de producción, tales como mano de obra, maquinaria y recursos, a fin de ver su interrelación en el proceso, evitando situaciones que afecten la capacidad instalada de la empresa, siendo algunos de estos las mermas de ingredientes y material de empaque, pérdidas de tiempo, utilización inadecuada del espacio y energía.

Al analizar los aspectos anteriormente mencionados, se puede plantear puntos de mejora, para lograr el desarrollo de las operaciones y manufactura de la planta, para ello, se analizarán los procesos en planta y la utilización de equipos, que evaluará las productividades parciales. Finalmente, se verá la interrelación de las mismas, como un conjunto para observar el comportamiento global del proceso, a fin de determinar el grado de eficiencia en que se están desarrollando las actividades de manufactura.

MARCO TEÓRICO

Generalidades de la empresa

1.1 Ubicación y localización

La planta de premezclas es parte de una empresa productora de harinas que como complemento a su unidad de negocios, se observó la oportunidad de mercado de fabricar premezclas, la misma se encuentra ubicada en el sector industrial, en la zona 12 Calzada Atanasio Tzul.

1.2 Breve reseña histórica.

La empresa inicia como una inquietud de inversionistas guatemaltecos que deciden pedir apoyo a conocedores, en el área de la molinería en Italia, para la construcción de un molino de harina de trigo, estos no muestran interés en el proyecto, por lo que deciden pedir apoyo a empresas de los Estados Unidos de Norte América. En este país contactan a una de las más sólidas empresas, la cual se muestra interesada en el proyecto y aporta una cantidad considerable para llevarlo a cabo.

Se funda la empresa, bajo supervisión directa de los inversionistas estadounidenses, los cuales colocan a técnicos colegiados especialistas en molinería al frente de la producción. Al fundar la empresa crean dos divisiones, la división de harinas de trigo y la división de premezclas, en la cual se realiza este estudio.

Dado el clima político de Guatemala, en los años 80 los estadounidenses se retiran del país. En los años 90, la empresa que había quedado a cargo de inversionistas guatemaltecos empezó a formar parte de un grupo consolidado en el área de las harinas.

1.3 Organización

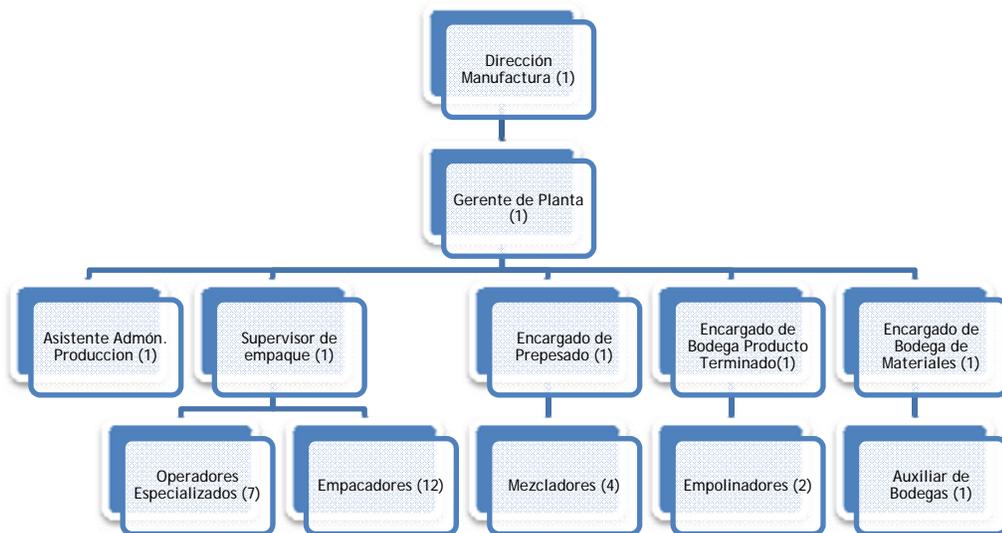
La organización de la planta de premezclas está dividida en las áreas de manufactura, operaciones, y aseguramiento de calidad, se pueden observar los organigramas en las siguientes ilustraciones.

Figura 1 Organigrama aseguramiento calidad



Fuente: manual de manufactura.

Figura 2 Organigrama planta



Fuente: manual de manufactura.

1.4 Visión

Ser líder en la producción y comercialización de harinas de trigo y sus derivados, con presencia en Centroamérica, el Caribe y México, aprovechando las oportunidades que ofrece el mercado en cereales y productos afines, actuando dentro de un marco de responsabilidad social empresarial que ayude a mejorar la calidad de vida de los colaboradores y del ámbito geográfico en el que se opera.

1.5 Misión

Producir y comercializar productos derivados de cereales, basándose en la atención al cliente, mejora continua de los procesos, logrando incrementos de rentabilidad que cumplan o superen las expectativas de los inversionistas, contribuyendo a la calidad de vida de los colaboradores y del ámbito geográfico en que se opera.

1.6 Política de la empresa

Desarrollar y comercializar premezclas que cumplan con los requisitos de calidad, seguridad alimentaria, legal y reglamentaria, establecido en el sistema de gestión de calidad, basado en la mejora continua y la gestión y desarrollo del recurso humano para la satisfacción del cliente.

1.7 Productos que elabora

La empresa se dedica a la producción de harinas premezcladas centrándose la línea de negocios en la manufactura de productos de consumo doméstico, siendo estos premezclas de pasteles, magdalenas, brownies, donas, frostys, panqueques, en distintos sabores y presentaciones.

1.8 Jornadas de trabajo

Se trabaja mediante jornada diurna normal iniciando a las 7:00 am, concluyendo a las 4:00 pm, cuando los requerimientos de manufactura sean mayores a los disponibles en una jornada normal y de ser necesario planificar trabajo en tiempo extra, jornadas mixtas o jornadas nocturnas.

1.9 Marco teórico del proyecto

1.9.1 Productividad

Uno de los caminos para que un negocio pueda crecer y aumentar la rentabilidad es aumentando la productividad, y el instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y el sistema óptimo para el pago de salarios.

La productividad se puede definir como la utilización óptima de los recursos invertidos, relación entre recursos obtenidos vrs. Recursos invertidos = productos/insumos, buscar el costo más bajo con la máxima satisfacción de la empresa.

Algunos lo definen como la capacidad de producir, otros como el cociente al dividir la producción por uno de los factores de producción, también relación entre producción y los medios empleados para lograrla.

1.9.2 Errores comunes de la productividad

Muchas personas piensan que aumentando la producción se aumenta la productividad, pero eso no es cierto si los factores utilizados aumentan en la misma proporción.

Por ejemplo si se fabrican 10,000 calculadoras empleando 50 personas que trabajan 8 horas durante 25 días.

Producción = 10000

Productividad (de trabajo) = $10000 / (50 \times 8 \times 25) = 1$ calculadora / hora-hombre, Si la producción aumenta a 12000 calculadoras, empleando 60 hombres que trabajan 8 horas durante 25 días.

Producción = 12000

Productividad (de trabajo) = $12000 / (60 \times 8 \times 25) = 1$ calculadora / hora-hombre.

1.9.3 Importancia y función de la productividad

El estudio y mejoramiento de los procesos conduce a una mejor rentabilidad de las organizaciones, siendo esta parte importante de la mejora continúa en cualquier organización.

La función de la productividad consiste en definir la eficiencia de un proceso de acuerdo a las actividades que se desarrollan así como también la capacidad que tiene un proceso de producir un bien o un servicio de forma eficaz.

La importancia de la productividad consiste en que sirve de base para la mejora de los procesos, así como también analizar las operaciones para definir puntos de mejora, para aumentar la eficiencia del proceso en estudio.

1.9.4 Medición de la productividad

La producción total de una empresa es el resultado de la conjunción de todos los factores productivos. Si se aumenta la cantidad aportada de todos los factores, la producción aumentará indefinidamente. Pero si se mantiene igual, la cantidad aplicada de todos los factores y se empieza a aumentar la cantidad de sólo un factor, la producción total aumentará cada vez más lentamente, hasta dejar de crecer. Esta es la que se conoce como ley de los rendimientos decrecientes.

Productividad: La fórmula es una relación entre número de unidades producidas e insumos utilizados. Se calcula de la siguiente manera: unidades producidas / Insumos, este modelo se aplica a una empresa manufacturera, taller o que fabrique un conjunto homogéneo de productos. Sin embargo, muchas empresas modernas manufacturan una gran variedad de productos, estas últimas son heterogéneas tanto en valor como en volumen de producción, de acuerdo a su complejidad tecnológica puede presentar grandes diferencias, en estas empresas la productividad global se mide basándose en un número definido de "Centros de utilidades" que representan en forma adecuada la actividad real de la empresa.

La fórmula para la productividad total es: suma de todos los productos producidos divididos entre todos los insumos utilizados, es decir

$$PRODUCTIVIDAD = \frac{[PRODUCCIÓN A + prod. b + prod. N \dots]}{insumos}$$

Finalmente, otras empresas miden su productividad en función del valor comercial de los productos.

Índice de Productividad: Con el fin de medir el progreso de la productividad, generalmente se emplea el ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD (P) como punto de comparación:

$$P = \frac{100 * (productividad observada)}{estandar de productividad}$$

La productividad observada es la productividad medida durante un período definido (día, semana, Mes, año), en un sistema conocido (taller, empresa, sector económico, departamento, mano de obra, energía, país) El estándar de productividad es la productividad base o anterior que sirve de referencia. Con lo anterior, se observa que se puede obtener diferentes medidas de productividad, evaluar diferentes sistemas, departamentos, empresas, recursos como materias primas, energía, entre otros. Pero lo más importante es ir definiendo la tendencia por medio del uso de índices de productividad, a través del tiempo en las empresas, realizar las correcciones necesarias, con el fin de aumentar la eficiencia y ser más rentables.

Estudio de tiempos y movimientos:

Esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible, para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga, demoras personales y retrasos inevitables.

Para establecer un estándar se tienen varias técnicas:

- Datos estándares
- Muestreo del trabajo
- Estudio cronométrico de tiempos.
- Estimación basado en datos históricos
- Datos de los movimientos fundamentales.

En los procesos productivos donde no hay historial de mediciones de tiempo ni comparaciones con datos estándar, es necesario realizar estudios cronométricos de tiempos y definir tiempos estándar.

Tiempo cronometrado: Tiempo en que se obtienen las lecturas cuando el operador ejecuta la actividad.

$$T_c = \frac{\sum (x_i)}{N}$$

Tolerancia o concesión: Asignación del tiempo en la que el trabajador no puede operar, puede ser fallas de equipo, falta de materiales, piezas defectuosas, necesidades personales.

Tiempo normal: Tiempo necesario para completar un ciclo de tareas o tarea, a una velocidad normal de trabajo que se toma en cuenta para calcular el tiempo estándar para la operación.

$$Tn = \frac{Tc}{Eficiencia}$$

Tiempo estándar: Es una función de la calidad de tiempo necesario para desarrollar una unidad de trabajo.

$$Ts = Tn * \%conces + Tn$$

Eficiencia de línea: Es el grado de habilidad y destreza del personal que realiza las operaciones en el área de trabajo, y depende de cada equipo de trabajo o línea de proceso.

$$Eflinea = \frac{\sum Ts}{\#estaciones * Ts \max}$$

Índice de producción: Estima el índice necesario de producción de acuerdo a la demanda.

$$I = \frac{demanda}{tiempodispHF}$$

Cantidad Operarios / estación: Estima la cantidad de operarios por estación.

$$N.op = \frac{T_s * I}{Eflinea}$$

Operación más lenta: Identifica la operación que tarda más tiempo en llevarse a cabo, siendo ésta la que dicte el ritmo de producción del grupo de trabajo.

$$OP = \frac{T_s}{\%op}$$

Ritmo de línea: Da como resultado la capacidad de producción de acuerdo al personal, tiempos de trabajo eficiencias y tiempos de concesión.

$$RL = \frac{tiempodisponible}{T_s + lento}$$

1.9.5 Factores de mejoramiento de la productividad

Los factores que afectan el mejoramiento de la productividad son internos o externos, los cuales influyen directa o indirectamente el aprovechamiento de los recursos en una unidad de negocios, siendo estos:

Factores internos

- Terrenos y edificios
- Materiales

- Energía
- Maquinaria y equipo
- Recurso humano
- Métodos y procesos

Factores externos

- Disponibilidad de materiales o materias primas
- Mano de obra calificada
- Políticas estatales relativas a tributación y aranceles
- Infraestructura existente
- Disponibilidad de capital e intereses
- Medidas de ajuste aplicadas

Factores internos

Pueden haber varios factores internos que se deben de optimizar para evitar que éstos afecten la productividad, por ejemplo, en el tema de terrenos y edificios puede ser que la producción esté cumpliendo con los requisitos, pero que no se tenga espacio donde almacenar el producto, pero que a esto se tiene que bajar el ritmo de la producción. Asimismo se puede contar con todos los recursos necesarios para producir, pero puede ser que la maquinaria y el equipo no estén en buenas condiciones y se tengan que hacer paradas no programadas. Lo importante es que todos los factores internos que afectan a la productividad sí se pueden controlar.

Factores externos

Cuando se habla de los factores externos que afectan la productividad se debe tener en cuenta que éstos no se pueden controlar, pero sí se pueden prevenir, se puede dar el caso que se compre una maquinaria fuera del país de última tecnología, pero lo más probable es que en Guatemala no exista mano de obra calificada para ese tipo de máquina, costaran muchos recursos en enseñarle a alguien a operar la máquina y obtener los niveles de productividad deseados.

1.9.6 Técnicas de mejoramiento de la productividad

Existen algunas técnicas conocidas para el mejoramiento de la productividad relacionadas con la tarea desde la perspectiva de la productividad. Estas técnicas se han usado para mejorar la productividad humana en general y la productividad de la mano de obra directa en particular. No se puede pasar por alto su impacto sobre los otros cuatro factores de insumo (capital, materiales, energía y otros gastos) si se espera evaluar con certeza el cambio en el costo total de manufactura de un producto o de proporcionar un servicio. Algunas de las técnicas son: Ingeniería de métodos, simplificación y estandarización de tareas, medición del trabajo, diseño del trabajo, evaluación del trabajo, diseño de la seguridad en el trabajo, ingeniería de factores humanos (ergonomía), programación de la producción.

Análisis de los procesos: Hace tres décadas, el rediseño de procesos únicamente pretendía “racionalizar” el proceso; en otras palabras, eliminar los cuellos de botella y las ineficiencias obvias.

Éste era el enfoque del aspecto “simplificación del trabajo” que tenía la Ingeniería Industrial, un legado importante del taylorismo. Cada una de las visiones estratégicas de las empresas implica objetivos específicos para el rediseño de un proceso.

Reducción de costos: Este objetivo estaba implícito en el enfoque tradicional de “racionalización”, el costo es un objetivo importante de rediseño, aunque es insuficiente por sí solo. Aunque la optimización de otros objetivos parece controlar los costos, la optimización de los costos raras veces alcanza otros objetivos.

Reducción de Tiempo: La reducción del tiempo ha sido un objetivo secundario de la Ingeniería Industrial tradicional. No obstante, un número cada vez mayor de compañías está comenzando a competir con base en el tiempo. Los procesos son la unidad ideal para un análisis basado en la reducción del tiempo. Un enfoque común para reducir el tiempo, desde el momento en que se diseña un producto, es hacer que los pasos comiencen simultánea y no secuencialmente. Este enfoque ha sido adoptado para diseñar computadoras, equipo telefónico, automóviles y fotocopiadoras.

Calidad de la Producción: Todos los procesos tienen manufactura y desarrollo de operaciones, ya sea física –tal como sucede con la manufactura de un producto tangible—o de información –tal como la adición de datos al archivo de un cliente--.

La calidad de la producción es el principal objetivo de la mejora de procesos en los entornos de manufactura, pero es igualmente importante en las industrias de servicios. La medida de calidad de la producción puede ser uniformidad, variabilidad o ausencia de defectos. Estos criterios deben ser definidos por el cliente del proceso.

Mejoras que deben tenerse en cuenta para la medida del trabajo: Son las que se derivan del estudio de la secuencia y simultaneidad de gestos y movimientos elementales que realiza el ejecutante para llevar a cabo la operación encomendada. Constituyen el llamado modo operatorio y depende, su mayor o menor eficacia y corrección del grado de formación y nivel de habilidad que haya alcanzado. Es evidente la necesidad de comprobar, al iniciar un estudio de tiempos, si el modo operatorio es correcto, es decir, si no cabe introducir mejoras sustanciales en el proceso operatorio, mejoras que han de tener prioridad sobre toda medida de los tiempos de ejecución.

Mejoras al aprovechamiento de la mano de obra: En términos generales, la mejor o peor utilización del personal es consecuencia directa de la mejor o peor organización del trabajo y del número de ejecutantes asignado para la realización del mismo. En definitiva son factores que no dependen del personal ejecutante, por lo que sería posible proceder a una medida de los tiempos de ejecución, dejando para una etapa posterior la mejora de los métodos.

Sin embargo, no debe olvidarse que la utilización deficiente del personal ocasiona mayor tiempo de esperas y tiempos inactivos que pueden verse muy reducidos en una posterior acción de mejora de métodos, con la resistencia consiguiente del personal afectado es aconsejable que la acción de mejora de métodos preceda siempre a la medida del trabajo y consiguiente fijación de desempeño de las operaciones.

Mejoras de Métodos como tiempos asignados: En los casos en que los tiempos asignados para determinadas operaciones se comprueben que, por diferentes circunstancias, ha ido quedando excesivamente “holgado” y no sea aconsejable psicológicamente reducirlos, la solución puede consistir en modificar radicalmente el método, procediendo entonces, a la medición de los tiempos según el nuevo método. Las mejoras emprendidas con este fin tendrán, en general prioridad en el programa de acción.

Principios de economía de movimientos:

- El trabajo debe ser ordenado para que pueda ser automatizado en el futuro.
- Debe tenerse en cuenta la naturaleza simétrica del cuerpo (los movimientos de los brazos deben ser simultáneos).
- El cuerpo humano fue diseñado para utilizar su capacidad, permitiendo que ninguna de sus manos permanezcan en ocio.
- Los brazos y manos están sujetos a las leyes físicas de tal manera que debe considerarse la conservación del impulso, el movimiento

parabólico de manos, reducción de distancia entre movimientos, la necesidad de transferir actividades a las máquinas en lo posible.

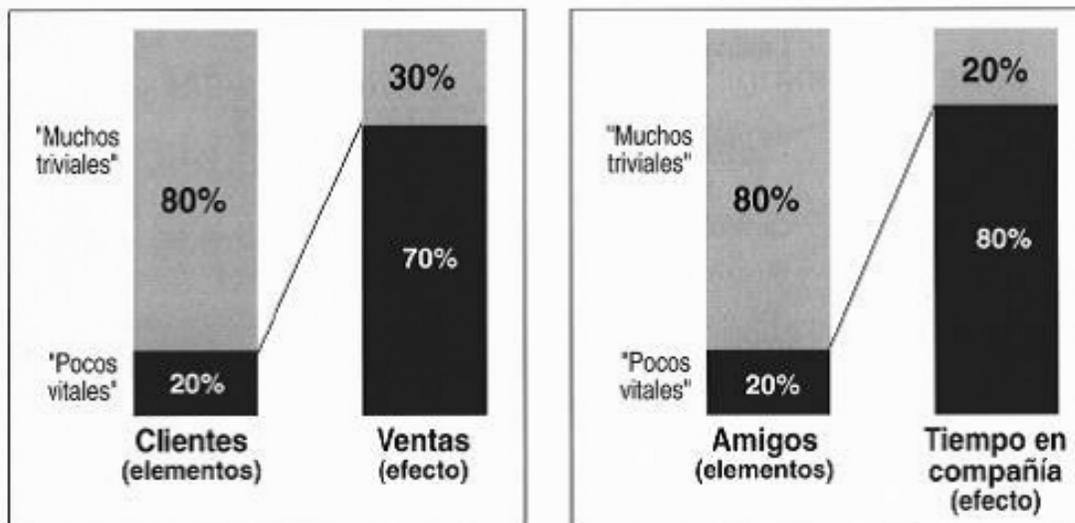
- El trabajo debe simplificarse, el contacto visual debe ser limitado, debe eliminarse trabajos innecesarios y el ocio, debe reducirse el grado de precisión en los movimientos, deben reducirse los movimientos al mínimo.
- Demora (o retraso) inevitable: corresponde al tiempo muerto en el ciclo de trabajo por una o ambas manos, según la naturaleza del proceso.
- Demora (o retraso) evitable: es todo tiempo muerto que ocurre durante el ciclo de trabajo y del que sólo el operario es responsable, intencional o no intencionalmente.
- Planear: es el proceso mental que ocurre cuando el operario se detiene para determinar la acción a seguir.
- Descansar (o hacer alto en el trabajo): esta clase de retraso aparece rara vez en un ciclo de trabajo, pero suele aparecer periódicamente como necesidad que experimenta el operario de reponerse de la fatiga.

1.9.7 Herramientas de análisis

Diagrama de Pareto:

El principio de Pareto afirma que en todo grupo de elementos o factores que contribuyen a un mismo efecto, unos pocos son responsables de la mayor parte de dicho efecto.

Figura 3 Principio de Pareto



Fuente: el autor.

El Análisis de Pareto es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto.

El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías: Las "Pocas Vitales" (los elementos muy importantes en su contribución) y los "Muchos Triviales" (los elementos poco importantes en ella).

Características principales

- Priorización: identifica los elementos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo.
- Unificación de criterios: enfoca y dirige el esfuerzo de los componentes del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común.

- Carácter objetivo: su utilización fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas.
- Simplicidad: tanto la tabla como el diagrama de Pareto no requieren ni cálculos complejos, ni técnicas sofisticadas de representación gráfica.
- Impacto visual: el diagrama de Pareto comunica de forma clara, evidente y de un "vistazo", el resultado del análisis de comparación y priorización.

Construcción

Paso 1: Preparación de los datos

Recoger los datos correctos o asegurarse de que los existentes son confiables.

- Un efecto cuantificado y medible sobre el que se quiere priorizar (Costes, tiempo, número de errores o defectos, porcentaje de clientes, otros).
- Una lista completa de elementos o factores que contribuyen a dicho efecto (tipos de fallos o errores, pasos de un proceso, tipos de problemas, productos, servicios, otros).

Los datos, existan o haya que recogerlos, deberán ser:

- Objetivos: basados en hechos, no en opiniones.
- Consistentes: debe utilizarse la misma medida para todos los elementos contribuyentes y los mismos supuestos y cálculos a lo largo del estudio, ya que el análisis de Pareto es un análisis de comparación.
- Representativos: debe reflejar toda la variedad de hechos que se producen en la realidad.

- Verosímiles: evitar cálculos o suposiciones controvertidas, ya que se busca el soporte para la toma de decisiones, si no se cree en los datos, no apoyarán las decisiones.

Paso 2: Cálculo de las contribuciones parciales y totales.

Ordenación de los elementos o factores incluidos en el análisis

Para cada elemento contribuyente sobre el efecto, anotar su magnitud. Ordenar dichos elementos de mayor a menor, según la magnitud de su contribución. Calcular la magnitud total del efecto como suma de las magnitudes parciales de cada uno de los elementos contribuyentes.

Paso 3: Calcular el porcentaje y el porcentaje acumulado, para cada elemento de la lista ordenada.

El porcentaje de la contribución de cada elemento se calcula:

$\% = (\text{magnitud de la contribución} / \text{magnitud del efecto total}) \times 100.$

El porcentaje acumulado para cada elemento de la lista ordenada se calcula:

- Por suma de contribuciones de cada uno de los elementos anteriores en la tabla, más el elemento en cuestión como magnitud de la contribución, y aplicando la fórmula anterior.
- Por suma de porcentajes de contribución de cada uno de los elementos anteriores más el porcentaje del elemento en cuestión. En este caso habrá que tener en cuenta que estos porcentajes, en general, han sido redondeados.
- Una vez completado este paso se tiene construida la tabla de Pareto.

Paso 4: Dibujar un gráfico de barras que representa el efecto de cada uno de los elementos contribuyentes.

La altura de cada barra es igual a la contribución de cada elemento, tanto medida en magnitud por medio del eje vertical izquierdo como en porcentaje por medio del eje vertical derecho.

Paso 5: Trazar un gráfico lineal, cuyos puntos representan el porcentaje acumulado de la tabla de Pareto.

Paso 6: Marcar los puntos del gráfico en la intersección de la prolongación del límite derecho de cada barra, con la magnitud del porcentaje acumulado correspondiente al elemento representado en dicha barra.

Paso 7: Señalar los elementos "pocos vitales" y los "muchos triviales".

Trazar una línea vertical que separa el diagrama en dos partes y sirve para visualizar la frontera entre los "pocos vitales" y los "muchos triviales", basados en el cambio de inclinación entre los segmentos lineales correspondientes a cada elemento.

Rotular las dos secciones del diagrama.

Rotular el porcentaje acumulado del efecto correspondiente al último elemento incluido en la sección "pocos vitales".

Interpretación

El objetivo del análisis de Pareto es utilizar los hechos para identificar la máxima concentración de potencial del efecto en estudio (magnitud del problema, costes, tiempo, otros) en el número mínimo de elementos que a él contribuyen.

Con este análisis se enfoca el esfuerzo en las contribuciones más importantes, con objeto de optimizar el beneficio obtenido del mismo.

Utilización

El análisis de Pareto sirve para establecer prioridades y para enfocar y dirigir las acciones a desarrollar posteriormente. Por otra parte, permite basar la toma de decisiones en parámetros objetivos, por tanto, permite unificar criterios y crear consenso.

Este análisis es aplicable en todos los casos en que se deban establecer prioridades para no dispersar el esfuerzo y optimizar el resultado de dicha inversión. Además es útil para:

- Asignar prioridades a los problemas durante la definición y selección de proyectos.
- Identificar las causas claves de un problema.
- Comprobar los resultados de un grupo de trabajo una vez implantada la solución propuesta por el mismo.

Luego se compara el diagrama de Pareto de la situación inicial con el de la situación actual y se comprueba que la contribución de los elementos inicialmente más importantes haya disminuido notablemente.

Gráficos de control

Son técnicas auxiliares en la resolución de problemas y para la mejora de la calidad. La obtención de los gráficos de control se obtiene al realizar mediciones de un proceso graficando los datos obtenidos.

Al obtener las primeras mediciones de un proceso y obteniendo los gráficos se obtiene generalmente un proceso inestable, conforme se van identificando causas atribuibles a las condiciones que están fuera de control y se emprenden las acciones correctivas, el proceso se va volviendo estable, dando resultados de mejora.

La segunda situación se refiere a la prueba o evaluación de las ideas. Las gráficas de control son excelentes medidas para basar una toma de decisiones, puesto que el esquema de los puntos graficados determinará si la idea es buena, mala o si no tiene efecto alguno en el proceso.

Existen tres clases de variaciones en la producción de las partes por piezas

- Variación en la misma unidad producida
- Variación de un producto a otro
- Variación de una hora a otra

Causas de la variación:

- El equipo: El desgaste de la herramienta, las variaciones de la maquina, el equipo de sujeción de trabajo y del posicionamiento de dispositivos, así como la fluctuación hidráulica y eléctrica. Cuando se conjuntan todas estas variaciones, el equipo opera dentro de cierta capacidad o precisión.
- El material: puesto que se producen variaciones en el producto terminado, también deben estar presentes en la materia prima. Características relacionadas con la calidad como la resistencia a la tensión, ductilidad, grosor, porosidad y contenido de humedad.
- El entorno: la temperatura, la luz, la radiación, el tamaño de las partículas, la presión y la humedad contribuyen todas a las variaciones en el producto. Para tener bajo control estos factores a veces se fabrican los productos en habitaciones blancas.

- El operario: también figura el método que emplea el operario para realizar determinada operación. El bienestar emocional y físico del operario también contribuye en la variación. La falta de comprensión de un operario sobre las variaciones del equipo y del material debido a una falta de capacitación hará necesario efectuar continuos ajustes de máquina, con lo que la variabilidad se hace más compleja.
- Causas fortuitas: no es posible eliminar este tipo de causas de variación, debido a que son muchas, y cada una de ellas por separado reviste poca importancia, es difícil detectarlas o descubrirlas. Si un proceso cuenta con solo este tipo de causas se dice que el proceso se encuentra bajo control estadístico.
- Causas atribuibles: son todas aquellas causas cuya magnitud es grande, gracias a lo cual se les puede identificar fácilmente. Si en el proceso existen este tipo de causas, esta resultara excesiva y al proceso se le clasifica como fuera de control, o que esta mas allá de la variación natural esperada.

La función de los gráficos de control es indicar cuando las variaciones que se registran en la calidad no rebasan el límite aceptable para el azar. Así mismo se trata de un registro gráfico de la calidad de una característica en particular, muestra si un proceso está o no estable.

Gráfico X: en ella se registra la variación experimentada en el valor promedio de las muestras.

Gráfico R: en ella se registra la variación de los rangos en proceso.

Las gráficas de control son herramientas estadísticas que permiten diferenciar entre variaciones naturales y no naturales. La variación no natural, es el producto de causas atribuibles, por lo general esta variación deberá ser corregida por personal cercano al proceso, como son los operarios, los técnicos, empleados de mantenimiento y supervisores de primera línea.

La variación natural es el resultado de causas fortuitas, para mejorar la calidad se requiere de la participación del área administrativa. Esto indica que entre el 80 y 85% de los problemas relacionados con la calidad se atribuyen a la administración o al sistema, en tanto que entre el 15 y 20% a los operarios.

Objetivos de las gráficas para control de variables:

- Para mejorar la calidad es conveniente hacer las gráficas de control de calidad.
- Para definir la capacidad del proceso; la verdadera capacidad del proceso se logra solo después de alcanzar una profunda mejora de la calidad.
- Para tomar decisiones relativas a las especificaciones del producto; una vez que se obtiene la verdadera capacidad del proceso, ya se puede calcular las especificaciones efectivas correspondientes.
- Para tomar decisiones relacionadas con el proceso de la producción; la gráfica de control sirve para saber si se trata de un patrón natural de variación, y por lo tanto, no hay nada que hacerle al proceso; o si se trata de un patrón no natural en cuyo caso habrá que emprender acciones para detectar y eliminar las causas de la perturbación o motivos atribuibles.

- Para tomar decisiones relativas a productos recién elaborados; en este caso la gráfica de control sirve como fuente informativa para poder decidir si un producto o productos pueden pasar ya la siguiente fase de la secuencia o si deberá adoptarse alguna medida alternativa.

Habilidad del proceso

Indica la condición del proceso, sea hábil o no; y de esta forma poder controlar o mejorar el proceso productivo para obtener productos de mejor calidad.

Índice de habilidad potencial (CP): Compara la variación normal de un proceso contra la variación especificada, (la variación normal debe ser menor o igual que la especificada para ser potencialmente hábil), es decir compara la variación real del proceso contra la variación permitida por diseño o especificación.

$C_p = (\text{variación permitida especificada}) / (\text{variación actual del proceso})$

$C_p = (LSE - LIE) / 6\sigma$

Para que un proceso sea considerado como potencialmente hábil el valor de C_p debe ser:

Para $\pm 3\sigma$ mayor o igual a 1.0

Para $\pm 4\sigma$ mayor o igual a 1.33

Para $\pm 5\sigma$ mayor o igual a 1.67

Para $\pm 6\sigma$ mayor o igual a 2.0

Índice de habilidad real (Cpk): Al conocer el índice de habilidad potencial, es necesario conocer la habilidad real, para lo cual se usa el índice Cpk. Permite evaluar la habilidad real de un proceso en un momento determinado.

Pasos para calcularlo:

Punto medio de la especificación de diseño:

$$M = (LSE - LSI) / 2$$

Distancia del punto medio a la media del proceso:

$$D = M - x$$

Distancia entre los límites del proceso:

$$W = LS - LI$$

Se calcula el factor de compensación:

$$K = 2D/W$$

Se calcula

$$Cpk = CP (1-k)$$

Para un nivel de administración de calidad de $\pm 3\sigma$

Cuando el valor de Cpk = 1 el proceso es apenas aceptable.

Cuando el valor de Cpk < 1 el proceso es no aceptable.

Cuando el valor de Cpk > 1 es mejor de lo aceptable.

1.9.8 Diagrama de flujo de proceso.

Es la representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso.

Incluye además la información que se considera deseable para el análisis, se utiliza para las secuencias del proceso de manufactura.

El objetivo principal es proporcionar una imagen clara de toda secuencia de acontecimientos del proceso. La construcción del diagrama de flujo es sumamente fácil e interesante. Se trata de unir con una línea todos los puntos en donde se efectúa una operación, un almacenaje, una inspección o alguna demora, de acuerdo con el orden natural del proceso. La simbología para la diagramación de procesos se observa en la figura cuatro.

Figura 4 Simbología de diagrama de proceso

Actividad	Símbolo
Inspección	
Operación	
Almacenamiento	
Demora	
Transporte	

Fuente: ingeniería industrial. Niebel

Una vez que se ha terminado el diagrama de flujo, se puede visualizar el transporte de un objeto, el camino de algún hombre durante el proceso; este transporte aún en lugares pequeños, llega a ser algunas veces muchos kilómetros por día que calculados anualmente representan una pérdida considerable en tiempo, energía y dinero.

1.9.9 Diagrama de recorrido de actividades.

El diagrama de recorrido o de circulación es una modalidad del diagrama del flujo del proceso y se utiliza para complementar el análisis del mismo. Se traza tomando como base un plano a escala de la fábrica, en donde se indican las máquinas y demás instalaciones fijas; sobre este lado se dibuja la circulación del proceso. Utilizando para ello los mismos símbolos empleados en el diagrama del flujo del proceso.

1.9.10 Calidad y productividad.

Productividad y calidad son, en términos generales, considerados como opuestos, excluyentes uno de los otros, como dos caminos en diferente dirección, sin embargo, eso ocasiona problemas en las empresas de la actualidad; considerando un mercado que cada vez más competitivo y de alcances globales.

La empresa que no asimila cambios y mejora en sus sistemas de manufactura con alta calidad, rapidez de manufactura, bajos costos, buen servicio y atención al cliente, queda en desventaja, ya que la competencia la alcanzará, rebasará o la dejará atrás de lo que estaba originalmente; con las consecuencias económicas respectivas.

La exitosa administración que promueva lograr personal multihábil; sistemas modernos de manufactura; sistemas de motivación al personal; índices de medición de la “salud” de la empresa; diseños de los productos, entre otros, promoverá la ventaja competitiva que se necesita para competir exitosamente.

Pueden aplicarse cambios continuos (muchos - pequeños) o estructurales (pocos - drásticos), es común encontrar que el personal de una organización trata con problemas diariamente pero no cuentan con las herramientas de análisis y tiempo suficiente que les permitan resolverlos.

Las empresas se pueden distinguir por varias características: tamaño, sector que trabaja, tecnología, entre otros. Una empresa que crece y prospera tiene una característica que la identifica siempre su alto nivel de excelencia en las actividades que desarrolla entre los departamentos y funciones.

La relación entre productividad y calidad, en referencia a los objetivos de Calidad, entrega a Tiempo, Costo y Servicio (o Satisfacción en general): se puede clasificar como se observa en la figura cinco.

Figura 5 Clasificación de evolución de calidad y productividad



Fuente: el autor.

Productividad sin calidad: Una empresa cuyo principal enfoque es la cantidad de producto final embarcado, procesado, almacenado, o exportado, no importando la productividad ni la calidad. Un ejemplo de esto puede ser una fábrica nueva, que desea recuperar algo de la inversión realizada; pero también puede ser una empresa ya establecida (por varios años), con métodos/procedimientos obsoletos y hábitos/vicios de trabajo que le impiden mejorar. Cada departamento tiene metas independientes.

Productividad contra calidad: En este caso, existen procedimientos establecidos para cada departamento/área, pero no hay buena comunicación ni responsabilidad compartida. Cuando hay problemas se buscan culpables, pasando el problema de un lado a otro, hasta que se olvida, nunca se resuelven, muchas veces hay metas que se contradicen.

Productividad con calidad: Los métodos y procedimientos establecidos para cada departamento/área se siguen consistentemente. Existen buenos canales de comunicación, aunque tal vez un poco lentos. Se busca tener personal bien capacitado de acuerdo a su función. Se resuelven los problemas adecuadamente. Las metas son compatibles.

Calidad en la productividad: Se trabaja en equipo, con personal multihábil; los procesos y métodos están bien diseñados y son ampliamente conocidos por los involucrados. Hay buenos canales de comunicación y eficientes. Cada equipo es responsable de la producción y de la calidad, cuentan con recursos suficientes para lograr sus metas. Se resuelven los problemas adecuadamente y se tratan de prevenir.

Excelencia en la empresa: La organización tiende a ser más plana, se trabaja en equipo en todos los niveles, todos los departamentos/áreas se integran entre sí de manera dinámica. Existe personal altamente capacitado para dar apoyo en cualquier función.

La empresa tiene una filosofía definida de calidad (forma de trabajar, pensar, vivir) que es compartida y aceptada por todos, no sólo procedimientos de trabajo. Se busca el mejoramiento continuo en cualquier proceso (en calidad, tiempo, costo y servicio), todos los procesos se enfocan a cumplir o exceder las necesidades de los clientes.

Existe comunicación directa/abierta en cada nivel. La empresa tiende a salirse de sus límites físicos y se sensibiliza a los problemas socioeconómicos de su comunidad, influyendo sobre los individuos con los que se relaciona y absorbiendo información de su entorno. Las metas se entrelazan y se comparten entre todos: productividad, calidad, inventarios, mantenimiento, personal, compras, entre otros, en un mismo sentido y con finalidad común.

Principios de Productividad y calidad

- Se conoce a los clientes (internos/externos), necesidades y deseos (actuales y futuros).
- Se satisface siempre a todos los clientes, en sus objetivos (calidad, tiempo, costo, Servicio).
- Se hace todo bien a la primera vez, se planean las actividades del día, semana, mes y años.
- Se trabaja con procesos bien definidos y controlados (documentados y estables).
- Se busca la mejora continua, optimizando el uso de los recursos en los procesos.
- Se mantiene buena comunicación con los clientes, proveedores y el propio equipo interno.
- Se trata de corregir/prevenir problemas, con datos/información adecuada y trabajo en equipo.
- Se siguen las reglas y procedimientos establecidos, los cambios se hacen previo acuerdo de todos.
- Se desarrolla al personal a cargo: entrenamiento/retroalimentación. Comenzando con el personal a cargo de los procesos.
- Se mejora / actualiza los sistemas y procesos donde se trabaja, para lograr la mejor clase mundial.

1.9.11 Matriz de productividad por objetivos.

Esta matriz tratará los objetivos trazados, con el fin de crear líneas de acción para el alcance de los objetivos, definiendo a la vez las áreas de desarrollo en donde se debe tratar la línea de acción, a fin de lograr cumplir con los objetivos.

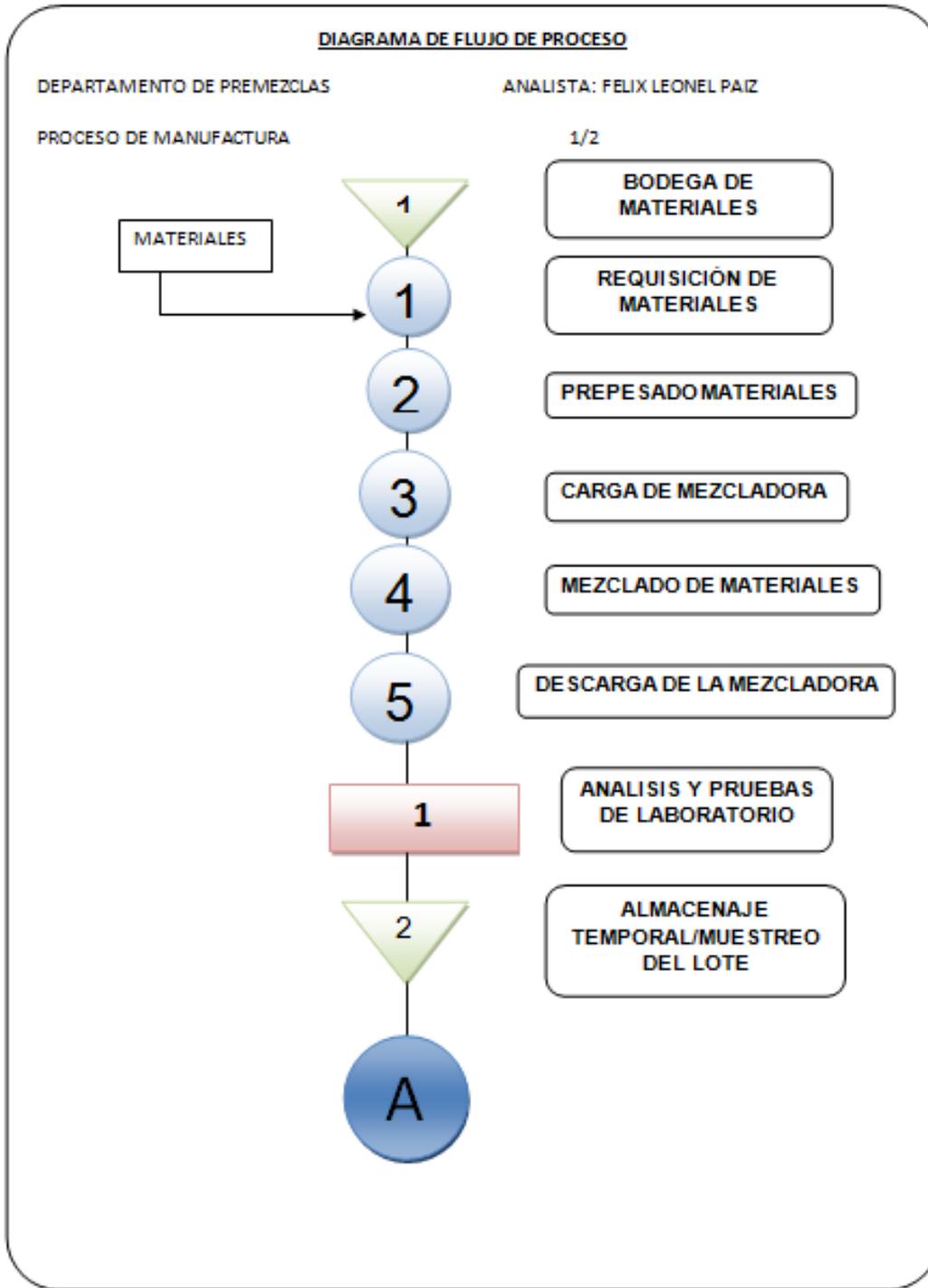
2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Descripción del flujo del proceso

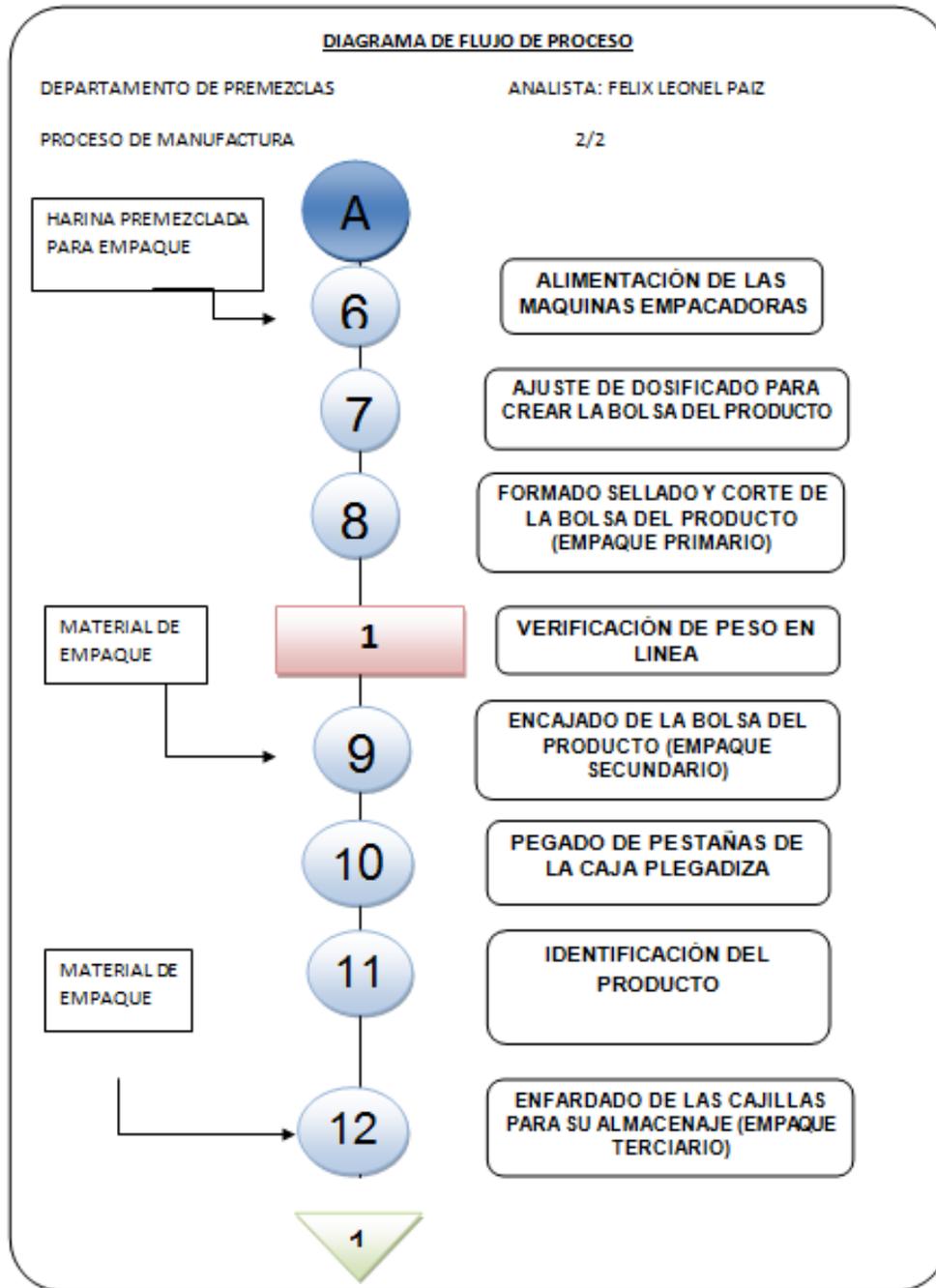
La elaboración de premezclas se realiza mediante el mezclado y homogeneización de ingredientes tales como harinas, emulsificantes, colorantes, saborizantes, aditivos, grasas, minerales, entre otros, obteniendo productos tales como preparados para producir pasteles instantáneos de sabores diferentes, Hot Cakes. Posterior al proceso de mezclado se empaqueta el producto para su venta y distribución.

Cada una de las áreas anteriormente mencionadas cuenta con los equipos necesarios para el desarrollo de las operaciones, en el área de mezclado se tienen dos mezcladoras con diferentes especificaciones las cuales se definirán posteriormente, a su vez el área de empaque cuenta con cinco líneas de empaque, cuatro son líneas de empaque similares y una línea de empaque tiene maquinaria altamente tecnificada, a continuación se muestra en la ilustración seis el diagrama de flujo de proceso.

Figura 6 Diagrama de flujo del proceso



Fuente: el autor.



Fuente: el autor.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

DEPARTAMENTO DE PREMEZCLAS

ANALISTA: FELIX LEONEL PAIZ

LINEA DE EMPAQUE AUTOMATIZADO

METODO: ACTUAL



Fuente: el autor.

Tabla I Resumen del diagrama de flujo de proceso

ACTIVIDADES DEL PROCESO		
ALMACENAJES		
#	DESCRIPCION	AREA
1	Almacenaje de materias primas y material de empaque.	BMP
2	Almacenaje temporal/muestreo del <i>batch</i> de mezcla.	PLANTA
3	Abastecimiento de Harina	SILO
4	Almacenaje de producto terminado.	BPT
TOTAL		4 pasos en el proceso.
OPERACIONES		
#	DESCRIPCIÓN	ÁREA
1	Requisición de bodega.	MEZCLADO
2	Pre pesado de materiales.	MEZCLADO
3	Carga de la máquina mezcladora.	MEZCLADO
4	Mezclado de materiales.	MEZCLADO
5	Descarga de la máquina mezcladora.	MEZCLADO
6	Alimentación de las maquinas empacadoras.	EMPAQUE
7	Calibración y ajuste de la máquina.	EMPAQUE
8	Formado, dosificado y sellado de bolsa de producto (empaque primario).	EMPAQUE
9	Encajado de bolsa de producto (Empaque secundario)	EMPAQUE
10	Pegado de pestañas de caja plegadiza	EMPAQUE
11	Identificación del producto (sellado, fecha de ven., # de lote).	EMPAQUE
12	Enfardado de producto (Empaque terciario cartón corrugado).	EMPAQUE
TOTAL		12 Pasos en el proceso.
INSPECCIONES		
#	DESCRIPCIÓN	ÁREA
1	Análisis y pruebas de laboratorio	Laboratorio
2	Verificación de control de peso en línea.	Empaque
TOTAL		2 Pasos en el proceso.

Fuente: el autor.

En la tabla I se muestran las operaciones realizadas en el proceso productivo siendo cuatro almacenajes, doce operaciones y dos inspecciones.

El proceso de mezclado se divide en:

- Requisición de materias primas e ingredientes
- Pre pesado de ingredientes.
- Carga de ingredientes.
- Mezclado de ingredientes.
- Descarga de premezcla y almacenaje temporal.

Requisición de materiales e ingredientes

Por medio de una requisición se solicitan las materias primas e ingredientes a bodega de materiales, las materias primas se trasladan al área de mezcla y al área de prepesado.

Prepesado de ingredientes

Consiste en la preparación del *batch* de los ingredientes que se utilizan en cantidades de menor volumen, se seleccionan y se pesan cada uno en cantidades exactas según las especificaciones establecidas para la receta de cada premezcla.

Carga de ingredientes

Se verifica que todos los materiales recibidos, tanto materias primas como el *batch* de ingredientes pesados este completo y se procede al vaciado de los mismos en la mezcladora correspondiente según el tipo de premezcla a producir, es importante conservar el orden especificado para el vaciado de los productos.

Mezclado de ingredientes

Mezcladora M-600: Esta construida en acero inoxidable, tiene capacidad para procesar 600 libras de materiales y posee una extrusora de grasa por lo que se utiliza para la producción de las premezclas que contienen grasas y líquidos, tales como las premezclas para pasteles, coberturas de pasteles, otros. Esta es una mezcladora semiautomática donde es necesario realizar los cambios en el ciclo de mezclado de forma manual.

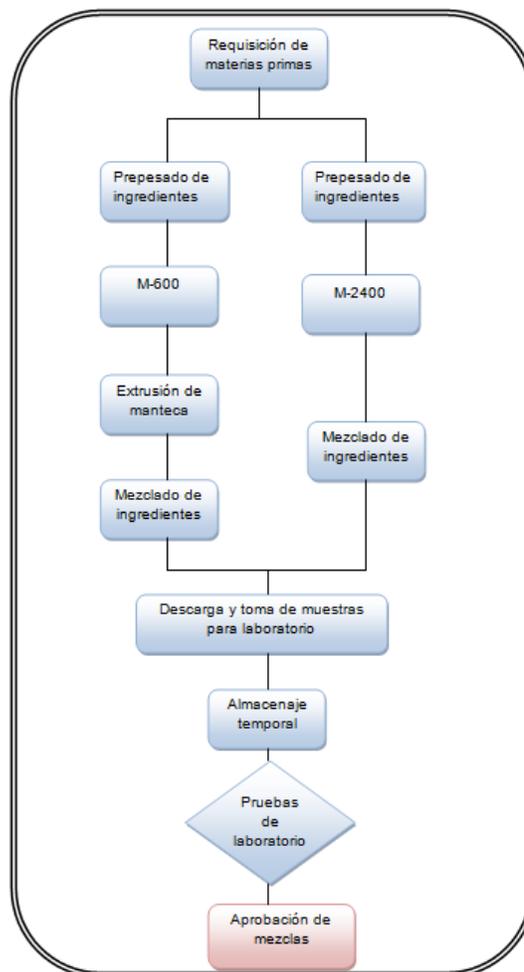
Mezcladora M-2400: Esta construida en hierro fundido, tiene capacidad para procesar 2400 libras de materiales, esta se utiliza exclusivamente para premezclas secas, es decir que no contienen grasas ni líquidos. Esta es una mezcladora automática en su operación, es decir que al accionarla completa su ciclo sin intervención del operario.

Descarga de premezcla y almacenaje temporal:

Ambas mezcladoras descargan en sacos tipo *big bag* con capacidad de 1200 libras como empaque temporal o directamente en sacos de 25, 50 ó 100 libras como empaque final en presentación industrial.

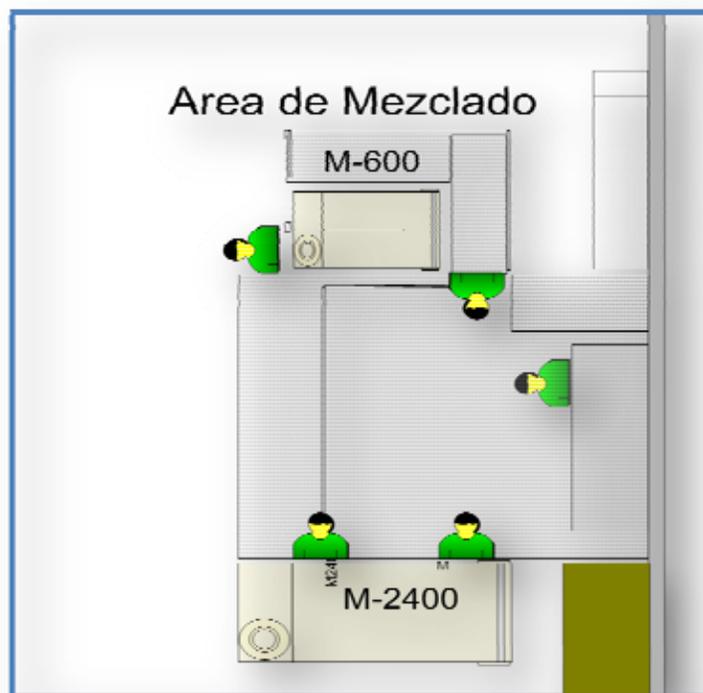
En la figura siete se observa en diagrama de flujo del área de mezclado.

Figura 7 Diagrama de proceso área de Mezclas



Fuente: el autor.

Figura 8 Área de Mezclado



Fuente: el autor.

En la figura ocho se muestra la distribución de equipos en planta del área de mezclado.

Posteriormente de realizar las premezclas de los productos se toma una muestra del lote y se traslada al laboratorio para su análisis.

Pruebas de laboratorio

Consiste en el análisis para verificar el cumplimiento de los estándares de calidad de las premezclas previo al empaque final para las presentaciones de anaquel o para liberar las premezclas empacadas en presentación industrial.

Liberación del producto (Calidad e inocuidad)

Este punto consiste en la aprobación por parte del departamento de aseguramiento de calidad de que la premezcla cumple con las especificaciones requeridas para el producto diseñado.

Pruebas que se realizan:

- Desarrollo del volumen al panificar las mezclas
- Color
- Textura
- Sabor
- Consistencia
- Otros (pruebas de leudantes, acidez)

De no ser aprobada por fallas en la receta la acción correctiva es el reproceso para adicionar los ingredientes faltantes y lograr el equilibrio de la premezcla, si el rechazo es por problemas de inocuidad (materias extrañas, contaminación cruzada o bacteriológica) se procede a su destrucción total.

Empaque del producto

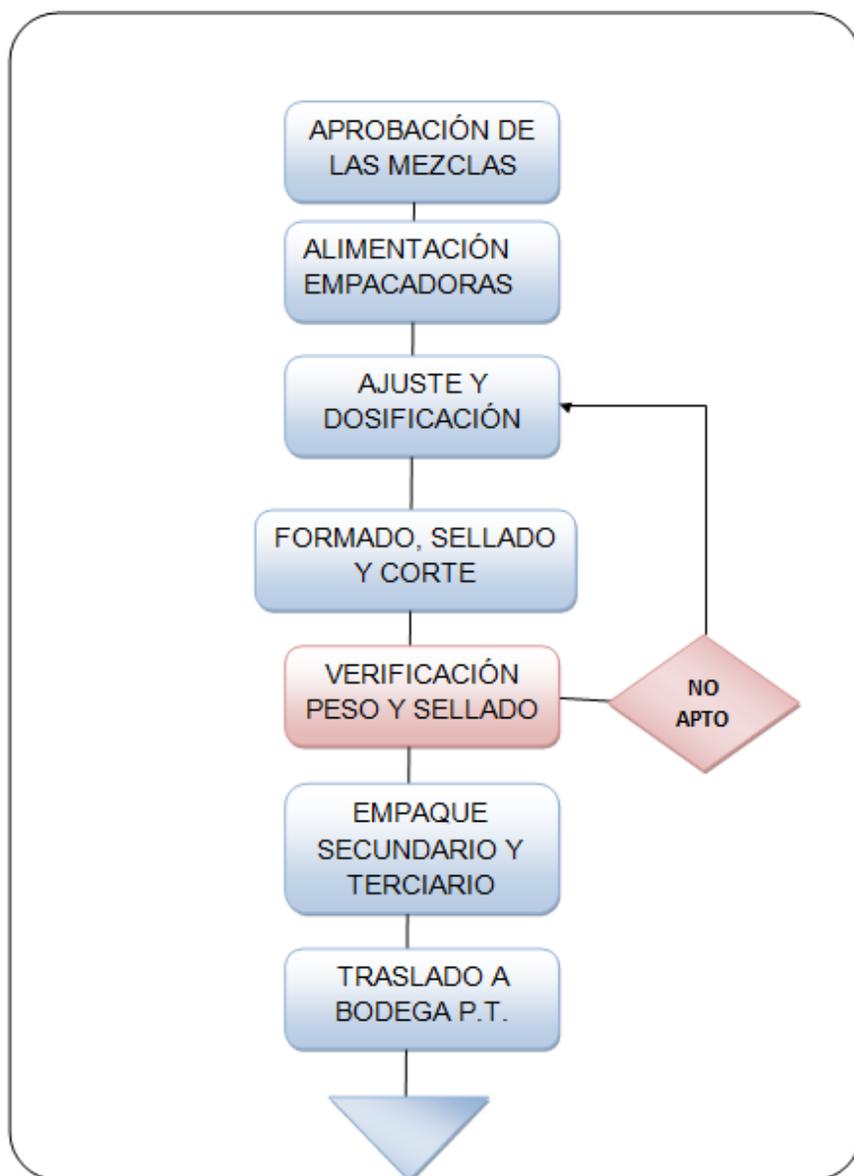
Al ser aprobado el *batch* de premezcla se procede al empaque de las presentaciones tipo anaquel, este paso consiste en vaciar los big bag que contienen 1200 libras en las empacadoras diseñadas para empaques primarios de polietileno de alta densidad entre de 460 y 1350 gramos.

En este punto del proceso se verifica el peso para determinar si se cumplen con los pesos establecidos para las diferentes presentaciones.

El proceso continua en forma manual, encajando la bolsa de premezcla en la caja plegadiza definido como empaque secundario, posteriormente se traslada a la operación de sellado de pestañas tanto superiores como inferiores mediante aplicación de adhesivo, se procede a la identificación del producto conforme al día de producción y el lote del mismo, colocando su respectiva fecha de vencimiento de acuerdo a los tiempos de vida de los productos, luego se enfarda, (proceso de colocar las cajas dentro de un cartón corrugado para empacar de 12 a 24 unidades X fardo), finalmente se traslada el producto para almacenaje a la bodega de producto terminado.

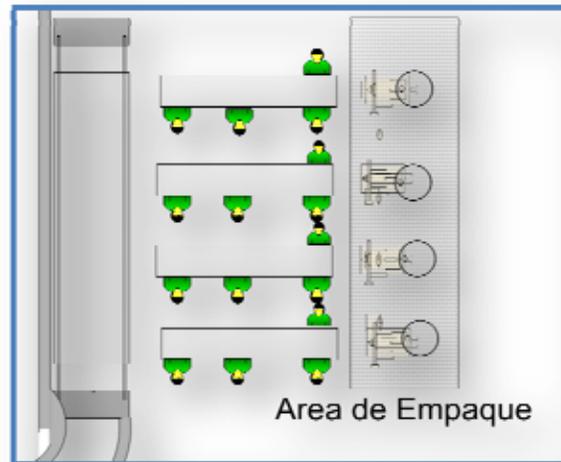
A continuación en la figura nueve se muestra el diagrama de proceso del área de empaque, se debe de tomar en cuenta que son los mismo pasos para las 4 líneas de empaque , y se muestra la distribución del equipo para la máquina automatizada en la figura diez.

Figura 9 Diagrama de Proceso área de empaque



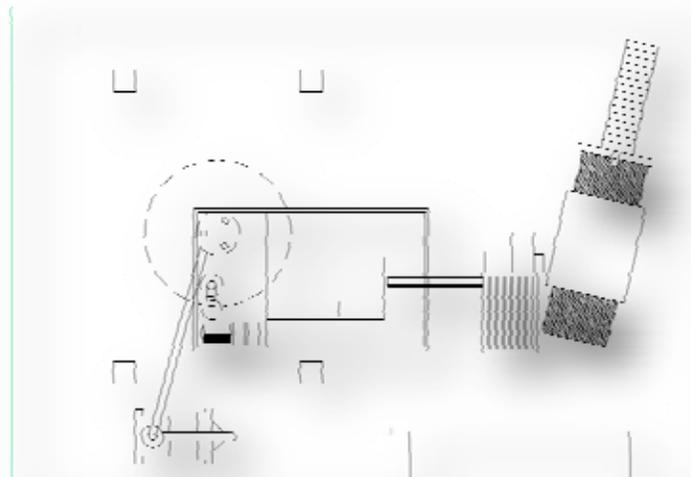
Fuente: el autor.

Figura 10 Área de empaque



Fuente: el autor.

Figura 11 Área empacadora automática



Fuente: el autor.

Tal como muestra la figura diez, existen cuatro líneas de empaque cada una con diferente capacidad, esto es debido al tipo de dispositivo de sellado y dosificación de producto, los cuales afectan su eficiencia.

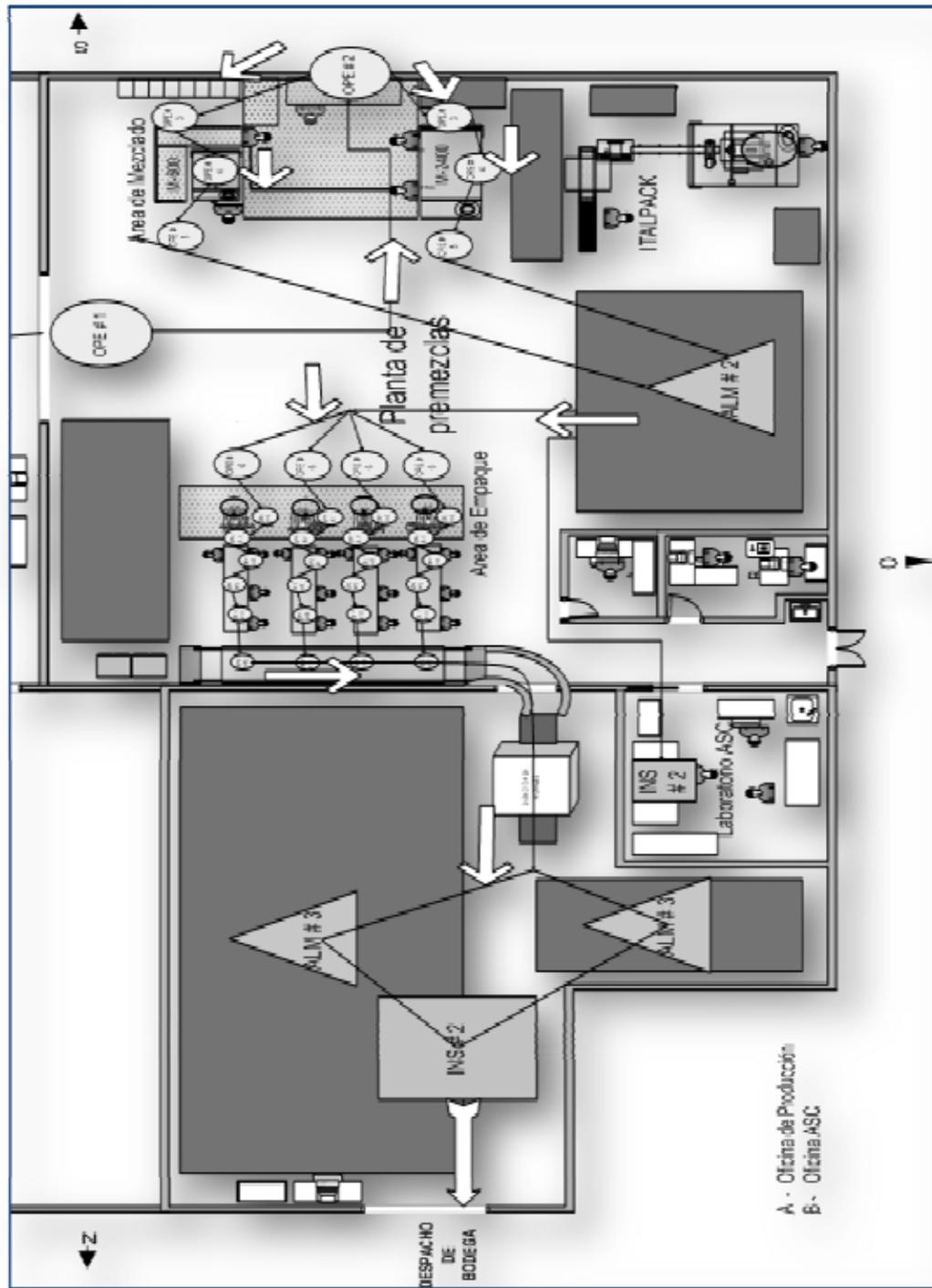
Como último punto de control para el proceso con el fin de mantener la inocuidad de los productos se tiene un punto crítico de control que identifica materiales ferrosos (identificación de metales), en el producto al momento de ingresar a la bodega de producto terminado, estos materiales extraños pueden provenir de las maquinas empacadoras, o directamente de las mezcladoras debido a algún desperfecto mecánico, rozamiento de piezas metálicas, entre otras causas.

2.2 Diagrama de recorrido

Comienza desde el traslado de los ingredientes de bodega hacia el área de mezcladoras, posteriormente continua a una área de almacenaje temporal previo a su liberación por parte del laboratorio de calidad, luego se traslada a las maquinas empacadoras, después ser empacado se traslada a la bodega de producto terminado para su despacho y distribución.

A continuación se muestra el diagrama de recorrido del proceso en la figura doce.

Figura 12 Diagrama de recorrido del proceso



Fuente: el autor.

2.3 Análisis del flujo del proceso.

Área de mezclado

Se analizará las actividades de trabajo en el área de mezclado siendo estas:

Inicio de actividades en planta

Las actividades de inicio de producción en el área de mezclado son similares en ambas mezcladoras, por lo tanto se detallan en la tabla siguiente:

Tabla II Actividades al inicio de producción en mezcladoras

Tareas	Personal	Recursos	Tiempos
- preparación de ingredientes y área de trabajo	Mezcladores	Materiales de limpieza,	45 minutos
- limpieza del área de trabajo (Mezcladora, mesas de trabajo, utensilios de trabajo).	Mezcladores	Materiales de limpieza,	
-operación de Prepesado, (pesado y preparación de ingredientes).	Mezcladores	Ingredientes, bolsas, otros	

Fuente: el autor.

Estas actividades se realizan al iniciar la jornada de trabajo, consisten en la preparación de herramientas, utensilios de trabajo, limpieza de equipos y preparación de ingredientes.

Ciclo de mezclado:

Actividades que se realizan durante la jornada de trabajo para la producción de los *batch* de mezclado:

Tabla III operaciones de mezclado

Tareas	Personal	Recursos
- carga de ingredientes en Mezcladora.	Operador y ayudante	Ingredientes
- ciclo de mezclado.	Operador	Mezcladora.
- Preparación siguiente <i>batch</i>	Operador y ayudante	Ingredientes
- Descarga de mezclado.	Operador y ayudante	Mezcladora, material de empaque

Fuente: el autor.

Nota: El tiempo de ocio está calculado con base al ciclo de mezclado menos el tiempo de preparación del siguiente *batch* de mezclado, estos tiempos están calculados en las tablas IV y V.

Actividades diarias de operación en el área de mezclado

Mezcladora M-2400

Las actividades de operación de este equipo se detallan en la siguiente tabla, especificando la utilización de equipos, tiempos y personal involucrado en el desarrollo de cada actividad.

Tabla IV Actividades y recursos M-2400

Actividad	Cantidad de operarios	Operador	Ayudante	Tiempo (min.)	Equipo
Carga de materiales macros	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	15	<input checked="" type="checkbox"/>
Agregar Prepesado (carga de materiales micro)	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Preparación de siguiente <i>batch</i> de mezclado	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10	<input checked="" type="checkbox"/>
Ciclo de mezclado	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	20	<input checked="" type="checkbox"/>
Descarga en jumbo	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	15	<input checked="" type="checkbox"/>
Descarga en sacos 100	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	20	<input checked="" type="checkbox"/>
	tiempos de ocio	10	10		15

Fuente: el autor.

Mezcladora M -600:

Las actividades de operación de este equipo se detallan en la siguiente tabla, especificando la utilización de equipos, tiempos y personal involucrado en el desarrollo de cada actividad, a diferencia de la mezcladora anterior este equipo tiene la particularidad de procesar productos con grasas y líquidos.

Tabla V Actividades y Recursos M-600

Actividad	Cantidad Operarios	Operador	Ayudante	Tiempo (min.)	Mezcladora	Extrusora de Grasa
Carga de materiales macros	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Agregar Prepesado (carga de materiales micro)	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Arrancar la mezcladora y carga de extrusora	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Arrancar la extrusora Accionar cuchilla en sentido a favor de manecillas del reloj	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Accionar la cuchilla en sentido en contra de las manecillas del reloj	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Accionar la cuchilla en sentido a favor de manecillas del reloj preparar la descarga	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Descarga en jumbo	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Descarga en sacos 100	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Descarga en sacos 50	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Descarga en sacos 25	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tiempos ocio			12.5		5	

Fuente: el autor.

- CAMBIOS DE PRODUCTO

Para realizar un cambio de producto, se debe cumplir con los procesos establecidos de limpieza y sanitización de equipos, de esta manera se minimizan los riesgos de contaminación entre los productos que se mezclan (contaminación cruzada).

Clasificación de limpieza que se debe realizar de acuerdo a los productos producidos en planta:

Tabla VI Codificación de limpieza

CODIFICACIÓN DE LIMPIEZA	
TIPO	DESCRIPCIÓN
0	Vaciado completo del producto.
1	Vaciado completo de producto en mezcladora, aspirado, sopleteado de áreas de difícil acceso y limpieza utilizando desengrasante.
2	Similar al tipo 1, en este tipo de limpieza además de la limpieza utilizando desengrasante se utilizan sanitizantes.

Fuente: el autor.

Tabla VII Categorización de limpieza M - 2400

Producto en mezclado	Proximo producto a mezclar						
	HC Original	HC Instantaneo	Preparado HC Instantaneo	HC Chocolate	HC Campero	Preparado No. 1 Donas	Harina para pan Integral
Hot Cake Original		0	0	0	1	1	1
Hot Cake Instantaneo	1		0	1	1	1	1
Preparado Hot Cake Instantaneo	1	0		1	1	1	1
Hot Cake chocolate	1	1	1		1	1	1
Hot Cake especial	1	1	1	1		1	1
Preparado No. 1 Donas	1	1	1	1	1		1
Harina para pan Integral	1	1	1	1	1	1	

Fuente: el autor.

Tabla VIII Categorización de limpieza M-600

Producto en mezclado	Proximo producto a mezclar												
	Pastel Blanco	Pastel Dorado	Pastel Vainilla Francesa	Pastel Fresa	Pastel Chocolate	Magdalena Mantequilla	Magdalena Naranja	Brownie	Frosty Blanca Nieve	Frosty Fresa	Frosty Chocolate	Premezcla Donas	Preparado No. 2 Donas
Pastel Blanco	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1	1
Pastel Dorado	1	1	1	1	0	1	1	1	2	2	2	2	2
Pastel Vainilla Francesa	2	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2
Pastel Fresa	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Pastel Chocolate	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2
Magdalena Mantequilla	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Magdalena Naranja	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2
Brownie	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2
Frosty Blanca Nieve	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
Frosty Fresa	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2
Frosty Chocolate	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Premezcla Donas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0
Preparado No. 2 Donas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0

Fuente: el autor.

Adicionalmente a las actividades de mezcladora se debe de tomar en cuenta los tiempos de limpieza necesarios para los cambios de producto de acuerdo a las tablas IV y V del presente documento, de acuerdo a la mezcladora se tiene la siguiente tabla de tiempos necesarios para la limpieza y sanitización de equipos:

Tabla IX Tiempos de limpieza en Mezcladoras

Mezcladora	Código	Descripción	Tiempo utilizado
M – 2400	0	Vaciado completo	10 min.
	1	Vaciado completo sopleteado y sacudido cuerpo mezcladora	30 min.
M – 600	0	Vaciado completo	3 min.
	1	Vaciado completo sopleteado y sacudido cuerpo mezcladora	10 min.
	2	Limpieza profunda utilizando desinfectante y sanitizante.	30 min.

Fuente: el autor.

Área de empaque:

Los aspectos que influyen en este proceso son:

- Disponibilidad de premezclas preparadas
Influye porque si no se tiene existencia de premezclas preparadas la línea de empaque no arranca, por lo tanto depende directamente del proceso de mezclado. Los productos deben empacarse de acuerdo a lo programado por el departamento de producción.

- Disponibilidad de material de empaque

Es importante tener un adecuado abastecimiento de insumos de producción para no afectar las operaciones, basado en el historial de compras, solicitudes y planificación de producción por parte del área de manufactura se debe mantener el inventario óptimo.

- Disponibilidad de maquinaria de empaque

La maquinaria debe estar en perfectas condiciones para cumplir con la operación de empaque, se requiere de especial atención porque son empacadoras antiguas que no poseen tecnología de punta, por lo tanto cumplir con el plan de mantenimiento preventivo es de suma importancia así mismo se requiere de mayor capacidad de respuesta para los mantenimientos correctivos.

- Mano de obra

En el proceso de empaque es necesario contar con personal capacitado en el manejo de las maquinas y con destreza manual porque de esto dependen la eficiencia y productividad del proceso. Teniendo como responsabilidades importantes el control del peso, el sello de bolsa y cajas e identificación por cada producto empacado, así como mantener el flujo constante en la operación de empaque.

En el área de empaque se cuenta con 5 líneas, de las cuales 4 líneas son muy similares en las operaciones, se diferencian por la capacidad y tipo de productos, la quinta línea es totalmente automatizada.

2.4 Identificación de variables a analizar

Se especifican los aspectos para el análisis de la capacidad productiva de una planta de harinas premezcladas y se define la forma de análisis del proceso de producción.

Mezclado de ingredientes

- Capacidad de *batch* de mezclado por jornada de trabajo.
- Distribución de actividades para mejoramiento de operaciones en el área.
- Distribución de áreas para acondicionamiento de áreas de trabajo.
- Identificación de tiempos de ocio tanto para el personal como a los equipos.
- Aprovechamiento de los tiempos improductivos de trabajo.

Los aspectos anteriormente mencionados se obtendrán por medio de un estudio de relación hombre – máquina, el mismo se realizara en el punto 2.5 del presente capítulo, y en el análisis del diagrama de pareto que se realizara en el inciso 3.1 del presente trabajo.

Empaque de los productos:

- Capacidad productiva de las distintas líneas de empaque.
 - Identificar ritmos de línea
 - Eficiencia de las línea de empaque
 - Calculo de los índices de producción

- Análisis de línea de empaque automatizado
 - Identificación de capacidad de líneas de empaque.

Esta información se obtendrá de los estudios de tiempos y movimientos y de la capacidad de empaque de la línea automatizada a realizarse en el inciso 2.5 del presente capítulo.

- Habilidad de las líneas de empaque
 - Gráficos de control de pesos del producto
 - Cálculo de la habilidad potencial
 - Cálculo de la habilidad real

Esta información se obtendrá del análisis de gráficos de control a realizarse en el punto 3.2 del presente trabajo.

2.5 Estudios de las áreas productivas en planta

Estudio de relación hombre-máquina M - 2400

Se aplica este método por el tipo de proceso el cual es por medio de ciclos de mezclado con cargas y descargas de equipos.

Figura 13 Diagrama hombre maquina M - 2400



Fuente: el autor.

Se dispone de una jornada diurna normal de 8 horas de trabajo, el tiempo efectivo es de 6.67 horas porque se toma una hora para el almuerzo y 20 minutos para una comida a media mañana.

Calculo de tiempo efectivo de trabajo

Tiempo disponible, 8 horas X 60 minutos =	480 minutos
Tiempo de alimentación, (20 + 60) minutos =	80 minutos
Tiempo de limpieza al inicio de la jornada =	45 minutos
Tiempo de limpieza al final de la jornada =	30 minutos
Tiempo efectivo de trabajo disponible =	325 minutos

Un ciclo completo de mezcla se realiza actualmente en 45 minutos, incluyendo tiempos de carga y descarga de la premezcla.

Cantidad de *Batch* posibles por jornada, $325 / 45 = 7.22$

Cálculo de los Tiempos de Ocio:

Atribuible al personal: En cada *batch* de mezcla el operador y ayudante se encuentran inactivos durante 10 minutos, tiempo en el cual la mezcladora está trabajando;

De donde; $10 \times 2 \times 7.22 = 144.4 / 60 = 2.4$ horas hombre no productivas.

Atribuible a la maquinaria: En cada *batch* la maquina se encuentra inactiva durante 15 minutos, tiempo en el cual la mezcladora es cargada.

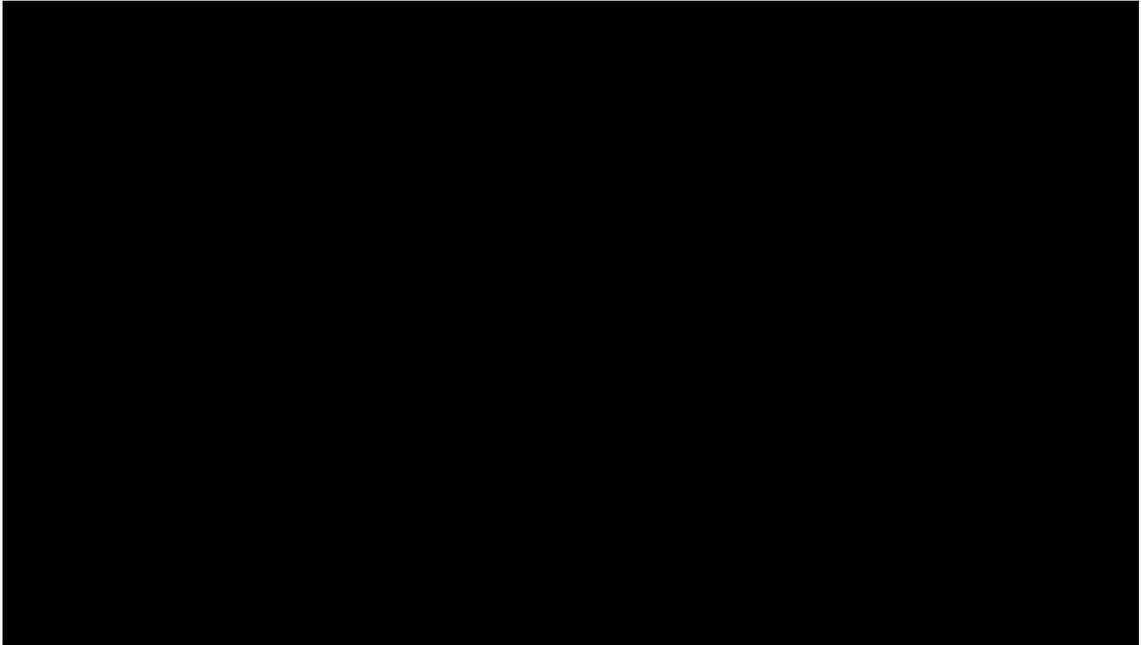
De donde; $15 \times 7.22 = 108.3 / 60 = 1.8$ horas máquina no productivas.

El tiempo de limpieza no se considera tiempo de ocio porque es parte del proceso. (75 minutos Aprox.)

Estudio de relación hombre-máquina M - 600

Se aplica este método por el tipo de proceso el cual es por medio de ciclos de mezclado con cargas y descargas de equipos.

Figura 14 Diagrama Hombre - Máquina M-600



Fuente: el autor.

Se dispone de una jornada diurna normal de 8 horas de trabajo, el tiempo efectivo es de 6.67 horas porque se toma una hora para el almuerzo y 20 minutos para una comida a media mañana.

Calculo de tiempo efectivo de trabajo

Tiempo disponible, 8horas X 60minutos =	480 minutos
Tiempo de alimentación, (20 + 60) minutos =	80 minutos
Tiempo de limpieza al inicio de la jornada =	45 minutos
Tiempo de limpieza al final de la jornada =	30 minutos
Tiempo efectivo de trabajo disponible =	325 minutos

Un ciclo completo de mezcla se realiza actualmente en 21.5 minutos, incluyendo tiempos de carga y descarga de la premezcla.

Cantidad de *Batch* posibles por jornada, $325 / 21.5 = 15.11$

Calculo de los Tiempos de Ocio:

Atribuible al personal: En cada *batch* de mezcla el operador y ayudante se encuentran inactivos durante 10 minutos, tiempo en el cual la mezcladora está trabajando;

De donde; $10 \times 15.11 = 151.11 / 60 = 2.5$ horas hombre no productivas.

Atribuible a la maquinaria: En cada *batch* la máquina se encuentra inactiva durante 5 minutos, tiempo en el cual la mezcladora es cargada.

De donde; $5 \times 15.11 = 75.55 / 60 = 1.26$ horas máquina no productivas.

El tiempo de limpieza no se considera tiempo de ocio porque es parte del proceso. (75 minutos Aprox.)

Líneas de empaque:

Líneas de empaque manual:

El proceso de empaque se realiza en cuatro líneas con diferentes características, definidas por el tipo de la máquina empacadora. Por lo tanto cada producto tiene especificada la línea de empaque a utilizar.

Cada línea de empaque requiere de cuatro personas para realizar las tareas de empaque, se dividen en tres empacadores y un operador de máquina, realizando los pasos siguientes:

- Paso 1: Procedimientos de limpieza y arranque de los equipos.
(Limpieza y sanitización de mesa de trabajo, máquina empacadora y tolva de harina).
- Paso 2: Se preparan los instrumentos de trabajo que se van a utilizar.
(Codificadores manuales, adhesivos, brochas, otros).
- Paso 3: Calibración y preparación de la máquina.
(Peso, tamaño de corte bobina, sellado, corte, velocidad).
- Paso 4: Se realiza el empaque primario del producto, consiste en llenar una bolsa pre formada y dosificada con producto por la máquina empacadora.
(Formación de bolsa, dosificación y peso, corte y sellado de bolsa).
- Paso 5: Se realiza el empaque secundario, consiste en colocar la bolsa del empaque primario dentro de una caja plegadiza lo que se identifica como encajado del producto.
- Paso 6: Pegado de pestañas de caja plegadizas.
(Cierre de pestañas superiores e inferiores con adhesivo tipo cola)
- Paso 7: Codificación. (No. de lote, fecha de vencimiento)
- Paso 8: Se realiza el empaque terciario, consiste en agrupar 12 o 24 cajas del empaque secundario e introducirlas en una caja corrugada para su manipulación y almacenaje en bodega, proceso llamado enfarde.

Consideraciones generales:

Los pasos del 1 al 3 son realizados indistintamente de la máquina en que se empaque, son operaciones generales al arranque, cambio de producto, y finalización de actividades de empaque.

Los pasos del 4 al 8 son realizados en su orden en cada línea de empaque con la diferencia que cada máquina opera con distinta capacidad por lo que varía el ritmo de trabajo.

De acuerdo a los pasos descritos anteriormente y a las condiciones de operación de cada máquina (capacidad, velocidad, otros) se procede al estudio de tiempos y movimientos de las 4 líneas de empaque manual.

Tiempo Normal: Se calcula tomando el promedio de los datos cronometrados del proceso multiplicado por un factor de eficiencia, siendo para este proceso un 95%, este factor de eficiencia es común para las 4 líneas de empaque.

Tiempo estándar: En el tiempo estándar se agregan tiempo de tolerancias, y demoras como los son visitas al sanitario, cansancio, fatiga, monotonía, estos tiempos se estiman en un 10 % de las actividades diarias, esta especificación de tolerancias es común para las 4 líneas de empaque.

Para el cálculo de los tiempos normal y estándar de las líneas de empaque se utilizarán las operaciones 5, 6, 7 y 8, esto debido a que son las actividades manuales del proceso de empaque los cuales serán la base para el cálculo del balance de las líneas de empaque.

Línea uno

Máquina empacadora de harinas, con capacidad para empaquetar productos que en su mayoría tienen fina consistencia y baja granulometría, en presentación de 1350 gramos.

Especificaciones:

Capacidad de empaque: 12 bolsas/ minuto en condiciones normales.

Presentación: 1350 gramos.

Tipo de sellado: térmico

Tipo de corte: Accionado por cuchilla dentada.

Unidad de cajas X fardo: 12

Medición del estudio: fardo X minuto. (12 cajas)

Nota:

Los datos que aparecen en la tabla se refieren a tiempos tomados en planta (segundos) por cada operación, tomando como base de medición el empaque de 12 cajas para conformar un fardo al final de la línea.

Tabla X Toma de tiempos línea uno

	Embolsado del producto	Encajado del producto	Adhesión de pestañas	Codificación y enfardado
Medición	Operac. 4	Operac. 5	Operac. 6	Operac. 7 - 8
1	60.0	60.0	26.0	30.0
2	60.0	60.0	25.0	32.0
3	61.0	60.0	27.0	35.0
4	61.0	59.0	26.0	33.0
5	60.0	58.0	25.0	32.0
6	60.0	60.0	25.0	35.0
7	60.0	60.0	27.0	31.0
8	61.0	60.0	25.0	34.0
9	60.0	60.0	24.0	33.0
10	58.0	59.0	25.0	35.0
11	60.0	61.0	26.0	33.0
12	60.0	60.0	24.0	32.0
13	58.0	60.0	23.0	34.0
14	60.0	61.0	25.0	34.0
15	61.0	62.0	25.0	33.0
Media	60.0	60.0	25.2	33.1
Varianza	0.9	0.9	1.1	1.5
N	15.0	15.0	15.0	15.0

Fuente: el autor.

Balance de la línea uno de empaque:

Como se puede observar en el tabla X la operación más lenta es la del embolsado del producto, tiempo que se considera para calcular el ritmo de línea del proceso.

Tabla XI Cálculo de tiempos línea uno

	T. C. (s)	T. N. (s)	T. E. (s)	T.E. (m)	N. Oper.
Operac. 5	60.0	63.16	66.32	1.11	2
Operac. 6	25.2	26.53	27.85	0.46	1
Operac. 7-8	33.1	34.81	36.55	0.61	1

Fuente: el autor.

Donde

T.C.: es el tiempo cronometrado, (promedio de los tiempos cronometrados).

T.N.: tiempo normal, (tiempo cronometrado X eficiencia 95%)

T. E.: tiempo Estándar (tiempo normal X tolerancias 10%)

Eficiencia de la línea: (ef. línea)

Eficiencia de la línea = $(130.72) / ((66.32) (3))$

Eficiencia de la línea = $0.657044 = 66\%$

Esto significa que la línea de empaque de acuerdo a la operación más lenta tiene una eficiencia del 66% con respecto a las demás operaciones.

Se estima una demanda diaria de producción de 300 fardos.

Y un tiempo disponible efectivo de trabajo de 365 minutos.

Índice de producción = $((300) (1.11)) / (365)$

Índice de producción = $0.90411 = 90.4 \%$

Ritmo de la línea = $(365) / (1.11) = 330.23 = 330$ fardos.

La capacidad de empaque en esta línea es de 330 fardos en condiciones normales de trabajo.

Línea dos

Máquina empacadora de harinas, con capacidad para empacar productos sin grasa, en presentación de 450 gramos.

Especificaciones:

Capacidad de empaque: 26 bolsas/ minuto en condiciones normales.

Presentación: 450 gramos.

Tipo de sellado: térmico

Tipo de corte: por resistencia de impulso (impulso de corriente que aumenta la temperatura de la resistencia)

Unidad de cajas X fardo: 24

Medición del estudio: fardo X minuto. (24 cajas)

Nota:

Los datos que aparecen en la tabla se refieren a tiempos tomados en planta (segundos) por cada operación, tomando en cuenta que la base de medición es el empaque de 24 cajas para conformar un fardo al final de la línea.

Tabla XII Toma de tiempos línea dos

	Embolsado del producto	Encajado del producto	Pegado de pestañas	Codificación y enfardado
Medición	Operac. 4	Operac. 5	Operac. 6	Operac. 7 – 8
1	53.3	53.3	67.0	28.6
2	55.4	55.4	30.0	54.6
3	55.4	55.4	60.0	30.0
4	55.4	55.4	30.5	52.6
5	55.4	55.4	65.0	28.6
6	55.4	55.4	33.6	53.0
7	53.3	53.3	63.0	29.0
8	53.3	53.3	32.4	52.0
9	55.4	55.4	66.0	27.4
10	55.4	55.4	37.0	53.7
11	55.4	55.4	66.0	28.2
12	53.3	53.3	33.0	54.0
13	53.3	53.3	65.0	27.3
14	53.3	53.3	34.0	55.0
15	53.3	53.3	64.0	29.0
Media	54.4	54.4	49.8	40.2
Varianza	1.1	1.1	16.4	13.0
N	15.0	15.0	15.0	15.0

Fuente: el autor.

Balance de la línea dos de empaque:

Como se puede observar en el tabla XIV la operación más lenta es la del encajado de la bolsa, tiempo que se considera para calcular el ritmo de línea del proceso.

Tabla XIII Cálculo de tiempos línea dos

	T. C.	T. N.	T. E. (seg.)	T.E. (min.)	N. Oper.
Operac. 5	54.4	57.29	60.16	1.00	2
Operac. 6	49.8	52.39	55.01	0.92	1
Operac. 7-8	40.2	42.32	44.43	0.74	1

Fuente: el autor.

Donde

T.C.: es el tiempo cronometrado, (promedio de los tiempos cronometrados).

T.N.: tiempo normal, (tiempo cronometrado X eficiencia 95%)

T. E.: tiempo Estándar (tiempo normal X tolerancias 10%)

Eficiencia de la línea:

$$\text{Eficiencia de la línea} = (60.16 + 55.01 + 44.43)/(60.16 \times 3)$$

$$\text{Eficiencia de la línea} = 0.88432 = 88.43\%$$

Esto significa que la línea de empaque de acuerdo a la operación más lenta tiene una eficiencia de un 88.43 % de acuerdo a las demás operaciones.

Se estima una demanda diaria de producción de 350 fardos.

Y un tiempo disponible efectivo de trabajo de 365 minutos.

Índice de producción = $(350 * 1.00)/365$

Índice de producción = 0.9586

Ritmo de la línea = $(365)/ (1.08) = 364$

La capacidad de empaque en esta línea es de 364 fardos en condiciones normales de trabajo.

Línea tres

Máquina empacadora de harinas, con capacidad para empacar cualquier producto, con o sin grasa y sin importar la consistencia, en presentaciones de 460 gramos, es importante el cambio de velocidad según la consistencia del producto.

Especificaciones:

Capacidad de empaque: 32 bolsas/ minuto en condiciones normales.

Presentación: 460 gramos.

Tipo de sellado: térmico

Tipo de corte: por resistencia de impulso (impulso de corriente que aumenta la temperatura de la resistencia)

Unidad de cajas X fardo: 24

Medición del estudio: fardo X minuto. (24 cajas)

Nota:

Los datos que aparecen en la tabla XVII se refieren a tiempos tomados en planta en segundos, por cada operación, tomando en cuenta que la base de medición es el empaque de las 24 cajas para conformar un fardo al final de la línea.

Tabla XIV Toma de tiempos línea tres

	Embolsado del producto	Encajado del producto	Pegado de pestañas	Codificación y enfardado
Medición	Paso 4	Paso 5	Paso 6	Paso 7 - 8
1	45.0	45.0	66.7	24.6
2	46.5	46.5	30.0	47.6
3	45.0	45.0	65.0	26.0
4	45.0	45.0	31.6	46.7
5	46.5	46.5	67.0	25.0
6	45.0	45.0	29.6	47.0
7	45.0	45.0	66.0	25.8
8	45.0	45.0	31.8	46.8
9	46.5	46.5	65.0	26.0
10	45.0	45.0	32.0	46.0
11	45.0	45.0	65.0	27.0
12	45.0	45.0	64.2	46.0
13	46.5	46.5	28.0	28.0
14	45.0	45.0	65.0	45.0
15	46.5	46.5	29.0	29.0
Media	45.5	45.5	49.1	35.8
Varianza	0.7	0.7	18.2	10.4
N	15.0	15.0	15.0	15.0

Fuente: el autor.

Balance de la línea tres de empaque:

Como se puede observar en el tabla XVII la operación más lenta es la del pegado de pestañas, tiempo que se considera para calcular el ritmo de línea del proceso.

Tabla XV Cálculo de tiempos línea tres

	T. C.	T. N.	T.E. (seg)	T.E. (min)	# Oper.
Operac. 5	45.5	47.88	50.27	0.84	2
Operac. 6	49.1	51.64	54.22	0.90	1
Operac. 7-8	35.8	37.65	39.53	0.66	1

Fuente: el autor.

Donde

T.C.: es el tiempo cronometrado, (promedio de los tiempos cronometrados).

T.N.: tiempo normal, (tiempo cronometrado X eficiencia 95%)

T. E.: tiempo Estándar (tiempo normal X tolerancias 10%)

Eficiencia de la línea

Eficiencia de la línea = $(50.27 + 54.22 + 39.53)/(54.22 \times 3)$

Eficiencia de la línea = 0.88539 = 88.53%

Esto significa que la línea de empaque de acuerdo a la operación más lenta tiene una eficiencia de un 88.59 % de acuerdo a las demás operaciones.

Se estima una demanda diaria de producción de 350 fardos.

Y un tiempo disponible efectivo de trabajo de 365 minutos.

Índice de producción = $(0.9 \times 350) / 365$

Índice de producción = 0.88

Ritmo de la línea = $(365) / (0.9) = 403.895 = 403$ fardos.

La capacidad de empaque en esta línea es de 403 fardos en condiciones normales de trabajo.

Línea cuatro

Máquina empacadora de harinas, con capacidad para empaquetar cualquier producto, con o sin grasa y sin importar la consistencia, en presentaciones de 450 gramos, es importante el cambio de velocidad según la consistencia del producto. Tiene la opción de formar bolsa utilizando bobina pre impresa.

Especificaciones:

Capacidad de empaque: 26 bolsas/ minuto en condiciones normales.

Presentación: 460 gramos.

Unidad de cajas X fardo: (variable)

Medición del estudio: fardo X minuto. (24 cajas).

Nota:

Los datos que aparecen en la tabla se refieren a tiempos tomados en planta en segundos, por cada operación, tomando en cuenta que la base de medición es el empaque de las 24 cajas para conformar un fardo al final de la línea.

Tabla XVI Toma de tiempos línea Cuatro

	Embolsado del producto	Encajado del producto	Pegado de pestañas	Codificación y enfiardado
Medición	Paso 4	Paso 5	Paso 6	Paso 7 - 8
1	51.4	51.4	58.0	26.7
2	51.4	51.4	32.0	48.7
3	51.4	51.4	58.6	30.0
4	53.3	53.3	32.0	49.0
5	53.3	53.3	58.3	27.0
6	51.4	51.4	26.3	47.0
7	51.4	51.4	54.3	26.8
8	51.4	51.4	30.0	46.5
9	51.4	51.4	56.0	27.0
10	51.4	51.4	32.0	47.5
11	53.3	53.3	58.0	28.0
12	51.4	51.4	33.4	48.0
13	51.4	51.4	57.2	26.0
14	53.3	53.3	33.0	47.0
15	51.4	51.4	58.0	28.0
Media	51.9	51.9	45.1	36.9
Varianza	0.9	0.9	13.6	10.5
N	15.0	15.0	15.0	15.0

Fuente: el autor.

Balance de la línea cuatro de empaque:

Como se puede observar en el tabla XIX la operación más lenta es la del encajado del producto, tiempo que se considera para calcular el ritmo de línea del proceso.

A partir de esta tabla solamente se toman en cuenta los pasos 5, 6, 7 y 8 ya que al iniciar la maquina su proceso no tiene un paro por cantidad producida así que se mantiene constante por lo tanto no afecta los tiempos de la línea de empaque.

Tabla XVII Cálculo de tiempos línea cuatro

	T. C.	T. N.	T. E. (seg)	T.E. (min)	N. Oper.
Operac. 5	51.9	54.67	57.40	0.96	2
Operac. 6	45.1	47.52	49.89	0.83	1
Operac. 7-8	36.9	38.82	40.76	0.68	1

Fuente: el autor.

Donde

T.C.: es el tiempo cronometrado, (promedio de los tiempos cronometrados).

T.N.: tiempo normal, (tiempo cronometrado X eficiencia 95%)

T. E.: tiempo Estándar (tiempo normal X tolerancias 10%)

Eficiencia de la línea

$$\text{Eficiencia de la línea} = (57.4 + 49.89 + 40.76)/(57.46 \times 3)$$

$$\text{Eficiencia de la línea} = 0.8597 = 85.97\%$$

Esto significa que la línea de empaque de acuerdo a la operación más lenta tiene una eficiencia de un 85.97 % de acuerdo a las demás operaciones.

Se estima una demanda diaria de producción de 350 fardos.
Y un tiempo disponible efectivo de trabajo de 365 minutos.

Índice de producción = $(350 \times 0.96) / 365$

Índice de producción = 0.9205

Ritmo de la línea = $(365) / (0.96) = 381.50 = 380$ fardos.

La capacidad de empaque en esta línea es de 380 fardos en condiciones normales de trabajo.

Línea de empaque automatizada

Se caracteriza porque la mayoría del proceso de empaque es realizado por la maquinaria sin intervención de operadores, requiere de un solo operador cuya función principal es alimentar con material de empaque (bobina de polietileno de alta densidad, bolsa de papel, tintas, aditivos para tinta, adhesivos, entre otros) la máquina, adicionalmente verifica la existencia de producto en línea y el peso dosificado por la máquina.

El proceso de esta máquina consiste en:

- Abastecimiento de harina al silo (capacidad 150 quintales)
- Dosificación de harina

- Cierre de bolsa
- Pegado de bolsa
- Impresión de lote y fecha de vencimiento
- Enfardado en bobina polietileno de alta densidad (HDTP)

Se empacan tres presentaciones cada una con parámetros y especificaciones diferentes.

- Harina en presentación de 920 gramos. Enfardado en presentación de 12 unidades.
- Harina en presentación de 2300 gramos. Enfardado en presentación de 8 unidades.
- Harina en presentación de 4600 gramos. Enfardado en presentación de 4 unidades.

Adicionalmente el traslado del producto terminado a bodega se realiza con otro colaborador.

Tabla XVIII Tiempos no productivos línea de empaque automatizado

Motivo	Tiempo (min)
Toma de alimentos a mitad de la jornada	20
Almuerzo	60
limpieza y preparación de máquina (inicio y fin de jornada)	40
Cambio de bobina	20
Total	140

Fuente: el autor.

Empaque presentación de 920 gramos

Recursos:

- Harina.
- Polietileno de alta densidad en Bobina 22”
- Bolsas de papel
- Adhesivo
- Materiales para codificación
- 2 operadores

Capacidad de empaque para esta presentación 26 bolsas por minuto.

Cantidad de bolsas por fardo	12 bolsas.
Capacidad de enfardado	2.16 fardos por minuto.
Tiempo disponible:	8 horas por día.
Cantidad de harina requerida	19.8 quintales por hora

Tiempo disponible diario	480 minutos
Tiempo no productivo diario	140 minutos
Tiempo real disponible	340 minutos
Equivalente a: 6 horas de trabajo efectivas.	

De donde el ritmo de producción será de 660 fardos por día de trabajo considerando el 90% de eficiencia.

Empaque presentación de .2300 gramos

Recursos:

- Harina.
- Polietileno de alta densidad en Bobina 28”
- Bolsas de papel
- Adhesivo
- Materiales para codificación
- 2 operadores

Capacidad de empaque para esta presentación 18 bolsas por minuto.

Cantidad de bolsas por fardo	8 bolsas.
Capacidad de enfardado	2.25 fardos por minuto.
Tiempo disponible:	8 horas por día.
Cantidad de harina requerida	34.4 quintales por hora

Tiempo disponible diario	480 minutos
Tiempo no productivo diario	140 minutos
Tiempo real disponible	340 minutos
Equivalente a: 6 horas de trabajo efectivas.	

De donde el ritmo de producción será de 688 fardos por día de trabajo considerando el 90% de eficiencia.

Empaque presentación de 4600 gramos

Recursos:

- Harina.
- Polietileno de alta densidad en Bobina 28”
- Bolsas de papel
- Adhesivo
- Materiales para codificación
- 2 operadores

Capacidad de empaque para esta presentación 7 bolsas por minuto.

Cantidad de bolsas por fardo	4 bolsas.
Capacidad de enfardado	1.75 fardos por minuto.
Tiempo disponible:	8 horas por día.
Cantidad de harina requerida	29.75 quintales por hora

Tiempo disponible diario	480 minutos
Tiempo no productivo diario	140 minutos
Tiempo real disponible	340 minutos
Equivalente a: 6 horas de trabajo efectivas.	

De donde el ritmo de producción será de 595 fardos por día de trabajo considerando el 90% de eficiencia.

3. PROPUESTA DEL PROYECTO

3.1 Diagrama de Pareto

Aplicación de diagrama de Pareto al estudio productivo:

Para aplicar esta herramienta al proceso productivo de la planta de premezclas Se tomará como la variable a analizar el tiempo no productivo de las áreas de manufactura siendo estas el empaque y el mezclado.

Efecto cuantificable y medible:

Tiempo improductivo en planta.

Elementos contribuyentes:

a) Tiempo inactivo personal	(M-2400)	100 minutos
b) Tiempo inactivo personal	(M-600)	200 minutos
c) Falta Disponibilidad de ingredientes y harinas		20 minutos
d) Falla de maquinaria (dispositivo de sellado)		15 minutos

e) Falla de piezas de maquinaria (sobreesfuerzo,
Tensión, fricción).

40 minutos.

Tabla de Pareto:

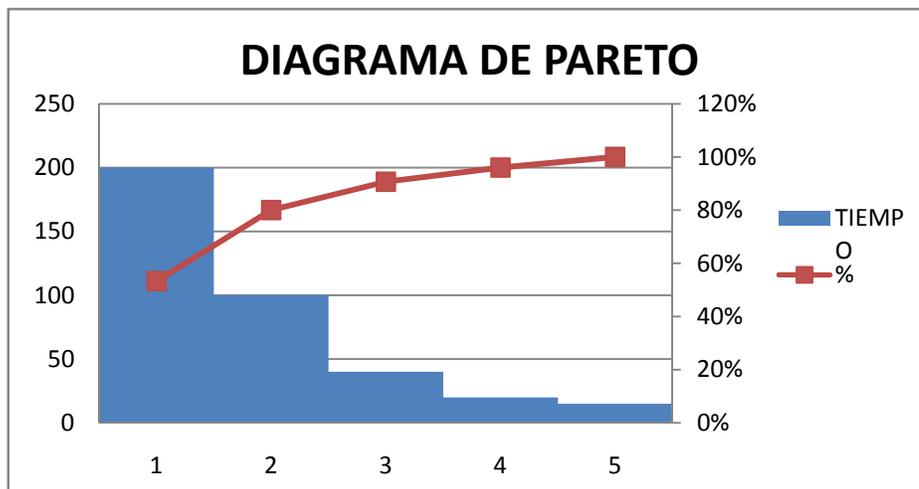
Tabla XIX Tabla de Pareto

elemento	Tiempo	min acum	% total	% total acu.
B	200	200	53%	53%
A	100	300	27%	80%
E	40	340	11%	91%
C	20	360	5%	96%
D	15	375	4%	100%
total	375		100%	

Fuente: el autor

Diagrama de Pareto:

Figura 15 Diagrama de Pareto



Fuente: el autor.

Los tiempos improductivos en mezcladoras representan el 80% de los tiempos improductivos en planta, esto es debido a que el personal queda inactivo en el proceso de mezclado, este tiempo puede ser aprovechado para realizar otras actividades mientras que la maquinaria. En el momento de poder aprovechar estos tiempos al máximo los tiempos improductivos se reducen al máximo, los otros elementos son menos significativos debido a que no representan mayor tiempo y la ocurrencia de los mismos es mucho menor al tiempo improductivo en el área de mezcladoras.

La mayoría de actividades tiene posibilidad de mejora pero las que pueden optimizar significativamente el aprovechamiento del tiempo en planta son las que se ejecutan en el área de mezclado.

3.2 Gráficos de control

Con esta herramienta estadística se analizará la condición de los pesos de las bolsas que generan las máquinas empacadoras, esta variable es importante controlarla en el proceso para cumplir con los estándares de calidad, peso correcto declarado y generando el adecuado aprovechamiento del producto.

El muestreo se realizó tomando el peso de cada bolsa en una muestra de 125 bolsas en cada máquina empacadora.

Nota:

La cantidad mínima de datos para calcular los límites de control es 125 datos individuales o 25 subgrupos de 5 datos cada uno.

Para el cálculo de los límites de control se utilizarán constantes estadísticas para su cálculo, esto debido a que se desconoce la media y la desviación estándar poblacional.

Los datos serán analizados mediante los gráficos de control $\bar{X} - R$, de medias y de rangos, esto debido a que permite observar el comportamiento promedio del proceso y al mismo tiempo su variación.

Cálculo de los límites de control para la gráfica R de rangos:

Límite superior de control	$LSC = \bar{R} + D_4$
Límite central	$LCC = \bar{R}$
Límite inferior de control	$LIC = \bar{R} - D_3$

Cálculo de los límites de control para la gráfica de \bar{X} de medias:

Límite superior de control	$LSC = \bar{X} + A_2 \bar{R}$
Límite central	$LCC = \bar{X}$
Límite inferior de control	$LIC = \bar{X} - A_2 \bar{R}$

Para muestras de 5 datos se tienen las siguientes constantes:

$$A_2 = 0.577 \qquad D_3 = 0 \qquad D_4 = 2.114$$

Cuadro de tolerancias para los productos sólidos, en forma de polvos, granulados, partículas extruidas, que se comercialicen en masa.

Tabla XX Tolerancias de variación de peso norma coguanor

Masa neta declarada	Tolerancias
Envases hasta 250 g	5% de la masa declarada
De 251 a 1000 g	2% de la masa declarada
Más de 1000 g	1% de la masa declarada

Máquina uno:

Se tomaron mediciones de 25 muestras de 5 datos cada uno con un peso de 1350 gramos, los datos aparecen en la tabla siguiente:

Tabla XXI Muestreo de pesos máquina uno

CANTIDAD MUESTRAS	OBSERVACIONES (gramos)					X media	R
1	1348	1348	1350	1346	1362	1350.8	16.00
2	1356	1352	1360	1352	1358	1355.6	8.00
3	1352	1348	1356	1350	1362	1353.6	14.00
4	1346	1360	1354	1350	1368	1355.6	22.00
5	1360	1348	1346	1342	1344	1348	18.00
6	1348	1344	1360	1356	1370	1355.6	26.00
7	1354	1354	1354	1360	1354	1355.2	6.00
8	1340	1356	1354	1352	1350	1350.4	16.00
9	1356	1354	1358	1352	1354	1354.8	6.00
10	1358	1356	1358	1356	1360	1357.6	4.00
11	1358	1346	1342	1344	1348	1347.6	16.00
12	1352	1342	1360	1356	1354	1352.8	18.00
13	1344	1352	1348	1346	1358	1349.6	14.00
14	1356	1346	1362	1354	1350	1353.6	16.00
15	1366	1352	1352	1356	1360	1357.2	14.00
16	1356	1352	1348	1348	1354	1351.6	8.00
17	1342	1362	1354	1358	1358	1354.8	20.00
18	1346	1348	1344	1354	1342	1346.8	12.00
19	1346	1358	1352	1360	1348	1352.8	14.00
20	1346	1342	1352	1356	1352	1349.6	14.00
21	1350	1348	1366	1350	1354	1353.6	18.00
22	1360	1356	1350	1352	1356	1354.8	10.00
23	1354	1352	1350	1346	1346	1349.6	8.00
24	1352	1352	1356	1352	1356	1353.6	4.00
25	1362	1346	1344	1342	1358	1350.4	20.00
N = número muestras	PROMEDIOS					1352.62	13.68

Fuente: el autor.

De donde se obtiene lo siguiente:

Media muestral = 1352.62 gramos

Media de rangos muestrales = 13.68 gramos

Desviación estándar muestral = 6.11 gramos

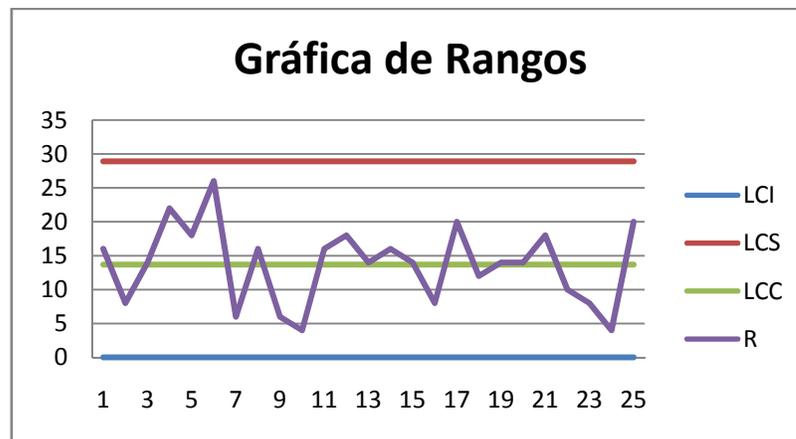
Límites de control para gráfica de rangos.

LSC = 28.92 gramos

LCC = 13.68 gramos

LIC = 0 gramos

Figura 16 Gráfica de Rangos máquina uno



Fuente: el autor.

Los datos graficados de acuerdo a los rangos de las muestras se encuentran dentro de los límites de control y no tienen ninguna tendencia o secuencia de datos, por lo que se encuentra bajo control.

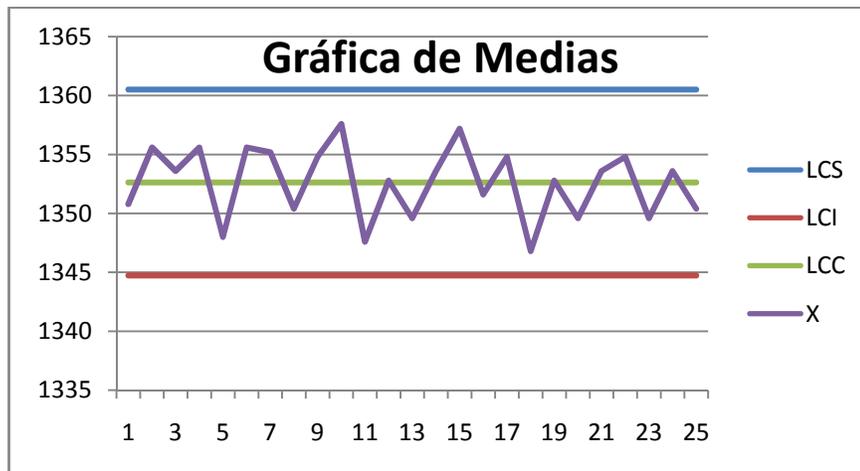
Límites de control para gráfica de medias:

LSC = 1360.517 gramos

LCC = 1352.62 gramos.

LIC = 1344.731 gramos

Figura 17 Gráfica de Promedios máquina uno



Fuente: el autor.

Los datos graficados muestran una variación normal del proceso, ya que no tienen datos cerca de los límites de control y no se observa ninguna tendencia o agrupamiento de datos por lo que se puede inferir que el proceso está bajo control.

Habilidad del proceso máquina uno

Especificaciones:

Peso: 1350 gramos.

Tolerancia: 13.5 gramos (1% de 1350 gramos)

Límites de diseño:

Límite superior = 1363.5 gramos

Límite inferior = 1336.5 gramos

Valor índice de habilidad potencial

$$C_p = 27/(6*6.1) = 0.7377$$

Cálculo índice de habilidad real: (cpk)

$$C_{pk} = c_p (1 - 2(((LSE+LIE)/2 - X))/LSE-LIE)$$

$$C_{pk} = 0.7377(1-2(1350-1352.62)/27)$$

$$C_{pk} = 0.8880$$

Conclusiones:

Como se observa en los índices de habilidad potencial y real del proceso, ambos son menores de 1, el cual es significativo a un proceso capaz, debido a esto el proceso es incapaz de reproducir los pesos especificados, de acuerdo a los límites de diseño requeridos, debido a esta situación se debe de calibrar y ajustar los equipos para lograr alcanzar variaciones menores a los límites de diseño permitidos.

Máquina dos

Se tomaron mediciones de 25 muestras de 5 datos cada uno con un peso de 450 gramos, los datos aparecen en la tabla siguiente:

Tabla XXII Muestreo de pesos máquina dos

CANTIDAD MUESTRAS	OBSERVACIONES (gramos)					X media	R
1	450	462	464	468	460	460.8	18.00
2	444	452	456	460	452	452.8	16.00
3	454	458	468	452	456	457.6	16.00
4	448	452	462	452	454	453.6	14.00
5	454	462	458	454	454	456.4	8.00
6	454	456	456	460	460	457.2	6.00
7	452	458	472	452	462	459.2	20.00
8	446	450	466	458	470	458	24.00
9	458	448	466	466	462	460	18.00
10	468	466	442	452	456	456.8	26.00
11	462	458	466	460	456	460.4	10.00
12	460	454	460	456	456	457.2	6.00
13	460	454	460	460	456	458	6.00
14	460	462	462	460	454	459.6	8.00
15	460	450	462	460	456	457.6	12.00
16	452	454	448	458	464	455.2	16.00
17	452	456	442	456	464	454	22.00
18	454	468	448	460	454	456.8	20.00
19	458	464	456	462	460	460	8.00
20	446	456	464	456	464	457.2	18.00
21	456	450	456	472	462	459.2	22.00
22	464	440	462	460	458	456.8	24.00
23	468	440	468	456	466	459.6	28.00
24	464	450	462	464	460	460	14.00
25	456	468	452	452	468	459.2	16.00
N = número muestras	PROMEDIOS					457.73	15.84

Fuente: el autor.

De donde se obtiene lo siguiente:

Media muestral = 457.73 gramos

Media de rangos muestrales = 15.84 gramos

Desviación estándar muestral = 6.59 gramos

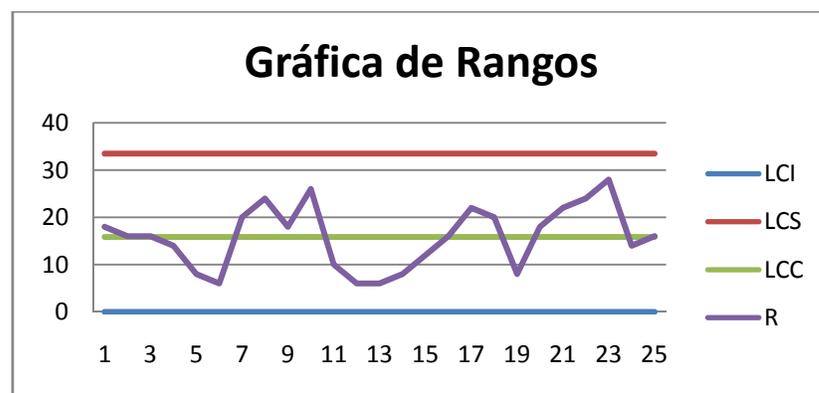
Límites de control para gráfica de rangos.

LSC = 33.48 gramos

LCC = 15.84 gramos

LIC = 0 gramos

Figura 18 Gráfica de rangos máquina dos



Fuente: el autor.

De acuerdo a la gráfica 18 se observa que las mediciones de rangos, es decir la variabilidad del proceso se encuentra estable.

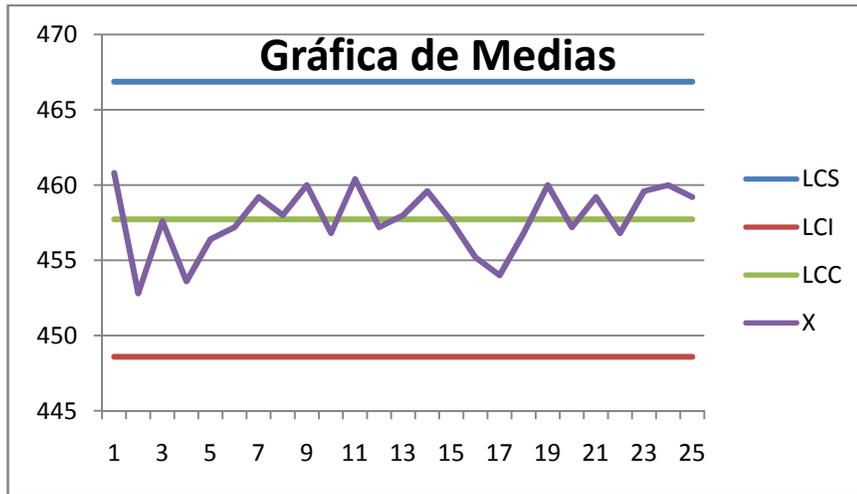
Límites de control para gráfica de medias:

LSC = 466.86 gramos

LCC = 457.73 gramos.

LIC = 448.58 gramos

Figura 19 Gráfica de promedios máquina dos



Fuente: el autor.

Como se observa en el gráfico de medias, el proceso se encuentra en su mayoría cercano al promedio muestral, con una desviación estándar de 6.59 la cual es menor que la tolerancia permitida, por lo que se considera el proceso bajo control.

Habilidad del proceso máquina dos

Especificaciones:

Peso: 450 gramos.

Tolerancia: 15 gramos (2% de 450 gramos)

Límites de diseño:

Límite superior = 465 gramos

Límite inferior = 435 gramos

Valor índice de habilidad potencial

$$C_p = 18/(6*6.59) = 0.4552$$

Cálculo índice de habilidad real: (cpk)

$$C_{pk} = c_p (1 - 2(((LSE+LIE)/2 - X))/LSE-LIE)$$

$$C_{pk} = 0.4552 (1 - 2(((450 - 457.73))/18))$$

$$C_{pk} = 0.8461$$

Conclusiones:

Los índices de habilidad del proceso indican que la máquina dos de empaque no es capaz de producir un peso confiable de acuerdo a las especificaciones. Ya que los resultados se encuentran alejados de los valores ideales de 1 para ambos índices.

Máquina tres:

Se tomaron mediciones de 25 muestras de 5 datos cada uno con un peso de 751 gramos, los datos aparecen en la tabla siguiente:

Tabla XXIII Muestreo de pesos máquina tres

CANTIDAD MUESTRAS	OBSERVACIONES (gramos)					X media	R
1	766	780	776	774	772	773.6	14.00
2	758	768	734	768	778	761.2	44.00
3	776	792	760	752	750	766	42.00
4	766	766	794	768	770	772.8	28.00
5	796	738	784	780	762	772	58.00
6	758	792	804	766	752	774.4	52.00
7	740	734	748	750	772	748.8	38.00
8	768	778	804	786	770	781.2	36.00
9	776	778	754	754	750	762.4	28.00
10	752	770	770	770	762	764.8	18.00
11	768	760	772	776	770	769.2	16.00
12	742	750	762	762	774	758	32.00
13	770	776	780	786	780	778.4	16.00
14	772	774	776	774	792	777.6	20.00
15	762	792	756	776	772	771.6	36.00
16	806	776	770	780	766	779.6	40.00
17	776	754	754	732	770	757.2	44.00
18	754	766	778	766	776	768	24.00
19	760	760	780	784	762	769.2	24.00
20	784	770	756	778	786	774.8	30.00
21	788	780	754	758	772	770.4	34.00
22	766	766	776	752	780	768	28.00
23	766	750	774	778	736	760.8	42.00
24	764	756	768	766	784	767.6	28.00
25	772	756	766	766	780	768	24.00
N = número muestras	PROMEDIOS					768.62	31.84

Fuente: el autor.

De donde se obtiene lo siguiente:

Media muestral = 768.62 gramos

Media de rangos muestrales = 31.84 gramos

Desviación estándar muestral = 14.4 gramos

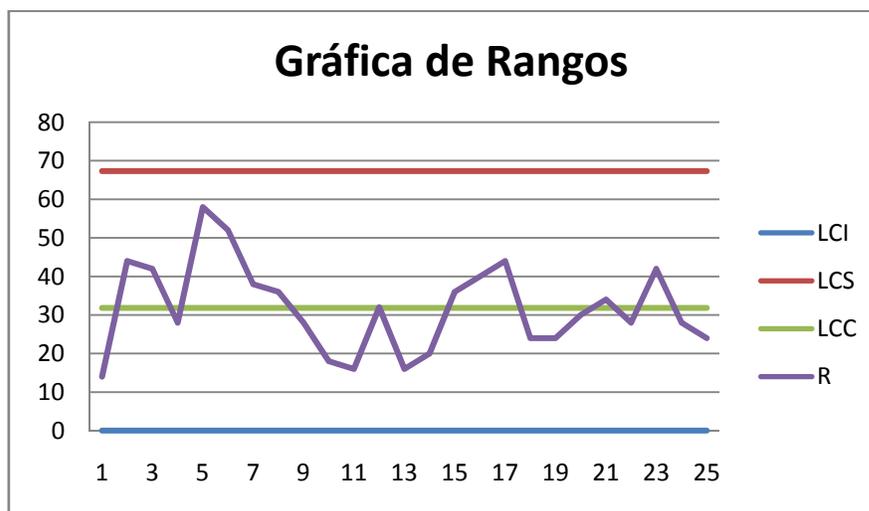
Límites de control para gráfica de rangos.

LSC = 67.30 gramos

LCC = 31.84 gramos

LIC = 0 gramos

Figura 20 Gráfica de rangos máquina tres



Fuente: el autor.

Como se observa en el gráfico de rangos para la máquina tres, los datos están dentro de los límites de control del proceso, aunque vale la pena comentar que hay ciertas mediciones que se encuentran bastante cerca de los límites no presentan incidencia de causas atribuibles al proceso ya que posterior a este punto el proceso se acerca al dato medio de los rangos.

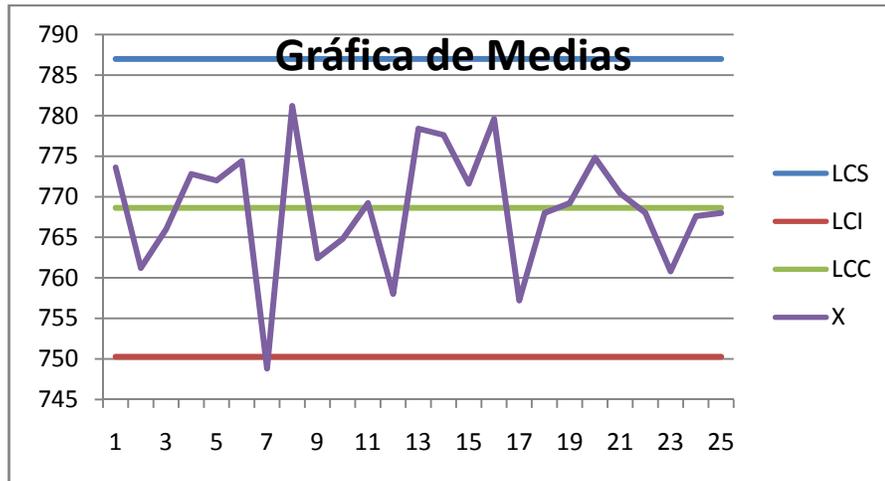
Límites de control para gráfica de medias:

LSC = 786.99 gramos

LCC = 768.62 gramos.

LIC = 750.23 gramos

Ilustración 21 Gráfica de promedios tres



Fuente: el autor.

Ahora bien con respecto a los gráficos de medias se tienen dos situaciones varios puntos se trasladan de un extremo al otro de la gráfica incidiendo en el resultado del dato medio del proceso, pudiendo ser una causa atribuible a la falta de calibración o ajuste de la máquina, así mismo un punto se encuentra fuera de los límites de control, por lo que este proceso si se encuentra fuera de control por lo que es recomendable, realizar ajustes y correcciones al equipo, posterior a esto verificar el estado y medición del equipo ajustado.

Habilidad del proceso máquina tres

Especificaciones:

Peso: 751 gramos.

Tolerancia: 15 gramos

Límites de diseño:

Límite superior = 766 gramos

Límite inferior = 736 gramos

Valor índice de habilidad potencial

$$C_p = 30 / (6 * 14.4) = 0.3472$$

Cálculo índice de habilidad real: (cpk)

$$C_{pk} = c_p (1 - 2(((LSE+LIE)/2 - X))/LSE-LIE)$$

$$C_{pk} = 0.3472 (1 - 2(((751 - 768.62))/30))$$

$$C_{pk} = 0.7550$$

Conclusiones:

Como se observa en los índices calculados para la máquina tres, no es capaz de producir de acuerdo a las especificaciones de diseño, y a la vez se observa en los gráficos de control que el proceso está fuera de control con variaciones pronunciadas en la gráfica de rangos y punto fuera de los límites de control por lo que el ajuste de la máquina para el dosificado de los productos es muy importante para poder tener el proceso de empaque de la máquina tres bajo control y cumpliendo con estándares de calidad establecidos.

Habilidad de proceso máquina cuatro

Se tomaron mediciones de 25 muestras de 5 datos cada uno con un peso de 450 gramos, los datos aparecen en la tabla siguiente:

Tabla XXIV Muestreo de pesos máquina cuatro

CANTIDAD MUESTRAS	OBSERVACIONES (gramos)					X media	DE
1	453	462	464	456	460	459	11.00
2	450	450	456	465	452	454.6	15.00
3	445	456	468	450	456	455	23.00
4	443	460	462	454	456	455	19.00
5	465	448	458	465	467	460.6	19.00
6	461	456	456	435	460	453.6	26.00
7	435	458	472	446	462	454.6	37.00
8	445	450	466	448	470	455.8	25.00
9	450	448	466	450	462	455.2	18.00
10	465	466	442	460	456	457.8	24.00
11	446	457	460	460	456	455.8	14.00
12	476	456	458	456	454	460	22.00
13	450	456	458	476	455	459	26.00
14	460	445	455	465	454	455.8	20.00
15	460	456	459	460	456	458.2	4.00
16	465	454	456	458	460	458.6	11.00
17	458	450	457	454	464	456.6	14.00
18	456	459	448	454	454	454.2	11.00
19	456	460	455	476	454	460.2	22.00
20	454	454	464	456	464	458.4	10.00
21	456	456	450	461	462	457	12.00
22	464	462	440	460	458	456.8	24.00
23	455	468	454	456	466	459.8	14.00
24	455	462	450	464	460	458.2	14.00
25	456	456	457	452	454	455	5.00
N = número muestras	PROMEDIOS					456.99	17.60

Fuente: el autor.

De donde se obtiene lo siguiente:

Media muestral = 456.99 gramos

Media de rangos muestrales = 17.60 gramos

Desviación estándar muestral = 7.26 gramos

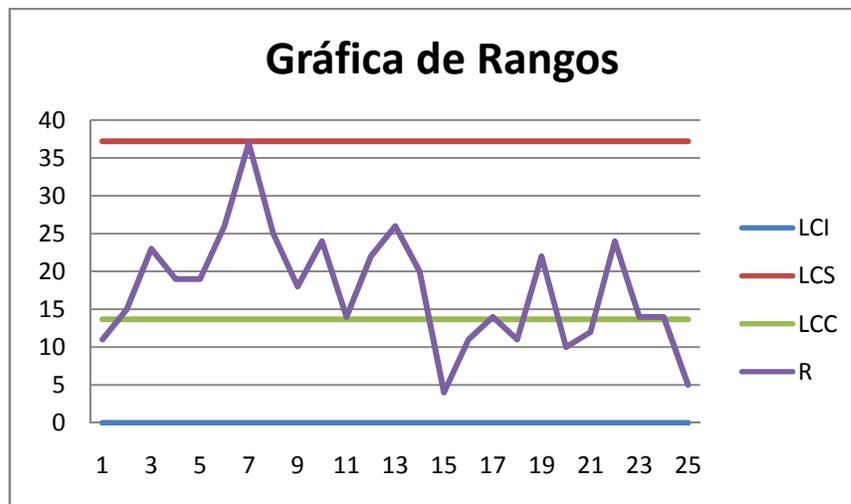
Límites de control para gráfica de rangos.

LSC = 37.20 gramos

LCC = 13.68 gramos

LIC = 0 gramos

Figura 22 Gráfica de rangos máquina cuatro



Fuente: el autor.

Como se observa en la gráfica de rangos se tienen dos tendencias significativas, se observa que en las primeras 14 mediciones los datos se encuentran arriba del límite central mientras que los demás puntos están cerca del límite de control, y luego bajando al lado inferior de la grafica de control, por lo que se puede inferir que el proceso empezó su operación desajustado con un mayor rango de variación y conforme avanzo la toma de mediciones se fue acercando al dato medio y disminuyendo la variación conforme avanza el tiempo, esta causa es atribuible a que se fue ajustando la máquina de acuerdo al avance en la toma de mediciones resultando un proceso con menos variación al final que al inicio.

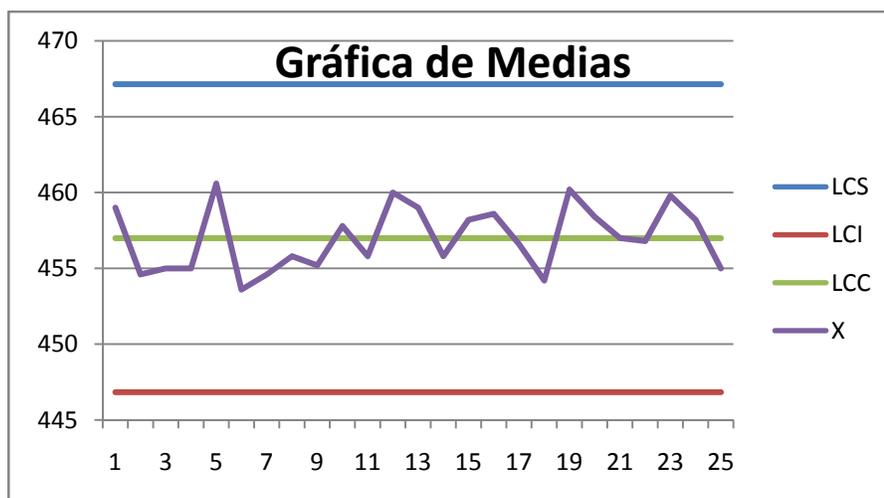
Límites de control para gráfica de medias:

LSC = 467.14 gramos

LCC = 456.99 gramos.

LIC = 446.83 gramos

Figura 23 Gráfica de promedios máquina cuatro



Fuente: el autor.

Como se observa en la gráfica de promedios, los datos se encuentran muy cercanos al dato medio por lo que el proceso de acuerdo a la grafica de medias se encuentra bajo control.

Habilidad del proceso máquina tres

Especificaciones:

Peso: 450 gramos.

Tolerancia: 9 gramos (2% de 450 gramos)

Límites de diseño:

Límite superior = 459 gramos

Límite inferior = 441 gramos

Valor índice de habilidad potencial

$$C_p = 18/(6*7.26) = 0.4132$$

Cálculo índice de habilidad real: (cpk)

$$C_{pk} = c_p (1 - 2(((LSE+LIE)/2 - X))/LSE-LIE)$$

$$C_{pk} = 0.4132 (1-2(((450 - 456.99))/18))$$

$$C_{pk} = 0.7341$$

Conclusiones:

Con base en los índices de habilidad del proceso se observa que nuevamente ambos índices se encuentran debajo de los recomendados por lo que el proceso no es capaz de reproducir los pesos requeridos por los límites de diseño.

3.3 Cálculo de las productividades

La productividad en las distintas áreas de manufactura analizadas se calculó con base a la cantidad de producto elaborado en cada línea de producción y de acuerdo a la eficiencia de los equipos de trabajo.

Área de mezclado:

El cálculo se basara en la cantidad de lotes solicitados para producir y de acuerdo a la capacidad actual de manufactura.

M-2400: El cálculo de productividad de esta área de trabajo se realizara con base a la solicitud de producción la cual es de 10 lotes de mezclado.

Productividad M – 2400:

Capacidad instalada 7.22 Bach por jornada

Demanda 10 lotes diarios

Productividad esperada $7.22 / 10 = 0.722 = 72.20 \%$.

M-600: El cálculo de productividad de esta área de trabajo se realizara con base a la solicitud de producción la cual es de 20 lotes de mezclado.

Productividad M – 600:

Capacidad instalada 15.0 Bach por jornada

Demanda 20 lotes diarios

Productividad esperada $15 / 20 = 0.75 = 75 \%$.

Área de empaque:

Eficiencia línea uno:

Tiempo estándar más lento = 66.32 segundos

Suma de tiempos estándar = 130.72 segundos

Eficiencia de la línea = $(130.72) / ((66.32) (3))$

Eficiencia de la línea = 0.657044 = 66%

Eficiencia línea dos:

Tiempo estándar más lento = 60.13 segundos

Suma de tiempos estándar = 159.6 segundos

Eficiencia de la línea = $(60.16 + 55.01 + 44.43) / (60.16 \times 3)$

Eficiencia de la línea = 0.88432 = 88.43%

Eficiencia línea tres:

Tiempo estándar más lento = 54.22 segundos

Suma de tiempos estándar = 144.02 segundos

Eficiencia de la línea = $(50.27 + 54.22 + 39.53) / (54.22 \times 3)$

Eficiencia de la línea = 0.88539 = 88.53%

Eficiencia línea cuatro:

Tiempo estándar más lento = 57.46 segundos

Suma de tiempos estándar = 148.05 segundos

Eficiencia de la línea = $(57.4 + 49.89 + 40.76) / (57.46 \times 3)$

Eficiencia de la línea = 0.8597 = 85.97%

Tabla resumen:

Tabla XXV Tabla resumen productividad / eficiencia

Área de Mezcla		Área de empaque	
Equipo	Produc. / eficiencia	Equipo	Produc. / eficiencia
M – 2400	72.2%	UNO	66.00 %
M – 600	75.0%	DOS	88.43%
		TRES	88.53%
		CUATRO	85.97%
Total	78.12%	Total	82.23 %

Fuente: el autor.

3.4 matriz por objetivos

Esta matriz analiza los objetivos de mejora productiva para la planta de harinas premezcladas, de acuerdo a cada objetivo específico se analizará una línea de acción para el alcance de dicho objetivo, además se identificara a que área de desarrollo pertenece y cuál sería la solución propuesta para mejora de los procesos.

Tabla XXVI Matriz por objetivos

OBJETIVO	LÍNEA DE ACCIÓN	ÁREA DE DESARROLLO
Reducir el desperdicio de material de empaque e ingredientes en planta.	Adquisición de tecnología en maquinaria.	Maquinas empacadoras
Optimizar el uso de los recursos de tiempo, mano de obra y energía.	Mejorar la distribución de actividades asignadas a los colaboradores en mezcladoras.	Separación del proceso de Prepesado y preparación de ingredientes.
Evitar reprocesos de lotes de producción	Control del proceso de preparación de ingredientes y área de mezclado.	Área de prepesado y preparación de ingredientes, área de mezclado.
Optimización de uso de espacio e instalaciones	Distribución de áreas de trabajo y equipos en planta.	Ubicación de área de prepesado y preparación de ingredientes separado de mezcladoras.
Cumplir con estándares de ISO y HACCP	Los procesos de limpieza y sanitización de equipos.	Todas las áreas productivas en planta.

Fuente: el autor.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1 Descripción de puntos a mejorar

Los procesos productivos en planta se dividen básicamente en dos, área de mezclado y área de empaque, los cuales son codependientes uno del otro, por lo que una buena planificación de manufactura conllevará a la armonía entre ambos sin tener paros de mezclado o empaque debido a falta de insumos o productos mezclados.

Las operaciones de manufactura tanto en área de empaque como en área de mezclas son en su mayoría manual, las operaciones realizadas por maquinaria son mucho menores, debido a esto la mayor carga de trabajo la tiene el personal que labora en planta, por esta razón es necesario mantener altamente motivado al personal, y una continua supervisión de las tareas, y asignación de trabajo.

Área de Mezclado:

En esta área es donde se encuentran las mayores oportunidades de mejora debido a que se ha asignado más tiempo del requerido a las operaciones actuales.

A continuación se especifican las oportunidades de mejora detectadas en el proceso:

- Separación y reubicación de la operación de prepesado y preparación de ingredientes.
- Automatización de mezcladora de M-600.

Separación y reubicación de la operación de prepesado y preparación de ingredientes.

La preparación y prepesado de los ingredientes previos a mezclarse es realizada por el personal de mezclado, los cuales la preparan al inicio de actividades de la jornada, utilizando un tiempo que puede ser productivo para la elaboración de premezclas, la preparación y pesaje de ingredientes es común en ambas mezcladoras, por lo que de separarse y realizarse previamente al mezclado se tiene un mejor aprovechamiento del tiempo y mano de obra, por lo tanto una distribución del personal en mezcladoras se tendría de la siguiente manera:

M – 600

- 1 operador de mezcladora
- 1 ayudante

M – 2400

- 1 operador de mezcladora
- 1 ayudante

Preparación y pesaje de ingredientes

- 1 operador de sistema de pesaje

Las actividades del operador del sistema de pesaje consistirán en la preparación de todos los ingredientes que se deben pesar para la manufactura de las premezclas, incluyendo harinas, grasas, líquidos, colorantes, saborizantes, emulsificantes, entre otros. Así como también del traslado de los mismos a las áreas de trabajo de mezcladoras.

Asimismo debe de controlar la rotación de los ingredientes de acuerdo al sistema PEPS, y abastecimiento de ingredientes en proceso para la manufactura de las premezclas.

M – 2400

De acuerdo a los análisis realizados en planta se detectó que los tiempos estipulados para la realización de las tareas son mayores que los necesarios para las operaciones y de acuerdo a la medición de los tiempos se propone los siguientes tiempos de trabajo para el ciclo de mezclado:

Carga de ingredientes =	8 minutos
Preparación de sacos para la siguiente carga =	10 minutos
Ciclo de mezclado =	16 minutos
Descarga de premezclas	

- Sacos jumbo = 5 minutos
- Sacos 100 lbs. = 20 minutos.

El tiempo final de cada *Batch* es influenciado por el tipo de empaque utilizado para la descarga de la premezcla de donde;

Ciclo de mezclado + descarga en sacos jumbo =	28 minutos.
Ciclo de mezclado + descarga en sacos de 100 lbs. =	42 minutos.

Tiempo de trabajo:

Teniendo una jornada de trabajo diurna, se tienen 8 horas disponibles de trabajo. Se debe de tomar en cuenta que al inicio de las operaciones se tienen 10 minutos para limpieza y preparación de los equipos. Al finalizar la jornada de trabajo se debe de realizar una limpieza tipo 1 de acuerdo a la tabla IX, por lo que se deben de tomar en cuenta los siguientes tiempos no productivos:

Alimentación y refacción =	80 minutos.
Limpieza al inicio y fin de turno =	40 minutos.
Tiempo total no productivo =	120 minutos.

Tiempo efectivo de trabajo = $8 \times 60 = 480 - 120 = 360$ minutos.

Capacidad de ciclos de trabajo por turno de acuerdo al tipo de descarga.

Ciclos de mezclado descarga en jumbos = $360 / 28 = 12.85 = 12$ *batch*.

Ciclos de mezclado descarga en sacos = $360 / 42 = 8.57 = 8$ *batch*.

M – 600

De acuerdo a los análisis realizados en planta se detecto que los tiempos estipulados para la realización de las tareas son mayores que los necesarios para las operaciones y de acuerdo a la medición de los tiempos se propone los siguientes tiempos de trabajo para el ciclo de mezclado:

Carga mezcladora =	4 minutos
Preparación sacos siguiente carga =	5 minutos
Ciclo de mezclado =	13 minutos
Descarga de premezclas	

- Sacos jumbo = 3 minutos
- Sacos 100 lbs. = 4 minutos
- Sacos 50 lbs. = 7 minutos
- Sacos de 25 lbs. = 15 minutos

El tiempo final de cada Bach es influenciado por el tipo de empaque utilizado para la descarga de la premezcla de donde;

Ciclo de mezclado + descarga sacos jumbo =	20 minutos.
Ciclo de mezclado + descarga sacos 100 lbs. =	21 minutos.
Ciclo de mezclado + descarga sacos 50 lbs. =	24 minutos.
Ciclo de mezclado + descarga sacos 25 lbs. =	32 minutos.

Tiempo de trabajo:

Teniendo una jornada de trabajo diurna, se tienen 8 horas disponibles de trabajo. Se debe de tomar en cuenta que al inicio de las operaciones se tienen 10 minutos para limpieza y preparación de los equipos. Al finalizar la jornada de trabajo se debe de realizar una limpieza tipo 2 de acuerdo a la tabla IX, por lo que se deben de tomar en cuenta los siguientes tiempos no productivos:

Alimentación y refacción = 80 minutos.
Limpieza al inicio y fin de turno = 40 minutos.
Tiempo total no productivo = 120 minutos.

Tiempo efectivo de trabajo = $8 \times 60 = 480 - 120 = 360$ minutos.

Capacidad de ciclos de trabajo por turno de acuerdo al tipo de descarga.

Ciclos de mezclado + descarga en jumbos = $360 / 20 = 18$ *batch*.

Ciclos de mezclado + descarga en sacos 100 lb. = $360 / 21 = 17.14 = 17$ *batch*.

Ciclos de mezclado + descarga en sacos 50 lb. = $360 / 24 = 15$ *batch*.

Ciclos de mezclado + descarga en sacos 25 lb. = $360 / 32 = 11.25 = 11$ *batch*.

Tabla XVII Tabla comparativa ciclos de mezclado actual / propuesto

Ciclo de mezclado	Actual	Propuesto	Aumento / jornada
M – 2400	7.22 <i>batch</i> por jornada	12 <i>batch</i> por jornada	5 <i>batch</i> = 69%
M – 600	15 <i>batch</i> por jornada	18 <i>batch</i> por jornada	3 <i>batch</i> = 20%

Fuente: el autor 1

Nota:

Tomar en cuenta que de realizar cambios de producto durante la jornada de trabajo estos tiempos de limpieza deben adicionarse a los tiempos no productivos y realizar el cálculo de la capacidad de los ciclos de mezclado.

Esta mejora en la productividad se logra con la distribución de las actividades y asignación de tiempos de trabajo de manera correcta para las actividades del proceso de mezclado.

Reubicación del área de prepesado y preparación de ingredientes

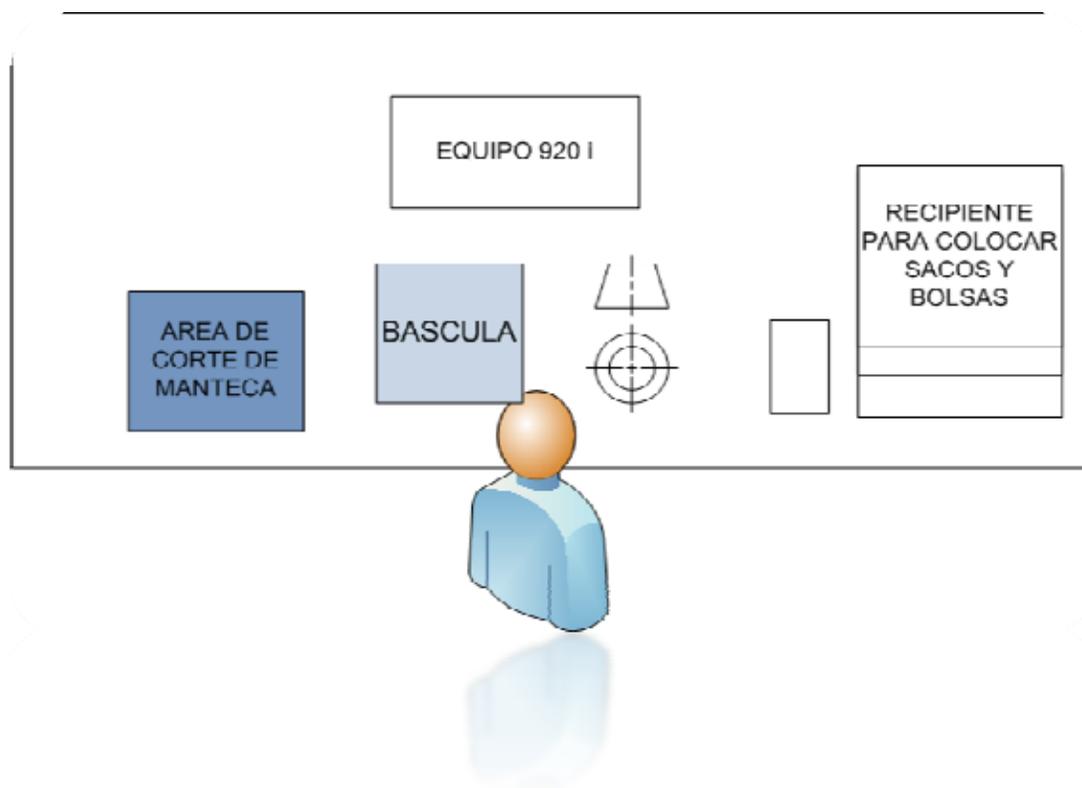
El área de preparación y pesaje de ingredientes actualmente se encuentra debajo del área de las mezcladoras por lo cual no es una buena ubicación por motivos de espacio y ergonomía del puesto de trabajo por lo que se propone ubicar esta área de trabajo en áreas cercanas al área de mezclado con el objetivo de no tener mayor desplazamiento de ingredientes en proceso en planta.

El operador de prepesado debe de preparar los ingredientes que se van a utilizar en las mezcladoras, llevando el control para el abastecimiento de los ingredientes a utilizar en ambas mezcladoras.

Área de prepesado y preparación de ingredientes propuesta:

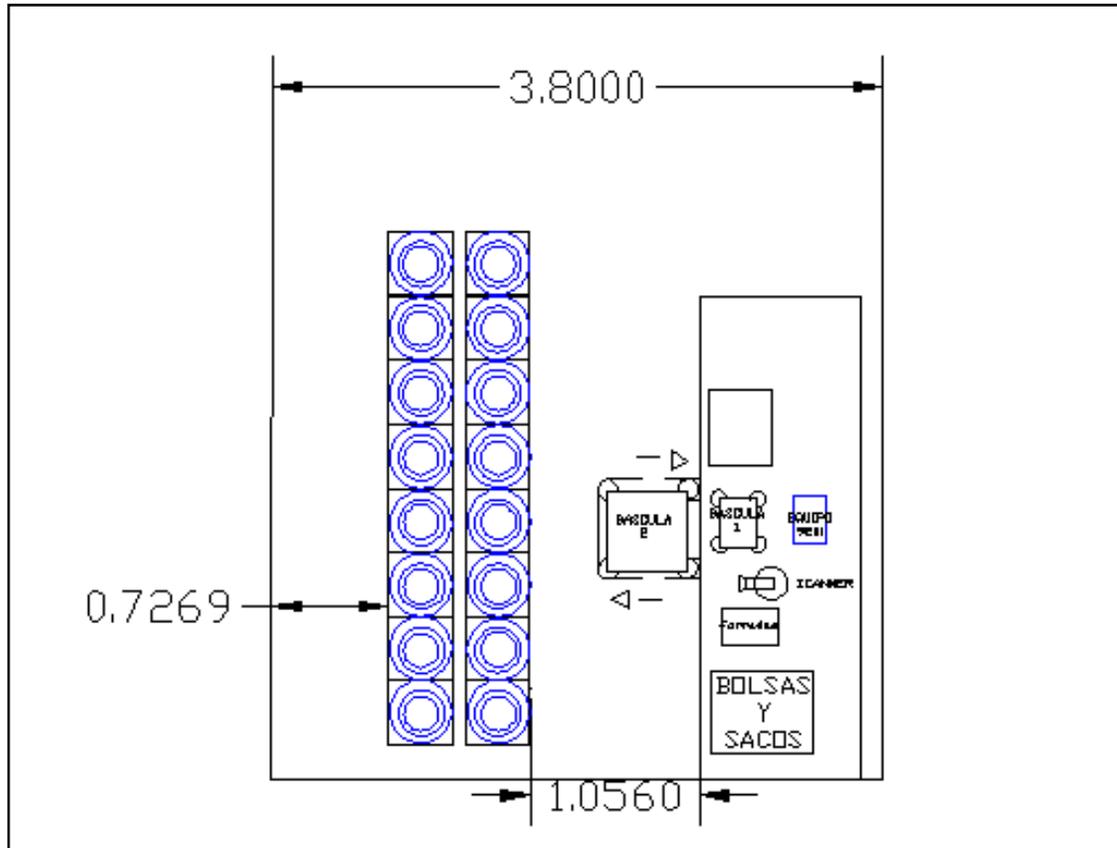
El área de prepesado debe contener el espacio, materiales e insumos necesarios para la preparación y pesaje de ingredientes:

Figura 24 Diseño área de prepesado



Fuente: el autor.

Figura 25 Dimensiones del área de trabajo

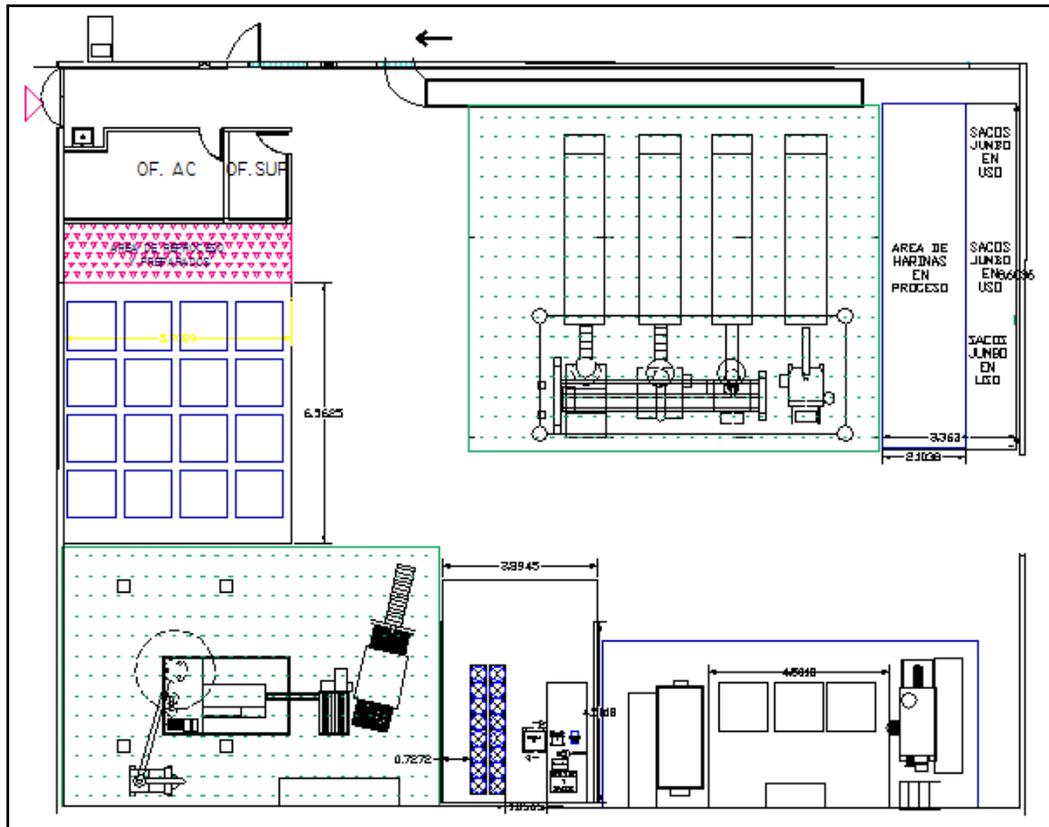


Fuente: el autor.

De acuerdo a las dimensiones propuestas para el área de trabajo de la figura 25 se tiene propuestas dos ubicaciones en la planta para el área de prepesado, una ubicación es colocarla en el área a la par del área de mezcladoras, y otra es colocar el área en la bodega a la par del área de mezclado.

Ubicación 1, Frente al área de mezclado:

Figura 26 Ubicación 1, área de prepesado



Fuente: el autor.

Ventajas:

- Ubicación cercana al área de mezclas (movimiento de materiales es menor)
- Espacio suficiente de acuerdo a las dimensiones del área propuesta.

Desventajas:

- Al ubicar el área de prepesado en este lugar, reduce el espacio para colocar mezclas en proceso.
- Reducción de espacio en planta para maniobrabilidad del montacargas.

Conclusión:

De acuerdo a las ventajas y desventajas de las dos áreas propuestas para el área de preparación y pesaje de ingredientes se recomienda adoptar la segunda ubicación, dentro de la bodega de materiales, esto debido a que no se obstruyen los espacios para almacenajes internos, existe un mejor flujo del proceso, y recorrido de materiales, y siendo este espacio en la bodega de materiales disponible para su utilización.

Automatización de mezcladora M – 600

El cambio de una operación manual a una operación automatizada genera mejoras en el proceso debido a que se evitan errores operativos en tiempos, control directo de ciclos de mezclado, aprovechamiento del tiempo del personal que opera los equipos, por esta razón se recomienda automatizar este equipo a manera de que la mezcladora realice el ciclo de mezclado sin intervención del operario, dejando la opción de operación manual para pruebas y en caso falle el sistema de automatización.

Área de empaque

De acuerdo a los análisis realizados esta área tiene mejor productividad que el área de mezclado, esto debido a que el proceso de empaque es continuo.

Ahora bien como se puede observar en la tabla resumen de productividades el promedio es del 82.23% siendo la línea de empaque de la máquina uno la más ineficiente pero en general el proceso se puede considerar aceptable.

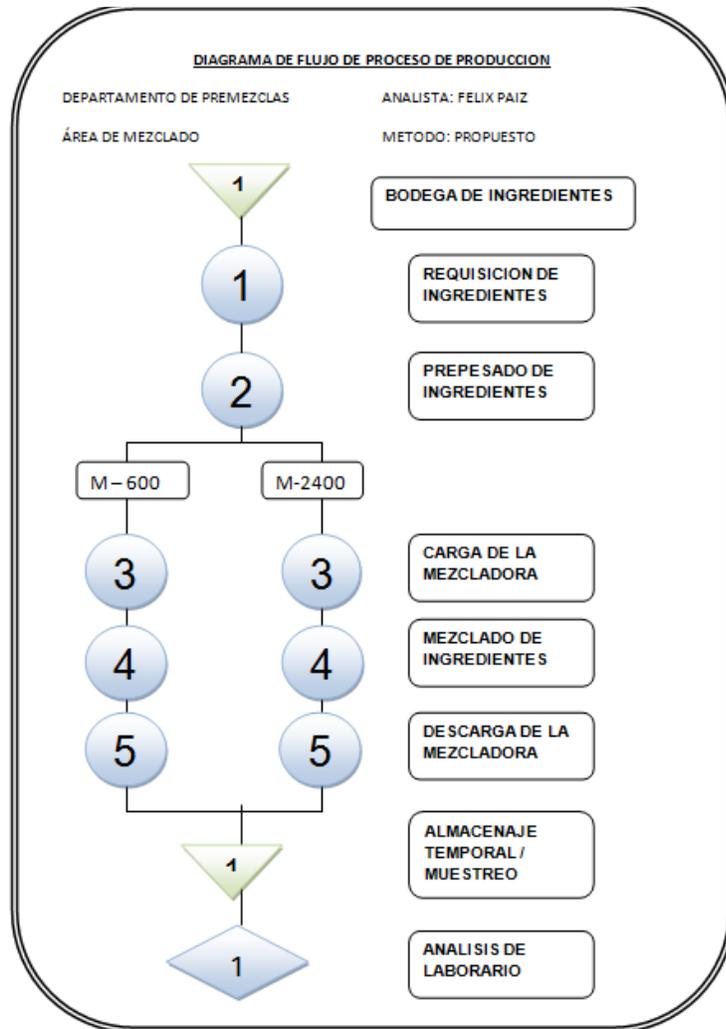
Con respecto a la reproducibilidad de los pesos estipulados de los productos se observa en el análisis de gráficos de control que la maquinaria de empaque no es capaz, es decir no posee habilidad real ni habilidad potencial del proceso para obtener producto de acuerdo a los límites de diseño establecidos (de acuerdo a las normas coguanor).

Adicional a esto debido a la tecnología obsoleta del equipo de empaque las mismas no son eficientes en los procesos, teniendo constantemente paros no programados por diferentes fallas, generan desperdicio de material de empaque y altos costos de mantenimiento, por lo tanto, es recomendable cambiar la maquinaria de empaque, analizando capacidades de empaque, homologación de pesos, codificación de productos en línea, entre otros.

4.2 Propuestas al flujo del proceso

Los cambios de flujo de proceso para implementar las mejoras consisten básicamente en separar la operación de prepesado del área de mezclas a fin de realizar la preparación de los ingredientes por separado y así de obtener un mejor aprovechamiento del tiempo y de la mano de obra.

Figura 28 Diagrama flujo de proceso (propuesto) área de mezclado



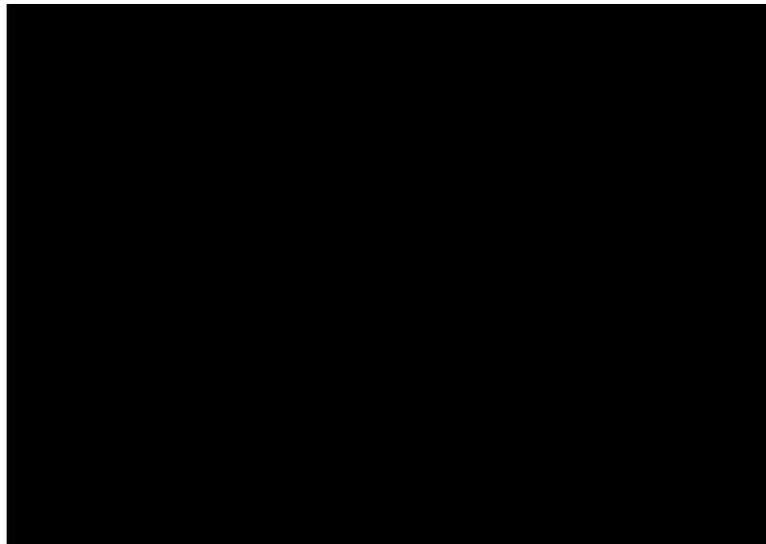
El proceso de empaque queda de la misma manera que el método actual con que son realizadas las operaciones de empaque.

4.3 Definición de puntos de control

Con el fin de mejorar el control sobre los procesos controlados de empaque se propone llevar un reporte de paros y fallas de maquinaria, la cual actualmente no se lleva de forma adecuada, los paros y fallas en maquinaria suceden frecuentemente en el área de empaque, esto debido a falla de piezas, daño de circuitos eléctricos, sistemas de sellado, corte, dosificado, por lo que es recomendable analizar las fallas y verificar los costos de mantenimiento y el efecto en la productividad.

Formato para control de paros y fallas:

Figura 29 Propuestas reporte de paros y fallas



Fuente: el autor.

De esta manera se puede llevar el control de fallas de maquinaria, creando estadísticas de fallas más frecuentes y analizar soluciones sencillas de acuerdo a la información disponible de mantenimiento realizado anteriormente.

5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El estudio de impacto ambiental deberá ser entregado a la Unidad de la Calidad Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, de conformidad a lo que establece el decreto 68-86 del Congreso de la República de Guatemala, Artículo 8° de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, con el objeto de obtener la emisión del dictamen sobre el EIA. Es importante, aclarar que la información que será vertida en el EIA se recopilara con base a las visitas de campo y los planos e información que la empresa proporcione al encargado del EIA.

5.1 Identificación y categorización de impactos

En esta etapa se debe identificar el área de influencia y luego los impactos ambientales más significativos que genera el proceso productivo de la planta. Luego la identificación estos impactos son catalogados según la gravedad.

Los aspectos que se deben de calificar en la identificación del área de influencia están:

- Características climáticas.
- Geología.

- Hidrología de la superficie y subterránea.
- Flora.
- Fauna.
- Suciedad.
- Movimiento y maniobras de transporte pesado.
- Ruido (medido en decibeles) hacia las colindancias por el movimiento de montacargas y transporte de carga y descarga.
- Emisión de gases.
- Emisión de humo.
- Desechos líquidos.
- Desechos sólidos.
- Vibraciones.

5.2 Predicción y evaluación de impactos

Se elaboró una matriz para la identificación y valorización de los impactos ambientales. En la matriz se considera una simbología en la cual el símbolo +, indica los impactos positivos; el símbolo -, impactos negativos y para las actividades que puedan provocar riesgo de impacto se utilizó el símbolo X.

Verificación y acción correctiva

Las acciones correctivas servirán como medidas de mitigación las cuales permitirán prevenir la ocurrencia de los impactos identificados que pudieran dañar el medio ambiente.

Las medidas que se han establecido para lograr prevenir la ocurrencia de los impactos negativos y los riesgos ambientales se enlistan a continuación:

- Plan de seguridad ambiental
- Plan para salud humana
- Sistema de disposición de desechos sólidos

Tabla XVIII Matriz de Leopold / Resultado de impactos

ELEMENTOS DE IMPACTO	CATEGORIAS AMBIENTALES	Agua Superficial	Suelo y subsuelo	Nivel de Ruido	Calidad de aire	Flora y fauna	Paisaje	Salud y Seguridad	Visibilidad	Recursos y orden territorial	Relaciones socio-económicas	Valores culturales
Construcciones		X	+	-	-	X	+	+	+	+	+	X
Uso de maquinaria		X	+	-	-	X	X	+	X	+	+	X
Acometida de agua / electricidad		X	-	X	X	X	X	+	X	+	+	X
Movilidad de personal		X	+	-	X	X	X	+	+	+	+	+
Proceso de producción		X	+	+	+	X	X	+	+	+	+	+
Aguas servidas		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ruido		X	X	-	X	X	X	+	X	X	X	X
Desastres naturales		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Riesgo ocupacional		X	X	X	X	X	X	+	+	+	+	+
Empleo		X	+	X	X	X	X	+	+	+	+	+

Fuente: el autor.

5.3 Verificación y acción correctiva

Como se puede observar en la matriz de Leopold, según la categorización de los impactos, se enfocara en el análisis de los impactos que sean de carácter negativo, a continuación se detallan las categorías ambientales y la descripción de los impactos a reducir tomando en cuentas los más nocivos al ambiente.

Suelo y subsuelo:

El carácter nocivo en el cual se considera un impacto negativo en esta categoría, es en las actualizaciones o instalaciones a las acometidas de agua y del circuito eléctrico, en caso de cualquier modificación al sistema de tuberías, se detiene el flujo del movimiento de la tubería a la cual se va a reparar/modificar se realiza la reparación y se habilita el flujo de las tuberías, previamente verificando que no haya quedado ninguna fuga en el sistema.

Nivel de ruido:

La operación de la maquinaria para el proceso de manufactura de la planta genera más de 85 decibeles, por lo que para la seguridad del personal que labora, y también el personal de visita, se exige el uso de equipo de protección personal para minimizar el impacto en la capacidad auditiva del personal que transite en el área.

Calidad de aire:

Para la minimización de este impacto se cuenta en planta con dispositivos para realizar un reflujó del aire en las instalaciones internas de la planta reduciendo la temperatura interna del ambiente dentro de las instalaciones.

El desarrollo de las actividades en planta en términos generales provoca muy pocos impactos en el medio ambiente, ya que no genera humos ni vapores tóxicos al ambiente, en su proceso no se generan líquidos ni agua contaminada que se vierta al sistema de drenajes, en general es un proceso muy amigable al medio ambiente, los desechos generados por el proceso productivo se pueden clasificar en plásticos, cartones, papel, madera, por lo que los mismos pueden ser aprovechados con un buen programa de reciclaje, y clasificación de desechos.

6. MEJORA CONTINUA

6.1 Seguimiento y mejora del proceso

Los procesos de manufactura de la planta de premezclas son en su mayoría manuales y el tipo de distribución de equipos es por procesos, debido a que se pueden tener tiempos de almacenaje en planta de acuerdo a la necesidad de empaçar los productos.

La demanda actual de los productos realizados no ha sobrepasado la capacidad instalada de la planta, en vistas a un futuro crecimiento de mercado y ampliación de mercados internacionales se prevé o estima un crecimiento en la demanda presionando el incremento de producción de los productos por lo tanto la visión de esta propuesta es implementar mejoras para cubrir la demanda sin aumentar los costos de producción.

Es necesario la continua evaluación de los procesos con el fin de encontrar mejoras pequeñas en los procesos, (estudios de tiempos y movimientos), o grandes cambios (reingeniería de procesos), con el fin de ser más competitivos.

Previendo un crecimiento significativo en la demanda de los productos, se puede considerar la automatización y tecnificación de los procesos de empaque así como la adquisición de equipos de mezclado más eficientes con mayor capacidad de mezclado.

6.2 Divulgación y concientización al personal involucrado

La información contenida es de interés para el personal administrativo de la planta, proporcionando información de interés sobre estudios en los procesos productivos.

Es importante dar a conocer los resultados del presente estudio al personal involucrado en planta debido a que fueron los procesos involucrados en el estudio y las áreas de trabajo que se analizaron con el fin de mostrar cual es la eficiencia y la capacidad de trabajo con que se desarrollan las actividades de manufactura.

A la vez es importante recalcar al personal operativo la importancia del análisis de las operaciones con el fin de implementar mejoras en los procesos, adquisición de equipo de mayor capacidad, nuevas formas más eficientes de realizar el trabajo, demostrando los beneficios de trabajar en equipo con alta productividad y con altos estándares de calidad, inculcándoles que la mejora continua de la calidad y los procesos no es el fin, sino que es el medio para lograr la excelencia organizacional.

CONCLUSIONES

1. Al momento de adquirir maquinaria de empaque más eficiente se podrá optimizar el uso del material de empaque, minimizando desperdicios o pérdida de producto.
2. La base de la mejora continua de los procesos productivos consisten en el análisis cuidadoso de las operaciones, con el objetivo de eliminar o reducir operaciones ineficientes y facilitar las eficientes.
3. En los procesos en los cuales se realizó una división de trabajo y reacondicionamiento de espacio en planta, se logró un aumento en la producción de mezclas de un 70% para el equipo de la mezcladora M-600, y un 20% en el equipo de la mezcladora M – 2400.
4. El registro de actividades y la estandarización de procesos son el inicio para la automatización y tecnificación de procesos con actividades repetitivas, dando como resultado mayor productividad y eficiencia operativos.

5. Procedimientos, equipos y herramientas adecuadas destinadas para los procesos productivos contribuye a la optimización de los recursos.
6. El análisis estadístico en los procesos es de suma importancia ya que permite conocer la situación actual del proceso, analizando causas y variables atribuibles al azar, e identificando anomalías en el proceso que pueden reducirse o eliminarse.
7. El enfoque y priorización de puntos de mejora permite centralizar los esfuerzos para mejorar los procesos y permite reducir con mayor eficacia condiciones no deseadas en los sistemas de manufactura.
8. La transmisión y difusión de los objetivos, metas, cambios a todo el personal involucrado, permite lograr la integración de los equipos de trabajo y por ende alcanzar metas personales y organizacionales.
9. La mejora de las condiciones de trabajo de los centros productivos en relación a estándares de calidad, inocuidad y seguridad laboral, desarrolla confianza, concentración y mejora en la productividad.
10. El acondicionamiento y ubicación óptima de maquinaria, áreas de almacenaje, caminamientos, entre otros, de acuerdo al flujo del proceso permite utilizar eficientemente espacio e infraestructura disponible.

RECOMENDACIONES

1. Cualquier cambio o modificación en las tareas de los procesos productivos genera confusión resistencia o rechazo por parte del personal involucrado, por lo que es necesario concientizar al personal sobre los beneficios y mejoras que conlleva la implementación de las modificaciones en los procesos.
2. El estudio y análisis continuo de los procesos debe ser realizado con el fin de identificar mejoras a los procesos, se debe de tomar en cuenta que siempre existe una mejor manera de realizar las cosas.
3. Los factores principales en la formación de colaboradores altamente productivos y satisfecho, son las recompensas y el reconocimiento por desempeño efectivo, debe de contemplarse un plan de incentivos equitativo para el personal estos motivadores son tanto de tipo económico como psicológico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bob Havard **Métodos de evaluación del rendimiento**
Ed.: España Genisa 2001, autor
2. Beverly A. Potter. Alejandro Mendoza Núñez. **Estrés y rendimiento en el trabajo: transforme las presiones de trabajo en productividad**
Ed.: México: Trillas, 1991
3. García Criollo, Roberto. **Estudio del trabajo Medición del trabajo.**
Editorial McGraw-Hill, México.
4. Niebel Benjamín, Freivalds Andris. **Ingeniería Industrial.** 9ª Edición.
México. Editorial Alfa omega. 1996.
5. Soler Torres, Concepción López García. **Control estadístico del proceso.** 1ª Edición.
México. Impreso por Master Digital print S.A. 2004.
6. Sistema internacional de medidas norma Coguanor NGO 34 049.