

Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Industrial



**Propuesta de mejora en proceso de
manufactura de productos sólidos y
recomendaciones de Seguridad Industrial en
farmacéutica guatemalteca.**

Trabajo de Graduación presentado por
Javier José Kroker Lobos
para optar al grado académico de Licenciado en
Ingeniería Industrial

Guatemala
2013

**Propuesta de mejora en proceso de manufactura
de productos sólidos y recomendaciones de
Seguridad Industrial en farmacéutica guatemalteca.**

Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ingeniería

**Propuesta de mejora en proceso de manufactura
de productos sólidos y recomendaciones de
Seguridad Industrial en farmacéutica guatemalteca.**

Trabajo de Graduación presentado por
Javier José Kroker Lobos
para optar al grado académico de Licenciado en
Ingeniería Industrial

Guatemala
2013

Vo Bo.

(f)

(Ingeniero José Antonio Medrano)

Tribunal Examinador

(f)

(Ingeniero Carlos Cordón)

(f)

(Ingeniero Carlo Prato)

(f)

(Ingeniero José Antonio Medrano)

Fecha de aprobación: Guatemala 19 de abril de 2013

PREFACIO

Como es conocimiento de todo buen ingeniero, cualquier tipo de proceso o flujo de información siempre es susceptible y aplicado a la mejora, aun aquellos que poseen mayor estudio y automatización; todo depende de saber reconocer los problemas y cuáles son las necesidades más primitivas del proceso. Hoy en día conceptos como la mejora continua, deben estar integrados en la mente de cualquiera persona que administre procesos. Cada proceso, por pequeño o sencillo que sea, se puede mejorar y es de vital importancia para la industria de nuestro país mejorar para saber cómo competir mejor. Es por eso que el concepto de mejora continua debe ser una filosofía a nivel de empresa.

Muchas empresas se manejan actualmente de forma empírica y no prestan atención a las mejoras, por que poseen el concepto de que el trabajo se debe de realizar no importando los recursos que se utilizan, sin tomar en cuenta cual sería el camino más fácil. Una de las limitaciones de este trabajo de graduación fue la falta de una buena diagramación de procesos, ya que la empresa cuenta con la receta del producto pero no con un diagrama que represente el proceso. Por esta razón, el proceso es susceptible a cambios ya que no se encuentra representando de ninguna manera.

Debido a este conjunto de conceptos y revelaciones, en el transcurso de la realización de este trabajo, puedo asegurar un gran crecimiento personal como profesional en mi pequeña experiencia en la industria guatemalteca.

Solo me queda agradecer infinitamente la oportunidad que Laboratorios Laprin, me dieron al abrirme sus puertas y poder trabajar con facilidad dentro de la empresa, así como el reconocimiento de las mejoras que se propusieron.

ÍNDICE GENERAL

PREFACIO	vi
LISTA DE TABLAS.....	viii
LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE MAPAS	x
LISTA DE IMÁGENES.....	xi
LISTA DE DIAGRAMAS	xi
LISTA DE GRÁFICOS	xi
Resumen	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	3
III. OBJETIVOS.....	5
A. Generales:	5
B. Específicos:	5
IV. GENERALIDADES	6
A. Historia y evolución de la Empresa.....	6
V. MARCO TEÓRICO	7
A. Diagrama de operación de Proceso (DOP)	7
B. Diagrama de recorrido	7
VI. Estudio de Tiempos	9
A. SMED	9
VII. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PRODUCTOS SÓLIDOS DE LA EMPRESA.....	11
A. Definición del proceso	11
B. Descripción del proceso actual	11
VIII. Análisis del proceso actual	20
A. Proceso de fabricación	21
B. Proceso de empaque.....	27
1. Estudio de tiempos para el proceso de empaque	34

IX.	PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN Y EMPAQUE	36
A.	Análisis de Pareto para planteamiento de mejoras.....	36
B.	Mejoras en fabricación.....	39
X.	RECOMENDACIONES EN SEGURIDAD INDUSTRIAL	72
A.	Recomendaciones en Seguridad Industrial	77
XI.	EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA EN LA FABRICACIÓN, EMPAQUE Y RECOMEDACIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	84
XII.	CONCLUSIONES	97
XIII.	RECOMENDACIONES.....	98
XIV.	BIBLIOGRAFÍA.....	100
XV.	ANEXOS.....	101

LISTA DE TABLAS

1.	Productos solidos.....	20
2.	Fabricación 1	22
3.	Resumen estudio de tiempos tomado del anexo A	26
4.	Resumen estudio de tiempos de empaque por producto tomado	
5.	del anexo B	34
6.	Resumen estudio de tiempo de fabricación y empaque por producto tomado del anexo A.....	35
7.	Diagrama de Pareto	37
8.	Razones de demoras.....	41
9.	Razones de demora	41
10.	Mejora de demoras (fabricación 6,7 y9) tomado del estudio de tiempos Tabla 3.....	43
11.	Mejora de demoras (fabricación 4) tomado del estudio de tiempos Tabla 3.....	44
12.	Mejora de demoras (fabricación 3) tomado del estudio de tiempos Tabla 3.....	45

13.	Mejora de demoras (fabricación 10) tomado del estudio de tiempos Tabla 3.....	46
14.	Tiempos actuales de empaque para revisar y empacar 3 blister en 1 caja. Tiempo en hrs	53
15.	Propuesta de trabajo en línea con 5 personas y 1 persona armando cajas. Tiempo en hrs.....	55
16.	Tiempos actuales de empaque para revisar y empacar 3 blister en 1 caja. Tiempo en hrs	56
17.	Propuesta de trabajo en línea con 5 personas y 1 persona armando cajas. tiempo en horas.....	57
18.	Comparación de métodos de empaque para presentaciones de 3 blister x caja. Tiempo en horas	58
19.	Estudio de tiempos	59
20.	Propuesta de trabajo en línea con 5 personas. Tiempo en horas	64
21.	Comparación de métodos de empaque para presentaciones de 25 blister x caja	65
22.	Estudio de tiempos para la propuesta SMED	67
23.	Propuesta de mejora de tiempos de cambio de formato	68
24.	Resumen de propuesta de SMED en BLISTER2	71
25.	Verificación de cumplimiento con medidas básicas de SI.....	73
26.	Inversión Inicial estimada para la implementación para el proceso de Fabricación.....	84
27.	Inversión Inicial estimada para la implementación para el proceso de empaque	85
28.	Inversión Inicial estimada para la propuesta de recomendaciones en Seguridad Industrial.....	85
29.	Inversión total estimada	85
30.	Ahorros de tiempo con la implementación de mejoras.....	86
31.	Tiempo propuesto por lote. Con referencia a las tablas 5 y 29	87
32.	Precios de venta y costos por productos.....	88
33.	Ingreso por lote e ingreso por minuto trabajado.....	88
34.	Ingresos que representan el tiempo ahorrado	89
35.	Aumento en la producción.....	89

36.	Ajuste de mejoras por venta	90
37.	Ingresos adicionales ajustado a las ventas mensuales	90
38.	flujo de efectivo incremental (en quetzales).....	94
39.	Porcentaje de variación de los factores involucrados.....	95

LISTA DE CUADROS

1.	Estado de resultados mensual actual (en quetzales)	91
2.	Estado de resultado mensual estimado (en quetzales)	92
3.	Estimación ingreso por venta	93
4.	Datos-análisis de sensibilidad	122

LISTA DE FIGURAS

1.	Proceso de producción	12
2.	Proceso de granulación húmeda	14
3.	Proceso de granulación por compresión directa.....	15
4.	Proceso de compresión	16
5.	Proceso de recubrimiento.....	18
6.	Proceso de empaque	19
7.	Distribución de la BLISTER	28
8.	Mejora: división de trabajo.....	50
9.	Método de empaque propuesto.....	58

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	21
--------------	----

LISTA DE IMÁGENES

1. Líneas de flujo	8
2. Tiempo de preparación = tiempo de preparación interna + tiempo de preparación externa.	10
3. Sello en cajas	52
4. Herramienta de empaque	60
5. Uso de la herramienta de empaque	60
6. Mejora de herramienta de empaque.....	63
7. Levantamiento de cargas	79

LISTA DE DIAGRAMAS

1. Diagrama de operaciones fabricación	23
2. Diagrama de recorrido 1. Fabricación	25
3. Diagrama de operación empaque BLISTER 1.....	30
4. Diagrama de recorrido de empaque BLISTER 1	31
5. Diagrama de operación empaque BLISTER 2.....	32
6. Diagrama de recorrido empaque BLISTER 2	33
7. Empaque a mano actual.....	48
8. Vista de nueva banda transportadora.....	50

LISTA DE GRÁFICOS

1. Diagrama de Pareto	38
2. Porcentaje de cumplimiento de medidas básicas de SI	76
3. Análisis de sensibilidad	95

RESUMEN

Este trabajo se realizó para mejorar la eficiencia de una planta de producción de productos sólidos farmacéuticos y además dejar recomendaciones necesarias en materia de Seguridad Industrial. El trabajo se centra en cinco objetivos principales. Primero, medir la situación actual de la empresa en términos de eficiencia de su producción, segundo, la creación de diagramas operaciones de procesos para los productos sólidos, sin este levantamiento de información se hace imposible la evaluación de una mejora, el resultado fue once diagramas de proceso de fabricación y dos de empaque, acompañados de estudios de tiempo para cada proceso de fabricación y empaque.

Tercero, luego de evaluar la información, se generaron propuestas de mejora para el proceso de producción y empaque para aumentar la eficiencia del proceso completo dando como resultado un aumento en la en términos de tiempo unitario de empaque en un 67% para productos de tres blíster por caja, 61% en productos de veinticinco blíster por caja y un 23% en el cambio de formato de las maquinas BLISTER, así como la reducción de empacadores; ara las presentaciones de 12 unidades se utilizaran 6 personas y para las presentaciones de 100 unidades solamente 5 personas.

Cuarto, bajo el eje de la Seguridad Industrial se dieron recomendaciones de acuerdo a la forma de trabajo, el ambiente y las condiciones de trabajo que se tienen en la empresa, dando como resultado 5 recomendaciones de Seguridad Industrial cruciales para garantizar la integridad física de los trabajadores.

Quinto, se realizó un análisis financiero para medir el impacto en la inversión que se considera que se debe realizar para aplicar las mejoras recomendadas contra los

beneficios de las mismas, se plantearon los escenarios financieros para tener bajo contexto cuales son las mejores formas de invertir en el proyecto y se concluyó que a dos años se genera una tasa interna de retorno del 9.19%, siendo una inversión provechosa para la empresa.

I. INTRODUCCIÓN

La totalidad de este trabajo de graduación fue analizado en laboratorios Laprin, una empresa dedicada a manufacturar una gran cantidad de productos farmacéuticos y de cuidado personal. La empresa cuenta con más de 70 años de presencia en Guatemala y se han consagrado como una empresa altamente competitiva en el país. La empresa manufactura más de 200 productos que conforman comprimidos, jarabes, capsulas, granulados y semisólidos (cremas o pomadas).

En este trabajo se tomó como principal núcleo de estudio los productos sólidos o comprimidos, comúnmente conocidas como tabletas o pastillas. La principal característica de esta gama de productos es la compresión, ya que todos los demás, siguen el mismo proceso de mezclar determinados materiales, comprimirlos por medio de máquinas para darles la forma del producto final, empacarlos y almacenarlos.

El trabajo de graduación tiene por objetivo estudiar y analizar, por medio de herramientas de ingeniería de industrial, la situación actual del proceso de fabricación de la empresa. El proceso de fabricación estará comprendido desde el momento en que la materia prima sale de la bodega para la fabricación de los sólidos comprimidos, hasta ser empacados y estibados en forma de lotes.

La investigación también busca identificar y proponer mejoras para dicho proceso, tomando en cuenta los recursos que sean necesarios para ponerlas en funcionamiento en dos ramas: la fabricación y la seguridad industrial. Además, se llevará a cabo la evaluación de las propuestas sugeridas en base a los ahorros y costos que implican.

El trabajo se fundamentó en información recopilada, básicamente, a través de visitas regulares para observar el proceso, entrevistas con los trabajadores, los supervisores de planta y de control de calidad. Lo anterior, se llevó a cabo en el transcurso de los meses de febrero, marzo y abril del presente año.

II. JUSTIFICACIÓN

La industria farmacéutica en Guatemala es conocida debido a la alta competencia, ya que existen muchas empresas dedicadas a este negocio, desde pequeñas y medianas empresas hasta reconocidas marcas en todo el mundo.

Guatemala no solo es un tremendo productor de productos farmacéuticos, sino que es reconocido por su gran calidad. La justificación principal de este trabajo es lograr que Laboratorios Laprin sea una empresa más competitiva a nivel nacional y regional; el mundo, la tecnología y los nuevos métodos de producción están haciendo que las empresas que no alcancen los estándares de calidad con producciones altas, se vayan quedando rezagadas.

Los clientes quieren productos de calidad y los distribuidores quieren el producto rápido. En los últimos meses la empresa ha lidiado con problemas de tiempo de entrega, que han obligado a los departamentos encargados de la producción a trabajar horas extras e incurriendo en gastos no planificados, la razón principal de estos inconvenientes ha sido no saber responder a las alzas de demanda de producto terminado y a ciertos problemas con el cálculo de los sistemas de inventario. Este conjunto de problemas crea una atmosfera de estrés e inseguridad.

El objetivo de este trabajo es poseer la capacidad de responder de manera segura a las alzas de demanda sin aumentando la eficiencia del proceso productivo dentro de la planta. Los productos sólidos son los de mayor movimiento y los de mayor valor de remuneración por lo que son procesos críticos dentro de la empresa.

Se justifica este trabajo haciendo constatar que las mejoras en ciertas operaciones unitarias, al final se convierten en mejoras que no solo ahorran tiempo sino dinero a una empresa consagrada como lo es Laboratorios Laprin. Se espera que al ejecutar esta lista de mejoras no solo ayude a la empresa a hacer más eficientes los procesos sino crear una epidemia de mejora en toda la empresa; que los involucrados sean contagiados de poseer una vocación a la mejora continua y ser escuchados cuando el objetivo sea realizar cambios para el bien común de todos dentro de la organización.

III. OBJETIVOS

A. Generales:

Proponer mejoras en proceso de manufactura de productos sólidos y generar recomendaciones de Seguridad Industrial en Farmacéutica guatemalteca.

B. Específicos:

- Medir y evaluar la situación actual de la empresa en términos de producción.
- Levantar información de la planta: diagramación de los procesos de producción de productos sólidos (comprimidos) por medio de DOPs.
- Identificar y plantear mejoras en el proceso de producción de medicamentos de formas sólidas, desde su mezcla hasta el empaque; reduciendo los tiempos en el proceso de producción, preparación, cambio de formato y optimizando el tiempo de empaque. Se busca aumentar la eficiencia del empaque al menos un 10% del actual.
- Identificar y plantear mejoras en términos de Seguridad Industrial dentro de la planta, con el objetivo de reducir los incidentes y mejorar en la deficiencia de manejo de emergencias.
- Evaluar las propuestas de mejora considerando un análisis costo/beneficio o TIR según el nivel de desempeño que la empresa considere adecuada para invertir en la implementación de las propuestas a elegir.
- Elegir las propuestas que generarán un cambio significativo en la mejora de la producción.

IV. GENERALIDADES

A. Historia y evolución de la Empresa

En 1938 el recién graduado ingeniero Químico Roberto Bouscayrol Sarti se da a la tarea de convertir realidad su sueño de establecer un Laboratorio Químico-Farmacéutico comprometido con la salud y vida de los guatemaltecos. Es así como el 15 de enero de 1938 nace Laboratorios Productos Industriales (LAPRIN), convirtiéndose en un verdadero pionero de la industria Farmacéutica Centroamericana. Los inicios fueron humildes, en el ático de la casa paterna de su fundador y luego se traslada a instalaciones más adecuadas en el centro histórico de la ciudad de Guatemala. Cuarenta años después y obedeciendo a la exigida demanda de sus productos, en 1989 LAPRIN se traslada a sus instalaciones actuales ubicadas en el km. 16.5 de la Carretera a El Salvador, municipio de Fraijanes, Guatemala. Esta ubicación cuenta con oficinas administrativas, área de producción, control de calidad y bodegas. Esta ubicación e instalaciones permiten ofrecer a los clientes una mayor capacidad de demanda e incluso el servicio de maquilar productos a terceros.

Desde 1994 laboratorios LAPRIN toma la decisión de expandirse construyendo y habilitando la primera planta de un laboratorio nacional apta para la fabricación de productos penicilínicos Betalactámidos.

Durante 72 años de trayectoria, LAPRIN ha tenido el privilegio de representar a varias empresas importantes como: Laboratorios PISA de México, Laboratorios Procaps de Colombia, Laboratorios Rider de Chile, Laboratorios Laínez de El Salvador, Albion Advanced Nutrition y Blistex, siendo estas dos últimas de E.E.U.U.

V. MARCO TEÓRICO

A. Diagrama de operación de Proceso (DOP)

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al conjunto principal. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes, tolerancia y especificaciones.

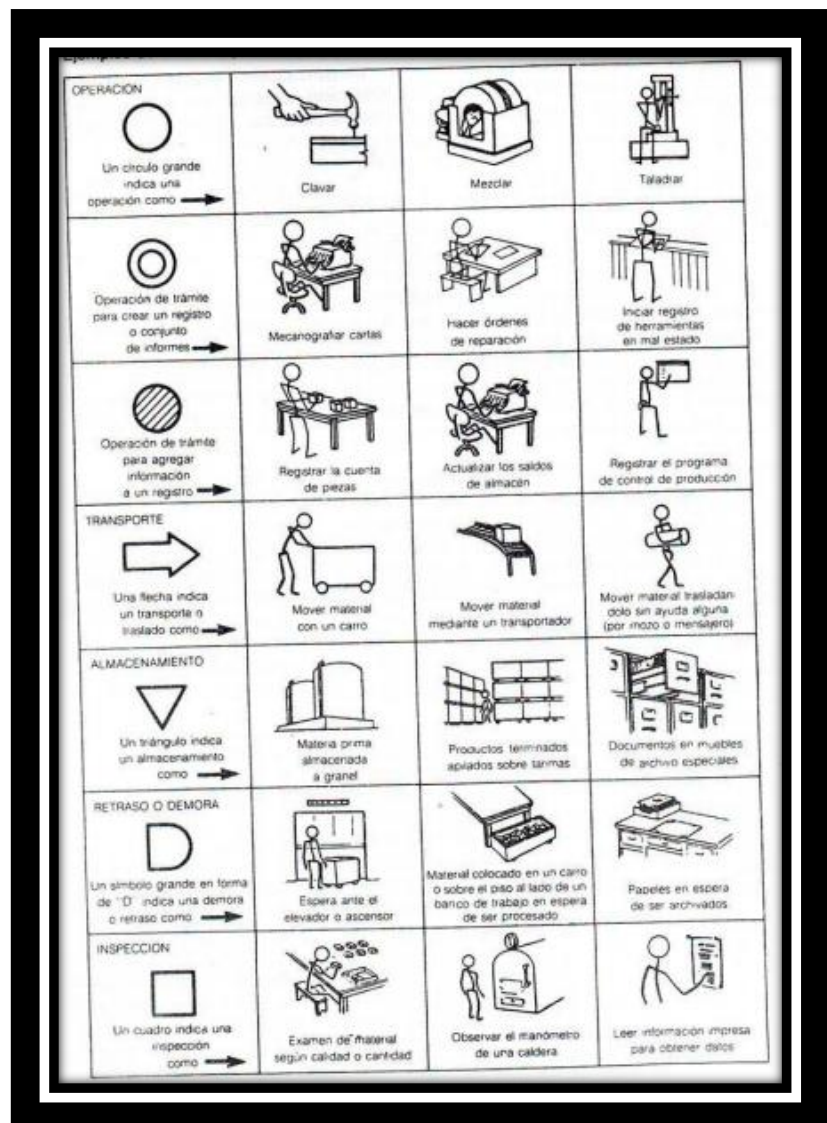
Es necesario antes de que se pueda mejorar un diseño se deben examinar primero los dibujos que indican el diseño actual del producto. Análogamente, antes de que sea posible mejorar un proceso de manufactura conviene elaborar un diagrama de operaciones que permita comprender perfectamente el problema, y determinar en qué áreas existen las mejores posibilidades de mejoramiento. El diagrama de operaciones de proceso permite exponer con claridad el problema. La información necesaria para elaborar este diagrama se obtiene a partir de observación y medición directas. Es importante que los puntos exactos de inicio y terminación de la operación en estudio, se identifiquen claramente.

B. Diagrama de recorrido

Aunque el diagrama de flujo de proceso suministra la mayor parte de la información pertinente relacionada con un proceso de fabricación, no es una representación objetiva. En el plano del curso del trabajo. Algunas veces esta información sirve para desarrollar un nuevo método. Por ejemplo, antes de que pueda acortarse un transporte es necesario ver o visualizar dónde habría

sitio para agregar una instalación o dispositivo que permita disminuir la distancia. Asimismo, es útil considerar posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo. La mejor manera de obtener esta información es tomar un plano de la distribución existente de las áreas a considerar en la planta, y trazar en él las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad a otra.

Imagen 1. Líneas de flujo



VI. ESTUDIO DE TIEMPOS

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

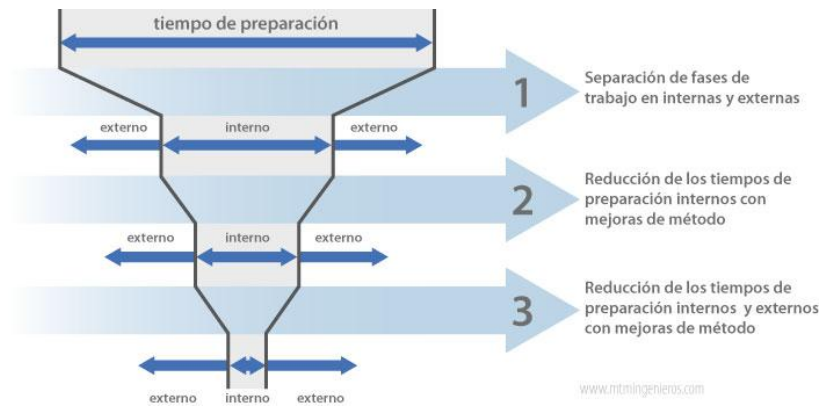
A. SMED

El SMED es un acrónimo en lengua inglesa Single Minute Exchange of Die, que significa cambio de troqueles en menos de diez minutos. El SMED se desarrolló originalmente para mejorar los cambios de troquel de las prensas, pero sus principios y metodología se aplican a las preparaciones de toda clase de máquinas.

El tiempo de cambio de una serie u orden de fabricación comienza cuando se acaba la última pieza de una serie y termina cuando se obtiene una pieza libre de defectos de la siguiente serie.

Dentro de este periodo, las operaciones que se realizan con la máquina parada se denominan internas y aquellas que se realizan mientras la máquina produce piezas buenas se denominan externas. Será más fácil recordarlo en términos de la siguiente ecuación:

Imagen 2. Tiempo de preparación = tiempo de preparación interna + tiempo de preparación externa.



VII. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PRODUCTOS SÓLIDOS DE LA EMPRESA

A. Definición del proceso

Es de suma importancia que se identifique claramente qué compone este proceso en particular, ya que en sí el término “Proceso de manufactura de productos sólidos” no deja claro qué es lo que se está considerando como parte del mismo. Para motivos de este trabajo de graduación, el “Proceso de manufactura de productos sólidos” estará comprendido desde el momento en que la materia prima sale de la bodega para la fabricación de productos sólidos hasta que dichos productos se encuentren estibados en una tarima listos para pasar a la bodega de producto terminado.

B. Descripción del proceso actual

Para que la descripción del proceso se realice de manera ordenada se adoptó un orden lógico, desde la materia prima hasta el almacenamiento temporal en bodega de producto terminado. Es importante mencionar que la fabricación de cada producto se divide en lotes.

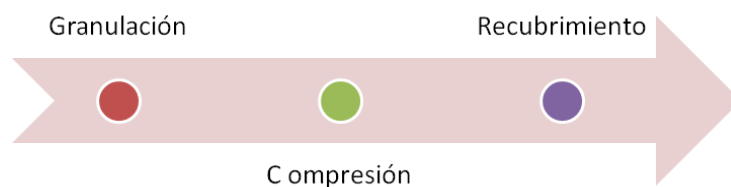
1. Materias Primas. Es de mucha importancia recalcar que la materia prima utilizada para fabricar productos sólidos varía según los requerimientos de cada producto. En este trabajo se busca mejorar el proceso de 34 productos, por lo que la materia prima no siempre será la misma.

Según los requerimientos de cada producto, la materia prima saldrá de la bodega debidamente pesada. Los productos farmacéuticos sólidos son el conjunto de varios componentes activos mezclados que dan forma a una tableta o pastilla. Cada orden de producción empieza con un requerimiento de un conjunto de materias primas debidamente pesadas.

En este trabajo se asume que el departamento de producción recibe debidamente pesados los activos referentes al producto a trabajar.

2. Proceso de producción. La fabricación de productos sólidos varía según el tipo de producto que se realizará, por lo que debe quedar claro que el método y el tiempo de fabricación de cada uno de los productos es distinto uno de otro. Aunque cada lote de producto tiene características distintas de fabricación, todos los productos antes de ser almacenados a granel y ser transportados a empaque, siguen el mismo patrón de producción.

Figura 1. **Proceso de producción**

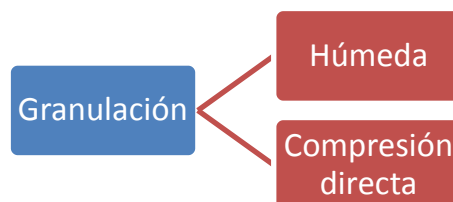


Teniendo la idea generalizada de los procesos principales podemos ramificar los distintos procesos que se derivan de la idea general.

a. Granulación. La granulación es la mezcla de los activos y excipientes que en su mayoría son proporcionados en forma de polvos,

exceptuando los almidones, los colores y sabores. La mezcla de los ingredientes da como resultado final el producto en forma de polvo que se le conoce como granulado. Esta mezcla es la materia prima para el siguiente proceso que es la compresión.

La granulación de los productos fabricados se puede hacer de dos formas.



La razón de que existan dos tipos de granulación depende directamente del producto que se desea fabricar. El factor crítico que decide qué proceso se utiliza es la materia prima; la compresión directa se realiza debido a que los excipientes vienen pre procesados para poder ser comprimidos de forma directa, mientras que la granulación húmeda se realiza cuando se debe cambiar la granulación molecular de los ingredientes para lograr una mejor compresión y garantizar el comportamiento de los activos. A continuación se ofrece una descripción más detallada.

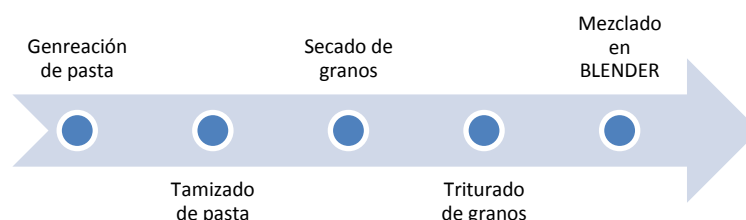
1) Granulación húmeda:

- a) La materia prima se introduce en mezcladores y al mismo tiempo se prepara un almidón con colorante (si se necesita), que luego es añadida a la mezcla de polvos con el objetivo de crear una pasta con alta humedad.
- b) La pasta se pasa por un tamiz para generar granos pequeños.
- c) Los granos de pasta son secados por medio de un horno que hace pasar aire caliente a gran velocidad por un tiempo determinado, el tiempo varía para cada producto, ya que la humedad es distinta para

cada uno de ellos. El objetivo de este proceso es agregar humedad a la mezcla de ingredientes activos para mejorar la unión de la mezcla.

- d) Luego de que los granos son secados, se trituran para disminuir su tamaño y crear un polvo.
- e) Los polvos obtenidos de la trituration se cargan a un BLENDER (un mezclador giratorio con capacidad de 400 kg), donde serán mezclados con otros ingredientes, durante un tiempo determinado, para generar un granel de granulado base para la compresión.

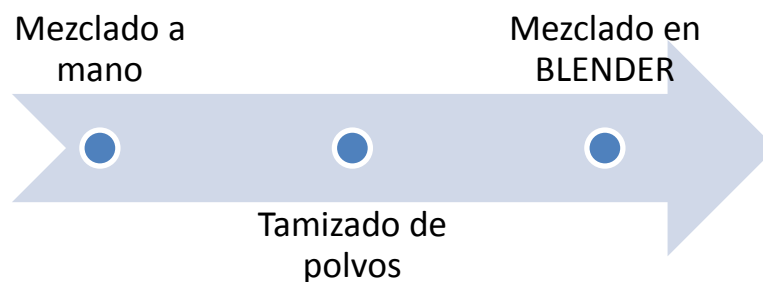
Figura 2. **Proceso de granulación húmeda**



2) Granulación por compresión directa:

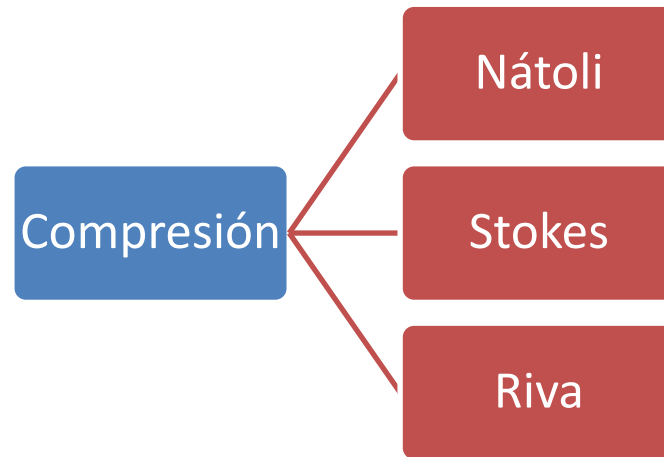
- a) Los polvos son mezclados a mano en bolsas plásticas.
- b) Se tamizan en mallas para disminuir el tamaño del grano hasta obtener el tamaño requerido por el producto en particular que se esté trabajando.
- c) Los polvos son cargados en un BLENDER (un mezclador giratorio con capacidad de 400 kg) donde serán mezclados con otros ingredientes, durante un tiempo determinado, para generar un granulado base listo para la compresión.

Figura 3. **Proceso de granulación por compresión directa**



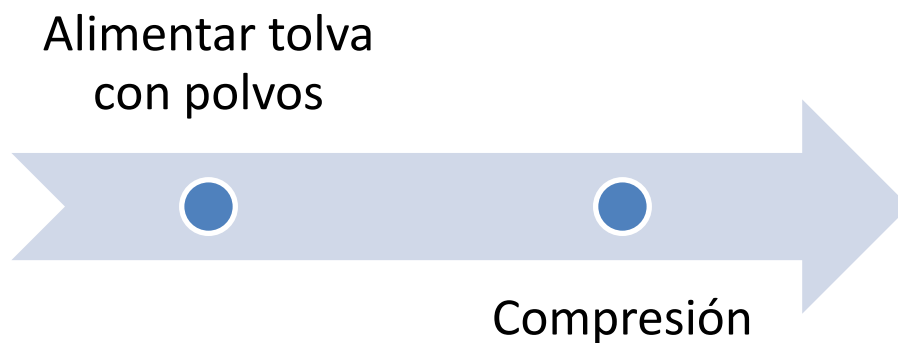
a. Compresión. La compresión es el segundo proceso principal en la fabricación de productos sólidos, estos productos también son llamados “comprimidos” debido a la naturaleza del proceso a la que la materia prima, proveniente de la granulación, es sometida. La materia prima de la compresión son los polvos mezclados en el proceso de granulación, los polvos son llevados a máquinas de compresión, que por medio de punzones y una presión específica, son convertidos en sólidos comprimidos que comúnmente llamamos pastillas o tabletas. De nuevo la diversidad en el proceso de compresión será dictaminada por las especificaciones de cada producto; existen tres tipos de compresión, cada tipo de compresión lleva el nombre de la máquina que ejecuta el proceso. El proceso de compresión, en su mayoría, es automático exceptuando la alimentación de la tolva donde se añade la materia prima, que es completamente manual. El proceso de la compresión va estrechamente unido con la inspección, existe un tiempo determinado donde los comprimidos son sometidos a pruebas que dictaminan la calibración de las máquinas.

Según los requerimientos, cada producto debe ser procesado en una de tres máquinas compresoras con las que se cuentan.



Aunque las máquinas pueden cambiar, la metodología del proceso es la misma:

Figura 4. **Proceso de compresión**



Las tres máquinas hacen el mismo trabajo, lo que diferencia una de otra, es su capacidad de trabajo en cuanto al nivel de presión que puede ejercer a un comprimido. Las tres poseen distintos tonelajes y su utilización depende del tamaño del sólido que se trabaje.

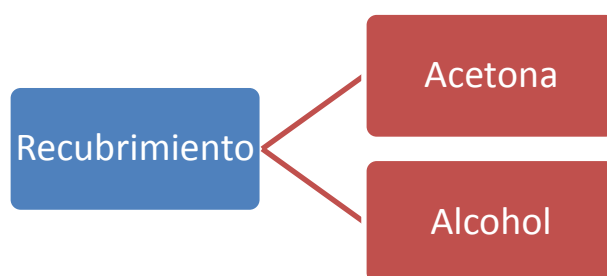
En este proceso se le da la forma física a las pastillas, por medio de moldes intercambiables, ya sea redonda o alargada.

b. Recubrimiento. Vale la pena mencionar que el proceso del recubrimiento no se aplica a todos los productos sólidos fabricados, a diferencia de la granulación y la compresión. Es un proceso que se ejecuta solamente si el producto lo requiere y no influye directamente en la forma física del producto. El recubrimiento consiste en aplicar una capa protectora al sólido o pastilla, esto se hace colocando las pastillas o tabletas en un recipiente giratorio que se conoce como bombo.

La empresa cuenta con dos bombos de diferentes tamaños, que se utilizan según el tamaño del lote que se está recubriendo. Los bombos poseen una base a una altura promedio para que un operario pueda manejarlo estando de pie. El bombo pequeño posee una capacidad de almacenamiento de 20-25kg. Mientras que el bombo grande puede almacenar 40 kg.

El bombo, luego de ser cargado con los sólidos, gira y el operario se encarga de aplicar el recubrimiento con una pistola de *spray*. El operario debe aplicar el recubrimiento hasta que la solución se vierta en su totalidad a los productos.

Existen dos tipos de recubrimiento según el requerimiento de producto a procesar:



Aunque la metodología del proceso es la misma lo único que cambia es el ingrediente con el que se recubre los sólidos. El objetivo del proceso del recubrimiento es conservar y asegurar la durabilidad de los productos sólidos que llevan colorante. Además se agrega para disminuir la sensación de sabor, aumentar el tiempo de digestión al ser ingerida y evitar el desgaste provocado con la fricción de otros sólidos.

El recubrimiento se convierte en una capa protectora que revierte el descoloramiento natural de los sólidos con el tiempo, asegurando la calidad del producto que se realice y su presentación. La razón por la que se utilizan dos tipos de ingredientes para recubrir un sólido es debido a que se debe evitar la reacción química que ciertos activos dentro de los sólidos puedan tener al ser recubiertos y que afectarían directamente la acción de cualquier medicamento.

Luego de la aplicación del recubrimiento, los sólidos son secados con aire comprimido para luego ser almacenados y estar listos para el empaque.

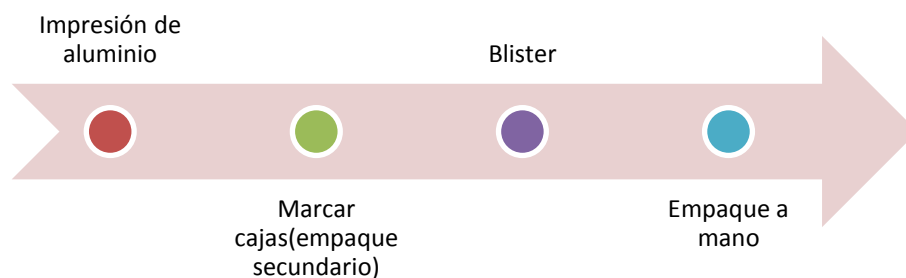
Figura 5. **Proceso de recubrimiento**



1. **Proceso de empaque.** El proceso de empaque es sin duda el más crítico, ya que es el último proceso antes del almacenamiento en la bodega de producto terminado y es donde se utiliza la mayor cantidad de mano de obra. El proceso comienza en introducir las unidades de sólidos en un blíster, que es un empaque primario compuesto con aluminio y PVC. Este proceso es realizado por una máquina llamada BLISTER. Luego de obtener la presentación del blíster que requiere el producto que se fabrica, este pasa ser empacado a mano por operarios que introducen la cantidad de blíster requeridos en un empaque secundario de cartón.

Antes de introducir los comprimidos al blíster se deben de preparar los materiales de empaque. Los materiales de empaque son adquiridos directamente con proveedores, ninguno es manufacturado dentro de la planta. El aluminio se adquiere en rollos de 20 kilos y el PVC en rollos de 20-25 kilos. El aluminio debe ser impreso con las especificaciones del producto y las cajas del empaque secundario deben ser marcadas con el número de lote y la fecha de expiración correspondiente.

Figura 6. **Proceso de empaque**



VIII. ANÁLISIS DEL PROCESO ACTUAL

Antes de los análisis correspondientes se definirán cuáles son los productos que se encuentran considerados como sólidos.

En la siguiente tabla se muestran los productos sólidos por nombre, presentación y tamaño de lote.

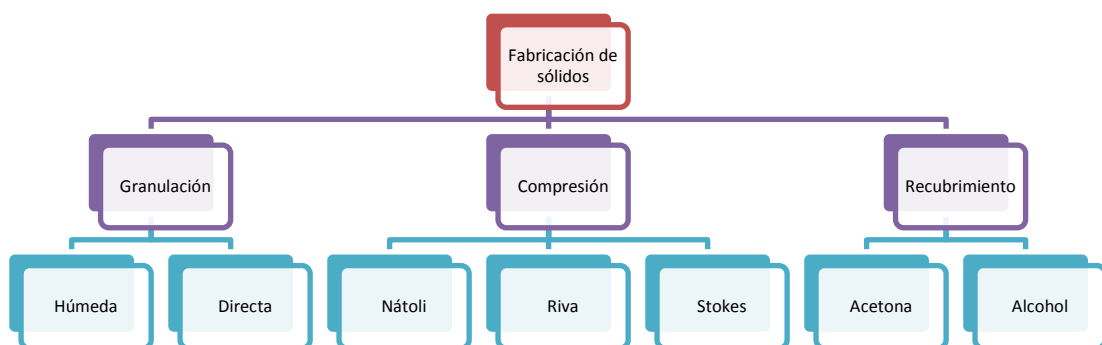
Tabla 1. **Productos solidos**

	TABLA1. Productos sólidos	Cantidad en Kg. Por lote
1	ASPIRE 5 mg COMPRIMIDOS	13
2	ATENUA 25 mg COMPRIMIDOS	20.7
3	CETAMIN 500mg	57.84
4	CETAMIN CC	83.0046
5	CONECT 10 mg COMPRIMIDOS	13.26
6	DICLOPRIN 50mg	14.7
7	DORCOL FORTE COMPRIMIDOS	40.32
8	DIOCTYL 40 mg COMPRIMIDOS	21
9	FENOBARBITAL 100mg	132.6
10	FLOXAPRIN COMPRIMIDOS 750 mg	20.4
11	FLOXAPRIN COMPRIMIDOS 500 MG	39.62
12	FERRIRON 800 COMPRIMIDOS	56
13	FULCRUM COMPRIMIDOS	60
14	GASTROFLUX 10 mg COMPRIMIDOS	39.4
15	HISTAPRIN COMP.	100.007
16	LAPRIBACTER 100mg	55.199
17	LIBERAD 0.5mg	10.125
18	LIBERAD XR 1.0 MG COMPRIMIDOS	9.846
19	LIBERAD XR 0.5 MG COMPRIMIDOS	8.446
20	NITAZOXANIDA 500MG X 50,000 COMP (LAN)	18.75
21	MEPROFEN 400mg COMPRIMIDOS	42.18
22	MEPROFEN 600 mg COMPRIMIDOS	42.18
23	MEPROGESICO II COMPRIMIDOS	130.6
24	MESINDOL 200 mg COMPRIMIDOS	46.54
25	MOSAPRIDE 5 mg COMPRIMIDOS	27
26	NEUMONIL G COMPRIMIDOS	157.5
27	NEUMONIL FORTE NF 150,000 COMP	121.07
28	PACIFEN 3mg	25
29	PACIFEN 6 mg	10
30	PLANTUN	65
31	RINOFED PLUS NF COMPRIMIDOS	80.68
32	SPASMOTEN COMPRIMIDOS	30
33	TAKINOX 500MG X 160,000 COMP	45
34	ZOSTRIX 500mg	16.001

A. Proceso de fabricación

Anteriormente, se definió que existen distintas formas de realizar el proceso de la fabricación de los sólidos. A continuación se hace la división de los requerimientos de fabricación de cada uno de los productos. Como recordatorio, existen 12 combinaciones para realizar la fabricación de los productos, aunque actualmente la naturaleza de los mismos solo da cabida a 11 maneras de poder realizarse la fabricación, en la Figura 6 se crea la idea general de cuáles son los distintos caminos que se pueden tomar.

Mapa 1. Proceso de fabricación



A continuación en las siguientes tablas se muestran segmentados los productos según su naturaleza de fabricación antes del empaque. Esta separación es importante debido a que se definen los distintos tipos de procesos que se realizan en la empresa.

La forma de analizar los procesos, dividiéndolos en 11 formas distintas, es una decisión tomada con los encargados de la producción en la empresa y el observador, ya que con esta diagramación se cumple uno de los objetivos de este trabajo que es proveer a la empresa de una diagramación sistemática e información de su situación actual.

Nota: En este trabajo se diagramaron y se midieron los 11 procesos existentes; para objeto de brevedad, en este documento no se encuentran los diagramas de procesos, los diagramas de recorrido ni las tablas de medición de tiempos en su totalidad. A continuación se presenta una muestra de un diagrama de procesos y un diagrama de recorrido respectivamente. Como objetivo a este trabajo, la totalidad de los diagramas y mediciones será proporcionada a la empresa de forma externa a este documento. Para ver la división de los tipos de fabricación que se realizaron se adjunta la tabla B1 en el anexo (B).

1. **Diagramación de proceso.** A continuación en la Tabla 2, se muestra las características del tipo de Fabricación 1. La tabla de división de fabricación se puede verificar en el anexo (B). La Fabricación 1 es el tipo de proceso que solo compone de granulación directa y se comprime en la maquina Stokes. No requiere recubrimiento.

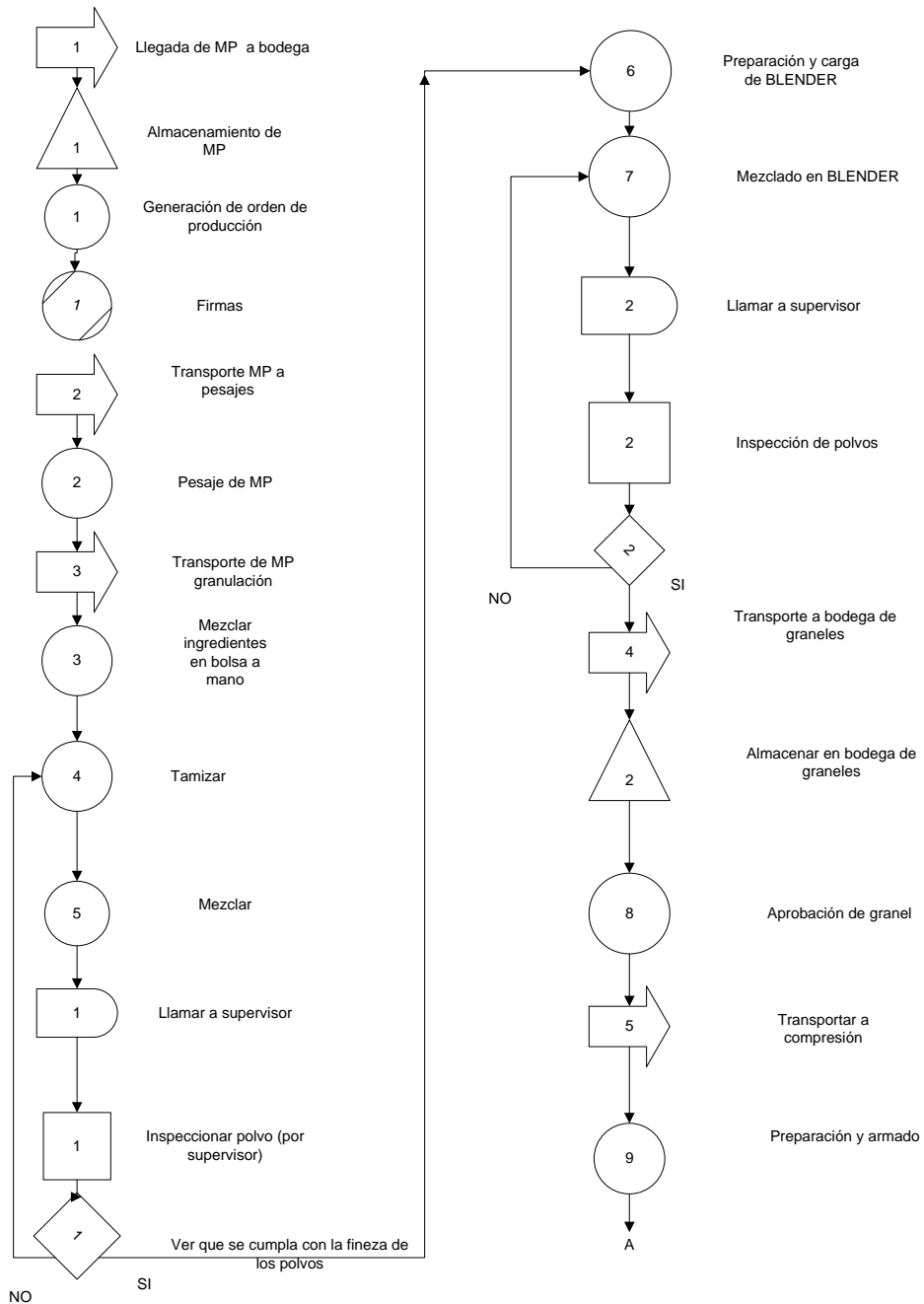
Tabla 2. **Fabricación 1**

Tabla 2. Fabricación 1							
Producto	Granulación		Máquina compresora			Recubrimiento	
	COMPRESION DIRECTA	VIA HUMEDA	NATOLI	STOKES 1	RIVA	ACETONA	ALCOHOL
LIBERAD	X			X			
LIBERAD XR 0.1	X			X			
LIBERAD XR 0.5	X			X			
PACIFEN 3	X			X			
PACIFEN 6	X			X			
MOSAPRIDE	X			X			
GASTROFLUX	X			X			

Diagrama 1. Diagrama de operaciones fabricación

Diagrama de operación Fabricación 1 Javier José Kroker Lobos	
Laboratorios Laprin	Fecha: febrero 2012

Resumen
Transportes: 6
Almacenamientos: 3
Operaciones: 11
Inspecciones: 3
Demoras: 3
Trámites: 1
Decisiones: 3



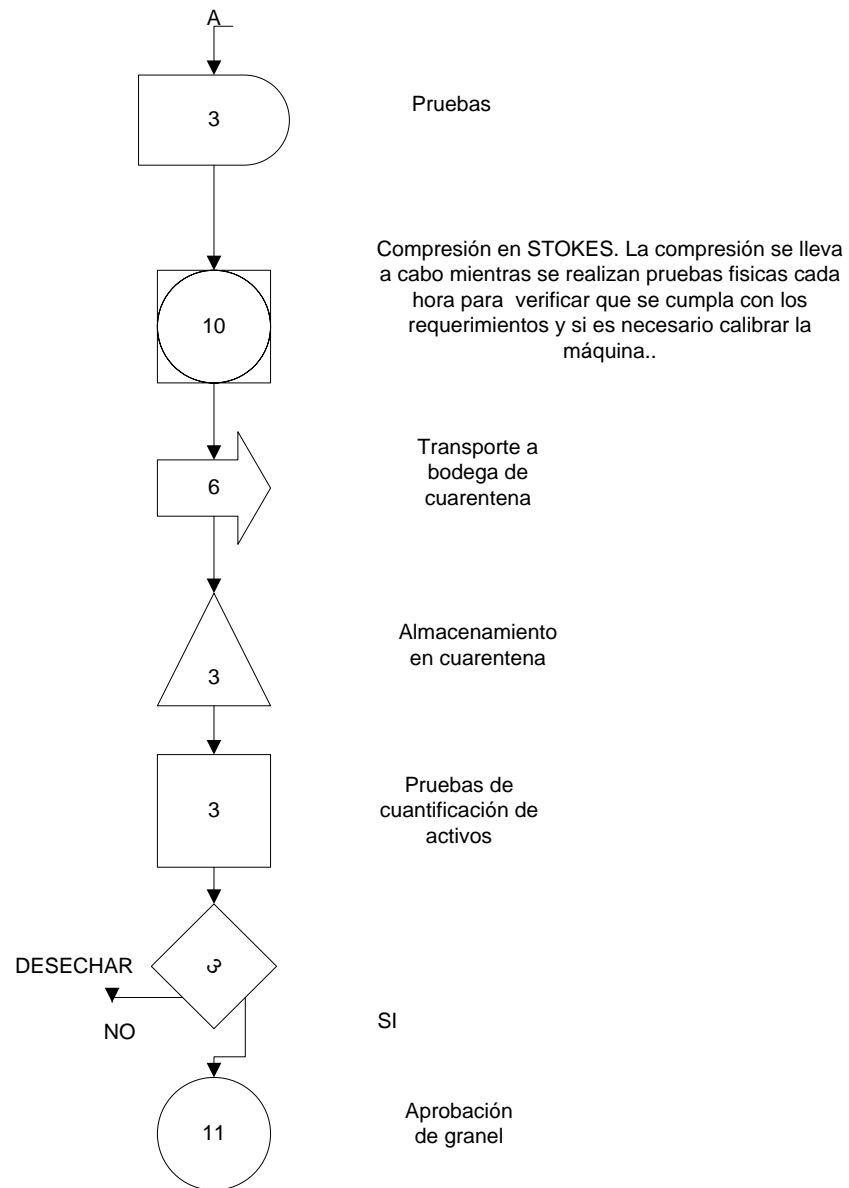
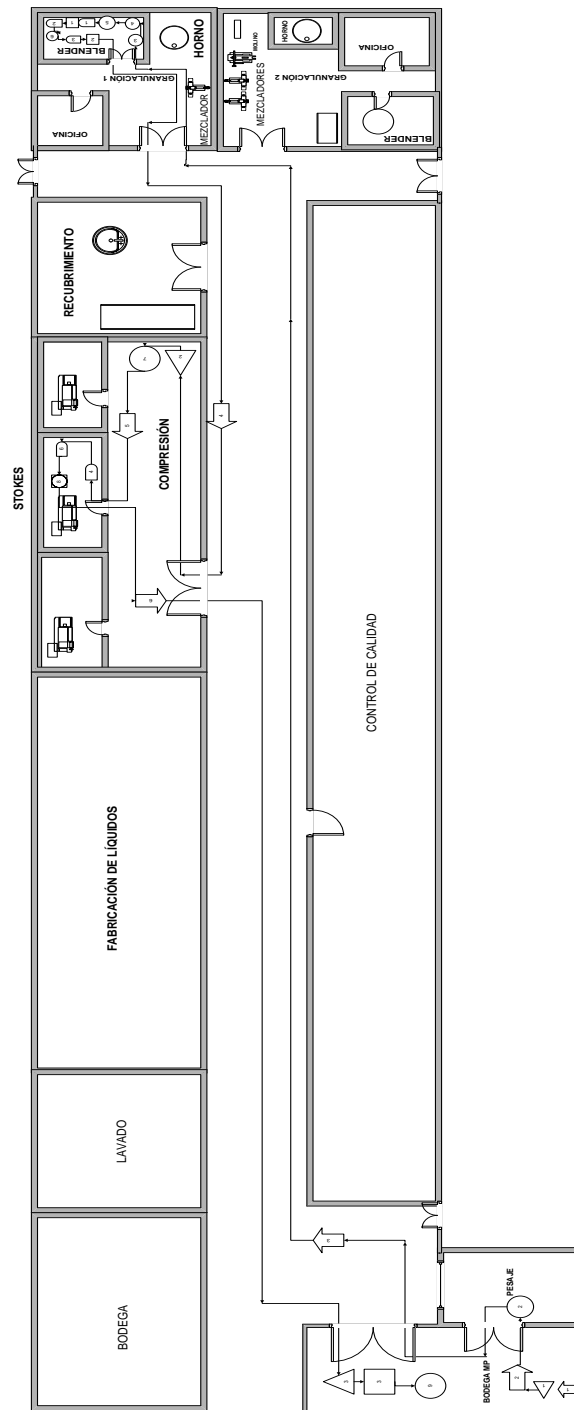
Continuación Diagrama 1

Diagrama 2. Diagrama de recorrido 1. Fabricación



2. Estudio de Tiempos. Para cada tipo de fabricación se realizó un estudio de tiempo, la verdadera variable en cada proceso es el peso y cantidad de cada lote, ya que las operaciones y los procesos son parecidos entre sí. En la Tabla 3 se muestra el resumen del estudio de tiempos para cada uno de los productos bajo observación.

Para todos los estudios de tiempos realizados en el presente trabajo se tomó como referencia para el cálculo del tiempo estándar una holgura del cinco por ciento para tiempo personal y cuatro por ciento para fatiga básica. La información de la Tabla 3 se encuentra detallada en el Anexo A.

Tabla 3. **Resumen estudio de tiempos tomado del anexo A**

Tabla 3. Resumen estudio de tiempos Tomado del Anexo A		
Fabricación	Producto	Tiempo estándar
1	Liberad 0.5	16:59:40
	Liberad 1.0	16:58:24
	Liberad XR	16:49:50
	Pacifen 3mg	18:49:47
	Pacifen 6mg	16:59:09
	Mosapride 5mg	18:55:39
	Gastroflux 10 mg	20:29:17
2	Diocetyl 40mg	35:37:25
	Aspire 5mg	33:44:10
	Atenua 25 mg	35:36:19
	Conect	33:44:10
	Diclorpin 50 mg	33:53:39
3	Fulcrum	40:42:45
	Spasmoten	37:24:22
4	Histaprin	27:03:05
5	Dorcol Forte	20:15:50
6	Cetamin 500 gr	28:43:19
	Cetamin CC	31:03:15
	Lapribacter	28:49:51
7	Neumonil G	33:52:54
	Zostrix 500mg	22:06:44
	Rimofed Plus	28:03:45
8	Fenobarbital	28:01:42
	Meprogésico II	28:36:02
	Neumonil Forte NF	27:24:59
9	Mesindol	44:46:54
10	Floxaprin 750	38:01:54
	Floxaprin 500	44:21:17
	Ferriron	45:26:43
	Nitazoxanida	38:01:54
	Meprofen400	44:25:51
	Meprofen 600	44:25:51
	Takinox	44:25:51
11	Plantun	46:56:13

B. Proceso de empaque

El proceso de empaque es sin duda el más crítico para la fabricación de productos sólidos, se ha visto que la cantidad de productos que se fabrican es elevada y en momentos de alta demanda, es el departamento de empaque el que toma la tarea de tener empacar todos los productos.

La naturaleza del proceso consiste en introducir el producto sólido (pastilla o tableta) en un blíster. El blíster es el empaque primario del producto, cuya finalidad es preservarlo del ambiente y conservar cada pastilla en un empaque individual, para que cuando se requiera tan solo una unidad no se manipule ninguno de los sólidos restantes.

El blíster es un empaque compuesto, sus componentes principales son aluminio y plástico PVC. La conformación del empaque en su totalidad la proporciona una máquina llama BLISTER.

La BLISTER es una máquina que por medio de cambios de temperatura, presión y corte, logra conformar blíster con diferentes presentaciones. La BLISTER posee formatos intercambiables para poder realizar distintas formas y cortes.

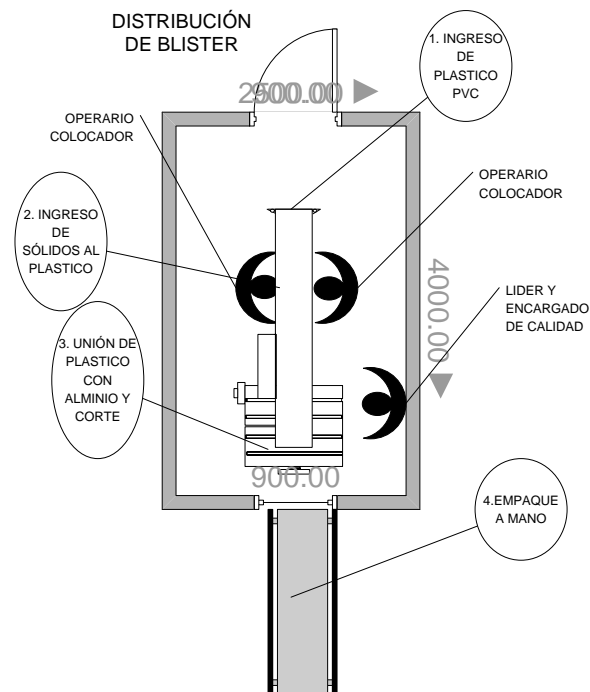
Laboratorios Laprin consta de dos BLISTER, una es utilizada exclusivamente para ciertos productos donde los lotes son significativamente grandes y de productos con mayor demanda. Mientras que la segunda BLISTER es usada para la mayoría de productos de baja demanda y el tamaño del lote es pequeño, por lo tanto es la última máquina la que está sujeta a mayores tiempos perdidos por cambio de formato.

Los cuartos que contienen las máquinas están aislados al ambiente ya que, por normas de BPM, estos deben estar esterilizados. Las máquinas

fueron diseñadas para trabajar con una cantidad determinada de operarios, en este caso las dos máquinas deben trabajar, como mínimo, con tres operarios. Dos operarios para introducir los sólidos en el plástico y un operario que se encarga de la alimentación y calibración de la máquina.

El proceso de la máquina es semiautomático, un rollo de PVC transparente ingresa y por medio de calor y moldes se le da la forma donde ira contenido el sólido. El PVC moldeado pasa a una banda donde manualmente dos operarios colocan los sólidos en los compartimientos por medio de movimientos de mano. El PVC moldeado, con los sólidos contenidos en él, es fusionado por medio de calor con el aluminio. Aquí también se le imprime la fecha de vencimiento y el número de lote correspondiente. Todo este proceso se lleva a cabo con rollos continuos. Por último, la máquina corta el rollo continuo en blíster separados que pueden llegar a tener de dos hasta doce sólidos contenidos según la presentación del producto.

Figura 7. **Distribución de la BLISTER**



Ya fuera de la BLISTER, los blíster separados caen a una banda transportadora donde teóricamente se deben empacar a mano en un empaque secundario.

1. Diagramación de proceso. Para representar el proceso de las BLISTER se dividirán en dos diagramas, ya que ambas máquinas son similares pero constan de características distintas.

En el Diagrama 3, se muestran los procesos de la BLISTER 1, esta es la máquina que empaca lotes grandes y productos de alta demanda. El proceso se toma desde que se genera la orden de empaque hasta que se estiba el lote empacado por completo.

Un factor importante, que diferencia a la BLISTER 1 de la 2, es que el proceso de empaque posee una operación menos. Anteriormente se definió el proceso de empaque, siendo necesaria la impresión del rollo de aluminio. Pero en el proceso de empaque para la BLISTER 2 el aluminio ya viene impreso.

Diagrama 3. Diagrama de operación empaque BLISTER 1

Diagrama de operación EMPAQUE BLISTER 1 Javier José Kroker Lobos	
Laboratorios Laprin	Fecha: febrero 2012

Resumen
Transportes: 4 Almacenamientos: 2 Procesos: 6 Inspecciones: 1 Demoras: 0 Trámites: 1 Decisiones: 1

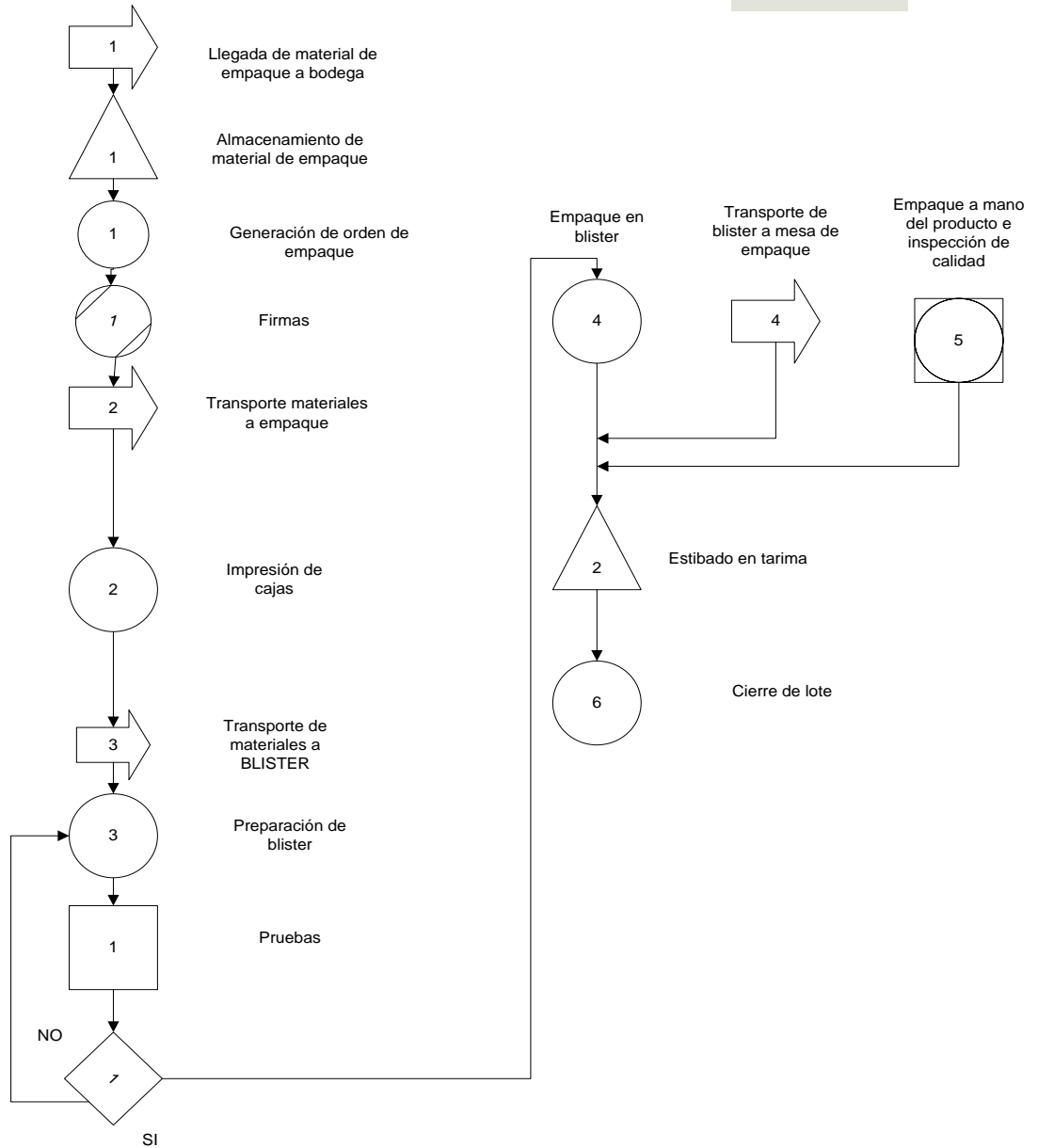
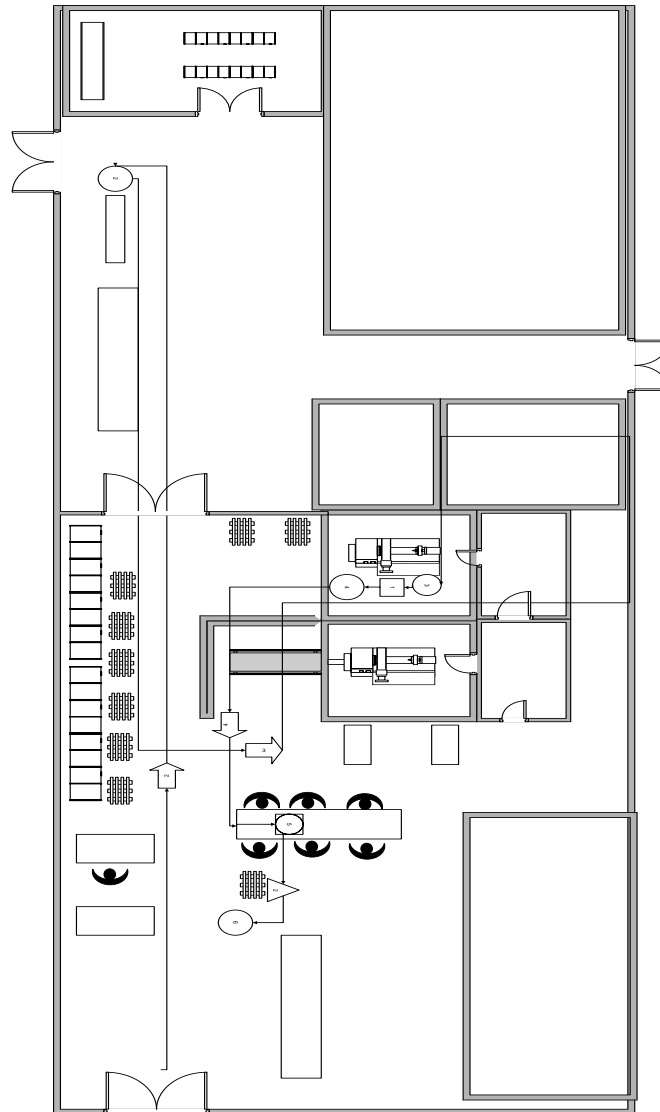


Diagrama 4. Diagrama de recorrido de empaque BLISTER 1

Luego de diagramar el proceso de la BLISTER 1, se muestra como se trabaja en la BLISTER 2 (Diagrama 5). La BLISTER 2 es la de mayor carga, ya que aproximadamente 31 productos se empaquen en su línea y como se mencionó anteriormente es la que se encuentra sujeta a más cambios de formato. En ella se empaquen lotes significativamente pequeños y de baja demanda.

Diagrama 5. Diagrama de operación empaque BLISTER 2

Diagrama de operación EMPAQUE BLISTER 1 Javier José Kroker Lobos	
Laboratorios Laprin	Fecha: febrero 2012

Resumen
Transportes: 4
Almacenamientos: 2
Procesos: 6
Inspecciones: 1
Demoras: 0
Trámites: 1
Decisiones: 1

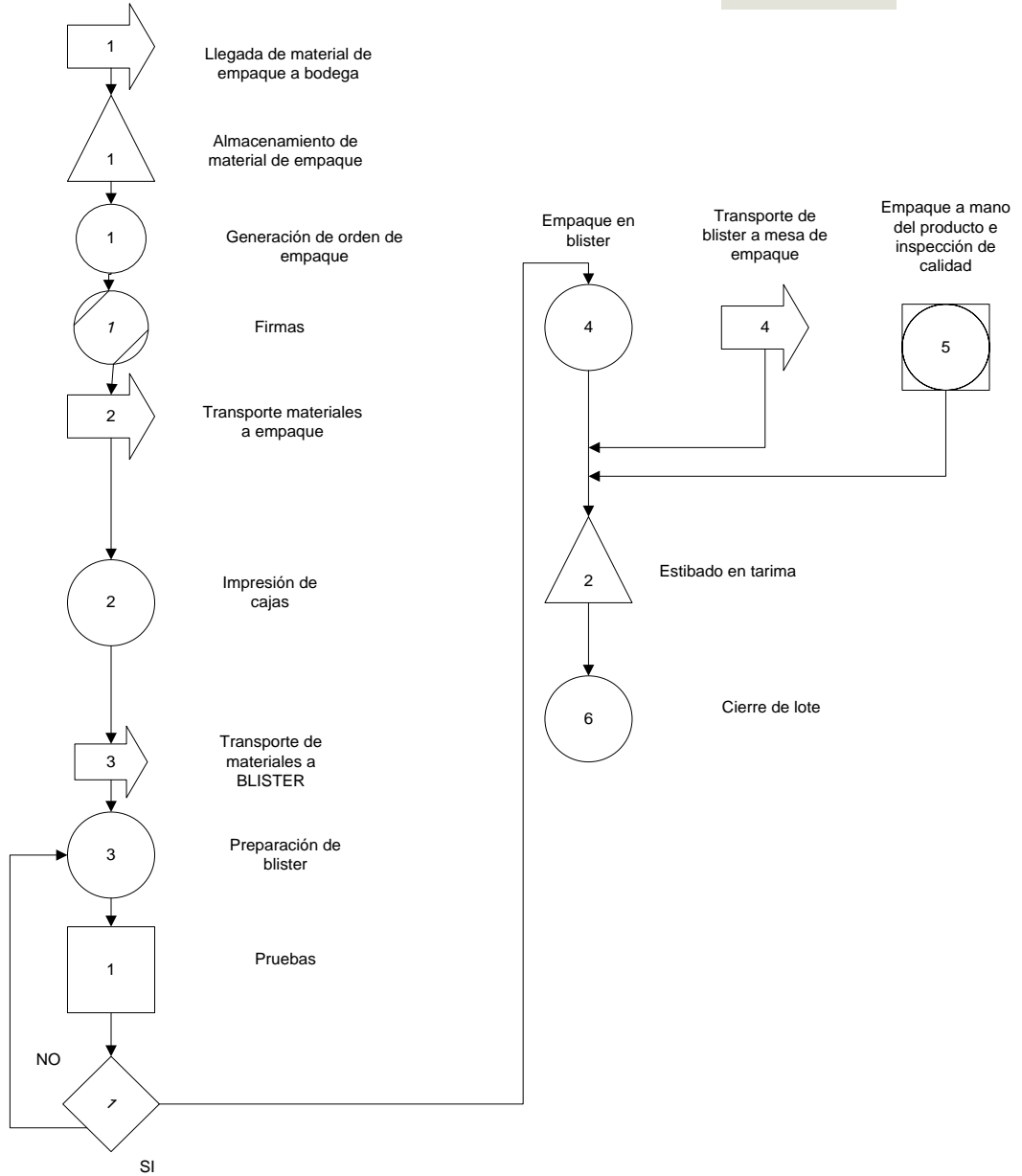
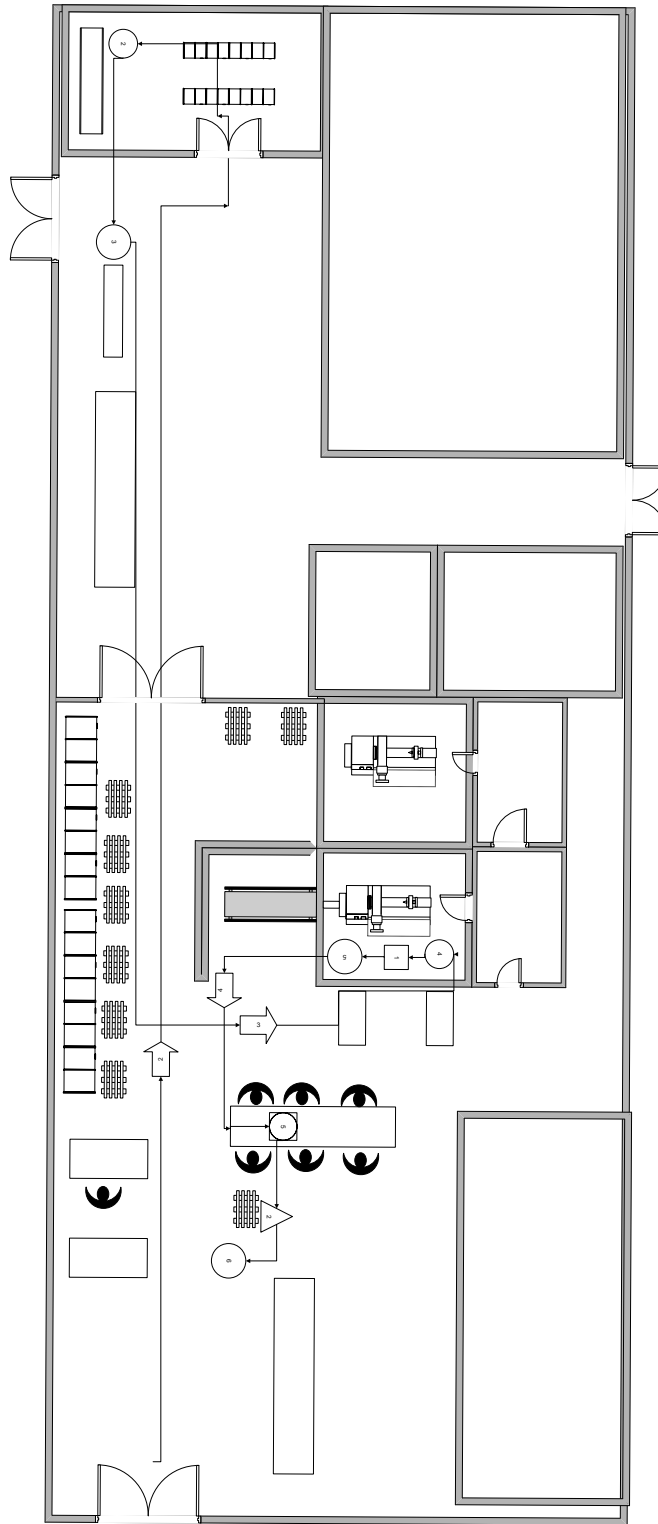


Diagrama 6. Diagrama de recorrido empaque BLISTER 2

1. Estudio de tiempos para el proceso de empaque

Tabla 4. Resumen estudio de tiempos de empaque por producto tomado del anexo B

Tabla 4. Resumen estudio de tiempos de empaque por producto Tomado del Anexo B		
Fabricación	Producto	Tiempo estándar (hrs)
1	Liberad 0.5	2:50:56
	Liberad 1.0	2:49:17
	Liberad XR	2:41:00
	Pacifen 3mg	4:18:48
	Pacifen 6mg	2:50:11
	Mosapride 5mg	4:30:37
	Gastroflux 10 mg	5:43:52
2	Diocetyl 40mg	3:55:10
	Aspire 5mg	3:07:55
	Atenua 25 mg	3:53:24
	Conect 10 mg	3:09:27
	Diclorpin 50 mg	3:17:57
3	Fulcrum	7:45:34
	Spasmoten	4:48:21
4	Histaprin	11:41:55
5	Dorcol Forte	5:49:19
6	Cetamin 500 gr	5:12:02
	Cetamin CC	10:01:29
	Lapribacter	7:17:13
7	Neumonil G	11:21:28
	Zostrix 500mg	3:25:38
	Rimofed Plus	9:47:45
8	Fenobarbital	14:54:28
	Meprogésico II	14:42:40
	Neumonil Forte NF	8:54:29
9	Mesindol	6:26:03
10	Floxaprin 750	3:51:38
	Floxaprin 500	5:45:10
	Ferriron	7:21:57
	Nitazoxanida	3:41:53
	Meprofen 400	6:00:18
	Meprofen 600	6:00:18
	Takinox	6:16:57
11	Plantun	8:15:07

Tomando en cuenta la información de las Tablas 3 y 4, podemos tener un tiempo estándar completo de todo el proceso de cada uno de los productos evaluados. En la Tabla 5 se muestra el estudio de tiempos estimados para cada producto.

Tabla 5. Resumen estudio de tiempo de fabricación y empaque por producto tomado del anexo A

Fabricación	Tabla 5. Resumen estudio de tiempos de fabricación y empaque por producto Tomado del Anexo A	
	Producto	Tiempo Estándar en horas
1	Liberad 0.5	19:50:36
	Liberad 1.0	19:47:41
	Liberad XR	19:30:51
	Pacifen 3mg	23:08:35
	Pacifen 6mg	19:49:20
	Mosapride 5mg	23:26:16
	Gastroflux 10 mg	26:13:10
2	Diocetyl 40mg	39:32:35
	Aspire 5mg	36:52:04
	Atenua 25 mg	39:29:43
	Conect 10 mg	36:53:36
	Diclorpin 50 mg	37:11:36
3	Fulcrum	48:28:20
	Spasmoten	42:12:43
4	Histaprin	38:45:01
5	Dorcol Forte	26:05:09
6	Cetamin 500 gr	33:55:21
	Cetamin CC	41:04:44
	Lapribacter	36:07:04
7	Neumonil G	45:14:22
	Zostrix 500mg	25:32:22
	Rimofed Plus	37:51:30
8	Fenobarbital	42:56:11
	Meprogésico II	43:18:42
	Neumonil Forte NF	36:19:29
9	Mesindol	51:12:57
10	Floxaprin 750	41:53:32
	Floxaprin 500	50:06:27
	Ferriron	52:48:40
	Nitazoxanida	41:43:47
	Meprofen 400	50:07:22
	Meprofen 600	50:26:09
	Takinox	50:42:49
11	Plantun	55:11:20

IX. PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN Y EMPAQUE

Las propuestas de las mejoras se plantearán luego de un análisis que indique cuales son los productos de mayor fabricación y de mayor valor en ganancias. En laboratorios Laprin existen productos de muy baja rotación a los cuales se les asigna apenas un par de lotes durante el año.

Las mejoras se plantearan dividiéndose en tres categorías: fabricación, empaque y recomendaciones de seguridad industrial.

A. Análisis de Pareto para planteamiento de mejoras.

A continuación en la siguiente tabla se muestran las ventas netas año 2011 de cada una de las presentaciones de los 34 productos sólidos que se evalúan en este trabajo. También se muestran el porcentaje que cada una representa respecto al total y el porcentaje acumulado para dar lugar a un diagrama de Pareto.

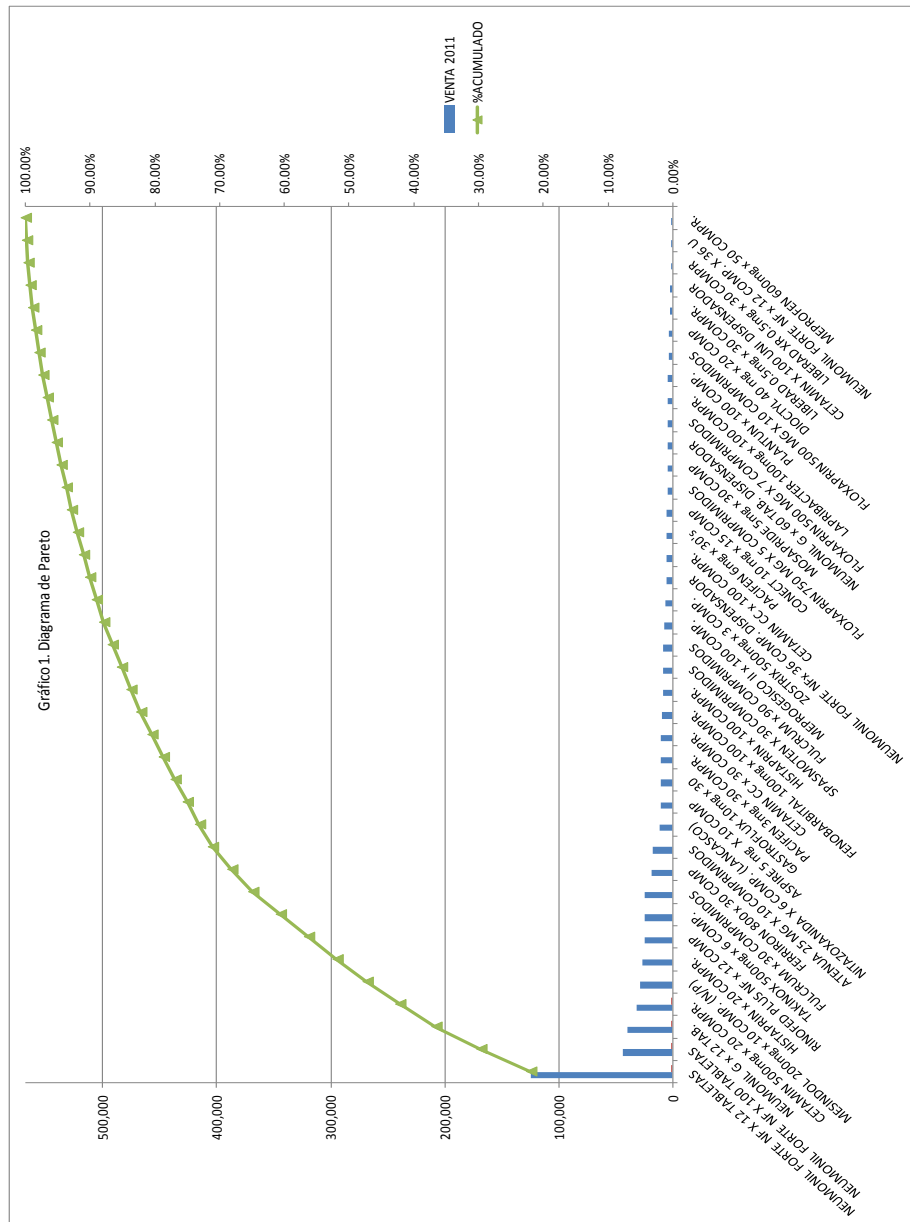
Este análisis busca focalizar la investigación para obtener resultados mayormente visibles, si se llegaran a implementar las mejoras aquí propuestas.

Tabla 6. Diagrama de Pareto

Tabla 6. Diagrama de Pareto				
	PRODUCTO	VENTA 2011	PORCENTAJE	%ACUMULADO
1	NEUMONIL FORTE NF X 12 TABLETAS	124,585	21.93%	21.93%
2	NEUMONIL FORTE NF X 100 TABLETAS	43,751	7.70%	29.63%
3	NEUMONIL G x 12 TAB.	39,410	6.94%	36.57%
4	CETAMIN 500mg x 20 COMPR.	31,743	5.59%	42.16%
5	MESINDOL 200mg x 10 COMP. (N/P)	28,619	5.04%	47.19%
6	HISTAPRIN x 20 COMPR.	26,407	4.65%	51.84%
7	RINOFED PLUS NF x 12 COMP	25,031	4.41%	56.25%
8	TAKINOX 500mg x 6 COMP.	24,746	4.36%	60.61%
9	FULCRUM x 30 COMPRIMIDOS	24,173	4.26%	64.86%
10	FERRIRON 800 x 30 COMP	18,392	3.24%	68.10%
11	ATENUA 25 MG X 10 COMPRIMIDOS	17,000	2.99%	71.09%
12	NITAZOXANIDA X 6 COMP. (LANCASCO)	11,345	2.00%	73.09%
13	ASPIRE 5 mg X 10 COMP	10,767	1.90%	74.98%
14	GASTROFLUX 10mg x 30	10,648	1.87%	76.86%
15	PACIFEN 3mg x 30 COMPR.	10,343	1.82%	78.68%
16	CETAMIN CC x 30 COMPR.	9,988	1.76%	80.44%
17	FENOBARBITAL 100mg x 100 COMPR.	9,817	1.73%	82.16%
18	HISTAPRIN x 100 COMPR.	8,627	1.52%	83.68%
19	SPASMOTEN X 30 COMPRIMIDOS	8,264	1.45%	85.14%
20	FULCRUM x 90 COMPRIMIDOS	8,133	1.43%	86.57%
21	MEPROGESICO II x 100 COMP.	7,496	1.32%	87.89%
22	ZOSTRIX 500mg x 3 COMP.	6,477	1.14%	89.03%
23	NEUMONIL FORTE NFx 36 COMP. DISPENSADOR	5,862	1.03%	90.06%
24	CETAMIN CC x 100 COMPR.	5,391	0.95%	91.01%
25	PACIFEN 6mg x 30's	5,308	0.93%	91.94%
26	CONNECT 10 mg x 15 COMP	5,269	0.93%	92.87%
27	FLOXAPRIN 750 MG X 5 COMPRIMIDOS	4,569	0.80%	93.68%
28	MOSAPRIDE 5mg x 30 COMP	4,515	0.79%	94.47%
29	NEUMONIL G x 60 TAB. DISPENSADOR	4,238	0.75%	95.22%
30	FLOXAPRIN 500 MG X 7 COMPRIMIDOS	3,959	0.70%	95.91%
31	LAPRIBACTER 100mg x 100 COMPR.	3,936	0.69%	96.61%
32	PLANTUN x 100 COMP.	3,872	0.68%	97.29%
33	FLOXAPRIN 500 MG X 10 COMPRIMIDOS	3,401	0.60%	97.89%
34	DIOCTYL 40 mg x 20 COMP	2,932	0.52%	98.40%
35	LIBERAD 0.5mg x 30 COMPR.	2,543	0.45%	98.85%
36	CETAMIN X 100 UNI DISPENSADOR	2,357	0.41%	99.27%
37	LIBERAD XR 0.5mg x 30 COMPR	1,778	0.31%	99.58%
38	NEUMONIL FORTE NF x 12 COMP. X 36 U	1,276	0.22%	99.80%
39	MEPROFEN 600mg x 50 COMPR.	1,120	0.20%	100.00%

Tomando en cuenta los parámetros de la Tabla 6 se muestra el análisis de Pareto para identificar cuáles son los productos y presentaciones que representan el mayor número de producción en el laboratorio.

Gráfico 1. Diagrama de Pareto



Se puede observar que el setenta por ciento del volumen de venta y producción está comprendida por los siguientes diez productos, los cuales se presentan en el orden representados en el Gráfico 1.

- NEUMONIL FORTE NF X 12 TABLETAS
- NEUMONIL FORTE NF X 100 TABLETAS
- NEUMONIL G X 12 TABLETAS
- CETAMIN 500MG X 20 COMPRIMIDOS
- MESINDOL 200MG X 10 COMPRIMIDOS
- HISTAPRIN X 20 COMPRIMIDOS
- RINOFED PLUS NF X 12 COMPRIMIDOS
- TAKINOX 500MG X 6 COMPRIMIDOS
- FULCRUM X 30 COMPRIMIDOS
- FERRIRON 800 X 30 COMPRIMIDOS

B. Mejoras en fabricación

La fabricación es el primer proceso de cualquier producto y es sin duda el más largo, las mejoras propuestas para el área en específico son direccionadas a la reducción de tiempo en la fabricación y mejorar la ergonomía de trabajo en las diferentes áreas. Se recuerda que la fabricación consiste en el conjunto de procesos que son: granulación, compresión y recubrimiento.

1. Eliminación de demoras. Como se leyó anteriormente, en los diagramas de proceso, durante el proceso de fabricación de los productos sólidos existe una cantidad considerable de operaciones que no agregan valor. Las demoras son operaciones consideradas como tardanzas que aumentan el tiempo del proceso sin agregar ningún valor a este.

Lo interesante de las demoras en los once diagramas, es que la mayoría de estas son verdaderamente innecesarias, que poseen una solución inmediata.

Para entender cómo eliminar las demoras, es importante saber precisamente porque es que esta operación ocurre dentro del proceso.

Al menos dos de las demoras dentro del proceso de fabricación son debido a la espera de la persona responsable de obtener muestras para realizar pruebas de control de calidad.

La demora consiste en que el operario luego de terminar de terminar la operación unitaria posterior a la prueba de control de calidad, se toma la tarea en salir a buscar al responsable de obtener las muestras, muchas veces el buscar al responsable lleva hasta 20 minutos.

Debido al régimen de calidad en que se basa la empresa (Buenas prácticas de manufactura) las pruebas de humedad, fineza, pruebas físicas y cuantificación de activos son absolutamente necesarias dentro del proceso; aunque no es justificable la generación de demoras debido a la búsqueda del operario que trabaja en la fabricación por el responsable de tomar las muestras.

En las siguientes Tablas 7 y 8 se observa de mejor manera el momento y en que parte del proceso se llevan a cabo las demoras.

Tabla 7. Razones de demoras

Tabla 7. Razones de demora		
Lugar: Granulación 1		
Número de demora	Razón	Descripción
1	LLAMAR A SUPERVISOR	El operario debe tamizar los polvos hasta alcanzar la fineza deseada para cada producto. Busca a supervisor para que él le diga si ha alcanzado la fineza deseada.
2	LLAMAR A CONTROL DE CALIDAD	El operario debe llamar al encargado de control de calidad de turno. Este debe tomar muestras de los polvos mezclados anteriormente en el BLENDER. El operario no puede descargar el BLENDER sin la aprobación del departamento de control de calidad.

Tabla 8. Razones de demora

Tabla 8. Razones de demora		
Lugar: Granulación 2		
Número de demora	Razón	Descripción
1	LLAMAR A CONTROL DE CALIDAD	El operario seca el material en grano en un horno por un tiempo determinado, al finalizar debe buscar al responsable de control de calidad para que realice pruebas de humedad al grano recién secado.
3	LLAMAR A CONTROL DE CALIDAD	El operario debe llamar al encargado de control de calidad de turno. Este debe tomar muestras de los polvos mezclados anteriormente en el BLENDER. El operario no puede descargar el BLENDER sin la aprobación del departamento de control de calidad.

2. Propuesta de mejora La solución inmediata para solucionar las demoras por salir a buscar al responsable de control de calidad es proveer al operario con un dispositivo de comunicación directa con el responsable de recolectar las muestras. Se propone equipar a los operarios con radios (walkie-talkie) para anticiparse a la operación que corresponda la inspección necesaria.

En el siguiente cuadro se muestra como se ve afectado el resumen de los diagramas de los diez productos bajo observación y el impacto de la propuesta de mejora.

En las siguientes tablas (tabla 9,10,11 y 12) se muestran en un mismo resumen seis de los diez productos elegidos para estudiar las mejoras, la razón es debido a que las demoras son llevadas a cabo en el proceso de granulación y para los seis productos la granulación lleva la misma dinámica.

Tabla 9. Mejora de demoras (fabricación 6,7 y9) tomado del estudio de tiempos Tabla 3

Tabla 9. Mejora de demoras (fabricación 6,7 y 9) tomado del estudio de tiempos Tabla 3				
	Resumen de actividades	Cantidad	Eliminando demoras por espera de control de calidad	
Tipo de fabricación	Transportes	7	7	
	Almacenamientos	3	3	
	Operaciones	16	16	
	Inspecciones	3	3	
	Demoras	4	2	
No. 6,7,8 y9	Trámites	1	1	
	Decisiones	3	3	
Productos				
Efecto de propuesta	Neumonil Forte NFX12	Neumonil G x12	Cetamin 500mgx20	Mesindol 200 x10
	Neumonil Forte NFX100	Rinofed Plus NF x12		
Actividad: demora No. 1, actividad 9, el operario busca al encargado de control de calidad para la toma de muestras correspondientes	Tiempo en horas	Tiempo en horas	Tiempo en horas	Tiempo en horas
	Tiempo actual 00:12:56	00:12:56	00:12:56	00:12:56
Actividad: demora No. 2, actividad 14, el operario busca al encargado de control de calidad para la toma de muestras correspondientes	Tiempo normal de la actividad propuesta	00:00:00	00:00:00	00:00:00
	Tiempo actual 00:11:44	00:11:44	00:11:44	00:11:44
Disminución en el tiempo normal de procesamiento	Tiempo normal de la actividad propuesta	00:00:00	00:00:00	00:00:00
	Tiempo actual 00:11:44	00:11:44	00:11:44	00:11:44
Impacto en el tiempo estándar de fabricación	Tiempo normal de procesamiento	0:24:40	0:24:40	0:24:40
	Tiempo actual 37:20:35	37:20:35	28:43:18	29:22:03
Disminución en el tiempo estándar de la fabricación	Método propuesto	36:53:42	32:16:13	28:55:10
	Tiempo actual 36:53:42	36:53:42	28:16:25	28:55:10
		0:26:53	0:26:53	0:26:53

Tabla 10. Mejora de demoras (fabricación 4) tomado del estudio de tiempos Tabla 3.

Tabla 10. Mejora de demoras (fabricación 4) tomado del estudio de tiempos Tabla 3			
	Resumen de actividades	Cantidad	Eliminando demoras por espera de control de calidad
Tipo de fabricación	Transportes	6	7
	Almacenamientos	3	3
	Operaciones	11	16
	Inspecciones	3	3
	Demoras	3	1
	Trámites	1	1
Efecto de propuesta	Decisiones	3	3
	Productos		
Tomado del estudio de tiempos	Histaprin x 20		
Actividad: demora No. 1, actividad 9, el operario busca al encargado de control de calidad para la toma de muestras correspondientes	Tiempo en horas		
	Tiempo actual Tiempo normal de la actividad propuesta	00:12:56 00:00:00	
Actividad: demora No. 2, actividad 14, el operario busca al encargado de control de calidad para la toma de muestras correspondientes	Tiempo en horas		
	Tiempo actual Tiempo normal de la actividad propuesta	00:08:04 00:00:00	
Disminución en el tiempo normal de procesamiento	Tiempo en horas		
	Tiempo actual Método propuesto	26:20:25 25:58:46	
Disminución en el tiempo estándar de la fabricación		0:21:39	

Tabla 11. Mejora de demoras (fabricación 3) tomado del estudio de tiempos Tabla 3.

Tabla 11. Mejora de demoras (fabricación 3) Tomado del estudio de tiempos Tabla 3			
	Resumen de actividades	Cantidad	Eliminando demoras por espera de control de calidad
	Transportes	8	7
	Almacenamientos	4	3
	Operaciones	14	16
	Inspecciones	4	3
No. 3	Demoras	3	1
Proceso de fabricación	Trámites	1	1
Compresión directa, Stokes y recubrimiento de acetona	Decisiones	3	3
	Efecto de propuesta		
	Productos		
	Fulcrum x 30		
Actividad: demora No. 1, actividad 9, el operario busca al encargado de control de calidad para la toma de muestras correspondientes			
	Tiempo en horas		
	Tiempo actual		00:12:56
	Tiempo normal de la actividad propuesta		00:00:00
Actividad: demora No. 2, actividad 14, el operario busca al encargado de control de calidad para la toma de muestras correspondientes			
	Tiempo actual		00:08:04
	Tiempo normal de la actividad propuesta		00:00:00
	Disminución en el tiempo normal de procesamiento		0:21:00
Impacto en el tiempo estándar de fabricación 8			
	Tiempo actual		31:08:50
	Método propuesto		30:47:16
	Disminución en el tiempo estándar de la fabricación		0:21:34

Tabla 12. **Mejora de demoras (fabricación 10) tomado del estudio de tiempos Tabla 3.**

Tabla 12. Mejora de demoras (fabricación 10) tomado del estudio de tiempos Tabla 3			
Tipo de fabricación	Resumen de actividades	Cantidad	Eliminando demoras por espera de control de calidad
No. 10	Transportes	9	7
Proceso de fabricación	Almacenamientos	4	3
Vía húmeda, natoli y recubrimiento de alcohol	Operaciones	19	16
	Inspecciones	3	3
	Demoras	4	2
	Trámites	1	1
	Decisiones	4	3
Efecto de propuesta	Productos		
	Takinox 500mg x 6		
	Ferriron 800 x 30		
Actividad: demora No. 1, actividad 9, el operario busca al encargado de control de calidad para la toma de muestras correspondientes	Tiempo en horas		
	Tiempo actual	00:12:56	
	Tiempo normal de la actividad propuesta	00:00:00	
Actividad: demora No. 2, actividad 14, el operario busca al encargado de control de calidad para la toma de muestras correspondientes	Tiempo actual	00:11:44	
	Tiempo normal de la actividad propuesta	00:00:00	
	Disminución en el tiempo normal de procesamiento	0:24:40	
Impacto en el tiempo estándar de fabricación 8	Tiempo en horas		
	Tiempo actual	28:57:37	
	Método propuesto	28:30:44	
	Disminución en el tiempo estándar de la fabricación	0:26:53	

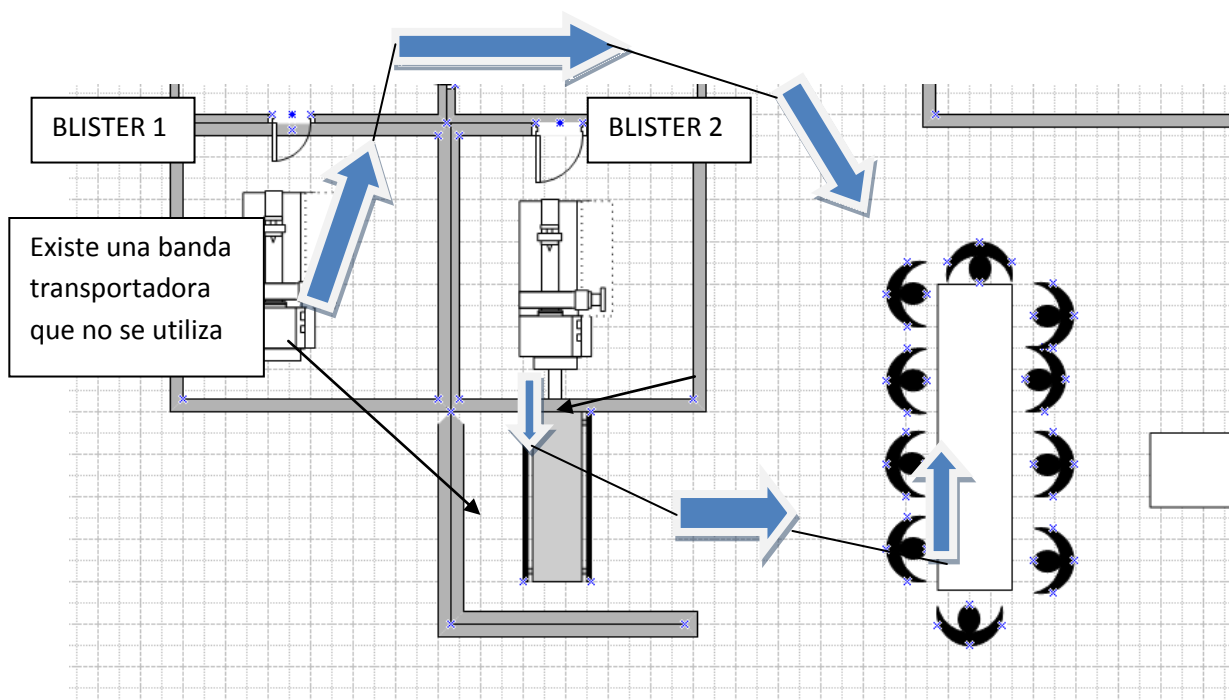
c. Mejoras de empaque. Sin duda el proceso de empaque es el más crítico debido a que es el que más personal maneja. Las mejoras en este departamento van dirigidas al aumento de eficiencia de las máquinas BLISTER y la optimización del proceso de empaque manual. Actualmente la empresa al momento de enfrentarse con incrementos de demanda no sabe responder de manera eficiente por lo que la congestión en la producción se ve reflejada con pago de horas extras a sus trabajadores.

El proceso de empaque incluye mucha gente, la gama de productos que la empresa maneja (más de 200) es considerable y es aceptable reconocer que se requiere una cantidad considerable de empacadores. El objetivo es optimizar el proceso de empaque para utilizar de mejor manera los recursos necesarios para el empaque a mano.

1. Empaque a mano. El empaque a mano se lleva a cabo luego de que el comprimido sale de la máquina dentro del empaque primario (BLISTER) y es llevado a una mesa donde aproximadamente 10 operarios se encargan de armar el empaque secundario, revisar si existen anomalías en el blíster y luego se disponen a introducir la cantidad de blíster correspondientes en el empaque secundario.

En la siguiente figura se puede observar de mejor manera como se realiza actualmente el empaque a mano según las características físicas del lugar.

Diagrama 7. Empaque a mano actual



Es importante agregar que la BLISTER 2 actualmente posee una banda transportadora para transportar los blíster que salen para que de inmediato sean empacados, sin embargo los encargados de empaque no utilizan esta banda simplemente porque piensan que el producto no urge y los operarios pueden tomarse su tiempo. Durante la observación la banda transportadora fue utilizada un par de veces.

Mientras tanto en la BLISTER 1, debido a su antigüedad aún no se le ha acoplado una banda transportadora por lo que los comprimidos empacados son almacenados en recipientes de plástico y luego transportados manualmente a las mesas de empaque.

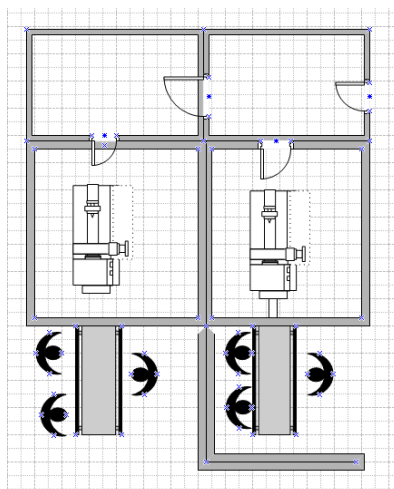
a. Mejora: Nueva banda transportadora para BLISTER 1. Las propuestas de mejora son dadas con el objetivo que las actividades que se plantean se puedan conjugar de una manera integral y crear nuevas maneras de trabajo que aumenten la eficiencia de las actividades.

Para integrar todas las mejoras y que el departamento de empaque de sólidos trabaje de una manera congruente nos debemos enfocar en la BLISTER 1. Como se mencionó anteriormente la BLISTER 1 es la máquina de mayor antigüedad y es la encargada de procesar los lotes de producción significativamente grandes, debido a esto la BLISTER 1 no se ve afectada por muchos cambios de formato al momento que se deben de cambiar los productos.

La mejora que se plantea a la BLISTER 1 es el acoplamiento de una banda transportadora que permita transportar de inmediato los blíster terminados al área de empaque manual. Desde hace tiempo el departamento de producción viene queriendo llevar este proyecto a cabo, por lo que no es una idea nueva, aunque en este trabajo se plantea como una mejora a tomar en cuenta para impactar en el tiempo de empaque.

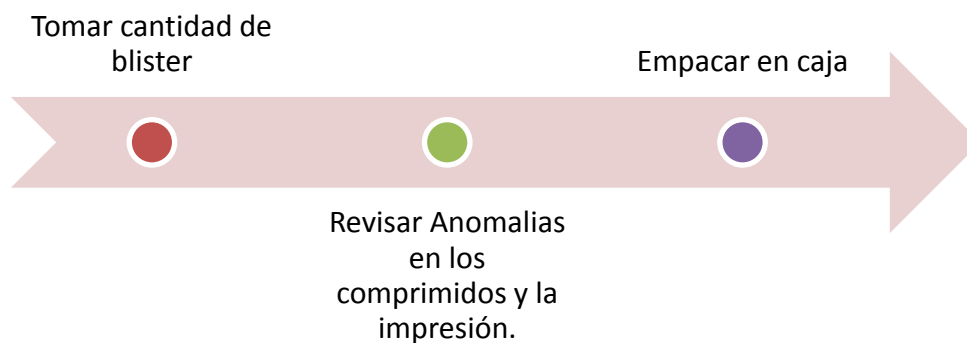
La banda transportadora en la BLISTER 1 ahorrará el tiempo de empaque, debido a que actualmente se debe esperar a que un recipiente se llene con una cantidad de blíster definida para poder sacarla y ser llevada por un operario a una mesa de empaque.

Diagrama 8. Vista de nueva banda transportadora



b. Mejora: división de trabajo. En la gran mayoría del empaque a mano de los productos la banda transportadora de la BLISTER 2 no se utiliza y el empaque se lleva a cabo en mesas. El operario no trabaja en línea sino que simplemente toma la cantidad de blíster que debe tener la presentación de un monto de blíster que se coloca en el centro de la mesa y sigue con el proceso:

Figura 8. **Mejora: división de trabajo**



Las tres operaciones son llevadas a cabo por la misma persona y cada operario empaqueta a la velocidad que dicte su habilidad.

Al colocar la banda transportadora en la BLISTER 2 esta permite trabajar directamente con el producto que sale de ser empacado dentro del blíster. El problema radica en que aunque la banda transportadora aumente la velocidad en que se suministran los recursos de empaque, el operador sigue realizando las 3 actividades que se muestran en la Figura 8. El operario empacador sigue haciendo el mismo trabajo que haría si no tuviera la banda transportadora, en resumen con o sin la banda el operario se dedica simplemente a tomar el producto frente a él o ella y empacar a la velocidad que dicte su habilidad. La banda transportadora permitiría trabajar al ritmo en que se suministran los blíster, pero esto no es así debido a que no se divide el trabajo a lo largo de la banda transportadora y una cantidad considerable de blíster llegan al final de la banda sin ser empacados.

Cabe destacar que en otras líneas de empaque utilizadas dentro de laboratorios Laprin (empaque de líquidos), ajenas a esta investigación, si dividen el trabajo en las bandas transportadoras, trabajando a la velocidad de la máquina que suministra los productos.

La razón de que se trabaje así es debido a que cada operario debe ser responsable de la caja que empacó, el operario es suministrado de cajas las cuales deben de ser marcadas con el sello personal del operario empacador como se muestra Imagen 3.

Imagen 3. Sello en cajas



Este mecanismo funciona como un indicador de responsable cuando existe algún problema. Control de calidad genera revisiones arbitrarias a los lotes terminados luego de su empaque y al encontrar una anomalía esta tendrá un responsable luego de identificar el sello personal de cada operario empacador.

De nuevo el sistema es contradictorio debido a que en otras líneas de empaque ajenas a esta investigación (líquidos) la responsabilidad se divide en los operarios encargados de toda la línea de empaque.

La mejora propone dividir el trabajo en la línea de empaque de sólidos, así como trabajar estrictamente bajo la velocidad de la máquina sin dejar que blíster lleguen al final de la banda transportadora sin ser empacados.

El método propuesto es incluso una mejora de aseguramiento de la calidad en cuanto a la cantidad de blíster que debe llevar cada presentación

de los productos, ya que al dividir el trabajo se disminuyen las responsabilidades disminuyendo el margen de error.

A continuación en la Tabla 13 se muestran los tiempos actuales que conllevan los empaques de los primeros productos considerados dentro del diagrama de Pareto, que no llevan más de 2 o 3 blister por caja. La cantidad de operarios empacadores es 10.

Neomonil Forte NF x 12 comprimidos, 3 blister x caja. Las 3 operaciones son realizadas por una persona. En la Tabla 13 se muestran los tiempos del proceso actual con 5% de tiempo estándar debido a fatiga.

Tabla 13. **Tiempos actuales de empaque para revisar y empacar 3 blister en 1 caja. Tiempo en hrs**

Tabla 13. Tiempos actuales de empaque para revisar y empacar 3 blister en 1 caja. Tiempo en hrs			
NEUMONIL			
Forte NF	REVISAR Y CONTAR	EMPACAR EN CAJA	Total
X12 COMP 3 blister	00:00:14	00:00:05	00:00:19
	00:00:10	00:00:06	00:00:16
	00:00:13	00:00:07	00:00:20
	00:00:12	00:00:07	00:00:19
	00:00:10	00:00:08	00:00:18
	00:00:09	00:00:09	00:00:18
	00:00:12	00:00:08	00:00:20
	00:00:16	00:00:10	00:00:26
	00:00:14	00:00:07	00:00:21
	00:00:12	00:00:08	00:00:20
Total	00:02:02	00:01:15	00:03:17
Tiempo Normal empaque de 1 caja.	00:00:12	00:00:08	00:00:20
Tiempo estándar			00:00:21

La propuesta consiste en dividir el trabajo sobre la banda de empaque en dos estaciones.

Estación1: Se propone posicionar a tres personas con habilidad avanzada de revisión que sean los encargados de llevar a cabo la operación de revisar la calidad del blíster, el operario puede tomar dos blíster a la vez. La máquina BLISTER libera 6 blister cada 3.3 segundos por lo que los 3 operarios podrán revisar los 6 blister sin atrasos. La revisión y conteo lleva un promedio de 12 segundos por cada 3 blister revisados. La operación de tan solo revisar 2 blister lleva de 3 a 5 segundos.

Estación 2: en esta estación se propone posicionar a 2 personas las cuales están designadas a la tarea de tomar e introducir los blíster a la caja para luego cerrarlas. Durante el proceso actual el empacador es encargado de armar primero la caja y luego introducir los blíster en ella. Este método de mejora propone tan solo empacar y cerrar. En promedio armar la caja toma un tiempo estimado de 3 segundos por lo que estos son restados en el nuevo método.

Por último se busca agregar a un quinto operario empacador que sea en el encargado de suplir cajas debidamente armadas a los empacadores de la estación 2. Esto para evitar las paradas por armado de caja. La propuesta se podría ver de la siguiente manera.

Tabla 14. **Propuesta de trabajo en línea con 5 personas y 1 persona armando cajas. Tiempo en hrs**

Tabla 14. Propuesta de trabajo en línea con 5 personas y 1 persona armando cajas. Tiempo en hrs			
Neumonil Forte			
NF X 12 COMP	Tiempos propuestos para revisar y empacar 6 blister en 2 cajas		
	Estación 1 (3 personas)	Estación 2 (2 personas)	
	Revisar	Empacar	Total
	00:00:09	00:00:05	00:00:14
	00:00:09	00:00:06	00:00:15
	00:00:08	00:00:04	00:00:12
	00:00:07	00:00:06	00:00:13
	00:00:09	00:00:05	00:00:14
	00:00:08	00:00:05	00:00:13
	00:00:10	00:00:05	00:00:15
	00:00:07	00:00:04	00:00:11
	00:00:07	00:00:05	00:00:12
	00:00:08	00:00:07	00:00:15
Total	00:01:22	00:00:52	0:02:14
Promedio	00:00:08	00:00:05	0:00:13
Tiempo promedio de 1 caja			0:00:07
Tiempo estándar			00:00:07

Como se observa en la Tabla 14 el tiempo en promedio de procesamiento de cada caja es de 14 segundos y el tiempo total que recorre un blíster toda la banda es de 18 segundos, eso deja 4 segundos de amortiguamiento para intentar trabajar al ritmo de la banda transportadora con la mitad de los operarios utilizados actualmente.

De igual manera para el producto Neumonil G se puede realizar un análisis similar.

Neumonil G x 12 comprimidos, 3 blister x caja. Las tres operaciones son realizadas por una persona.

Tabla 15. **Tiempos actuales de empaque para revisar y empacar 3 blister en 1 caja. Tiempo en hrs**

Tabla 15. Tiempos actuales de empaque para revisar y empacar 3 blister en 1 caja. Tiempo en hrs			
Neumonil G x 12	REVISAR Y CONTAR	EMPACAR EN CAJA	Total
3 blister	00:00:13	00:00:06	00:00:19
	00:00:12	00:00:10	00:00:22
	00:00:11	00:00:09	00:00:20
	00:00:12	00:00:09	00:00:21
	00:00:14	00:00:08	00:00:22
	00:00:09	00:00:08	00:00:17
	00:00:08	00:00:09	00:00:17
	00:00:11	00:00:12	00:00:23
	00:00:12	00:00:12	00:00:24
	00:00:09	00:00:10	00:00:19
Total	0:01:51	0:01:33	0:03:24
Tiempo Normal empaque de 1 caja.	0:00:11	0:00:09	0:00:20
Tiempo estándar	00:00:21		

De igual manera se propone una división de trabajo en la banda transportadora. Realizando las mismas estaciones propuestas en anterioridad. La Tabla 16 muestra el nuevo tiempo de empaque.

Tabla 16. **Propuesta de trabajo en línea con 5 personas y 1 persona armando cajas. tiempo en horas**

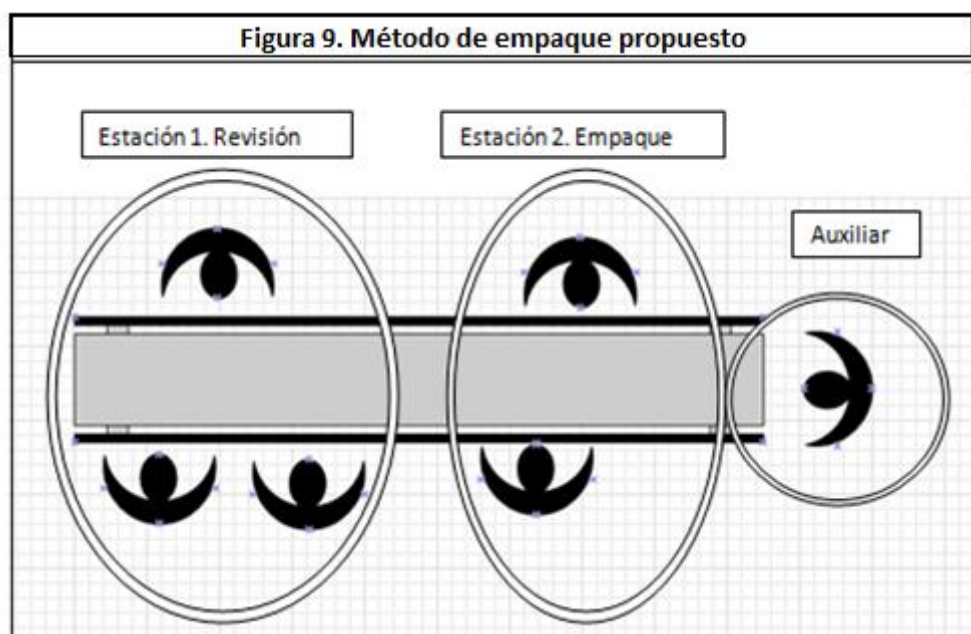
Tabla 16.Propuesta de trabajo en línea con 5 personas y 1 persona armando cajas. tiempo en horas			
Neumonil G			
x 12	Tiempos propuestos para revisar y empacar 6 blister en 2 cajas		
	Estación 1 (3personas)	Estación 2 (2 personas)	
	Revisar	Empacar	Total
	00:00:09	00:00:05	00:00:14
	00:00:09	00:00:06	00:00:15
	00:00:08	00:00:04	00:00:12
	00:00:07	00:00:06	00:00:13
	00:00:09	00:00:05	00:00:14
	00:00:08	00:00:05	00:00:13
	00:00:10	00:00:05	00:00:15
	00:00:07	00:00:04	00:00:11
	00:00:07	00:00:05	00:00:12
	00:00:08	00:00:07	00:00:15
Total	0:01:22	0:00:52	0:02:14
Promedio	0:00:08	0:00:05	00:00:13
Tiempo promedio de 1 caja	00:00:07		
Tiempo estándar	00:00:07		

Las mejoras en ambas presentaciones impactan de la misma manera debido a que su presentación es exactamente igual, por lo que la Tabla 17 muestra el ahorro de tiempo que representa el método propuesto.

Tabla 17. **Comparación de métodos de empaque para presentaciones de 3 blister x caja. Tiempo en horas**

Tabla 17. Comparación de métodos de empaque para presentaciones de 3 blister x caja. Tiempo en horas		
Método	Descripción	Tiempo
Actual	Utilizar la mesa de empaque y cada operario realiza todas las tareas de empaque.	0:00:21
Propuesto	Utilizar banda Transportadora y división de trabajo en el proceso de empaque.	00:00:07
Porcentaje ahorrado de tiempo ahorrado.		67%

Figura 9. **Método de empaque propuesto**



c. Mejora Reducción de tiempo y errores. En estos casos los tiempos más largos en empaque se dan cuando la presentación de los productos lleva una cantidad significativa de blíster para empacar. Para este caso, estudiaremos el empaque del producto de mayor venta para

presentaciones grandes. en el diagrama de Pareto de la Gráfico 1 la presentación grande de mayor venta seria : Neumonil Forte NF x 100 comprimidos. Esta es una presentación para venta al mayoreo, el empaque consiste en una caja con 25 blister de 4 comprimidos. Esta presentación conlleva una cantidad significativa de blíster a empacar de forma manual. En la Tabla 18 se registra el estudio de tiempos del empaque a mano para el producto Neumonil Forte NF x 100 unidades.

Tabla 18. **Estudio de tiempos**

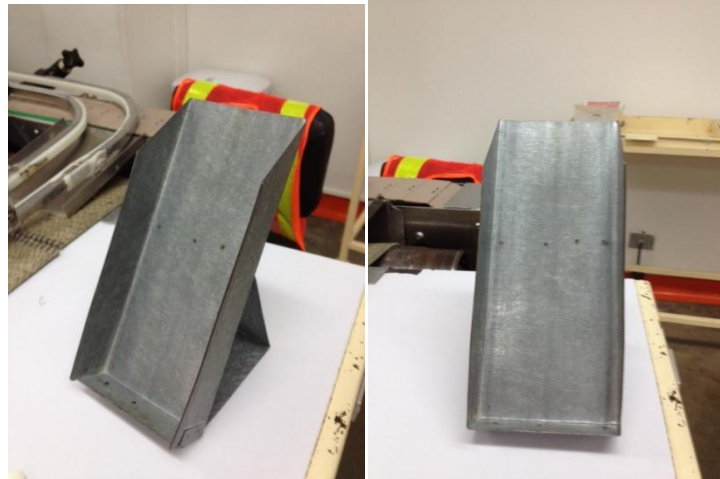
Tabla 18. Estudio de tiempos	
Empaque a mano: NEUMONIL FORTE NF X 100	
REVISAR Y CONTAR	EMPACAR EN CAJA
00:01:23	00:00:13
00:01:04	00:00:14
00:00:56	00:00:18
00:01:05	00:00:07
00:01:06	00:00:10
00:01:14	00:00:07
00:02:46	00:00:10
00:02:07	00:00:16
00:01:48	00:00:19
00:02:13	00:00:09
00:03:12	00:00:10
00:01:43	00:00:12
Tiempo Total Normal	00:01:55
Tiempo Estandar	00:02:01

Cada blíster de Neumonil Forte NF contiene 4 comprimidos, por lo que el empaque a mano se conforma de revisar y empacar 25 blister dentro de un corrugado o empaque secundario.

Los operarios cuentan con una herramienta para el empaque de productos con alto volumen. La herramienta es llamada empacador y es una pieza de aluminio para sostener la cantidad de blíster necesarios e

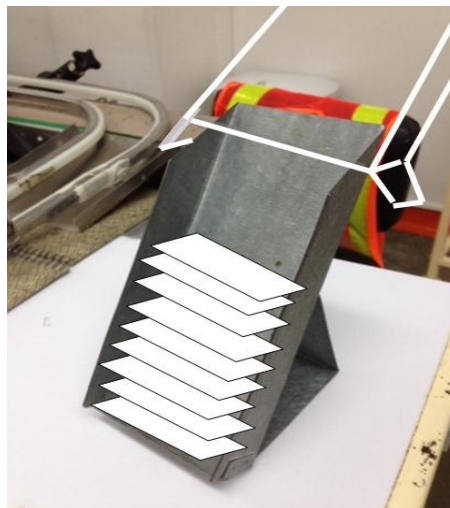
introducirlas a su empaque secundario de manera más rápida y en un solo movimiento. La Imagen 4 muestra de manera más gráfica el empaquetador.

Imagen 4. Herramienta de empaque



De nuevo al igual que en la presentación de de 12 comprimidos que se estudió en el punto b, el trabajo se realiza en una mesa donde el operario realiza todas las operaciones de empaque, además de esto el operario coloca los blister en la herramienta del empaquetador uno sobre otro de la siguiente manera como se muestra en la Imagen 5.

Imagen 5. Uso de la herramienta de empaque



El operario revisa cada uno de los blíster que toma para luego ser colocados viendo hacia abajo uno sobre otro hasta acumular 25 blíster, posteriormente la caja abierta se coloca en la parte superior de la herramienta empacadora para luego simplemente en un solo movimiento introducir los 25 blíster dentro de la caja.

El problema de este método radica en que el operario luego de revisar y contar cada uno de los blíster se distrae fácilmente y pierde mucho tiempo en el recuento del producto. La interrogante que se hace el observador al percatarse del tiempo perdido es: ¿se puede eliminar el recuento?

El objetivo de la mejora propuesta en este tipo de empaque va enfocado en dos factores importantes: disminuir el tiempo del empaque individual sin comprometer el aseguramiento de calidad en cuanto la cantidad de producto que debe llevar el empaque y la optimización de los recursos para empacar, es decir reducir la cantidad de empacadores necesarios para realizar el proceso de forma eficiente.

Al igual que en la mejora propuesta para los productos con presentaciones pequeñas, existen mejoras importantes en este proceso de empaque donde la utilización de la banda transportadora y la división de trabajo son necesarias para la optimización del proceso.

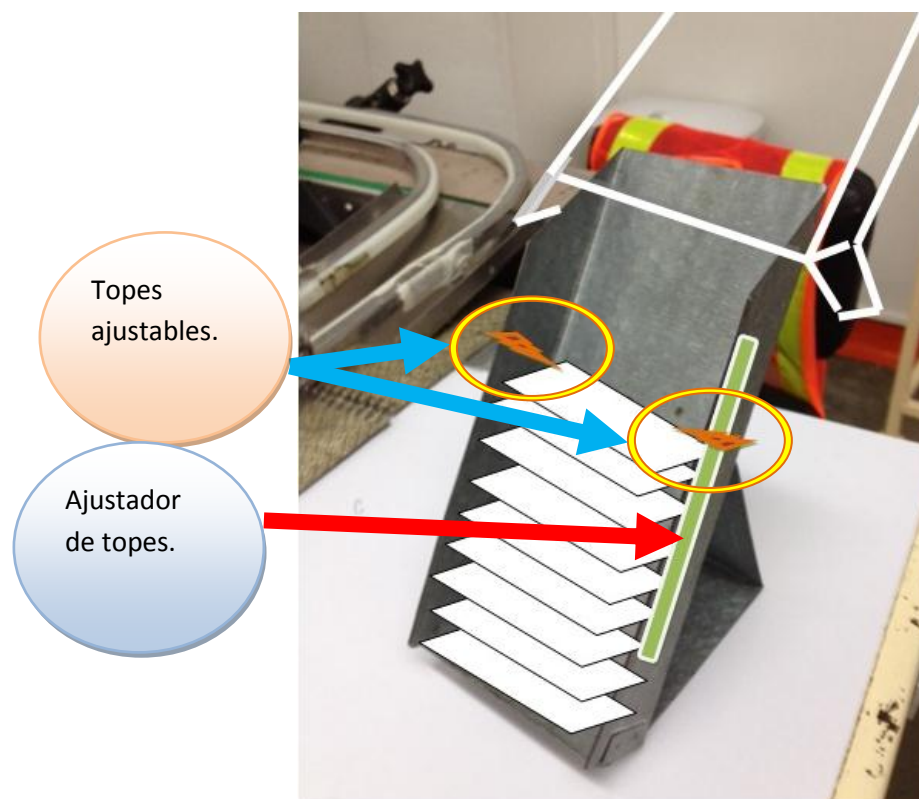
De la misma manera que en los productos de presentaciones x 12 comprimidos, la mejora propone utilizar la banda transportadora y utilizar este movimiento para dividir el trabajo. Se propone colocar dos estaciones en la banda transportadora. La máquina BLISTER deja salir 6 blíster en cada golpe, cada golpe se da con una frecuencia de 3.3 segundos. Es decir que cada 3.3 segundos 6 blíster comienzan su transporte sobre la banda transportadora.

Estación 1: así como se demostró en las presentaciones x 12 comprimidos, 3 operarios son necesarios para revisar los 6 blíster que genera un blíster siguiendo el ritmo que marca la máquina. Los 3 operarios solo deben revisar que las impresiones y los comprimidos estén en condiciones óptimas para luego dejarlos en la banda transportadora y ser recogidas por la siguiente estación.

Estación 2: en la segunda estación 2 personas (una frente a la otra) se encargan de introducir los blíster dentro de la caja. Un operario se encarga de colocar los blíster en la herramienta empacadora (con mejoras incorporadas) y realizar el movimiento para introducir los blíster a la caja.

El operario sentado frente al colocador tendrá el trabajo de armar la caja y colocarla en la parte superior de la herramienta empacadora y luego al terminar de introducir los blíster dentro de la caja se tomara el trabajo de cerrarla y retirarla de la mesa para luego repetir el proceso de nuevo.

A continuación en la Imagen 6 se muestra una idea visual de lo que el observador propone para eliminar el conteo por parte del operario empacador. La herramienta empacadora con las mejoras incorporadas se podría ver así.

Imagen 6. Mejora de herramienta de empaque

El objetivo principal es eliminar el conteo de blister, los círculos amarillos muestran unos topes ajustables en la herramienta empacadora para que el operario pueda introducir la cantidad indicada a la caja, el operario se preocupa de tomar y colocar los blister en la herramienta y dejar de hacerlo cuando los topes no den cabida a colocar más. Si el operario llega a colocar menos blister, el espacio vacío será una alarma visual para saber que no ha colocado suficientes, esta herramienta no asegura a un cien por ciento que no se introducirán menos blister de los que se requieren pero si será una herramienta que permita disminuir el tiempo que el operario se toma en contar y recontar la cantidad de producto que debe llevar la presentación. Los topes podrán ser ajustables en altura para que la herramienta empacadora funcione para otros productos con presentaciones que requieran de una cantidad de blister significativamente grandes.

La propuesta muestra una reducción en tiempo ya que la revisión y conteo de 25 blister es una operación que se toma una cantidad significativa de tiempo como se pudo observar en la Tabla 18 (más de dos minutos).

La propuesta del nuevo del método de empaque introduciendo la división de trabajo sobre la banda transportadora y la mejora a la herramienta empacadora elimina el tiempo de demora por recuento. En la Tabla 19 se puede observar el impacto de la mejora en la disminución del tiempo para el proceso de empaque de Neumonil Forte NX x 100 comp

Tabla 19. Propuesta de trabajo en línea con 5 personas. Tiempo en horas

Tabla 19. Propuesta de trabajo en línea con 5 personas. Tiempo en horas			
Neumonil forte NF			
x100	Tiempos propuestos para revisar y empacar 25 blister en 1 caja		
	Estación 1 (3personas)	Estación 2 (2 personas)	
	Revisar	Empacar	Total
	00:00:37	00:00:13	00:00:50
	00:00:37	00:00:14	00:00:51
	00:00:33	00:00:18	00:00:51
	00:00:29	00:00:07	00:00:36
	00:00:37	00:00:10	00:00:47
	00:00:33	00:00:07	00:00:40
	00:00:41	00:00:10	00:00:51
	00:00:29	00:00:16	00:00:45
	00:00:29	00:00:19	00:00:48
	00:00:33	00:00:09	00:00:42
	00:00:27	00:00:10	00:00:37
TOTAL	0:06:02	0:02:13	00:08:15
PROMEDIO	00:00:33	0:02:13	00:00:45
Tiempo estándar			00:00:47

Es importante hacer una comparación de ambos procesos, el actual y el propuesto. La Tabla 20 muestra la disminución de tiempo en un empaque individual y la comparación de ambos procesos.

Tabla 20. **Comparación de métodos de empaque para presentaciones de 25 blister x caja**

Tabla 20.Comparación de métodos de empaque para presentaciones de 25 blister x caja.		
Metodo	Descripción	Tiempo
Actual	Utilizar la mesa de empaque y cada operario realiza todas las tareas de empaque, contar y recontar blister	0:02:01
Propuesto	Utilizar banda Transportadora y división de trabajo en el proceso de empaque y eliminar el conteo	00:00:47
Porcentaje ahorrado de tiempo ahorrado.		61%

d. Mejora; reducción de tiempo SMED. El *single-minute-exchange-of-dice* o SMED es un sistema de calidad que permite reducir drásticamente el tiempo de cambio de formato en los medios de producción, haciendo que el tiempo de preparación sea más simple, fiable y seguro. El objetivo de la propuesta de utilizar el método SMED es reducir el tiempo que toma cambiar el formato de empaque en la BLISTER.

El SMED es una forma de trabajo donde se deben de separar todas las actividades que correspondan al evento que se realiza al intentar cambiar un formato de una máquina para trabajar de manera distinta el siguiente producto. En laboratorios LAPRIN las dos máquinas BLISTER están sujetas a cambios de formato todo el tiempo, esto se hace para cambiar el molde de presentación, es decir por ejemplo cuando se cambia de lote y se va a pasar de presentación que requiere 5 comprimidos por blíster a otro producto que requiera de 15 comprimidos x blíster.

Estos cambios están adjudicados al departamento de mantenimiento que es el encargado de realizar todas las actividades de cambio y luego los operarios de cada máquina son los responsables de realizar una limpieza general.

La BLISTER 1 debido a que es la que trabaja con lotes grandes no suele ser sujeta a cambios de formato de manera seguida, mientras que la BLISTER 2 maneja lotes pequeños y está sujeta a cambios de formato de manera seguida.

Para realizar un estudio SMED se deben tener conceptos definidos en cuenta.

- **Tiempo de cambio:** tiempo desde que se fabrica la última pieza del producto saliente hasta la primera pieza OK del producto entrante. Por tanto, durante el tiempo de cambio la máquina está parada.
- **Preparación:** operaciones necesarias para el cambio. Toda preparación es desperdicio (MUDA), ya que no aporta valor para el cliente.
- **Preparación interna:** operaciones de la preparación que sólo pueden realizarse con máquina parada.
- **Preparación externa:** operaciones de la preparación que pueden realizarse con la máquina en marcha.

El estudio SMED en laboratorios LAPRIN realizado por el observador está dirigido a la BLISTER 2 .el proceso de cambio actual de formato comienza cuando se termina de procesar un lote de producto en la BLISTER y el supervisor de empaque se encarga de llamar a el encargado del cambio que pertenece al departamento de mantenimiento.

El encargado con su caja de herramientas se prepara hasta que recibe la llamada del supervisor de empaque.

La Tabla 21 muestra las actividades requeridas para el cambio de formato con sus tiempos.

Tabla 21. Estudio de tiempos para la propuesta SMED

Tabla 21. Estudio de tiempos para la propuesta SMED		
Actividades y tiempos para el cambio de formato de BLISTER 2		
Tiempo de preparación	Tiempo (hrs)	
Llamar al mecánico encargado	00:08:43	
Actividad que agregan Valor		
Trabajo real sobre la máquina para realizar el cambio de formato	00:44:53	
Actividades que no agregan valor		
Salida para traer formas	00:00:30	
Salida para traer nuevas formas	00:00:40	
Salida a traer botón de seguridad	00:00:10	
Salida a traer formas	00:00:15	
Salida a sacar basura	00:01:00	
Salida a traer desinfectante	00:00:40	
Salida a traer herramienta	00:01:40	
Alcanzar herramientas (8segx 10)	00:01:20	
Movimientos	00:00:50	
Traer herramienta extra	00:00:40	
Salir a traer nueva pieza de corte	00:00:20	
Tiempo Total de cambio de formato	1:01:41	
Análisis de tiempo		
Actividades	Tiempo (hrs)	Porcentaje
Tiempo de espera	00:08:43	14%
Tiempo actividades que agregan valor	00:44:53	73%
Tiempo de actividades que no agregan valor	0:08:05	13%
Total de actividades que no agregan valor	27%	

Como se observa en la Tabla 21 el encargado de cambiar las preformas lleva a cabo una cantidad considerable de actividades que podrán parecer muchas para una sola persona.

Se debe definir el concepto de actividades que no agregan valor; estas son todas las actividades que se consideran como demoras ya que ninguna de estas le generan un valor agregado al evento en total. Al final el mecánico se toma más de una hora para realizar el trabajo. Es interesante como se puede analizar directamente que más del 25% del tiempo total de trabajo, el mecánico realiza actividades que no generan ningún valor.

Tabla 22. **Propuesta de mejora de tiempos de cambio de formato**

Tabla 22. Propuesta de mejora de tiempos de cambio de formato		
Actividades y tiempos para el nuevo cambio de formato		
Tiempo de preparación	Tiempo (hrs)	
Llamar al Mecánico encargado	00:00:00	
Actividad que agregan Valor		
Trabajo real sobre la máquina para realizar el cambio de formato	00:44:53	
Actividades que no agregan valor		
Salida para traer formas	00:00:00	
Salida para traer nuevas formas	00:00:00	
Salida a traer botón de seguridad	00:00:00	
Salida a traer formas	00:00:00	
Salida a sacar basura	00:00:00	
Salida a traer desinfectante	00:00:00	
Salida a traer herramienta	00:00:00	
Alcanzar herramientas (4segx 10)	00:01:20	
Movimientos	00:00:50	
Traer herramienta extra	00:00:00	
Salir a traer nueva pieza de corte	00:00:00	
Tiempo Total de cambio de formato	0:47:03	
Análisis de tiempo		
Actividades	Tiempo (hrs)	Porcentaje
Tiempo de espera	00:00:00	0%
Tiempo actividades que agregan valor	00:44:53	95%
Tiempo de actividades que no agregan valor	0:02:10	5%
Total de actividades que no agregan valor		5%

La propuesta para mejorar y disminuir el tiempo de espera en que la BLISTER no trabaja consiste en eliminar o reducir al máximo el tiempo de cualquier actividad que no genere valor.

Las actividades para eliminar o reducir se pueden dividir en tres partes.

- **Preparación**

Tiempos de espera: es el tiempo que el supervisor de empaque avisa que se requiere cambiar el formato de la máquina y este mismo genera una llamada al encargado de mantenimiento. El encargado luego de recibir la llamada se prepara con sus herramientas y se dispone a trabajar. El error que se comete en este caso es que el supervisor genera la alarma de cambio una vez el proceso ha terminado y la máquina se encuentra parada.

- **Mejora:** El supervisor de empaque debe realizar una notificación al encargado de mantenimiento al menos 1 hora antes de que se detenga la máquina mientras esta sigue en marcha. Este deberá prepararse con todas las herramientas necesarias para realizar su trabajo y estar listo para entrar a trabajar momentos antes de parar la máquina. Así se elimina por completo el tiempo de espera.

- **Preparación externa**

Salidas innecesarias: estos son todos los movimientos que se generan al momento de estar trabajando con la máquina estacionada. El encargado de mantenimiento debido a su mala preparación antes de comenzar el trabajo se toma el tiempo necesario para salir del área de trabajo para traer cualquier herramienta o preforma que sea necesaria. El mecánico sale a tomar las herramientas según el proceso las requiera.

- **Mejora:** el encargado de mantenimiento debe tener todas las herramientas necesarias listas. La preparación externa consiste en ahorrar

todas aquellas actividades que no requieran mantener la maquina estacionada. El tiempo de llamada del supervisor de empaque debe tener suficiente holgura para que el mecánico se tome el tiempo de realizar todas las actividades externas. Con este método se pueden eliminar por completo los tiempos perdidos por salir a conseguir las herramientas necesarias.

- **Preparación interna**

Reducción de movimientos: el mecánico encargado del cambio de formato entra al área junto con una caja de herramientas. La caja es colocada en el piso y está llena de herramientas incensarias para el proceso. El mecánico pierde tiempo buscando por la herramienta necesaria. El proceso de cambio no requiera más de 5 herramientas para ser completado por lo que la introducción de una caja de herramientas llena de utensilios innecesarias se convierte en un obstáculo y una demora para el mecánico. Además la caja es posicionada en el piso, por lo que el mecánico debe de realizar un movimiento largo e innecesario para alcanzar las herramientas deseadas.

- **Mejora:** la propuesta de mejora para reducir los movimientos es que basada en la experiencia del mecánico, este pueda diferenciar cuales son las herramientas realmente necesarias para llevar a cabo su trabajo. Agregado a esto, se propone que los mecánicos sean proveídos de cinturones de herramientas. Esto disminuirá el movimiento para buscar y utilizar las herramientas.

Las mejoras planteadas en cada una de las fases del SMED se podrían ver reflejadas en una disminución aceptable del tiempo que actualmente se toma el cambio de formato. La Tabla 22 visualiza el impacto de la mejora luego de la eliminación y la disminución de las actividades que no agregan valor.

En la siguiente Tabla 23 se puede observar en forma de resumen la comparación de la propuesta con el método actual.

Tabla 23. **Resumen de propuesta de SMED en BLISTER2**

Tabla 23. Resumen de propuesta de SMED en BLISTER2	
Tiempo actual(hrs)	Porcentaje de actividades que no agregan valor
1:01:41	27%
Tiempo propuesto	Porcentaje de actividades que no agregan valor
0:47:03	5%
Ahorro de tiempo	Porcentaje de Ahorro de actividades que no agregan valor
0:14:38	23%

X. RECOMENDACIONES EN SEGURIDAD INDUSTRIAL

Como último paso en los objetivos principales de este trabajo se planteo llevar a cabo una evaluación de los riesgos potenciales a los que se encuentran expuestos todos los colaboradores de laboratorios Laprin y plantear recomendaciones en seguridad industrial basadas en incidentes y actividades riesgosas dentro de la planta de producción. A diferencia de la sección anterior, referente a la calidad, no existen parámetros universales establecidos contra los cuales comparar las medidas de SI, puesto que los requerimientos en este aspecto dependen de características específicas de cada empresa tales como: el entorno físico, el tipo de maquinaria utilizado, las sustancias que se emplean, el estado de las conexiones eléctricas, entre otros.

Con el fin de lograr una evaluación objetiva se realizó una identificación de los riesgos existentes en las instalaciones de la empresa, lo que permitió la construcción de un cuadro de verificación. Estos cuadros verifican el cumplimiento de las normas de seguridad básicas que la empresa debe de tener. Siendo una empresa de productos farmacéuticos las normas de seguridad ante los riesgos químicos se deben tratar de forma delicada.

En la siguiente Tabla 34 se visualiza de manera resumida cuales son los principales riesgos que se pueden presentar en una planta de producción de farmacéuticos y el cumplimiento actual que se le dan a cada uno de los riesgos.

Tabla 24. Verificación de cumplimiento con medidas básicas de SI

Tabla 24. Verificación de cumplimiento con medidas básicas de SI					
Empresa:		Laprin	Fecha de realización:		mar-12
Encargado:		Javier J. Kroker Lobos	Hoja:		1 de 2
Requerimientos		Cumple	No Cumple	Observaciones	
<i>RIESGOS FÍSICOS</i>					
1	Los operadores de las máquinas compresoras utilizan protección auricular.	✘			
2	Existe un sistema de iluminación adecuado	✘			
3	Existe un sistema de ventilación adecuado	✘			
4	Los empleados que manipulan frecuentemente objetos que pesan entre 5 y 20 lbs. cuentan con cinturones o fajas de protección lumbar	✘			
5	Se cuenta con mecanismos transportadores que evitan que los empleados manipulen cosas cuyo peso sobrepase las 25 lbs. de forma segura		✘	Existe personal que levantan sacos de 50 kilos mas de 2.5 metros.	
6	Los colaboradores utilizan protectores de manos y boca al manipular los excipientes	✘			
				Porcentaje cumplimiento	
<i>Total de requerimientos</i>		6	5	1	83%
<i>RIESGOS MECÁNICOS</i>					
1	Los empleados no utilizan ropa holgada u objetos sueltos cerca de maquinaria con zonas convergentes	✘			
2	Los operadores se encuentran consciente de los riesgos encontrados en su área de trabajo		✘	La mayoría de colaboradores no conoce los riesgos	
3	Se estimula a los empleados a evitar actividades riesgosas y seguir prácticas seguras de manipulación de maquinaria		✘	En la bodegas, los montacargas no son utilizados de la forma correcta	

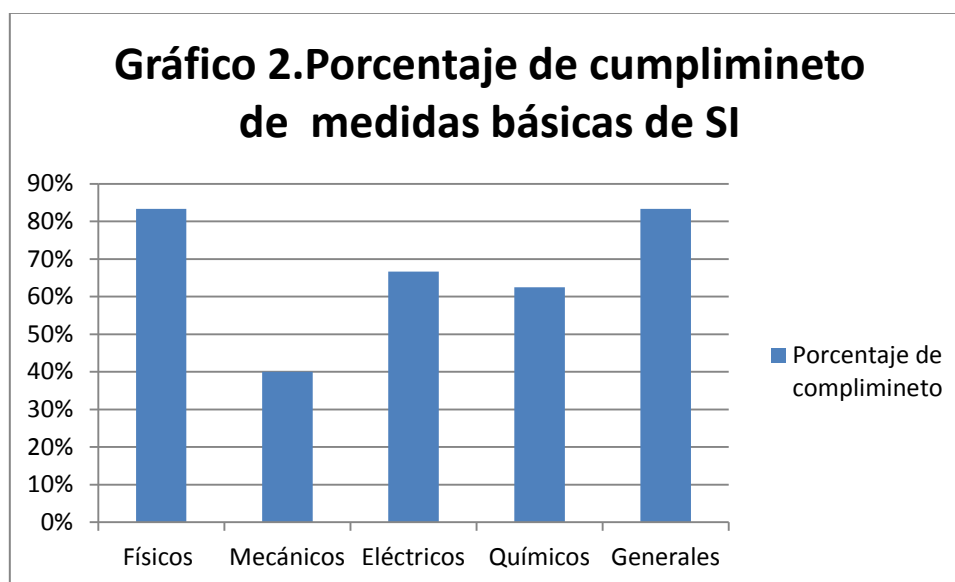
Continuación Tabla 24.					
4	Aquellas máquinas que presentan riesgos específicos cuentan con rotulación preventiva		X		
5	Los colaboradores poseen el equipo necesario para trabajar en condiciones seguras.			X	Las mujeres no cuentan con zapatos industriales.
					Porcentaje cumplimiento
<i>Total de requerimientos</i>		5	2	3	40%
RIESGOS ELÉCTRICOS					
1	Todas las máquinas cuentan con conexión a tierra		X		
2	Los cables se encuentran en buen estado y adecuadamente ubicados			X	Existen máquinas que deben ser conectadas por medio de extensiones que obstruyen el paso
3	Las cajas de electricidad se encuentran bien ubicadas, en buen estado y señalizadas		X		
					Porcentaje cumplimiento
<i>Total de requerimientos</i>		3	2	1	67%
RIESGOS QUÍMICOS					
1	Las sustancias químicas se encuentran en recipientes rotulados		X		
2	Los recipientes empleados para conservar sustancias químicas se desechan adecuadamente, NO se reusan		X		
3	Se cuenta con una cantidad adecuada de extintores		X		
4	Los extintores se encuentran en buen estado, adecuadamente ubicados y señalizados			X	Algunos se encuentran a alturas desproporcionales al personal

Continuación Tabla 24.					
5	Los extintores se revisan periódicamente		✘		
6	Los colaboradores poseen protección de manos, ojos y boca para la manipulación de sustancias riesgosas		✘		
7	Los colaboradores se encuentran entrenados para actuar ante emergencias de riesgos químicos			✘	
8	Los colaboradores poseen una lista de las sustancias de riesgo y sus efectos			✘	
					Porcentaje cumplimiento
	<i>Total de Requerimientos</i>	8	5	3	63%
GENERALES					
1	Se cuenta con un botiquín		✘		
2	El botiquín cuenta con: alcohol, agua oxigenada, esparadrapo, vendas de gasa estéril, pinzas, tijeras, termómetro y medicinas de uso general (analgésicos, antialérgicos, etc.)		✘		
3	Existe alguien capacitado en primeros auxilios y un kit de primeros auxilios.		✘		
4	Existe una ruta de evacuación establecida y señalizada		✘		
5	No hay objetos obstaculizando la ruta de		✘		
6	La puerta de salida de la ruta de evacuación no es giratoria o corrediza y no se encuentra comúnmente con llave durante la jornada laboral			✘	Una de las puertas de salida esta cerrada con llave y debe abrirse de forma especial.
					Porcentaje cumplimiento
	<i>Total de requerimientos</i>	6	5	1	83%

Como se pudo apreciar en el resumen de cumplimiento de normas para la minimizar riesgos de la Tabla 24 , existen mejoras o aspectos a tomar en cuenta acerca de la seguridad industrial dentro de las aéreas de trabajo.

A continuación en el Gráfico 2 se muestra de manera consolidad los riesgos a tomar en cuenta.

Gráfico 2. Porcentaje de cumplimiento de medidas básicas de SI



En el Gráfico 2 se muestra claramente que ninguno de los riesgos están cubiertos y que se presentan deficiencias significativas en áreas de riesgo importantes.

A continuación se presentan una serie de recomendaciones para cada deficiencia en SI, el objetivo de las recomendaciones es corregir las malas prácticas de seguridad que se llevan a cabo actualmente y tratar de prevenir futuros accidentes debido a la falta de información, así como la reducción de incidentes y saber cómo detectarlos para eliminarlos.

A. Recomendaciones en Seguridad Industrial

El siguiente tema se desarrolla partiendo de la tabla 34 en la cual se muestran las deficiencias en las áreas de riesgo y también basados en incidentes que han ocurrido dentro de la empresa a lo largo del tiempo de los que el observador tiene conocimiento gracias los testimonios de los colaboradores.

1. Riesgos físicos_En la Tabla 24 se puede ver en forma clara la observación que se realiza, esta va dirigida estrictamente a los riesgos relacionados a la manipulación manual de cargas.

La manipulación manual de cargas son las operaciones realizadas por uno o más colaboradores que estén relacionados a levantamiento, colocación, empuje, transporte o desplazamiento de una carga. (poner cita bibliográfica)

En este caso la relación se hace hacia el levantamiento; existe un colaborador actualmente en el área de granulación 2, lleva 18 años trabajando en laboratorios Laprin y a su cargo se encuentran las operaciones de Granulación 2. A este colaborador se le detectaron 4 hernias discales. Las hernias discales son una enfermedad en la que parte del disco intervertebral se desplaza hacia la raíz nerviosa, la presiona y produce lesiones neurológicas derivadas de esta lesión. Al colaborador se le han ofrecido intervenciones quirúrgicas para tratar su enfermedad donde la empresa absorbe los gastos, aunque el colaborador se rehúsa debido a que existe 60% de probabilidad de que éste quede parapléjico.

La raíz de la enfermedad se puede identificar claramente, por más de 18 años el colaborador ha levantado manualmente bolsas de hasta 50 kilos con una mala técnica de levantamiento.

La OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) en español conocida como administración de seguridad y salud ocupacional es una agencia federal norteamericana encargada de asegurar que todo hombre y mujer que trabajan en el país posea condiciones laborales y seguras declara normas para minimizar los riesgos en la manipulación de cargas y dictamina que el cuerpo humano no debe de levantar de forma manual objetos que superen los 25 kilos.

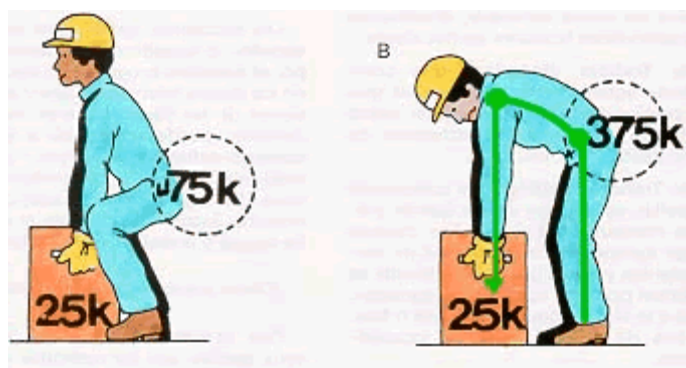
Es de suma importancia tomar en cuenta casos como los anteriormente descritos. La recomendación para prevenir de nuevo este tipo de lesiones va dirigida a la capacitación del personal.

Recomendación:

Para el caso específico de manipulación manual de cargas se recomienda:

- Utilizar las herramientas de levantamiento que eliminen o minimicen el esfuerzo humano.
- Instruir a todos los trabajadores acerca de las técnicas correctas de manipulación de cargas que estén por debajo de los 25 kilos.
- Si la ocasión lo amerita, pedir ayuda a otros colaboradores para realizar levantamientos que superen los 25 kilos.
- La imagen 7 muestra un correcto levantamiento de cargas.

Imagen 7. Levantamiento de cargas



2. Riesgos mecánicos. Las normas que no se cumplen dentro de esta área de riesgo observadas en la Tabla 24 van dirigidas a la instrucción de los colaboradores para tener el conocimiento de los riesgos a los que están expuestos y la forma correcta de utilizar las herramientas. El uniforme de los colaboradores varones se les es incluido como método de prevención y reducción de riesgos zapatos de tipo industrial, sin embargo la mayoría de la población en la planta es de sexo femenino y estos colaboradores están expuestos al igual que los varones a riesgos mecánicos por aplastamiento de extremidades debido al uso de mulas transportadoras o manipulación de objetos pesados. Sin embargo las mujeres no poseen dentro del atuendo del uniforme zapatos de tipo industrial para proteger los pies de riesgos mecánicos.

Recomendaciones

- Se recomienda crear reuniones y capacitaciones de seguridad industrial a los colaboradores para que no solo sepan que no deben hacer sino como el hacerlo puede ocasionar lesiones.
- En cuanto el buen uso de herramientas, se tiene conocimiento que en las bodegas de MP los colaboradores utilizan el montacargas como elevador de personal. En este caso la

acción y la condición son inseguras y no se obtiene ninguna llamada de atención por parte del supervisor directo. Por lo que se recomienda penalizar cualquier acto inseguro por medio del método que la administración prefiera.

- Se recomienda proveer a las mujeres que trabajen dentro de la planta de calzado tipo industrial.

3. Riesgos eléctricos. En la Tabla 24 se hace referencia a no cumplir de forma correcta la norma de mantener cables en buen estado y con una buena ubicación. La razón principal del no cumplimiento de esta norma es debido que existe una excepción; en el área encargada de granulación 2, las mezclas finales se realizan dentro de un BLENDER que es alimentado por un motor eléctrico como ya se explicó en capítulos anteriores. El problema radica en que no existe conexión eléctrica cerca del BLENDER por lo que se debe de realizar una extensión desde la oficina de los encargados, la distancia que recorre la extensión es de aproximadamente 4 o 5 metros y es un obstáculo directo en el área de trabajo no solo como riesgo mecánico sino como riesgo eléctrico.

Recomendaciones

Se recomienda crear una toma de corriente en el área donde se trabaja con el BLENDER. Esto generará eficiencia en cuanto a la preparación de la máquina y evitar riesgos por tropiezos y eléctricos debido al mal estado del cable al estar en exposición a los colaboradores.

4. Riesgos químicos. En la Tabla 24 se hace referencia especial en cuanto a los riesgos químicos debido a que dentro de una planta farmacéutica los productos químicos son claves en la producción. Estos riesgos químicos hacen referencia a ingredientes o excipientes que al ser manipulados con malas prácticas pueden crear accidentes a los colaboradores. En

cumplimiento de normas van enfocadas en su mayoría a tratar de transmitir conocimiento a los colaboradores acerca de los peligros. Los colaboradores son informados acerca de las medidas de seguridad que se deben tomar para la manipulación de ciertos productos, sin embargo la mayoría de colaboradores no tiene una idea clara del riesgo al que se expone, el efecto que genera una mala manipulación ni la manera correcta de actuar frente accidentes.

Otra deficiencia identificada por el observador es la mala colocación y rotulación de los extintores. Actualmente los extintores son los indicados para el giro del negocio y se encuentran bien ubicados. Sin embargo, la mayoría de los extintores se encuentran ubicados en las paredes a una altura significativamente alta, teniendo en cuenta que la mayoría de los colaboradores son de sexo femenino. A la vez los extintores cuentan con rotulación en todo su contorno, sin embargo no cuentan con rotulación a nivel de suelo.

Recomendaciones

- En cuanto a los riesgos químicos debido a la falta de información se recomienda que se capaciten a los colaboradores en tres aspectos.
 - Primero: seguridad en manipulación de químicos que representen peligro.
 - Segundo: conocer los efectos que la mala manipulación pueden llegar a ocasionar.
 - Tercero: capacitar a los colaboradores para actuar ante situaciones generadas por accidentes de índole química. Proveer a los colaboradores de listas de fácil acceso donde se mencionen todas las especificaciones de cada productos, así como los riesgos, la manipulación y cómo reaccionar ante accidentes.

- En cuanto a la mala colocación de los extintores se recomienda disminuir la altura del porta-extintores, mínimo 50 centímetros en todas las ubicaciones para tener la seguridad que cualquier persona dentro de la planta de producción sea capaz de manipular los extintores. En cuanto a la mala rotulación se recomienda crear la marca correspondiente de cada extintor en el piso.

5. Riesgos generales. Los riesgos generales se cumple de manera uniforme desde hace mucho años, el único problema radica en cuanto a las salidas de emergencia, existe una puerta que debe ser estrictamente utilizada como salida de emergencia, el inconveniente es que la puerta se mantiene con llave. Los encargados dicen que la puerta debe estar cerrada y en caso de emergencia los colaboradores deberán de abrir ambos lados de la puerta, debido a que es una puerta doble, para poder salir. Esta situación es considerada de alto riesgo y se cataloga como una práctica insegura debido a que las puertas de emergencias deben ser fáciles de manipular y nunca deberán estar cerradas con llave.

Recomendaciones

- Se recomienda crear una ruta de salida de emergencia que sea capaz de funcionar fácilmente en situaciones de emergencia sin que posea requerimientos de los que tan solo unos cuantos tiene conocimiento. La recomendación es tan simple como decir que todos los días exista un encargado de abrir la puerta en horario laboral o mientras hayan colaboradores. También existen soluciones como remplazar la salida de emergencia actual por una puerta capaz de mantenerse cerrada y en caso de emergencia poder abrirla con movimientos señalizados.

Es de suma importancia que las industrias tomen en cuenta los riesgos encontrados en las instalaciones a todo nivel de la empresa y propongan medidas de seguridad que ayuden a prevenir accidentes o por lo menos a reducir los efectos de uno en caso que llegue a suceder. Es fácil calcular el costo de implementar una medida preventiva de seguridad, pero prácticamente imposible calcular el costo de su ausencia. Además, que la empresa se preocupe por contar con medidas adecuadas de Seguridad Industrial generalmente lleva a tener trabajadores más comprometidos porque se demuestra un interés por la salud y bienestar integral de los mismos. Debido a esas razones y a la ética de la gestión empresarial, se propone que la empresa siga con el cumplimiento de las buenas prácticas de seguridad industrial que ya posee y que tome en cuentas las recomendaciones sugeridas.

Para llevar a cabo las mejoras propuestas en cuanto a la seguridad industrial, la mejor manera de ejecutar este tipo de recomendaciones es generar un plan de implementación.

El plan debe ser estructurado en planeación, contenido y ejecución. El plan se debe dividir en dos partes importantes:

- La obtención de equipo necesario para ejecutar las mejoras (pintura, accesorios, herramientas)
- Capacitación de los colaboradores en cuanto al conocimiento de que es a lo que se enfrentan, los riesgos a lo que están expuestos y cómo reaccionar ante situaciones de emergencia.

XI. EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA EN LA FABRICACIÓN, EMPAQUE Y RECOMEDACIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

En los capítulos anteriores, se plantearon las propuestas de mejora para el proceso de fabricación y los impactos y repercusiones estimadas que éstas tendrían. A continuación, se llevará a cabo una evaluación económica que permitirá analizar qué tan factibles son dichas propuestas con base en los ahorros y costos que representan.

Tomando en cuenta que los gerentes consideran que el mercado crece y que los aumentos en los volúmenes de producción pueden ser absorbidos por el incremento del mercado no solo local sino también internacional, es prudente y necesario evaluar cada una de las propuestas planteadas

A continuación se presentan una serie de tablas 25, 26 y 27 con la inversión inicial desglosada para la implementación de mejoras para el proceso de producción dividido en los procesos de fabricación, empaque y recomendaciones en Seguridad Industrial.

Tabla 25. Inversión Inicial estimada para la implementación para el proceso de fabricación

Tabla 25. Inversión Inicial estimada para la implementación para el proceso de fabricación	
Descripción	Cantidad (en quetzales)
Eliminar demoras	
Compra de radios (Walkie-talkies)	
4 radios de dos vías (walkie talkies)	Q 1,400.00
Inversión total	Q 1,400.00

Tabla 26. **Inversión Inicial estimada para la implementación para el proceso de empaque**

Tabla 26. Inversión Inicial estimada para la implementación para el proceso de empaque	
Descripción	Cantidad (en quetzales)
Modificaciones	
Modificar banda transportadora para BLISTER 1	Q 274,547.00
Modificar las herramientas de empaque	Q 850.00
Compra de equipo, accesorios, etc.	
2 Cinturones porta herramientas	Q 400.00
Inversión total	Q 275,797.00

Tabla 27. **Inversión Inicial estimada para la propuesta de recomendaciones en Seguridad Industrial**

Tabla 27. Inversión Inicial estimada para la propuesta de recomendaciones en Seguridad Industrial	
Descripción	Cantidad (en quetzales)
Riesgos físicos	
Capacitación de técnicas de manipulación de cargas	Q 550.00
Riesgos mecánicos	
Capacitación técnica de causa y efectos de las malas prácticas de seguridad Industrial	Q 631.00
Compra de calzado industrial para mujeres (35 pares)	Q 8,750.00
Riesgos eléctricos	
Agregar tomacorrientes en Granulación 2	Q 1,200.00
Riesgos químicos	
Capacitación técnica de riesgos químicos	Q 1,400.00
Modificaciones de seguridad industrial sobre extintores (disminuir altura y pintar piso)	Q 560.00
Inversión inicial total	Q 13,091.00

En el Tabla 28 se muestra el resumen de las inversiones en las áreas correspondientes al proceso de fabricación de sólidos y recomendaciones en seguridad industrial.

Tabla 28. **Inversión total estimada**

Tabla 28. Inversión total estimada	
Descripción	Cantidad (en quetzales)
Implementación en:	
Proceso de Fabricación	Q 1,400.00
Proceso de Empaque	Q 275,797.00
Recomendaciones en SI	Q 13,091.00
TOTAL DE INVERSIÓN INICIAL	Q 290,288.00

Cabe mencionar que la empresa no tiene inconvenientes con realizar la inversión al contado; por lo tanto no se tomarán en cuenta amortizaciones de pagos fraccionarios ni intereses.

Teniendo en cuenta las modificaciones planteadas en el capítulo anterior, podemos evaluar el verdadero impacto que las mejoras tienen en el tiempo de producción.

En la Tabla 29 se puede observar en resumen, el tiempo ahorrado con cada mejora en los productos evaluados, haciendo referencia a las tablas 9, 10, 11, 12, 17, 20 y 23

Tabla 29. Ahorros de tiempo con la implementación de mejoras

Tabla 29. Ahorros de tiempo con la implementación de mejoras					
PRODUCTO	FABRICACIÓN	EMPAQUE			
	Eliminación de demoras	Banda transportadora BLISTER 1 y 2	Empaque manual	SMED	Total
NEUMONIL FORTE NF X 12 TABLETAS	00:26:53	00:11:18	00:00:21	00:14:38	0:53:10
NEUMONIL FORTE NF X 100 TABLETAS	00:26:53	00:11:18	00:01:14	00:14:38	0:54:03
NEUMONIL G x 12 TAB.	00:26:53	00:11:18	00:00:21	00:14:38	0:53:10
CETAMIN 500mg x 20 COMPR.	00:26:53	00:11:18		00:14:38	0:52:49
Mesindol 200mg x 10 comprimidos	00:26:53	00:11:18		00:14:38	0:52:49
HISTAPRIN x 20 COMPR.	00:21:39	00:11:18		00:14:38	0:47:35
Rinofed Plus NF x 12 comp	00:26:53	00:11:18		00:14:38	0:52:49
TAKINOX 500mg x 6 COMP.	00:26:53	00:11:18		00:14:38	0:52:49
FULCRUM x 30 COMPRIMIDOS	00:21:34	00:11:18		00:14:38	0:47:30
FERRIRON 800 x 30 COMP	00:26:53	00:11:18		00:14:38	0:52:49

Nota: el análisis de mejoras en el empaque manual se limita a los primeros tres productos de mayor venta. Esto es debido a que son los productos de mayor tamaño y los de mayor movimiento entre los consumidores, debido a que son productos de venta libre que no requieren de prescripción médica.

A continuación se muestra el nuevo tiempo propuesto de producción para cada uno de los lotes evaluados.

Tabla 30. **Tiempo propuesto por lote. Con referencia a las tablas 5 y 29**

Tabla 30. Tiempo propuesto por lote. Con referencia a las tablas 5 y 29			
PRODUCTO	Tiempo estándar actual por lote	Ahorro de tiempo	Tiempo propuesto por lote
NEUMONIL FORTE NF X 12 TABLETAS	36:19:29	0:53:10	35:26:19
NEUMONIL FORTE NF X 100 TABLETAS	36:19:29	0:54:03	35:25:26
NEUMONIL G x 12 TAB.	45:14:22	0:53:10	44:21:12
CETAMIN 500mg x 20 COMPR.	33:55:21	0:52:49	33:02:32
Mesindol 200mg x 10 comprimidos	51:12:57	0:52:49	50:20:08
HISTAPRIN x 20 COMPR.	38:45:01	0:47:35	37:57:26
Rinofed Plus NF x 12 comp	37:51:30	0:52:49	36:58:41
TAKINOX 500mg x 6 COMP.	50:42:49	0:52:49	49:50:00
FULCRUM x 30 COMPRIMIDOS	48:28:20	0:47:30	47:40:50
FERRIRON 800 x 30 COMP	52:48:40	0:52:49	51:55:51

Con el propósito de generar el flujo de efectivo necesario para determinar la tasa interna de retorno de la inversión evaluada en el presente capítulo, se estimó un estado de resultados para la situación actual de la empresa y otro para la situación propuesta.

Antes de evaluar los ingresos monetarios de la empresa por cada lote producido, se estimaran los precios de venta de cada producto.

Nota: Debido a confidencialidad respecto a los costos de producción, la empresa, comprensiblemente, no dio información acerca de los precios de venta ni de los costos de producción. Por lo que se asume en este trabajo que la utilidad en todos los casos será de 50%. Los precios por unidad fueron asumidos estudiando el mercado actual.

Tabla 31. Precios de venta y costos por productos

Tabla 31				
Precios de venta y costos por productos				
Producto	Precio de Venta (quetzales)	Precio sin IVA	Costo (quetzales)	Costo total(quetzales)
NEUMONIL FORTE NF X 12 TABLETAS	Q 8.00	Q 7.14	Q 4.76	Q 49,422.65
NEUMONIL FORTE NF X 100 TABLETAS	Q 66.25	Q 59.15	Q 39.43	Q 143,766.64
NEUMONIL G x 12 TAB.	Q 12.97	Q 11.58	Q 7.72	Q 25,358.06
CETAMIN 500mg x 20 COMPR.	Q 4.88	Q 4.36	Q 2.91	Q 7,691.09
Mesindol 200mg x 10 comprimidos	Q 5.81	Q 5.19	Q 3.46	Q 7,215.71
HISTAPRIN x 20 COMPR.	Q 44.65	Q 39.87	Q 26.58	Q 58,487.42
Rinofed Plus NF x 12 comp	Q 36.68	Q 32.75	Q 21.83	Q 52,071.77
TAKINOX 500mg x 6 COMP.	Q 65.97	Q 58.90	Q 39.27	Q 80,972.77
FULCRUM x 30 COMPRIMIDOS	Q 103.07	Q 92.03	Q 61.35	Q 123,585.94
FERRIRON 800 x 30 COMP	Q 71.10	Q 63.48	Q 42.32	Q 64,864.64
				<u>Q 613,436.69</u>

Teniendo los precios de cada producto, podemos calcular los ingresos y el valor del tiempo de producción. Este análisis se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 32. Ingreso por lote e ingreso por minuto trabajado

Cuadro 32. Ingreso por Lote e Ingreso por minuto trabajado					
Tomando como referencia la tabla 31 de precios					
Producto	Cantidad de unidades por lote	Precio de venta	Ingreso (quetzales)	Tiempo por lote (min)	Ingreso por minuto
NEUMONIL FORTE NF X 12 TABLETAS	12500	Q 7.14	Q 89,257.10	2179.2	Q 40.96
NEUMONIL FORTE NF X 100 TABLETAS	1500	Q 59.15	Q 88,722.53	2179.2	Q 40.71
NEUMONIL G x 12 TAB.	12500	Q 11.58	Q 144,774.50	2713.8	Q 53.35
CETAMIN 500mg x 20 COMPR.	5000	Q 4.36	Q 21,806.32	2035.2	Q 10.71
Mesindol 200mg x 10 comprimidos	12000	Q 5.19	Q 62,266.48	3072	Q 20.27
HISTAPRIN x 20 COMPR.	25000	Q 39.87	Q 996,680.40	2325	Q 428.68
Rinofed Plus NF x 12 comp	8333	Q 32.75	Q 272,911.47	2271	Q 120.17
TAKINOX 500mg x 6 COMP.	10000	Q 58.90	Q 588,988.10	3042	Q 193.62
FULCRUM x 30 COMPRIMIDOS	10000	Q 92.03	Q 920,260.99	2908.2	Q 316.44
FERRIRON 800 x 30 COMP	5333	Q 63.48	Q 338,550.27	3168	Q 106.87
			Q 3,524,218.15		

Teniendo un ingreso global con los diez productos evaluados, podemos evaluar el impacto monetario que el ahorro de tiempo de las mejoras nos proporciona.

En el siguiente cuadro se muestra detallado, para cada producto, el ingreso extra que significaría implementar las mejoras y agilizar el proceso.

Tabla 33. Ingresos que representan el tiempo ahorrado

Tabla 33. Ingresos que representan el tiempo ahorrado					
Producto	Unidades por Lote	Tiempo actual por lote (min)	Tiempo propuesto por lote (min)	Minutos ahorrados	Ingreso extra por minutos trabajados
NEUMONIL FORTE NF X 12 TABLETAS	12500	2179.2	2125.8	53.4	Q 2,187.19
NEUMONIL FORTE NF X 100 TABLETAS	1500	2179.2	2125.2	54	Q 2,198.52
NEUMONIL G x 12 TAB.	12500	2713.8	2661	52.8	Q 2,816.75
CETAMIN 500mg x 20 COMPR.	5000	2035.2	1981.8	53.4	Q 572.16
Mesindol 200mg x 10 comprimidos	12000	3072	3019.8	52.2	Q 1,058.04
HISTAPRIN x 20 COMPR.	25000	2325	2277	48	Q 20,576.63
Rinofed Plus NF x 12 comp	8333	2271	2218.2	52.8	Q 6,345.10
TAKINOX 500mg x 6 COMP.	10000	3042	2989.8	52.2	Q 10,106.90
FULCRUM x 30 COMPRIMIDOS	10000	2908.2	2860.2	48	Q 15,188.96
FERRIRON 800 x 30 COMP	5333	3168	3115.2	52.8	Q 5,642.50
				Q	66,692.75

También se tomó en cuenta el escenario de aumento en la producción, es decir, la cantidad extra que se produciría si el tiempo de producción es el mismo y se implementan las mejoras. El resumen se muestra de la siguiente manera:

Tabla 34. Aumento en la producción

Tabla 34 Aumento en la producción							
Aumento de producción en el tiempo estandar de producción y aplicando las mejoras							
Producto	Unidades por lote	Tiempo por lote (min)	Unidades por minuto	Tiempo extra de mejoras	Unidades extra	Lote actual mas unidades extra	Aumento de Produccion %
NEUMONIL FORTE NF X 12 TABLETAS	12500	2179.2	5.74	53.4	306.31	12806	2%
NEUMONIL FORTE NF X 100 TABLETAS	1500	2179.2	0.69	54	37.17	1537	2%
NEUMONIL G x 12 TAB.	12500	2713.8	4.61	52.8	243.20	12743	2%
CETAMIN 500mg x 20 COMPR.	5000	2035.2	2.46	53.4	131.19	5131	3%
Mesindol 200mg x 10 comprimidos	12000	3072	3.91	52.2	203.91	12204	2%
HISTAPRIN x 20 COMPR.	25000	2325	10.75	48	516.13	25516	2%
Rinofed Plus NF x 12 comp	8333	2271	3.67	52.8	193.74	8527	2%
TAKINOX 500mg x 6 COMP.	10000	3042	3.29	52.2	171.60	10172	2%
FULCRUM x 30 COMPRIMIDOS	10000	2908.2	3.44	48	165.05	10165	2%
FERRIRON 800 x 30 COMP	5333	3168	1.68	52.8	88.88	5422	2%

Todo el análisis anterior se llevó a cabo tomando como base, la cantidad de unidades de producto que poseen los lotes. Sin embargo, las ventas son las que deben dictaminar la verdadera demanda de una planta de producción. La realidad, es que no precisamente todos los productos mantienen el mismo movimiento. El siguiente análisis muestra un ajuste de ingresos, apegado al promedio de venta mensual de cada uno de los

productos. La lógica que se utilizó fue la de obtener un factor que dictamine que cantidad del lote es la que se vende realmente, y así poder ajustar nuestro análisis de mejora a escenarios realistas.

El análisis de ajuste de mejoras en cuanto a ventas, se puede observar de la siguiente manera. En la Tabla 35 se muestra el verdadero ingreso por ventas, y el tiempo que tomaría realizar una cantidad específica de unidades. Así como el tiempo propuesto con las mejoras aplicadas para este escenario.

Tabla 35. Ajuste de mejoras por venta

Tabla 35. Ajuste de mejoras por ventas									
La información de ventas fue proporcionada por la empresa y representan el promedio de ventas mensuales									
Producto	Promedio de ventas Mensuales (unidades)	Precio	Ingresos por venta	Factor de comparación (LOTE-VENTAS)	Tiempo por lote completo (minutos)	Tiempo de unidades de venta (min)	Tiempo ahorrado por lote completo (minutos)	Tiempo ahorrado por unidades de venta (min)	
NEUMONIL FORTE NF X 12 TABLETAS	10382	Q. 7.14	Q. 74,133.97	0.83	2179.2	1,809.97	53.4	44.35	
NEUMONIL FORTE NF X 100 TABLETAS	3646	Q. 59.15	Q. 215,649.96	2.43	2179.2	5,296.79	54	131.25	
NEUMONIL G x 12 TAB.	3284	Q. 11.58	Q. 38,037.09	0.26	2713.8	713.01	52.8	13.87	
CETAMIN 500mg x 20 COMPR.	2645	Q. 4.36	Q. 11,536.63	0.53	2035.2	1,076.72	53.4	28.25	
Mesindol 200mg x 10 comprimidos	2086	Q. 5.19	Q. 10,823.56	0.17	3072	533.99	52.2	9.07	
HISTAPRIN x 20 COMPR.	2201	Q. 39.87	Q. 87,731.13	0.09	2325	204.65	48	4.23	
Rinofed Plus NF x 12 comp	2385	Q. 32.75	Q. 78,107.66	0.29	2271	649.96	52.8	15.11	
TAKINOX 500mg x 6 COMP.	2062	Q. 58.90	Q. 121,459.16	0.21	3042	627.31	52.2	10.76	
FULCRUM x 30 COMPRIMIDOS	2014	Q. 92.03	Q. 185,378.91	0.20	2908.2	585.83	48	9.67	
FERRIRON 800 x 30 COMP	1533	Q. 63.48	Q. 97,296.96	0.29	3168	910.46	52.8	15.17	
			Q. 920,155.03						

Con los tiempos de mejoras ajustados a la realidad de las ventas, se puede obtener un análisis de ingresos por mejoras más apegado al escenario actual. La Tabla 36 presenta este escenario.

Tabla 36. Ingresos adicionales ajustado a las ventas mensuales

Tabla 36. Ingresos adicionales ajustado a las ventas mensuales									
Tomado como referencia la tabla 35									
Producto	Promedio de ventas Mensuales (unidades)	Precio	Ingresos por venta	Tiempo de unidades de venta (min)	Ingresos por minuto	Tiempo ahorrado por unidades de venta (min)	Ingresos adicionales por implementación de mejoras según las ventas		
NEUMONIL FORTE NF X 12 TABLETAS	10382	Q. 7.14	Q. 74,133.97	1,809.97	Q. 40.96	44.35	Q. 1,816.61		
NEUMONIL FORTE NF X 100 TABLETAS	3646	Q. 59.15	Q. 215,649.96	5,296.79	Q. 40.71	131.25	Q. 5,343.75		
NEUMONIL G x 12 TAB.	3284	Q. 11.58	Q. 38,037.09	713.01	Q. 53.35	13.87	Q. 740.05		
CETAMIN 500mg x 20 COMPR.	2645	Q. 4.36	Q. 11,536.63	1,076.72	Q. 10.71	28.25	Q. 302.70		
Mesindol 200mg x 10 comprimidos	2086	Q. 5.19	Q. 10,823.56	533.99	Q. 20.27	9.07	Q. 183.92		
HISTAPRIN x 20 COMPR.	2201	Q. 39.87	Q. 87,731.13	204.65	Q. 428.68	4.23	Q. 1,811.22		
Rinofed Plus NF x 12 comp	2385	Q. 32.75	Q. 78,107.66	649.96	Q. 120.17	15.11	Q. 1,815.98		
TAKINOX 500mg x 6 COMP.	2062	Q. 58.90	Q. 121,459.16	627.31	Q. 193.62	10.76	Q. 2,084.21		
FULCRUM x 30 COMPRIMIDOS	2014	Q. 92.03	Q. 185,378.91	585.83	Q. 316.44	9.67	Q. 3,059.69		
FERRIRON 800 x 30 COMP	1533	Q. 63.48	Q. 97,296.96	910.46	Q. 106.87	15.17	Q. 1,621.62		

Tomando en cuenta el análisis de costos se puede partir de un análisis contable de estado de resultados para ambos escenarios.

A continuación se presentan los Cuadros 1 y 2 con los estados de resultados estimados para el método actual y el propuesto, respectivamente. Cabe mencionar que los mismos se utilizaron principalmente para estimar los costos y gastos incrementales presentes en el flujo de efectivo.

Nota: El cálculo del costo de la Materia Prima se puede ver a detalle en el Anexo C.

Cuadro 1. Estado de resultados mensual actual (en quetzales)

Cuadro 1. Estado de resultados mensual estimado (en quetzales)			
Método actual			
Ventas			Q 920,155.03
	Materiales directos		
	Materia prima (excipientes)	Q 21,010.37	
	Materia prima de empaque	Q 15,000.00	
	Mano de obra directa		
	Encargados de empaque	Q 61,750.00	26
	Encargados de granulación	Q 9,500.00	4
	Encargados de compresión	Q 7,125.00	3
	Encargados de recubrimiento	Q 4,750.00	2
	Encargados control de calidad	Q 7,125.00	3
	Prestaciones de Ley	Q 38,951.90	38
	Horas extras	Q 1,615.00	Q 130,816.90
	Costos indirectos de fabricación		
	Materiales indirectos		
	Material de empaque	Q 2,000.00	
	Materiales desechables(guantes, cofia	Q 1,500.00	
	Mano de obra indirecta		
	Supervisor de producción	Q 10,000.00	
	Supervisor de empaque	Q 10,000.00	
	Perstaciones de Ley	Q 8,632.00	
	Insumos		
	Luz	Q 15,000.00	
	Agua	Q 1,500.00	
	Gasolina	Q 18,000.00	
	Mantenimiento		
	Máquinas BLISTER	Q 1,235.00	
	Máquinas compresoras	Q 3,015.00	
Costos totales			Q 237,709.27
Margen bruto			Q 682,445.76
Gastos			
	Gasto por ventas		
	Repartidores	Q 9,500.00	
	Vehiculos	Q 3,000.00	
	Visitadores médicos	Q 30,000.00	
	Prestaciones de Ley	Q 17,048.20	
Gastos totales			Q 59,548.20
Utilidad antes de impuestos			Q 622,897.56
ISR (Régimen 31%)			Q 193,098.24
Utilidad neta			Q 429,799.32

Cuadro 2. Estado de resultado mensual estimado (en quetzales)

Cuadro 2. Estado de resultados mensual estimado (en quetzales)			
<i>Método propuesto</i>			
Ventas			Q 938,934.78
	Materiales directos		
	Materia prima (excipientes)	Q 22,337.25	
	Materia prima de empaque	Q 15,891.03	
	Mano de obra directa		
	Encargados de empaque	Q 55,350.00	18
	Encargados de granulaci3n	Q 9,500.00	4
	Encargados de compresi3n	Q 7,125.00	3
	Encargados de recubrimiento	Q 4,750.00	2
	Encargados control de calidad	Q 7,125.00	3
	Prestaciones de Ley	Q 38,705.16	30
	Horas extras	Q 510.00	Q 123,065.16
	Costos indirectos de fabricaci3n		
	Materiales indirectos		
	Material de empaque	Q 2,000.00	
	Materiales desechables(guantes, cofia	Q 1,500.00	
	Mano de obra indirecta		
	Supervisor de producci3n	Q 10,000.00	
	Supervisor de empaque	Q 10,000.00	
	Perstaciones de Ley	Q 8,632.00	
	Insumos		
	Luz	Q 15,000.00	
	Agua	Q 1,500.00	
	Gasolina	Q 18,000.00	
	Mantenimiento		
	Máquinas BLISTER	Q 1,235.00	
	Máquinas compresoras	Q 3,015.00	
Costos totales			Q 232,175.44
Margen bruto			Q 706,759.34
Gastos			
	Gasto por ventas		
	Repartidores	Q 9,500.00	
	Vehiculos	Q 3,000.00	
	Visitadores médicos	Q 30,000.00	
	Prestaciones de Ley	Q 17,048.20	
Gastos totales			Q 59,548.20
Utilidad antes de impuestos			Q 647,211.14
	ISR (Régimen 31%)		Q 200,635.45
Utilidad neta			Q 446,575.68

La comparación de aumento de producción e ingresos por ventas queda resumida en el Cuadro 3

Cuadro 3. Estimación ingreso por venta

Cuadro 3. Estimación ingresos por venta			
Tomando como referencia las tablas 44 y 46			
	Unidades producidas		
NEUMONIL FORTE NF X 12 TABLETAS		10382	12806
NEUMONIL FORTE NF X 100 TABLETAS		3646	1537
NEUMONIL G x 12 TAB.		3284	12743
CETAMIN 500mg x 20 COMPR.		2645	5131
Mesindol 200mg x 10 comprimidos		2086	12204
HISTAPRIN x 20 COMPR.		2201	25516
Rinofed Plus NF x 12 comp		2385	8527
TAKINOX 500mg x 6 COMP.		2062	10172
FULCRUM x 30 COMPRIMIDOS		2014	10165
FERRIRON 800 x 30 COMP		1533	5422
	Unidades producidas		
NEUMONIL FORTE NF X 12 TABLETAS	Q	74,133.97	Q 75,950.58
NEUMONIL FORTE NF X 100 TABLETAS	Q	215,649.96	Q 220,993.71
NEUMONIL G x 12 TAB.	Q	38,037.09	Q 38,777.14
CETAMIN 500mg x 20 COMPR.	Q	11,536.63	Q 11,839.33
Mesindol 200mg x 10 comprimidos	Q	10,823.56	Q 11,007.47
HISTAPRIN x 20 COMPR.	Q	87,731.13	Q 89,542.35
Rinofed Plus NF x 12 comp	Q	78,107.66	Q 79,923.64
TAKINOX 500mg x 6 COMP.	Q	121,459.16	Q 123,543.37
FULCRUM x 30 COMPRIMIDOS	Q	185,378.91	Q 188,438.60
FERRIRON 800 x 30 COMP	Q	97,296.96	Q 98,918.58
	Q	920,155.03	Q 938,934.78

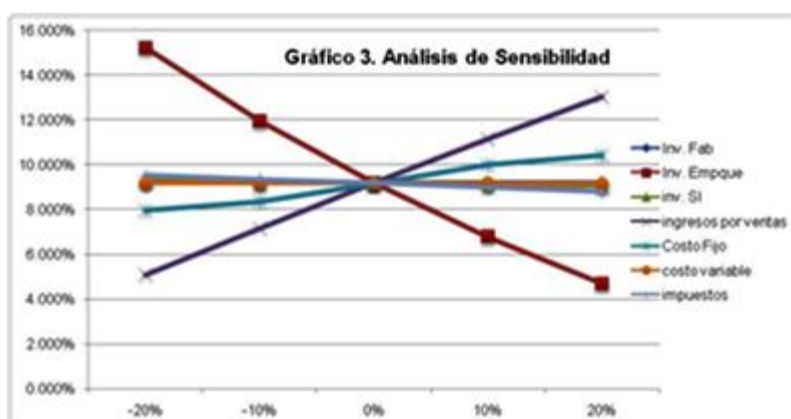
Con base en los estados de resultados estimados, se construyó el flujo de efectivo incremental (a dos años plazo) y se determinó la tasa interna de retorno. Lo anterior se encuentra en la Tabla 37. Además, utilizando los porcentajes de variación de los factores involucrados de la tabla 38, se realizó un análisis de sensibilidad asociado, Gráfico 3. Los datos con los que se construyó el Gráfico 3 se encuentran en el Anexo (D).

Tabla 37. Flujo de efectivo incremental (en quetzales)

Tabla 37												
Flujo de efectivo incremental (en quetzales)												
AÑO	trimes- tres	Inversión inicial	ingresos por venta	costo/gastos no varían	costo/gastos si varían	Depreciación	utilidad antes impuestos	Pago de impuestos	utilidad neta	Deprecia- ción	Pago Principal	Flujo de Efectivo Neto
0	0	-290,288.00										-290,288.00
1	1		56,339.23	19,940.22	-61,210.33	-8000	64,940.70	-20,131.62	44,809.08	8,000.00	0.00	52,809.08
	2		56,339.23	19,940.22	-61,210.33	-8000	64,940.70	-20,131.62	44,809.08	8,000.00	0.00	52,809.08
	3		56,339.23	19,940.22	-61,210.33	-8000	64,940.70	-20,131.62	44,809.08	8,000.00	0.00	52,809.08
	4		56,339.23	19,940.22	-61,210.33	-8000	64,940.70	-20,131.62	44,809.08	8,000.00	0.00	52,809.08
2	5		56,339.23	19,940.22	-61,210.33	-8000	64,940.70	-20,131.62	44,809.08	8,000.00	0.00	52,809.08
	6		56,339.23	19,940.22	-61,210.33	-8000	64,940.70	-20,131.62	44,809.08	8,000.00	0.00	52,809.08
	7		56,339.23	19,940.22	-61,210.33	-8000	64,940.70	-20,131.62	44,809.08	8,000.00	0.00	52,809.08
	8		56,339.23	19,940.22	-61,210.33	-8000	64,940.70	-20,131.62	44,809.08	8,000.00	0.00	52,809.08
3	9		56,339.23	19,940.22	-61,210.33	-8000	64,940.70	-20,131.62	44,809.08	8,000.00	0.00	52,809.08
	10		56,339.23	19,940.22	-61,210.33	-8000	64,940.70	-20,131.62	44,809.08	8,000.00	0.00	52,809.08
	11		56,339.23	19,940.22	-61,210.33	-8000	64,940.70	-20,131.62	44,809.08	8,000.00	0.00	52,809.08
	12		56,339.23	19,940.22	-61,210.33	-8000	64,940.70	-20,131.62	44,809.08	8,000.00	0.00	52,809.08
											TIR	9.19%

Tabla 38. **Porcentaje de variación de los factores involucrados**

Tabla 38	
Porcentaje de variación de los factores involucrados	
Factor	Rango de Variación (%)
Inversión inicial fabricación	de -6% a 6%
Inversión inicial empaque	de -20% a 20%
Inversión inicial seguridad industrial (SI)	de -10% a 10%
Ingresos por ventas	de -20% a 20%
Costos gastos que no varían	de -15% a 15%
Costo variable	de -20% a 20%
Impuestos	de -4% a 4%

Gráfico 3. Análisis de sensibilidad

La tasa interna de retorno calculada para el flujo de efectivo estimado de las propuestas de mejora es nueve punto diecinueve por ciento trimestral. Tomando como referencia el tres punto cuarenta y dos por ciento trimestral calculado en el Anexo (E) como la tasa mínima aceptada de rendimiento (tmar), se puede determinar que la inversión es provechosa. Esta comparación permite establecer que en efecto se va a obtener un mayor rendimiento de la inversión colocando el dinero en el proyecto propuesto.

Con base en el Gráfico 3, se puede establecer que el cálculo realizado de la tasa interna de retorno depende mayormente de los ingresos por ventas

y la inversión inicial de empaque. Por esta razón, antes de implementar el proyecto se debe estudiar las estimaciones de dichos factores a detalle. En caso se llegara a presentar un incremento en la inversión inicial de empaque mayor al veinte por ciento o una disminución en los ingresos por venta del veinte por ciento o más, la tasa interna de retorno podría igualar a la tasa mínima aceptada.

XII. CONCLUSIONES

1. Se realizó un estudio de la situación de la empresa en la fabricación de productos sólidos y se logró determinar los once tipos de procesos en los que se pueden fabricar los productos sólidos.
2. Se levantó toda la información necesaria que concierne a cada tipo de proceso de fabricación. El resultado fue, once diagramas de proceso de fabricación y dos diagramas de empaque, así como un estudio de tiempos para cada proceso de fabricación y empaque.
3. La investigación del método actual y el estudio determinó cuatro mejoras potenciales que aumentarían la eficiencia del método de empaque, para las distintas presentaciones se aumentó la eficiencia en términos de tiempo unitario de empaque en un 67% para productos de tres blíster por caja, 61% en productos de veinticinco blíster por caja y un 23% en el cambio de formato de las máquinas BLISTER.
4. Se redujo la cantidad de empacadores en la línea de empaque. Para las presentaciones de 12 unidades se utilizarán 6 personas y para las presentaciones de 100 unidades solamente 5 personas.
5. Se identificaron carencias en términos de Seguridad Industrial y se plantearon 5 recomendaciones para aumentar la seguridad de la planta y sus trabajadores. X|
6. El análisis económico del flujo de efectivo (a un plazo de dos años), el cual considera los ahorros y costos implicados en la implementación de las propuestas, arrojó una Tasa Interna de Retorno de 9.19 % y demostró que invertir en las mismas resultaría provechoso para la situación de la empresa y los intereses de la Junta Directiva.

XIII. RECOMENDACIONES

1. Para eliminar definitivamente la actividad innecesaria de demora en el proceso de fabricación, se recomienda instruir a los operarios y encargados de fabricación la mejor forma para la puesta en de acuerdo. Esto para prevenir problemas mayores en caso de ausencia.
2. La utilización de un dispositivo auxiliar para mejorar el empaque requiere de consideraciones que se deben tomar. Se recomienda instruir correctamente a los encargados de empaque antes de la implementación del mismo. También se debe tomar en consideración la ergonomía del dispositivo en caso de que deban realizar modificaciones menores.
3. Se recomienda realizar una evaluación de habilidad manual a los encargados de empaque, antes de implementar la división de trabajo en las bandas transportadoras. Esto es debido a que se deben identificar los operarios con habilidades selectivas y así saber colocar a los mejores talentos para mejorar la línea de empaque. También se recomienda realizar rotaciones en las distintas estaciones de trabajo para evitar la fatiga.
4. Se recomienda capacitar a los encargados de mantenimiento para imponer la responsabilidad acerca de mejorar las técnicas de cambios de formato y comprender que la reducción de tiempo representa mejora para el proceso de manufactura.
5. Para garantizar la integridad física y el bienestar de los trabajadores se hace necesario la implementación de medidas básicas de seguridad industrial de acuerdo a lo sugerido en la propuesta.

6. Se recomienda a la Junta Directiva considerar con seriedad la necesidad de una pronta inversión en la mejora del proceso de fabricación, lo cual traerá como consecuencia un aumento en la calidad del producto y un incremento en la utilidad neta.

7. Se recomienda a la Junta Directiva adoptar una filosofía de mejora continua que les permita adaptarse a las exigencias del mercado de forma proactiva.

XIV. BIBLIOGRAFÍA

- Asfahl, C. Ray. 2000. *Seguridad industrial y salud*. Cuarta edición. México. Editorial Prentice Hall. 472 págs.
- Coulter, Robbins. 2010. *Administración*. Décima edición. México. Editorial Prentice Hall. 565 págs.
- Evans, James R. y Lindsay, William M. 1995. *Administración y control de la calidad*. México. Grupo editorial Iberoamérica. 727 págs.
- Franklin, Enrique Benjamín. 2001. *Organización de Empresas: Análisis, diseño y estructura*. México. Editorial McGraw Hill. 341 págs.
- Niebel, Benjamin W. y Freivalds, Andris. 2009. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño de trabajo*. Duodécima edición. México. Editorial McGraw Hill. 586 págs.
- Newnan, Donald G.; Eschenbach, Ted G. y Lavelle, Jerome P. 2004. *Engineering economic analysis*. Novena edición. Estados Unidos. Oxford University Press. 598 págs.

XV. ANEXOS

A. Estudio de Tiempos para el proceso de fabricación de productos sólidos

Tabla A1. Estudio de tiempos fabricación 1

Proceso: Producto: Empresa:		Realizado por: Fecha de Realización: Número de Estudio:		Javier José Kroker Lobos Guatemala marzo de 2012 1			
Productos	LIBERAD 0.5mg	LIBERAD XR 1.0 MG COMPRIMIDOS	LIBERAD XR 0.5 MG COMPRIMIDOS	PACIFEN 3mg	PACIFEN 6 mg	MOSAPRIDE 5 mg COMPRIMIDOS	GASTROFLUX 10 mg COMPRIMIDOS
Kilos por lote	10.125	9.846	8.446	25	10	27	39.4
Actividad	Transportar la materia prima pesada al área de granulación	Transportar la materia prima pesada al área de granulación	Transportar la materia prima pesada al área de granulación	Transportar la materia prima pesada al área de granulación	Transportar la materia prima pesada al área de granulación	Transportar la materia prima pesada al área de granulación	Transportar la materia prima pesada al área de granulación
1	00:01:09 00:01:01 00:01:08 00:01:11 00:01:12 00:01:00 00:00:51 00:01:23 00:01:07 00:00:56	00:01:09 00:01:01 00:01:08 00:01:11 00:01:12 00:01:00 00:00:51 00:01:23 00:01:07 00:00:56	00:01:09 00:01:01 00:01:08 00:01:11 00:01:12 00:01:00 00:00:51 00:01:23 00:01:07 00:00:56	00:01:09 00:01:01 00:01:08 00:01:11 00:01:12 00:01:00 00:00:51 00:01:23 00:01:07 00:00:56	00:01:09 00:01:01 00:01:08 00:01:11 00:01:12 00:01:00 00:00:51 00:01:23 00:01:07 00:00:56	00:01:09 00:01:01 00:01:08 00:01:11 00:01:12 00:01:00 00:00:51 00:01:23 00:01:07 00:00:56	00:01:09 00:01:01 00:01:08 00:01:11 00:01:12 00:01:00 00:00:51 00:01:23 00:01:07 00:00:56
Totales	00:10:58	00:10:58	00:10:58	00:10:58	00:10:58	00:10:58	00:10:58
Número de Observaciones	10	10	10	10	10	10	10
Promedio	00:01:06	00:01:06	00:01:06	00:01:06	00:01:06	00:01:06	00:01:06
Calificación Operario	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Tiempo Normal	00:01:06	00:01:06	00:01:06	00:01:06	00:01:06	00:01:06	00:01:06
2	00:05:26 00:05:16 00:05:46 00:10:04 00:05:11 00:06:43 00:05:39 00:06:28 00:08:57 00:05:21	00:05:26 00:05:16 00:06:46 00:08:04 00:05:11 00:06:43 00:05:39 00:06:28 00:08:57 00:05:21	00:05:26 00:05:16 00:05:46 00:10:04 00:05:11 00:06:43 00:05:39 00:06:28 00:08:57 00:05:21	00:05:26 00:05:16 00:05:46 00:10:04 00:05:11 00:06:43 00:05:39 00:06:28 00:08:57 00:05:21	00:05:26 00:05:16 00:05:46 00:10:04 00:05:11 00:06:43 00:05:39 00:06:28 00:08:57 00:05:21	00:05:26 00:05:16 00:05:46 00:10:04 00:05:11 00:06:43 00:05:39 00:06:28 00:08:57 00:05:21	00:05:26 00:05:16 00:05:46 00:10:04 00:05:11 00:06:43 00:05:39 00:06:28 00:08:57 00:05:21
Totales	01:04:51	01:03:51	01:04:51	02:28:17	01:04:51	02:38:17	03:03:07
Número de Observaciones	10	10	10	10	10	10	10
Promedio	00:06:29	00:06:23	00:06:29	00:14:50	00:06:29	00:15:50	00:18:19
Calificación Operario	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Tiempo Normal	00:06:29	00:06:23	00:06:29	00:14:50	00:06:29	00:15:50	00:18:19

Continuación: Estudio de Tiempos Fabricación 1											
	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual
3		00:07:16	00:07:16	00:07:16	00:07:16	00:07:16	00:07:16	00:07:16	00:07:16	00:07:16	00:17:16
		00:07:26	00:07:26	00:06:16	00:07:26	00:07:26	00:07:26	00:07:26	00:07:26	00:07:26	00:17:26
		00:09:04	00:09:04	00:09:04	00:09:04	00:09:04	00:09:04	00:09:04	00:09:04	00:09:04	00:13:04
		00:12:14	00:12:14	00:12:14	00:12:14	00:12:14	00:12:14	00:12:14	00:12:14	00:12:14	00:13:14
		00:09:24	00:09:24	00:09:24	00:09:24	00:09:24	00:09:24	00:09:24	00:09:24	00:09:24	00:16:24
		00:11:12	00:11:12	00:11:12	00:11:12	00:11:12	00:11:12	00:11:12	00:11:12	00:11:12	00:20:12
		00:07:32	00:07:32	00:07:32	00:07:32	00:07:32	00:07:32	00:07:32	00:07:32	00:07:32	00:27:32
		00:09:58	00:09:58	00:08:18	00:09:58	00:09:58	00:09:58	00:09:58	00:09:58	00:09:58	00:29:58
		00:11:30	00:11:30	00:10:20	00:11:30	00:11:30	00:11:30	00:11:30	00:11:30	00:11:30	00:31:30
		00:07:59	00:07:59	00:06:29	00:07:59	00:07:59	00:07:59	00:07:59	00:07:59	00:07:59	00:27:59
Totales	01:33:35	01:33:35	01:28:05	02:48:35	01:33:25	02:53:35	01:33:25	02:53:35	01:33:25	03:34:35	
Número de Observaciones	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Promedio	00:09:22	00:09:22	00:08:48	00:16:52	00:09:20	00:17:21	00:09:20	00:17:21	00:09:20	00:21:27	
Calificación Operario	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Tiempo Normal	00:09:22	00:09:22	00:08:48	00:16:52	00:09:20	00:17:21	00:09:20	00:17:21	00:09:20	00:21:27	
Continuación: Estudio de Tiempos Fabricación 1											
	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual
4		00:04:32	00:04:32	00:04:32	00:04:32	00:04:32	00:04:32	00:04:32	00:04:32	00:04:32	00:24:32
		00:05:14	00:05:14	00:05:14	00:05:14	00:05:14	00:05:14	00:05:14	00:05:14	00:05:14	00:25:14
		00:06:39	00:06:39	00:06:39	00:06:39	00:06:39	00:06:39	00:06:39	00:06:39	00:06:39	00:26:39
		00:05:54	00:05:54	00:05:54	00:05:54	00:05:54	00:05:54	00:05:54	00:05:54	00:05:54	00:25:54
		00:05:51	00:05:51	00:05:51	00:05:51	00:05:51	00:05:51	00:05:51	00:05:51	00:05:51	00:25:51
		00:06:17	00:06:17	00:06:17	00:06:17	00:06:17	00:06:17	00:06:17	00:06:17	00:06:17	00:26:17
		00:05:23	00:05:23	00:05:23	00:05:23	00:05:23	00:05:23	00:05:23	00:05:23	00:05:23	00:25:23
		00:05:33	00:05:33	00:05:33	00:05:33	00:05:33	00:05:33	00:05:33	00:05:33	00:05:33	00:25:33
		00:06:02	00:06:02	00:06:02	00:06:02	00:06:02	00:06:02	00:06:02	00:06:02	00:06:02	00:26:02
		00:04:59	00:04:59	00:04:59	00:04:59	00:04:59	00:04:59	00:04:59	00:04:59	00:04:59	00:24:59
Totales	00:56:24	00:56:24	00:56:24	01:50:24	00:56:24	02:14:15	00:56:24	02:14:15	00:56:24	04:16:24	
Número de Observaciones	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Promedio	00:05:38	00:05:38	00:05:38	00:11:02	00:05:38	00:13:26	00:05:38	00:13:26	00:05:38	00:25:38	
Calificación Operario	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Tiempo Normal	00:05:38	00:05:38	00:05:38	00:11:02	00:05:38	00:13:26	00:05:38	00:13:26	00:05:38	00:25:38	

Continuación: Estudio de Tiempos Fabricación 1

		Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual
15	Pruebas	00:25:26	00:25:26	00:25:26	00:25:26	00:25:26	00:25:26
		00:32:51	00:32:51	00:32:51	00:32:51	00:32:51	00:32:51
		00:21:46	00:21:46	00:21:46	00:21:46	00:21:46	00:21:46
		00:15:16	00:15:16	00:15:16	00:15:16	00:15:16	00:15:16
		00:18:12	00:18:12	00:18:12	00:18:12	00:18:12	00:18:12
		00:27:30	00:27:30	00:27:30	00:27:30	00:27:30	00:27:30
		00:31:31	00:31:31	00:31:31	00:31:31	00:31:31	00:31:31
		00:26:59	00:26:59	00:26:59	00:26:59	00:26:59	00:26:59
		00:19:41	00:19:41	00:19:41	00:19:41	00:19:41	00:19:41
		00:26:30	00:26:30	00:26:30	00:26:30	00:26:30	00:26:30
Totales	04:05:42	04:05:42	04:05:42	04:05:42	04:05:42	04:05:42	
Número de Observaciones	10	10	10	10	10	10	
Promedio	00:24:34	00:24:34	00:24:34	00:24:34	00:24:34	00:24:34	
Calificación Operario	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Tiempo Normal	00:24:34	00:24:34	00:24:34	00:24:34	00:24:34	00:24:34	

		Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual
16	COMPRESIÓN	00:55:35	00:55:35	00:55:35	00:55:35	00:55:35	00:55:35
		01:02:10	01:02:10	00:42:10	00:52:10	01:54:10	03:14:10
		01:10:25	01:10:25	00:44:25	02:12:55	02:29:55	03:29:18
		00:51:36	00:46:28	00:46:28	02:19:36	02:14:36	02:45:16
		00:55:52	00:50:22	00:45:22	02:21:55	02:24:55	03:31:54
		00:56:11	00:56:11	00:46:11	01:59:17	00:56:11	03:40:45
		00:40:47	00:40:47	00:40:47	02:15:24	00:50:47	02:57:54
		00:52:03	00:52:03	00:45:03	02:30:15	00:55:03	03:19:59
		00:45:57	00:45:57	00:44:57	02:12:55	00:54:57	03:36:22
		00:57:12	00:57:12	00:52:12	02:18:35	00:52:12	03:38:27
Totales	09:07:48	08:57:10	07:43:10	22:25:37	09:03:10	09:51:40	
Número de Observaciones	10	10	10	10	10	10	
Promedio	00:54:47	00:53:43	00:46:19	02:14:34	00:54:19	03:23:10	
Calificación Operario	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Tiempo Normal	00:54:47	00:53:43	00:46:19	02:14:34	00:54:19	03:23:10	

Continuación: Estudio de Tiempos Fabricación 1

	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual
19 Aprobación de Granel	06:13:51	06:13:51	06:13:51	06:13:51	06:13:51	06:13:51	06:13:51	06:13:51
	06:16:35	06:16:35	06:16:35	06:16:35	06:16:35	06:16:35	06:16:35	06:16:35
	05:19:54	05:19:54	05:19:54	05:19:54	05:19:54	05:19:54	05:19:54	05:19:54
	07:40:15	07:40:15	07:40:15	07:40:15	07:40:15	07:40:15	07:40:15	07:40:15
	05:53:59	05:53:59	05:53:59	05:53:59	05:53:59	05:53:59	05:53:59	05:53:59
	09:01:34	09:01:34	09:01:34	09:01:34	09:01:34	09:01:34	09:01:34	09:01:34
	04:55:16	04:55:16	04:55:16	04:55:16	04:55:16	04:55:16	04:55:16	04:55:16
	06:15:15	06:15:15	06:15:15	06:15:15	06:15:15	06:15:15	06:15:15	06:15:15
	07:17:13	07:17:13	07:17:13	07:17:13	07:17:13	07:17:13	07:17:13	07:17:13
	04:52:25	04:52:25	04:52:25	04:52:25	04:52:25	04:52:25	04:52:25	04:52:25
Totales	15:46:17	15:46:17	15:46:17	15:46:17	15:46:17	15:46:17	15:46:17	15:46:17
Número de Observaciones	10	10	10	10	10	10	10	10
Promedio	06:22:38	06:22:38	06:22:38	06:22:38	06:22:38	06:22:38	06:22:38	06:22:38
Calificación Operario	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Tiempo Normal	06:22:38	06:22:38	06:22:38	06:22:38	06:22:38	06:22:38	06:22:38	06:22:38
Tiempo Estandar	16:59:40	16:58:24	16:49:50	18:49:47	16:59:09	18:55:39	20:29:17	

Tabla A2. Estudio de Tiempos para el proceso de empaque de productos sólidos.

Tabla A2. ESTUDIO DE TIEMPOS EMPAQUE BLISTER 1				
Proceso:	EMPAQUE	Realizado por:	Javier José Kroker Lobos	
Producto:	Productos Solidos	Fecha de Realización:	Guatemala marzo de 2012	
Empresa:	Laboratorios Laprin	Número de Estudio:	1	
Productos	Neumonil Forte NF	Neumonil G	Cetamin	
Kilos por lote	121.07	157.5	57.84	
Actividad				
1	Transporte de Materiales a Empaque	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual
		00:02:39	00:02:39	00:02:39
		00:01:56	00:01:56	00:01:56
		00:01:48	00:01:48	00:01:48
		00:03:14	00:03:14	00:03:14
		00:03:10	00:03:10	00:03:10
		00:02:02	00:02:02	00:02:02
		00:01:25	00:01:25	00:01:25
		00:01:59	00:01:59	00:01:59
		00:02:44	00:02:44	00:02:44
	00:01:31	00:01:31	00:01:31	
Totales	00:22:28	00:22:28	00:22:28	
Número de Observaciones	10	10	10	
Promedio	00:02:15	00:02:15	00:02:15	
Calificación Operario	100%	100%	100%	
Tiempo Normal	00:02:15	00:02:15	00:02:15	
2	Impresión de cajas	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual
		01:12:12	01:19:31	00:32:49
		01:32:06	02:25:36	00:41:52
		01:17:37	01:48:07	00:35:17
		01:03:24	01:42:58	00:28:49
		01:02:42	01:41:11	00:28:30
		01:24:00	01:48:12	00:38:11
		00:46:52	00:58:09	00:21:18
		00:43:27	01:36:20	00:19:45
		00:47:25	01:41:42	00:21:33
	00:44:42	01:46:13	00:20:19	
Totales	10:34:27	16:47:59	04:48:23	
Número de				

Continuación: Estudio de Tiempos de Empaque Blister 1

Continuación: Estudio de Tiempos de Empaque Blister 1				
3	Transporte de Materiales a BLISTER	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual
		00:01:06	00:01:06	00:01:06
		00:02:52	00:02:52	00:02:52
		00:01:22	00:01:22	00:01:22
		00:02:22	00:02:22	00:02:22
		00:03:54	00:03:54	00:03:54
		00:01:12	00:01:12	00:01:12
		00:01:56	00:01:56	00:01:56
		00:01:22	00:01:22	00:01:22
		00:01:17	00:01:17	00:01:17
00:01:59	00:01:59	00:01:59		
Totales	00:19:22	00:19:22	00:19:22	
Número de Observaciones	10	10	10	
Promedio	00:01:56	00:01:56	00:01:56	
Calificación Operario	100%	100%	100%	
Tiempo Normal	00:01:56	00:01:56	00:01:56	
4	Preparación de BLISTER	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual
		01:26:18	01:26:18	01:26:18
		01:41:19	01:41:19	01:41:19
		01:26:44	01:26:44	01:26:44
		01:31:21	01:31:21	01:31:21
		01:35:31	01:35:31	01:35:31
		01:28:26	01:28:26	01:28:26
		00:34:55	00:34:55	00:34:55
		01:33:46	01:33:46	01:33:46
		01:33:45	01:33:45	01:33:45
00:54:11	00:54:11	00:54:11		
Totales	13:46:16	13:46:16	13:46:16	
Número de Observaciones	10	10	10	
Promedio	01:22:38	01:22:38	01:22:38	
Calificación Operario	100%	100%	100%	
Tiempo Normal	01:22:38	01:22:38	01:22:38	

Continuacion: Estudio de Tiempos de Empaque Blister 1				
5	Pruebas	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual
		00:42:29	00:42:29	00:42:29
		00:56:33	00:56:33	00:56:33
		00:49:42	00:49:42	00:49:42
		00:38:19	00:38:19	00:38:19
		00:47:18	00:47:18	00:47:18
		00:53:15	00:53:15	00:53:15
		00:42:36	00:42:36	00:42:36
		00:57:27	00:57:27	00:57:27
		00:44:12	00:44:12	00:44:12
		00:53:21	00:53:21	00:53:21
Totales	08:05:12	08:05:12	08:05:12	
Número de Observaciones	10	10	10	
Promedio	00:48:31	00:48:31	00:48:31	
Calificación Operario	100%	100%	100%	
Tiempo Normal	00:48:31	00:48:31	00:48:31	
6	EMPAQUE EN BLISTER, TRANSPORTE A MESAS Y EMPAQUE A MANO	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual
		05:11:23	06:44:48	02:28:59
		05:31:18	07:10:41	02:38:31
		06:28:11	08:24:38	03:05:44
		03:25:46	04:27:30	01:38:27
		05:33:13	07:13:11	02:39:26
		05:45:52	07:29:38	02:45:29
		05:41:18	07:23:41	02:43:18
		05:29:41	07:08:35	02:37:45
		05:40:18	07:22:23	02:42:49
		05:22:43	06:59:32	02:34:25
Totales	06:09:43	22:24:38	01:54:53	
Número de Observaciones	10	10	10	
Promedio	05:24:58	07:02:28	02:35:29	
Calificación Operario	100%	100%	100%	
Tiempo Normal	05:24:58	07:02:28	02:35:29	

Continuacion: Estudio de Tiempos de Empaque Blister 1				
7	Estibado en Tarima	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual
		00:00:13	00:00:13	00:00:13
		00:00:18	00:00:18	00:00:18
		00:00:10	00:00:10	00:00:10
		00:00:08	00:00:08	00:00:08
		00:00:14	00:00:14	00:00:14
		00:00:22	00:00:22	00:00:22
		00:00:18	00:00:18	00:00:18
		00:00:07	00:00:07	00:00:07
		00:00:12	00:00:12	00:00:12
00:00:09	00:00:09	00:00:09		
Totales	00:02:11	00:02:11	00:02:11	
Número de Observaciones	10	10	10	
Promedio	00:00:13	00:00:13	00:00:13	
Calificación Operario	100%	100%	100%	
Tiempo Normal	00:00:13	00:00:13	00:00:13	
8	Cierre de Lote	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual
		00:12:33	00:12:33	00:12:33
		00:14:45	00:14:45	00:14:45
		00:12:18	00:12:18	00:12:18
		00:18:18	00:18:18	00:18:18
		00:14:26	00:14:26	00:14:26
		00:10:56	00:10:56	00:10:56
		00:16:33	00:16:33	00:16:33
		00:14:18	00:14:18	00:14:18
		00:19:47	00:19:47	00:19:47
00:20:59	00:20:59	00:20:59		
Totales	02:34:53	02:34:53	02:34:53	
Número de Observaciones	10	10	10	
Promedio	00:15:29	00:15:29	00:15:29	
Calificación Operario	100%	100%	100%	
Tiempo Normal	00:15:29	00:15:29	00:15:29	
Tiempo Estandar	9:48:00	12:14:59	6:05:33	

Tabla A3. ESTUDIO DE TIEMPOS EMPAQUE BLISTER 2

Proceso:		EMPAQUE		Realizado por:		
Producto:	Productos Solidos	Laboratorios Laprin		Javier José Kroker Lobos		
Empresa:	Laboratorios Laprin		Fecha de Realización:			
Productos		A SPIRE 5 mg COMPRIMIDOS	CETAMIN CC	CONECT 10 mg COMPRIMIDOS	DICLOPRIN 50mg	DORCOL FORTE COMPRIMIDOS
Kilos por lote		13	20.7	83.0046	14.7	40.32
Actividad		Número de Estudio: 1				
1	Transporte de Materiales a Empaque	00:02:39	00:02:39	00:02:39	00:02:39	00:02:39
		00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56
		00:01:48	00:01:48	00:01:48	00:01:48	00:01:48
		00:03:14	00:03:14	00:03:14	00:03:14	00:03:14
		00:03:10	00:03:10	00:03:10	00:03:10	00:03:10
		00:02:02	00:02:02	00:02:02	00:02:02	00:02:02
		00:01:25	00:01:25	00:01:25	00:01:25	00:01:25
		00:01:59	00:01:59	00:01:59	00:01:59	00:01:59
		00:02:44	00:02:44	00:02:44	00:02:44	00:02:44
		00:01:31	00:01:31	00:01:31	00:01:31	00:01:31
Totales	00:22:28	00:22:28	00:22:28	00:22:28	00:22:28	
Número de Observaciones	10	10	10	10	10	
Promedio	00:02:15	00:02:15	00:02:15	00:02:15	00:02:15	
Calificación Operario	100%	100%	100%	100%	100%	
Tempo Normal	00:02:15	00:02:15	00:02:15	00:02:15	00:02:15	
2	Impresión de Aluminio	00:08:27	00:13:27	00:53:55	00:08:37	00:26:12
		00:10:32	00:16:47	01:07:16	00:10:45	00:32:41
		00:08:28	00:13:29	00:54:05	00:08:38	00:26:16
		00:09:28	00:15:05	01:00:27	00:09:39	00:29:22
		00:08:21	00:13:17	00:53:17	00:08:31	00:25:53
		00:09:46	00:15:32	01:02:19	00:09:57	00:30:16
		00:09:13	00:14:41	00:58:53	00:09:24	00:28:36
		00:11:48	00:18:47	01:15:21	00:12:02	00:36:36
		00:08:00	00:12:44	00:51:03	00:08:09	00:24:48
		00:10:02	00:15:59	01:04:05	00:10:14	00:31:08
Totales	01:34:05	02:29:48	10:00:41	01:35:58	04:51:47	
Número de Observaciones	10	10	10	10	10	
Promedio	00:09:24	00:14:59	01:00:04	00:09:36	00:29:11	
Calificación Operario	100%	100%	100%	100%	100%	
Tempo Normal	00:09:24	00:14:59	01:00:04	00:09:36	00:29:11	

Continuación: Estudio de tiempos Empaque Blister 2									
	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual
3	00:07:39	00:12:11	00:48:52	00:07:48	00:08:39	00:23:44			
	00:08:22	00:13:20	00:53:26	00:08:32	00:09:28	00:25:57			
	00:07:33	00:12:01	00:48:10	00:07:42	00:08:32	00:23:24			
	00:06:34	00:10:27	00:41:55	00:06:42	00:07:25	00:20:22			
	00:05:16	00:08:23	00:33:35	00:05:22	00:05:57	00:16:19			
	00:09:27	00:15:03	01:00:21	00:09:39	00:10:41	00:29:19			
	00:07:39	00:12:11	00:48:50	00:07:48	00:08:39	00:23:43			
	00:05:58	00:09:30	00:38:07	00:06:05	00:06:45	00:18:31			
	00:06:31	00:10:22	00:41:36	00:06:39	00:07:22	00:20:12			
	00:06:09	00:09:47	00:39:13	00:06:16	00:06:57	00:19:03			
	01:11:07	01:53:15	07:34:07	01:12:33	01:20:25	03:40:35			
	Número de Observaciones	10	10	10	10	10			
	Promedio	00:07:07	00:11:19	00:45:25	00:07:15	00:08:03	00:22:04		
Calificación Operario	100%	100%	100%	100%	100%	100%			
Tempo Normal	00:07:07	00:11:19	00:45:25	00:07:15	00:08:03	00:22:04			
4	00:01:06	00:01:06	00:01:06	00:01:06	00:01:06	00:01:06			
	00:02:52	00:02:52	00:02:52	00:02:52	00:02:52	00:02:52			
	00:01:22	00:01:22	00:01:22	00:01:22	00:01:22	00:01:22			
	00:02:22	00:02:22	00:02:22	00:02:22	00:02:22	00:02:22			
	00:03:54	00:03:54	00:03:54	00:03:54	00:03:54	00:03:54			
	00:01:12	00:01:12	00:01:12	00:01:12	00:01:12	00:01:12			
	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56			
	00:01:22	00:01:22	00:01:22	00:01:22	00:01:22	00:01:22			
	00:01:17	00:01:17	00:01:17	00:01:17	00:01:17	00:01:17			
	00:01:59	00:01:59	00:01:59	00:01:59	00:01:59	00:01:59			
	00:19:22	00:19:22	00:19:22	00:19:22	00:19:22	00:19:22			
	Número de Observaciones	10	10	10	10	10			
	Promedio	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56		
Calificación Operario	100%	100%	100%	100%	100%	100%			
Tempo Normal	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56			
Transporte de Materiales a BLISTER									
00:01:06	00:01:06	00:01:06	00:01:06	00:01:06	00:01:06	00:01:06			
00:02:52	00:02:52	00:02:52	00:02:52	00:02:52	00:02:52	00:02:52			
00:01:22	00:01:22	00:01:22	00:01:22	00:01:22	00:01:22	00:01:22			
00:02:22	00:02:22	00:02:22	00:02:22	00:02:22	00:02:22	00:02:22			
00:03:54	00:03:54	00:03:54	00:03:54	00:03:54	00:03:54	00:03:54			
00:01:12	00:01:12	00:01:12	00:01:12	00:01:12	00:01:12	00:01:12			
00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56			
00:01:22	00:01:22	00:01:22	00:01:22	00:01:22	00:01:22	00:01:22			
00:01:17	00:01:17	00:01:17	00:01:17	00:01:17	00:01:17	00:01:17			
00:01:59	00:01:59	00:01:59	00:01:59	00:01:59	00:01:59	00:01:59			
00:19:22	00:19:22	00:19:22	00:19:22	00:19:22	00:19:22	00:19:22			
Número de Observaciones	10	10	10	10	10	10			
Promedio	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56			
Calificación Operario	100%	100%	100%	100%	100%	100%			
Tempo Normal	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56	00:01:56			

Continuación: Estudio de tiempos Empaque Blister 2					
	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual	Tiempo Individual
Cierre de Lote	00:12:33	00:12:33	00:12:33	00:12:33	00:12:33
	00:14:45	00:14:45	00:14:45	00:14:45	00:14:45
	00:12:18	00:12:18	00:12:18	00:12:18	00:12:18
	00:18:18	00:18:18	00:18:18	00:18:18	00:18:18
	00:14:26	00:14:26	00:14:26	00:14:26	00:14:26
	00:10:56	00:10:56	00:10:56	00:10:56	00:10:56
	00:16:33	00:16:33	00:16:33	00:16:33	00:16:33
	00:14:18	00:14:18	00:14:18	00:14:18	00:14:18
	00:19:47	00:19:47	00:19:47	00:19:47	00:19:47
	00:20:59	00:20:59	00:20:59	00:20:59	00:20:59
Totales	02:34:53	02:34:53	02:34:53	02:34:53	02:34:53
Número de Observaciones	10	10	10	10	10
Promedio	00:15:29	00:15:29	00:15:29	00:15:29	00:15:29
Calificación Operario	100%	100%	100%	100%	100%
Tiempo Normal	00:15:29	00:15:29	00:15:29	00:15:29	00:15:29
Tiempo Estandar	4:01:26	4:46:55	10:55:00	4:02:58	6:42:50

Tabla B1. Cálculo de costo de materia prima

Tabla C1. Cálculo de Costo de Materia Prima							
Cambio: Q7.92 x 1 USD							
Materia Prima Principal	Cantidad Kilo x comprimido	Unidades x caja	Unidades por Lote	Kilos por lote	Precio USD	Costo por Lote(USD)	Costo (Quetzales)
Cetamin							
Acetaminofén	0.0005	20	5000	50	5	250	Q 1,980.00
Neumonil G							
Benzocaina	0.00099	8	12500	99	10	990	Q 7,840.80
Mesindol							
Ibuprofeno	0.0002	10	12000	24	5	120	Q 950.40
Histaprin							
Cafeina anhidra	0.000032	20	25000	16	25	400	Q 3,168.00
Clorfeniramina Maleato	0.000004	20	25000	2	600	1200	Q 9,504.00
Ferriron							
Ferrochel	0.00003	30	5333	4.7997	250	1199.925	Q 9,503.41
Fulcrum							
Clordiazepoxido	0.000005	30	10000	1.5	12	18	Q 142.56
Amitriptilina clorhidrato	0.000012	30	10000	3.6	50	180	Q 1,425.60
Neumonil forte							
Acetaminofén	0.0005	12	12500	75	5	375	Q 2,970.00
Clorfeniramina Maleato	0.000002	12	12500	0.3	600	180	Q 1,425.60
Dextrometorfano Bromhidrato	0.00001	12	12500	1.5	200	300	Q 2,376.00
Fenilefrina Clorhidrato	0.000005	12	12500	0.75	50	37.5	Q 297.00
Neumonil Forte							
Acetaminofén	0.0005	12	1500	9	5	45	Q 356.40
Clorfeniramina Maleato	0.000002	12	1500	0.036	600	21.6	Q 171.07
Dextrometorfano Bromhidrato	0.00001	12	1500	0.18	200	36	Q 285.12
Fenilefrina Clorhidrato	0.000005	12	1500	0.09	50	4.5	Q 35.64
Rinofed Plus							
Acetaminofén	0.0005	12	8333	49.998	5	249.99	Q 1,979.92
Fenilefrina Clorhidrato 5 mg	0.000005	12	8333	0.49998	600	299.988	Q 2,375.90
Dextrometorfano Bromhidrato	0.00001	12	8333	0.99996	200	199.992	Q 1,583.94
Clorfeniramina Maleato	0.000002	12	8333	0.19999	50	9.9996	Q 79.20
Takinox							
Nitazoxanida	0.0005	6	10000	30	80	2400	Q 19,008.00

Cuadro 4. Datos-análisis de sensibilidad

Cuadro D1. Datos - Análisis de Sensibilidad					
Inv. Fab	-6%	-3%	0%	3%	6%
9.19%	9.193%	9.189%	9.19%	9.18%	9.177%
Inv. Empque	-20%	-10%	0%	10%	20%
9.19%	15.24%	11.96%	9.19%	6.79%	4.70%
inv. SI	-10%	-5%	0%	5%	10%
9.19%	9.31%	9.25%	9.19%	9.12%	9.06%
Ingresos por ventas	-20%	-10%	0%	10%	20%
9.19%	5.07%	7.16%	9.19%	11.14%	13.04%
Costo Fijo	-15%	-10%	0%	10%	15%
9.19%	7.97%	8.37%	9.19%	10.02%	10.44%
Costo variable	-20%	-10%	0%	10%	20%
9.19%	9.21%	9.20%	9.19%	9.17%	9.16%
Impuestos	-4%	-2%	0%	2%	4%
9.19%	9.56%	9.37%	9.19%	9.00%	8.81%

A. Estimación de la Tasa Mínima Aceptada de Retorno

Tasa de Interés afectada por la Inflación

$$i = i' + f + i'f$$

$$tmar_{ESTIMADA} = i_{BANCARIA} + f_{ESTIMADA} + (i_{BANCARIA})(f_{ESTIMADA})$$

$$tmar_{ESTIMADA} = (0.055) + (0.0763) + (0.055)(0.0763)$$

$$tmar_{ESTIMADA} = 13.54\%$$

Nota: Se utilizó la tasa de interés y la proyección de la tasa de inflación anual prevista por el Banco de Guatemala del Banco de Guatemala como referencia.

Luego se determinó la misma para períodos trimestrales:

$$tmar_{TRIMESTRAL} = \left(1 + \frac{r}{m}\right)^m - 1$$

$$tmar_{TRIMESTRAL} = \left(1 + \frac{0.01354}{12}\right)^3 - 1$$

$$tmar_{TRIMESTRAL} = 3.423\% \cong 3.42\%$$

