

**ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS PARA EL MEJORAMIENTO EN LOS
PROCESOS DE PRODUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO EN PINTUMEZCLAS LTDA.**

FABIO LEONARDO GOMEZ SILVA

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2013**

**ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS PARA EL MEJORAMIENTO EN LOS
PROCESOS DE PRODUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO EN PINTUMEZCLAS LTDA.**

FABIO LEONARDO GOMEZ SILVA

**Proyecto de Grado para optar por el título de
Ingeniero Industrial**

**Director del Proyecto:
ORLANDO GONZALEZ CASALLAS**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2013**

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme la oportunidad de concluir una carrera profesional y de crecer junto con las personas que me rodean.

A mi padres por el apoyo que me proporcionaron durante toda el periodo de la carrera.

Al ingeniero Orlando quien me asesoró y orientó durante todo el proceso del proyecto. Y a todos los profesores de la Universidad Pontificia Bolivariana que aportaron a mi crecimiento profesional y personal.

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma de jurado

Firma de jurado

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	14
1.1 INFORMACIÓN GENERAL	14
1.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	15
1.3 PRODUCTOS	15
2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	17
3. ANTECEDENTES	19
4. JUSTIFICACIÓN	22
5. OBJETIVOS	24
5.1 OBJETIVO GENERAL	24
5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	24
6. MARCO TEÓRICO	25
6.1 “TÉCNICAS DE REGISTRO Y ANALISIS DE MACRO MÉTODOS”	25
6.1.1 Diagramas de proceso	25
6.1.2 Diagramas de las operaciones del proceso	25
6.1.3 Diagrama Operador/Máquina	26
6.2 MEDICIÓN DEL TRABAJO	26
6.2.1 Estudio de tiempos con cronometro	26
6.2.3 Elemento	27
6.2.4 Ciclo	27
6.2.5 Tiempo estándar	27
6.2.6 Tiempo normal	27
6.2.7 Valoración	28
6.2.8 Suplementos	28
6.3 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	29
6.3.1 Principios para la distribución de planta”	30
6.4 CURVA 80-20	30
7. DISEÑO METODOLÓGICO	31
7.1 ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS	31

7.2	DISTRIBUCIÓN DE LA BODEGA	32
7.3	MEJORAS	32
7.4	POBLACIÓN	32
8.	FÁBRICA (ÁREA DE PRODUCCIÓN).....	33
8.1	ANÁLISIS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN.....	33
8.1.1	Manejo de la fábrica.....	33
8.1.2	Mano de obra	34
8.1.3	Maquinaria.....	34
8.2	PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	35
8.2.1	Control de Calidad.....	35
9.	BODEGA (ÁREA DE ALMACENAMIENTO).....	36
9.1	ANÁLISIS DEL ÁREA DE ALMACENAMIENTO.....	36
9.1.1	Sistema de manejo de materiales	36
9.1.2	Equipo de transporte interno	38
9.2	DIAGNÓSTICO.....	38
10.	ESTUDIO DE TIEMPOS	40
10.1	ESTUDIO DE TIEMPOS VINILO COMERCIAL	40
10.1.1	Inicio de la operación	40
10.1.2	Determinación del tiempo estándar	41
10.2	ESTUDIO DE TIEMPOS VINILO DE LÍNEA.....	44
10.2.1	Inicio de la operación.....	44
10.2.2	Determinación del tiempo estándar.....	44
10.3	ESTUDIO DE TIEMPOS ESTUCO	45
10.3.1	Inicio de la operación.....	45
10.3.2	Determinación del tiempo estándar.....	46
11.	ESTUDIO DE MÉTODOS.....	48
11.1	DIAGRAMA MACRO MÉTODOS	48
11.1.1	Diagramas vinilo comercial.....	48
11.1.2	Diagrama vinilo de línea.....	51
11.1.3	Diagrama de flujo estuco	53

12.	DISEÑO DE MEJORAS EN LA FÁBRICA	55
12.1	PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	55
12.2	ESTÁNDAR DE PRODUCTOS.....	55
13.	DISEÑO DE MEJORAS EN BODEGA	57
13.1	CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS.....	57
13.2	DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA BODEGA	58
13.2.1	Capacidad de almacenamiento de la bodega	58
13.3	CLASIFICACIÓN ABC.....	60
13.4	SIMULACIÓN CON PROMODEL.....	62
13.4.1	Toma de tiempos y distribuciones.....	62
13.4.2	Resultados de las simulaciones	64
13.5	BODEGA PRINCIPAL Y BODEGA DIARIA.....	70
14.	INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD.....	71
14.1	INDICADORES EN EL ÁREA DE ALMACENAMIENTO	71
14.1.1	Correcta facturación.....	71
14.1.2	Entregas completas de pedidos.....	71
14.1.3	Entregas a tiempo	72
14.1.4	Pedidos despachados por empleado.....	72
14.1.5	Nivel de cumplimiento de despachos.....	72
14.2	INDICADORES EN EL AREA DE PRODUCCIÓN	73
14.2.1	Capacidad de producción utilizada.....	73
14.2.2	Rendimiento de máquina	73
	CONCLUSIONES.....	74
	RECOMENDACIONES	76
	BIBLIOGRAFIA.....	77
	ANEXOS.....	79

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Información de la empresa.....	2
Tabla 2. Productos Pintumezclas Ltda.....	3
Tabla 3. Símbolos diagramas de procesos.....	13
Tabla 4. Número de Observaciones.....	15
Tabla 5. Valoración de la actuación.....	16
Tabla 6. Calificación operarios fábrica Pintumezclas.....	30
Tabla 7. Suplementos operarios fábrica Pintumezclas.....	30
Tabla 8. Resultados estudio de tiempos Vinilo comercial.....	31
Tabla 9. Resultados estudio de tiempo vinilo de línea.....	32
Tabla 10. Estudio de tiempos Estuco.....	34
Tabla 11. Formato estándar de productos.....	43
Tabla 12. Clasificación de los productos.....	45
Tabla 13. Capacidad estantes de bodega.....	46
Tabla 14. Clasificación ABC Pinturas y revestimientos.....	47
Tabla 15. Clasificación ABC ferretería.....	48
Tabla 16. Registro de tiempo de llegada de órdenes.....	50
Tabla 17. Registro de tiempo de recolección de pedidos.....	50
Tabla 18. Réplicas resultados primer modelo.....	63
Tabla 19. Réplicas resultados primer modelo nueva distribución.....	64
Tabla 20. Réplicas resultados segundo modelo.....	64
Tabla 21. Réplicas resultados segundo modelo nueva distribución.....	65
Tabla 22. Formato de traslados.....	66
Tabla 23. Indicador de facturas sin errores.....	67
Tabla 24. Indicador cumplimiento de pedidos.....	67
Tabla 24. Indicador desempeño operarios de bodega.....	68
Tabla 26. Indicador número de pedidos despachados.....	68
Tabla 27. Indicador Cumplimiento de los operarios en despachos.....	68
Tabla 28. Indicador capacidad de producción utilizada.....	69
Tabla 29. Indicador rendimiento de máquina.....	69

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Diagrama de flujo Despacho de productos.....	32
Diagrama 2. Diagrama causa-efecto bodega.....	34
Diagrama 3. Diagrama de Flujo de proceso vinilo comercial.....	42
Diagrama 4. Diagrama Hombre – Máquina Vinilo comercial.....	43
Diagrama 5. Diagrama de Flujo de proceso vinilo de línea.....	45
Diagrama 6. Diagrama hombre – máquina vinilo de línea.....	46
Diagrama 7. Diagrama de flujo de proceso de estuco.....	47
Diagrama 8. Diagrama hombre – máquina estuco.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura organizacional Pintumezclas Ltda.....	10
Figura 2. Sistema de suplementos.....	25
Figura 3. Paint Machine G-500.....	30
Figura 4. Proceso de producción de pintura.....	31
Figura 5. Piedra de molienda.....	31
Figura 6. Estante ajustable.....	33
Figura 7. Carretilla.....	34

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS PARA EL MEJORAMIENTO EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO EN PINTUMEZCLAS LTDA.

AUTOR: FABIO LEONARDO GOMEZ SILVA

FACULTAD: INGENIERIA INDUSTRIAL

DIRECTOR: ORLANDO GONZALEZ CASALLAS

RESUMEN

El proyecto consiste en un estudio de métodos y tiempos para Pintumezclas Ltda. La cual es una empresa santandereana productora y comercializadora de pinturas y revestimientos.

Inicialmente se elaboró el registro de los tiempos para tres productos principales que elabora la empresa en su fábrica, vinilo comercial, Vinilo línea y estuco. Se escogieron estos tres productos debido a las restricciones puestas por la empresa en cuanto a dar a conocer sus procesos. Después se elaboró el estudio de métodos con respecto al tiempo estándar hallado y los elementos del estudio de tiempos, donde se crearon diagramas hombre-máquina para identificar tiempos ociosos en los procesos de producción. Con respecto a lo que se halló en estos puntos del proyecto se diseñaron mejoras en el área de producción, como la programación de producción y los formatos de estándar de productos.

Posteriormente se realizó una caracterización del área de almacenamiento para realizar un diagnóstico de como operaban los recursos allí y como se realizaban sus operaciones, donde se encontró diferentes fallas con respecto a los principios de buen almacenamiento. También se diseñó una redistribución de la bodega por familias utilizando la clasificación ABC y las ventas. Para verificar que la nueva distribución fue útil se realizaron dos modelos de simulación en el software Promodel. Finalmente se propusieron indicadores de productividad en el área de producción y almacenamiento.

PALABRAS CLAVE: Pintumezclas, Estudio de métodos y tiempos, clasificación ABC, simulación Promodel, indicadores de productividad.

GENERAL SUMMARY OF WORK OF DEGREE

TITLE: METHOD AND TIME STUDY FOR IMPROVEMENT IN THE PROCESS OF PRODUCTION AND STORAGE PINTUMEZCLAS LTDA.

AUTHOR: FABIO LEONARDO GOMEZ SILVA

FACULTY: INDUSTRIAL ENGINEERING

DIRECTOR: ORLANDO GONZALEZ CASALLAS

ABSTRACT

The project consists of a methods and times study for Pintumezclas Ltda wich is a company which produces and markets paints and coatings.

The recording of times was developed initially for three primary products produced by the company at its factory, commercial vinyl, line Vinyl and stucco. These three products were chosen because of the restrictions placed by the company because they don't want to give away their processes. After the study of methods was developed with respect the time and the elements found standard time study, which created human-machine diagrams to identify idle time in production processes. With respect to what has been found at these points were designed improvements in the area of production, such as production scheduling and product standard formats.

Subsequently a storage area characterization was made to make a diagnosis of such resources operated there and how they were operating. There it was found different faults with regard to the principles of good storage. It Also was designed a redistribution for the warehouse using the ABC classification and sales. To verify that the new layout was helpful conducted two simulation models in ProModel software. Finally productivity indicators were proposed in the area of production and storage.

KEY WORDS: Pintumezclas, time and method study, ABC classification, Promodel simulation, productivity indicators.

INTRODUCCIÓN

El estudio del trabajo en las industrias alrededor del mundo, ha demostrado ser una herramienta fundamental para optimizar los recursos implicados en los procesos de producción, como los materiales o la mano de obra y mejorar los puestos de trabajo con el objetivo principal de aumentar su productividad. Está claro que estos estudios no solo benefician a las industrias productoras sino que también son muy efectivas en las industrias prestadoras de servicios. Uno de los grandes beneficios y resultados del estudio del trabajo es una eficiente programación de la producción en donde se puedan cumplir todas las fechas de entrega establecidas por los clientes y así mejorar el nivel de servicio prestado. Además de la buena programación, la disminución del tiempo de ciclo de la producción de la pintura, la identificación de cuellos de botella y demoras son partes importantes del diseño de mejoras para la empresa.

El mercado de hoy en día es muy exigente y cambiante, es por esto que las empresas deben estar conscientes de que los productos que ofrecen estén a la altura de los productos que poseen la mayor participación en el mercado. Por lo tanto, lo primero que se debe hacer para realizar mejoras en la empresa es empezar en el área de producción. Comenzando con un diagnóstico inicial de los procesos productivos y logísticos de esta área e identificando posibles faltas o errores que puedan afectar de forma negativa la producción. Es aquí donde es útil el estudio del trabajo, el cual está conformado por diferentes técnicas que permite registrar, analizar y mejorar los procesos bajo observación, entre estos se encuentran el estudio de métodos y tiempos, distribución de planta, etc.

Pintomezclas Ltda. Es una empresa productora, distribuidora y comercializadora de pinturas y revestimientos; aunque se encuentra en una buena posición en el mercado actualmente, posee varias falencias en cuanto a sus operaciones en la fábrica y en la bodega. En el área de producción, la insuficiente información acerca de cómo operan los puestos de trabajo y la estandarización de estos procesos, pueden ser el origen a problemas como demoras en la entrega de productos y daños en los productos finales. En el área de almacenamiento, la falta de una buena distribución y un control formal de inventarios generan un desorden en la salida y entrada de productos terminados.

El desarrollo de este proyecto inicia en la elaboración de un estudio de tiempos y métodos con el fin de que puedan aportar al mejoramiento de los procesos de producción, además de la caracterización del área de almacenamiento de la empresa donde se abordaran los inconvenientes que allí se encuentren.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 INFORMACIÓN GENERAL

Tabla 1. Información de la empresa

Información de la empresa	
Nombre	Pintomezclas Ltda. Bucaramanga
Actividad económica	Producción y comercialización de pinturas y productos conexos
Dirección	Carrera 15 # 15-20
Teléfono	PBX. 6717090
Página web	http://www.mundodelcolor.com/pintomezclas/bucaramanga.html

Fuente: Pinturas mundo del color. <http://www.mundodelcolor.com/pintomezclas/>

Reseña Histórica

El señor Rafael Rodríguez, administrador de empresas y su esposa Liliana Aguilar llegaron a Bucaramanga en el año 1990, con la iniciativa de crear una sucursal de Pintomezclas, debido al gran auge que tuvo esta empresa en Duitama Boyacá con su familia. Iniciaron con un local de 300 metros cuadrados y hoy en día cuentan con un establecimiento de cuatro mil metros cuadrados, incluyendo sus oficinas, mostradores, bodegas y fábricas. La empresa cuenta con fábricas en Bucaramanga, Bogotá y Villavicencio, además ofrece servicios de decoración, asesorías y mezcla computarizada.

Misión

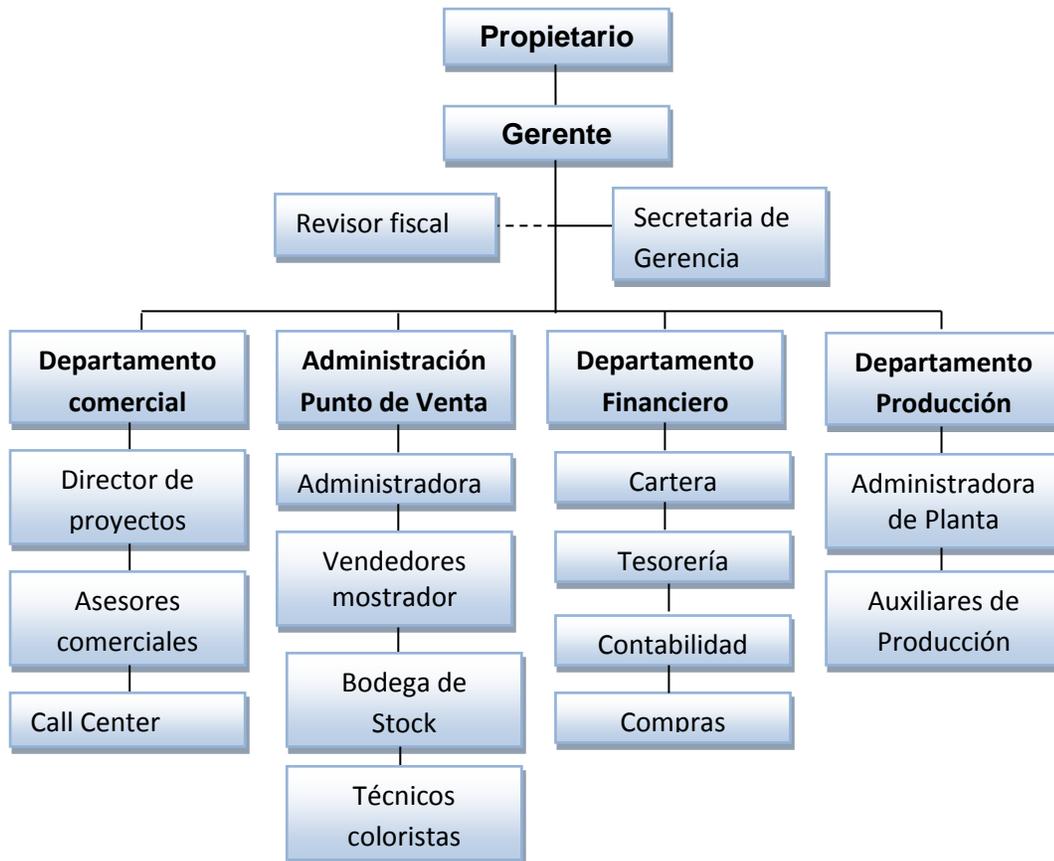
Pintomezclas (Pinturas Mundo del Color), es una empresa que se dedica a la fabricación, distribución, venta, asesoría técnica y profesional en la aplicación de todo tipo de pinturas en áreas arquitectónicas, automotivas, industriales y sus productos afines. La ética en el servicio se conjuga con la estética y el lucimiento de los espacios a donde llega el toque mágico de las pinturas.

Visión

Pintomezclas (Pinturas Mundo del Color), ha de ser en este nuevo siglo una organización altamente competitiva en el contexto regional, nacional e internacional con énfasis en la orientación al cliente, excelencia en la calidad de sus productos y servicios; proveer productos con mayor valor agregado a instancias de altos niveles productivos, desarrollo integral de su gene, la actualización tecnológica, el respeto por el medio ambiente y una alta capacidad de gestión.

1.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Figura 1. Estructura organizacional Pintumezclas Ltda.

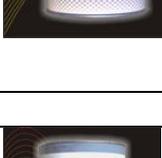


Fuente: Pintumezclas Ltda.

1.3 PRODUCTOS

Tabla 2. Productos Pintumezclas Ltda.

	<p>Acrlmundo</p> <p>Vinilo 100% Acrílico, Súper Lavable, ideal para fachadas, Hidrófugo, Excelente resistencia a la intemperie. Disponible en: Tambor, Cuñete, Balde, Galón</p>		<p>Vinil 1</p> <p>Vinilo Súper Lavable de muy buen cubrimiento, tanto en interiores como exteriores, que garantiza un buen rendimiento</p>
	<p>Vinil 2</p> <p>Vinilo Lavable, es un producto ideal cuando no se tienen condiciones tan severas o se busca algo de economía. Uso Interior y Exterior.</p>		<p>Vinil 3</p> <p>Vinilo Semilavable, buen cubrimiento. Para uso interior. Ideal para espacios de uso no tan severo.</p>

Vinilo tipo 1		Vinilo tipo 2	
	Vinilo Tipo 1 Superlavable, Industrial, Para exteriores e Interiores.		Vinilo Lavable, Industrial, excelente para primeras manos. Es un producto ideal cuando no se tienen condiciones tan severas.
Vinilo Popular		Esmalte tipo 1	
	Vinilo ideal para sitios donde tenga baja fricción, cielo raso. Uso Interior.		Es un esmalte sintético, con alto nivel de brillo y excelente brochabilidad. Puede usarlo en exteriores e interiores, bajo condiciones de intemperie extremadamente severas.
Esmalte tipo 2		Entonador Mate	
	Es un producto también de alto brillo y excelente brochabilidad se puede usar en interiores y exteriores cuando las condiciones de la intemperie no sean extremadamente severas		De las mismas características del interior pero de acabado mate
Línea Madera		Línea Automotiva	
	Tenemos un amplio portafolio en productos especializado para madera: Sellador, Barniz, Lacas, Sellador Catalizado, Laca Catalizada		Lacas Automotivas, Fondos. Se utiliza en el repintado de automóviles, motocicletas y bicicletas, en el retoque de metales. Con buen cubrimiento y Alta resistencia.
Anticorrosivo		Estuco	
	Pintura a base de resinas alquídicas con aditivos, pigmentos inhibidores de corrosión (Oxido de Hierro) con características y propiedades que lo convierten en un protector de superficies metálicas.		Masilla ideal para estucar y resanar, de color blanco que al secar forma una película que absorbe pequeñas fisuras e imperfectos de la superficie dando un acabado fino y resistente.
Trafico		Martillado	
	Pintura con excelente propiedades de adherencia, secado rápido resistente a la abrasión y resistencia al agua; Pintura especializada para demarcación de vías, parqueaderos, etc		Especial para pintar artefactos eléctricos, maquinaria, muebles y en general artefactos metálicos
Horneable		Wash Primer	
	Diseñado para proteger y decorar superficies metálicas de electrodomésticos, como neveras, estufas.		Se utiliza para remover la adherencia de las anticorrosivas que se van a aplicar sobre metales como: aluminio.

Fuente: Pintumecclas Ltda. http://www.mundodelcolor.com/mundo/paginas/pin_mundo.htm

2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El sector de pinturas y revestimientos forma una parte importante de la economía de Colombia desde hace años, según la muestra mensual del DANE de Mayo de 2012¹ la línea de mercancía de pinturas tuvo uno de los crecimientos más altos en este periodo con 9.4%; lo cual indica que el mercado colombiano está en un momento positivo y de gran auge para las empresas productoras de este sector. Aunque se debe tener en cuenta la gran cantidad de oferta de este tipo de producto, en Santander existe un ambiente competitivo grande entre las empresas productoras de pinturas y revestimientos, debido a que cada día se establecen más este tipo de empresas. Por lo tanto, es necesario crear una filosofía de mejoramiento continuo que conduzca a la empresa a una mayor productividad.

Pintomezclas Ltda. Tiene dos grandes divisiones en cuanto a sus productos, los productos que comercializan de la marca Mundo de Color y las diferentes líneas de productos que elaboran directamente en la fábrica. Actualmente su mayor preocupación son los movimientos en las bodegas y su distribución física, se desconocen las cantidades de productos que están almacenadas de cada una de las líneas que se producen y comercializan, al igual de las que entran cada día del área de producción. La empresa utiliza el software contable Siigo, para llevar control de todas las actividades del departamento de contabilidad, pero los movimientos de los productos en la bodega y el mostrador no son alimentados en el sistema a tiempo o la información suministrada es errónea. Entre otros problemas se encuentran la ubicación de materiales en los pasillos de la bodega, además de otros elementos que son ajenos a la bodega y que no deberían encontrarse en esta.

La mayoría de estos inconvenientes son generados a partir de las operaciones del área de producción. En este departamento se encontró que las personas encargadas de los procesos no se rigen por ningún tipo de control de producción adecuado, además a partir de las primeras observaciones, se identificó que existen varios paros y retardos durante un día de trabajo normal. Esta situación se traduce en diferentes problemas para Pintomezclas, primero no es posible conocer el tiempo que toma producir un tipo de producto específico, por lo tanto no se conoce el costo real del producto ni el de la operación de la mano de obra y finalmente se desconoce la capacidad de producción máxima a la cual la fábrica puede operar, esto puede afectar departamentos como el de contabilidad en sus estados financieros, gestión de aprovisionamiento, entre otros. La mayor parte de estos problemas se debe a que muchos de los procesos de manejo de

¹[en línea] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Muestra mensual de comercio al por menor. http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/mmcm/bol_mmcm_may12.pdf (15/09/2012)

materiales y maquinaria se hacen empíricamente, donde la experiencia es el mayor exponente en la fabricación.

En conclusión el alcance de este proyecto se concentrará en identificar los factores críticos que afecten la producción en la fábrica y el área de almacenamiento. Las cuales permitirán una mejor planeación de la producción, conocer información sobre plazos de entrega, tener una mejor organización de la bodega, controlar los costos reales de los productos, etc.; seguido por aplicación de mejoras tanto en el departamento de producción como en las áreas de las bodegas que puedan dar una solución a estos problemas.

3. ANTECEDENTES

El inicio del estudio del trabajo surgió aproximadamente en el año 1880, tiempo después del inicio de la revolución industrial, donde grandes exponentes de este campo realizaron importantes aportes que hoy en día todavía son utilizados en las empresas. La importancia de aumentar la productividad en las organizaciones llevó a los pioneros de este campo a generar nuevos métodos que mejoraran la producción en las fábricas e iniciaran una filosofía de medición del trabajo no solo en el área productiva de las organizaciones sino en los diferentes departamentos que conformaban la empresa. Entre las personas que iniciaron estos estudios se encuentran:

“Frederick W. Taylor (1856 – 1915)

Se le conoce como el padre de la administración científica y de la ingeniería industrial. Fue la primera persona que se valió de un cronometro para estudiar el contenido del trabajo y, como tal, se le tiene por el fundador de los estudios de tiempos. Frederick Taylor deseaba que la gerencia rechazara las meras opiniones en vano de una ciencia más exacta. Para ello Taylor.

- Especificaba el método de trabajo
- Instruía al operador en dicho método
- Mantenía condiciones estándares para la ejecución del trabajo
- Establecía estándares de tiempo
- Pagaba bonificaciones si se hacía el trabajo según los especificado.

El experimento de traspaleo de Taylor tuvo lugar en los patios de Midvale Steel Works donde se trabajaba con carbón y hierro, Frederick convenció a la gerencia de hacer un estudio formal de operación con un trabajador llamado John, al cual le incluiría una bonificación monetaria por su colaboración. Con un cronometro, Taylor estudio a John y midió todo lo que hacía, los resultados generaron disminución en el número de personas, mayor producción por persona y un ahorro de 78.000 dólares por año.

Frank (1868 – 1924) y Lilian (1878 – 1972) Gilbreth

Son conocidos como los padres de los estudios de movimientos. En su búsqueda de toda la vida del mejor método para llevar a cabo una faena específica, desarrollaron muchas nuevas técnicas de estudio del trabajo. La eliminación de todos los movimientos inútiles y la reducción de los restantes fueron la base del trabajo de los Gilbreth. La supresión de este desgaste no deseado se ha convertido en lo que se conoce como simplificación del trabajo. Los Gilbreth mostraban el movimiento de los productos en las plantas con diagramas de flujo, porque estos daban una imagen topográfica precisa de todo el proceso.

Profesor Elton Mayo

Conocido como el padre del movimiento de las relaciones humanas, el profesor Elton Mayo se ocupó de los estudios de productividad en la planta de Hawthorne de Western Electric Company, después que el National Research Council del National Academy of Science se retirara. La planta de Hawthorne, cerca de Chicago, inició un proyecto de investigación para estudiar cuáles eran los factores que influían en la productividad. Los estudios transcurrieron entre 1924 y 1933.

Entre otros tradicionalistas posteriores se encuentran: Harrington Emerson, quien fortaleció el término “ingeniería de eficacia” reorganizando la administración de la empresa y empleando mejores prácticas de taller, costo estándar y máquinas tabuladoras para contabilidad. Dwight W. Merrick, siguiendo el estudio de tiempos de Taylor, realizó un análisis de tiempos elementales y desarrolló un plan de incentivos a los salarios”²

El único proyecto registrado por parte de la Universidad Pontificia Bolivariana en Pintomezclas Ltda. fue el proyecto aplicado Contribución al mejoramiento, control y distribución de los procesos logísticos internos, en la marca de pinturas Mundo del Color distribuidos por la empresa Pintomezclas Bucaramanga Ltda.³. Por John Fredy Vargas Flórez el cual consistió en elaborar fichas técnicas para los productos que comercializaba la empresa en ese año y crear una codificación alfanumérica en la bodega, asignando calles y carreras para mejorar la localización de los productos por parte de los operarios. Cabe resaltar que hoy en día no se utiliza esta codificación a raíz de los cambios de personal que ha realizado la empresa.

Los estudios de métodos y tiempos se han venido desarrollando durante mucho tiempo por estudiantes de ingeniería industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana para optar por un título profesional y proporcionarles a las empresas herramientas para el mejoramiento constante de sus procesos.

En el año 2001 se realizó un estudio de métodos y tiempos por parte de la Universidad Pontificia Bolivariana en Salsamentaria Santander Ltda. Salsán⁴ donde se utilizó la técnica de cronometraje en el departamento de producción. Durante el estudio se tuvieron en cuenta las condiciones y el medio ambiente del área de producción, despacho, empaque y jamonería, tales como ergonomía, iluminación, orden, limpieza, etc.

²Meyers, Fred. Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. Segunda edición. Pearson Education, 2000. (18/09/2012)

³Vargas Flórez, John. Contribución al mejoramiento, control y distribución de los procesos logísticos internos, en la marca de pinturas Mundo del Color distribuidos por la empresa Pintomezclas Bucaramanga Ltda. 2011. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga. (01/12/2012)

⁴ Mejía Lora, Zailen. Práctica empresarial estudio de métodos y tiempos (Salsán), 2001. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga. (18/09/2012)

Durante este año el nivel de producción de Salsán presentó constantes disminuciones a causa de distintos factores, entre estos se encontraban, altos costos de materia prima, averías de maquinaria varias veces en el día. Es por esto que la empresa buscó nuevas formas de elevar su producción y al mismo tiempo disminuir sus costos. Después de haber realizado el estudio, se encontró que la mayoría de procesos utilizaban máquinas con capacidad insuficiente y existían cuellos de botella en algunos procesos, se diagnosticó que la planta tenía una capacidad muy limitada e inconvenientes con el mantenimiento de maquinaria. Por esto se recomendó la adquisición de nueva maquinaria y capacitaciones en mantenimiento.

En un diagnóstico realizado a la bodega se encontró en muy malas condiciones en cuanto a orden y limpieza, por esta razón se aplicó el enfoque de las “5S” la cual es una herramienta muy útil para el mejoramiento de la productividad. Luego de la aplicación de los cinco puntos de esta filosofía los resultados fueron, un mejor control sobre el volumen de existencias y mejor movilidad de los productos.

En la Universidad Pontificia Bolivariana, se realizó una práctica empresarial en Industrias Emaluz Ltda⁵; elaborándose un estudio de tiempos para las líneas de lámparas fluorescentes, aluminio y exteriores, esta práctica estuvo orientada a identificar y eliminar los desperdicios que presentaba el área de producción y disminuir los tiempos improductivos que no agregaban valor a los procesos, también implantaron la filosofía japonesa de las 5s destinada a la organización de la planta. Los resultados que se obtuvieron en esta práctica fueron ahorros en los procesos de hasta 600 segundos. Los resultados de la implementación de la filosofía de las 5s fue la creación de inventario de tarjetas para darle claridad en las áreas de cajas y ensamble ubicadas en la fábrica y la creación de conciencia en el mantenimiento de los equipos para obtener mayor calidad en los productos terminados. Se encontró que los inventarios estaban evaluados en \$1.702.697 que se espera vender en los próximos 6 meses y de los cuales el 32.51% fueron inventarios perdidos.

En otra práctica realizada en la misma Universidad, se elaboró un estudio de tiempos y la distribución en la empresa de textiles Kucucalik⁶. Sus objetivos principales fueron realizar la planeación de la producción por medio de análisis del estudio de tiempos y proponer una distribución física para agilizar los procesos. Los resultados del estudio de tiempos les ayudó a verificar cuantitativamente la eficiencia y la eficacia de los procesos involucrados en el estudio, donde se identifica el porcentaje de errores y la disminución de este error solo cambiando el flujo de la producción. Luego del análisis de la redistribución de la planta se logró disminuir las distancias y los tiempos recorridos por los operarios.

⁵ Osorio Quintero, Francisco. Estudio de tiempos en industrias Emaluz Ltda. Para las líneas de lámparas fluorescentes, aluminio y exteriores, 2003. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga. (18/09/2012)

⁶ Gómez López, Odally. Estudio de tiempos y distribución de planta de la empresa de textiles Kucucalik, 2003. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga. (18/09/2012)

4. JUSTIFICACIÓN

El estudio de tiempos comprende el diseño, la formulación y la selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para manufacturar un producto⁷. Además de examinar diferentes factores inmersos en la producción, entre los que están el trabajo humano, el clima en la fábrica, etc. Entre sus objetivos finales se encuentra el hallar el tiempo estándar para cada uno de los procesos de producción a partir de un operario promedio y aplicarlo a cada una de las líneas de la empresa.

Los problemas que presenta Pintumezclas hoy en día, identificados anteriormente, los cuales inician en el área de producción con el desconocimiento de tiempos y costos reales de fabricación y el no poder controlar la capacidad máxima de producción influyen en otros departamentos de la empresa, principalmente en el área de almacenamiento, donde los costos de espacio y de riesgo de inventarios hasta costos por falta de existencias, los cuales pueden absorber hasta 20%⁸ del costo de la distribución física de una empresa, están afectando la rentabilidad de la empresa, sumándose a estos problemas, conflictos con las ordenes de salida y problemas en la distribución física de las bodegas. Iniciando con estos problemas, el paso siguiente es el diagnóstico y la posterior intervención en el departamento de producción para luego proceder a actuar en el área de almacenamiento, la cual es una de las mayores inquietudes de la gerencia de Pintumezclas.

Teniendo conocimiento del tiempo estándar de un proceso, es posible llegar a mejorar sus métodos y por consiguiente hasta disminuir su tiempo de producción. Además, las prácticas de un buen sistema de almacenamiento seria el resultado de un mejor manejo del espacio disponible en la bodega y un mejor control de los inventarios.

A partir de este diagnóstico y su intervención es razonable esperar que la productividad total de la empresa aumente significativamente permitiendo que la producción de pintura en Pintumezclas sea reconocida no solamente en Santander sino a nivel nacional.

Desde el punto de vista de la Ingeniería Industrial, se pueden aplicar distintos métodos cuantitativos para el diagnóstico e identificación de variables críticas que afecten los procesos productivos de la empresa, entre estos la realización del estudio de métodos y tiempos, para lograr la estandarización de los tiempos de producción considerando los factores que produce la fatiga, los retardos personales y los retrasos inevitables y evaluar qué procesos agregan valor a los procedimientos utilizados; creación de diagramas,

⁷Niebel, Benjamin. Ingeniería industrial métodos, tiempos y movimientos. 1998. Tercera edición. Editorial Alfaomega(20/09/2012)

⁸Ballou, Ronald. Logística administración de la cadena de suministros. 2004. Quinta edición. Pearson Educación. (20/09/2012)

aplicación de simulaciones para el análisis del sistema de almacenamiento de Pintumezclas, clasificación de los productos, entre otras actividades encaminadas al mejoramiento de los procesos y actividades en general de la empresa.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar mejoras en el área de producción y almacenamiento a través de un estudio de métodos y tiempos en Pintumezclas Ltda.

5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Desarrollar un estudio tiempos en los principales procesos de producción de la fábrica de Pintumezclas Ltda.
- Desarrollar un estudio de macro métodos en los principales procesos de producción de la fábrica de Pintumezclas Ltda.
- Desarrollar un diagnóstico en la distribución de la bodega para identificar los principales problemas del área de almacenamiento.
- Establecer una clasificación y distribución de los productos existentes en las bodegas de Pintumezclas Ltda.
- Diseñar simulaciones de los procesos involucrados en el área de almacenamiento.
- Establecer y controlar indicadores de productividad en el área de producción y el área de almacenamiento.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 “TÉCNICAS DE REGISTRO Y ANALISIS DE MACRO MÉTODOS

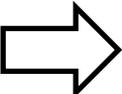
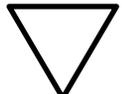
6.1.1 Diagramas de proceso

Es la representación gráfica de la sucesión de hechos o fases que se presentan en la ejecución de un proceso. Es una manera de dar forma visible a un procedimiento, teniendo la finalidad de mejorarlo. Generalmente, estos diagramas se inician con la entrada de materia prima a la fábrica, siguiéndola a través de todo el proceso y finalizando con la transformación total de dicha materia prima en producto terminado. O con los primeros pasos en el servicio a un cliente.

6.1.2 Diagramas de las operaciones del proceso

Cuando el proceso que se analiza es bastante complejo, es muy conveniente tener, en forma gráfica, una visión superficial de la totalidad de dicho proceso, antes de emprender con su estudio detallado. Este objetivo se le consigue con el llamado diagrama de las operaciones del proceso. Es la representación gráfica de todas las operaciones e inspecciones de que consta el proceso, haciendo alusión a los puntos de entrada y salida de materiales.

Tabla 3. Símbolos diagramas de procesos

Símbolos para elaborar diagramas de procesos	
	Operación. Indica las principales fases del proyecto, método o procedimiento
	Inspección. Indica que se verifica la calidad y/o cantidad de algo.
	Desplazamiento o transporte. Indica el movimiento de los empleados, material y equipo de un lugar a otro.
	Deposito provisional o espera. Indica demora en el desarrollo de los hechos
	Archivo. Indica que se almacena un producto de forma temporal o permanente.

Fuente: Ingeniería de métodos, globalización: técnicas para el manejo eficiente de recursos organizacionales fabriles, de servicios y hospitalarios. Freddy Alfonso Durán

6.1.3 Diagrama Operador/Máquina

El diagrama operador máquina muestra las relación entre estos dos recursos. Tanto ésta como aquél trabajan de manera intermitente, y el diagrama muestra lo que cada uno hace en cada momento. Cada actividad se reduce a una serie de elementos. Estos elementos de trabajo se colocan en orden descendente a un lado del diagrama; los elementos de la otra actividad se colocan en el lado opuesto, también en orden descendente. Cada elemento debe estar alineado con el tiempo, de modo que los momentos simultáneos se encuentran uno frente a otro.

6.2 MEDICIÓN DEL TRABAJO

Es la aplicación de técnicas para determinar el contenido de trabajo de una tarea definida, fijando el tiempo requerido por un trabajador calificado para efectuarla con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida.

Tiene como objetivo fundamental reducir el contenido de trabajo eliminando movimientos (o manipulaciones) innecesarios de los materiales, de los trabajadores, de la información, o del activo que este bajo análisis, la medida del trabajo trata de investigar, reducir y eliminar, si fuere posible, el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se ejecuta trabajo eficaz. Igual tratamiento recibe el trabajo suplementario, aunque, como es lógico suponerlo, se lo trata después de intentar todo con el tiempo improductivo, para ello substituye los métodos vigentes de trabajo por otros más productivos y que contribuyan a incrementar los beneficios económicos de la operación.

6.2.1 Estudio de tiempos con cronometro

Es la técnica más común para establecer los estándares de tiempo en el área de manufactura. El estándar de tiempo es el elementos más importante de información de manufactura y a menudo el estudio de tiempos por cronometro es el único método aceptable tanto para la gerencia como para los trabajadores. El concepto de manufactura ágil o flexible ha infundido una nueva vida al estudio de los tiempos. La manufactura ágil recluta a todos los que participan en una operación para eliminar los desperdicios, y una de las mejores herramientas para medir los costos y beneficios de una nueva idea o mejora es la técnica de los estudios de tiempos. La precisión de sus resultados son altamente dependientes de la experiencia del analista.

6.2.2 Herramientas:

Cronómetros

Tablas

Calculadora

Formatos

6.2.3 Elemento

Es una parte esencial y definida de una actividad o tarea determinada, la cual se compone de uno o más movimientos fundamentales de las manos, y en ocasiones, de tiempos utilización de máquinas o de equipos

6.2.4 Ciclo

Para la ejecución de esta técnica es necesario ir al lugar de trabajo y medir, generalmente con un cronómetro, el tiempo empleado por una persona en la ejecución de una tarea. La tarea estará compuesta por dos o más actividades. Cuando una actividad de una tarea se repite, se dice que se ha cumplido un ciclo. La tabla Westinghouse obtenida empíricamente por la empresa Westinghouse Electric, indica el número de observaciones necesarias en función del ciclo y del número de piezas que se fabrican al año.

Tabla 4. Número de Observaciones

Tiempo por pieza o ciclo	Número mínimo de ciclos a estudiar		
	Actividad más de 10.000 por año	1.000 a 10.000	Menos de 1.000
1.000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	6
0.080 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.020 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30
0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	50

Fuente: Estudio del trabajo Ingeniería de métodos, Roberto García Criollo

6.2.5 Tiempo estándar

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, usando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

6.2.6 Tiempo normal

Se define como el tiempo que demora un operador normal trabajando a ritmo cómodo en producir una parte. Es igual al tiempo promedio por el porcentaje de calificación

6.2.7 Valoración

La valoración o evaluación es el proceso de ajusta el tiempo que tarda un operador, al que le correspondería a un operador normal. El especialista industrial debe comprender los estándares industriales de lo que es normal. La valoración del operador comprende cuatro factores: habilidad, consistencia, condiciones de trabajo y esfuerzo.

Tabla 5. Valoración de la actuación.

HABILIDAD			ESFUERZO		
A	Habilísimo	+0.15	A	Excesivo	+0.15
B	Excelente	+0.10	B	Excelente	+0.10
C	Bueno	+0.05	C	Bueno	+0.05
D	Medio	0.00	D	Medio	0.00
E	Regular	-0.05	E	Regular	-0.05
F	Malo	-0.10	F	Malo	-0.10
G	Torpe	-0.15	G	Torpe	-0.15
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
A	Buena	+0.05	A	Buena	+0.05
B	Media	0.00	B	Media	0.00
C	Mala	-0.05	C	Mala	-0.05

Fuente: Estudio del trabajo Ingeniería de métodos, Roberto García Criollo

6.2.8 Suplementos

Es el tiempo que se le concede al trabajador con objeto de compensar los retrasos, las demoras y los elementos contingentes que son partes regulares de la tarea. El método de valoración objetiva con estándares de fatiga divide los factores de los suplementos en constantes y variables. Los factores constantes agrupan las necesidades personales entre hombres y mujeres, los suplementos variables es cuando las condiciones del puesto de trabajo no son las mejores, como la intensidad de la luz, el ruido, condiciones atmosféricas, monotonía, etc. El siguiente cuadro muestra cada tipo de suplemento con su respectivo valor en porcentaje.

Figura 2. Sistema de suplementos

1. Suplementos constantes		
	Hombres	Mujeres
Suplementos por necesidades personales	5	7
Suplementos base por fatiga	4	4

2. Suplementos variables		
	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4
B. Suplemento por postura anormal		
Ligeramente incómoda	0	1
Incómoda (inclinado)	2	3
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)		
Peso levantado por kilogramo		
2.5	0	1
5	1	2
7.5	2	3
10	3	4
12.5	4	6
15	5	8
17.5	7	10
20	9	13
22.5	11	16
25	13	20 (máx.)
30	17	—
33.5	22	—
D. Mala iluminación		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0
Bastante por debajo	2	2
Absolutamente insuficiente	5	5

E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)		
Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de - Suplemento		
Kata (milicalorías/cm ² /segundo)		
16	0	
14	0	
12	0	
10	3	
8	10	
6	21	
5	31	
4	45	
3	64	
2	100	

F. Concentración intensa		
	Hombres	Mujeres
Trabajos de cierta precisión	0	0
Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5

G. Ruido		
	Hombres	Mujeres
Continuo	0	0
Intermitente y fuerte	2	2
Intermitente y muy fuerte	5	5
Estridente y fuerte		

H. Tensión mental		
	Hombres	Mujeres
Proceso bastante complejo	1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Muy complejo	8	8

I. Monotonía		
	Hombres	Mujeres
Trabajo algo monótono	0	0
Trabajo bastante monótono	1	1
Trabajo muy monótono	4	4

J. Tedium		
	Hombres	Mujeres
Trabajo algo aburrido	0	0
Trabajo aburrido	2	1
Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: Estudio del trabajo Ingeniería de métodos, Roberto García Criollo

6.3 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Es la colocación de los departamentos o talleres en la construcción, la ubicación de las máquinas, de los puestos de trabajo, de los lugares de almacenamiento, de las oficinas e instalaciones para servicio del personal y las interrelaciones entre ellos. Esta disposición, sea instalada o en proyecto, incluye los espacios necesarios para movimiento de material, almacenaje, mano de obra directa e indirecta, y toda otra actividad auxiliar como servicio para el personal y para el equipo de trabajo propiamente dicho.

6.3.1 Principios para la distribución de planta”⁹

Principio de integración global, se debe manejar de la mejor forma a los hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y cualquier otra consideración. Principio de distancia mínima a mover, se debe minimizar en lo posible los movimientos de los elementos entre operadores. Principio de flujo, se debe lograr que la interrupción entre los movimientos de los elementos entre operadores sea mínima. Principio de espacio, se debe usar el espacio de la forma más eficiente posible, tanto en lo horizontal como en lo vertical para evitar todos los movimientos innecesarios. Principio de satisfacción y seguridad, la distribución debe satisfacer y ofrecer seguridad al trabajador. Principio de flexibilidad, la distribución debe diseñarse para poder ajustarse o regularse a costos bajos.

6.4 CURVA 80-20

La línea de productos de una típica empresa está conformada por artículos individuales en diferentes etapas de sus respectivos ciclos de vida y con diferentes grados de éxito en ventas. En cualquier punto del tiempo, esto crea un fenómeno de productos conocido como la curva 80-20, concepto particularmente valioso para la planeación logística. Después de observar los patrones de productos de muchas empresas, el concepto 80-20 se deriva de que el volumen de ventas es generado por relativamente pocos productos en la línea de productos, y del principio conocido como la ley de Pareto. Es decir, 80% de las ventas de una empresa se generan por 20% de los productos de la línea de productos.¹⁰

⁹ Durán, Fredy Alfonso. Ingeniería de métodos, globalización: técnicas para el manejo eficiente de recursos organizacionales fabriles, de servicios y hospitalarias, 2007. Universidad de Guayaquil, Ecuador. (01/10/2012)

¹⁰ Ballou. Op Cit, p. 68

7. DISEÑO METODOLÓGICO

En la elaboración del proyecto se tomará en cuenta el método de investigación descriptivo, debido a que un gran porcentaje del estudio consiste en la observación, toma de datos y registro de las actividades realizadas en Pintumezclas. También formará parte de una investigación explicativa, ya que tiene como objetivo buscar y analizar las causas del problema de estudio, en este caso las variables que afecten la normal operación de la empresa.

Como instrumento de recolección de información son utilizados formatos de estudios del trabajo sustraídos de diferentes libros del tema, buscando un formato que se adapte mejor a los procesos realizados en la fábrica. Además de información sustraída a las personas que están implicadas en el trabajo por medio de entrevistas informales.

El estudio de métodos y tiempos consta de secuencia de pasos los cuales están diseñados para hallar con la mayor exactitud posible el tiempo estándar del proceso estudiado. Seguido por el diseño de mejoras que ayuden a optimizar los procedimientos que realiza la empresa.

7.1 ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS

Inicialmente se realizará un pre muestreo de tiempos, el cual consiste de cinco lecturas de los elementos del trabajo seleccionado. Una vez se tengan los resultados del estudio de este pre muestreo, se procederá a determinar el número de ciclos final por cronometrar por medio de muestreo estadístico o por medio de tablas que proporcionen este número de observaciones. El siguiente paso es tomar los tiempos necesarios de los principales procesos de las fábrica seguido de los cálculos pertinentes para halla tiempos totales, normales, suplementos, tolerancias, etc. Finalmente, se obtendrán los resultados finales de los tiempos estándar para ser publicados en el área de producción.

El siguiente paso será la elaboración de diagramas de procesos que expliquen los movimientos que se realizan en la fábrica, buscando que estos procesos se sigan al pie de la letra y diagramas donde se pueda evaluar la eficiencia de los operarios durante los procesos de producción, entre estos se encuentran los diagramas hombre – máquina, diagramas de recorrido, entre otros. Las cuales están encaminadas a mejorar el panorama general en el área de producción y de almacenamiento. Además de poder dejar documentado estas operaciones con el fin de que la empresa pueda hacer seguimientos y mejora continua a los procesos que se llevan a cabo en su fábrica.

7.2 DISTRIBUCIÓN DE LA BODEGA

En primer lugar se realizará un diagnóstico inicial de cómo se encuentra operando la bodega de stock identificando sus posibles deficiencias y oportunidades de mejora, registrando sus actividades y utilizando la herramienta de la clasificación ABC, la cual es útil para resaltar los productos que tienen mayor importancia tomando en cuenta una variable. Finalmente diseñando una distribución que mejore todas estas operaciones en la bodega.

7.3 MEJORAS

Se establecerán diferentes indicadores que medirán la eficiencia y productividad, después de las aplicaciones de mejora, permitiendo que la empresa pueda hacer un seguimiento continuo de sus operaciones; y se realizarán simulaciones para evaluar las intervenciones realizadas en la empresa.

7.4 POBLACIÓN

El proyecto está concentrado en las áreas de producción y almacenamiento de Pintumezclas Ltda. y comprende a todo el personal inmerso en estos departamentos, los cuales son menores a diez personas. Las muestras del estudio de tiempos se tomarán a partir de los ciclos medidos en el diagnóstico inicial.

8. FÁBRICA (ÁREA DE PRODUCCIÓN)

La fábrica de Pintumezclas se encuentra a pocos metros de sus oficinas y su punto de venta, cuenta con 900 m² aproximadamente¹¹ incluyendo una plataforma que fue adecuada especialmente para instalar dos máquinas.

8.1 ANÁLISIS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN

8.1.1 Manejo de la fábrica

Todos los productos de la marca Mundo del Color, se fabrican, empaacan y se realiza el embalaje en la fábrica de Pintumezclas, desde los productos de línea hasta los productos industriales. Para el inicio de la producción la administradora de la planta se basa en dos fuentes de información, la primera es información que provee el personal de la bodega de stock, los cuales toman la información de lo que se observa del despacho de los productos debido a que no se lleva un modelo de inventario formal pese a que existe un software para esto, y la segunda fuente de información son los asesores comerciales externos, los cuales al generarse pedidos se lo informan a la administradora de planta.

La fábrica normalmente opera de lunes a viernes de 7:30 am a 6:30 pm y los sábados de 7:30 am a 12:00 del mediodía, aproximadamente 54 horas semanales.

Los pedidos de todos los insumos y materias primas utilizados en los procesos de producción son realizados por la administradora de planta. A causa de que no existe un buen control y programación de la producción, el tiempo de llegada de estos materiales tiene una gran variación, en muchos casos se tardan más de una semana, además no se tienen relaciones directas con los proveedores, los insumos y materias primas se piden a diferentes empresas por lo que la calidad de estos productos es diferente y afectan en un gran nivel algunas etapas de los procesos de producción. Este es el caso de un insumo llamado pasta el cual es usado en los esmaltes, esta pasta debe pasar por un proceso de transformación dentro de la fabricación del esmalte, pero dependiendo la fuente del proveedor la transformación de esta pasta puede pasar de tres horas hasta más de 24 horas antes de poder pasar a la próxima etapa de producción.

¹¹Vargas Florez, John Fredy. Contribución al mejoramiento, control y distribución de los procesos logísticos internos, en la marca de pinturas Mundo del Color distribuido por la empresa Pintumezclas Bucaramanga Ltda. 2011. Universidad Pontificia Bolivariana.

8.1.2 Mano de obra

En la fábrica se encuentran cuatro personas permanentemente, tres auxiliares de producción, cuyas funciones son realizar las actividades de los procesos de producción, empaque y despacho de producto terminado a la bodega de stock. Una administradora de planta la cual es la encargada de la supervisión de los auxiliares de producción, la planeación de la producción y la realización de pedidos de materias primas. Además de un ingeniero químico, el cual es el encargado de realizar la formulación y corrección de fórmulas de los productos en todas las fábricas de Mundo del Color en Colombia.

8.1.3 Maquinaria

Actualmente existen cinco máquinas instaladas elaboradas por la empresa Metálicas Avalos, además hay una plataforma que cubre una gran parte de la fábrica que funciona como un piso adicional, utilizado como lugar de almacenaje de insumos y la ubicación de la máquina más grande, debido a sus dimensiones. La capacidad de la máquina se da a partir del tamaño del tanque, algunas de estas vienen equipadas con escalones debido a su altura.

- Máquina de Estuco. Capacidad de 150 galones de estuco por ciclo de producción.
- Paint Machine C-20. Es la máquina más pequeña con capacidad de 20 galones por ciclo de producción.
- Paint Machine G-300. Capacidad de 300 galones por ciclo de producción.
- Paint Machine G-200. Capacidad de 200 galones por ciclo de producción.
- Paint Machine G-500. Equipado con dos tanques, capacidad de 1000 galones por ciclo de producción.

Figura 3. Paint Machine G-500

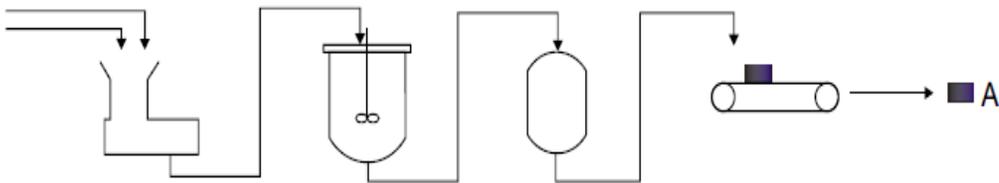


Fuente: Metálicas Avalos

8.2 PROCESO DE PRODUCCIÓN

Todos los productos elaborados en la fábrica de Pintumezclas tienen actividades sucesivas típicas de producción en pinturas y revestimientos. Estas cuatro etapas son: Pesaje de la materia prima, molienda, filtrado y empaque. Está claro que de acuerdo a las necesidades de cada producto, es necesario añadir pasos adicionales en su proceso. A continuación se muestra en la figura 4 un proceso típico de producción de pintura.

Figura 4. Esquema de producción de pintura



Fuente: Gabor Birus, Robert Andoyi, Ferenc Friendler Tipor Holzinger. Effective Sheduling of a large scale paint production system.

8.2.1 Control de Calidad

Dentro de todos los procesos de producción solo se utiliza tres técnicas para el control de la calidad. En el estuco se utiliza una técnica empírica llamada prueba de pared donde se toma el producto terminado con una espátula y se pasa por la pared, la administradora revisa que tenga la textura correcta. Para las pinturas se utiliza la piedra de molienda, la cual indica la presencia de partículas gruesas en la mezcla, si la piedra indica que la muestra es menor a 5 Hegman se debe devolver al proceso de molienda y la prueba de cubrimiento, la cual consiste en controlar el grado de cubrimiento y la uniformidad de la pintura.

Figura 5. Piedra de molienda



Fuente: Pinturas D' Calidad http://www.pinturasdcalidad.com/piedra_molienda_grindometro.html

9. BODEGA (ÁREA DE ALMACENAMIENTO)

El área de las bodegas de Pintumezclas Ltda. Cuenta con espacio de aproximadamente 300 m² distribuidos entre los dos pisos de sus bodegas¹². Actualmente la empresa tiene en su portafolio diferentes marcas relacionadas con la industria de pintura y revestimientos y también cuenta con productos relacionados a esta industria como los son los productos tipo ferretería y eléctricos. Usualmente se encuentran dos personas en la bodega, un jefe de bodega y un auxiliar de bodega, los cuales son los encargados de realizar los procesos de despacho de pedidos y acomodación de productos que llegan de la fábrica y de otros proveedores.

9.1 ANÁLISIS DEL ÁREA DE ALMACENAMIENTO

9.1.1 Sistema de manejo de materiales

Las operaciones involucradas en la bodega incluyen la recepción de productos provenientes de la fábrica y de productos de otras marcas que Pintumezclas comercializa, y el despacho de estos productos para el punto de venta de la empresa y para clientes fuera de la ciudad.

La acomodación de los productos se realiza en dos tipos de estructuras. Estantes de acero inoxidable ajustables y unas plataformas fijas las cuales varían sus dimensiones, además se usan pallets solamente para los productos que vienen en sacos.

Figura 6. Estante ajustable

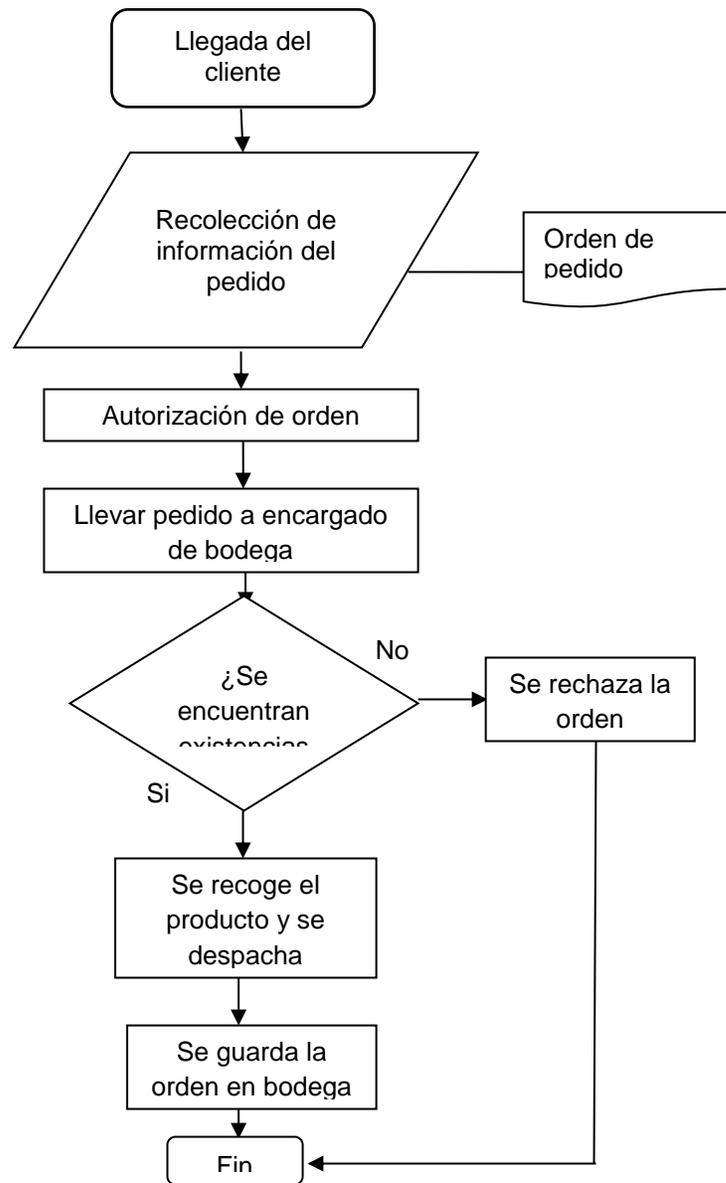


Fuente: Cocinas Sala <http://www.cocinas-sala.com/spanish/n4.html>

¹² Ibid., p. 18

El procedimiento que actualmente se realiza para el despacho de los productos de la bodega se encuentra en la figura 6. La orden de pedido debe ser autorizada por el gerente o la administradora de Pintumezclas Ltda. Por medio de una firma, luego la vendedora lleva la orden a los encargados de la bodega para confirmar si están los productos en existencia. Pese a que en el proyecto anteriormente realizado en la empresa por un estudiante de la Universidad Pontificia Bolivariana implementó una codificación interna por medio de calles y carreras, hoy en día no se utiliza, el personal utiliza su memoria y experiencia para ubicar los productos.

Diagrama 1. Diagrama de flujo Despacho de productos



Fuente: Autor

9.1.2 Equipo de transporte interno

El equipo de transporte utilizado en la bodega consta de dos carretillas utilizadas para despachar y recibir productos. Las carretillas son solo utilizadas cuando la cantidad o peso de los productos excedan la capacidad del personal y son solo utilizadas en el primer piso porque no existe acceso para la carretilla hacia el segundo piso.

Figura 7. Carretilla



Fuente: Ferrovicmar <http://www.ferrovicmar.com/herramientas-electricas.asp?producto=ayerbe-ay350cn>

9.2 DIAGNÓSTICO

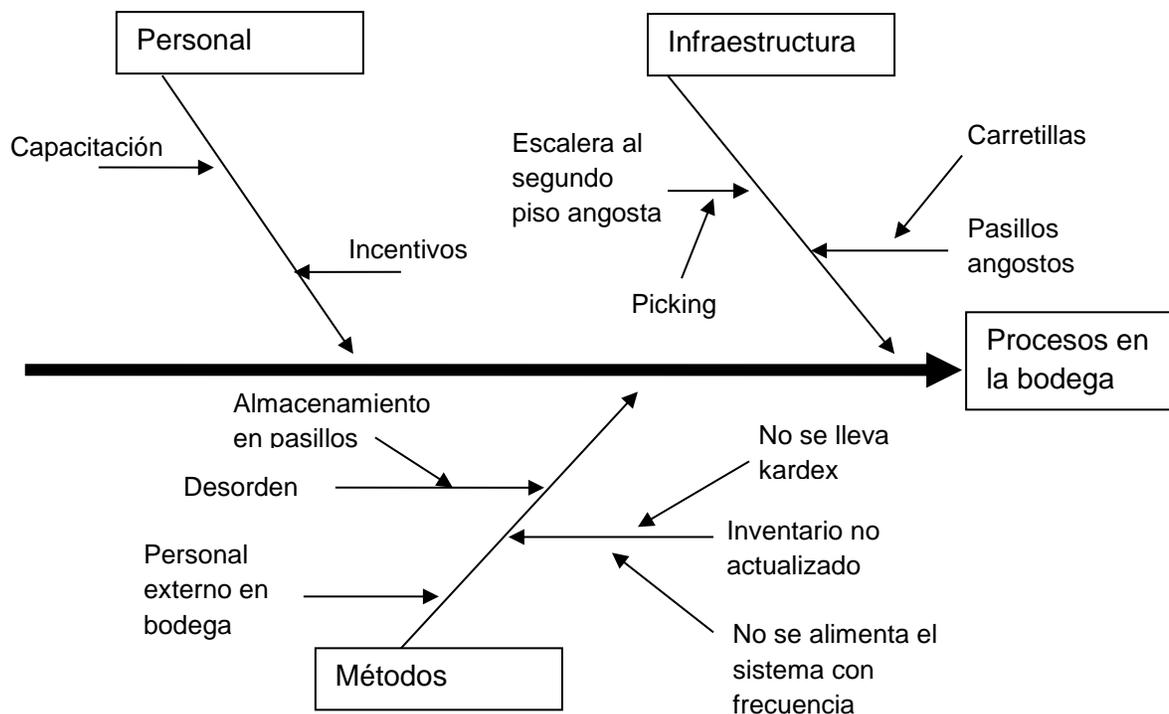
La realización del diagnóstico se realizó mediante observación directa en la bodega, por medio de un diagrama de causa-efecto se identificaron varios problemas que ocurren en este lugar y sus posibles causas.

La identificación de los problemas se dividió en tres categorías, personal, infraestructura y métodos. Los inconvenientes con la infraestructura de la bodega dan como resultados grandes problemas en los recorridos del personal, la bodega cuenta con estantes que están fijos al piso y muchos de los pasillos entre estos estantes son muy angostos, por lo tanto las carretillas no pueden pasar por estos. Otro problema de la infraestructura es la escalera al segundo piso que también es muy angosta, por lo cual les genera mayor trabajo a los operarios al realizar el picking de los productos del segundo piso. En la categoría de personal, los mayores problemas son la capacitación, debido a que los operarios deben aprenderse la ubicación de los productos por práctica y no existe

formación por parte de la empresa, también los incentivos por parte de la empresa hacia los operarios son muy pocas.

Los métodos es la categoría que más problemas presenta, empezando con la falta de control de inventario, los inventarios que se encuentran en el sistema Siigo no son constantemente actualizados, este se debe a que en esta área no se lleva kardex o algún tipo de inventario formal y por lo tanto no se alimenta el sistema de forma regular, a pesar de que Siigo se encuentra instalado en la bodega el personal no está capacitado para utilizarlo, el único departamento que lo utiliza actualmente es el departamento de contabilidad. Otra causa de los problemas es el desorden en la asignación de los productos, muchos productos se encuentran entre los pasillos y en muchas ocasiones se encuentran elementos que no pertenecen a la bodega y finalmente la última causa es que personal de otras áreas de la empresa ingresan a la bodega, en los momentos en que el personal de la bodega se encuentra ocupado.

Diagrama 2. Diagrama causa-efecto bodega



Fuente: Autor

10. ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio de tiempos solo se aplicó en el área de producción de Pintumezclas Ltda. con el propósito de registrar y analizar la operaciones llevadas allí diseñando mejoras que solucionen los inconvenientes detallados anteriormente. Adicionalmente el estudio de tiempos se limitó a dos productos de la línea de la empresa a causa de que algunos procesos de los otros productos tomaban tiempos de más de ocho horas, por lo cual era un obstáculo para la correcta elaboración del estudio de tiempos.

El registro de los tiempos se realizó en diferentes días durante un lapso aproximadamente de más de un mes, a causa de la disponibilidad del personal de la fábrica y de la programación de la producción que la administradora tenía planeado.

Cabe aclarar que debido a las decisiones tomadas por la alta gerencia de Pintumezclas Ltda. no se pudo obtener una completa información de los procesos de producción de la fábrica, por motivos de querer mantener resguardadas sus fórmulas y demás técnicas de producción originarias de la marca Mundo del Color.

En el Anexo A se puede encontrar el formato de registro de los tiempos realizados a los tres productos, junto con los tiempos normales y el tiempo estándar.

10.1 ESTUDIO DE TIEMPOS VINILO COMERCIAL

10.1.1 Inicio de la operación

La operación comienza con la programación que la administradora de la fábrica realizó previamente, es decir, que ella decide el tamaño de lotes a producir según su fuente de información mencionada anteriormente. La producción la ejecuta un auxiliar con la supervisión de la administradora, en ocasiones se necesita la ayuda de otro auxiliar para mover cantidades muy pesadas.

Todas las actividades del proceso de producción del vinilo comercial se agruparon en nueve elementos para facilitar el registro de los tiempos. El primer elemento es la preparación para la elaboración del vinilo, la cuales eran la medición de la materia prima a utilizar la cual se hace en una balanza digital para cantidades pequeñas y en una báscula para cantidades más grandes. El segundo elemento consta de llenar el tanque de la máquina con agua para luego introducir los líquidos como el bactericida, anti espesantes, entre otros e iniciar la molienda. En el tercer elemento se introducen tierras y talcos mientras la máquina continua en molienda desde el elemento anterior. En el cuarto elemento continua la molienda y se le agrega espesantes. El quinto elemento es una

espera, para dejar que el producto se enfríe. En el sexto elemento se agregan resinas, activadores y espesantes, pero se cambian las revoluciones de la máquina para que solo se mezclen estas materias primas. El séptimo elemento son las inspecciones y control de calidad realizadas por la administradora y el auxiliar, la primera es la prueba de molienda, la cual indica la presencia de partículas grandes en el producto, si la prueba no es satisfactoria se debe iniciar la molienda nuevamente y la prueba de cubrimiento la cual consiste en un formato que muestra el grado de cubrimiento de la pintura. El octavo elemento es el reposo del producto final para enfriarse. Y finalmente el último elemento de la producción del vinilo es el filtro el cual se hace con una malla y en algunas ocasiones utilizan una media velada y el empaque, el cual se hace manualmente; en cuanto a las medidas se hacen de forma empírica dependiendo de la experiencia del operario, estos lotes estaban siendo empacados en cuñetes y envases de un galón únicamente. En muchas ocasiones el empaque del producto no se hace inmediatamente después de su producción, sino que se puede empaacar más tarde ese día y al día siguiente, según la disposición de tiempo que asigne la administradora.

Durante la actividad de registro se encontraron unos tiempos extraños los cuales fueron eliminados de la suma total de los tiempos con el fin de no alterar el tiempo normal de la operación. El primer tiempo extraño fue en el ciclo número cinco, en el elemento seis, donde el tiempo para agregar la resina fue muy bajo con respecto a los otros; aquí se encontró que el operario se encontraba en afán por terminar rápido esta operación. El segundo elemento extraño fue en el primer ciclo en el elemento siete, donde su tiempo fue igualmente muy bajo a causa del afán por terminar las pruebas de calidad.

La producción es realizada por lotes, en este caso se hicieron lotes de 500 galones de vinilo comercial, en la máquina G-500 pero solo se utilizó un tanque. Una vez los lotes están empacados se trasladan a la bodega del punto de venta.

10.1.2 Determinación del tiempo estándar

El registro de los tiempos se hizo por medio del método continuo, el cual consiste en iniciar el cronómetro y registrar los tiempos parciales de cada elemento del trabajo, de forma que facilite la anotación de los tiempos. Al tomar la premuestra del estudio de tiempos se observó que el ciclo de tiempo superaba una hora de trabajo, por lo tanto se usó la tabla Westinghouse para calcular el número de ciclos a registrar; la administradora de la planta proporciono la información de que al año se producen aproximadamente 60.000 galones entre todas las líneas de productos, tomando esto en cuenta el número de ciclos a registrar son cinco.

La calificación de la actuación se hizo en conjunto con todos los operarios. La calificación en el factor de habilidad fue excelente con +0.10, los operarios son rápidos, familiarizados con el trabajo y poseen bastante experiencia en la operación, el factor de esfuerzo fue

excelente con +0.10, posee gran interés y son muy activos. El factor de la condiciones fue media con 0.00, aunque la iluminación es la adecuada, la ventilación no es la mejor, en las operaciones se usan varios productos en polvo y aunque los operarios utilizan elementos de protección personal las partículas de polvo quedan en el aire durante mucho tiempo y puede afectar la concentración del operario. El factor de la consistencia obtuvo una calificación de Media con 0.00 debido a que los valores de tiempo no son constantes. Por lo tanto el factor de calificación fue de 0.20. Los valores se pueden observar en la tabla 6. Esta calificación se utilizó en el estudio de tiempo de los tres productos porque sus operaciones son similares y los operarios tienen más de un año de experiencia en la compañía.

Tabla 6. Calificación operarios fábrica Pintumezclas

Habilidad			Esfuerzo		
B	Excelente	+ 0,10	B	Excelente	+ 0,10
Condiciones			Consistencia		
B	Media	0,00	B	Media	0,00

Fuente: Tabla Westinghouse

El sistema de suplementos que se utilizó fue el método de valoración objetiva con estándares de fatiga. En la tabla 7 se puede observar el porcentaje de suplementos o tolerancias otorgadas a los operarios en la operación.

Tabla 7. Suplementos operarios fábrica Printumezclas

Suplementos constantes		Suplementos variables	
Necesidades personales	5	Uso de fuerza > 33,5 Kg	22
Base por fatiga	4	Ruido, intermitente y fuerte	2
		Trabajo de pie	2

Fuente: Estudio del trabajo Ingeniería de métodos, Roberto García Criollo

Todos los operarios son hombres, por esta razón los suplementos constantes son 9% por necesidades personales y por fatiga. Dentro de los suplementos variables se incluyeron diferentes divisiones, suplemento por trabajo de pie 2%, peso levantado por kilogramo 22% debido a que se levantan materias primas de hasta 40 Kg, ruido intermitente y fuerte 2% generado por las máquinas de pintura y monotonía en el trabajo pero su valor fue de cero. En total los suplementos fueron de 35%. Este porcentaje de suplementos se utilizaron en los tres productos debido a la gran similitud en sus procesos.

El tiempo normal y estándar de cada elemento registrado se puede observar en la siguiente tabla en minutos.

Tabla 8. Resultados estudio de tiempos Vinilo comercial

Elemento	Tiempo promedio	Calif.	Tiempo normal	Tiempo estándar
Preparación y medición de materias primas	4,58	0,20	5,49	7,37
Llenar tanque con agua, introducir líquidos y moler	6,88	0,20	8,25	11,13
Introducir talcos y tierras. Moler	19,66	0,20	23,59	31,84
Agregar espesante. Moler	46,77	0,20	56,12	75,76
Dejar enfriar	10,12	0,20	12,14	16,38
Agregar resina y activadores. Mezclar	14,55	0,20	17,46	23,57
Prueba de molienda y cubrimiento	4,66	0,20	5,59	7,54
Reposo	19,19	0,20	23,02	31,07
Filtrado y Empaque	26,18	0,20	31,41	42,40
Almacenamiento	16,61	0,20	19,93	26,9

Fuente: Autor

El tiempo normal del ciclo es el tiempo promedio más la calificación del operario, es decir: $T_n = T_p \times (1 + \text{Calif.})$ el resultado fue 203 minutos por ciclo. El tiempo estándar el tiempo normal más los suplementos, es decir, $T_s = T_n \times (1 + \text{suplementos})$, formula que es mucho más utilizada en la práctica¹³, el resultado fue 274,05 minutos por lote de 500 galones. Por lo tanto es necesario 274,05 minutos para producir 500 galones de vinilo comercial.

La administradora de la fábrica posee un registro del tiempo de producción de cada producto elaborado allí, por razones de confidencialidad no proporciono estos datos, tan solo facilito el tiempo final de proceso. Para la elaboración del vinilo comercial, el tiempo de producción es de tres horas, es decir, 180 minutos para 500 galones; cabe aclarar que aquí no se encuentran incluidos el tiempo de empaque y el tiempo de almacenamiento. Por lo tanto si restamos estos tiempos del tiempo estándar, el valor que se compararía sería 204,75 minutos, el cual tendría una diferencia de 24,75 minutos; el tiempo estándar es 13% más alto al tiempo proporcionado por la administradora. Se considera que no es una diferencia significativa para invalidar los datos.

¹³ Chase, Richard. Jacobs, Robert. Aquilano, Nicholas. Administración de operaciones Producción y cadena de suministros. Duodécima edición, McGraw Hill

10.2 ESTUDIO DE TIEMPOS VINILO DE LÍNEA

10.2.1 Inicio de la operación

Las preparaciones para iniciar la fabricación del vinilo de línea son las mismas que la del vinilo comercial, mediciones de las materias primas, incluyendo una materia prima de más, la cual caracteriza al vinilo de línea.

La elaboración del vinilo de línea no difiere mucho al vinilo comercial, de hecho comparten la mayoría de sus procesos a excepción de un solo elemento, el elemento siete, el cual es la adición de un aditivo mientras la máquina de pintura se encuentra en molienda. Los demás elementos como la introducción de tierras, espesantes, esperas, inspecciones, filtrado y empaque se realizan de la misma forma.

Los elementos extraños encontrados en la operación del vinilo de línea se encontraron en el primer ciclo, en este caso la prueba de molienda y cubrimiento tomó más tiempo de lo normal, el auxiliar de producción tuvo que buscar a la administradora para consultar sobre el resultado de la prueba y el empaque del producto fue más rápido debido a que había una tercera persona ayudando.

En el momento del registro de los tiempos del vinilo de línea se estaban fabricando lotes de 300 galones en la máquina G-300. Estos lotes estaban siendo empacados en envases de unos y dos galones únicamente.

10.2.2 Determinación del tiempo estándar

El registro de tiempo también se hizo por medio del método continuo para anotar el tiempo parcial y el tiempo total del ciclo observado. El número de observaciones a registrar fue de cinco, porque el tiempo de ciclo de este proceso también supera una hora.

La calificación de la valoración calculada anteriormente es utilizada en todos los estudios de tiempos, debido a que todos los operarios estaban involucrados en diferentes procesos. Los resultados fueron: habilidad excelente +0.10, esfuerzo excelente +0.10, condiciones medias 0.00 y consistencia media 0.00 como se explicó en el numeral anterior.

Al igual que las calificaciones, los suplementos de los operarios son los mismos en todos los estudios, suplementos constantes 9%, suplemento por trabajo de pie 2%, peso levantado por kilogramo 22%, ruido intermitente y fuerte 2%. Para un total de tolerancias de 35%.

El tiempo normal y estándar de cada elemento registrado se puede observar en la siguiente tabla en minutos

Tabla 9. Resultados estudio de tiempo vinilo de línea

Elemento	Tiempo promedio	Calif.	Tiempo normal	Tiempo estándar
Preparación y medición de materias primas	4,81	0,20	5,77	7,78
Llenar tanque con agua, introducir líquidos y moler	6,46	0,20	7,75	10,46
Introducir talcos y tierras. Moler	22,74	0,20	27,28	36,82
Agregar espesante. Moler	41,16	0,20	49,39	66,67
Dejar enfriar	10,1	0,20	12,12	16,36
Agregar resina y activadores. Mezclar	14,87	0,20	17,85	24,09
Agregar aditivo y moler	10,91	0,20	13,10	17,68
Prueba de molienda y cubrimiento	5,47	0,20	6,57	8,86
Reposo	19,92	0,20	23,90	32,26
Filtrado y Empaque	21,99	0,20	26,39	35,62
Almacenamiento	15,02	0,20	18,02	24,32

Fuente: autor

El tiempo normal del ciclo es el tiempo promedio más la calificación del operario, es decir: $T_n = T_p \times (1 + \text{Calif.})$ el resultado fue 208,14 minutos por ciclo. El tiempo estándar el tiempo normal más los suplementos, es decir, $T_s = T_n \times (1 + \text{suplementos})$ para aplicar los suplementos al periodo de trabajo, el resultado fue 280,98 minutos por ciclo. Por lo tanto es necesario 280,98 minutos para producir 300 galones de vinilo comercial. Es posible observar que el tiempo estándar entre el vinilo comercial y el vinilo de línea solo difieren por 6,93 minutos.

Los tiempos de la administradora para el vinilo de línea son de 195 minutos para 300 galones. Una vez más restando los tiempos de empaque y almacenamiento el tiempo estándar a comparar sería 221,04 minutos, con una diferencia 26,04 minutos. El tiempo estándar sería 13% mayor al tiempo proporcionado por la administradora. Se considera que no es una muestra representativa para invalidar los datos.

10.3 ESTUDIO DE TIEMPOS ESTUCO

10.3.1 Inicio de la operación

Las preparaciones para iniciar la fabricación del estuco, difieren de las del vinilo, por sus materias primas, pero la tarea es la misma, medir y pesar las cantidades necesarias que dicte la fórmula del estuco para insumos y materias primas.

El proceso de producción del estuco se dividió en seis elementos para facilitar los registros de los tiempos. El primer elemento es la preparación y medición de las materias primas que se utilizan en el lote de estuco. El segundo elemento es la mezcla en seco de polímeros de celulosa y sales dentro de la máquina de estuco. En el tercer elemento se inicia la operación de rehidratación y cambiar las revoluciones de la máquina para pasar de mezcla a molienda. El cuarto elemento consta de agregar tierras y espesantes mientras la maquina aún se encuentra en molienda, una vez el tiempo determinado por la formula ha concluido se pasa al quinto elemento, el cual es una espera, para que el estuco se enfríe. Y finalmente el sexto elemento es el empaque del estuco.

Dentro del registro de los tiempos del estuco se encontraron tres elementos extraños, en el primer ciclo el elemento cuatro tuvo en tiempo relativamente más bajo con respecto a sus otros registros debido a que se utilizó menos tiempo para la operación de molienda. El segundo elemento extraño fue en el ciclo tres en el elemento de mezcla de polímeros, que al igual que el anterior se utilizó menos tiempo en la operación de mezclar. Finalmente en el ciclo cinco el elemento de espera donde se deja enfriar el estuco tuvo un tiempo muy bajo, según el criterio del operario el estuco estaba en temperatura normal para ser empacado.

La producción se realiza por lotes a la máxima capacidad de la maquina la cual es de 150 galones por ciclo. En el momento del registro de los tiempos el empaque del producto terminado se hacía en cuñetes solamente.

10.3.2 Determinación del tiempo estándar

El registro de los tiempos de producción del estuco se hizo por medio del método continuo. Al igual que en las demás tomas de tiempo el número de observaciones para registrar son cinco, debido a que el tiempo de ciclo supera una hora, de acuerdo a la tabla Westinghouse.

La valoración de la actuación de los operarios que fue calculada en los numerales anteriores, se aplicó para la producción de estuco debido a que involucra a los mismos operarios. Los resultados fueron: habilidad excelente +0.10, esfuerzo excelente +0.10, condiciones medias 0.00 y consistencia media 0.00, con un total de valoración de 20%.

Los suplementos son los mismos calculados en los estudios de tiempos anteriores, debido a que las tolerancias son las mismas a lo largo de la fábrica, un total de tolerancias de 35%. Cabe aclarar que los suplementos variables de peso levantado por kilogramo son igual en todos los estudios porque en todos los procesos existen bultos de materias de hasta 40 Kg.

El tiempo normal y estándar de cada elemento registrado se puede observar en la siguiente tabla en minutos

Tabla 10. Estudio de tiempos Estuco

Elemento	Tiempo promedio	Calif.	Tiempo normal	Tiempo estándar
Preparación y medición de materias primas	5,98	0,20	7,17	9,67
Mezcla en seco de polímeros de celulosa y sales	9,21	0,20	11,05	14,91
Rehidratación. Moler	29,95	0,20	35,94	48,51
Agregar tierras y espesante. Moler	12,86	0,20	15,44	20,84
Dejar enfriar	11,12	0,20	13,34	18,01
Filtrado y Empaque	15,82	0,20	18,98	25,62
Almacenamiento	14,27	0,20	17,12	23,11

Fuente: autor

El tiempo normal del ciclo es el tiempo promedio más la calificación del operario, es decir: $T_n = T_p \times (1 + \text{Calif.})$ el resultado fue 119,04 minutos por ciclo. El tiempo estándar el tiempo normal más los suplementos, es decir, $T_s = T_n \times (1 + \text{suplementos})$ es de 160,7 minutos por ciclo. Es decir, para producir 150 galones de estuco son necesarios 160,7 minutos.

El tiempo para elaborar 150 galones de estuco según la administración de la fábrica es de 90 minutos. Para realizar las comparaciones se restaron los tiempos de empaque y almacenamiento al tiempo estándar el cual el resultado fue 111,97 minutos, el tiempo estándar es 24% mayor que el tiempo que tiene la administración. Aunque la diferencia es más alta que en los estudios anteriores no se considera que este fuera de la realidad.

11. ESTUDIO DE MÉTODOS

Como se mencionó anteriormente, la política de la empresa en cuanto a divulgar los detalles de los procesos de producción llevados a cabo en la fábrica y las materias primas utilizadas es muy fuerte. A causa de la limitación de información que se proporcionó, se debieron hacer algunas restricciones a la hora de elaborar el estudio de métodos.

11.1 DIAGRAMA MACRO MÉTODOS

11.1.1 Diagramas vinilo comercial

Diagrama 3. Diagrama de Flujo de proceso vinilo comercial

Diagrama de Flujo de proceso						
Proceso	Vinilo comercial			Resumen	No	Tiempo
Método actual	x	Método propuesto		○ Operación	2	149,67
Hombre		Material	x	⇒ Transporte	0	
Inicia en:	Llenado del tanque			□ Inspección	1	7,54
Termina en:	Almacenamiento			⏸ Demora	2	47,45
Operarios que intervienen:	2			▽ Almacenaje	1	42,4

Descripción	operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	Tiempo (min)	Observaciones
Preparación y medición de materias primas	●	⇒	□	⏸	▽	7,37	
Llenar tanque con agua y líquidos. Moler	●	⇒	□	⏸	▽	11,13	
Introducir tierras. Moler	●	⇒	□	⏸	▽	31,84	
Agregar espesante. Moler	●	⇒	□	⏸	▽	75,76	
Dejar enfriar	○	⇒	□	●	▽	16,38	Prueba al tacto
Agregar activadores y espesantes	●	⇒	□	⏸	▽	23,57	
Prueba de molienda y cubrimiento	○	⇒	■	⏸	▽	7,54	
Reposo	○	⇒	□	●	▽	31,07	
Filtro y Empaque	●	⇒	□	⏸	▽	42,40	Proceso de empaque no es continuo
Almacenamiento	○	⇒	□	⏸	▽	26,9	

Fuente: Autor

El diagrama de flujo del proceso del vinilo comercial muestra cómo se está realizando la operación actualmente, con el tiempo estándar hallado anteriormente en el estudio de tiempos. A partir de este diagrama se pueden generar pequeñas mejoras en el método de trabajo. El tiempo de proceso más grande lo posee el elemento cinco el cual es la molienda del espesante, seguido por el elemento nueve el cual es el filtrado y empaclado del vinilo comercial.

En el siguiente diagrama hombre – máquina se pueden observar claramente la operación que realiza el auxiliar de producción frente a la máquina G-500, sus tiempos inactivos y los tiempos ociosos por los que pasa la máquina. La escala de tiempo está registrada en intervalos de cinco minutos y el tiempo registrado de la operación se encuentra en paréntesis en cada elemento productivo para comodidad de la elaboración del diagrama.

Diagrama 4. Diagrama Hombre – Máquina Vinilo comercial

Diagrama hombre-máquina			
Proceso:	Vinilo comercial	Operario:	Auxiliar de producción
			Máquina: G-500
Operador	Tiempo (min)	Máquina	
Preparación y medición de materias primas (7,37)	5	Inactivo	
	10		
Cargar agua	15	Molienda (11,13) (31,84) (75,76)	
Inactivo	20		
Introducir talcos y tierras	25		
Inactivo	30		
	35		
	40		
	45		
	50		
Agregar espesante	55		
Inactivo	60		
	65		
	70		
	75		
	80		
	85		
	90		
	95		
	100		
	105		
Inactivo	110	Inactivo (16,38)	
	115		
	120		
	125		
Agregar resina y activadores	130	Mezclado (23,57)	
	135		
	140		
	145		
Inactivo	150	Mezclado (23,57)	
	155		
	160		
Prueba de molienda y cubrimiento (7,54)	165	Inactivo	
	170		
	175		
Inactivo (31,07)	180	Inactivo	
	185		
	190		

	195	
	200	
	205	
Filtrado y empaque (42,4)	210	Inactivo
	215	
	220	
	225	
	230	
	235	
	240	
	245	
Almacenamiento (26,9)	250	Inactivo
	255	
	260	
	265	
	270	
	275	

Fuente: Autor

$$t \text{ productivo del operario} = 88,21 \text{ min}$$

$$t \text{ improductivo del operario} = 189,75 \text{ min}$$

$$\% \text{ util. operario} = \frac{88,21}{274,05} = 32,18\%$$

$$t \text{ productivo máquina} = 142,3$$

$$t \text{ improductivo máquina} = 124,12$$

$$\% \text{ util. máquina} = \frac{142,3}{274,05} = 51,9\%$$

El tiempo productivo del operario en la producción del vinilo comercial fue de 115,28 minutos tomando como referencia el tiempo estándar calculado, además se tomó de supuestos que las cargas que se realizaban a la máquina tenían un valor de un minuto cada una, es decir, cuatro minutos en total en operación de carga. El tiempo improductivo del operario fue de 189,92 minutos, este fue el tiempo en el que la máquina realizaba la operación de molienda o mezclado y cuando existían esperar dentro de la operación. El porcentaje de utilización del operario fue de 32,18% y el porcentaje de utilización de la máquina fue de 51,9%. Se puede observar que la utilización de la máquina es mucho mayor a la del operario, por ende el operario tiende a tener más posibilidades de generar demoras debido a la gran cantidad de tiempo de espera al que está sometido.

11.1.2 Diagrama vinilo de línea

Diagrama 5. Diagrama de Flujo de proceso vinilo de línea

Diagrama de Flujo de proceso							
Proceso	Vinilo de línea				Resumen	No	Tiempo
Método actual	x	Método propuesto			○ Operación	7	199,12
Hombre		Material	x		⇒ Transporte	0	
Inicia en:	Medición de materias primas				□ Inspección	1	8,86
Termina en:	Almacenamiento				◻ Demora	2	48,62
Operarios que intervienen:	2				▽ Almacenaje	1	24,32

Descripción	operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	Tiempo (min)	Observaciones
Preparación y medición de materias primas	●	⇒	□	◻	▽	7,78	
Llenar tanque con agua y líquidos. Moler	●	⇒	□	◻	▽	10,46	
Introducir tierras. Moler	●	⇒	□	◻	▽	36,82	
Agregar espesante. Moler	●	⇒	□	◻	▽	66,67	
Dejar enfriar	○	⇒	□	◻	▽	16,36	
Agregar activadores y resina. Mezclar	●	⇒	□	◻	▽	24,09	
Agregar aditivo. Moler	●	⇒	□	◻	▽	17,68	
Prueba de molienda y cubrimiento.	○	⇒	□	◻	▽	8,86	
Reposo	○	⇒	□	◻	▽	32,26	
Empaque	●	⇒	□	◻	▽	35,62	Proceso de empaque no es continuo
Almacenamiento	○	⇒	□	◻	▽	24,32	

El diagrama de flujo del vinilo de línea es la representación del proceso de producción de este producto que se está realizando actualmente. Al igual que el vinilo comercial su proceso de mayor tiempo es la molienda del espesante, pero en este proceso de vinilo de línea es menor que en el comercial.

A continuación se muestra el diagrama hombre – máquina para la producción de vinilo de línea. La escala de tiempo se encuentra en intervalos de cinco minutos y el tiempo registrado es el calculado anteriormente en el tiempo estándar.

Diagrama 6. Diagrama hombre – máquina vinilo de línea

Diagrama hombre-máquina			
Proceso:	Vinilo línea	Operario:	Auxiliar de producción
			Máquina: G-300
Operador	Tiempo (min)	Máquina	
Preparación y medición de materias primas (7,78)	5	Inactivo	
	10		
Cargar agua	15	Molienda (10,46) (36,82) (66,67)	
Inactivo	20		
Introducir talcos y tierras	25		
Inactivo	30		
	35		
	40		
	45		
Agregar espesante	50		
	55		
Inactivo	60		
	65		
	70		
	75		
	80		
	85		
	90		
	95		
	100		
	105		
Inactivo	110	Inactivo (16,36)	
	115		
	120		
Agregar resina y activadores	125	Mezclado (24,09)	
	130		
	135		
	140		
	145		
Inactivo	150	Moler (17,68)	
	155		
	160		
	165		
Agregar aditivo	170	Inactivo	
Inactivo	175		
	180		
Prueba molienda y cubrimiento (8,86)	185	Inactivo	
	190		
Inactivo (32,36)	195	Inactivo	
	200		
	205		
	210		
	215		
Empaque (35,62)	220	Inactivo	
	225		
	230		
	235		
	240		
	245		
Almacenamiento (24,32)	250	Inactivo	
	255		
	260		
	265		
	270		
	275		
	280		

$$t \text{ productivo del operario} = 81,58 \text{ min}$$

$$t \text{ improductivo del operario} = 204,44 \text{ min}$$

$$\% \text{ util. operario} = \frac{81,58}{280,98} = 29,03\%$$

$$t \text{ productivo máquina} = 155,72 \text{ min}$$

$$t \text{ improductivo máquina} = 130,3 \text{ min}$$

$$\% \text{ util. máquina} = \frac{155,72}{280,98} = 55,42\%$$

El tiempo en que el operario estaba realizando operaciones fue de 81,58 minutos, en esta ocasión se incluyeron cinco minutos adicionales como supuestos de los elementos de carga de la máquina y el tiempo en que se encontraba en espera era de 204,44 minutos, su porcentaje de utilización fue de 29,03%. La máquina tuvo un tiempo productivo de 155,72 minutos y su porcentaje de utilización fue de 55,42%, este porcentaje fue más alto que en la operación del vinilo comercial por el elemento adicional que posee este.

11.1.3 Diagrama de flujo estuco

Diagrama 7. Diagrama de flujo de proceso de estuco

Diagrama de Flujo de proceso						
Proceso	Estuco			Resumen	No	Tiempo
Método actual	x	Método propuesto		○ Operación	5	119,55
Hombre		Material	x	⇒ Transporte	0	
Inicia en:	Medición de materias primas			□ Inspección	0	
Termina en:	Almacenamiento			⊐ Demora	1	18,01
Operarios que intervienen:	2			▽ Almacenaje	1	23,11

Descripción	operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	Tiempo (min)	Observaciones
Preparación y medición de materias primas	●	⇒	□	⊐	▽	9,67	
Mezcla en seco de polímeros	●	⇒	□	⊐	▽	14,91	
Rehidratación. Moler	●	⇒	□	⊐	▽	48,51	
Agregar tierras y espesante. Moler	●	⇒	□	⊐	▽	20,84	
Dejar enfriar	○	⇒	□	⊐	▽	18,01	
Filtrado y empaque	●	⇒	□	⊐	▽	25,62	
Almacenamiento	○	⇒	□	⊐	▽	23,11	

Al igual que los dos procesos anteriores el elemento que tiene el tiempo de producción es la molienda. Aunque es uno de los procesos base de la producción de pintura y revestimientos puede considerarse como el cuello de botella de la operación.

El siguiente diagrama muestra los tiempos productivos del auxiliar operativo en la producción de estuco, con respecto al tiempo estándar.

Diagrama 8. Diagrama hombre – máquina estuco

Diagrama hombre-máquina				
Proceso:	Estuco	Operario:	Auxiliar de producción	Máquina: Estuco
Operador		Tiempo (min)		Máquina
Preparación y medición de materias primas (9,67)		5		Inactivo
		10		
Cargar polímeros		15		Mezcla(14,91)
	Inactivo	20		
		25		
Agregar agua inactivo		30		Molienda (48,51) (20,84)
		35		
		40		
		45		
		50		
		55		
		60		
		65		
		70		
		75		
Agregar tierras inactivo		80		
		85		
		90		
Inactivo (18,01)		95		Inactivo
		100		
		105		
Filtrado y empaque (25,62)		110		Inactivo
		115		
		120		
		125		
		130		
Almacenamiento (23,11)		135		Inactivo
		140		
		145		
		150		
		155		
	160			

$$t \text{ productivo del operario} = 61,4 \text{ min}$$

$$t \text{ improductivo del operario} = 102,27 \text{ min}$$

$$\% \text{ util. operario} = \frac{61,4}{160,7} = 38,2\%$$

$$t \text{ productivo máquina} = 84,26 \text{ min}$$

$$t \text{ improductivo máquina} = 79,41 \text{ min}$$

$$\% \text{ util. máquina} = \frac{84,26}{160,7} = 52,43\%$$

El tiempo productivo del auxiliar operativo en la producción del estuco es de 61,4 minutos adicionando un supuesto de tres minutos de carga de material a la máquina por cada elemento de este, su utilización durante la operación fue de 38,2%, fue el más alto porcentaje de utilización de los tres procesos estudiados, debido al corto tiempo de ciclo que tiene. Por otro lado la utilización de la máquina fue de 52,43%, en los tres procesos se encontró que la utilización de la maquina es cercana a la mitad del tiempo del ciclo.

12. DISEÑO DE MEJORAS EN LA FÁBRICA

12.1 PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Con base en el estudio de tiempos realizado se diseñó una programación de producción de los tres tipos de productos estudiados, donde se puede identificar la secuencia con la que se realiza cada operación y la hora del día. La programación se realizó con base en que el día laboral comenzaba a las 7:30 am como normalmente inician las labores en Pintumezclas.

Tomando en cuenta esto, la producción de los lotes bajo pedido tiene un tiempo estándar desde que se empieza la producción hasta que el producto está terminado, empacado y almacenado para su venta o distribución.

Para la programación de la operación del vinilo comercial se inició el primer elemento a las 7:30 a.m. el cual fue la medición de las materias primas, los demás elementos se realizaban uno tras otro, a excepción del elemento de la prueba de molienda y cubrimiento que se puede iniciar un par de minutos antes de terminar el elemento anterior, la operación termino a las 11:59 a.m. La programación de la operación del vinilo de línea fue similar al vinilo comercial, el elemento de prueba de cubrimiento también inicio una par de segundos antes de terminar el elemento anterior, la operación inicio a las 7:30 a.m. y terminó a las 12:07 p.m. la programación del estuco inicio a las 7:30 a.m. y terminó a las 10:10 a.m. todos su elementos iniciaron una vez terminaba el anterior, ningún elemento pudo iniciar simultáneamente o antes que terminara otro.

En el anexo B se puede observar los diagramas de Gantt con la programación de cada proceso.

12.2 ESTÁNDAR DE PRODUCTOS

En la producción por lotes generalmente se produce una cantidad específica de un bien, en el caso de las pinturas por galones, pero en algunas ocasiones el número de producto terminado no coincide con el tamaño del lote que se pretendía producir. Esto puede ser a causa de que las medidas de las materias primas estén incorrectas o que dentro del proceso de producción se pierda cierta cantidad de material ya sea por material dañado, sobrante o que se elimine naturalmente debido al proceso.

El formato de estándar de producto es útil para identificar exactamente cuanta cantidad de producto terminado de cada lote es producido, por lo tanto podemos conocer cuántas unidades de cuñetes exactamente pueden producirse cuando se utiliza la máquina G-500. En teoría deberían llenarse 100 cuñetes porque cada cuñete son aproximadamente cinco galones. Sin embargo al final de la producción pueden producirse más de cien galones o menos de cien galones.

El formato debe llenarse para cada una de las presentaciones que tiene Pintumezclas en su portafolio, cuñete, balde, galón, ½ galón, ¼ galón, 1/8 galón, 1/16 galón y 1/32 galón con el fin de conocer el estándar de cada producto.

Tabla 11. Formato estándar de productos

Estándar de producto				
Producto:		Máquina:		Fecha:

	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4
Cuñete				
Balde				
Galón				
½ galón				
¼ galón				
1/8 galón				
1/16 galón				
1/32 galón				

Elaboró :		Revisó:	
-----------	--	---------	--

Fuente: Autor

En las ocasiones en que se presenten discrepancias entre las unidades producidas y las unidades que se proyectaron fabricar, los datos del estándar del producto resultarían altamente útiles. El formato de estándar de productos se debe elaborar periódicamente con el fin de tener una muestra representativa de las mediciones de los productos. Gracias a estos datos podemos realizar un seguimiento al producto terminado con respecto a la cantidad de materia prima que se utilizó en su elaboración.

Una vez se haya hecho el control y el seguimiento de la materia prima y el producto final, se tendrá una base para tomar decisiones que ayuden a contrarrestar las diferencias que se encuentran entre los datos. Entre estas decisiones podrían encontrarse el realizar un programa de calibración a los instrumentos de medición y la evaluación de los proveedores de materias primas, si estas pueden estar causando las diferencias en los estándares de los productos.

13. DISEÑO DE MEJORAS EN BODEGA

13.1 CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS

Inicialmente se realizó una división de todos los productos que produce y comercializa Pintumezclas Ltda. Para facilitar la identificación de cada familia de producto, la cual fue ferretería y pinturas y revestimientos, luego se clasificó cada división por marca y por tipo de producto para hacer la asignación de estos en la bodega. Con esto es posible realizar una mejor identificación de la distribución actual de la bodega y plantear mejores distribuciones utilizando simulaciones.

Para la división de pinturas y revestimientos, se clasificó los productos de cada marca en cuatro categorías; industrial, la cual está conformada por diferentes tipos de revestimientos, como impermeabilizantes, removedor, thinner, varsol, poliéster, poliuretano, masilla, resina, pulimentos, cal, etc. En la categoría de vinilos se encuentran vinilos comerciales, de línea y acrílicos. La categoría de esmaltes lo conforman esmaltes comerciales, de línea y martillados. La categoría de línea son todos los productos que pertenecen a una línea de específica, como automotiva, madera, anticorrosivo, estuco. Y la categoría de pintura electrostática, que se utiliza como recubrimiento especial. En la bodega se encuentra un total de 14 marcas de pinturas y revestimientos incluyendo la marca Mundo del Color.

Dentro de la división de ferreteros, la categoría de Abrasivos, adhesivos y limpiadores cuenta con 150 referencias. La categoría de herramientas e instrumentos posee 132 referencias. La categoría de elementos de protección personal solo posee 17 referencias. La categoría de bombillos en la división de eléctricos cuenta con 21 referencias de distintas clases de bombillos y los componentes eléctricos tienen 20 referencias. Dentro de la clasificación de pinturas y revestimientos, la marca mundo del color tiene 104 referencias en industrial, 42 referencias en vinilo, 24 en esmalte y 115 en línea. La marca Terinsa tiene 16 referencias en línea, 11 en esmalte, 2 en vinilo y 5 en industrial. La marca Glasurit 25 referencias de línea y 16 de industrial. La marca Poliescol posee 21 referencias de industrial. La marca Salcomix tiene 4 referencias de línea y 5 industrial. La marca Stanprof tiene 24 referencias. La marca Ric tiene 28 referencias. La marca Deltron 54 referencias. La marca Majestic posee 10 referencias. La marca Ixel tiene 126 referencias. La marca Tonner tiene 10 referencias. La marca Helios tiene 3 referencias. La marca Nitroacryl posee 27 referencias y la marca Tecnical tiene 3 referencias.

A continuación se muestra la clasificación de los productos, la cual será utilizada más adelante en la clasificación ABC para la distribución de la bodega.

Tabla 12. Clasificación de los productos

Ferretería		Pinturas y Revestimientos			
Ferreteros	Eléctricos	Mundo del color Industrial Vinilos Esmalte Línea	Terinsa Industrial Vinilos Esmalte Línea	Glasurit Línea Industrial	Poliescol Industrial
Abrasivos, adhesivos y limpiadores	Bombillos				
Herramientas e instrumentos	Componentes eléctricos	Salcomix Línea Industrial	Stanford Línea	Ric Electroestática	Deltron Industrial
EPP		Majestic Industrial	Ixell Industrial	Tonner Industrial	Helios Industrial
		Nitroacryl Industrial	TecniCal Industrial		

Fuente: Autor

13.2 DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA BODEGA

La distribución de los productos en la bodega de Pintumezclas Ltda. Incumple varios conceptos básicos del buen almacenamiento, entre estos están: almacenar productos en los pasillos, almacenar objetos ajenos a los productos de la bodega, ubicar productos en el piso, entre otros. Sus productos se encuentran distribuidos de manera aleatoria a lo largo de la bodega, familias de productos se encuentran distribuidas en diferentes lugares. Pese a esto se cumple con la restricción de peso de los productos, ubicándolos en el primer piso. Dentro de la bodega se realiza el proceso de llenado de tarros de thinner y varsol, en el pasillo detrás de las escaleras.

En el anexo C se muestra como se encuentra distribuida la bodega actualmente utilizando la división por categorías o familias, las áreas que no están marcadas, se encuentran vacías o se utilizan para almacenar tarros vacíos y demás objetos propiedad de Pintumezclas.

13.2.1 Capacidad de almacenamiento de la bodega

La acomodación de los productos se realiza en tres tipos de estructuras, estantes fijos, los cuales se encuentran pegados al piso y tienen dos niveles, estos estantes fijos varían de tamaño a lo largo de la bodega y los estantes móviles, los cuales son de metal pero pueden ser trasladados y también varían de tamaño; y las estibas elaboradas en madera. En total son 21 estantes fijos, 42 estantes móviles y cuatro estibas. Cabe aclarar que el primer nivel de los estantes fijos es el suelo y los productos son ubicados allí sin ningún

tipo de protección para su base; las estibas son utilizadas únicamente para almacenar bultos de cal.

Las presentaciones del grupo de pinturas y revestimientos que se almacenan individualmente son los cuñetes y los baldes (dos galones); las presentaciones que se almacenan en empaques son de 1, ½, ¼, 1/16 y 1/32 galón. Estos empaques tienen un mismo tamaño de 35 centímetros de largo y profundidad y 20 centímetros de altura. Los baldes tienen una dimensión de 26 centímetros de lado y 19 centímetros de altura y los cuñetes tienen una dimensión de 36 centímetros de lado y 23 centímetros de altura. Los productos del grupo de ferretería tienen dimensiones muy variadas y estas se acomodan en los estantes móviles.

La siguiente tabla muestra la capacidad de cada estante de la bodega. Para el nivel uno de los estantes fijos se toma el supuesto de que el límite para ubicar producto verticalmente es de cinco para galón y 4 para balde

Tabla 13. Capacidad estantes de bodega

Piso 1		
Estantes fijos		
	Dimensión (cm)	Capacidad
Estante 1	684x126x100	Nivel 1: 190 empaques o 288 baldes
		Nivel 2: 174 cuñetes
Estante 2	420x126x70	Nivel 1: 120 empaques o 176 baldes
		Nivel 2: 108 cuñetes
Estante 3	600x126x70	Nivel 1: 170 empaques o 248 baldes
		Nivel 2: 156 cuñetes
Estante 4	459x126x70	Nivel 1: 130 empaques o 192 baldes
		Nivel 2: 114 cuñetes
Estante 5	600x126x70	Nivel 1: 170 empaques o 248 baldes
		Nivel 2: 156 cuñetes
Estante 6	420x126x70	Nivel 1: 120 empaques o 176 baldes
		Nivel 2: 108 cuñetes
Estante 7	765x126x70	Nivel 1: 210 empaques o 320 Baldes
		Nivel 2: 198 cuñetes
Estante 8, 9, 10	600x126x100	Nivel 1: 170 empaques o 248 baldes
		Nivel 2: 156 cuñetes
Estante 11 y 12	231x134x98	Nivel 1: 60 empaques o 96 baldes
		Nivel 2: 60 cuñetes
Estantes móviles		
Estante 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19	90x175x30	25 espacios para productos de tamaño de 1 galón
Piso 2		

Estantes fijos		
Estante 1, 2, 3	850x126x70	Nivel 1: 240 empaques o 352 baldes
		Nivel 2: 216 cuñetes
Estante 4, 5, 6	420x126x70	Nivel 1: 120 empaques o 176 baldes
		Nivel 2: 108 cuñetes
Estante 7	850x126x70	Nivel 1: 240 empaques o 352 baldes
		Nivel 2: 216 cuñetes
Estantes movibles		
Estante 8	119x165x37	37 espacios para productos de tamaño de 1 galón
Estante 9, 10	336x180x30	105 espacios para productos de tamaño de 1 galón
Estante 11, 12	356x216x59	220 espacios para productos de tamaño de 1 galón
Estante 13	447x235x30	135 espacios para productos de tamaño de 1 galón
Estante 14, 15	79x179x30	24 espacios para productos de tamaño de 1 galón
29 Estantes	84x180x30	25 espacios para productos de tamaño de 1 galón

Fuente: Autor

13.3 CLASIFICACIÓN ABC

Para la elaboración de la clasificación ABC se utilizó como información las ventas netas de tres meses los cuales son considerados como meses no estacionales con el fin de que no existiera alta variabilidad entre las ventas. Se eligieron las ventas para realizar la clasificación debido a que no fue posible que la empresa proporcionara otras variables como la rotación del inventario porque el sistema siigo no lo arrojaba.

La discriminación de las ventas de cada producto se encuentra en el Anexo Ventas en CD.

Tabla 14. Clasificación ABC Pinturas y revestimientos

	Ventas	% Ventas	% Acum. ventas	Clasif.
TOTAL INDUSTRIAL IXEL	\$ 171.527.574	26,01%	26,01%	A
TOTAL INDUSTRIAL NITROACRYL	\$ 135.716.312	20,58%	46,59%	
TOTAL VINILOS MC	\$ 79.307.967	12,03%	58,61%	
TOTAL ESMALTES MC	\$ 75.063.466	11,38%	69,99%	
TOTAL LINEA MC	\$ 58.166.593	8,82%	78,81%	
TOTAL INDUSTRIAL MC	\$ 52.181.099	7,91%	86,73%	B
TOTAL INDUSTRIAL POLIESCOL	\$ 34.785.956	5,27%	92,00%	
TOTAL INDUSTRIAL DELTRON	\$ 16.527.630	2,51%	94,51%	
TOTAL ELECTROESTATICA	\$ 11.939.102	1,81%	96,32%	

TOTAL LINEA TERINSA	\$ 4.195.431	0,64%	96,95%	C
TOTAL LINEA STANPROF	\$ 3.570.773	0,54%	97,50%	
TOTAL LINEA GLASURIT	\$ 3.391.253	0,51%	98,01%	
TOTAL INDUSTRIAL MAJESTIC	\$ 3.114.834	0,47%	98,48%	
TOTAL INDUSTRIAL GLASURIT	\$ 2.939.621	0,45%	98,93%	
TOTAL INDUSTRIAL TONNER	\$ 2.304.196	0,35%	99,28%	
TOTAL INDUSTRIAL TECNICAL	\$ 1.554.126	0,24%	99,51%	
TOTAL INDUSTRIAL TERINSA	\$ 883.459	0,13%	99,65%	
TOTAL LINEA SALCOMIX	\$ 882.978	0,13%	99,78%	
TOTAL VINILO TERINSA	\$ 440.515	0,07%	99,85%	
TOTAL ESMALTE TERINSA	\$ 412.459	0,06%	99,91%	
TOTAL INDUSTRIAL SALCOMIX	\$ 368.108	0,06%	99,97%	
TOTAL INDUSTRIAL HELIOS	\$ 225.601	0,03%	100,00%	
TOTAL	\$ 659.499.053			

Fuente: Autor

La clasificación realizada por las ventas de los meses agosto, septiembre y octubre de 2012 sobre el grupo de pinturas y revestimientos, arrojó que el 22.7% de las categorías de los productos de este grupo comprenden el 78.81% de las ventas. Estos productos pertenecen a cinco categorías de productos, los cuales se tomarán como prioridad para la asignación en la bodega. Además de esta clasificación, se debe tomar en cuenta la restricción de peso de los productos, los cuales afecta a industrial Nitroacryl, vinilos mundo del color, esmaltes mundo del color, línea mundo del color los cuales son de clasificación A, industrial mundo del color que es clasificación B e industrial de Tecnical que es clasificación C.

Por lo tanto las divisiones industrial ixcel, industrial nitroacryl, esmaltes, vinilo y línea mundo del color pertenecen a la clasificación A. las divisiones industrial mundo del color, industrial poliescol, industrial deltron, electroestática, línea terinsa y línea Stanford pertenecen a la clasificación C. Y las demás divisiones en la categoría C.

Tabla 15. Clasificación ABC ferretería

	Ventas	% Ventas	% Acum. ventas	Clasif.
TOTAL ABRASIVOS, ADHESIVOS	\$ 32.849.931,00	65,20%	65,20%	A
TOTAL HERRAMIENTAS	\$ 11.801.361	23,42%	88,62%	B
TOTAL PARTES ELECTRICAS	\$ 3.343.270	6,64%	95,26%	
TOTAL BOMBILLOS	\$ 2.025.346	4,02%	99,28%	C
TOTAL EPP	\$ 362.754	0,72%	100,00%	
TOTAL	\$ 50.382.662,00			

Fuente: Autor

La clasificación realizada al grupo de ferretería, indica que el 20% de las categorías, en este caso la categoría de abrasivos, adhesivo y limpiadores comprende el 65.2% de las ventas de este grupo. La asignación de los productos de este grupo se limitara a los estantes móviles.

La división de abrasivos y adhesivos quedaron en clasificación A. herramientas y partes eléctrica en clasificación B. Bombillos y elementos de protección personal se clasificaron en C.

En la nueva distribución de la bodega se reacomodó y se utilizó algunos estantes móviles que estaban sin utilizar, para maximizar el espacio de almacenamiento. Además de reubicar el lugar donde se realiza el llenado de varsol y thinner en el mismo lugar donde se almacena este. Esto se puede encontrar en el anexo D.

13.4 SIMULACIÓN CON PROMODEL

Se utilizó el software Promodel para realizar simulaciones de algunas de las operaciones que normalmente se hacen en la bodega de Pintumezclas. En total se realizaron cuatro simulaciones de los movimientos de los productos a la hora de su despacho con sus respectivas modificaciones de acuerdo a las propuestas de mejora en esta área. Para el cálculo de las distribuciones de los tiempos, se tomó una muestra de tiempos en la bodega para cada simulación y se verificó si estos eran representativos por medio de la herramienta de Promodel Stat-Fit. Las simulaciones y resultados se encuentran en el anexo Promodel en CD.

13.4.1 Toma de tiempos y distribuciones

Se realizaron dos registros de tiempos para la construcción de las simulaciones, registro de las llegadas de las ordenes de pedidos, el tiempo de recolección de un pedido.

Se tomaron 30 registros para los tiempos de las llegadas de las órdenes de pedido desde las 7:30 a.m. de un día entre semana, se realizaron de forma continua hasta llegar a un tiempo de dos horas y seis minutos donde se completó las 30 órdenes como se muestra a continuación y luego se calcularon los tiempos elementales en minutos.

Tabla 16. Registro de tiempo de llegada de órdenes

Registro tiempo de llegada de ordenes										
Tiempo de llegada de órdenes de pedidos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1:16	1:41	3:10	3:41	5:17	10:12	18:50	31:30	35:24	36:50
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	38:15	46:20	47:24	50:28	54:18	58:20	1:01:00	1:04:53	1:10:46	1:21:32
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1:24:05	1:31:15	1:35:52	1:39:16	1:43:55	1:49:03	1:53:36	2:00:24	2:03:50	2:06:56	
Tiempo element al (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1,26	0,41	1,48	0,51	1,6	4,91	8,63	12,66	3,9	1,43
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	1,41	8,08	1,06	3,06	3,83	4,03	2,66	3,88	5,88	10,76
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2,55	7,16	4,61	3,4	4,65	5,2	4,48	6,8	3,43	3,1	

Fuente: Autor

Una vez ingresados los datos a la herramienta Stat:fit se muestra una distribución que no se debe rechazar, la cual es la logarítmica normal. El programa muestra la prueba Anderson-Darling la cual es una prueba no paramétrica para hallar distribuciones con un valor de p de 0,692 el cual indica que la muestra de estos tiempos es representativa y su la distribución que mejor se ajusta es la Lognormal (1.17, 0.815) unidades en minutos.

En el registro del tiempo de recolección de pedido también se tomó un tamaño de muestra de 30, este registro no fue continuo debido a las diferentes operaciones que se llevan en la bodega por lo tanto se tomó el tiempo que tomaba recolectar cada pedido hasta tener 30 registros como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 17. Registro de tiempo de recolección de pedidos

Registro de tiempo de recolección de pedidos										
Tiempo de recolección de pedidos (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	0,33	0,16	0,66	1,1	0,38	0,2	2,03	1,31	0,75	0,48
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	2,21	0,28	0,7	1,36	1,83	3,51	0,4	0,85	1,25	0,73
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0,65	0,98	2,48	3,85	0,8	0,51	1,3	0,36	1,35	0,48	

Fuente: Autor

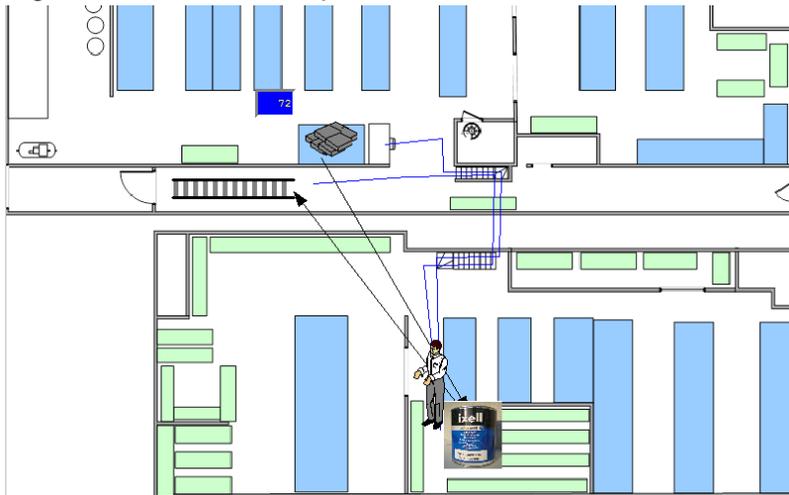
La prueba Anderson-Darling arrojó un valor de p de 0.354 para una distribución exponencial. Lo cual demuestra que es una muestra representativa para la recolección de pedidos con una distribución de e (1,11) unidades en minutos.

13.4.2 Resultados de las simulaciones

Se diseñaron dos tipos de simulaciones, una con las condiciones actuales de la bodega, es decir, como normalmente opera la bodega y otra con la propuesta de distribución por familias planteada anteriormente.

El primer modelo que se estudió fue la operación de despacho de productos de marca Ixell el cual es un producto de categoría A y el que más representa ventas en la empresa. La simulación inicio con la entrada de la entidad orden de pedidos con una distribución de $L(1.17, 0.815)$ tomando como supuesto de que solo se encuentra un bodeguero para la operación este recoge el pedido y lo procede a recolectar. Como se muestra en la simulación el bodeguero inicia el recorrido hasta el segundo piso donde se encuentran los estantes de los productos de marca ixell, allí el tiempo de recolección tiene una distribución exponencial de 1,11 minutos y luego se dispone a llevar la entidad galón ixell a la salida donde los encargados del punto de venta se encargarán de entregarlo al cliente, aquí termina la simulación de este modelo. Durante todo el modelo el operario se queda en la misma ruta. La simulación se corrió por ocho horas el cual es el tiempo normal de trabajo en la bodega y arrojó los siguientes resultados.

Figura 7. Simulación de pedido ixell con la distribución actual

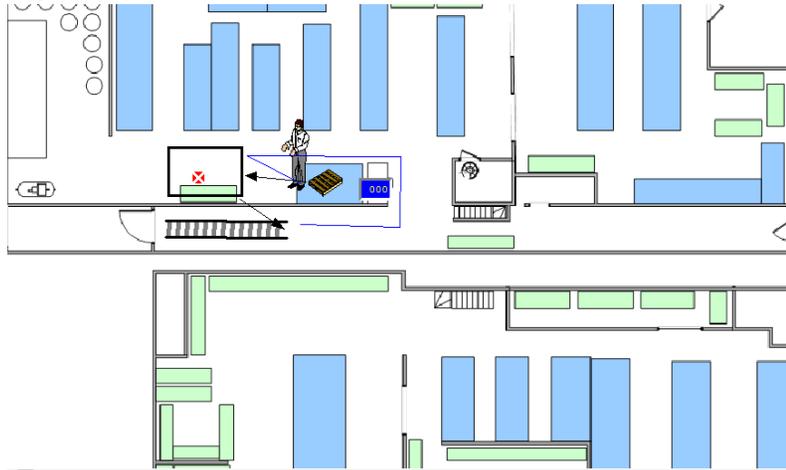


Fuente: autor

Durante la simulación se realizaron 71 salidas de pedidos de marca ixell, debido a que se utilizó el supuesto de un solo operario su utilización fue de 99,92%. El tiempo promedio que utilizó el operario para hacer recorridos fue de 0,93 y su porcentaje de tiempo ocioso solo fue de 0,08%. A lo largo de la corrida del modelo ingresaron 406 unidades de órdenes de pedidos pero tan solo salieron 71 entidades de pedidos de marca ixell.

Utilizando la nueva distribución propuesta en la simulación de los pedidos de ixell el total de salida de pedidos cambio de 71 a 136 durante la corrida, es decir aumentó el número de pedidos despachados en un 91,5%. El tiempo de utilización del operario fue el mismo pero el tiempo de utilización en recorrido bajo a 0,40 y su tiempo ocioso aumento a 0,17. A causa de que la distancia de su recorrido disminuyó el tiempo de recolección fue más rápido, hubo un poco más de espacio para tiempos ociosos para el operario y una mayor cantidad de pedidos despachados.

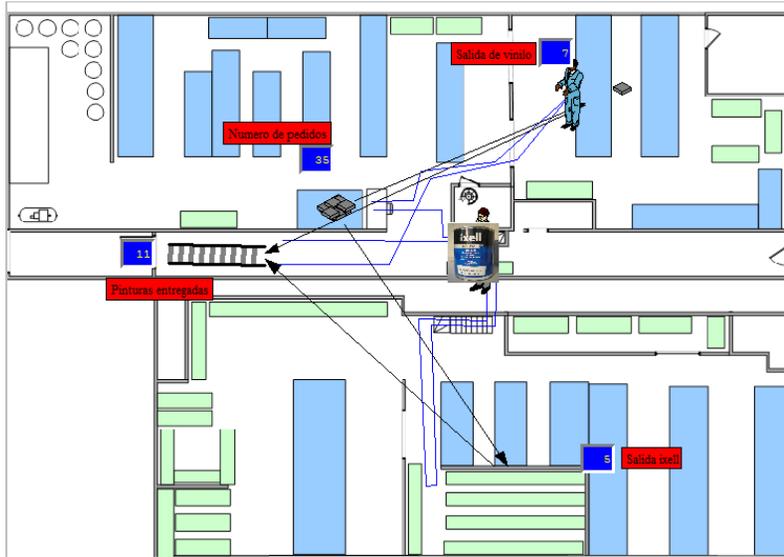
Figura 8. Simulación de pedido ixell con la nueva distribución



Fuente: Autor

En el segundo modelo simulado se estudiaron dos tipos de productos, los de marca ixell y los vinilos de marca mundo del color. En esta ocasión se tomó el supuesto de que los dos operarios que se encuentran en la bodega realizan las actividades de despacho de pedidos pero cada uno es asignado a la ruta de un solo tipo de producto. Los tiempos de las distribuciones son los mismos utilizados en las simulaciones anteriores. La simulación inicia con la llegada de la entidad orden de producto a la bodega, luego los operarios se dirigen a hacer la recolección del pedido y llevarlo hacia la salida, en este caso la entidad de galón ixell y vinilo, con las distribución actual la estación de ixell se encuentra en el segundo piso y la estación del vinilo se encuentra en el primer piso.

Figura 9. Simulación ixell – vinilo con distribución actual

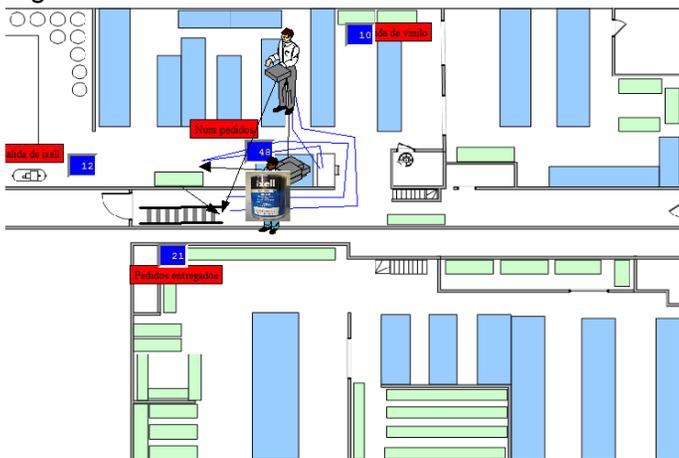


Fuente: Autor

Los resultados de la simulación durante 8 horas arrojaron que en total se entregaron 158 pedidos entre ixell y vinilo, de ixell salieron 65 pedidos y de vinilo 93. El operario asignado a la ruta del vinilo fue usado más veces, 281, debido a que esta ruta era más corta en comparación a la de ixell que fue usado 197. La utilización de ambos operarios fue muy parecida, por encima del 90%, por lo tanto el tiempo promedio de uso del operario de la ruta del vinilo fue menor con 0,88 min.

La simulación con la nueva distribución tiene la misma estructura, pero la localización de las estaciones de los productos se cambió según la propuesta de mejora de la bodega, se siguen los mismos tiempos de distribución y el supuesto de un operario para cada ruta.

Figura 10. Simulación ixell – vinilo con nueva distribución



Fuente: Autor

Los resultados de esta simulación arrojaron un aumento en la salida de pedidos con 229, con un aumento de 44,9%, es decir que con esta distribución el tiempo de entrega de despacho es mucho menor, se entregaron 113 pedidos de vinilo y 116 pedidos de ixell. Debido al aumento de pedidos despachados el tiempo de utilización de los operarios también aumentó por encima de 95%. El tiempo de viaje del operario de la ruta de vinilo fue de 0,47 y del operario de la ruta de ixell fue de 0,51, se puede notar que su variación no fue muy significativa por la cercanía y la forma de la distribución propuesta de la bodega.

13.4.3 Verificación y validación de los modelos

En el primer modelo donde se estudia el despacho de productos marca ixell, se realizan 15 corridas de esta simulación para verificar los resultados arrojados por este modelo, a continuación se muestran los resultados

Tabla 18. Réplicas resultados primer modelo

Salida de pedido			Tiempo promedio de recorrido			Llegada de pedidos		
71	72	71	0.93	0.93	0.93	406	412	413
72	71	71	0.93	0.94	0.93	415	422	411
70	71	71	0.94	0.94	0.93	413	431	438
73	69	70	0.93	0.93	0.94	403	408	409
70	72	71	0.94	0.93	0.94	425	391	400

Fuente: Autor

Utilizando la herramienta de Promodel Stat:fit, a través de una prueba de bondad se determinó que la probabilidad de que la salida de pedidos esté fuera de las encontradas en la simulación sigue una distribución lognormal (0.681, 0.415). La prueba de bondad para el tiempo promedio de recorrido por el operario determino que la probabilidad de que los datos se encuentren fuera de la especificación tiene una distribución uniforme (0.93, 0.94). Para el número de llegada de órdenes de pedidos la prueba de bondad arrojó que la probabilidad de que los resultados estén fuera de los datos arrojados por la simulación tiene una distribución lognormal (3.07, 0.437).

En el modelo donde se utiliza la distribución propuesta del despacho de productos marca ixell, también se realizó 15 corridas para verificar el datos de la actividad simulada, se utilizaron los mismos tres tipos de resultados para hacer la verificación.

Tabla 19. Réplicas resultados primer modelo nueva distribución

Salida de pedido			Tiempo promedio de recorrido			Llegada de pedidos		
136	135	140	0.40	0.40	0.40	279	294	281
134	136	135	0.40	0.40	0.40	278	285	277
137	133	132	0.40	0.40	0.40	292	292	271
137	134	133	0.40	0.40	0.40	277	279	279
133	139	135	0.40	0.40	0.40	286	288	301

Fuente: Autor

La prueba de bondad determinó que la probabilidad de que la salida de pedidos esté fuera de las encontradas en la simulación sigue una distribución lognormal (1.05, 0.67). En esta ocasión el tiempo promedio de recorrido del operario de la bodega fue 0.4 minutos en cada una de las réplicas, la uniformidad de los datos indica que el modelo se ajusta perfectamente a la realidad. La prueba de bondad realizada a los datos de entrada de orden de pedido arrojó una probabilidad lognormal (2.49, 0.525) de que este fuera de los datos reales.

El segundo modelo donde se simularon el movimiento de dos tipos de productos diferentes, ixell y vinilo mundo del color con su distribución actual, se realizó 15 réplicas.

Tabla 20. Réplicas resultados segundo modelo

Salida de pedido						Tiempo promedio de recorrido			Llegada de pedidos		
Ixell			Vinilo								
65	69	67	93	90	89	0.67	0.66	0.66	414	418	396
68	66	64	89	90	96	0.68	0.65	0.66	428	411	442
65	64	64	88	93	93	0.67	0.68	0.67	406	404	410
64	67	66	92	90	92	0.66	0.66	0.66	429	421	414
70	68	64	90	92	89	0.67	0.66	0.66	414	396	420

Fuente: Autor

La prueba de bondad determinó que la probabilidad de que la salida de pedidos de marca ixell este fuera de los datos reales tiene una distribución uniforme (70) y para la marca vinilo mundo del color lognormal (0.989, 0.66). El tiempo promedio de recorrido también generó una distribución uniforme (96) debido a la similitud de los datos. La prueba de bondad arrojó como resultado que la probabilidad que los resultados de la llegada de pedidos no concuerde con los datos reales tiene una distribución lognormal (2.98, 0.465).

La simulación de la distribución propuesta del segundo modelo también arrojó 15 réplicas para realizar la verificación del modelo

Tabla 21. Réplicas resultados segundo modelo nueva distribución

Salida de pedido						Tiempo promedio de recorrido			Llegada de pedidos		
Ixell			Vinilo								
116	110	114	113	124	120	0.51	0.51	0.50	427	424	425
112	114	121	121	120	126	0.51	0.51	0.51	402	397	403
115	116	117	119	121	122	0.51	0.51	0.51	406	394	424
115	115	114	130	122	122	0.51	0.52	0.52	419	417	406
112	111	113	120	120	119	0.51	0.51	0.51	434	442	403

Fuente: Autor

Las salidas de pedido de marca ixell se encontraron con una distribución lognormal (1.39, 0.584) y la marca vinilo mundo del color tiene una distribución lognormal (2.14, 0.285). Lo resultados del promedio de recorrido no arrojaron ningún tipo de distribución por lo tanto no es posible verificar que los datos estén fuera de la realidad. Por otro lado el ajuste de bondad de la llegada de orden de pedido tiene una distribución lognormal (2.87, 0.761).

En la validación del modelo se utilizó la intuición de expertos, en este caso, el conocimiento y la experiencia del jefe de bodega y del auxiliar de bodega. Para efectos de tomar una mejor validación se tomó la respuesta del auxiliar de bodega debido a que lleva más de un año laborando en este puesto y el jefe de bodega acababa de tomar este puesto. De acuerdo a sus estimaciones en un día de trabajo normal es posible despachar más de 90 pedidos de diferentes combinaciones de tipos de productos. En la primera simulación se despacharon 71 pedidos por un solo operario y en la segunda simulación se despacharon 158 pedidos, teniendo en cuenta que se utilizaron dos operarios y cada uno estaba asignado a una sola ruta de un solo tipo de producto. Por lo tanto se considera que los resultados de las simulaciones no se alejan en gran proporción a los datos reales proporcionados por el auxiliar de bodega.

13.5 BODEGA PRINCIPAL Y BODEGA DIARIA

A continuación se realizó una segunda propuesta de mejora para el área de almacenamiento teniendo como objetivo el control de la rotación de inventario diariamente.

Como se mencionó anteriormente la administración de Pintumezclas tiene una gran preocupación con respecto a los movimientos internos de la bodega y al manejo de sus inventarios. Por esta razón los operarios de la empresa deben hacer inventario total periódicamente y aunque posee el software siigo el inventario no ingresado a este sistema.

La bodega se dividió en dos partes, el segundo piso completo y parte del primero sería la bodega principal donde se almacena la mayoría de productos, el resto del primer piso se denominaría la bodega diaria, donde estarían los productos que se venderían y despacharían en un día de ventas. Con esta medida se podría conocer los productos que realmente salen en un día de trabajo, la rotación de inventario, las fechas de vencimiento, etc.

Utilizando el formato de traslados que a continuación, se realizan los traslados necesarios al iniciar el día, y como sigan las ventas se realizaran más traslados. El jefe de bodega sería el encargado de realizar el inventario de la bodega principal, autorizar los traslados y modificar el registro de inventarios según se hagan estos inventarios.

Tabla 22. Formato de traslados

 FORMATO DE TRASLADOS			
Fecha:			
Lugar que despacho		Lugar que recibe	
Quien entrega		Quien recibe	
Referencia	Nombre	Cantidad	

Fuente: Autor

14. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD¹⁴

El diseño de indicadores de productividad puede ayudar a la empresa a llevar un control de sus operaciones y a poder referenciarse con respecto a los resultados de periodos anteriores. Debido a la restricción en la información otorgada por Pintumezclas se limitó solo a definir la estructura del indicador.

14.1 INDICADORES EN EL ÁREA DE ALMACENAMIENTO

14.1.1 Correcta facturación

Tabla 23. Indicador de facturas sin errores

Definición:	Número de facturas entregadas sin errores a clientes
Objetivo:	Controlar la veracidad de la información de las facturas al igual que el pedido físico que se está entregando.
Formula:	$\% \text{ facturas correctas} = \frac{\text{facturas correctamente entregadas}}{\text{facturas totales}} \times 100$
Periodicidad:	Semanal
Responsable:	Jefe de bodega, auxiliar de bodega
Información:	Departamento comercial

14.1.2 Entregas completas de pedidos

Tabla 24. Indicador cumplimiento de pedidos

Definición:	Es el grado de cumplimiento de un pedido entregado completamente como lo especifico el cliente.
Objetivo:	Evaluar la efectividad del personal de bodega al entregar los pedidos correctamente
Formula:	$\% \text{ pedidos completos} = \frac{\text{Pedidos entregados completos}}{\text{Pedidos totales}} \times 100$
Periodicidad:	Quincenal
Responsable:	Jefe de bodega, auxiliar de bodega
Información:	Bodega

¹⁴ Mora Garcia, Luis Anibal. Indicadores de la gestión logística. Indicadores claves del desempeño logístico. 2008. Segunda edición. Ecoe Ediciones.

14.1.3 Entregas a tiempo

Tabla 24. Indicador desempeño operarios de bodega

Definición:	Es el grado de desempeño de los operarios de la bodega para entregar los pedidos en el tiempo estipulado al cliente.
Objetivo:	Evaluar la efectividad del personal de bodega al entregar los pedidos a tiempo.
Formula:	$\% \text{ Entregas a tiempo} = \frac{\text{Pedidos entregados a tiempo}}{\text{Pedidos entregados totales}} \times 100$
Periodicidad:	Diario
Responsable:	Jefe de bodega, Transportadores
Información:	Bodega

14.1.4 Pedidos despachados por empleado

Tabla 26. Indicador número de pedidos despachados

Definición:	Es el número de pedidos que despacha cada operario de la bodega
Objetivo:	Evaluar la efectividad del personal de bodega al entregar los pedidos correctamente
Formula:	$\% \text{ Pedidos despachados} = \frac{\text{Total pedidos despachados}}{\text{total de almacenistas}} \times 100$
Periodicidad:	Quincenal
Responsable:	Jefe de bodega, Transportadores
Información:	Bodega

14.1.5 Nivel de cumplimiento de despachos

Tabla 27. Indicador Cumplimiento de los operarios en despachos

Definición:	Es el nivel de cumplimiento de los operarios de la bodega en el despacho de pedidos
Objetivo:	Controlar la eficacia de los bodegueros al entregar los pedidos que llegan al almacén
Formula:	$\% \text{ Cumplimiento despacho} = \frac{\text{Total de despachos cumplidos}}{\text{Total de despachos requeridos}} \times 100$
Periodicidad:	Diario
Responsable:	Jefe de bodega, Transportadores
Información:	Bodega

14.2 INDICADORES EN EL AREA DE PRODUCCIÓN

14.2.1 Capacidad de producción utilizada

Tabla 28. Indicador capacidad de producción utilizada

Definición:	Es el nivel de capacidad disponible actualmente con respecto a la capacidad total que posee la fábrica. La capacidad máxima está dada por cada tipo de máquina, como se mostró en el capítulo de maquinaria, por ejemplo la máquina G-500 tiene capacidad de 500 galones por lote.
Objetivo:	Controlar el uso de la capacidad de las instalaciones de la fábrica.
Formula:	$\% \text{ Cap Pcc utilizada} = \frac{\text{Capacidad utilizada}}{\text{Capacidad maxima de la fábrica}} \times 100$
Periodicidad:	Mensual
Responsable:	Jefe de producción
Información:	Fábrica

14.2.2 Rendimiento de máquina

Tabla 29. Indicador rendimiento de máquina

Definición:	Es el grado de producción con respecto a la capacidad total de la máquina utilizada
Objetivo:	Controlar las salidas de una máquina con respecto a su capacidad total
Formula:	$\% \text{ Rendimiento de máquina} = \frac{\text{Galones producidos}}{\text{Capacidad máxima de máquina}} \times 100$
Periodicidad:	Mensual
Responsable:	Jefe de producción
Información:	Fábrica

CONCLUSIONES

- Con base en el estudio de tiempos se logró identificar el tiempo estándar por lote para los procesos de producción que se estudiaron en este proyecto, incluyendo la calificación que se le dio a los operarios subjetivamente y los suplementos que se añadieron a lo largo del proceso. También se pudo identificar en este estudio algunos elementos extraños que causaban variabilidad en los tiempos de los procesos disminuyéndolos causando errores en la producción o alargándolos causando cuellos de botella.
- A través de los diagramas de procesos se logró documentar los procesos principales de la fábrica de la empresa. Los diagramas hombre – máquina mostraron en que partes del proceso se encuentran los tiempos improductivos de la operación.
- Con base en el diagnóstico realizado al área de almacenamiento, se encontraron numerosos problemas en cuanto a la distribución y la operación de despacho, incluyendo problemas en la infraestructura que actualmente posee Pintumezclas, lo cual entorpece la normal operación de las actividades de la bodega.
- A partir de ese diagnóstico se propuso una nueva distribución en la bodega que ayudaría a mejorar las actividades de despacho y almacenamiento de la bodega, la nueva distribución se realizó con base en una clasificación ABC de todos los productos existentes en la bodega tomando como referencia las ventas. A partir de estos resultados se realizó la distribución por familia de productos. Además se realizó una segunda propuesta para mejorar las actividades dentro de la bodega, dividiendo la bodega en dos partes, una bodega principal y una bodega diaria, con lo cual se tendría un mejor control sobre los inventarios y un registro de todo lo que realmente sale de las bodegas.
- Las simulaciones realizadas en Promodel de las actividades más importantes de la bodega mostró las diferencias entre la distribución actual y la distribución propuesta, entregando resultados de aumento de entrega de pedidos de hasta 50%.
- Se establecieron algunos indicadores de productividad en el área de producción y el área de almacenamiento que ayudarán a controlar el rendimiento de algunas operaciones en estas áreas.
- Durante la elaboración del proyecto se encontraron algunas debilidades, como la restricción al momento de tomar los tiempos, porque consideraban que sus procesos de producción podrían ser copiados en algún momento. También dificultades al tratar con los operarios y la administradora de la planta los cuales ante cualquier inquietud no respondían argumentando que no se podía dar esa información; para poder afrontar estos problemas en trabajos futuros es indispensable que durante la presentación del cronograma del proyecto estén presente tanto administradores de la

empresa como supervisores y encargados de las áreas donde se desarrollara el proyecto.

RECOMENDACIONES

- Para futuros proyectos que puedan realizarse en Pintumezclas, es recomendable que la empresa sea un poco más flexible en cuanto a la información que le proporciona a las personas que elaboran estos proyectos los cuales son con fines educativos y que llevan al mejoramiento de la compañía.
- En este proyecto se ha establecido un tiempo estándar para la operación de tres productos que son vitales en Pintumezclas, los vinilo de línea y comercial y el estuco, por lo tanto sería una buena práctica darle seguimiento y control a los operarios para que respeten estos tiempos y ayudarlos con incentivos para generar mejores resultados en el área de producción.
- La empresa actualmente utiliza el programa Siigo, pero este solo es manejado por el área contable. Se recomienda que el uso del programa se extienda a otras áreas, como la de almacenamiento para que el sistema se pueda alimentar con datos reales de rotación de inventarios.
- La reestructuración de las instalaciones de la bodega en un futuro cercano daría como resultado un gran mejoramiento en la operación de almacenamiento y despacho de pedidos.

BIBLIOGRAFIA

- Meyers, Fred. Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. Segunda edición. Pearson Education, 2000.
- Niebel, Benjamin. Ingeniería industrial métodos, tiempos y movimientos. Tercera edición. Editorial Alfaomega, 1998.
- Ballou, Ronald. Logística administración de la cadena de suministros. Quinta edición. Pearson Educación, 2004.
- Durán, Fredy Alfonso. Ingeniería de métodos, globalización: técnicas para el manejo eficiente de recursos organizacionales fabriles, de servicios y hospitalarias, 2007. Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Mejía Lora, Zailen. Práctica empresarial estudio de métodos y tiempos (Salsán), 2001. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga. (18/09/2012)
- Osorio Quintero, Francisco. Estudio de tiempos en industrias Emaluz Ltda. Para las líneas de lámparas fluorescentes, aluminio y exteriores, 2003. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga. (18/09/2012)
- Gómez López, Odally. Estudio de tiempos y distribución de planta de la empresa de textiles Kucucalik, 2003. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga. (18/09/2012)
- Mora Garcia, Luis Anibal. Indicadores de la gestión logística. Indicadores claves del desempeño logístico. 2008. Segunda edición. Ecoe Ediciones.

WEB GRAFÍA

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Muestra mensual de comercio al por menor.
http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/mmcm/bol_mmcm_may12.pdf
(15/09/2012)

ANEXOS

ANEXO A. Tabla de estudio de tiempos

PINTUMEZCLAS LTDA.											Hoja estudio de tiempos	
Descripción de la operación: Elaboración vinilo comercial							Operarios involucrados: 2 aux y 1 Adm					
Fecha:				Hora inicial:			Hora final:					
Descripción del elemento			Ciclos					Tiempo Total	Tiempo promedio	Calif.	Tiempo Normal	
			1	2	3	4	5					
1	Preparación y medición de materias primas	R	4:22	4:05	3:41	5:17	4:32	22,93	4,58	0,20	5,49	
		E	4,36	4,08	4,68	5,28	4,53					
2	Llenar tanque con agua, introducir líquidos y moler	R	10:38	11:50	11:12	12:03	11:39	34,43	6,88	0,20	8,25	
		E	6,27	7,75	6,52	6,77	7,12					
3	Introducir talcos y tierras. Moler	R	31:29	32:48	29:57	31:15	30:11	98,3	19,66	0,20	23,59	
		E	20,85	20,97	18,75	19,2	18,53					
4	Agregar espesante. Moler	R	78:58	76:31	77:23	77:44	78:58	233,88	46,77	0,20	56,12	
		E	47,48	43,71	47,43	46,48	48,78					
5	Dejar enfriar	R	87:40	87:24	86:29	88:33	90:03	50,6	10,12	0,20	12,14	
		E	8,7	10,89	9,1	10,82	11,09					
6	Agregar resina y activadores. Mezclar	R	102:13	101:42	101:03	103:21	100:51	58,22	14,55	0,20	17,46	
		E	14,55	14,3	14,57	14,8	10,8					
7	Prueba de molienda y cubrimiento	R	105:09	105:39	106:18	107:12	106:27	18,66	4,66	0,20	5,59	
		E	2,94	3,95	5,25	3,85	5,6					
8	Reposo	R	124:34	126:09	124:55	124:37	126:31	95,99	19,19	0,20	23,02	
		E	19,41	20,5	18,61	17,41	20,06					
9	Filtrado y Empaque	R	151:17	153:56				130,93	26,18	0,20	31,41	
		E	26,72	27,78	25,21	26,06	25,16					
10	Almacenamiento	R	167:54					83,07	16,61	0,20	19,93	
		E	16,62	15,95	17,51	16,18	16,81					
Minutos totales normales:203 min												
Tolerancias: 35%												
Tiempo estándar: 274,05 min / lote												

PINTUMEZCLAS LTDA.

Hoja estudio de tiempos

Descripción de la operación: Elaboración vinilo de línea							Operarios involucrados: 2 aux y 1 Adm				
Fecha:			Hora inicial:			Hora final:					
Descripción del elemento			Ciclos					Tiempo Total	Tiempo promedio	Calif.	Tiempo Normal
			1	2	3	4	5				
1	Preparación y medición de materias primas	R	3:56	5:24	4:42	5:39	4:21	24,07	4,81	0,20	5,77
		E	3,93	5,4	4,7	5,69	4,35				
2	Llenar tanque con agua, introducir líquidos y moler	R	10:17	12:32	11:20	11:32	10:55	32,33	6,46	0,20	7,75
		E	6,35	7,13	6,63	5,66	6,56				
3	Introducir talcos y tierras. Moler	R	33:40	34:19	32:59	34:56	34:26	113,73	22,74	0,20	27,28
		E	23,38	21,78	21,65	23,4	23,52				
4	Agregar espesante. Moler	R	74:21	75:46	73:46	74:58	74:17	205,8	41,16	0,20	49,39
		E	40,69	44,45	40,78	40,03	39,85				
5	Dejar enfriar	R	83:10	84:39	84:21	85:18	86:09	50,5	10,1	0,20	12,12
		E	8,81	8,89	10,59	10,34	11,87				
6	Agregar resina y activadores. Mezclar	R	98:44	99,24	99:42	100:20	99:50	74,38	14,87	0,20	17,85
		E	15,57	14,75	15,35	15,03	13,68				
7	Agregar aditivo. Moler	R	110:08	110,47	109:19	111:45	110:37	54,59	10,91	0,20	13,10
		E	11,4	11,38	9,61	11,42	10,78				
8	Prueba de molienda y cubrimiento	R	117:31	115:50	115:34	116:16	116:42	21,9	5,47	0,20	6,57
		E	7,38	5,05	6,25	4,51	6,09				
9	Reposo	R	135:57	136:33	135:13	137:28	136:19	99,62	19,92	0,20	23,90
		E	18,44	20,72	19,65	21,2	19,61				
10	Filtrado y Empaque	R		159:24			87,97	21,99	0,20	26,39	
		E	19,78	22,85	22,31	20,71					22,1
11	Almacenamiento	R		173:49			75,12	15,02	0,20	18,02	
		E	15,3	14,43	14,81	15,05					15,53
Minutos totales normales: 208,14 min.											
Tolerancias: 35%											
Tiempo estándar: 280,98 min / lote											

PINTUMEZCLAS LTDA.

Hoja estudio de tiempos

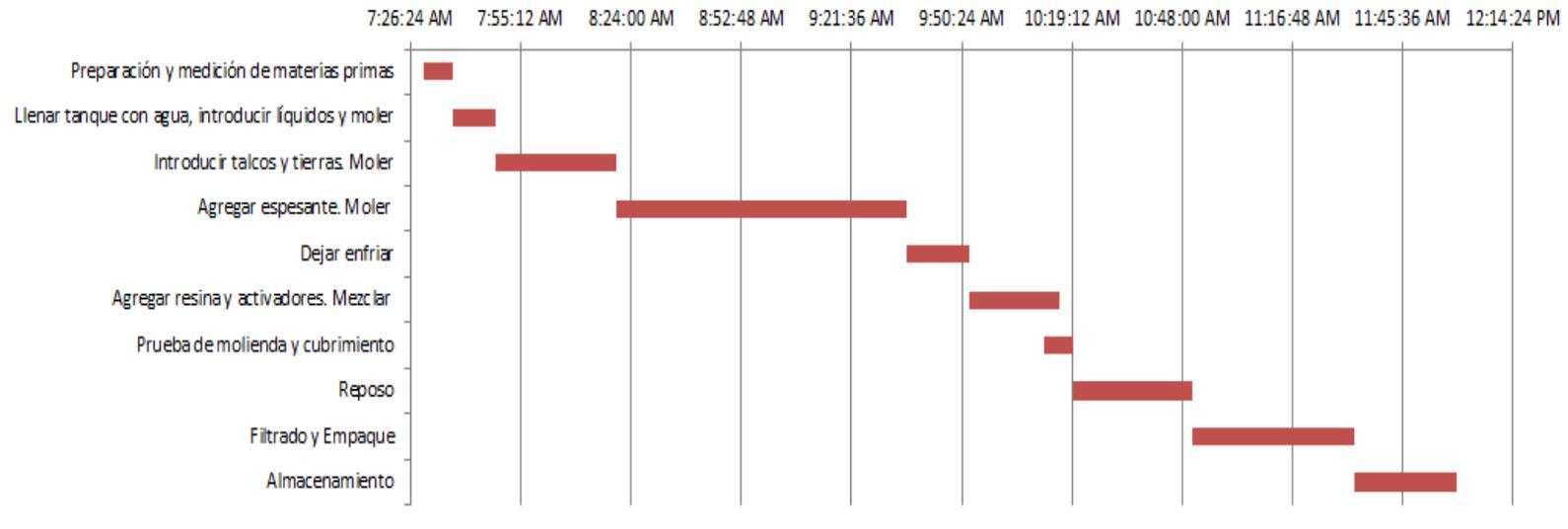
Descripción de la operación: Estuco						Operarios involucrados: 2 aux y 1 Adm					
Fecha:			Hora inicial:			Hora final:					
Descripción del elemento			Ciclos					Tiempo Total	Tiempo promedio	Calif.	Tiempo Normal
			1	2	3	4	5				
1	Preparación y medición de materias primas	R	6:14	5:22	6:43	5:57	5:39	29,9	5,98	0,20	7,17
		E	6,23	5,36	6,71	5,95	5,65				
2	Mezcla en seco de polímeros de celulosa y sales	R	14:11	14:58	13:44	15:21	14:33	36,85	9,21	0,20	11,05
		E	7,95	9,6	7,02	9,4	9,9				
3	Rehidratación. Moler	R	45:56	43:31	45:12	43:54	44:02	149,79	29,95	0,20	35,94
		E	31,75	28,55	31,47	28,55	29,47				
4	Agregar tierras y espesante. Moler	R	56:29	57:23	56:36	56:38	57:30	51,47	12,86	0,20	15,44
		E	10,55	13,87	11,4	12,73	13,47				
5	Dejar enfriar	R	67:07	68:19	67:43	68:27	66:44	44,49	11,12	0,20	13,34
		E	10,63	10,93	11,11	11,82	9,23				
6	Filtrado y Empaque	R	83:41	84:04	83:15	83:20	83:06	79,11	15,82	0,20	18,98
		E	16,57	15,75	15,54	14,88	16,37				
7	Almacenamiento	R	97:22	98:45	97:07	98:11	97:23	71,36	14,27	0,20	17,12
		E	13,68	14,69	13,86	14,85	14,28				

Minutos totales normales: 119,04 min
Tolerancias: 35%
Tiempo estándar: 160,7 min / lote

ANEXO B. Programación de la producción

Programación de la producción vinilo de línea

Elementos	Hora inicio	Duración (min)	Hora terminar						
Preparación y medición de materias primas	7:30:00 a. m.	12:07:22 a. m.	7:37:22 a. m.						
Llenar tanque con agua, introducir líquidos y moler	7:37:22 a. m.	12:11:08 a. m.	7:48:30 a. m.						
Introducir talcos y tierras. Moler	7:48:30 a. m.	12:31:50 a. m.	8:20:20 a. m.						
Agregar espesante. Moler	8:20:20 a. m.	1:15:45 a. m.	9:36:05 a. m.						
Dejar enfriar	9:36:05 a. m.	12:16:23 a. m.	9:52:28 a. m.						
Agregar resina y activadores. Mezclar	9:52:28 a. m.	12:23:34 a. m.	10:16:02 a. m.						
Prueba de molienda y cubrimiento	10:12:00 a. m.	12:07:32 a. m.	10:19:32 a. m.						
Reposo	10:19:32 a. m.	12:31:04 a. m.	10:50:36 a. m.						
Filtrado y Empaque	10:50:36 a. m.	12:42:24 a. m.	11:33:00 a. m.						
Almacenamiento	11:33:00 a. m.	12:26:54 a. m.	11:59:54 a. m.						



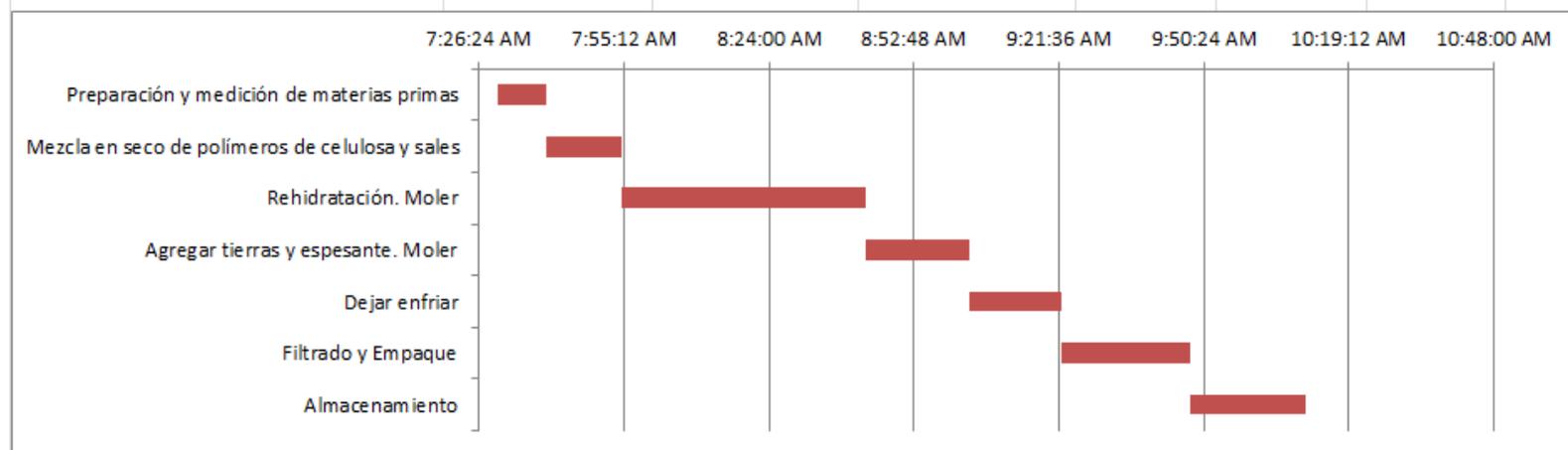
Programación de la producción vinilo comercial

Elementos	Hora inicio	Duración (min)	Hora terminar			
Preparación y medición de materias primas	7:30:00 a. m.	12:07:46 a. m.	7:37:46 a. m.			
Llenar tanque con agua, introducir líquidos y moler	7:37:46 a. m.	12:10:27 a. m.	7:48:13 a. m.			
Introducir talcos y tierras. Moler	7:48:13 a. m.	12:36:49 a. m.	8:25:02 a. m.			
Agregar espesante. Moler	8:25:02 a. m.	1:06:40 a. m.	9:31:42 a. m.			
Dejar enfriar	9:31:42 a. m.	12:16:21 a. m.	9:48:03 a. m.			
Agregar resina y activadores. Mezclar	9:48:03 a. m.	12:24:05 a. m.	10:12:08 a. m.			
Agregar aditivo y moler	10:12:08 a. m.	12:17:40 a. m.	10:29:48 a. m.			
Prueba de molienda y cubrimiento	10:26:00 a. m.	12:08:51 a. m.	10:34:51 a. m.			
Reposo	10:34:51 a. m.	12:32:15 a. m.	11:07:06 a. m.			
Filtrado y Empaque	11:07:06 a. m.	12:35:37 a. m.	11:42:43 a. m.			
Almacenamiento	11:42:43 a. m.	12:24:19 a. m.	12:07:02 p. m.			

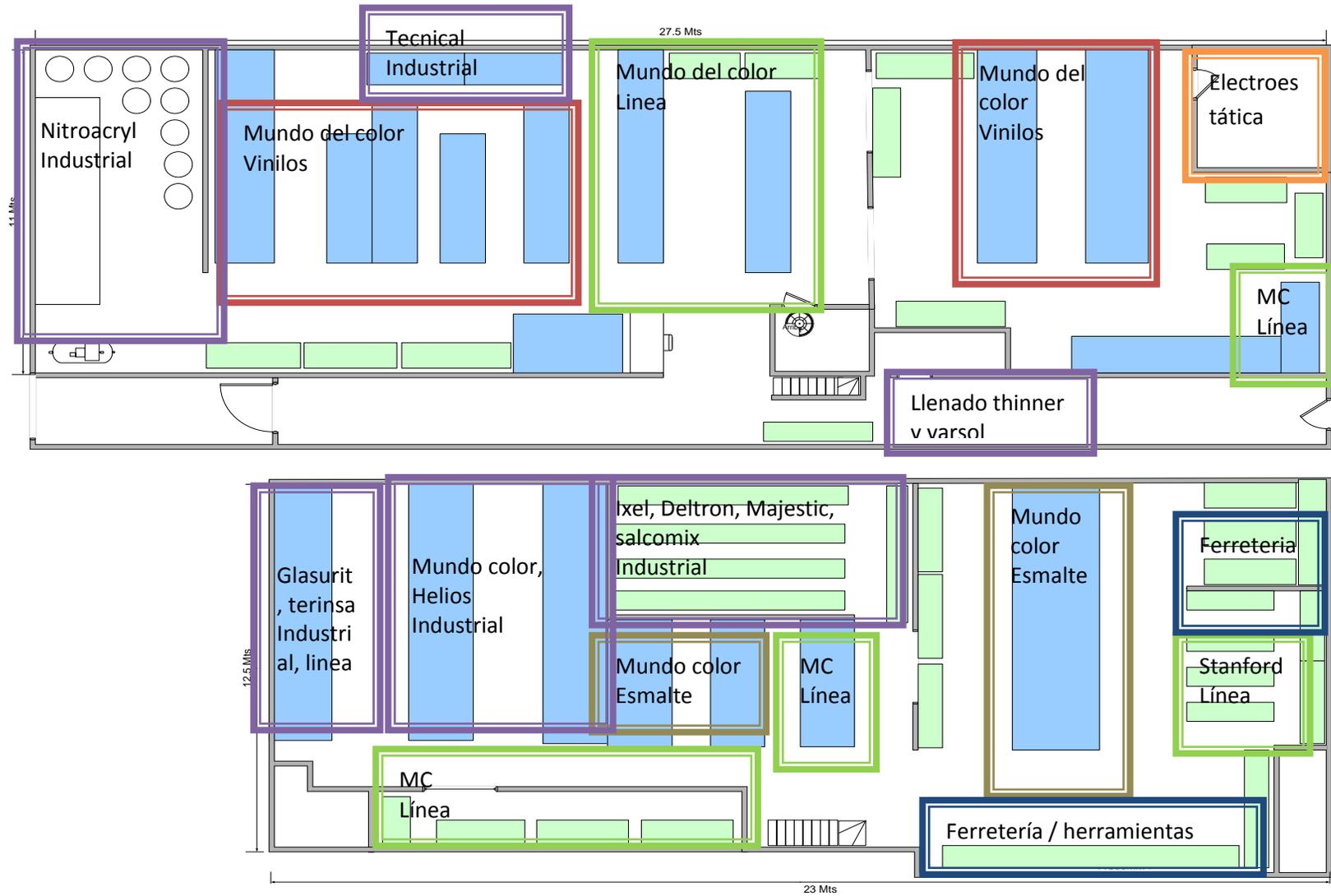


Programación de la producción de estuco

	Hora inicio	Duración (min)	Hora terminar				
Preparación y medición de materias primas	7:30:00 a. m.	12:09:40 a. m.	7:39:40 a. m.				
Mezcla en seco de polímeros de celulosa y sales	7:39:40 a. m.	12:14:54 a. m.	7:54:34 a. m.				
Rehidratación. Moler	7:54:34 a. m.	12:48:30 a. m.	8:43:04 a. m.				
Agregar tierras y espesante. Moler	8:43:04 a. m.	12:20:50 a. m.	9:03:54 a. m.				
Dejar enfriar	9:03:54 a. m.	12:18:06 a. m.	9:22:00 a. m.				
Filtrado y Empaque	9:22:00 a. m.	12:25:37 a. m.	9:47:37 a. m.				
Almacenamiento	9:47:37 a. m.	12:23:06 a. m.	10:10:43 a. m.				



ANEXO C. Distribución actual de la bodega



ANEXO D. Distribución nueva de la bodega

