



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

PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PLÁSTICOS GEX

Víctor Alfredo Escobar Oliva

Asesorado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, noviembre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PLÁSTICOS GEX

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

VÍCTOR ALFREDO ESCOBAR OLIVA

ASESORADO POR LA INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA DE
SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PLÁSTICOS GEX

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 14 de agosto de 2017.

Víctor Alfredo Escobar Oliva

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 22 de octubre de 2021.
REF.EPS.DOC.437.10.2021.

Ingeniero
Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Victor Alfredo Escobar Oliva, Registro Académico No. 200515948** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PLÁSTICOS GEX.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

NISZ/ra

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 22 de octubre de 2021.
REF.EPS.D.225.10.2021

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PLÁSTICOS GEX**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Victor Alfredo Escobar Oliva** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH /ra



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.112.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PLÁSTICOS GEX**, presentado por el estudiante universitario **Victor Alfredo Escobar Oliva**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2021.

/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.139.021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PLÁSTICOS GEX**, presentado por el estudiante universitario **Victor Alfredo Escobar Oliva**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2021.

/mgp



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101 – 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

DTG. 707.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PLÁSTICOS GEX**, presentado por el estudiante universitario: **Víctor Alfredo Escobar Oliva**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, noviembre de 2021

AACE/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por su amor y sus abundantes bendiciones a lo largo de este camino.
- Mis padres** Víctor Escobar y Angelica de Escobar por su amor y ayuda incondicional durante toda mi vida.
- Mi esposa** Leslie Hernández, por su amor, compañía y ayuda idónea en la vida.
- Mis hijos** Alfredo y Camila Escobar, por ser el regalo más hermoso que Dios me haya dado.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudios y haberme brindado todo lo necesario para el desarrollo de mi carrera.
Facultad de Ingeniería	Por su esfuerzo en formar profesional de alto nivel competitivo.
Mis hermanos	Fernando, Mario, Nancy y Carlos Escobar, por ser una parte fundamental en mi vida y contar con su ayuda siempre que la he necesitado.
Mis suegros	Reyna García y Ubaldo Hernández, por todo su apoyo y confianza.
Mis amigos de la universidad	Luis Morales y Emilio Schlesinger, por su amistad y buena influencia.
Mi trabajo	Empresa Plásticos Gex, por abrirme sus puertas, por su confianza y amistad.
Mi asesora	Inga. Norma Ileana Sarmiento, por su excelente trabajo y compromiso con el desarrollo académico de los estudiantes.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. GENERALIDADES DE PLÁSTICOS GEX	1
1.1. Descripción.....	1
1.2. Visión.....	2
1.3. Misión	2
1.4. Objetivos.....	2
1.5. Estructura organizacional	3
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.....	7
2.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa.....	7
2.1.1. Departamento de Ventas	10
2.1.2. Departamento de Producción	16
2.1.3. Departamento de Planificación	22
2.2. Descripción del proceso de fabricación de los envases plásticos.....	24
2.3. Capacidad instalada	26
2.3.1. Consumos promedios.....	30
2.4. Procesos de la planificación de la producción	33

2.5.	Determinación de la lista de materiales y productos para análisis de la planificación.....	35
2.5.1.	Productos de mayor incidencia de venta.....	36
2.5.2.	Insumos de mayor incidencia de compra	37
2.6.	Clasificación de los productos e insumos según volumen y patrones de demanda	38
2.6.1.	Clasificación de los productos e insumos según su volumen de venta y consumo (ABC)	39
2.6.2.	Clasificación de los productos e insumos según la variabilidad en su demanda histórica (coeficiente de variación) (XYZ)	43
2.6.2.1.	Promedio de consumo mensual	44
2.6.2.2.	Desviación estándar de la demanda	45
2.6.2.3.	Coficiente de variación	46
2.7.	Análisis estadístico de la demanda de la lista de materiales e insumos.....	47
2.7.1.	Nivel de servicio deseado.....	48
2.8.	Propuesta del diseño del MRP	51
2.8.1.	Inventario de seguridad.....	53
2.8.2.	Punto de reorden para la lista de materiales y productos.....	54
2.8.3.	Inventario óptimo.....	57
2.9.	Indicadores para el proceso de planificación	58
2.9.1.	Indicador de rendimiento de la producción planificada	59
2.9.2.	Indicador de utilización de la capacidad instalada...	60
2.9.3.	Indicador de rupturas de <i>stock</i> en producción.....	63
2.10.	Indicadores para el departamento de ventas	65

2.10.1.	Indicador de ruptura de <i>stock</i> de productos para venta.....	65
2.10.2.	Indicador de cumplimiento de fecha de entrega	66
2.11.	Elaboración de un plan de planificación que integre la nueva estructura de herramientas e indicadores.....	68
2.11.1.	Alimentación del MRP	70
2.11.2.	Determinación de insumos y productos a producir	73
2.11.3.	Análisis de puntos de reorden y coberturas.....	74
2.11.4.	Cantidades óptimas de compra y producción	75
2.11.5.	Determinación de fechas de producción y entregas de productos	76
2.11.6.	Medición de indicadores	78
2.11.6.1.	Indicadores para el proceso de planificación.....	78
2.11.6.2.	Indicadores del departamento de ventas	80
2.12.	Costos de implementación	83
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. DISEÑO DE UN PLAN PARA LA APLICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	85
3.1.	Proceso actual del uso de materia prima virgen en el envase de 20L.....	91
3.1.1.	Diagrama del proceso actual de extrusión soplado	92
3.2.	Diagnóstico del proceso actual del uso de materia prima virgen en el envase de 20L.....	95

3.2.1.	Diagrama de proceso de la mezcla del material peletizado.....	96
3.3.	Selección de proveedor para el proceso de compra del material peletizado	99
3.4.	Análisis de prueba del producto final.....	100
3.4.1.	Aprobación de atributos físicos	101
3.4.2.	102	
3.4.3.	Pruebas de resistencia al impacto.....	103
3.5.	Costos de implementación	107
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN PARA EL PERSONAL DEL DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN	109
4.1.	Diagnóstico de necesidades del departamento de planificación	109
4.2.	Plan de capacitación	110
4.3.	Resultados del plan de capacitación	129
4.4.	Costos del plan de capacitación.....	132
	CONCLUSIONES.....	133
	RECOMENDACIONES	137
	BIBLIOGRAFÍA.....	139
	APÉNDICE	141

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa Plásticos Gex.....	6
2.	Diagrama causa y efecto del Departamento de Ventas	12
3.	Diagrama causa y efecto del Departamento de Producción	18
4.	Extrusión y soplado del parison	25
5.	Soplado PET	26
6.	Criterios de clasificación ABC/XYZ	49
7.	Ponderación de la matriz de clasificación ABC/XYZ	50
8.	Gráfica del modelo de revisión continua	56
9.	Código de colores de alerta de estatus de inventario	73
10.	Flujograma de la fabricación de envase de 20L	94
11.	Flujograma del proceso de extrusión del envase con material peletizado.....	98
12.	Flujograma para la aprobación por variación de color en el envase ..	102
13.	Evaluación de la capacitación de procesos de producción	114
14.	Evaluación de la capacitación de controles de inventario	116
15.	Evaluación de la capacitación de aplicación de herramientas estadísticas	119
16.	Evaluación de la capacitación de clasificación de las ventas.....	121
17.	Evaluación de la capacitación de métodos de control.....	123
18.	Evaluación de la capacitación de consecuencias de una inadecuada planificación	126
19.	Evaluación de la capacitación de índices de control	128

TABLAS

I.	Análisis FODA de la situación actual de la empresa.....	8
II.	Matriz de estrategias del análisis FODA	9
III.	Evaluación de criterios para identificar la causa raíz (Ventas).....	15
IV.	Plan de acción (Departamento de Ventas)	15
V.	Evaluación de criterios para identificar la causa raíz (Departamento de Producción).....	21
VI.	Plan de acción (Departamento de Producción)	21
VII.	Datos para cálculo de la capacidad instalada en envases PET.....	28
VIII.	Datos para el cálculo de la capacidad instalada en envases de extrusión soplado.....	29
IX.	Consumo mensual promedio de los envases PET	30
X.	Consumo mensual promedio de los envases de extrusión soplado	31
XI.	Historial de venta del último semestre	37
XII.	Historial del consumo de <i>masterbatch</i> del último semestre	38
XIII.	Suma del consumo por artículo del último semestre	40
XIV.	Suma total de los consumos del último semestre	40
XV.	Porcentaje de venta individual	41
XVI.	Porcentaje de venta acumulada	42
XVII.	Clasificación ABC	43
XVIII.	Cálculo del promedio de consumo mensual	44
XIX.	Cálculo de desviación estándar	45
XX.	Cálculo de coeficiente de variación.....	46
XXI.	Clasificación XYZ del listado de artículos	47
XXII.	Ponderación de nivel de servicio de la clasificación ABC/XYZ	50
XXIII.	Clasificación ABC / XYZ	51
XXIV.	Inventarios de seguridad.....	54
XXV.	Punto de reorden	57

XXVI.	Inventario de aseguramiento de servicio.....	57
XXVII.	Formato para registro del indicador del cumplimiento de la producción planificada.....	60
XXVIII.	Productos con estatus color naranja (O.P).....	62
XXIX.	Productos con estatus color rojo (O.P).....	62
XXX.	Indicador de utilización de la capacidad instalada	63
XXXI.	Formato para registro del indicador de ruptura de <i>stock</i> en el departamento de producción.....	64
XXXII.	Formato para registro del indicador de rupturas de <i>stock</i> en el departamento de ventas.....	66
XXXIII.	Formato para registro del indicador de cumplimiento de fecha de entrega	67
XXXIV.	Resultados esperados de la implementación.....	69
XXXV.	Encabezado del <i>MRP</i>	71
XXXVI.	Medición de rupturas de <i>stock</i>	82
XXXVII.	Medición de plazos de entrega	82
XXXVIII.	Costos de implementación de un nuevo plan de la producción	83
XXXIX.	Cálculo de beneficios económico entre resinas	87
XL.	Cálculo de desventajas	88
XLI.	Proyección de ahorro anual	90
XLII.	Detalle de mezcla de material peletizado.....	96
XLIII.	Precio por kilogramo y tiempos de entrega de los proveedores.....	100
XLIV.	Registro de validación de muestras	103
XLV.	Descripción de prueba de impacto	104
XLVI.	Resultado de pruebas de impacto con resina virgen.....	106
XLVII.	Resultado de pruebas de impacto con mezcla de resina peletizada..	107
XLVIII.	Costos de implementación para la producción más limpia.....	108
XLIX.	Plan de capacitación	112
L.	Resultados del plan de capacitación	131

LI.	Costo del plan de capacitación	132
-----	--------------------------------------	-----

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
BMP	Bodega materia prima
COB	Cobertura
CoV	Coefficiente de variación
D	Demanda
INV. SEG	Inventario de seguridad
MP	Materia prima
O.P. TRAN	Orden de producción en tránsito
P.R. ORD	Punto de reorden
PE	Polietileno
PET	Polietileno tereftalato
PROM	Promedio
Q/KG	Quetzales por kilogramo
TE	Tiempo de entrega de la orden

GLOSARIO

Cobertura	Número de días de consumo que las existencias pueden cubrir.
<i>Feedback</i>	Retroalimentación o respuesta que transmite un receptor al emisor, basándose en el mensaje recibido.
<i>Lead time</i>	Tiempo que transcurre desde que la orden es colocada hasta que el producto es entregado.
<i>Masterbatch</i>	Es una mezcla concentrada de pigmentos o aditivos dispersados dentro de una resina portadora que se presenta en forma de grano.
MRP	Planificación de los requerimientos de materiales por sus siglas en ingles. Es un sistema de planificación de la producción, programación y control de <i>stock</i> , utilizado para gestionar procesos de fabricación. A partir del MRP se crea el plan maestro de producción.
O. P	Orden de producción colocada en la planta de producción.
Párison	Plástico fundido en forma tubular que es extruido y obligado a pasar por un molde a tomar forma, por medio de aire a presión.

Peletizado

Método en el cual se procesa un material reciclado en pelet o gránulos para su posterior proceso de extrusión.

PET

Es un polímero plástico que se obtiene un proceso de polimerización mediante ácido tereftálico y monoetilenglicol. Es un polímero lineal, con un alto grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, lo cual lo hace apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termoformado.

Stock

Producto disponible para venta inmediata en una bodega determinada.

RESUMEN

Plásticos Gex es una empresa guatemalteca que se especializa en el diseño y manufactura de soluciones integrales de empaque para las industrias automotrices, agroquímicos, alimentos, bebidas, farmacéuticas, cuidado del hogar y cuidado personal; con presencia en Centroamérica, Belice, Panamá, el Caribe y sur de México. Plásticos Gex ofrece envases plásticos, tapas y otras soluciones integrales de empaque de alta calidad que se adaptan a las necesidades del cliente. Cuenta con servicios complementarios de personalización de etiquetado serigrafía y empaque corrugado.

La situación actual en el departamento de planificación no permite tener una visualización general del estatus del inventario tanto de insumos como de los envases que deben de tener un nivel de *stock* adecuado a su nivel de demanda. Esta situación genera tres tipos de inconvenientes; paros en planta de producción por falta de insumos, indisponibilidad de envases para venta y sobre *stock* de envases en bodega de almacenaje.

Actualmente no se tienen parámetros de medición para verificar el estatus actual de los inventarios, coberturas y puntos de reorden de los productos e insumos de mayor utilización en la fabricación y venta.

Como inicio de la solución, la realización de un diagnóstico al Departamento de Ventas de la empresa es indispensable para contar con bases sólidas para la elaboración tanto de la herramienta de *MRP* como la programación de la producción.

Un análisis histórico del último año de la demanda y consumos de todos los productos e insumos de la empresa fue necesario para la realización de una clasificación ABC XYZ según sea su volumen de movimiento y variabilidad de la demanda. Partiendo de este análisis se realizó una herramienta que estadísticamente determina puntos críticos de control como puntos de reorden, inventarios mínimos, máximos y cantidades óptimas de pedidos y producción.

Con la nueva herramienta de análisis y una adecuada política de inventario, se obtendrán mejores resultados y cumplirán varios objetivos tales como; disminuir inventarios, proveer alertas tempranas, proveer un escenario de compra/producción y el aseguramiento de la disponibilidad de materiales y productos para producción y entrega a los clientes.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de planificación de la producción para envases, insumos y resinas que permita un nivel de aseguramiento óptimo de inventario y servicio.

Específicos

1. Diagnosticar la situación actual de planificación de la producción para proponer mejoras en el proceso de planificación.
2. Realizar un análisis cuantitativo del historial de venta de productos y comportamiento de insumos del último semestre para tener una base estadística de planificación para producción.
3. Realizar un análisis de la capacidad instalada del Área de Producción para la visualización del escenario de máxima producción mensual.
4. Clasificar los materiales y productos en categorías ABC según su volumen de demanda y XYZ según la variabilidad de su comportamiento para el conocimiento estadístico de los esfuerzos de planificación.
5. Establecer los inventarios de seguridad, puntos de reorden y los niveles de inventario de aseguramiento de servicio para aumentar el nivel de confianza y servicio en la producción y venta.

6. Diseñar un plan para la aplicación de producción más limpia, para la eliminación del consumo de materia prima virgen, en la producción de los envases de 20 L.

7. Diseñar un plan de capacitación para el personal del Departamento de Planificación, basado en las necesidades diagnosticadas para fortalecer las destrezas y habilidades.

INTRODUCCIÓN

Plásticos Gex es una empresa guatemalteca fundada en 1997 que se dedica a la fabricación de envases plásticos que brindan soluciones integrales de empaques; contiene una alta gama de productos que abarcan la industria de alimentos, cuidados del hogar, agroquímicos y lubricantes. Todos estos envases son fabricados en distintos tipos de materiales según sea la necesidad del cliente, entre los principales materiales están: el polietileno, polipropileno y el PET, de la misma forma en que la empresa trabaja distintos materiales, también utiliza distintos procesos de producción para su fabricación, entre los cuales están el proceso de extrusión soplado, inyección y soplado PET.

Plásticos Gex, cuenta con el personal capacitado y tecnología necesaria para diseñar y elaborar sus propios moldes de producción, siendo esta una ventaja competitiva, tanto para Plásticos Gex como para los clientes, considerando que el desarrollo de proyectos nuevos e innovaciones en diseños son proyectos que tienen una mejora considerable en tiempos de ejecución en comparación a otras empresas.

El servicio al cliente y la sinergia entre los departamentos es prioridad en Plásticos Gex. La organización es consciente que el buen funcionamiento de la empresa en las relaciones personales soportado con productos de alta calidad y entregas en los tiempos establecidos puede llegar a generar como resultado clientes satisfechos y relaciones comerciales a largo plazo.

En el presente trabajo de graduación se presenta en el capítulo 1 una descripción general de la empresa, su visión, misión, objetivos y su estructura

organizacional, puntos que son pilares fundamentales para su buen funcionamiento y dirección.

En el capítulo número dos se describe, diagnostica y se elaboran todas las herramientas y procesos que son necesarios para la ejecución de una buena planificación. Todas las industrias están sujetas al comportamiento del mercado; altos y bajos niveles de demanda, picos en los consumos y diversas estacionalidades en el comportamiento son los factores principales que afectan la planificación de la producción; de tal manera, es importante reforzar y fortalecer las técnicas y métodos de planificación. Para esto es necesario un diagnóstico de cada una de las áreas las cuales se ven involucradas en las relaciones comerciales.

Es indispensable en cualquier tipo de industria contar con un panorama real que permita saber que, cuanto y en qué momento se debe aprovisionar o fabricar para poder cumplir con los compromisos adquiridos y demandas establecidas de ventas; por lo tanto, un análisis estadístico de los historiales de ventas es necesario para determinar los insumos y productos de mayor impacto en la planificación. Del mismo modo en que se clasifican los productos e insumos según su volumen de demanda, es importante conocer y cuantificar el dato de la capacidad instalada de la planta de producción de tal manera que exista la seguridad que la demanda del mercado pueda ser suplida por la planta de producción.

En este capítulo se desarrolla la implementación de un nuevo método de planificación, deberá partir del conocimiento básico del comportamiento y necesidades de los departamentos de ventas y compras, así como las necesidades y limitaciones actuales del departamento de producción, se

analizará el comportamiento del consumo histórico de los insumos e historiales de ventas de los productos más importantes en la organización.

Con el análisis de la demanda se implementará un sistema de MRP mediante la práctica de la metodología ABC XYZ e indicadores de control que brindarán puntos de reorden, inventarios máximos y cantidades óptimas de producción y compra.

En el capítulo tres se abarcará lo relacionado a la implementación de la producción más limpia, considerando que debe ser prioridad en la actualidad en toda industria manufacturera, por tal motivo se realizará el estudio de la opción de la implementación de producción más limpia en el proceso de productivo de la empresa Plásticos Gex. Un diagnóstico inicial brindará un panorama de la necesidad de la empresa en un momento determinado utilizando herramientas como diagramas de operaciones, se identificará el proceso actual y se justificará la inclusión de la producción más limpia; de tal manera que se buscará invertir en un nuevo tipo de resina peletizada la cual permitiría mantener los estándares de calidad y propiedades físicas de los envases en su estado final, tendiendo un ahorro económico de la materia prima.

En capítulo número cuatro de este trabajado de graduación, como fase final se llevará a cabo un plan de capacitación, el cual detallará capacitadores, materiales, fechas estimadas de las capacitaciones y los temas a impartir. El plan principalmente irá dirigido al departamento de planificación, considerando que este departamento es el enlace principal de información entre los departamentos de ventas y producción.

1. GENERALIDADES DE PLÁSTICOS GEX

1.1. Descripción

Es una compañía guatemalteca dedicada a la elaboración y comercialización de empaques plásticos.

Desde su fundación en 1997 provee soluciones de empaque a clientes en el mercado centroamericano de productos de consumo tales como: alimentos, químicos, limpieza, agroindustria y cosméticos entre otros.

El principal objetivo es lograr la lealtad de los clientes ofreciendo servicios integrales que permitan satisfacer las necesidades y superar sus expectativas, gracias al enfoque se ha logrado crecer haciendo una empresa reconocida a nivel guatemalteco y centroamericano.

Todo esto ha sido posible por personal capacitado para el desarrollo, diseño y fabricación de envases en los procesos de inyección y soplado de PET, Polietileno, Polipropileno, PVC así como, procesos complementarios de etiquetado y serigrafía, garantizando productos finales de alta calidad.

Plásticos Gex cuenta con la herramienta, maquinaria y personal capacitado para diseñar y fabricar moldes para la producción de envases, siendo esto una ventaja competitiva sobre los competidores y directamente dando un mejor servicio a los clientes considerando mayor agilidad y menores tiempos de respuesta en el desarrollo de nuevos proyectos.

Plásticos Gex cuenta con todos los departamentos necesarios para poder suplir las necesidades del mercado considerando, diseños y elaboración de nuevos productos, fabricación de envases, almacenaje y distribución. Todo esto respaldado por equipos y departamentos especializados en cada uno de estos procesos; departamento de producción, control de calidad, aseguramiento de calidad, bodega, planificación de producción, logística, compras y finalmente ventas.

1.2. Visión

“Empresa fabricante y distribuidora de envases plásticos que se convierta en una ventaja competitiva para los clientes, reconocida en el mercado por brindar soluciones de empaque de forma innovadora e integral a través de un servicio al cliente personalizado y de respuesta inmediata”¹.

1.3. Misión

Una empresa líder e innovadora cuya búsqueda constante de crecimiento se enfoca en sobrepasar las expectativas de los clientes al ofrecer productos de alta calidad, brindar servicio personalizado y de respuesta inmediata de forma responsable, manteniendo altos estándares de eficacia, calidad y productividad en los procesos, sin olvidar crear un ambiente de trabajo donde el personal se sienta comprometido con estos objetivos y motivado para cumplir sus metas de crecimiento laborales y personales².

1.4. Objetivos

Una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de productos plásticos, brindando soluciones integrales de empaque al mercado local e internacional.

Gestionar las operaciones a través de un sistema integrado que mejora continuamente para demostrar un compromiso con:

¹ Empresa de estudio. Consulta: septiembre de 2017.

² *Ibíd.*

- La satisfacción constante de los clientes a través del cumplimiento de sus requisitos.
- La prevención de la contaminación mediante la aplicación de reprocesos eficientes, la gestión adecuada de los residuos sólidos del proceso productivo y la eficiencia energética de la operación.
- La disminución de los riesgos de los colaboradores a través de la implementación de programas de salud y seguridad ocupacional.
- El cumplimiento de los requisitos legales aplicables.

Aspirar a ser un negocio rentable de valor agregado y sostenible en el tiempo, adaptándose al contexto³

1.5. Estructura organizacional

La empresa cuenta con una estructura funcional, la cual se basa en el principio de la jerarquía, reforzando el concepto de autoridad en el que cada superior tiene jurisdicción específica sobre sus subordinados, los equipos de trabajo son agrupados por sus especialidades. Se trata de una estructura vertical en la medida que cada grupo funcional dentro de la organización está integrado verticalmente desde la parte inferior hasta la parte superior de la organización. La ventaja que presenta esta estructura es que la autoridad de cada cargo está perfectamente definida estableciendo jerarquías, lo cual facilita la realización de las actividades y la coordinación de su funcionamiento estableciendo un orden de autoridad.

La estructura funcional, está dividida en áreas lo cual busca la distribución organizativa con el fin de tener distintos niveles de subordinación y mando dentro de la organización en la cual se delega responsabilidad y poder de decisión según el nivel en la estructura.

³ Empresa de estudio. Consulta: septiembre de 2017.

Clasifica diferentes niveles en sentido descendente, la comunicación suele ser con el superior inmediato y subordinados, la autoridad es centralizada hacia el puesto de nivel alto que permite a los mandos medios tomar decisiones en ausencia del personal de rango superior.

Referente al clima organizacional la empresa de fabricación y transformación de polímeros busca mantener un clima participativo en el cual se pueda generar la suficiente confianza en los colaboradores con el fin de crear una retroalimentación y así mantener la motivación y compromiso con ellos, para que puedan percibir que su esfuerzo es valorado y recompensado; estos factores impactan en la calidad de trabajo que cada uno de ellos realiza.

El tipo de cultura organizacional es de tipo constructiva, en la que los miembros son animados a interactuar con las personas y las tareas se enfocan de tal manera, que se contribuye a cumplir las metas satisfaciendo las necesidades laborales. La organización promueve a los miembros a trabajar a su máximo potencial, obteniendo como resultado altos niveles de motivación y satisfacción, así mismo se motiva el trabajo en equipo y la calidad del servicio. Normas constructivas son evidentes en los ambientes donde la calidad es un valor superior a la cantidad, la creatividad es un valor superior a la conformidad, la cooperación se cree que conduce a mejores resultados que la competencia y la eficacia se juzga a nivel del sistema en lugar del nivel de componente.

En la organización las funciones gerenciales principales son las siguientes:

- Gerente de Planta: administrar los recursos de la planta. técnicos, administrativos y operativos. Manejar los recursos de la planta con eficiencia y calidad. Toma de decisiones basadas en producción y con el manejo de personal.

- Gerente de Ventas: planificar, coordinar, dirigir y supervisar el equipo de ventas, siendo el responsable de un determinado número de vendedores, realizar el control de la gestión de los vendedores. Se encarga de la formación del personal del departamento, elabora una serie de reportes cuantitativos y cualitativos con respecto a las ventas.

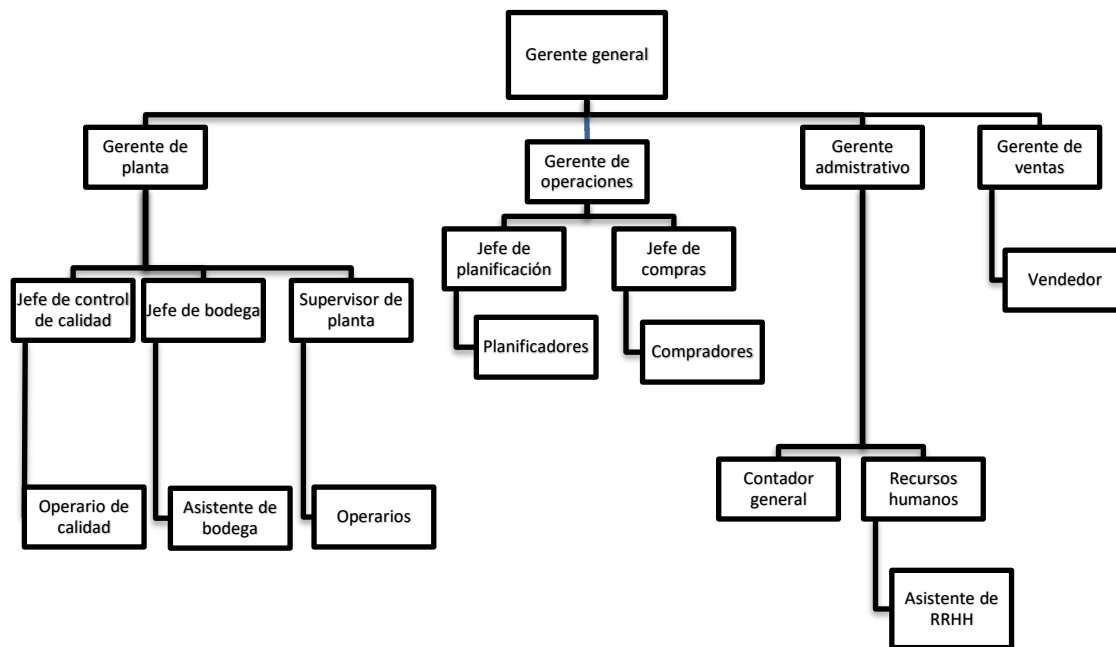
Mantener y aumentar las ventas, mediante la administración eficiente del recurso humano de ventas disponible y del mercado potencial de clientes en un plazo determinado.

Gestionar el proceso de comercialización del producto, supervisión de las tareas operativas, controlar los márgenes de ventas, redireccionar las ventas hacia el recurso apropiado en la relación de los clientes, solicitar los reportes periódicos de operación, realizar el pronóstico de ventas periódicamente, controlar que las ventas realizadas se incrementen.

- Gerente de Administrativo: gestión Administrativa de la empresa. Sanar financieramente la empresa, velar por la continuidad del negocio, brindar información estratégica oportuna, consistente y confiable.
- Gerente de Operaciones: administrar las operaciones relacionadas a la planificación de la producción y a las compras. Planificar, dirigir y asegurar el buen manejo de los recursos de la organización con la finalidad de lograr los objetivos trazados. Su labor involucra un rol determinante en la toma de decisiones, un control riguroso de los procesos y la capacidad de resolución de problemas.

A continuación, se presenta el organigrama de la empresa.

Figura 1. **Organigrama de la empresa Plásticos Gex**



Fuente: Empresa de estudio, Área de Administración.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

2.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Plásticos Gex es una empresa que, como consecuencia de su rápido crecimiento en las operaciones y volúmenes de venta, ha sufrido de inconvenientes en algunos de sus departamentos, improvisando inadecuadas prácticas de comunicación y técnicas planificación para adecuarse a la demanda del mercado y poder suplir las necesidades de los clientes.

Con el objetivo de diseñar estrategias que potencialicen las fortalezas y minimicen las debilidades de los departamentos en las actividades de suministro y producción, se realizará un diagnóstico mediante la herramienta FODA.

A continuación, se presenta el diagnóstico realizado de la situación actual de la empresa respecto a los procesos productivos y de planificación:

Tabla I. **Análisis FODA de la situación actual de la empresa**

<p style="text-align: center;"><u>FORTALEZAS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidad en las entregas a los clientes. • Atención personalizada a los clientes por parte del departamento ventas. • Rapidez en las entregas. • Sinergia entre los departamentos. • Planificación sin burocracia. 	<p style="text-align: center;"><u>DEBILIDADES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sobre stock de algunas presentaciones de envases • Usualmente bajo nivel de inventario o inventario cero de algunas presentaciones. • No se cuenta con una herramienta de planificación. • No existen índices que determinen el estatus actual del inventario. • Envases dañados por su alto tiempo de almacenaje • Constantes quiebres de stock en ventas. • Constantes paros no programados en producción. • Planificación inadecuada.
<p style="text-align: center;"><u>OPORTUNIDADES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Satisfacción del cliente. • Lazos comerciales con clientes nuevos. • Relaciones a largo plazo con los proveedores. • Oportunidad de nuevas negociaciones con los proveedores. • Fortalecimiento de las relaciones comerciales. 	<p style="text-align: center;"><u>AMENAZAS:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Clientes molestos por indisponibilidad de envase. • Creación de oportunidades a la competencia en el mercado propio. • Desabastecimiento de materias primas por causa o inconsistencia del proveedor.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

A continuación, se presenta la matriz de las estrategias a considerar según el análisis FODA:

Tabla II. **Matriz de estrategias del análisis FODA**

	LISTA DE FORTALEZAS	LISTA DE DEBILIDADES
	F1: Flexibilidad en las entregas a los clientes. F2: Atención personalizada a los clientes por parte del departamento ventas. F3: Rapidez en las entregas. F4: Sinergia entre los departamentos. F5: Planificación sin burocracia.	D1: Sobre stock de algunas presentaciones de envases. D2: No se cuenta con una herramienta de planificación. D3: No existen índices que determinen el estatus actual del inventario. D4: Constantes quiebres de stock en ventas. D5: Constantes paros no programados en producción. D6: Planificación inadecuada.
LISTA DE OPORTUNIDADES	FO (MAXI -MAXI)	DO (MINI - MAXI)
O1: Satisfacción del cliente. O2: Lazos comerciales con clientes nuevos. O3: Relaciones a largo plazo con los proveedores. O4: Oportunidad de nuevas negociaciones con los proveedores O5: Fortalecimiento de las relaciones comerciales.	Analizar la demanda y consumos de los envases y resinas, para determinar su comportamiento histórico. Con esta base determinar una herramienta que nos permita tener un panorama certero de cuándo y cuanto producir. De igual manera nos brindara el estatus actual del inventario mediante un semáforo de colores.	Analizar los productos de mayor demanda que se utilizan como venta genérica, estos deberán de ser la base de la herramienta de MRP para sus producciones y coberturas optimas.
LISTA DE AMANAZAS	FA (MAXI -MINI)	DA (MINI - MINI)
A1: Clientes molestos por indisponibilidad de envase. A2: Creación de oportunidades a la competencia en el mercado propio A3: Desabastecimiento de materias primas por causa o inconsistencia del proveedor	Realizar un análisis junto con el departamento de ventas para determinar si efectivamente los envases de mayor consumo son necesariamente los que mayores inconvenientes general en los clientes. De esta forma atacar los puntos críticos y reforzar las relaciones con los clientes.	Fortalecer las relaciones actuales con los clientes, generando inventarios óptimos según requiriera cada producto. De esta forma se reducirán las posibilidades a los incumplimientos de las solicitudes de los clientes.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

Basado en el diagnóstico realizado los principales departamentos que se ven involucrados son el departamento de ventas, planificación y producción, siendo estos los principales participantes en la cadena de suministros, serán objetivo de análisis para identificar las posibles causas de los problemas de desabasto, paros de líneas y deficiencias en la comunicación.

Esta situación genera tres tipos de inconvenientes: paros en planta de producción por falta de algún insumo; indisponibilidad de envases para venta y sobre *stock* de envases en bodega de almacenaje.

Actualmente no existe una base o sistema sostenible en el tiempo que permita instruir a nuevas personas para la programación de la producción. El enfoque debe ser distinto, deben de existir herramientas para realizar de manera sostenible las actividades diarias en la empresa, principalmente la programación de la producción.

2.1.1. Departamento de Ventas

El Departamento de Ventas en la empresa Plásticos Gex, cuenta con dos procesos distintos de ventas, uno corresponde a pedidos de productos exclusivos de clientes y el segundo corresponde a un proceso de venta de productos genéricos de amplia diversidad para usos de todo tipo de clientes de pequeñas y medianas empresas. Este segundo proceso es el que sufre de constantes desabastos y reclamos de los clientes por no contar con el producto disponible para su venta.

El proceso de venta de producto genérico se caracteriza por los tiempos cortos de entrega y la disponibilidad inmediata de producto. Esta característica si

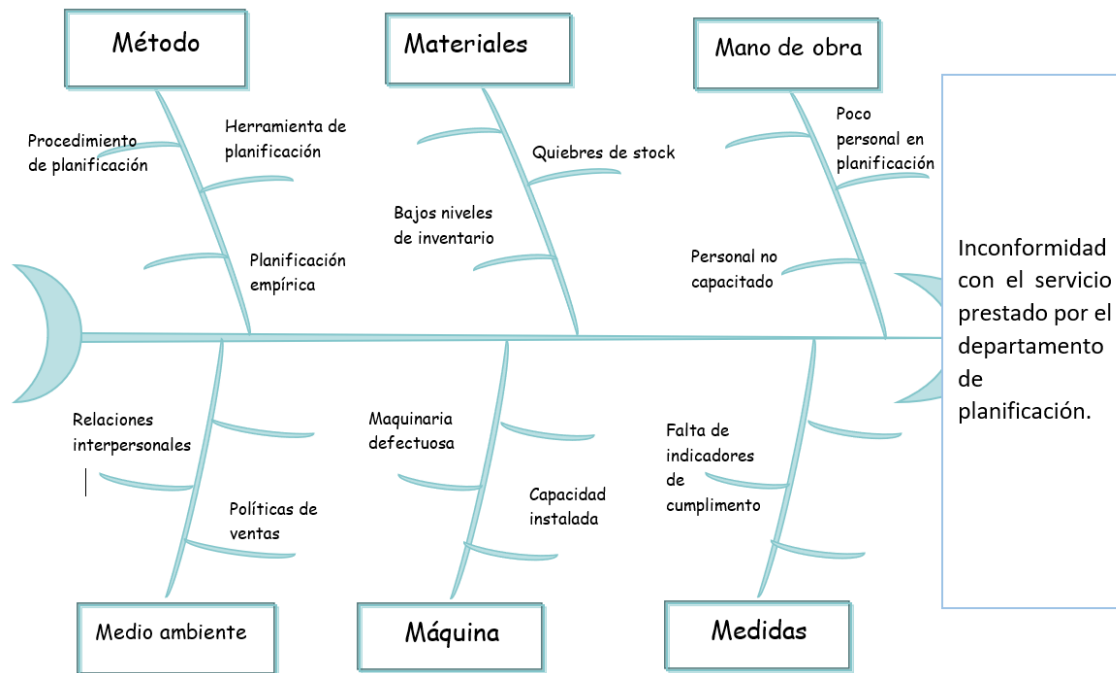
se cumple, es una ventaja importante en el mercado, brindando un escudo comercial ante las amenazas de la competencia.

En el acercamiento inicial con el cliente cuando se inicia la relación comercial, el ofrecimiento de tiempos de entrega y disponibilidad de producto es uno de los puntos clave para que la relación comercial se logre concretar.

Cuando la relación comercial está en proceso de ejecución, constantemente ocurren reclamos por parte de los clientes por falta de disponibilidad de producto debido a que sus ventas han ido en incremento. La fuerza de venta ha generado reclamos recurrentes al departamento de planificación por la falta de estos envases, solicitan que a corto plazo se pueda brindar una solución para el desabasto de ciertos productos que limitan las oportunidades de ventas, por lo que se procede a realizar un diagnóstico para determinar las posibles causas de los problemas.

A continuación, se presenta el diagrama de causa y efecto del diagnóstico del Departamento de Ventas:

Figura 2. Diagrama causa y efecto del Departamento de Ventas



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

De acuerdo con el diagrama de causa y efecto, se listan a continuación las causas encontradas para determinar la causa raíz:

- Mano de obra:
 - Poco personal en planificación
 - Personal no capacitado

- Medio ambiente:
 - Relaciones interpersonales
 - Políticas de ventas

- Materiales:
 - Quiebres de *stock*
 - Bajos niveles de inventario

- Medición:
 - Falta de indicadores de cumplimiento

- Métodos:
 - Procedimiento de planificación
 - Herramientas de planificación
 - Planificación empírica

- Maquinaria:
 - Maquinaria defectuosa
 - Capacidad instalada

Para determinar la causa raíz del problema se trabajó un método el cual consiste en establecer criterios de calificación para cada una de las causas. Para realizar las evaluaciones y asignar las calificaciones de las causas propuestas y detalladas en el diagrama de causa y efecto, se realizó conjunto a un equipo de trabajo multidisciplinario compuesto por personas con experiencia de los departamentos de ventas y planificación.

Los criterios formulados por el equipo de trabajo fueron los siguientes:

- ¿Es un factor que lleva al problema?
- ¿Provoca directamente el problema?
- ¿El problema se corrige si esto es eliminado?
- ¿Se puede plantear una solución factible?
- ¿Se puede medir si la solución funcionó?
- ¿La solución es de bajo costo?

Dentro del equipo de trabajo se estableció la calificación con los valores del 1 al 3, en donde el 3 equivale a más beneficio y el 1 a menos beneficio. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de las causas:

Tabla III. **Evaluación de criterios para identificar la causa raíz (Ventas)**

CAUSAS	CRITERIOS						TOTALES
	¿Es un factor?	¿Es causa directa?	¿Se corrige el problema si se elimina?	¿Es factible la solución?	¿Es medible la solución?	¿La solución es bajo costo?	
Mano de obra							
Poco personal en planificación	2	2	1	2	2	1	10
Personal no capacitado	3	3	2	2	2	3	15
Medio ambiente							
Relaciones interpersonales	1	1	1	2	2	2	9
Políticas de ventas	2	2	2	2	2	3	13
Materiales							
Quiebres de stock	3	3	3	3	3	2	17
Bajos niveles de inventario	3	3	3	3	3	2	17
Medición							
Falta de indicadores de cumplimiento	2	2	2	2	2	3	13
Métodos							
Procedimiento de planificación	3	3	3	3	3	3	18
Herramientas de planificación	3	3	3	3	3	3	18
Planificación empírica	3	2	2	3	2	3	15
Maquinaria							
Maquinaria defectuosa	1	1	1	1	1	1	6
Capacidad instalada	2	2	2	2	2	1	11

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

Para establecer la causa raíz se realizó un Diagrama de Pareto, en el que cual se pueden observar aquellas causas o problemas reales que están afectando la percepción del departamento de ventas sobre el departamento de planificación.

Tabla IV. **Plan de acción (Departamento de Ventas)**

Medida sugerida	Actividad	Meta	Responsable
Diseñar un nuevo plan de planificación que integre una herramienta de programación para la producción	Realizar un estudio estadístico de la demanda para la generación de un MRP	Tener niveles de control y cantidades optimas de pedidos	Epesista

Continuación de la tabla IV.

Medida sugerida	Actividad	Meta	Responsable
Definir niveles de aseguramiento de servicio a los envases críticos	Ponderar cada uno de los envases según su variabilidad y volumen de demanda.	Manejar niveles de inventarios óptimos para la demanda actual	Epesista
Diseñar un plan de capacitación para el personal del departamento de planificación	Diagnosticar las necesidades y aspectos a fortalecer en el personal del departamento de planificación	Tener personal capacitado	Epesista
Implementar el uso de indicadores de medición	determinar los cumOplimientos críticos en la operación de venta y planificación	Medir el cumplimiento de la gestión de planificación respecto al servicio prestado a ventas	Epesista

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

De acuerdo con lo anterior, es posible determinar que sea necesario establecer políticas en los tiempos de entregas que le permitan al planificador y al vendedor tener un tiempo de acción favorable al proceso considerando que no se tenga el envase disponible para venta inmediata. De igual forma es contar con una herramienta de programación que le permita al programador tener visibilidad del estatus del inventario y pueda determinar mediante puntos de control, cuando y cuanto producir.

2.1.2. Departamento de Producción

La empresa Plásticos Gex cuenta con un departamento de producción con la capacidad de producir dos líneas distintas de envases; una línea específica para envases de polietileno con variedad de colores y usos. Del mismo modo posee una línea para trabajar envases específicos de material PET.

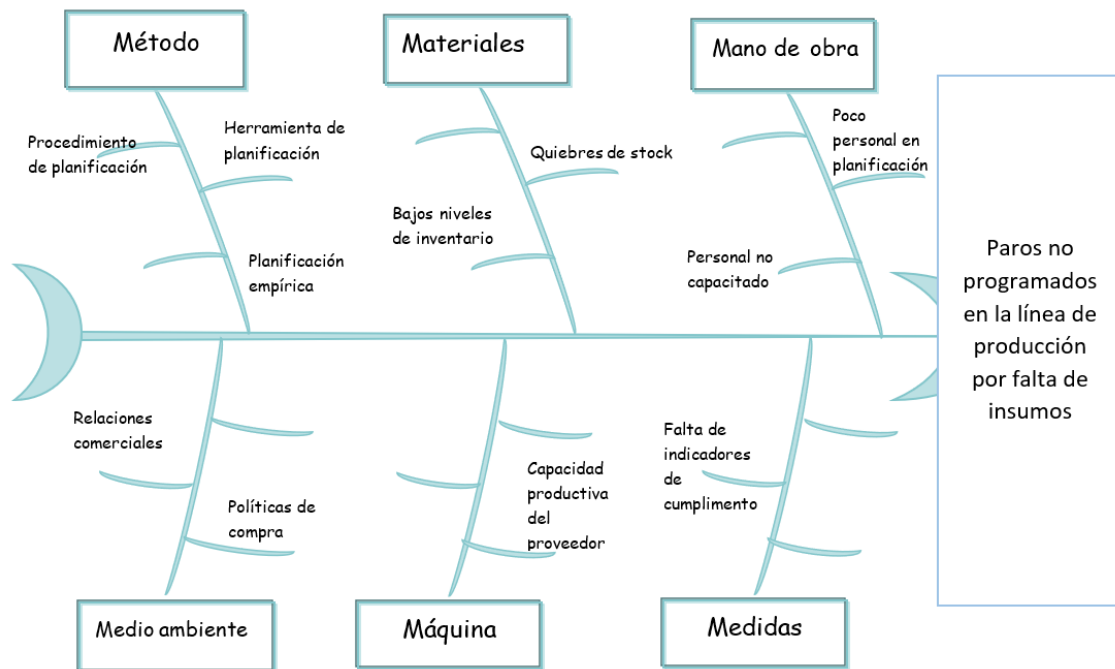
La línea de extrusión soplado cuenta con equipos que constan de una extrusora con un sistema plastificador que permite obtener un fundido uniforme de plástico a la velocidad adecuada. El sistema plastificador es común a todos los equipos de extrusión adicional requiere de un cabezal que proporcione un parison de forma tubular, con la sección transversal deseada. Los equipos además constan de una unidad de soplado y un molde de soplado. Estos en el proceso previo a la extrusión del polietileno en su estado virgen dependiendo del requerimiento de las características finales del envase, es necesario realizar una mezcla de *masterbatch* o colorante según sea el color que se pretende dar al envase final. Este *masterbatch* es abastecido a bodega de materia prima por el departamento de planificación.

Con el contexto general del funcionamiento y dependencias del departamento, cabe mencionar que históricamente el departamento de producción sufre de paros no programados en las líneas de producción por el desabasto de este insumo. Este tipo de paros es de alto impacto económico en la empresa debido a los tiempos de arranque en este tipo de maquinaria.

Juntamente con el departamento de producción y el departamento de planificación se realizó un ejercicio de cinco porqués con el fin de identificar las posibles causas de los paros en la línea de producción.

A continuación, se presenta el diagrama de causa y efecto del diagnóstico del departamento de producción sobre los paros no programados:

Figura 3. **Diagrama causa y efecto del Departamento de Producción**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

De acuerdo con el diagrama de causa y efecto, se listan a continuación las causas encontradas para determinar la causa raíz:

- Mano de obra:
 - Poco personal en planificación
 - Personal no capacitado

- Medio ambiente:
 - Relaciones comerciales
 - Políticas de compra

- Materiales:
 - Quiebres de *stock*
 - Bajos niveles de inventario

- Medición:
 - Falta de indicadores de cumplimiento

- Métodos:
 - Procedimiento de planificación
 - Herramientas de planificación
 - Planificación empírica

- Maquinaria:
 - Capacidad productiva del proveedor

Para determinar la causa raíz del problema se trabajó un método el cual consiste en establecer criterios de calificación para cada una de las causas. Para realizar las evaluaciones y asignar las calificaciones de las causas propuestas y detalladas en el diagrama de causa y efecto, se realizó conjunto a un equipo de trabajo multidisciplinario compuesto por personas con experiencia de los departamentos de ventas y planificación.

Los criterios formulados por el equipo de trabajo fueron los siguientes:

- ¿Es un factor que lleva al problema?
- ¿Provoca directamente el problema?
- ¿El problema se corrige si esto es eliminado?
- ¿Se puede plantear una solución factible?
- ¿Se puede medir si la solución funcionó?
- ¿La solución es de bajo costo?

Dentro del equipo de trabajo se estableció la calificación con los valores del 1 al 3, en donde el 3 equivale a más beneficio y el 1 a menos beneficio. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de las causas:

Tabla V. **Evaluación de criterios para identificar la causa raíz (Departamento de Producción)**

CAUSAS	CRITERIOS						TOTALES
	¿Es un factor?	¿Es causa directa?	¿Se corrige el problema si se elimina?	¿Es factible la solución?	¿Es medible la solución?	¿La solución es bajo costo?	
Mano de obra							
Poco personal en planificación	2	2	1	2	2	1	10
Personal no capacitado	3	3	2	2	2	3	15
Medio ambiente							
Relaciones comerciales	1	1	1	2	2	2	9
Políticas de compra	2	2	2	2	2	3	13
Materiales							
Quiebres de stock	3	3	3	3	3	2	17
Bajos niveles de inventario	3	3	3	3	3	2	17
Medición							
Falta de indicadores de cumplimiento	2	2	2	2	2	3	13
Métodos							
Procedimiento de planificación	3	3	3	3	3	3	18
Herramientas de planificación	3	3	3	3	3	3	18
Planificación empírica	3	2	2	3	2	3	15
Maquinaria							
Capacidad productiva del proveedor	1	1	1	1	1	1	6

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

Para establecer la causa raíz se realizó un Diagrama de Pareto, en el que cual se pueden observar aquellas causas o problemas reales que están afectando los paros de producción no programados en las líneas de producción. (ver figura 3).

Tabla VI. **Plan de acción (Departamento de Producción)**

Medida sugerida	Actividad	Meta	Responsable
Diseñar un plan de planificación que integre una herramienta de programación para la compra de insumos	Realizar un estudio estadístico del consumo de los insumos para la generación de un MRP	Tener niveles de control y cantidades optimas de compras	Epesista

Continuación de la tabla VI.

Medida sugerida	Actividad	Meta	Responsable
Definir niveles de aseguramiento de servicio a los insumos críticos	Ponderar cada uno de los materiales según su variabilidad y volumen de consumo.	Manejar niveles de inventarios óptimos para el consumo actual	Epesista
Diseñar un plan de capacitación para el personal del departamento de planificación	Diagnosticar las necesidades y aspectos a fortalecer en el personal del departamento de planificación	Tener personal capacitado	Epesista
Implementar el uso de indicadores de abastecimiento	determinar los cumplimientos críticos en la operación de producción y planificación	Medir el cumplimiento del abastecimiento de los insumos a la planta de producción	Epesista

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

Con base al análisis anterior, bajos niveles de *stock*, falta de alertas tempranas de desabasto y bajos niveles de inventario de insumos son las causas principales por las cuales durante los procesos de producción existan paros no programados, dichos paros generan un impacto económico, causando un aumento del costo unitario del material producido, también afecta en el cumplimiento del plan de producción, de esta forma existe un impacto directo en el cliente y su nivel de satisfacción en la entrega. Dadas estas situaciones es importante aterrizar en un correcto nivel de inventario y manejo de insumos de manera oportuna.

2.1.3. Departamento de Planificación

Actualmente el Departamento de Planificación de la empresa Plásticos Gex posee limitantes en el alcance y estructura del mismo, como la falta de herramientas para la planificación, recopilación de información del comportamiento de la demanda y falta de estudio de la variabilidad de la misma

no permitiendo así, una correcta toma de decisión respecto a los niveles de pedidos, y coberturas deseadas tanto para la producción de envases como para los pedidos de insumos realizados al departamento de compras.

El control y programación de producción es un proceso actualmente empírico, donde la determinación de lotes de producción y compra de insumos están soportados sobre la experiencia del programador basado en la toma de inventarios físicos, promedios de demanda simples y experiencia del planificador, es como actualmente se realizan los pedidos de insumos y se gestionan los planes de producción.

El tipo de planificación actual en ocasiones genera dos tipos de - inconvenientes tales como: inventarios de insumos por debajo de los niveles de seguridad mínimos, existencia de envases por debajo de los niveles óptimos requeridos por los clientes. En ambas situaciones el cliente es el principal afectado, esto sin considerar el impacto económico en las operaciones productivas de la empresa.

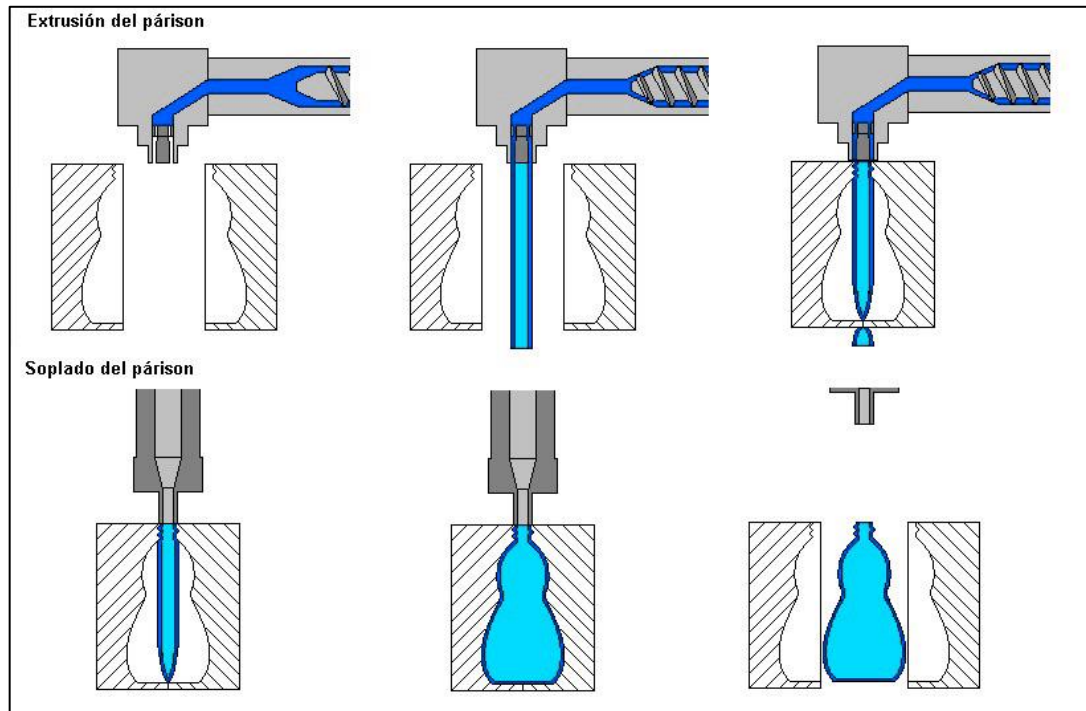
El diagnóstico de los Departamentos de Ventas y producción servirán como base para la formación de una nueva estructura para la planificación de la producción considerando las necesidades de esos dos departamentos: establecer políticas de tiempos de entregas, niveles de servicio y realizar un estudio estadístico del historial de consumos de los colorantes y las ventas históricas, permitiendo realizar una nueva forma de planificar que garantice el suministro a las áreas implicadas.

2.2. Descripción del proceso de fabricación de los envases plásticos

Para efectos de este trabajo, se describirán únicamente los procesos productivos de extrusión soplado y PET. A continuación, se procede con una descripción breve del proceso de fabricación para envases de extrusión soplado:

- Extrusión soplado: consiste en que un parison de plástico fundido es generado por un cabezal antecedido por un cañón con resistencias eléctricas que permiten fundir el plástico. El parison es capturado por un molde con la figura final del envase, posterior a ser capturado es cortado mediante una cuchilla térmica, el molde se desplaza a una siguiente estación donde iniciara el ciclo de soplado para formación. A continuación, el parison entra al ciclo de soplado, donde un pin metálico entra en el molde, introduce aire a presión y genera la pieza de plástico final. Al terminar el ciclo de soplado inicia el ciclo de enfriamiento, donde el envase aun dentro del molde es enfriando mediante el contacto que este tiene con la superficie del molde, superficie por la cual existe un circuito donde circula agua fría. Completando el ciclo de enfriamiento, el envase es expulsado en su forma definitiva.

Figura 4. **Extrusión y soplado del parison**



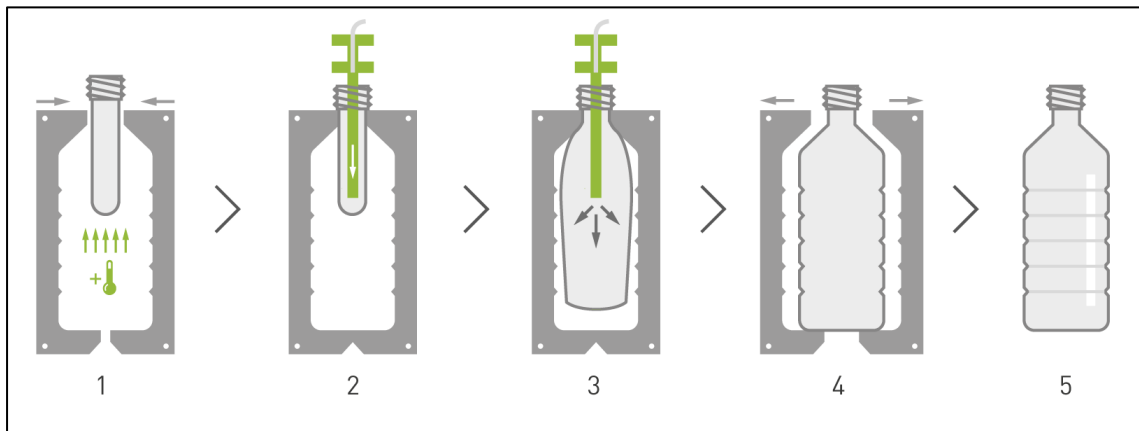
Fuente: Tecnología de los plásticos. *Extrucción-soplado*.

<https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/03/extrusion-soplado.html>. Consulta: 27 de agosto de 2021.

- Soplado PET: este proceso consiste en que una preforma es colocada en un sistema de pines guías, los cuales trasladan a la preforma al interior de un horno eléctrico, el cual cumple el propósito de calentar la preforma a una temperatura aproximada de 100 °C. Esta preforma con la temperatura objetivo, es trasladada al ciclo de soplado, donde es ingresada al molde para que un pin metálico entra en el molde, introduce aire a presión y genera la pieza de plástico final. Al terminar el ciclo de soplado inicia el ciclo de enfriamiento, donde el envase aun dentro del molde es enfriando mediante el contacto que este tiene con la superficie del molde, superficie

por la cual existe un circuito donde circula agua fría. Completando el ciclo de enfriamiento, el envase es expulsado en su forma definitiva.

Figura 5. **Soplado PET**



Fuente: Nurel. *Inyección soplado*. <https://biopolymers.nurel.com/es/productos/inyeccion/inyeccion-soplado>. Consulta: 27 de agosto de 2021.

2.3. **Capacidad instalada**

Un aspecto clave a considerar en los procesos de planificación es la capacidad instalada de la planta de producción; de esta manera se determina si la empresa está en condiciones de poder cumplir con el nivel de demanda actual; de lo contrario, si la demanda es mayor a la capacidad instalada entonces no se podría abastecer a los clientes en algún momento determinado, no se podría contar con los niveles de inventarios óptimos y definitivamente pérdida en oportunidades de ventas nuevas.

El principio básico de cálculo es agrupar los productos por familias que compartan procesos similares y sea posible considerar tasas promedio de producción.

Los pasos y datos necesarios para calcular la capacidad instalada son los siguientes:

- Unidades producidas por hora
- Horas diarias trabajadas
- Días laborados al mes
- Numero de máquinas

Para el cálculo de la capacidad instalada se considerarán dos tipos de procesos, siendo estos los siguientes:

- Soplado PET
- Extrusión soplado

Para el proceso de soplado PET se consideran los siguientes cálculos:

Tabla VII. **Datos para cálculo de la capacidad instalada en envases PET**

Ritmo de envases producidas por hora	Env / h	900
Número de horas disponibles por día	h / Día	24
Número de días laborables al mes	Día - Mes	30
Número de máquinas disponibles	No. Maq	3

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

Los cálculos para determinar la capacidad instalada de área serían los siguientes:

- Capacidad instalada = $(\text{Env} / \text{h}) \times (\text{h} / \text{Día}) \times (\text{Días-Mes}) \times (\text{No. Maq})$
- Capacidad instalada = $(900) \times (24) \times (30) \times (3)$
- Capacidad instalada = $(1\ 944\ 000)$

Según este cálculo se determina que mensualmente la fábrica de producción está en capacidad de producir 1 944 000 envases en el Área de Soplado PET.

Para el área de extrusión soplado, se considera un ritmo de producción promedio para la familia de productos que forman parte de este estudio, los datos serían los siguientes:

Tabla VIII. **Datos para el cálculo de la capacidad instalada en envases de extrusión soplado**

Ritmo de envases producidas por hora	Env / h	250
Número de horas disponibles por día	h / Dia	24
Número de días laborables al mes	Dia - Mes	30
Número de máquinas disponibles	No. Maq	8

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

Los cálculos para determinar la capacidad instalada del área serían los siguientes:

- Capacidad instalada = (Env / h) x (h / Dia) x (Días-Mes) x (No. Maq)
- Capacidad instalada = (250) x (24) x (30) x (8)
- Capacidad instalada = (1 440 000)

Según este cálculo se puede determinar que mensualmente la fábrica de producción está en capacidad de producir 1 440 000 envases en el área de extrusión soplado.

Por lo tanto, se toman como datos definitivos los siguientes resultados por área:

- Soplado PET= 1 944 000 Envases mensuales
- Extrusión soplado= 1 440 000 Envases mensuales

Estos números de capacidad productiva serán de utilidad al momento de conocer cuál es el consumo mensual total proyectado de todos los envases

requeridos por los clientes, de esta forma se podrá visualizar si será posible cubrir con la maquinaria actual la demanda proyectada.

2.3.1. Consumos promedios

Con la lista de envases que se producen en la planta de producción, se procede a realizar un histórico del último semestre de venta de cada uno de estos envases.

Con base en la información que fue proporcionada por el Departamento de Ventas, los resultados de los promedios mensuales de demanda de cada uno de los artículos según su área de producción son los siguientes:

Tabla IX. Consumo mensual promedio de los envases PET

Código	Descripción	Promedio mensual de envases
GEX002	ENVASE 800 ML ACEITE PET	299 775
GEX003	ENVASE 900 ML ACEITE PET	251 733
GEX004	ENVASE DESINFECTANTE 750 ML PET	181 825
GEX006	ENVASE DESINFECTANTE 400 ML PET	127 073
GEX007	ENVASE 1000 ML PARA ACEITE PET	86 905
GEX008	ENVASE BEBIDA 250 ML PET CRISTAL	81 819
GEX010	ENV. ½ GALON PET PARA JUGO	74 562
GEX011	ENV. PARA JUGO 500 ML PET CRSTAL	62 891
GEX013	ENVASE BALSAMO 360 ML PET CRISTAL	48 805
GEX015	ENVASE GEL 500 PARA CABELLOS PET	45 891
GEX016	ENVASE JUGO 1,800 ML CRISTAL PET	43 244
GEX017	ENVASE 600 ML PARA COSMETICOS PET CRISTAL	41 839
GEX020	ENVASE GEL 800 ML CUIDADO PERSONAL PET AZUL	34 653
GEX021	ENVASE SALSA DE CHILTEPE 260 ML PET	31 800
GEX022	ENVASE 900 ML PET DESINFECTANTE HOGAR	31 334
GEX024	ENVASE 1000 ML LUBRICANTE NATURAL 100% PET	27 248
GEX032	ENV. JUGO 1 L PET CRISTAL	22 531
		1 493 927

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

Tabla X. **Consumo mensual promedio de los envases de extrusión soplado**

Código	Descripción	Promedio mensual de envases
GEX001	ENVASE DETERGENTE 1 500 ML PE BLANCO	336 818
GEX005	TARRO AROMA PE NATURAL	159 924
GEX009	ENV. DETERGENTE MAX 600 ML PE BLANCO	76 406
GEX012	ENV. GALON RECTANGULAR MULTI-USOS PE NATURAL	58 758
GEX014	ENVASE 1 000 ML LUBRICANTE PE PLATEADO	47 437
GEX018	ENVASE 125 ML CREMA PE AZUL	41 611
GEX019	GALON PARA DETERGENTE PE NATURAL	39 137
GEX023	ENVASE LITRO SHAMPOO PE VERDE	28 529
GEX025	ENVASE DE 1 GALON C/ASA PE ROJO	26 887
GEX026	ENVASE DE 1 GALON C/ASA PE VERDE	26 140
GEX027	ENVASE QUITAMANCHAS 500 ML PE BLANCO AZUL	24 803
GEX028	ENVASE ATOMIZADOR GENERICO PE NEGRO	23 820
GEX029	ENV. AGUA PURA 750 PACHON PE AMARILLO	22 884
GEX030	ENV. SUAVIZANTE 2 000 ML PE NARANJA	22 691
GEX031	LITRO PLATA GENERICO PE	22 647
GEX033	ENV. 5000 ML DETERGENTE MAX PE MORADO	22 454
GEX034	ENVASE DE 1 GALON C/ASA PE ROJO	22 337
GEX035	GALON RECTANGULAR PE PLATA MULTI USOS	21 886
		1 025 170

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

Considerando los promedios de venta mensuales y la capacidad instalada de producción de cada uno de los procesos, el análisis de ocupación de la planta es el siguiente:

- Ocupación: $(\text{Promedio de venta mensual}) / (\text{Capacidad instalada})$

El índice para cada uno de los procesos es el siguiente:

- Ocupación PET: $(1\ 493\ 927) / (1\ 944\ 000)$
 - Ocupación PET: 76,86 %

- Ocupación Extrusión soplado: $(1\ 025\ 170) / (1\ 440\ 000)$
 - Ocupación Extrusión soplado: 71,19 %

El porcentaje de ocupación de cada una de las áreas refleja que la planta posee la suficiente capacidad de producir y abastecer el mercado según los consumos mensuales que se determinaron para el estudio; en los envases de soplado PET se cuenta con una ocupación de 76,86 %, mientras que para los envases de extrusión soplado con una ocupación del 71,19 %. En ambos casos, la planta de producción puede suplir la demanda, de esta manera descartar y evitar cualquier problema de desabastos y quiebres de inventarios por esta causa.

Considerando lo anterior, es evidente que los problemas de desabasto con los clientes son causados por no tener definidos los puntos críticos de control en la planificación de estos.

Son tres los puntos importantes que se debe considerar implementar en la planificación lo antes posible: el primero de ellos es el lote óptimo de producción que es el número de unidades que hay que producir, es importante no generar quiebres de inventario, pero se debe entender que por el lado contrario no está bien producir mucho sin justificación alguna.

El punto de reorden hace referencia al momento en el que se debe realizar la orden de trabajo para iniciar el proceso de producción. Por último, el *stock* de seguridad es necesario para cubrir imprevistos se trata de tener una reserva para posibles picos de demanda y problemas con la maquinaria que produzcan paros no programados.

2.4. Procesos de la planificación de la producción

La planificación de la producción es un proceso vital en cualquier industria, establecer un plan de trabajo basado en las ventas esperadas considerando materiales y maquinaria disponible es la base de toda planificación. La planificación en este caso es en su mayoría empírica; cálculos manuales, ordenes de pedidos y ordenes de producción gestionadas son basadas únicamente en la experiencia del planificador sin un sustento estadístico.

La retroalimentación de los resultados de la planificación actualmente no forma parte de una gestión de índices, los cuales pueden generarse y formar parte de un registro que permita posteriormente tomar decisiones para mejora de los procesos.

En estos momentos existe una única plaza de planificación, puesto en el cual se debe de gestionar pedidos nuevos, programación de la producción, evaluación de coberturas, seguimiento a las compras de insumos realizadas y retroalimentación del estatus de las entregas y producciones al departamento de ventas. Considerando el crecimiento de la operación y siendo planificación el centro de distribución de toda la información vital para la operación, existe un cuello de botella considerable en esta parte del proceso.

Juntamente con el personal encargado de producción y ventas, siendo estos los departamentos de mayor interacción y dependencia de planificación, se realizó una reunión con el objetivo de consolidar información determinante que pueda servir para definir las oportunidades de mejora del departamento de planificación.

Las preguntas centrales de la reunión fueron las siguientes:

- ¿Cuáles son los problemas recurrentes en producción por causa de planificación?
- ¿Cuáles son los problemas recurrentes en ventas por causa de planificación?
- ¿Cree que se podría mejorar la comunicación entre departamentos?
- ¿Cuál es su percepción del departamento de planificación?

De acuerdo con las anteriores preguntas planteadas, se realizó un análisis de la retroalimentación recibida, filtrando las respuestas que a consideración del equipo son las más constructivas y puntualizan el problema.

Las respuestas fueron las siguientes:

- Paros no programados en producción debido a falta de suministros normalmente en productos de demanda errática.
- Inconvenientes de indisponibilidad de envases genéricos que por política deberían de estar en *stock* generando molestia con los clientes por los tiempos de espera prolongados para la programación y disponibilidad de envase en bodega para despacho.
- La falta de alertas es lo que genera el inconveniente en el proceso de planificación, si el mismo planificador no tiene la alerta del faltante de un producto o producto para venta, mucho menos será capaz de informarle a

producción o ventas que se tendrá un inconveniente. En la manera que planificación cuente con la información de manera oportuna, podrá trasladar esta información al departamento interesado.

- Planificación necesita información precisa y alertas de los puntos críticos de control. El planificador cuenta con experiencia y conocimiento del área que hasta el momento ha sido suficiente para programar, sin embargo, con el crecimiento en los volúmenes de venta y consumos de insumos, es necesario que den un paso más adelante con la implementación de un nuevo procedimiento de programación que considere los consumos promedio, variabilidad en la demanda y todos los demás factores que puedan afectar en la programación.

2.5. Determinación de la lista de materiales y productos para análisis de la planificación

En el proceso de planificación actual no está considerada una lista de materiales y productos que sobre ella se pueda trabajar como base de planificación. La planificación actual no prioriza ningún material y generaliza a todos los productos e insumos bajo el mismo concepto de comportamiento, demanda y variabilidad.

Bajo el esquema actual, el producto de menor demanda tiene las mismas consideraciones que el producto de mayor demanda y variabilidad, por lo que recursos de la empresa pudieran utilizarse en los productos que realmente demandan esa atención.

Realizar un análisis ABC es prioridad y base fundamental para cualquier planificador. El planificador debe tener una base de productos la cual pueda

realizar un estudio estadístico clasificado con los artículos de mayor a menor importancia. Es necesario determinar cuáles serán los insumos y productos que deben formar parte de un estudio estadístico y de una herramienta de planificación de la producción. En este se realiza un análisis histórico de los productos genéricos de venta común y de los insumos como el *masterbatch* que son necesarios para la elaboración de estos envases.

Es necesario conocer muy bien el comportamiento del inventario, pues frecuentemente se tomarán decisiones sobre la clasificación de los artículos. Sin información y número no es posible tomar decisiones de ningún tipo, negociaciones, rotación de inventario, stock de seguridad, ventas, tiempos de entrega; información importante que toda organización debe de tener conocimiento para el buen funcionamiento en las operaciones y relaciones comerciales.

2.5.1. Productos de mayor incidencia de venta

La venta de los productos es uno de los dos aspectos que se tomarán en cuenta para incluirlos en la herramienta de programación. Por lo tanto, lograr determinar cuáles son los productos de mayor movimiento en la empresa es el primer paso.

Junto al Departamento de Ventas se determina un historial de venta de todos los productos, esta información es recopilada de la base de datos de la empresa. La base del estudio parte del historial de venta del último semestre. En la tabla resumen se colocará cual fue la venta en cada uno de los meses, colocando en la última columna de la tabla la suma total de los meses en que se recopiló la información. El paso siguiente inmediato es ordenar según el total de las ventas de mayor a menor según lo mostrará la tabla siguiente.

El resultado del análisis histórico de la demanda del último semestre es el siguiente:

Tabla XI. Historial de venta del último semestre

CONTROL DE MATERIALES								
CODIG	DESCRIPCION	1	2	3	4	5	6	SUMA (6M)
GEX001	ENVASE DETERGENTE 1.500 ML PE BLANCO	160	680	355	178	305	505	2,183.000
GEX002	ENVASE 800 ML ACEITE PET	285.12	500	430	216.44	485	780	2,696.560
GEX003	ENVASE 900 ML ACEITE PET	147.28	351.12	185.92	479.052	379.4	539.14	2,081.912
GEX004	ENVASE DESINFECTANTE 750 ML PET	331.887	89.84	181.28	193.6	204.82	149.6	1,151.027
GEX005	TARRO AROMA PE NATURAL	383.521	100.039	98.889	270.322	102.326	124.805	1,079.902
GEX006	ENVASE DESINFECTANTE 400 ML PET	59.724	97.02	87.12	165.528	169.092	139.392	717.876
GEX007	ENVASE 1000 ML PARA ACEITE PET	69.85	77	100	105	135	110	596.850
GEX008	ENVASE BEBIDA 250 ML PET CRISTAL	85	90	86.004	86.001	71	72	490.005
GEX009	ENV. DETERGENTE MAX 600 ML PE BLANCO	94.848	161.958	63.716	69.187	117.86	123.276	630.845
GEX010	ENV. ½ GALON PET PARA JUGO	73.3	86	68	71	104	91	493.300
GEX011	ENV. PARA JUGO 500 ML PET CRSTAL	60	51	69	77	71	43	371.000
GEX012	ENV. GALON RECTANGULAR MULTI-USOS PE NATURAL	61.289	66.711	71.036	44.819	68.568	58.77	371.193
GEX013	ENVASE BALSAMO 360 ML PET CRISTAL	15.252	45	39	51	65.016	97.944	313.212
GEX014	ENVASE 1000 ML LUBRICANTE PE PLATEADO	44.175	46.35	40.726	40.426	34.328	42.15	248.155
GEX015	ENVASE GEL 500 PARA CABELLOS PET	59.28	62	31	62	38	15	267.280
GEX016	ENVASE JUGO 1.800 ML CRISTAL PET	43.3	50	51	53	40	48	285.300

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

Este paso es el primero en realizar para posteriormente segmentar los productos y artículos según su volumen de demanda en los porcentajes de un análisis ABC.

2.5.2. Insumos de mayor incidencia de compra

Al igual que los productos de ventas, una parte indispensable del control de una buena planificación es tener el control de los insumos necesarios para la fabricación de los envases. En la programación de la producción, el *masterbatch* es el insumo principal para la fabricación de los envases plásticos, por lo tanto, tener el control y conocimiento de cuándo y cuánto solicitar de este insumo es fundamental para la operación. Para ello es necesario clasificar según su consumo cuales son los *masterbatch* de mayor a menor movimiento.

Junto al Departamento de Compras y la base de datos de la empresa se determinó cuáles son los *masterbatch* de mayor consumo durante el último semestre de operación. Estos datos se ordenan de una forma descendente para su posterior estudio estadístico para el diseño del *MRP*.

Tabla XII. **Historial del consumo de *masterbatch* del último semestre**

CODIGO	DESCRIPCION	1	2	3	4	5	6	SUMA (6M)
GEX036	KG COLORANTE MASTERBATCH MAGENTA	1,800	1,650	1,675	1,841	1,906	3,025	11,897.000
GEX037	KG COLORANTE MASTERBATCH BLANCO GEN	1,000	2,000	1,000	4,000	2,800	1,078	11,877.700
GEX038	KG COLORANTE MASTERBATCH BLANCO AMP	475	525	700	375	850	650	3,575.150
GEX039	KG COLORANTE MASTER BATCH AMARILLO	275	475	375	250	400	411	2,185.860
GEX040	KG COLORANTE MASTERBATCH PLATA	375	100	400	350	375	500	2,100.000
GEX041	KG COLORANTE MASTERBATCH NEGRO	200	100	0	325	448	332	1,404.880
GEX042	KG COLORANTE MASTERBATCH BCO/AZUL	150	150	325	400	350	25	1,400.000
GEX043	KG COLORANTE MASTERBATCH AMARILLO 0101	150	425	225	75	125	182	1,182.250
GEX044	KG COLORANTE AMARILLO VER.	35	0	200	125	325	327	1,011.750
GEX045	KG COLORANTE MASTERBATCH NARANJA	130	175	100	125	75	121	726.310
GEX046	KG COLORANTE MB REMAFIN AZUL 60	143	100	225	75	100	25	668.000
GEX047	KG COLORANTE MB AZUL 689	120	75	100	25	50	154	523.620
GEX048	KG COLORANTE MASTERBATCH AZUL REM	150	150	50	0	100	25	475.000
GEX050	KG COLORANTE MASTERBATCH AZUL MEDIO	145	100	25	20	25	88	403.000
GEX051	KG COLORANTE MASTERBATCH ROJO 680	90	25	50	0	50	186	400.780
GEX052	KG COLORANTE MASTERBATCH CELESTE	175	50	0	100	0	0	325.000
GEX053	KG COLORANTE MASTERBATCH AZUL 0101	35	50	0	75	25	105	290.380
GEX054	KG COLORANTE MASTERBATCH MORADO	0	75	25	50	100	25	275.000
GEX055	KG COLORANTE MASTERBATCH NARANJA 0202	55	25	0	25	25	116	246.330

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

2.6. Clasificación de los productos e insumos según volumen y patrones de demanda

Un análisis de inventario, únicamente basado en una estratificación tipo ABC, no refleja las variaciones en la demanda ni la frecuencia con que se generan las ventas o movimientos de los artículos e insumos, es decir, en una categoría tipo A, de alto movimiento en su volumen de venta, se pueden encontrar artículos con una demanda errática con pocos eventos de venta durante el periodo mensual; caso contrario en una categoría tipo C, siendo esta

productos de bajo nivel de venta, pueden existir artículos que tengan una demanda estable durante el mes.

Para una correcta programación de la producción es importante considerar ambos aspectos, tanto el volumen de venta como la variabilidad de la demanda de los artículos. Dada esta justificación es importante disponer de una clasificación eficiente, por lo cual la clasificación debe ser ABC/XYZ.

2.6.1. Clasificación de los productos e insumos según su volumen de venta y consumo (ABC)

El análisis ABC consiste en estructurar o clasificar los productos en tres categorías denominadas A, B, C, basado en el volumen de demanda mensual de los artículos.

- A: referencias que representan el 80 % del total del valor de las ventas
- B: referencias que representan el 15 % del total del valor de las ventas
- C: referencias que representan el 5 % del total del valor de las ventas

El análisis ABC es el primer paso del estudio estadístico para una correcta planificación de la producción. En este caso se realizará el ejercicio con los envases producidos durante el último semestre.

Los pasos correspondientes para determinar las categorías en la base de datos son los siguientes:

- De la base de datos de los históricos de venta, se realiza la suma del consumo total del último semestre de historia de cada artículo. A continuación, se presenta un ejemplo de los primeros siete artículos de la lista

Tabla XIII. **Suma del consumo por artículo del último semestre**

CODIG	DESCRIPCION	SUMA (6M)
GEX001	ENVASE DETERGENTE 1,500 ML PE BLANCO	2,183.000
GEX002	ENVASE 800 ML ACEITE PET	2,696.560
GEX003	ENVASE 900 ML ACEITE PET	2,081.912
GEX004	ENVASE DESINFECTANTE 750 ML PET	1,151.027
GEX005	TARRO AROMA PE NATURAL	1,079.902
GEX006	ENVASE DESINFECTANTE 400 ML PET	717.876
GEX007	ENVASE 1000 ML PARA ACEITE PET	596.850

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

- Posteriormente se procede a realizar la suma total de los treinta y cinco artículos que corresponden a la lista completa de la base de datos. Esto dará como resultado cual es consumo total del último semestre de todos los artículos seccionados en la base de datos.

Tabla XIV. **Suma total de los consumos del último semestre**

GEX028	ENVASE ATOMIZADOR GENERICO PE NEGRO	137.700
GEX029	ENV. AGUA PURA 750 PACHON PE AMARILLO	107.230
GEX030	ENV. SUAVIZANTE 2000 ML PE NARANJA	131.400
GEX031	LITRO PLATA GENERICO PE	173.475
GEX032	ENV. JUGO 1 L PET CRISTAL	130.680
GEX033	ENV. 5000 ML DETERGENTE MAX PE MORADO	146.942
GEX034	ENVASE DE 1 GALON C/ASA PE ROJO	147.902
GEX035	GALON RECTANGULAR PE PLATA MULTI USOS	153.997
		17,404.614

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

- Se calcula cual es el porcentaje que representa cada uno de los artículos en proporción a la suma total de todos los envases.
- Porcentaje: $(\text{Suma 6M del artículo}) / (\text{Suma total de artículos}) * 100$ Por ejemplo, para el código GEX001, que corresponde al primer envase de la lista; el cálculo del porcentaje que representa sería el siguiente:
 - Porcentaje: $(2\ 183\ 000) / (17\ 404\ 614) * 100$
 - Porcentaje: $(2\ 183\ 000) / (17\ 404\ 614) * 100$
 - Porcentaje: 12,54 %

Estos 12,54 % corresponden al valor porcentual que representa el artículo indicado respecto al volumen total de ventas.

Tabla XV. **Porcentaje de venta individual**

CODIG	DESCRIPCION	SUMA (6M)	%
GEX001	ENVASE DETERGENTE 1,500 ML PE BLANCO	2,183.000	12.54%
GEX002	ENVASE 800 ML ACEITE PET	2,696.560	15.49%
GEX003	ENVASE 900 ML ACEITE PET	2,081.912	11.96%
GEX004	ENVASE DESINFECTANTE 750 ML PET	1,151.027	6.61%
GEX005	TARRO AROMA PE NATURAL	1,079.902	6.20%
GEX006	ENVASE DESINFECTANTE 400 ML PET	717.876	4.12%
GEX007	ENVASE 1000 ML PARA ACEITE PET	596.850	3.43%

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

El siguiente cálculo debe ser el correspondiente al porcentaje acumulado.

- Porcentaje acumulado: $(\%) + (\% \text{ Acumulado del artículo inmediato superior})$. Por ejemplo, para el segundo producto el cálculo sería el siguiente:

- Porcentaje acumulado: (15,49 %) + (12,54%)
- Porcentaje acumulado: 28,14 %

Tabla XVI. **Porcentaje de venta acumulada**

CODIG	DESCRIPCION	SUMA (6M)	%	% ACUM
GEX001	ENVASE DETERGENTE 1,500 ML PE BLANCO	2.183.000	12.54%	12.54%
GEX002	ENVASE 800 ML ACEITE PET	2.696.560	15.49%	28.04%
GEX003	ENVASE 900 ML ACEITE PET	2.081.912	11.96%	40.00%
GEX004	ENVASE DESINFECTANTE 750 ML PET	1.151.027	6.61%	46.61%
GEX005	TARRO AROMA PE NATURAL	1.079.902	6.20%	52.82%
GEX006	ENVASE DESINFECTANTE 400 ML PET	717.876	4.12%	56.94%
GEX007	ENVASE 1000 ML PARA ACEITE PET	596.850	3.43%	60.37%
GEX008	ENVASE BEBIDA 250 ML PET CRISTAL	490.005	2.82%	63.19%

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

El porcentaje acumulado es el que finalmente determinará cuáles serán los artículos que pertenecerán a cada una de las clasificaciones según el criterio mostrado a principios del inciso.

La base de la clasificación A, B, C, será el porcentaje acumulado considerando los siguientes criterios:

- A: Representan el 80 % del total de las ventas
- B: Representan el 15 % del total de las ventas
- C: Representan el 5 % del total de las ventas

Tabla XVII. Clasificación ABC

CODIG	DESCRIPCION	SUMA (6M)	%	% ACUM	ABC
GEX014	ENVASE 1000 ML LUBRICANTE PE PLATEADO	248.155	1.43%	77.13%	A
GEX015	ENVASE GEL 500 PARA CABELLOS PET	267.280	1.54%	78.67%	A
GEX016	ENVASE JUGO 1,800 ML CRISTAL PET	285.300	1.64%	80.31%	B
GEX017	ENVASE 600 ML PARA COSMETICOS PET CRISTAL	327.578	1.88%	82.19%	B
GEX018	ENVASE 125 ML CREMA PE AZUL	288.172	1.66%	83.85%	B
GEX019	GALON PARA DETERGENTE PE NATURAL	244.320	1.40%	85.25%	B
GEX020	ENVASE GEL 800 ML CUIDADO PERSONAL PET AZUL	255.714	1.47%	86.72%	B
GEX021	ENVASE SALSA DE CHILTEPE 260 ML PET	181.800	1.04%	87.76%	B
GEX022	ENVASE 900 ML PET DESINFECTANTE HOGAR	189.384	1.09%	88.85%	B
GEX023	ENVASE LITRO SHAMPOO PE VERDE	171.409	0.98%	89.84%	B
GEX024	ENVASE 1000 ML LUBRICANTE NATURAL 100% PET	203.065	1.17%	91.00%	B
GEX025	ENVASE DE 1 GALON C/ASA PE ROJO	192.111	1.10%	92.11%	B
GEX026	ENVASE DE 1 GALON C/ASA PE VERDE	145.106	0.83%	92.94%	B
GEX027	ENVASE QUITAMANCHAS 500 ML PE BLANCO AZUL	99.212	0.57%	93.51%	B
GEX028	ENVASE ATOMIZADOR GENERICO PE NEGRO	137.700	0.79%	94.30%	B
GEX029	ENV. AGUA PURA 750 PACHON PE AMARILLO	107.230	0.62%	94.92%	B
GEX030	ENV. SUAVIZANTE 2000 ML PE NARANJA	131.400	0.75%	95.67%	C
GEX031	LITRO PLATA GENERICO PE	173.475	1.00%	96.67%	C

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

2.6.2. Clasificación de los productos e insumos según la variabilidad en su demanda histórica (coeficiente de variación) (XYZ)

El análisis XYZ es una herramienta que determina la estabilidad o variabilidad en las ventas o movimientos de los insumos. Es una herramienta de complemento del análisis ABC.

El promedio de ventas, desviación estándar y el coeficiente de variación son los datos necesarios para poder determinar que clasificación tomará cada uno de los artículos. El detalle de la clasificación es el siguiente:

- X: corresponde a los artículos con un CoV menor del 30 %

- Y: corresponde a los artículos con un CoV entre 30 y 60 %
- Z: corresponde a los artículos con un CoV mayor del 60 %

Los pasos correspondientes para determinar las categorías en la base de datos son los siguientes:

2.6.2.1. Promedio de consumo mensual

Se determina el promedio de venta del periodo completo analizado.

- Promedio: (Venta total del periodo) / (No. Meses evaluados)

Por ejemplo, para el código GEX014, el cálculo del promedio de consumo mensual sería el siguiente:

- Promedio: (248 155) / (6)
- Promedio: 41 359

Tabla XVIII. Cálculo del promedio de consumo mensual

CODIG	DESCRIPCION	SUMA (6M)	%	% ACUM	ABC	PROM
GEX014	ENVASE 1000 ML LUBRICANTE PE PLATEADO	248.155	1.43%	77.13%	A	41.359
GEX015	ENVASE GEL 500 PARA CABELLOS PET	267.280	1.54%	78.67%	A	44.547
GEX016	ENVASE JUGO 1,800 ML CRISTAL PET	285.300	1.64%	80.31%	B	47.550
GEX017	ENVASE 600 ML PARA COSMETICOS PET CRISTAL	327.578	1.88%	82.19%	B	54.596
GEX018	ENVASE 125 ML CREMA PE AZUL	288.172	1.66%	83.85%	B	48.029
GEX019	GALON PARA DETERGENTE PE NATURAL	244.320	1.40%	85.25%	B	40.720
GEX020	ENVASE GEL 800 ML CUIDADO PERSONAL PET AZUL	255.714	1.47%	86.72%	B	42.619

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

2.6.2.2. Desviación estándar de la demanda

Con el promedio de ventas ya establecido, se debe de calcular la desviación estándar del histórico del periodo completo analizado. La fórmula que corresponde seria la siguiente:

$$Desviacion\ Estandar = \sqrt{\frac{\sum |x - \bar{x}|^2}{n}}$$

La desviación estándar define como la raíz cuadrada de la varianza. Junto con este valor, la desviación típica es una medida que comunica la media de distancias que poseen los datos a proporción a su media aritmética, enunciada en las mismas unidades que la variable. La desviación es una medida de distorsión con respecto a los elementos originales permitiendo hacer proyecciones a futuro o cálculos de inventarios de seguridad más exactos con base en los datos siguientes:

Tabla XIX. Cálculo de desviación estándar

CODIG	DESCRIPCION	SUMA (6M)	ABC	PROM	DESV ESTI
GEX001	ENVASE DETERGENTE 1,500 ML PE BLANCO	2,183.000	A	363.833	199.755
GEX002	ENVASE 800 ML ACEITE PET	2,696.560	A	449.427	197.362
GEX003	ENVASE 900 ML ACEITE PET	2,081.912	A	346.985	155.729
GEX004	ENVASE DESINFECTANTE 750 ML PET	1,151.027	A	191.838	80.106
GEX005	TARRO AROMA PE NATURAL	1,079.902	A	179.984	119.692
GEX006	ENVASE DESINFECTANTE 400 ML PET	717.876	A	119.646	44.946
GEX007	ENVASE 1000 ML PARA ACEITE PET	596.850	A	99.475	23.607

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

2.6.2.3. Coeficiente de variación

Como último paso para la clasificación de los artículos es necesario determinar el coeficiente de variación (CoV). El coeficiente de variación es una medida estadística que informa acerca de la dispersión relativa de un conjunto de datos.

Su cálculo se obtiene de dividir la desviación típica entre el valor absoluto de la media del conjunto; esta se expresa en porcentaje para su mejor comprensión interpretación. Su fórmula es la siguiente:

$$CoV = \frac{S_x}{|\bar{x}|}$$

S_x = Desviación típica del conjunto de datos.

$|\bar{x}|$ = Valor absoluto de la medida del conjunto de datos.

Tabla XX. Cálculo de coeficiente de variación

CODIG	DESCRIPCION	SUMA (6M)	ABC	PROM	DESV EST	CoV
GEX001	ENVASE DETERGENTE 1,500 ML PE BLANCO	2,183.000	A	363.833	199.755	54.9%
GEX002	ENVASE 800 ML ACEITE PET	2,696.560	A	449.427	197.362	43.9%
GEX003	ENVASE 900 ML ACEITE PET	2,081.912	A	346.985	155.729	44.9%
GEX004	ENVASE DESINFECTANTE 750 ML PET	1,151.027	A	191.838	80.106	41.8%
GEX005	TARRO AROMA PE NATURAL	1,079.902	A	179.984	119.692	66.5%
GEX006	ENVASE DESINFECTANTE 400 ML PET	717.876	A	119.646	44.946	37.6%
GEX007	ENVASE 1000 ML PARA ACEITE PET	596.850	A	99.475	23.607	23.7%

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

El análisis XYZ requiere finalmente del coeficiente de variación de cada uno de los artículos, aplicando de esta manera el criterio de clasificación.

Como resultado final, se obtiene una base de datos histórica de ventas con la base estadística necesaria para poder crear una herramienta de planificación de la producción como el *MRP*. Datos claves como promedios, desviaciones estándar y coeficiente de variación, permite tener un panorama clasificado según el volumen de venta o consumo y la variabilidad en la demanda.

A continuación, se presenta la tabla con la clasificación XYZ de los productos:

Tabla XXI. **Clasificación XYZ del listado de artículos**

CODIG	DESCRIPCION	DESV ESTI	CoV	XYZ
GEX001	ENVASE DETERGENTE 1,500 ML PE BLANCO	199.755	54.9%	Y
GEX002	ENVASE 800 ML ACEITE PET	197.362	43.9%	Y
GEX003	ENVASE 900 ML ACEITE PET	155.729	44.9%	Y
GEX004	ENVASE DESINFECTANTE 750 ML PET	80.106	41.8%	Y
GEX005	TARRO AROMA PE NATURAL	119.692	66.5%	Z
GEX006	ENVASE DESINFECTANTE 400 ML PET	44.946	37.6%	Y
GEX007	ENVASE 1000 ML PARA ACEITE PET	23.607	23.7%	X
GEX008	ENVASE BEBIDA 250 ML PET CRISTAL	8.067	9.9%	X
GEX009	ENV. DETERGENTE MAX 600 ML PE BLANCO	36.969	35.2%	Y
GEX010	ENV. ½ GALON PET PARA JUGO	13.953	17.0%	X
GEX011	ENV. PARA JUGO 500 ML PET CRISTAL	12.968	21.0%	X
GEX012	ENV. GALON RECTANGULAR MULTI-USOS PE NATURAL	9.518	15.4%	X
GEX013	ENVASE BALSAMO 360 ML PET CRISTAL	27.747	53.2%	Y
GEX014	ENVASE 1000 ML LUBRICANTE PE PLATEADO	4.103	9.9%	X
GEX015	ENVASE GEL 500 PARA CABELLOS PET	19.625	44.1%	Y

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

2.7. Análisis estadístico de la demanda de la lista de materiales e insumos

El análisis establece un estudio cuantitativo de los datos históricos que tiene como objetivo conocer con precisión cuál es el volumen y comportamiento de la

demanda para facilitar los cálculos de inventarios, pedidos óptimos y tiempos de entrega necesarios para poder cubrir la necesidad del mercado.

Como resultado del análisis de la demanda es posible cambiar la dinámica de la planificación actual, de tal manera que con sustento estadístico se pueda asegurar los materiales disponibles para la producción, que los productos estén disponibles para su entrega a los clientes, mantener los niveles de stocks adecuados en el tiempo justo y planificar producciones, órdenes de entrega y compra.

Con los cálculos realizados anteriormente de promedios de demanda, desviación estándar y coeficiente de variación, se obtendrán los índices necesarios para poder realizar una correcta planificación y compra de insumos para la producción.

2.7.1. Nivel de servicio deseado

El nivel de servicio en la planificación de la producción representa la probabilidad que se pretende brindarle al cliente de tener inventario suficiente en una situación de compra. Este porcentaje esperado de nivel de servicio es necesario para el cálculo de inventarios de seguridad; entre más alto sea el porcentaje de inventario de seguridad, menor es la probabilidad de desabasto, pérdidas en ventas no realizadas y reclamos con los clientes. El porcentaje de nivel de servicio se asocia directamente con la clasificación ABC/XYZ de cada uno de los artículos.

La combinación de ambas clasificaciones se agrupa y definen de la siguiente manera según su volumen y variabilidad en la demanda:

Figura 6. **Criterios de clasificación ABC/XYZ**

AX	Muy importantes y fácilmente predecibles.
BX	Importantes y fácilmente predecibles.
AY - AZ	Importantes pero menos predecibles. Colaboración proactiva con comercial
BY - BZ	Revisión/ colaboración con comercial para los clientes más importantes
CX -CY	No necesitan revision de mayor seguimiento y revision.
CZ	De poco valor para la empresa y no predecibles.

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

Cada uno de estos criterios se defirieron conjunto al área comercial y planificación.

El análisis ABC/XYZ es una extensión de la clasificación ABC en la que se agrupan las referencias de productos, tanto por su valor de inventario, como por los patrones de demanda. Se debe de crear una matriz de 3x3 en la que las columnas son la clasificación ABC según el valor del inventario y las filas son la clasificación XYZ según la variabilidad de la demanda, de esta forma, las referencias de productos quedarán clasificadas en nueve categorías.

Los productos de mayor demanda y menor variabilidad (AX), se deben asociar a un mayor porcentaje de nivel de servicio debido que son productos de mayor importancia para la organización y son fácilmente predecibles en consumos, caso contrario, productos clasificados como (YZ), son productos de bajo consumo y de comportamiento muy errático, por lo que asignar altos inventarios a esta clasificación es muy costoso para las organizaciones.

La matriz final se refleja de la siguiente manera:

Figura 7. **Ponderación de la matriz de clasificación ABC/XYZ**

<u>ABC / XYZ</u>	A (80%)	B (15%)	C (5%)
X (<30%)	AX (98%)	BX (85%)	CX (65%)
Y (30 y 60%)	AY (95%)	BY (80%)	CY (60%)
Z (>60%)	AZ (90%)	BZ (75%)	CZ

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

El detalle de la clasificación con su nivel de servicio asociado quedaría de la siguiente manera:

Tabla XXII. **Ponderación de nivel de servicio de la clasificación ABC/XYZ**

ABC - XYZ	NIVEL DE SERVICIO	DETALLE
AX	98 %	% Asignado de probabilidad de suministro exitoso
AY	95 %	
AZ	90 %	
BX	85 %	
BY	80 %	
BZ	75 %	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXIII. Clasificación ABC / XYZ

CODIG	DESCRIPCION	% ACUM	ABC	CoV	XYZ	ABC XYZ
GEX010	ENV. ½ GALON PET PARA JUGO	69.64%	A	17.0%	X	AX
GEX011	ENV. PARA JUGO 500 ML PET CRSTAL	71.78%	A	21.0%	X	AX
GEX012	ENV. GALON RECTANGULAR MULTI-USOS PE NATURAL	73.91%	A	15.4%	X	AX
GEX013	ENVASE BALSAMO 360 ML PET CRISTAL	75.71%	A	53.2%	Y	AY
GEX014	ENVASE 1000 ML LUBRICANTE PE PLATEADO	77.13%	A	9.9%	X	AX
GEX015	ENVASE GEL 500 PARA CABELLOS PET	78.67%	A	44.1%	Y	AY
GEX016	ENVASE JUGO 1,800 ML CRISTAL PET	80.31%	B	10.4%	X	BX
GEX017	ENVASE 600 ML PARA COSMETICOS PET CRISTAL	82.19%	B	76.7%	Z	BZ
GEX018	ENVASE 125 ML CREMA PE AZUL	83.85%	B	43.8%	Y	BY
GEX019	GALON PARA DETERGENTE PE NATURAL	85.25%	B	24.1%	X	BX
GEX020	ENVASE GEL 800 ML CUIDADO PERSONAL PET AZUL	86.72%	B	79.9%	Z	BZ
GEX021	ENVASE SALSA DE CHILTEPE 260 ML PET	87.76%	B	41.7%	Y	BY
GEX022	ENVASE 900 ML PET DESINFECTANTE HOGAR	88.85%	B	76.9%	Z	BZ
GEX023	ENVASE LITRO SHAMPOO PE VERDE	89.84%	B	9.7%	X	BX
GEX024	ENVASE 1000 ML LUBRICANTE NATURAL 100% PET	91.00%	B	50.1%	Y	BY
GEX025	ENVASE DE 1 GALON C/ASA PE ROJO	92.11%	B	30.0%	Y	BY
GEX026	ENVASE DE 1 GALON C/ASA PE VERDE	92.94%	B	53.1%	Y	BY
GEX027	ENVASE QUITAMANCHAS 500 ML PE BLANCO AZUL	93.51%	B	95.1%	Z	BZ
GEX028	ENVASE ATOMIZADOR GENERICO PE NEGRO	94.30%	B	44.4%	Y	BY
GEX029	ENV. AGUA PURA 750 PACHON PE AMARILLO	94.92%	B	45.0%	Y	BY
GEX030	ENV. SUAVIZANTE 2000 ML PE NARANJA	95.67%	C	40.4%	Y	CY
GEX031	LITRO PLATA GENERICO PE	96.67%	C	55.3%	Y	CY
GEX032	ENV. JUGO 1 L PET CRISTAL	97.42%	C	20.2%	X	CX
GEX033	ENV. 5000 ML DETERGENTE MAX PE MORADO	98.27%	C	47.4%	Y	CY
GEX034	ENVASE DE 1 GALON C/ASA PE ROJO	99.12%	C	42.0%	Y	CY
GEX035	GALON RECTANGULAR PE PLATA MULTI USOS	100.00%	C	67.7%	Z	CZ

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

2.8. Propuesta del diseño del MRP

Un *MRP*, planificación de requerimiento de los materiales por sus siglas en inglés, es una herramienta indispensable en todo proceso de planificación, tanto para la compra de insumos como para la programación de producción.

El MRP brinda la información necesaria para determinar puntos críticos de control, los cuales son:

- Inventarios de seguridad
- Puntos de reorden

- Inventario de aseguramiento de servicio
- Cobertura
- Orden de producción o cantidad de pedido.

Materiales disponibles en su momento oportuno e inventarios adecuados es el objetivo principal de una herramienta de planificación de la producción. Preguntas frecuentes como: Qué, cuánto y cuándo producir, deben de ser resueltas con un *MRP*.

Se puede definir como la planificación de insumos, componentes y productos finales, lo que conlleva a una correcta administración de inventario y programación de pedidos para reabastecimiento. Entre los principales beneficios de la implementación de un *MRP* se pueden resaltar la disminuir inventarios, disminución de los paros no programados en producción, brindar alertas tempranas de los puntos de control y asegurar que los materiales estén disponibles para la producción y los productos estén disponibles para su entrega a los clientes.

Para la elaboración de la herramienta de *MRP* se toma como base todos los cálculos ya obtenidos: promedio de consumo, desviación estándar, coeficiente de variación, clasificación ABC/XYZ y el nivel de aseguramiento de servicio. Adicional se deben calcular y considerar lo siguiente:

- Inventario de seguridad
- Tiempo de entrega
- Punto de reorden
- Inventario de aseguramiento de servicio
- Cobertura
- Orden de pedido y producción

2.8.1. Inventario de seguridad

El inventario de seguridad es utilizado para cubrir la variabilidad de la demanda o inconvenientes en planta de producción mientras el insumo o artículo completa su periodo de reaprovisionamiento (TE). El objetivo del mismo es garantizar la cantidad de inventario y reducir el riesgo que el artículo se vaya a agotar. Es utilizado por los planificadores en las plantas de producción para aminorar el riesgo de un desabastecimiento de materia prima causado por incertidumbres en la oferta y la demanda.

El cálculo del inventario de seguridad depende del nivel de servicio que se le haya asignado a cada uno de los artículos.

Bajo esta política de inventario la empresa está en la capacidad de absorber las fluctuaciones en ventas y abasto de suministro. Para la realización de este cálculo es necesario considerar los siguientes factores:

- Plazos de entrega
- Demanda
- Desviación de estándar
- Nivel de servicio deseado

La fórmula del cálculo que corresponde es la siguiente:

- Inventario de seguridad: nivel de servicio (Z) * Desviación estándar

(Z): Valor de sigma.

El cálculo estadístico del inventario de seguridad para la base de datos existente sería el siguiente:

- Para el cálculo del código GEX001
- Inventario de seguridad: nivel de servicio (Z) * Desviación estándar
 - Inventario de seguridad: Distr.Norm.Estand (95 %) * (199 755)
 - Inventario de seguridad: (328 568)

Según el cálculo mostrado, 328 568 unidades es el límite inferior permitido de existencia. Con este inventario la operación cuenta con el *stock* suficiente para cubrir cualquier inconveniente de desabasto y picos en la demanda mientras el tiempo de entrega se cumple.

Tabla XXIV. **Inventarios de seguridad**

CODIG	DESCRIPCION	PROM	DESV ESTI	NIV. SERV	INV. SEG
GEX001	ENVASE DETERGENTE 1,500 ML PE BLANCO	363.833	199.755	95.0%	328.568
GEX002	ENVASE 800 ML ACEITE PET	449.427	197.362	95.0%	324.632
GEX003	ENVASE 900 ML ACEITE PET	346.985	155.729	95.0%	256.151
GEX004	ENVASE DESINFECTANTE 750 ML PET	191.838	80.106	95.0%	131.762
GEX005	TARRO AROMA PE NATURAL	179.984	119.692	90.0%	153.392
GEX006	ENVASE DESINFECTANTE 400 ML PET	119.646	44.946	95.0%	73.929
GEX007	ENVASE 1000 ML PARA ACEITE PET	99.475	23.607	98.0%	48.482

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

2.8.2. Punto de reorden para la lista de materiales y productos

El punto de reorden se puede definir como la cantidad de producto que debe de existir para poder solicitar un nuevo pedido u orden de producción. El punto

de reorden es considerado para cubrir cualquier demora por parte del proveedor o por la planta de producción.

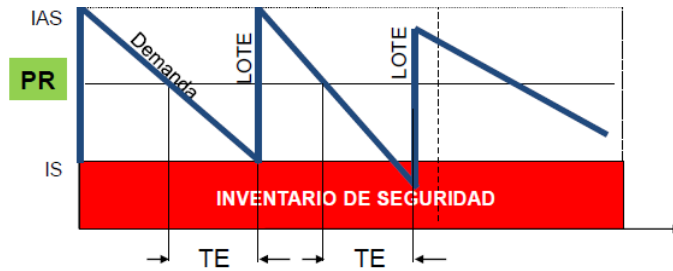
Los dos factores que determinan el punto de reorden son:

- La demanda durante el tiempo de entrega, que se traduce como el inventario necesario durante el tiempo de entrega.
- El stock de seguridad, que es el nivel mínimo de inventario a mantener como protección contra posibles insuficiencias debido a fluctuaciones en la demanda o en el tiempo de entrega.

Para un modelo de revisión continua, la fórmula es la siguiente:

- Punto de reorden: $(D \times TE) + \text{ING. SEG}$
 - D: demanda promedio
 - TE: tiempo que transcurre desde el momento en que se coloca la orden, hasta que el producto se encuentre disponible (Meses).
 - INV. SEG: inventario de seguridad.

Figura 8. **Gráfica del modelo de revisión continua**



Fuente: elaboración propia.

El cálculo estadístico del punto de reorden para la base de datos existente sería el siguiente:

- Para el cálculo del código GEX001
 - Punto de reorden: $(D \times TE) + \text{ING. SEG}$
 - Punto de reorden: $(363\ 833 \times 0,7) + 328\ 568$
 - Punto de reorden: $(583\ 252)$

Según el cálculo mostrado, cuando la existencia sea de 583,252 unidades en el caso específico de ese código, es el momento indicado para realizar una orden de producción.

Tabla XXV. Punto de reorden

CODIG	DESCRIPCION	PROM	INV. SEG	TE	P. R ORD
GEX001	ENVASE DETERGENTE 1,500 ML PE BLANCO	363.833	328.568	0.7	583.252
GEX002	ENVASE 800 ML ACEITE PET	449.427	324.632	0.5	549.345
GEX003	ENVASE 900 ML ACEITE PET	346.985	256.151	0.5	429.644
GEX004	ENVASE DESINFECTANTE 750 ML PET	191.838	131.762	0.5	227.681
GEX005	TARRO AROMA PE NATURAL	179.984	153.392	0.7	279.381
GEX006	ENVASE DESINFECTANTE 400 ML PET	119.646	73.929	0.5	133.752
GEX007	ENVASE 1000 ML PARA ACEITE PET	99.475	48.482	0.5	98.220

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

2.8.3. Inventario óptimo

El inventario de aseguramiento de servicio es el nivel de inventario sugerido como protección contra la incertidumbre de la demanda, el tiempo de abastecimiento y un cierto nivel de servicio requerido. Con la base estadística realizada e índices definidos como el inventario de seguridad y el punto de reorden, se puede definir el inventario de aseguramiento de servicio.

Como objetivo final, se pretende darle al cliente y a la planta de producción la solvencia necesaria de siempre contar un suministro constante durante los procesos de venta y producción de envases.

Tabla XXVI. Inventario de aseguramiento de servicio

CODIG	DESCRIPCION	PROM	INV. SEG	P. R ORD	IAS
GEX001	ENVASE DETERGENTE 1,500 ML PE BLANCO	363.833	328.568	583.252	911.820
GEX002	ENVASE 800 ML ACEITE PET	449.427	324.632	549.345	873.976
GEX003	ENVASE 900 ML ACEITE PET	346.985	256.151	429.644	685.794
GEX004	ENVASE DESINFECTANTE 750 ML PET	191.838	131.762	227.681	359.443
GEX005	TARRO AROMA PE NATURAL	179.984	153.392	279.381	432.773
GEX006	ENVASE DESINFECTANTE 400 ML PET	119.646	73.929	133.752	207.681
GEX007	ENVASE 1000 ML PARA ACEITE PET	99.475	48.482	98.220	146.702

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

2.9. Indicadores para el proceso de planificación

En cualquier proceso es preciso medir el cumplimiento de cada uno de ellos. Los indicadores de gestión deben reflejar cuales son las consecuencias de las acciones tomadas durante el periodo de evaluación. Es importante que los datos reflejen información veraz y permitan poder analizar el desempeño del área en gestión; medir permite controlar y si no se controla no se puede dirigir, por lo tanto, tampoco se puede mejorar.

Cada uno de los indicadores planteados debe satisfacer los siguientes criterios:

- Medible
- Entendible
- Controlable

Para el actual proceso de planificación de la producción se establecen tres indicadores esenciales:

- Indicador de rendimiento de la producción planificada
- Indicador de utilización de la capacidad instalada
- Indicador de rupturas de *stock* en producción

A continuación, el detalle y elaboración de cada uno de los indicadores para el proceso de planificación.

2.9.1. Indicador de rendimiento de la producción planificada

El rendimiento de las líneas de producción es un indicador el cual determinará el porcentaje del cumplimiento de cada una de las líneas. En este caso el indicador medirá semanalmente el cumplimiento del plan de producción, tomando como referencia el plan en firme aceptado por el departamento de producción.

Durante la producción semanal surgen distintos eventos que generan paros en las líneas de producción, por lo consiguiente el incumplimiento en la misma.

La base de la medición para este índice serán los siguientes:

- Unidades programadas / Máquina (Semanal)
- Unidades producidas reales / Máquina (Semanal)

La relación de ambos datos otorga el porcentaje de cumplimiento semanal de cada una de las líneas de producción.

Por ejemplo, en el plan de producción entregado la semana 38, en sopladora No.1 se planificaron producir 72,000 envases durante toda la semana. Sin embargo, en la semana 39 se reportó una producción total semanal de 60,000 envases. Por lo anterior el porcentaje de cumplimiento sería el siguiente:

- Porcentaje de cumplimiento: $(\text{Unds producidas}) / (\text{Unds planificadas}) * 100$
 - Porcentaje de cumplimiento: $(60\ 000) / (72\ 000) * 100$
 - Porcentaje de cumplimiento: 83,33 %

Basado en este resultado semanal, se determina que la planta de producción en la máquina de soplado No.1 obtuvo un cumplimiento semanal del 83,33 %.

A continuación, queda establecido el formato que se utilizará para la gestión de este registro del indicador del cumplimiento de la producción planificada:

Tabla XXVII. Formato para registro del indicador del cumplimiento de la producción planificada

Cumplimiento de la producción planificada			
Departamento de Planificación			
Área de Extrusión Soplado			
No.	Superintendente		
Semana			
Máquina	Unds. Planificadas	Unds. Producidas	% cumplimiento
S1	72 000	60 000	83,3 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

2.9.2. Indicador de utilización de la capacidad instalada

En el plano productivo y de planificación, una herramienta importante para la programación y asignación de personal en las líneas de producción es el índice de utilización de la capacidad instalada. Este índice será calculado semanalmente basado en la cantidad de unidades proyectadas que se deben

producir de todos los envases según su clasificación basado en lo sugerido en el *MRP*. Esta información se obtendrá de la última columna nombrada O.P. de la herramienta de *MRP*.

Las O.P. que se tomarán en cuenta para este cálculo serán únicamente las que el *MRP* determine, para esto se utilizará una clave de color que sería la siguiente:

- Verde: artículos por encima del punto de reorden
- Naranja: artículos por debajo de punto de reorden
- Rojo: artículos por debajo del inventario de seguridad

La columna nombrada como (INV. FINAL) es la que muestra el inventario actual. Esa columna mostrará la alerta por colores explicados anteriormente. Los artículos en color verde, debido a que se encuentran en una zona por encima de su punto de reorden, no se tomarán en cuenta para la generación de una orden de producción por lo que los únicos artículos los cuales se programarán serían los clasificados en color naranja y rojo.

A continuación, se mostrará un ejemplo de las O.P. que se debe tomar en cuenta para la producción, únicamente considerando los artículos de estatus naranja (Por debajo del punto de reorden) y los rojos (Por debajo del inventario de seguridad).

Tabla XXVIII. **Productos con estatus color naranja (O.P)**

CODIGO	DESCRIPCION	INV. FINAL
GEX004	ENVASE DESINFECTANTE 750 ML PET	175.000
GEX008	ENVASE BEBIDA 250 ML PET CRISTAL	35.000
GEX015	ENVASE GEL 500 PARA CABELLOS PET	45.000
GEX016	ENVASE JUGO 1,800 ML CRISTAL PET	10.700
GEX018	ENVASE 125 ML CREMA PE AZUL	48.000
GEX019	GALON PARA DETERGENTE PE NATURAL	17.900
GEX022	ENVASE 900 ML PET DESINFECTANTE HOGAR	28.000
GEX024	ENVASE 1000 ML LUBRICANTE NATURAL 100% PET	27.450
GEX025	ENVASE DE 1 GALON C/ASA PE ROJO	18.350
GEX026	ENVASE DE 1 GALON C/ASA PE VERDE	23.400
GEX031	LITRO PLATA GENERICO PE	12.400
GEX032	ENV. JUGO 1 L PET CRISTAL	5.000
GEX033	ENV. 5000 ML DETERGENTE MAX PE MORADO	12.000
GEX034	ENVASE DE 1 GALON C/ASA PE ROJO	13.500
GEX035	GALON RECTANGULAR PE PLATA MULTI USOS	18.000

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

Tabla XXIX. **Productos con estatus color rojo (O.P)**

CODIGO	DESCRIPCION	INV. FINAL
GEX007	ENVASE 1000 ML PARA ACEITE PET	40.000
GEX013	ENVASE BALSAMO 360 ML PET CRISTAL	40.000
GEX020	ENVASE GEL 800 ML CUIDADO PERSONAL PET AZUL	20.700
GEX027	ENVASE QUITAMANCHAS 500 ML PE BLANCO AZUL	14.780

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

Considerando lo anterior, la suma de artículos a producir serían los siguientes:

- Color naranja: 486 300 envases
- Color rojo: 613 800 envases

Obteniendo este resultado, se determina que se generarán ordenes de producción por un total de 1 100 100 envases para el área de extrusión soplado, considerando una capacidad instalada de 1 440 000, el resultado sería el siguiente:

- Porcentaje de utilización: $(O.P \text{ naranja} + O.P \text{ Roja}) / (\text{Capacidad instalada})$
 - Porcentaje de utilización: $(486\,300 + 613\,800) / (1\,440\,000) * 100$
 - Porcentaje de utilización: $(1\,100\,100) / (1\,440\,000) * 100$
 - Porcentaje de utilización: 76,40 %

Tabla XXX. **Indicador de utilización de la capacidad instalada**

UTILIZACION DE LA CAPACIDAD INSTALADA				
DEPARTAMENTO DE PLANIFICACION				
AREA DE EXTRUSION SOPLADO				
No. SEMANA: _____			SUPERINTENDENTE: _____	
O.P NARANJA	O.P ROJA	O.P TOTAL	CAP. INSTALADA	% DE UTILIZACION
486,300	613,800	1,100,100	1,440,000	76.4%

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

2.9.3. **Indicador de rupturas de stock en producción**

La ruptura de *stock* se produce cuando existe un evento en el cual un paro no programado en el proceso de producción sucede siendo este generado por

falta de algún insumo durante el proceso de producción. Se puede definir la ruptura de *stock* como el incumplimiento en la cantidad de insumos solicitada por el departamento de producción.

Considerando la existencia de este problema, la manera para solucionarlo es la generación de una orden de compra de insumos con la cantidad óptima de pedido y en el momento adecuado, sin embargo, se pretende medir los resultados y eventos ocurridos en el transcurso del mes para evidenciar mejoras en el proceso de producción.

El formato que se utilizará para la medición del control de rupturas de *stock* en el departamento de producción sería el siguiente:

Tabla XXXI. **Formato para registro del indicador de ruptura de *stock* en el departamento de producción**

RUPTURAS DE STOCK				
DEPARTAMENTO DE PLANIFICACION				
MEDICION EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCION				
MES: _____		SUPERINTENDENTE: _____		
FECHA	MAQUINA	INSUMO FALTANTE	CONSECUENCIA	OBSERVACIONES
TOTAL DE EVENTOS			<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

2.10. Indicadores para el departamento de ventas

El Departamento de Ventas en una organización es el que tiene mayor contacto con los clientes finales. Posee en sobremanera un alto grado de sensibilidad de la percepción del cliente de la empresa. El grado de satisfacción y las inconformidades del cliente es el departamento de ventas el encargado de trasladar esa información al resto de la organización. Dado esta relación, es importante medir para poder mejorar, por lo tanto, la medición correspondería a registrar cuáles son los eventos que generen algún inconveniente con el cliente final, eventos que consideren rupturas de *stock*, incumplimientos en los plazos de entrega con los clientes.

Mencionado lo anterior, los indicadores que si proponen para el departamento de ventas son los siguientes:

- Indicador de ruptura de stock de productos para venta
- Indicador de cumplimiento de fecha de entrega

2.10.1. Indicador de ruptura de *stock* de productos para venta

Se considera como ruptura de *stock* cuando existe un evento en el cual no se puede satisfacer la demanda del cliente por falta de existencia del producto solicitado para su venta. Siendo este un dato fácilmente cuantificable es practico llevar a cabo la medición de los eventos en el departamento de ventas.

Considerando la importancia de este tipo de eventos, donde la insuficiencia de *stock* puede llegar a generar costos asociados a perdidas de venta y daños en la percepción del cliente hacia la empresa, es importante tener una medición de los eventos sucedidos durante el mes con el fin de poder contar con un

panorama de la situación en general. Si este tipo de eventos no se cuantifican, no existe una base en la cual se pueda mejorar.

El formato que se utilizará para la medición del control de rupturas de *stock* en ventas sería el siguiente:

Tabla XXXII. **Formato para registro del indicador de rupturas de *stock* en el departamento de ventas**

RUPTURAS DE STOCK				
DEPARTAMENTO DE PLANIFICACION				
MEDICION EN EL DEPARTAMENTO DE VENTAS				
MES: _____				
FECHA	CLIENTE	PRODUCTO	CANTIDAD	OBSERVACIONES
TOTAL DE EVENTOS			<input type="text"/>	
CANTIDAD DE ENVASES			<input type="text"/>	

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

2.10.2. Indicador de cumplimiento de fecha de entrega

Uno de los puntos importantes que logran impactar de sobre manera la relación comercial con los clientes es el cumplimiento de las fechas establecidas con ellos para la entrega de productos. En este caso se plantea una situación en que la orden de producción ya está generada y únicamente se espera que el plazo pactado entre planta de producción y planificación se cumpla. Este primer

acuerdo de fecha de entrega es trasladado al departamento de ventas, quien tiene la responsabilidad de realizar la gestión directa con el cliente.

Las consecuencias del incumplimiento de los plazos pactados con el cliente son altamente negativas; por lo general, una empresa es evaluada de su gestión bajo un índice basado en el cumplimiento de entregas en las fechas solicitadas, dada esta situación, la medición del incumplimiento y el registro del mismo es importante para posterior gestión de mejora.

El formato que se utilizaría sería el siguiente:

Tabla XXXIII. **Formato para registro del indicador de cumplimiento de fecha de entrega**

MEDICION DE PLAZOS DE ENTREGA DEPARTAMENTO DE PLANIFICACION MEDICION EN EL DEPARTAMENTO DE VENTAS					
MES: _____			VENDEDOR: _____		
CLIENTE	PRODUCTO	FECHA PROMESA	FECHA ENTREGA	DIF. DIAS	OBSERVACIONES
TOTAL DE EVENTOS					<input type="text"/>

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

2.11. Elaboración de un plan de planificación que integre la nueva estructura de herramientas e indicadores

La elaboración consiste en establecer un plan de trabajo que integre una nueva estructura de planificación con el uso de la herramienta de *MPR* y la medición de los resultados del proceso.

Mediante el estudio estadístico de una base de datos de las ventas, es posible estructurar una mejor planificación de compra de insumos y generación de ordenes de producción para el plan maestro de producción. De esta forma es posible generar niveles y puntos de control que hagan posible un mejor nivel de servicio para los clientes y para el departamento de producción. Los niveles y puntos críticos de control en un proceso de producción serán los siguientes:

- Punto de reorden
- Inventario de seguridad
- Inventario de aseguramiento de servicio

Como resultado de la implementación del uso de este nuevo proceso de planificación, también se implementará el uso de indicadores que medirán el desempeño del funcionamiento de la planificación. A continuación, los indicadores:

- Rendimiento de la producción planificada
- Rupturas de *stock* en producción
- Rupturas de *stock* de productos para venta

Los resultados esperados son satisfacer las exigencias de los clientes, garantizando los materiales adecuados en las bodegas y planificar

adecuadamente las actividades a ejecutar como las compras y la producción del producto final, además se espera que este sistema ayude a prevenir errores que puedan afectar la disponibilidad de los productos y por consiguiente obtener soluciones adecuadas para cualquier situación problemática durante el proceso de producción.

Entre los beneficios existe la realización de órdenes de compra optimas, basadas en el incremento y comportamiento de la producción en los últimos tiempos. De esta manera, se garantiza la eficiencia de la producción en todo momento y, por lo tanto, la satisfacción de los clientes.

A continuación, en la tabla se muestran los resultados esperados mostrando un comparativo de un antes y después de la implementación de la propuesta de un nuevo plan de producción.

Tabla XXXIV. **Resultados esperados de la implementación**

Departamento	Situación actual	Resultado esperado
Planificación	Programación empírica	Programación basada en estudio estadístico
	Todos los artículos se programan por igual	A cada artículo, según su tipo y volumen de demanda se le asignará un nivel de servicio personalizado
	Inventarios físicos para toma de decisiones	Alertas de control de estatus de inventario
	Sin inventarios de seguridad ni puntos de reorden	Con base estadística se tendrán los inventarios mínimos de stock y los puntos de reorden definidos con conocimiento de los tiempos de entrega
Ventas	Quiebres de <i>stock</i> en ventas	Inventarios suficientes para cubrir picos de demanda considerando las variabilidades del comportamiento de las ventas
	Falta de información sobre reprogramación en fechas de entregas	Implementación de registro de control de quiebres en <i>stock</i>
	No existe registro de las ocasiones en las que se pierde venta por falta de <i>stock</i>	Implementación de registro de control de los eventos de no venta

Continuación de la tabla XXXIV.

Departamento	Situación actual	Resultado esperado
Producción	Quiebres de stock en el proceso de producción	Insumos suficientes durante los procesos de producción

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

2.11.1. Alimentación del MRP

El *MRP* es una herramienta básica para la planificación la cual integra todos los índices de control necesario para brindarle al planificador toda la información y alertas necesarias para una buena planificación.

Los beneficios principales que brinda un *MRP* en un proceso de planificación serían los siguientes:

- Asegurar que los materiales estén disponibles para la producción y los productos estén disponibles para su entrega a los clientes.
- Tratar de mantener los niveles de stocks de material y de producto terminado lo antes posible en los tiempos óptimos.
- Planificar de manera oportuna las órdenes de producción y compras.

Un *MRP* da respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Qué materiales hacen falta?
- ¿Cuántos son necesarios?
- ¿Qué productos hay que entregar?

- ¿Cuándo se necesitan?

Por lo tanto, los pasos para iniciar un *MRP* son los siguientes:

- Los cálculos e índices realizados anteriormente son los que encabezarán la herramienta, los cuales en una hoja de Excel se colocarán de forma horizontal.

Tabla XXXV. Encabezado del *MRP*

Código	Descripción	O.P Tran	Existencia	Inv. Final	Prom	Inv. seg	P. R Ord	<u>IAS</u>	<u>Cob. (D)</u>	<u>(D. P.R Ord)</u>	<u>O. P</u>
--------	-------------	----------	------------	------------	------	----------	----------	------------	-----------------	-------------------------	-------------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

El detalle del encabezado sería el siguiente:

- Código: describe el código del producto para el que se desea realizar el *MRP*.
- Descripción: detalle de la descripción del insumo o producto.
- Orden de pedido en tránsito (O.P Tran): pedidos colocados tiempo atrás y que están programados para arribar en próximos días.
- Existencia: inventario de cada insumo o producto que se tiene listo para usar en bodega.

- Inv. Final: muestra la cantidad de insumo o producto que se tendrá disponible al final del proceso. en total cuando arribe el insumo y/o producto.
- Promedio (Prom): consumo promedio mensual del insumo o producto.
- Inventario de Seguridad (Inv. Seg): cantidad mínima de inventario que se debe tener en las bodegas.
- Punto de Reorden (P. R. Ord): nivel de inventario que determina el momento en que se debe colocar una orden.
- Inventario de aseguramiento de servicio (IAS): inventario optimo que debe tener la empresa para asegurar el servicio de abastecimiento para cumplir con la demanda del cliente.
- Cobertura: número de días de consumo que las existencias pueden cubrir.
- (D. P.R Ord): número de días que quedan de cobertura para llegar al punto de reorden.
- Orden de pedido (OP): cantidad óptima que se debe ordenar tomando en cuenta la cantidad mínima rentable, y los inventarios de aseguramiento de servicio y de seguridad.
 - La columna de (O.P Trans) y (Existencia) deben de ser editadas cada vez que se realice el análisis de *MRP*, en este caso (O.P Trans) se debe de editar según sea la cantidad ya programada con anterioridad que este en firme en el plan maestro de producción. La




columna de (Existencia) se debe editar según sea la existencia actual del artículo en bodega.

2.11.2. Determinación de insumos y productos a producir

El criterio para determinar que productos o insumos son los que deben generar una orden de producción u orden de compra, es basado en el estatus de su existencia según sea su clasificación en el semáforo de colores.

La columna del inventario final (Inv. Final) determinará el estatus del producto o insumo en su programación. Para esto se utilizará un código de colores aplicando los siguientes criterios:

Figura 9. **Código de colores de alerta de estatus de inventario**

	Existencia por debajo de inventario de seguridad.
	Existencia sobre el inventario de seguridad pero por debajo del punto de reorden.
	Existencia sobre el punto de reorden.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

Con la implementación de este semáforo es posible determinar la criticidad de cada producto o insumo. Los artículos en color verde no son necesarios de análisis ni de generación de ninguna orden de producción debido a que están situados por encima del punto de reorden. Por lo contrario, los artículos clasificados en color naranja si son necesarios de su programación; estos artículos están aún en una zona de seguridad ya que están sobre el inventario de seguridad mínimo, pero según su estatus es tiempo justo para generar una O.P para levantar inventario en tiempo oportuno.

Los artículos en color rojo son los de mayor urgencia en su programación, estos están en alto riesgo por lo que es urgente generar una orden de producción o compra para evitar futuros quiebres de inventario en ventas o producción.

2.11.3. Análisis de puntos de reorden y coberturas

El resultado obtenido en la columna Punto de reorden (P. R Ord), determina el punto de control vital para la programación de la producción y abastecimiento de insumos. Este nivel de inventario determinará en qué momento se debe generar una O.P o bien una orden de compra.

Es importante considerar que el punto de reorden variará de manera directa según sea el tiempo de entrega que ofrezca la planta de producción para el artículo programado o bien el tiempo de entrega que ofrezca el proveedor del insumo solicitado.

Para este análisis se consideraron los siguientes tiempos en semanas:

- Producción de envases PET: 2 semanas
- Producción de envases de extrusión: 3 semanas
- Insumos de compra local: 2 semanas
- Insumos de compra de importación: 8 semanas

La cobertura que el *MRP* determina en días (D), es un parámetro importante de análisis debido a que proyecta, según el promedio histórico de ventas, cuantos días aproximadamente la existencia que se tiene en bodega puede llegar a suplir la demanda del cliente hasta llegar a inventario cero en las bodegas de almacenaje. La cobertura brinda al programador un panorama el cual será útil para la determinación de fechas de programación de la producción considerando

el tiempo de entrega. El objetivo principal de la cobertura es dar un panorama que exponga la situación real del inventario y permita tomar decisiones en el tiempo oportuno para no generar ningún tipo de quiebre de *stock* en el futuro.

2.11.4. Cantidades óptimas de compra y producción

Basados en un modelo de revisión continua para la programación de la producción, la O.P y la orden de compra se determinarán de la siguiente manera:

- $O. P. = (\text{Inventario de aseguramiento}) - (\text{Inv. Seguridad})$

Sin embargo, este cálculo posee ciertas condiciones que se deben cumplir para determinar cuál será el dato final. Estas condiciones están directamente relacionadas con el mínimo de producción de cada uno de los insumos y la existencia que se tenga en ese instante; por lo tanto, las condiciones para determinar la cantidad de la O.P serían las siguientes:

- Si la diferencia entre el IAS y el Inventario de seguridad es menor a la Producción mínima rentable; entonces se generará la O.P. equivalente a la Producción mínima rentable.
- Si la Existencia es menor al Inventario de seguridad; entonces la O.P. se generará por la diferencia generada entre el IAS y la existencia.

Los mínimos de producción y compra para cada familia de artículos se rigen sobre los siguientes criterios:

- Colorantes: mínimos de compra determinados por los proveedores.

- Producción de botella: mínimo determinado por el departamento de producción basado en un día laboral.

Con base en la información anterior, los mínimos de compra y producción son los siguientes:

- Colorante de compra local: 25 kg
- Colorante de importación: 250 kg
- Botella de Soplado PET: 25 000
- Botella de extrusión soplado: 15 000

Con estos parámetros se realiza el cálculo del pedido que se debe generar en el proceso de planificación para mantener un nivel de inventario adecuado que considera promedios y variaciones en la demanda junto con un inventario que permita asegurar el nivel de servicio ofrecido al cliente.

2.11.5. Determinación de fechas de producción y entregas de productos

El *MRP* es una herramienta que brinda adicional a la O.P. sugerida, puntos de reorden e inventarios de seguridad; también determina una cobertura aproximada en días de cada uno de los artículos o insumos según sea su demanda promedio mensual y un promedio en días de cuánto tiempo resta para generar una nueva O.P.

Parte del encabezado del MRP contiene ambos campos:

- Cob (D): determina los días que aún se cuenta con cobertura según la existencia en bodega.

- (D. P.R Ord): determina los días que le quedan al programador y al ejecutor del plan maestro de producción para poder iniciar una nueva O.P. antes de llegar al punto de reorden.

Por lo tanto, con base en esta información se define lo siguiente:

- Fecha de inicio de producción: en este caso, el campo (D. P.R Ord) es el determinante para asignar la fecha de inicio de producción de cada artículo o la generación de una nueva orden de compra para los insumos. Dependiendo de cuantos días se tengan para para llegar al punto de reorden, así será el número de días que se puede tomar de holgura para la fecha de inicio de producción o generación de orden de compra.
- Fecha de entrega de producto: partiendo de la fecha de inicio de producción, la fecha de la entrega del producto se determina basado en el tamaño de la O.P y del tiempo estándar de producción diario de cada uno de esos productos. Por lo tanto, se considera lo siguiente:
- Tiempo estimado de producción:
 - $(O.P.) / \text{Tiempo estándar de producción diario}$

Este resultado reflejará la cantidad de días después del inicio de producción que se tardará la planta para la entrega de la orden completa.

Esto es únicamente un parámetro, dado a que si el cliente requiere un parcial de la O.P. quedará a criterio del programador definir la fecha de entrega del parcial solicitado.

2.11.6. Medición de indicadores

Estableciendo un nuevo proceso de planificación los resultados deben de ser distintos; la implementación de una nueva herramienta de planificación, políticas de inventario y nuevos niveles de seguridad deben de dar como resultado mejores índices.

La medición de resultados es parte fundamental para el mejoramiento de los procesos. El nuevo plan de planificación no solo integra herramientas para la programación, sino que también evaluación y medición de resultados de ventas y planificación.

A continuación, una descripción general de cada uno de los indicadores de los procesos.

2.11.6.1. Indicadores para el proceso de planificación

El objetivo principal de los indicadores de planificación es medir el comportamiento actual de los resultados reflejados de la relación entre el departamento de planificación y el departamento de producción.

El departamento de planificación requiere de un compromiso en el cumplimiento de la planificación por parte del departamento de producción, el desarrollo de la producción y el buen rendimiento de las líneas productivas están

directamente relacionadas con la satisfacción de cliente y las entregas de producto en el tiempo estipulado. Para esta medición es necesario el siguiente índice:

- Rendimiento de la producción planificada.

(Unidades producidas / unidades Planificadas)

La herramienta de programación *MRP* genera una lista de sugerencia de ordenes de producción; basado en esta información existe la posibilidad de determinar un panorama de ocupación en la planta de producción. Las ordenes de producción que estén por debajo del punto de reorden son las que determinarán la cantidad a producir en la planta de producción. Con el conocimiento de la capacidad productiva, es posible realizar el cálculo del porcentaje de utilización de la capacidad instalada, porcentaje que refleja en gran medida la posibilidad de cumplimiento de plan de producción. Si el porcentaje de ocupación sobrepasa el ciento por ciento, es definitivo que existirán problemas con el cumplimiento de las fechas de entrega y quiebres de *stock* en ventas.

- % De utilización de la capacidad instalada.

(O.P naranja + O.P Roja) / (Capacidad instalada)

Uno de los índices de mayor impacto y que genera mayor oportunidad de mejora, de manera que pone en evidencia el resultado del funcionamiento de proceso de planificación es el índice de control de rupturas de *stock* en producción.

Este control será un canal directo que generará información importante para evidenciar las falencias en el departamento de planificación, de tal manera que se creará un historial de los insumos que en su momento generaron un quiebre de *stock* en producción, base en la cual se puede generar posteriormente controles adicionales para monitoreo de los insumos de mayor incidencia en este tipo de eventos.

- Control de rupturas de *stock* en producción
 - Fecha
 - Máquina
 - Insumo faltante
 - Consecuencia
 - Numero de eventos

2.11.6.2. Indicadores del departamento de ventas

Al igual que los indicadores implementados en el proceso de planificación, es importante la medición y evaluación de los resultados que reflejan el proceso de planificación en el departamento de ventas. Siendo el departamento de ventas el que tiene contacto directo con los clientes, la retroalimentación directa por parte de ellos es indispensable para el mejoramiento de la planificación.

Dos índices serán los principales para la gestión de medición de resultados en el proceso de las ventas:

- Ruptura de *stock* de productos de ventas
- Cumplimiento en los plazos de entrega

Para la gestión de estos indicadores es necesaria la recopilación de la siguiente información:

- Nombre del cliente
- Producto sin existencia
- Cantidad de incumplimiento
- Fecha de eventos de ruptura de *stock*
- Fecha promesa de entrega
- Fecha real de entrega

A continuación, se presenta ejemplo de un evento para cada uno de los indicadores en gestión.

- Ruptura de *stock*: de esta manera se logra documentar todos los eventos sucedidos correspondientes a rupturas de *stock*, por lo tanto, se facilita la medición de la evaluación del proceso pudiendo determinar la frecuencia de los eventos, productos, clientes de mayor incidencia y cantidad de envases que se podrían clasificar como no venta.

Tabla XXXVI. **Medición de rupturas de stock**

RUPTURAS DE STOCK				
DEPARTAMENTO DE PLANIFICACION				
MEDICION EN EL DEPARTAMENTO DE VENTAS				
MES: <u>OCTUBRE</u>				
FECHA	CLIENTE	PRODUCTO	CANTIDAD	OBSERVACIONES
07/10/2019	IMPORTADORA ELX	ENV. 800 ML PET	12,500	NO EXISTIA INVENTARIO
15/10/2019	LACTIOS GT	JUGO 500 ML PET	3,750	NO SE AJUSTO LO MINIMO
24/10/2019	CUIDADOS DEL HOGAR	LITRO SHAPOO VERDE	1,036	VENTA DE EMERGENCIA
TOTAL DE EVENTOS			3	
CANTIDAD DE ENVASES			17,286	

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

- Medición de plazos de entrega: el registro de medición de plazos de entrega tiene como objetivo sensibilizar la respuesta real que el sistema de planificación otorga a los clientes. Brinda la oportunidad de dimensionar cuantos eventos de incumplimiento y cuantos días de diferencia de entrega se registran entre lo ofrecido y la fecha de entrega real.

Tabla XXXVII. **Medición de plazos de entrega**

MEDICION DE PLAZOS DE ENTREGA					
DEPARTAMENTO DE PLANIFICACION					
MEDICION EN EL DEPARTAMENTO DE VENTAS					
MES: <u>OCTUBRE</u>			VENDEDOR: <u>JUAN PEREZ</u>		
CLIENTE	PRODUCTO	FECHA PROMESA	FECHA ENTEGA	DIF. DIAS	OBSERVACIONES
IMPORTADORA ELX	ENV. 800 ML PET	07/10/2019	10/10/2019	-3	ATRASO EN LA LINES DE PRODUCCION
LACTIOS GT	JUGO 500 ML PET	15/10/2019	18/10/2019	-3	MAQUINA EN REPARACION
CUIDADOS DEL HOGAR	LITRO SHAPOO VERDE	24/10/2019	28/10/2019	-4	MANTENIMIENTO CORRECTIVO
TOTAL DE EVENTOS				3	

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

2.12. Costos de implementación

La implementación de un nuevo plan de producción requiere distintas etapas como fases de diagnósticos, estudio de nuevas propuestas y la capacitación de temas referentes a los análisis estadísticos. Para los diagnósticos se utilizará personal de la empresa, por lo que esto no implicará un costo adicional. En la etapa de capacitación no se cuenta con personal que pueda impartir los conocimientos necesarios para el desarrollo de esta nueva herramienta, por lo tanto, se debe buscar una capacitación externa para el desarrollo de esta etapa.

Considerando lo anterior, a continuación, se presentan los costos asociados:

Tabla XXXVIII. **Costos de implementación de un nuevo plan de la producción**

Detalle	Costo
Computadora de escritorio	Q 2 325,00
Escritorio	Q 800,00
Silla con rodos	Q 625,00
Diplomado de gestión moderna de administración de inventarios	Q 5 300,00
	Q 9 050,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. DISEÑO DE UN PLAN PARA LA APLICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

En el aspecto ecológico, se calcula que a nivel mundial se acumulan anualmente veinticinco millones de toneladas de plásticos en el ambiente, estas permanecen inalterables por un período de entre cien y cuatrocientos cincuenta años, esto debido a su lenta degradación y fragmentación en partículas más pequeñas, mismas que se quedan en los suelos, ríos y mares. Debido a la necesidad de seguir utilizando el plástico, la utilización de material peletizado es una excelente alternativa para reducir el impacto ambiental.

El peletizado es un método en el cual se procesa un material en pellets el cual se puede utilizar en una gran variedad de industrias para procesar muchos materiales, siendo estos fáciles de procesar. El peletizado tiene muchos beneficios y es un proceso altamente personalizable, por lo que se ha convertido en un elemento básico para muchas de fabricación de envases plásticos.

Al igual que es prioritario el punto de vista ecológico, también es prioritario reducir los esfuerzos económicos, por lo que, realizar un balance entre el costo y el beneficio económico es indispensable para determinar la viabilidad del proyecto. Los gastos previstos en el proyecto contra los beneficios proyectados será la relación que se deben ejecutar para determinar la rentabilidad del proyecto, de tal manera que, si la relación del costo/beneficio es favorable, se justifica la ejecución del proyecto.

La fórmula para realizar esta relación sería la siguiente:

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{costo}}$$

Para esta propuesta, los beneficios y costos serán relacionados estrictamente al punto de vista monetario; el costo incremental en el colorante y el diferencial en el precio de la resina peletizada son los dos rubos directamente relacionados en este análisis.

- Beneficios: como primer paso para el cálculo de los beneficios se proyecta el ahorro que se obtendría en la fabricación de un millar de envases de 20L utilizando resina peletizada. Los precios de las resinas son los siguientes:
 - Polietileno virgen: Q 10,05 / Kg
 - Resina peletizada: Q 8,50 / Kg (Proveedor seleccionado)
 - Peso del envase: 1 000 g

En la siguiente tabla se calcula el diferencial monetario que representaría utilizar únicamente material virgen contra la utilización de la mezcla de ambos materiales:

Tabla XXXIX. Cálculo de beneficios económico entre resinas

Material (virgen)			Material (virgen/peletizado)		
Envase	20 l estivable		Envase	20 l estivable	
Peso unitario	1 000	G	Peso unitario	1 000	G
Producción	1 000	Unds	Producción	1 000	Unds
Precio virgen (q/kg)	10,05		Precio virgen (q/kg)	10,05	
Precio peletizado (q/kg)	8,5		Precio peletizado (q/kg)	8,5	
% Virgen	98	%	% Virgen	71	%
% Peletizado	0	%	% Peletizado	25	%
Kg por producir virgen	980		Kg por producir virgen	710	Kg
Kg por producir peletizado	0		Kg por producir peletizado	250	Kg
Costo en resina virgen	Q 9 849,0		Costo en resina virgen	Q 7 135,5	
Costo en resina peletizado	Q 0,0		Costo en resina peletizado	Q 2 125,0	
Costo total	Q 9 849,0		Costo total	Q 9 260,5	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

Por lo tanto, el beneficio resultaría de la resta de producir con material virgen contra el costo de producir con ambos materiales mezclados.

- Beneficio: Costo Material virgen – Costo mezcla
- Beneficio: Q 9 849,0 – Q 9 260,5
- Beneficio: Q 588,50

El beneficio implicaría un ahorro en polietileno de Q 588,50 por cada millar de envase soplado.

- Desventajas: el uso de la mezcla de material peletizado y material virgen en el proceso de extrusión soplado implica un incremento directo en el uso del colorante *masterbatch*. El incremento corresponde a dos puntos porcentuales directos en la mezcla de los materiales.

El costo del colorante en el siguiente:

- Colorante *masterbatch*: Q 18 / Kg

En la siguiente tabla se calcula el diferencial monetario que representaría el incremento del uso del colorante en la mezcla de los materiales en un millar de envase soplado:

Tabla XL. **Cálculo de desventajas**

Colorante con material (virgen)			Colorante con material (virgen/peletizado)		
Envase	20 l estibable		Envase	20 l estibable	
Peso unitario	1 000	G	Peso unitario	1 000	G
Producción	1 000	Unds.	Producción	1 000	Unds.
Precio colorante (q/kg)	10,05		Precio colorante (q/kg)	10,05	
% En virgen	2	%	% En mezcla	4	%
Kg en resina virgen	20	Kg	Kg en mezcla	40	Kg
Costo en resina virgen	Q 360,0		Costo en resina virgen	Q 720,0	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

Por lo tanto, la desventaja resultaría de la resta de producir con material virgen contra el costo de producir con ambos materiales mezclados.

- Desventaja: Costo Material virgen – Costo mezcla
- Desventaja: Q 360,0 – Q 720,0
- Desventaja: (-) Q 360,00

La desventaja implicaría un incremental en el costo de colorante por Q 201,00 por cada millar de envase soplado.

Con los anteriores resultados obtenidos y el análisis de ventajas económicas se pretende determinar la conveniencia de un proyecto mediante la

evaluación monetaria del mismo, por lo tanto, la medición del beneficio proyectado versus los costos que esto implicaría, son los datos que se deben relacionar para visualizar si el proyecto es rentable o no.

La fórmula para realizar esta relación sería la siguiente:

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{costo}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{588,50}{360}$$

$$\frac{B}{C} = 1,634$$

Dado que la relación es mayor a uno, esto justifica la inversión y el costo incremental que se tendrá en la compra de más colorante por cada millar de envase.

- Ahorro anual proyectado: la proyección del posible ahorro proyectado en un año es importante darle un valor. Las cifras aumentan y generan un mayor impacto en la justificación de un proyecto. Para esto es necesario contar con un dato de proyección de venta anual proporcionado por el departamento de ventas:
 - Proyección anual de caneca estibable: 60 000 unds

Con los datos de la proyección de venta anual confirmados y los costos por millar de colorante, polietileno y peletizado ya conocidos para ambos panoramas, se procede con el cálculo de costo anual en materias primas para cada escenario,

de tal manera que, obteniendo esta información se podrá determinar el ahorro anual que implicaría utilizar material peletizado en la producción de la caneca estibable.

A continuación, los cálculos necesarios para la obtención de resultados:

Tabla XLI. **Proyección de ahorro anual**

Ahorro anual	
Proyección anual	60 000
Costos / millar	
Polietileno virgen	
Resina	Q 9 849,00
Colorante	Q 360,00
Total	Q 10 209,00
Mezcla de peletizado	
Resina	Q 9 260,50
Colorante	Q 720,00
Total	Q 9 980,50
Costo anual (polietileno virgen)	Q 612 540,00
Costo anual (mezcla peletizado)	Q 598 830,00
Ahorro proyectado anual	Q 13 710,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

Considerando lo anterior, existiría un ahorro anual de Q 13 710,00.

Determinados los puntos anteriores, se justifica la implementación del uso de la resina peletizada eliminando por completo la materia prima virgen en el proceso de producción y fabricación de este envase. Como consecuencia de la implementación de la producción más limpia mediante el uso de la resina peletizada, se determinan los siguientes beneficios:

- Nuevas oportunidades de negocios
- Producciones que reducen el impacto al medio ambiente
- Producciones más verdes
- Reducción del costo en resinas

3.1. Proceso actual del uso de materia prima virgen en el envase de 20L

Entre el catálogo de producción de los envases de Plásticos Gex existe una categoría de botellas industriales de 20L. Entre esta categoría se seleccionó el envase de 20L estibable azul como objetivo de análisis para la producción más limpia en el proceso productivo.

Actualmente, en términos generales el proceso de soplado requiere de resina de polietileno en su estado virgen mezclada con *masterbatch* en color azul, ambos componentes son mezclados en los porcentajes previamente determinados por planta de producción, posteriormente son sometidos a un proceso de extrusión soplado donde son sometidos a procesos térmicos y de soplado por aire para moldeo; finalmente pasa por un ciclo de enfriamiento mediante un sistema integrado que poseen los moldes de soplado.

En resumen, las fases que componen un proceso de extrusión soplado son las siguientes:

- Mezcla o fusión de los materiales
- Obtención del parison
- Moldeo por soplado
- Enfriamiento del envase
- Expulsión del envase

El proceso de extrusión soplado permite incluir diferentes características en los envases, tanto estructurales como visuales; por ejemplo, mejoras estructurales, distribución de material, utilización de materias primas recicladas, y diversidad de colores.

3.1.1. Diagrama del proceso actual de extrusión soplado

Actualmente en el proceso de extrusión soplado participan varios departamentos, cada uno de ellos con responsabilidades que abarcan desde la mezcla de los materiales hasta la aprobación de control de calidad del producto final. En términos generales el proceso de extrusión actual está integrado por los siguientes pasos:

En el área de mezclas de resinas, según sea la receta del producto, en este caso el envase de 20 L estibable, se realiza un trabajo de mezcla en una olla de acero inoxidable donde se vierte el polietileno virgen y el *masterbatch* azul al 2 % del total de la resina a utilizar. Ambas resinas son mezcladas durante cinco minutos para generar una buena distribución del colorante y el polietileno, de tal manera que posterior al proceso de extrusión el color final del envase sea homogéneo.

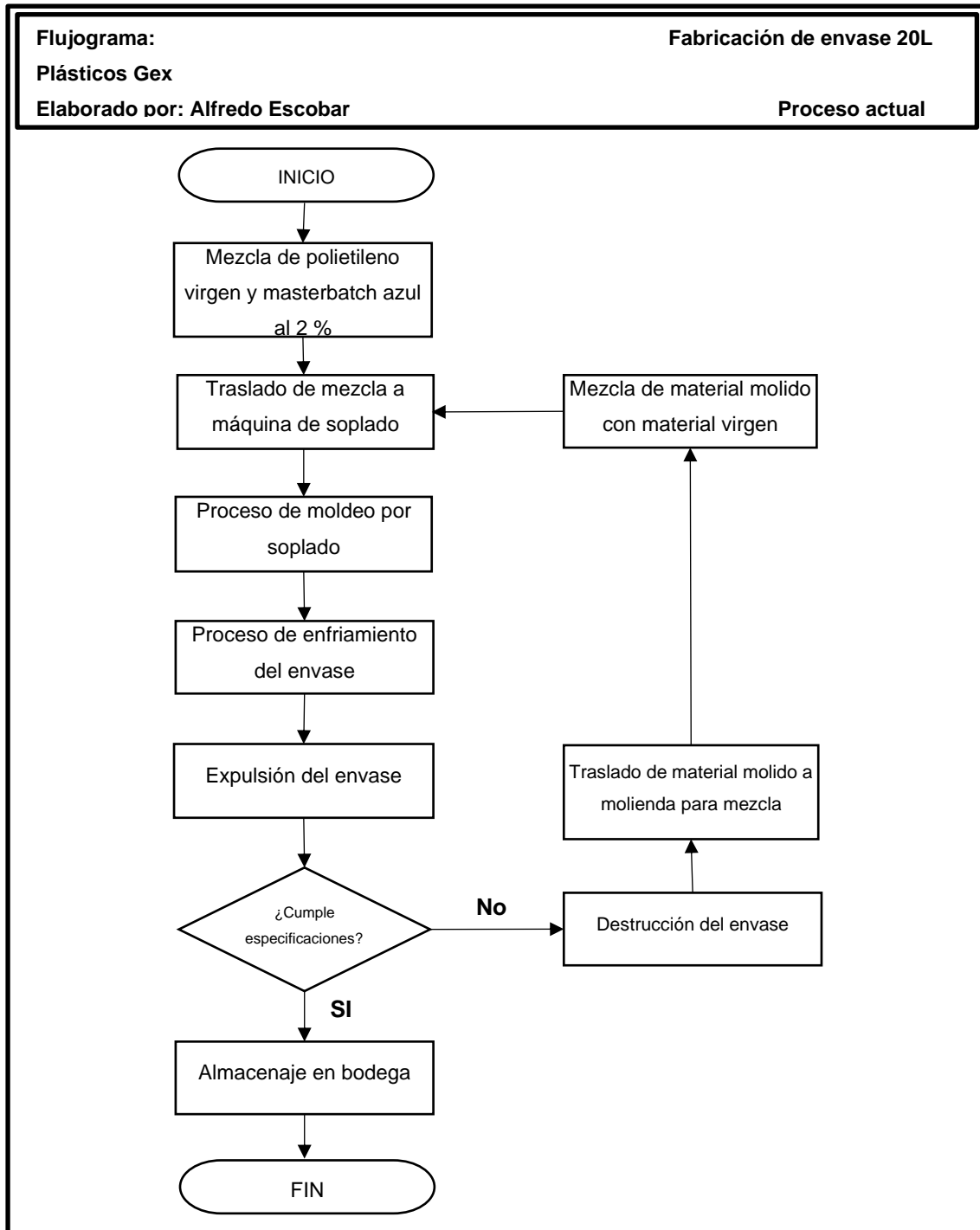
La mezcla de material se traslada a la máquina de extrusión soplado y se vierte en la tolva para que inicie su proceso de extrusión mediante el cañón y el tornillo extrusor. La extrusión es un proceso mecánico donde se realiza el moldeado del plástico mediante un flujo continuo de material con presión y empuje y posteriormente se hace pasar por un molde que le dará la forma deseada. El material extruido en su forma final pasa por un proceso térmico dentro del molde para bajar la temperatura de la superficie del envase y poder ser manipulado por el operador y evitar deformaciones en el almacenaje. Al

finalizar el ciclo de soplado, el envase es expulsado del molde para su empaque final.

El operador de control de calidad realiza muestreos aleatorios de los lotes producidos en un intervalo de tiempo determinado. Al envase seleccionado se le realizan distintas pruebas físicas de resistencia y toma de medidas en los puntos críticos de control. Adicional a las pruebas físicas, también se realizan inspecciones y controles visuales como variaciones de tono de color, textura y apariencia, Si todas las pruebas anteriormente mencionadas cumplen con los parámetros establecidos por el cliente, los envases son aprobados y liberados para su almacenaje en bodega y posterior venta al cliente final; de lo contrario el envase es rechazo por control de calidad y se procede a su destrucción la cual implica moler el envase y el material molido es nuevamente trasladado a la máquina de extrusión para ser producido nuevamente.

Actualmente el diagrama del proceso está documentado de la siguiente forma:

Figura 10. **Flujograma de la fabricación de envase de 20 L**



Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

3.2. Diagnóstico del proceso actual del uso de materia prima virgen en el envase de 20L

El material peletizado reciclado cumple con las condiciones mínimas necesarias respecto a los estándares de calidad del envase de 20 L estibable. Dado esto, se iniciará la búsqueda de proveedores que puedan surtir este material y poderlo sustituir parcialmente por la resina virgen.

Posteriormente se debe realizar pruebas tanto de resistencia físicas como de aspectos de aprobación visual, tales como pruebas de ruptura al impacto para garantizar que el uso del peletizado cumpla con los estándares mínimos de calidad.

El aspecto visual es una característica que se ve afectada directamente con el uso del material peletizado; utilizando el mismo *masterbatch*, en este caso azul, el tono final del envase es distinto al tono que resulta de la utilización de únicamente resina virgen.

Como análisis final, es necesario realizar detalle del costo unitario en la utilización de materias primas, comparando el costo unitario de resinas tanto con material virgen como con material peletizado reciclado. Cabe mencionar que el hecho de utilizar peletizado implica dosificar el doble del porcentaje de colorante *masterbatch* para la mezcla de color.

Los aspectos importantes a considerar en la mezcla se presentan en la siguiente tabla:

Tabla XLII. **Detalle de mezcla de material peletizado**

Peso estándar de botella: 1,000 g		Millar de envase	
		% Mezcla	Kg
Material virgen	Polietileno natural	98 %	9 800
	Colorante <i>masterbatch</i> azul	2 %	200
Peletizado reciclado	Polietileno natural	71 %	7 100
	Material peletizado	25 %	2 500
	Colorante <i>masterbatch</i> azul	4 %	400

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

Para que las propiedades mecánicas de resistencia no sean comprometidas, los proveedores del material peletizado recomiendan como máximo utilizar un 25 % de *masterbatch* en la mezcla total de las resinas.

3.2.1. Diagrama de proceso de la mezcla del material peletizado

El proceso inicia en el área de mezclas de resinas donde según sea la receta del producto así es la dosificación de los materiales. El trabajo de mezcla se realiza en una olla de acero inoxidable donde se vierte el polietileno virgen al 71 %, el material peletizado al 25 % y finalmente el *masterbatch* azul al 4 % del total de la resina a utilizar. Las resinas son mezcladas durante cinco minutos para generar una buena distribución del colorante, material peletizado y polietileno, de manera que posterior al proceso de extrusión el color final del envase sea homogéneo.

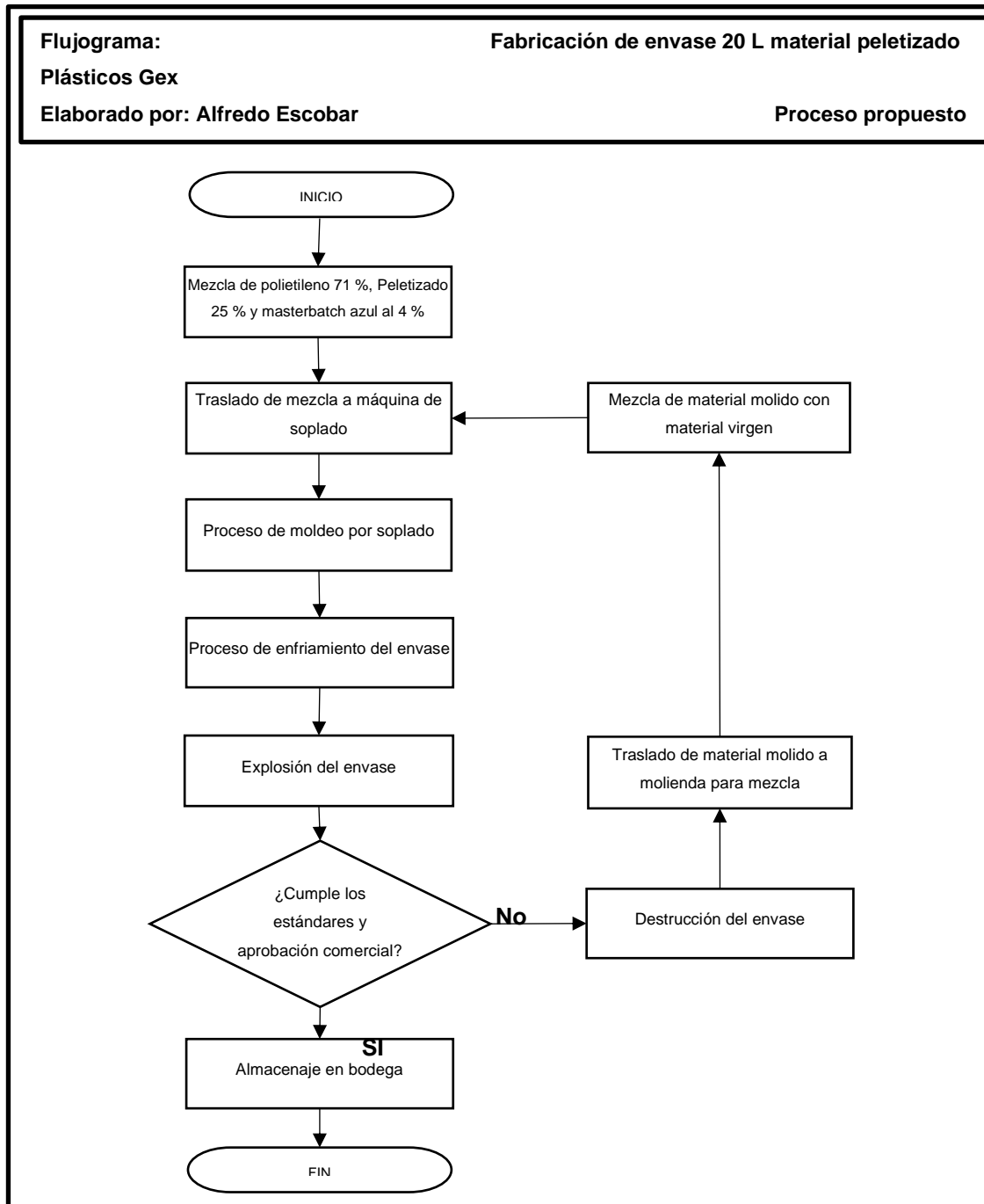
La mezcla de material se traslada a la máquina de extrusión soplado y se vierte en la tolva para que inicie su proceso de extrusión mediante el cañón y el

tornillo extrusor. La extrusión es un proceso mecánico donde se realiza el moldeado del plástico mediante un flujo continuo de material con presión y empuje y posteriormente se hace pasar por un molde que le dará la forma deseada. El material extruido en su forma final pasa por un proceso térmico dentro del molde para bajar la temperatura de la superficie del envase y poder ser manipulado por el operador y evitar deformaciones en el almacenaje. Al finalizar el ciclo de soplado, el envase es expulsado del molde para su empaque final.

El operador de control de calidad realiza muestreos aleatorios de los lotes producidos en un intervalo de tiempo determinado. A el envase seleccionado se le realizan distintas pruebas físicas de resistencia y toma de medidas en los puntos críticos de control. Adicional a las pruebas físicas se realizan inspecciones y controles visuales como variaciones de tono de color, textura y apariencia; en este caso, dado el uso de material peletizado, el envase es aprobado también por el área comercial debido a la variación en el color por el peletizado. Si todas las pruebas anteriormente mencionadas cumplen con los parámetros establecidos por el cliente, los envases son aprobados y liberados para su almacenaje en bodega y posterior venta al cliente final; de lo contrario el envase es rechazo por control de calidad y se procede a su destrucción la cual implica moler el envase y el material molido es nuevamente trasladado a la máquina de extrusión para ser producido nuevamente.

El diagrama de proceso utilizando material peletizado será documentado de la siguiente forma:

Figura 11. **Flujograma del proceso de extrusión del envase con material peletizado**



Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

3.3. Selección de proveedor para el proceso de compra del material peletizado

Dada la necesidad que existe de la adquisición de este nuevo tipo de resina, es necesario realizar una búsqueda y selección de proveedores que distribuyan material peletizado reprocesado.

La primera fase de selección de proveedores consiste en establecer una lista de las empresas distribuidoras de este tipo de material. Una vez la información de los proveedores sea recopilada se procede a la selección de los más adecuados que se presenten con los precios más competitivos.

Los aspectos que se desean evaluar de los proveedores y que se espera cumplan, están situados en los dos siguientes rubros:

- Condiciones calidad
 - Calidad final de los productos
 - Características técnicas

- Condiciones económicas y logísticas
 - Precio unitario
 - Tiempo de entrega

A continuación, la tabla que contiene el listado de proveedores con precios de resina y tiempos de entrega.

Tabla XLIII. **Precio por kilogramo y tiempos de entrega de los proveedores**

Proveedor	Q/Kg	Tiempo de entrega (Días)
Proveedor 1	9,05	1
Proveedor 2	9,20	7
Proveedor 3	8,50	7
Proveedor 4	8,80	1

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

Basado en el rubro de condiciones económica y logísticas, se procede a la selección del proveedor 3, considerando que el precio es el más económico y aun que el tiempo de entrega es mayor, es posible programar el suministro con el tiempo necesario para que esto no sea un inconveniente a futuro que genere un quiebre de *stock*.

Concluida la selección del proveedor, se procede a realizar las pruebas referentes a los aspectos de calidad y de atributos físicos.

3.4. Análisis de prueba del producto final

Como parte del proceso de validación del producto final, posterior a la selección del proveedor se debe realizar las pruebas correspondientes al aspecto visual y pruebas de resistencia al impacto. Las propiedades mecánicas de los envases son puestas a prueba para determinar las limitantes físicas y mecánicas, de esta manera se asegura y se controla la calidad de los envases producidos. Con las pruebas realizadas garantizando que el proceso de producción tenga como resultado final un envase que cumpla con las necesidades y exigencias de los clientes.

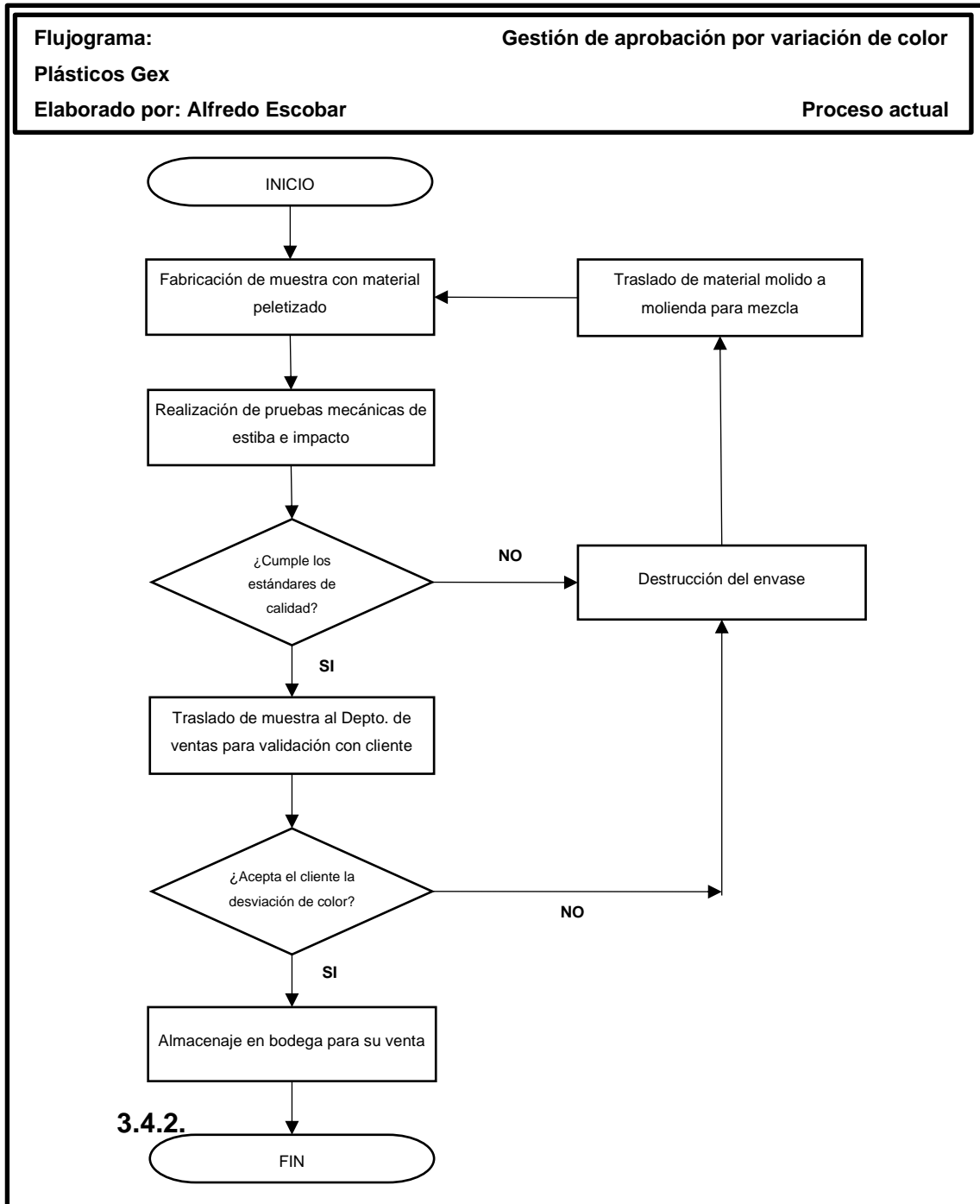
Las pruebas realizadas por el departamento de control de calidad a cada uno de los lotes producidos de envases, son las que finalmente determinarán si procede o no la producción, por lo tanto, hasta el momento que las pruebas físicas y de atributos sean realizadas y estas sean satisfactorias, no se puede dar por concluido el proyecto, es necesario garantizar que el utilizar esta nueva resina no afecte el desempeño del envase.

3.4.1. Aprobación de atributos físicos

Una de las principales implicaciones del uso de material peletizado es el cambio en el aspecto visual en el color del producto final. Los clientes en general ven indispensable que la apariencia de los envases sea consistente en todas las entregas y conserve el estándar pactado desde el inicio del negocio. Se procede a sacar muestras del envase, validando primero las propiedades mecánicas y posteriormente la validación y gestión de la aceptación del color mediante el departamento de ventas con los clientes que actualmente consumen este producto.

A continuación, el proceso de fabricación y gestión de aprobación de la muestra con variación en el color:

Figura 12. **Flujograma para la aprobación por variación de color en el envase**



Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

Como todo proceso de validación, debe de existir un documento que de soporte de aprobación del cliente. Este documento dará validez y registro a la aprobación del cliente, donde quede documentado que el cliente está de acuerdo con la desviación generada por el uso de resina peletizada.

Los departamentos de producción, planificación y ventas tendrán un respaldo documental que les permitirá trabajar bajo los nuevos parámetros de resinas.

A continuación, el ejemplo del documento que servirá de soporte:

Tabla XLIV. **Registro de validación de muestras**

Validación de muestras	
No. Documento	
Fecha de fabricación	
Envase	
Máquina	
Tipo de resina	
Color	
Peso	
Vendedor responsable	
¿Cliente acepta variación?	
Fecha de aprobación	
Firma de vendedor	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

3.4.3. Pruebas de resistencia al impacto

La resistencia al impacto es una de las características mecánicas de mayor importancia en la industria de los envases plásticos. Los envases de tipo

industrial como las canecas estibables deben cumplir debido a su función final, con ciertos estándares de calidad como lo es la resistencia al impacto.

La prueba de resistencia al impacto sirve para evaluar las propiedades de los materiales en donde su objetivo es determinar la tenacidad de los mismos. La tenacidad se define como la propiedad que tiene un material o envase de absorber energía hasta el punto de ruptura.

La prueba consiste en llenar el envase en su totalidad con agua debidamente tapado, se deja caer en caída libre a una altura de un metro sobre una superficie sólida, de preferencia en piso firme.

A continuación, la descripción general de la prueba:

Tabla XLV. **Descripción de prueba de impacto**

RESPONSABLE	RESPONSABILIDAD
Jefe de aseguramiento de calidad	Verificar y aprobar el procedimiento correcto para la realización de la prueba de impacto.
Supervisor de Calidad	Supervisar que la prueba de impacto se lleve y registre de forma correcta.
Operario de Calidad	Llevar a cabo la prueba de impacto a los envases que lo requieren.

- Requisitos salud y seguridad ocupacional (sso) y medio ambiente

	REQUISITO
SSO	<ul style="list-style-type: none"> • Cofia • Zapatos de seguridad • Normativa de salud y seguridad ocupacional de la empresa.
Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Después de llenar los envases con agua, cerrar el grifo de agua. • Colocar los envases en las bolsas correspondientes para su traslado al área de molinos. • Cumplimiento de la normativa ambiental de la empresa.

Continuación de la tabla XLV.

- Descripción

Responsable		Descripción
6.1	Operario de calidad	Acondicionar los envases según el tiempo que tengan de haber sido soplados y llevarlos al área correspondiente para realizar la prueba: <ul style="list-style-type: none">• Si el envase es recién soplado, permitir que se enfríe en la refrigeradora durante 10 minutos.• De lo contrario proceder a realizar la prueba.
6.2	Operario de calidad	Llenar los envases con agua hasta el volumen nominal.
6.3	Operario de calidad	Colocar la tapa correspondiente según el envase a probar.
6.4	Operario de calidad	Iniciar la prueba de caída, según la altura y posiciones definidas para cada cliente (1 metro de altura en posición vertical) (ver anexos). Si existe ruptura en el envase, informar a producción de inmediato para que realice los ajustes necesarios.
6.5	Operario de calidad	Anotar los resultados en el registro.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

De esta manera se garantiza que la prueba sea válida y cumpla con el objetivo requerido.

Con la utilización del material peletizado, es posible que la mezcla de ambos materiales tenga un efecto negativo en la resistencia al impacto del envase, por lo que de esta manera se garantizará que su uso no tenga repercusiones en el comportamiento mecánico de envase formado.

La prueba de resistencia al impacto consistirá en dejar caer el envase lleno, en caída libre, sobre una superficie sólida, a una altura de un metro de alto, en

cinco ocasiones distintas. Si el envase logra soportar al menos tres caídas sin sufrir algún tipo de ruptura, se puede dar por concluida la prueba con un resultado satisfactorio; esto debido a que el envase con la resina actual cumple con soportar al menos tres impactos a una altura de un metro de alto.

A continuación, la tabla de resultados de la prueba de impacto de ambos materiales:

Tabla XLVI. **Resultado de pruebas de impacto con resina virgen**

PRUEBA DE IMPACTO					
ENVASE	<u>20 L ESTIBABLE</u>				
MATERIAL	<u>POLIETILENO VIRGEN</u>				
ALTURA (M)	<u>1</u>				
No IMPACTOS OBJETIVO	<u>3</u>				
	PRUEBA	PRUEBA	PRUEBA	PRUEBA	PRUEBA
	1	2	3	4	5
MUESTRA 1	OK	OK	OK	X	
MUESTRA 2	OK	OK	OK	OK	OK
MUESTRA 3	OK	OK	OK	OK	X
	Marque Con un (ok) si cumple con la prueba realizada Marque Con una (X) si no cumple con la prueba realizada				
OBSERVACIONES	<u>Las tres muestras del lote de produccion cumplieron con sobrepasar el minimo de impactos en caida libre.</u>				
CONCLUSION	<u>APROBADO</u>				
FIRMA DE CALIDAD	_____				

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

Tabla XLVII. **Resultado de pruebas de impacto con mezcla de resina peletizada**

PRUEBA DE IMPACTO					
ENVASE	<u>20 L ESTIBABLE</u>				
MATERIAL	<u>VIRGEN / PELETIZADO</u>				
ALTURA (M)	<u>1</u>				
No IMPACTOS OBJETIVO	<u>3</u>				
	PRUEBA	PRUEBA	PRUEBA	PRUEBA	PRUEBA
	1	2	3	4	5
MUESTRA 1	OK	OK	OK	OK	X
MUESTRA 2	OK	OK	OK	OK	X
MUESTRA 3	OK	OK	OK	X	
	Marque Con (ok) si cumple con la prueba realizada Marque Con (X) si no cumple con la prueba realizada				
OBSERVACIONES	<u>Las tres muestras del lote de produccion cumplieron con sobrepasar el minimo de impactos en caida libre.</u>				
CONCLUSION	<u>APROBADO</u>				
FIRMA DE CALIDAD	_____				

Fuente: Departamento de Ventas. Empresa en estudio.

3.5. Costos de implementación

A continuación, se detallan los costos asociados a la implementación de la producción más limpia en el proceso de fabricación del envase de 20 L estibable:

Tabla XLVIII. **Costos de implementación para la producción más limpia**

Descripción	Cantidad	Escala / costo unitario	Costo total
Material peletizado	1	Millar	Q 2 125,00
Incremental por colorante	1	Millar	Q 360,00
			Q 2 485,00
Registros de validación	1 000	Q0.50	Q 500,00
Refacciones de la capacitación	6	Q25.00	Q 150,00
Refacciones de la capacitación	1	Q10.00	Q 10,00
Diplomas de participación	5	Q15.00	Q 75,00
			Q 1 153,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN PARA EL PERSONAL DEL DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN

4.1. Diagnóstico de necesidades del departamento de planificación

Utilizando como herramienta los descriptores de puestos establecidos por recursos humanos, se realizó un análisis de las funciones y responsabilidades que conforma el puesto de planificador. Asimismo, se realizó un recuento de los conocimientos, habilidades, actitudes, aptitudes y experiencia que deberían tener las personas que lo ocupen el puesto de trabajo. Tomando en cuenta lo anterior, mediante una lluvia de ideas realizado por personal de ventas, producción y planificación, se logró determinar las necesidades de las capacitaciones para el departamento de planificación. Estos departamentos son los que mayor relación poseen entre sí, por lo que la inadecuada gestión en la planificación repercute directamente en los demás departamentos.

Considerando el diagnóstico realizado, se priorizarán reforzar e incrementar los conocimientos generales del funcionamiento de la planta de producción, respecto a los procesos de planificación, se identifica la necesidad de aumentar el conocimiento teórico y práctico de las herramientas de planificación y su aplicación.

En el área de implementación y medición de índices de rendimiento de los procesos, es preciso fortalecer el conocimiento de la aplicación y la importancia de los índices de control, por lo que, se determinarán siete cursos que incluirán toda la información necesaria para el fortalecimiento de los temas anteriormente mencionados.

Las capacitaciones serían las siguientes:

- Procesos de producción
- Mejores prácticas de gestión y control de inventarios
- Aplicación de herramientas estadísticas para la planificación
- Clasificación estadística de las ventas
- Métodos de control de inventarios
- Consecuencias de una inadecuada planificación
- Importancia de la aplicación de índices de control

4.2. Plan de capacitación

Con el diagnóstico de las necesidades realizado al departamento de planificación, se procede a la realización del plan de capacitación y el contenido del plan; este abarcará los temas a capacitar, objetivos esperados y tipo de evaluación que se realizará al personal capacitado.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el diagnóstico realizado; el plan incluirá los siguientes temas:

- Procesos de producción
- Mejores prácticas de gestión y control de inventarios
- Aplicación de herramientas estadísticas para la planificación
- Clasificación estadística de las ventas
- Métodos de control de inventarios
- Consecuencias de una inadecuada planificación
- Importancia de la aplicación de índices de control
- Objetivos del plan de capacitación

- Ampliar las capacidades, habilidades y criterios del personal encargado de la planificación de la producción.
- Reforzar el nivel de servicio al cliente interno y fortalecer la comunicación entre los departamentos.
- Ampliar el conocimiento respecto a los procesos productivos de la planta de producción.
- Sensibilizar al personal del departamento de planificación respecto a las consecuencias negativas de una inadecuada gestión de planificación.

La fase de evaluación es la última de las fases, en esta se pretende obtener el mayor *feedback* posible por parte de las personas capacitadas.

- Tipo de evaluación
 - Aprendizaje (Evaluación escrita)

Para cada tema impartido se realizará una evaluación escrita distinta. Estos datos e información recopilada servirán para medir el éxito alcanzado y obtener la retroalimentación necesaria para futuras mejoras.

- Formato de evaluación

Los formatos de los cuestionarios serán los mismos para cada uno de los cursos a evaluar; la diferencia de cada uno consistirá en el contenido y las distintas preguntas que se le realizarán a cada curso.

A continuación, se presenta la planificación de los temas del plan de capacitación anual:

Tabla XLIX. **Plan de capacitación**

Tema	Objetivo	Responsable	Año 2021														
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic			
Procesos de producción	Determinar cuales los principales factores que influyen en la eficiencia de la planta, desde la disponibilidad de materiales en el momento oportuno hasta la programación correcta de los moldes de soplado en las maquinas correctas.	Juan Diaz	x														
Mejores prácticas de gestión y control de inventarios	Desarrollar conocimientos y conceptos avanzados de manejo de inventario en la planificación de la producción	Giovanny Ordoñez		x													
Aplicación de herramientas estadísticas para la planificación	Aplicación de la estadística al proceso de planificación	Alfredo Escobar			x												
Clasificación estadística de las ventas	Explicación de la forma teorica y practica del uso de la clasificación de inventarios ABC Y XYZ	Alfredo Escobar			x												
Métodos de control de inventarios	Explicar los principales métodos de revisión de inventarios y sus características	Alfredo Escobar				x											
Consecuencias de una mala planificación	Senabilar al departamento de las dolencias de la organización y las causas de las malas decisiones en la planificación	Rodolfo Hernández, Juan Diaz						x									
Importancia de la aplicación de índices de control	Brindar la información al personal para implementar índices de control en su departamento	Alfredo Escobar													x		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

A continuación, el detalle de cada capacitación a impartir:

- Capacitación de procesos de producción: esta capacitación tiene como propósito el desarrollo de conocimientos generales del funcionamiento de la planta de producción, tomará en cuenta aspectos generales en la gestión de calidad, los cuales incluyen requisitos mínimos esperados por los clientes, estándares de calidad y pruebas realizadas en el laboratorio para liberación de los lotes de producción.
 - Objetivo de la capacitación: determinar cuales los principales factores que influyen en la eficiencia de la planta, desde la disponibilidad de materiales en el momento oportuno hasta la programación correcta de los moldes de soplado en las máquinas correctas.
 - Actividades a desarrollar: será una capacitación que se llevará a cabo en un período de cinco horas, impartida por el gerente de planta Juan Diaz, dirigida al personal del departamento de planificación. Esta capacitación incluirá una visita técnica a la planta de producción con el objetivo que presenciar físicamente el funcionamiento de las máquinas y las implicaciones de su funcionamiento. Adicionalmente se visitará el laboratorio de control de calidad para verificar presencialmente las pruebas realizadas y los análisis críticos que se deben realizar a cada uno de los envases.

Los temas principales a considerar en la capacitación serán: eficiencia de la maquinaria, condiciones de producción, implicaciones negativas de los paros no programados. La

capacitación culminará con una evaluación escrita respecto a los temas impartidos y finalmente se repartirá una refacción a cada uno de los participantes.

- Evaluación: se evaluará a los capacitados mediante un cuestionario de cinco preguntas relacionadas con los temas tratados durante la capacitación, esto con el fin de medir la efectividad de la capacitación.

La evaluación que se realizará será la siguiente:

Figura 13. **Evaluación de la capacitación de procesos de producción**

PLASTICOS GEX		
<u>CUESTIONARIO DE EVALUACION</u>		
CURSO	<u>Procesos de produccion</u>	FECHA _____
INSTRUCTOR	<u>Juan Diaz</u>	HORARIO _____
ASISTENTE	_____	
<u>INSTRUCCIONES</u>		
A continuacion encontraran una serie de preguntas las cuales debera responder según los conocimientos aprendidos durante la capacitacion recibida. Las respuestas debera contestarlas en la parte trasera de la hoja.		
Cada pregunta tiene un puntaje asignado de 20 pts.		
<u>PREGUNTAS</u>		
1) ¿Cuáles son las ventajas de producir botellas de PET frente a otro tipo de materiales?		
2) ¿Cuáles son los principales factores que influyen en la eficiencia de la planta?		
3) ¿Cuáles son los aspectos que se deben de considerar para la asignacion de un molde de soplado a una maquina en especifico?		
4) ¿Qué factores son los que determinan el ciclo de produccion de un envase?		
5) ¿Cuáles son las principales pruebas o requerimientos de calidad a los cuales son sometidos los envases de polietileno?		
Puntaje total _____		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

- Materiales y equipos
 - Cuestionario
 - Marcadores
 - Lapiceros
 - Computadora portátil
 - Cañonera
 - Instrumentos de medición

- Capacitación de controles de inventario: esta capacitación tiene como propósito desarrollar conocimientos y conceptos avanzados de manejo de inventario en la planificación de la producción, crear una cultura distinta de manejo de inventarios mediante una programación con base estadística, creando nuevos parámetros e índices de control que brinden alertas tempranas para reducir el riesgo de desabasto y paros no programados en la línea de producción.
 - Objetivo de la capacitación: evitar quiebres de *stock* o bodegas saturadas de envases sin movimiento, enseñar las técnicas de estratificación de inventario que permita al programador clasificar su demanda según su volumen y variabilidad de la misma.

 - Actividades a desarrollar: será una capacitación con duración de cinco horas, la cual será impartida por Giovanni Ordoñez, dirigida al personal del departamento de planificación. El lugar donde se impartirá la capacitación será en la sala de reuniones en el primer nivel de las oficinas. La capacitación incluirá ejercicios y ejemplos prácticos para realizar en Excel. Se generarán bases de datos para efectos de practica y cálculos estadísticos.

Los principales temas a desarrollar serian, clasificación de inventarios, cálculos de inventarios de seguridad y puntos de reorden, análisis estadístico de base de datos. La capacitación culminará con una evaluación escrita respecto a los temas impartidos y finalmente se repartirá una refacción a cada uno de los participantes.

- Evaluación: se evaluará a los capacitados mediante un cuestionario de cinco preguntas relacionadas con los temas tratados durante la capacitación, esto con el fin de medir la efectividad de la misma.

La evaluación que se realizará será la siguiente:

Figura 14. **Evaluación de la capacitación de controles de inventario**

<u>PLASTICOS GEX</u>		
<u>CUESTIONARIO DE EVALUACION</u>		
CURSO	<u>Controles de inventario</u>	FECHA _____
INSTRUCTOR	<u>Alfredo Escobar</u>	HORARIO _____
ASISTENTE	_____	
<u>INSTRUCCIONES</u>		
A continuación encontrarán una serie de preguntas las cuales deberá responder según los conocimientos aprendidos durante la capacitación recibida. Las respuestas deberá contestarlas en la parte trasera de la hoja.		
Cada pregunta tiene un puntaje asignado de 20 pts.		
<u>PREGUNTAS</u>		
1) Describa al menos 3 razones por las cuales se debe de tener inventario		
2) Describa al menos 3 razones por las cuales NO se debe de tener inventario		
3) ¿Cuáles son las herramientas estadísticas básicas para tener una buena gestión de inventario?		
4) ¿En que consiste la clasificación ABC?		
5) ¿En que consiste la clasificación XYZ?		
Puntaje total _____		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

- Materiales y equipos
 - Cuestionario
 - Marcadores
 - Lapiceros
 - Computadora portátil
 - Cañonera

- Capacitación de aplicación de herramientas estadísticas: esta capacitación tiene como propósito desarrollar conocimientos de programación con base estadística, brindando herramientas para la aplicación de la estadística al proceso de planificación cuyo objetivo final es aumentar el nivel de servicio brindado a los clientes. Adicionalmente se explicará que es un modelo de revisión continua, en qué consiste y cuáles son sus características. Inventario de seguridad y punto de reorden serán puntos importantes que se incluirán en esta capacitación, su cálculo e interpretación es clave para la aplicación de los mismos en el trabajo de campo.
 - Objetivo de la capacitación: aumentar el conocimiento y habilidades estadísticas de los planificadores para desarrollar nuevos métodos de trabajo que reduzcan el margen de error en los cálculos de los lotes a planificar.

 - Actividades a desarrollar: será una capacitación con duración de cinco horas, impartida por Alfredo Escobar en el salón de reunión del primer nivel de las oficinas. El curso incluirá ejercicios y ejemplos prácticos para realizar en Excel. Se generarán bases de datos para efectos de practica y cálculos estadísticos con los cuales

se trabajarán desviaciones estándar, variaciones, clasificación ABC, XYZ para aumentar las habilidades estadísticas de los participantes. La capacitación está dirigida hacia el personal del departamento de planificación de Plásticos Gex. Los temas relevantes que incluirán en la capacitación serán las clasificaciones ABC y XYZ, desviaciones estándar, variaciones, cálculos de puntos de reorden e inventarios de seguridad y pedidos óptimos.

La capacitación culminará con una evaluación escrita respecto a los temas impartidos y finalmente se repartirá una refacción a cada uno de los participantes.

- Evaluación: se evaluará a los capacitados mediante un cuestionario de cinco preguntas relacionadas con los temas tratados durante la capacitación, esto con el fin de medir la efectividad de la capacitación.

La evaluación que se realizará será la siguiente:

Figura 15. **Evaluación de la capacitación de aplicación de herramientas estadísticas**

<u>PLASTICOS GEX</u>		
<u>CUESTIONARIO DE EVALUACION</u>		
CURSO	<u>Aplicación de herramientas estadísticas</u>	FECHA _____
INSTRUCTOR	<u>Alfredo Escobar</u>	HORARIO _____
ASISTENTE	_____	
<u>INSTRUCCIONES</u>		
A continuación encontrarán una serie de preguntas las cuales deberá responder según los conocimientos aprendidos durante la capacitación recibida. Las respuestas deberá contestarlas en la parte trasera de la hoja.		
Cada pregunta tiene un puntaje asignado de 20 pts.		
<u>PREGUNTAS</u>		
1) ¿Por que es importante el uso de la estadística en la planificación?		
2) ¿Mencione 3 herramientas estadísticas que se deben de utilizar en la planificación?		
3) ¿Qué interpretación se le puede dar a la desviación estandar?		
4) ¿Cuál es el concepto de utilizar un nivel de aseguramiento de servicio?		
5) ¿Cuándo es recomendable el uso de un modelo de revisión continua?		
		Puntaje total _____

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

- **Materiales y equipos**
 - Cuestionario
 - Marcadores
 - Lapiceros
 - Computadora portátil
 - Cañonera

- **Capacitación de clasificación estadística de las ventas:** esta capacitación se basará específicamente en explicar de forma teórica y práctica el uso

de la clasificación de inventarios de los tipos ABC y XYZ, con el objetivo que estas puedan ser aplicadas al estudio estadístico de la demanda histórica. El capacitador explicará en que consiste cada una de las combinaciones posibles según sea su volumen de demanda y la variabilidad de la misma.

- Objetivo de la capacitación: formar criterios que permitan al capacitado tomar las decisiones correctas y ponderar adecuadamente el nivel de servicio al cliente que se requiere en cada caso en particular. Esta capacitación busca obtener mejores resultados enfocando la planificación y los esfuerzos económicos de inventarios en los productos que realmente lo necesitan.
- Actividades a desarrollar: será una capacitación con duración de cinco horas, la cual será impartida en la sala de reuniones del primer nivel de las oficinas, impartida por Alfredo Escobar, dirigido al personal del departamento de planificación. Incluirá ejercicios y ejemplos prácticos en Excel, fundamentados con una sección teórica. Los temas que se abordarán en el curso serán: estratificación de base de datos, importancia de la clasificación de las bases de datos, tipos de clasificación, aplicaciones del ABC.

La capacitación culminará con una evaluación escrita respecto a los temas impartidos y finalmente se repartirá una refacción a cada uno de los participantes.

- Evaluación: se evaluará a los capacitados mediante un cuestionario de cinco preguntas relacionadas con los temas tratados durante la

capacitación, esto con el fin de medir la efectividad de la capacitación.

La evaluación que se realizará será la siguiente:

Figura 16. **Evaluación de la capacitación de clasificación de las ventas**

<i>PLASTICOS GEX</i>		
<u>CUESTIONARIO DE EVALUACION</u>		
CURSO	<u>Clasificación ABC, XYZ de las ventas</u>	FECHA _____
INSTRUCTOR	<u>Alfredo Escobar</u>	HORARIO _____
ASISTENTE	_____	
<u>INSTRUCCIONES</u>		
A continuación encontrarán una serie de preguntas las cuales deberá responder según los conocimientos aprendidos durante la capacitación recibida. Las respuestas deberá contestarlas en la parte trasera de la hoja. Cada pregunta tiene un puntaje asignado de 20 pts.		
<u>PREGUNTAS</u>		
1) ¿Qué interpretación se le puede dar a una clasificación ABC en las ventas?		
2) ¿Qué interpretación se le puede dar a una clasificación XYZ en las ventas?		
3) ¿Qué cálculos estadísticos se necesitan al clasificar las ventas en ABC, XYZ?		
4) Explique que diferencia tiene una clasificación AX, sobre una CZ		
5) ¿Qué resultados se esperan de una gestión de planificación que trabaje sobre una base estadística clasificada en ABC, XYZ?		
Puntaje total _____		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

- Materiales y equipos
 - Cuestionario
 - Marcadores
 - Lapiceros

- Computadora portátil
- Cañonera
- Capacitación de métodos de control de inventario: esta capacitación explicará cuales son los principales métodos de revisión de inventarios y sus características generales. El capacitador enfatizará la importancia de un sistema de control de inventario dado que su aplicación permite una gestión eficiente de los productos, reduciendo los costos de almacenamiento, optimizando los ciclos de compra y la planificación de los productos para venta.
 - Objetivo de la capacitación: capacitar al personal para que sea capaz de utilizar los métodos de control de inventarios correctos para un mejor control, aplicando métodos de clasificación a los productos y que esto permita calcular los niveles adecuados de existencia.
 - Actividades a desarrollar: se impartirá un curso de cinco horas de duración que será impartido en la sala de reuniones del primer nivel de las oficinas. El curso será impartido por Alfredo Escobar, dirigido al personal del departamento de panificación. La capacitación incluirá un primer segmento teórico, posteriormente ejercicios y ejemplos prácticos para poder aprender a interpretar cuando es que se debe de utilizar cada uno de los modelos de revisión de inventario. Los temas que se incluirán en este curso son: modelo de revisión continua, modelo de revisión periódica, inventario de aseguramiento de servicio, punto de reorden, tiempos de entrega y lotes de óptimos de pedidos.

La capacitación culminará con una evaluación escrita respecto a los temas impartidos y finalmente se repartirá una refacción a cada uno de los participantes.

- Evaluación: se evaluará a los capacitados mediante un cuestionario de cinco preguntas relacionadas con los temas tratados durante la capacitación, esto con el fin de medir la efectividad de la capacitación.

La evaluación que se realizará será la siguiente:

Figura 17. **Evaluación de la capacitación de métodos de control**

PLASTICOS GEX		
<u>CUESTIONARIO DE EVALUACION</u>		
CURSO	<u>Metodos de control de inventarios</u>	FECHA _____
INSTRUCTOR	<u>Alfredo Escobar</u>	HORARIO _____
ASISTENTE	_____	
<u>INSTRUCCIONES</u>		
A continuación encontrarán una serie de preguntas las cuales deberá responder según los conocimientos aprendidos durante la capacitación recibida. Las respuestas deberá contestarlas en la parte trasera de la hoja. Cada pregunta tiene un puntaje asignado de 20 pts.		
<u>PREGUNTAS</u>		
1) ¿Cuáles son los principales metodos de revision de inventarios?		
2) ¿Cuándo de puede utilizar el metodo de revision continua?		
3) ¿Cuándo de puede utilizar el metodo de revision periodica?		
4) ¿Cuáles son los tres puntos en un modelo de revision continua?		
5) Mencione al menos cuatro características que se deben de evaluar para decidir que modelo utilizar		
		Puntaje total _____

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

- Materiales y equipos
 - Cuestionario
 - Marcadores
 - Lapiceros
 - Computadora portátil
 - Cañonera

- Capacitación de consecuencias de una inadecuada planificación: esta capacitación abordará todo lo concerniente a las consecuencias producidas por una inadecuada planificación. El capacitador actualmente ocupa el puesto de gerente de ventas, por tal motivo es el encargado de impartir esta capacitación.

Los alcances de una capacitación se pueden clasificar en dos vías distintas, una es en dirección a los clientes y la otra es en dirección a la planta de producción. Por lo tanto, los puntos críticos a abordar son, paros de producción no programados, horas extras laborales, quiebres de inventario, fechas de incumplimiento en entregas y por último el impacto negativo en la relación comercial con el cliente.

- Objetivo de la capacitación: sensibilizar al departamento de planificación de las dolencias de la organización a causa de incorrectas decisiones en la planificación.

- Actividades a desarrollar: será un curso de dos horas de duración, el cual se llevará a cabo en la sala de reuniones de las oficinas del primer nivel. El curso será impartido por Rodolfo Hernández y Juan Díaz, dirigido hacia el personal del departamento de planificación.

La capacitación será magistral con énfasis en los problemas que genera una inadecuada planificación en la planta de producción y los impactos comerciales que esto puede generar. Los temas a impartir serán: relaciones comerciales a largo plazo, eficiencia de la planta de producción, paros no programados.

La capacitación culminará con una evaluación escrita respecto a los temas impartidos y finalmente se repartirá una refacción a cada uno de los participantes.

- Evaluación: se evaluará a los capacitados mediante un cuestionario de cuatro preguntas relacionadas con los temas tratados durante la capacitación, esto con el fin de medir la efectividad de la capacitación.

La evaluación que se realizará será la siguiente:

Figura 18. **Evaluación de la capacitación de consecuencias de una inadecuada planificación**

PLASTICOS GEX		
CUESTIONARIO DE EVALUACION		
CURSO	<u>Consecuencias de una mala planificación</u>	FECHA _____
INSTRUCTOR	<u>Alfredo Escobar</u>	HORARIO _____
ASISTENTE	_____	
<u>INSTRUCCIONES</u>		
<p>A continuación encontrarán una serie de preguntas las cuales deberá responder según los conocimientos aprendidos durante la capacitación recibida. Las respuestas deberá contestarlas en la parte trasera de la hoja. Cada pregunta tiene un puntaje asignado de 25 pts.</p>		
<u>PREGUNTAS</u>		
1) ¿Cuáles son las principales causas de una mala planificación?		
2) ¿Cuál es el alcance de los malos resultados de una planificación incorrecta?		
3) ¿En que afecta una mala planificación a la planta de producción?		
4) ¿Qué hacer para saber si existe una mala planificación?		
		Puntaje total _____

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

- **Materiales y equipos**
 - Cuestionario
 - Marcadores
 - Lapiceros
 - Computadora portátil
 - Cañonera

- **Capacitación de índices de control:** esta capacitación incluye todo lo concerniente a la importancia de la implementación de índices de control en cualquier gestión de la organización. El capacitador enfatizará la

importancia de las mediciones de los resultados y cuáles son las características necesarias para que sean útiles, considerando los siguiente:

- Que sean medibles
- Que sean entendibles
- Que sean controlables

Considerando lo anterior se explicarán los diferentes tipos de indicadores de gestión

- Indicadores de eficiencia
- Indicadores de cumplimiento
- Indicadores de evaluación
- Objetivo de la capacitación: brindar toda la información necesaria para que el personal capacitado posea las herramientas suficientes para implementar índices de control de gestión en su departamento.
- Actividades a desarrollar: será un curso con una duración de cinco horas, el cual se llevará a cabo en la sala de reuniones del primer nivel de las oficinas. El curso será impartido por Alfredo Escobar y dirigido al personal del departamento de planificación. Durante la capacitación se explicará la importancia y la relevancia de llevar índices de control que permitan medir el cumplimiento de las actividades realizadas. Los temas que se abordarán serán los

siguientes: cumplimientos de plazos de entrega, capacidad instalada, cumplimiento de las ordenes de trabajo.

La capacitación culminará con una evaluación escrita respecto a los temas impartidos y finalmente se repartirá una refacción a cada uno de los participantes.

- Evaluación: se evaluará a los capacitados mediante un cuestionario de cuatro preguntas relacionadas con los temas tratados durante la capacitación, esto con el fin de medir la efectividad de la capacitación.

La evaluación que se realizará será la siguiente:

Figura 19. **Evaluación de la capacitación de índices de control**

<u>PLASTICOS GEX</u>		
<u>CUESTIONARIO DE EVALUACION</u>		
CURSO	<u>Importancia de la aplicación de índices de control</u>	FECHA _____
INSTRUCTOR	<u>Alfredo Escobar</u>	HORARIO _____
ASISTENTE	_____	
<u>INSTRUCCIONES</u>		
A continuación encontrarán una serie de preguntas las cuales deberá responder según los conocimientos aprendidos durante la capacitación recibida. Las respuestas deberá contestarlas en la parte trasera de la hoja.		
Cada pregunta tiene un puntaje asignado de 25 pts.		
<u>PREGUNTAS</u>		
1) ¿Por qué es necesario utilizar índices de control de una operación?		
2) ¿Qué índices se puede aplicar a un proceso de planificación?		
3) ¿Cuál puede ser el alcance de los índices de control?		
4) El termino (Ruptura de stock), ¿A que se refiere?		
		Puntaje total _____

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

- Materiales y equipos
 - Cuestionario
 - Marcadores
 - Lapiceros
 - Computadora portátil
 - Cañonera

4.3. Resultados del plan de capacitación

Durante el desarrollo del EPS se realizó las primeras tres capacitaciones programadas en el plan de capacitación. Las capacitaciones se realizaron en horario laboral del personal en la sala de reuniones asignada por el departamento de recursos humanos. Se impartieron las capacitaciones magistrales según lo programado y en el caso particular del tema de Procesos de producción, se llevó a cabo la visita técnica a la planta y al laboratorio de control de calidad con el objetivo de profundizar y materializar los conocimientos impartidos durante la clase magistral.

A continuación, el detalle de las actividades realizadas por cada curso impartido:

- Procesos de producción: se llevó a cabo la capacitación en dos fases distintas; la primera fue la clase magistral donde se tocaron todos los temas concernientes a la eficiencia en la planta de producción, los aspectos técnicos del funcionamiento de las máquinas y un panorama general de cada uno de los procesos de producción. La segunda fase fue realizada en la planta de producción y en el laboratorio de control de calidad. En la visita se llevó a cabo una explicación técnica de cada uno

de los procesos, como funcionan las máquinas, su programación y graduación. En el laboratorio de control de calidad se explicó cómo se llevan a cabo las pruebas críticas de cada uno de los envases, cual es el objetivo de cada prueba y que tipo de prueba aplica para cada envase.

Al finalizar la capacitación se realizó el examen escrito a los participantes, posteriormente se efectuó la entrega de los diplomas de participación. Como actividad final, se realizó una refacción para los participantes.

- Mejores prácticas de gestión y control de inventarios: se llevó a cabo la capacitación como una clase magistral, donde se abarcaron los temas concernientes a las prácticas de control de inventario. Se enfatizó la importancia de la generación y estudio de las bases de datos, en este caso el historial de ventas de la empresa y consumos históricos de los insumos.

La capacitación tuvo una duración de cinco horas, la cual fue impartida por Giovanni Ordoñez, dirigida al personal del departamento de planificación. El lugar donde se impartió la capacitación fue en la sala de reuniones en el primer nivel de las oficinas. Se generaron bases de datos para efectos de practica y cálculos estadísticos.

Al finalizar la capacitación se realizó el examen escrito a los participantes, posteriormente se efectuó la entrega de los diplomas de participación. Como actividad final, se realizó una refacción para los participantes.

- Aplicación de herramientas estadísticas para la planificación: se impartió la capacitación con una duración de cinco horas, la cual fue impartida por Alfredo Escobar en el salón de reunión del primer nivel de las oficinas. Se llevaron a cabo los ejercicios y ejemplos prácticos realizados en Excel. Para efectos de practica se generaron bases de datos para realizar

cálculos estadísticos como desviaciones estándar, variaciones, clasificación ABC, XYZ, con el objetivo de aumentar las habilidades estadísticas de los participantes.

Al finalizar la capacitación se realizó el examen escrito a los participantes, posteriormente se efectuó la entrega de los diplomas de participación. Como actividad final, se realizó una refacción para los participantes.

A continuación, se presentan los resultados parciales de las primeras tres capacitaciones impartidas en la empresa Plásticos Gex:

Tabla L. **Resultados del plan de capacitación**

TEMAS	DURACION (Hr)	PARTICIPANTES	NOTA
Procesos de producción	5	Joel Leonardo	100
		Carlos de León	100
Mejores prácticas de gestión y control de inventarios	2	Joel Leonardo	80
		Carlos de León	100
Aplicación de herramientas estadísticas para la planificación	5	Joel Leonardo	100
		Carlos se León	80

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

En términos generales, con los resultados obtenidos hasta el momento, es posible determinar que la información y conocimientos impartidos durante el plan de capacitación ha sido comprendida de manera satisfactoria considerando que la nota más baja hasta el momento es de 80 puntos.

en el anexo 1, se presentan los diplomas de participación de las capacitaciones efectuadas:

4.4. Costos del plan de capacitación

A continuación, se cita el detalle del costo del plan de capacitación el cual incluye todos los insumos necesarios para efectuar el mismo. Los muebles, inmuebles y equipo de cómputo que se utilizará son propiedad de la empresa por lo que únicamente se citarán en la tabla resumen, pero no implica un costo adicional el hacer uso de ellos.

Tabla LI. Costo del plan de capacitación

Tipo	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Material/Físico	Bolígrafos	10	Q 4,00	Q 40,00
	Marcadores para pizarrón	1	Q 10,00	Q 10,00
	Hojas de papel	30	Q 0,10	Q 3,00
	Refacciones	30	Q 25,00	Q 750,00
	Diplomas de participación	14	Q 25,00	Q 350,00
TOTAL				Q 1 153,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

Según lo mostrado en el cuadro resumen, la ejecución del plan de capacitación tendrá un costo total de Q 1 153,00. Esto considerando que el personal que impartirá las capacitaciones es personal que ya labora en la empresa.

CONCLUSIONES

1. Considerando el alto nivel de inconformidad de los resultados de la programación de la producción, se realizó un análisis mediante el uso de la herramienta de diagnósticos de cinco porqués aplicada al proceso de planificación actual, donde se logró determinar que el departamento de planificación carece de una programación con base estadística que considere todas las variables de la demanda y los efectos que esta pueda causar. El diagnóstico realizado al departamento brindó respuestas a las incógnitas que se tenían como causantes de los problemas, siendo esta la ausencia de una base de datos como historial de consumos y ventas, ocupación de maquinaria y conocimiento de herramientas de controles de inventarios que permitan optimizar el desempeño de la gestión.
2. Se realizó un análisis completo del historial de ventas de la empresa, con el cual fue posible realizar cálculos estadísticos como el promedio de ventas y consumos, desviaciones estándar, variabilidad del comportamiento y su coeficiente de variación en las ventas que permitieron crear una herramienta de programación para la mejora en la gestión, considerando niveles de control y alertas de puntos críticos de inventario.
3. Con base al análisis de la capacidad instalada del departamento de producción, se determinó que, basado en los ritmos de producción y maquinaria disponible, la planta está a un setenta y cinco por ciento de su capacidad instalada, por lo que, con el panorama actual no debe existir

problemas de suministro a causa de la capacidad de producción de la planta.

4. Con la base de datos del histórico de ventas de cada producto de la empresa fue posible estructurar y clasificar los materiales y productos de consumo y venta los cuales se presentan en la tabla. La estratificación de los productos se realizó basado al volumen de demanda y variabilidad de la misma. La clasificación se llevó a cabo en tres tipos distintos, las cuales se pueden evidenciar en la tabla XV para la clasificación ABC, en la tabla XVIII para la clasificación XYZ y finalmente en la tabla XX para la clasificación final ABC / XYZ. Esta clasificación es el primer paso a realizar para poder iniciar un proceso de planificación distinta, en el cual se considere a cada producto según su demanda y su complejidad en el comportamiento del consumo.
5. En la programación de producción es indispensable contar con alertas y puntos de control de los niveles críticos de inventario. Con la clasificación de inventario y el estudio estadístico realizado, fue posible establecer los inventarios de seguridad mostrados en la tabla XXI, puntos de reorden como indica la tabla XXII y los inventarios de aseguramiento de servicios como indica la tabla XXIII. Con estos tres puntos de control establecidos disminuye en gran porcentaje el riesgo de desabasto en ventas y quiebres de *stock* de los insumos para producción.
6. Un beneficio en las relaciones comerciales en la actualidad es la implementación de procesos de producción con enfoques en beneficios ecológicos. Ante la ausencia de proyectos que contemplen la aplicación de producción más limpia, se realizó un diagnóstico considerando la opción de la implementación en un proceso de producción actual, tomando

en cuenta la posibilidad de reducir el uso de materia prima virgen y en su lugar utilizar material reprocesado. Se determinó con base en el diagnóstico realizado que es posible la utilización de material peletizado en la mezcla para la extrusión en el envase de 20 litros estibable sin comprometer los estándares de calidad del envase, eliminando la utilización de materia prima virgen, siendo esto un impacto anual de sesenta toneladas de polietileno virgen, generando también un ahorro anual para la empresa de Q 23 250,00 en compra de materia prima.

7. El departamento de planificación posee actualmente muchas carencias y debilidades, las cuales fueron evidenciadas en el diagnóstico realizado mediante la herramienta de cinco porqués, basado en esto se determinó que implementar un plan de capacitación para el personal del departamento de planificación era indispensable para mejorar el funcionamiento y resultados del departamento. Los temas a exponer fueron los siguientes: procesos de producción, mejores prácticas de gestión y control de inventarios, aplicación de herramientas estadísticas para la planificación, clasificación estadística de las ventas, métodos de control de inventarios, consecuencias de una inadecuada planificación y finalmente, importancia de la aplicación de índices de control. Dicho plan está reflejado en la tabla XLVI.

RECOMENDACIONES

El programador de producción necesita:

1. Gestionar reuniones semanales con el departamento de ventas y producción, esto será de beneficio para la gestión en general. La información que puedan tener los vendedores y supervisores de producción puede ser determinante en la programación de la producción. La parte comercial puede generar información importante en la toma de decisiones en momentos críticos en la planificación.
2. Actualizar los historiales de ventas del *MRP* cada tres meses debido a los constantes cambios en la demanda y la inclusión de nuevos negocios que podrían aumentar los volúmenes de venta; de esta manera los puntos de reorden e inventarios mínimos se mantendrán actualizados y el riesgo de rupturas de *stock* se reduce.

El Gerente de Operaciones necesita:

3. Gestionar capacitaciones para el departamento de planificación, con el objetivo de reforzar y aumentar el conocimiento de las herramientas de Excel. Esto permitirá a los programadores desarrollar nuevas habilidades en el manejo de base de datos, considerando entre ellas poder trabajar pronósticos de ventas que permitan fortalecer el departamento y prepararse con insumos, disponibilidad de maquinaria, visualizar estacionalidades en la demanda.

El Jefe de Recursos Humanos necesita:

4. Considerar modificar la misión de la empresa, considerando que no cumple con la teoría básica. La misión debe describir lo que la empresa hace actualmente para alcanzar la visión, sin embargo, la visión no describe nada a lo que la empresa se dedica actualmente.

5. Considerar los resultados de los índices ahora implementados en el proceso de planificación, se recomienda al programador de producción, supervisor de producción y vendedores, programar reuniones semanales de modo que exista seguimiento y se pueda escalar de ser necesario la información y resultados obtenidos durante la semana.

BIBLIOGRAFÍA

1. BETANCOURT, Diego. *Cómo hacer la Planificación de los requerimientos de material (MRP)*. [en línea]. <www.ingenioempresa.com/planificacion-requerimientos-material-mrp>. [Consulta: 22 de marzo del 2017].
2. DAVILA VELEZ, Jimmy Gilberto. *Modelos de la Gestión de Inventarios: Sistema de pedido*. [en línea]. <<https://es.slideshare.net/jigidavel/sistemas-de-inventario-3819464>>. [Consulta: 21 de mayo de 2019].
3. GOICOCHEA ROJAS, Manuel Antonio. *Sistema de control de inventarios del almacén de productos terminados en una empresa metal mecánica*. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma, 2009. 126 p.
4. MAYNARD, Harold. *Manual del ingeniero industrial*. México: McGraw-Hill. 2005, 490 p.
5. ORTIZ, Maritza. *Un procedimiento eficiente para la gestión de inventarios en empresas comerciales y de servicios*. México: GISERCOM, 2012. 208 p.
6. ORTIZ, Tonatiut. *Enfoque estructural de la capacitación*. [en línea]. <<http://tonatiuh-ortiz.blogspot.com/2012/02/enfoque-estructural-de-la-capacitacion.html>>. [Consulta: 26 de febrero de 2012].

7. QUIÑONES PORRAS, Oscar Haroldo. *Modelos matemáticos para la toma de decisiones*. guía de estudio, curso métodos cuantitativos III, 2011. 165 p.
8. RODRÍGUEZ, Byron. *Administración, planificación y control de inventarios de materias primas en industrias manufactureras de productos de consumo masivo a través del método de control de inventarios denominado planificación de requerimiento de materiales*. Trabajo de graduación de Maestría en Administración Financiera. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2013. 116 p.
9. SALAZAR LÓPEZ, Bryan. *Métodos de valoración de inventarios*. [en línea]. <<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-inventarios/metodos-de-valoracion-de-inventarios/>>. [Consulta: 29 de marzo de 2019].
10. TRADEGECKO. *Reorder Point (ROP) Calculator*. [en línea]. <<http://www.tradegecko.com>>. [Consulta: 20 de mayo de 2019].

APÉNDICE

Apéndice 1. Diplomas de participación



Continuación del apéndice 1.



Continuación del apéndice 1.



Fuente: elaboración propia, con información proporcionada del Departamento de Ventas.
Empresa en estudio.

