



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Diseño de un plan maestro de producción para el mejoramiento y optimización de los recursos en la empresa PINTURAS PRODUTEKN CIA. LTDA.

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial

Autor:

Angelo José Mejía Cárdenas

Tutor:

Ing. M.Sc. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín

Latacunga – Ecuador



DECLARACIÓN DE AUDITORIA

Yo, **MEJÍA CÁRDENAS ANGELO JOSÉ** declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“DISEÑO DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS EN LA EMPRESA PINTURAS PRODUTEKN CIA. LTDA.”**. Siendo el Ing. M.Sc. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de exclusiva responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized letters and a horizontal line.

.....
Mejía Cárdenas Angelo José

Cl. 1752367399



AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor de trabajo de investigación sobre el título:

“**Diseño de un plan maestro de producción para el mejoramiento y optimización de los recursos en la empresa PINTURAS PRODUTEKN CIA. LTDA.**”, de Mejía Cárdenas Angelo José, de la carrera de **Ingeniería Industrial**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de **Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas** de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Febrero 2023

.....
Tutor: Ing. M.Sc. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín

C.I. 1717526253



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**; por cuanto, el postulante **Mejía Cárdenas Angelo José** con el título de Proyecto de titulación: “**Diseño de un plan maestro de producción para el mejoramiento y optimización de los recursos en la empresa PINTURAS PRODUTEKN CIA. LTDA.**” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidos al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Febrero 2023

Para constancia firman:

.....
Lector 1 (Presidente)

Ing. Marcelo Tello Condor

CC. 0501518559

.....
Lector 2

Msc. Angel Hidalgo Oñate

CC. 0503257404

.....
Lector 3

Ing. PHD. Medardo Ulloa Enriquez

CC. 1000970325



AGRADECIMIENTO

En este apartado tengo el honor de poder expresarles mis más sinceros agradecimientos a mis padres, quienes fueron y serán mi pilar fundamental. Les agradezco por el apoyo y comprensión en cualquier decisión que he tomado durante la transición de mi vida académica a fin de cumplir cada objetivo propuesto por parte personal.

De igual manera agradezco la solidaridad y comprensión de mi hermano y mi hermana, cuyo anhelo es recíproco en cualquier meta propuesta.

Angelo



DEDICATORIA

El presente tema de investigación tiene como dedicatoria a:

Mis padres, Nelly Cárdenas y Angel Mejía porque siempre estuvieron apoyándome de manera emocional y económicamente, quienes son y serán siempre mi apoyo fundamental en mi vida personal y académica- profesional.

A mi hermano Darling Mejía y a mi hermana Mayerli Mejía por la comprensión y el apoyo de manera sustancial en momentos buenos y malos.

Y, por último, este proyecto está dedicado a mi papito Efraín Cárdenas en nombre de su ausencia, y a mi mamita María Monar por su gran amor y respeto que tiene hacia mi persona.

Angelo



ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-------------------------------|
| DECLARACIÓN DE AUDITORIA | ¡Error! Marcador no definido. |
| AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN . | ¡Error! Marcador no definido. |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| <i>AGRADECIMIENTO</i> | v |
| <i>DEDICATORIA</i> | vi |
| RESUMEN GENERAL | xvii |
| ABSTRACT | xviii |
| INFORMACIÓN GENERAL | 1 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 1.1.1 Ubicación..... | 3 |
| 1.1.2 Política de calidad..... | 4 |
| 1.1.3 Organigrama PINTURAS PROTUTENK CIA. LTDA. | 4 |
| 1.1.4 Líneas de productos | 4 |
| 1.1.4.1 Línea arquitectónica | 4 |
| 1.1.4.2 Línea Automotriz | 4 |
| 1.1.4.3 Línea Metalmecánica | 4 |
| 1.1.4.4 Línea de Madera..... | 4 |
| 1.1.4.5 Línea Productos Especiales | 4 |
| 1.1.5 Diagrama del recorrido del proceso actual | 3 |
| 1.2 EL PROBLEMA | 4 |
| 1.2.1 Situación problemática | 4 |
| 1.2.2 Formulación del problema..... | 4 |
| 1.3 OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO ACCIÓN..... | 6 |



| | | |
|---------|--|----|
| 1.3.1 | Objeto de estudio | 6 |
| 1.3.2 | Campo de Acción | 6 |
| 1.4 | BENEFICIARIOS | 6 |
| 1.4.1 | Mapeo de Stakeholder | 6 |
| 1.4.2 | Matriz Stakeholder | 7 |
| 1.5 | JUSTIFICACIÓN | 8 |
| 1.6 | HIPÓTESIS | 9 |
| 1.7 | OBJETIVOS | 9 |
| 1.7.1 | General..... | 9 |
| 1.7.2 | Específico | 9 |
| 2. | SISTEMAS DE TAREAS | 10 |
| 3. | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 11 |
| 3.1 | ANTECEDENTES | 11 |
| 3.2 | MARCO REFERENCIAL..... | 12 |
| 3.2.1 | Administración de la producción..... | 12 |
| 3.2.2 | Estructura de los procesos de manufactura..... | 13 |
| 3.2.3 | Matriz de productos y procesos | 13 |
| 3.2.3.1 | Tipos de procesos en la manufactura | 14 |
| 3.2.4 | Administración de la Demanda | 15 |
| 3.2.4.1 | Control de la demanda..... | 15 |
| 3.2.5 | Pronósticos | 15 |
| 3.2.5.1 | Horizontes de tiempo en los pronósticos..... | 16 |
| 3.2.6 | Tipos de pronósticos en la producción | 16 |
| 3.2.7 | La importancia estratégica del pronóstico | 17 |
| 3.2.8 | Revisión de los métodos cuantitativos de pronóstico..... | 18 |



| | | |
|----------|---|----|
| 3.2.8.1 | Media móvil | 18 |
| 3.2.8.2 | Análisis de regresión lineal | 18 |
| 3.2.8.3 | Análisis y descomposición de series de tiempo | 19 |
| 3.2.8.4 | Descomposición de una serie de tiempo | 19 |
| 3.2.8.5 | Error de pronóstico | 21 |
| 3.2.9 | Planificación agregada de la producción | 22 |
| 3.2.9.1 | Duración del inventario | 22 |
| 3.2.10 | Plan Maestro de Producción (MPS) | 22 |
| 3.2.11 | Interrelaciones funcionales con otras áreas | 24 |
| 3.2.12 | Plan de requerimientos de materiales (MRP) | 25 |
| 3.2.12.1 | Lista de materiales | 25 |
| 4. | DESARROLLO DE LA PROPUESTA | 29 |
| 4.1 | METODOLOGÍA | 29 |
| 4.1.1 | Método | 29 |
| 4.1.1.1 | Métodos de Investigación | 29 |
| 4.1.2 | Tipos de investigación | 29 |
| 4.1.2.1 | Investigación descriptiva | 29 |
| 4.1.2.2 | Investigación exploratoria | 29 |
| 4.1.2.3 | Investigación bibliográfica – documental | 30 |
| 4.1.2.4 | Investigación de campo | 30 |
| 4.1.3 | Técnicas | 30 |
| 4.1.3.1 | Observación directa | 30 |
| 4.1.3.2 | Recolección de información | 30 |
| 4.1.3.3 | Procesamiento y análisis de datos | 30 |
| 4.1.4 | Materiales | 30 |



| | | |
|---------|---|----|
| 4.2 | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS | 32 |
| 4.2.1 | Línea Arquitectónica Massivo..... | 32 |
| 4.2.2 | Estado actual del diagnóstico de la organización. | 33 |
| 4.2.2.1 | Registro de Ventas Año 2021 – 2022..... | 33 |
| 4.2.2.2 | Análisis método de pronóstico media móvil para n=3..... | 33 |
| 4.2.2.3 | Análisis método de pronóstico serie de tiempos–índices estacionales. | 37 |
| 4.2.2.4 | Resultado del análisis de los métodos de pronósticos estudiados..... | 42 |
| 4.2.2.5 | Elaboración de MPS..... | 43 |
| 4.2.2.6 | Síntesis del cálculo de la elaboración MPS anual..... | 43 |
| 4.2.2.7 | Síntesis del cálculo de la elaboración MPS trimestral | 44 |
| 4.2.2.8 | Plan Maestro de Producción..... | 45 |
| 4.2.3 | Tiempos Operacionales | 45 |
| 4.2.3.1 | Tiempos cronometrados | 45 |
| 4.2.3.2 | Tiempo normal | 46 |
| 4.2.3.3 | Tiempos suplementarios..... | 47 |
| 4.2.3.4 | Tiempo concedido total..... | 49 |
| 4.2.3.5 | Síntesis del cálculo de tiempos suplementarios | 49 |
| 4.2.3.6 | Análisis del tiempo de ciclo. | 50 |
| 4.2.3.7 | Síntesis del análisis de tiempo 2021 y 2022..... | 53 |
| 4.2.3.8 | Cálculo de la mano de obra directa | 53 |
| 4.2.3.9 | Resultados del análisis del tiempo de ciclo y mano de obra | 54 |
| 4.2.4 | Matriz de un Plan de Requerimiento de Materiales | 55 |
| 4.2.4.1 | Lista de materiales y precios | 55 |
| 4.2.4.2 | Tabulación de los movimientos del inventario | 56 |
| 4.2.4.3 | Asignación y ajuste de índices de corrección..... | 56 |



| | | |
|---------|--|----|
| 4.2.4.4 | Elaboración de la Ficha Técnica | 57 |
| 4.2.4.5 | Detalle de costos de Producción..... | 58 |
| 4.2.4.6 | Análisis y Resultado del Costeo de Producción..... | 59 |
| 4.2.4.7 | Matriz Planeación de Requerimiento de Materiales | 59 |
| 4.2.4.8 | Detalle costeo general. | 61 |
| 4.3 | EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA..... | 61 |
| 4.3.1 | Evaluación Técnico | 61 |
| 4.3.2 | Económica | 61 |
| 5. | CONCLUSIONES DEL PROYECTO..... | 62 |
| 5.1 | CONCLUSIONES | 62 |
| 5.2 | RECOMENDACIONES..... | 62 |



INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.1: Ubicación empresa PINTURAS PROTUTENK CIA. LTDA | 3 |
| Figura 1.2: Organigrama General de PINTURAS PROTUTENK CIA. LTDA. | 4 |
| Figura 1.3: Diagrama de recorrido del proceso de producción. | 3 |
| Figura 1.4. Mapeo de Stakeholder. | 6 |
| Figura 3.1: Matriz de productos y procesos para los procesos de manufactura. [13] | 13 |
| Figura 3.2: Comportamiento Variación Aditiva [12]. | 20 |
| Figura 3.3: Comportamiento Variación Multiplicativa [12]. | 20 |
| Figura 3.4: Del plan agregado al plan maestro: Enfoque jerárquico [23]. | 23 |
| Figura 3.5: Relación planeación de las ventas y operaciones con otras funciones [25]. | 24 |
| Figura 3.6: Datos de entrada para el plan de requerimientos de materiales [13]. | 25 |
| Figura 4.1: Herramienta Excel; Cálculo media móvil. | 34 |
| Figura 4.2: Ingreso de datos en los campos de Media Móvil. | 34 |
| Figura 4.3: Gráfica Media móvil para n=3 "CANECA". | 36 |
| Figura 4.4: Gráfica Media móvil para n=3 "GALÓN". | 37 |
| Figura 4.5: Línea de Tendencia - Ecuación de la recta CANECA. | 39 |
| Figura 4.6: Gráfica de ventas y pronóstico CANECA. | 40 |
| Figura 4.7: Línea de Tendencia - Ecuación de la recta GALÓN. | 41 |
| Figura 4.8: Gráfica de ventas y pronóstico GALÓN. | 42 |
| Figura 4.9: Línea de secuencia de proceso. | 46 |
| Figura 4.10: Diagrama de dispersión; Litros producidos año 2021 - 2022. | 53 |
| Figura 4.11: Ficha técnica como ejemplo. | 57 |
| Figura 4.12: Costos de Fabricación. | 58 |
| Figura 4.13: Matriz Plan de Requerimiento de Materiales. | 60 |
| Figura 4.14: Indicador de MP. | 60 |





INDICE DE TABALAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1.1: Matriz Stakeholder. | 7 |
| Tabla 2.1: Actividades y tareas en relación con los objetivos específicos, | 10 |
| Tabla 3.1. Clasificación de los pronósticos [18]. | 17 |
| Tabla 4.1: Materiales y recursos para el desarrollo de la investigación. | 31 |
| Tabla 4.2: Colores - Línea Arquitectónica Massivo..... | 32 |
| Tabla 4.3: Bases - Línea Arquitectónica Massivo..... | 32 |
| Tabla 4.4: Registro de ventas Año 2021..... | 33 |
| Tabla 4.5: Registro de ventas Año 2022..... | 33 |
| Tabla 4.6: Cálculo Media Móvil n=3 "CANECA" | 35 |
| Tabla 4.7: Errores de medida para n=3 "CANECA". | 35 |
| Tabla 4.8: Cálculo Media Móvil n=3 "GALÓN" | 36 |
| Tabla 4.9: Errores de medida para n=3 "GALÓN". | 37 |
| Tabla 4.10: Estimación Serie de tiempo Trimestral "CANECA". | 38 |
| Tabla 4.11: Cálculo del índice estacional y Factor de corrección para "CANECA". | 38 |
| Tabla 4.12: Cálculo de Serie de Tiempo - Ecuación de la recta CANECA. | 39 |
| Tabla 4.13: Pronóstico 2023 y Errores de Medida CANECA..... | 39 |
| Tabla 4.14: Estimación Serie de tiempo Trimestral "GALÓN". | 40 |
| Tabla 4.15: Cálculo del índice estacional y Factor de corrección para "GALÓN". | 41 |
| Tabla 4.16: Cálculo de Serie de Tiempo - Ecuación de la recta GALÓN..... | 41 |
| Tabla 4.17: Pronóstico 2023 y Errores de Medida GALÓN. | 42 |
| Tabla 4.18: Comparativa de los métodos de pronósticos estudiados. | 42 |
| Tabla 4.19: Tamaño de lotes existentes..... | 43 |
| Tabla 4.20: Matriz Plan Maestro de Producción Anual. | 44 |
| Tabla 4.21: Matriz de organización y planificación de la producción anual..... | 44 |



| | |
|--|----|
| Tabla 4.22: Matriz Plan Maestro de Producción Trimestral. | 44 |
| Tabla 4.23: Matriz de organización y planificación de la producción trimestral. | 45 |
| Tabla 4.24: Índice de corrección de la línea arquitectónica Masivo. | 45 |
| Tabla 4.25: Tiempos registrados. Por Dto. Producción. | 45 |
| Tabla 4.26: Promedio Tiempos Totales cronometrados. | 46 |
| Tabla 4.27: Conversión de unidades de tiempo a horas | 46 |
| Tabla 4.28: Valoración de tiempo suplementario "Pesado" | 47 |
| Tabla 4.29: Valoración de tiempo suplementario "Etiquetado" | 48 |
| Tabla 4.30: Valoración de tiempo suplementario "Mezclado" | 48 |
| Tabla 4.31: Valoración de tiempo suplementario "Envasado" | 48 |
| Tabla 4.32: Valoración de tiempo suplementario "Empaquetado" | 49 |
| Tabla 4.33: Síntesis - Análisis de los tiempos suplementarios por descanso. | 49 |
| Tabla 4.34: Estadística de producción. | 50 |
| Tabla 4.35: Cronología de Producción año 2021 - 2022. | 51 |
| Tabla 4.36: Análisis de Tiempo de Ciclo 2021 -2022. | 52 |
| Tabla 4.37: Promedio del análisis de TC. | 53 |
| Tabla 4.38: Cálculo de la mano de obra directa. | 54 |
| Tabla 4.39: Lista de materiales en general con su precio. | 55 |
| Tabla 4.40: Estudio de MP, promedio general. | 56 |
| Tabla 4.41: Asignación de Índices de Corrección. | 56 |
| Tabla 4.42: Ajuste de las salidas de inventario promediado. | 56 |



TABLA DE ECUACIONES

| | |
|--------------|----|
| (3.1) | 15 |
| (3.2) | 18 |
| (3.3) | 18 |
| (3.4) | 19 |
| (3.5) | 20 |
| (3.6) | 21 |
| (3.7) | 21 |
| (3.8) | 21 |
| (3.9) | 22 |
| (3.10) | 23 |
| (4.1) | 47 |
| (4.2) | 47 |
| (4.3) | 49 |
| (4.4) | 51 |
| (4.5) | 58 |



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TEMA: “Diseño de un plan maestro de producción para el mejoramiento y optimización de los recursos en la empresa PINTURAS PRODUTEKN CIA. LTDA.”

Autor: Mejía Cárdenas Angelo José

RESUMEN GENERAL

El presente tema de investigación parte del diseño de un plan maestro de producción cuya finalidad es mejorar y optimizar los recursos de la empresa.

PINTURAS PRODUTEKN CIA. LTDA. presenta la ausencia del uso de herramientas administrativas empresariales, es decir, carece de un Plan Maestro de Producción arraigado a un Plan de Requerimiento de Materiales, por consecuencia, la organización y planeación de los recursos de la empresa posee variabilidad en cuanto a la ejecución de su actividad económica, motivo por el cual, se realiza un diagnóstico del modelo de pronóstico actual versus el pronóstico propuesto como efecto de estudio, donde: la elección del modelo de estimación propuesto se adapta de forma cíclica al comportamiento de la demanda influyendo en la programación de la producción.

La programación de la producción se segmenta de manera anual y semestral a fin de evaluar el comportamiento de la demanda, esta planeación está ligada con el estudio de los tiempos operacionales, donde se obtuvo como tiempo de ciclo promedio 0,0698 min/L y se tiene como turno de trabajo la producción promedio 6.886,52 L; como costo estándar de producción por litro producido se tiene el valor de \$ 0,22 y para una hora extra se tiene el valor de \$ 0,33.

Plenamente estructurado el plan maestro de producción se estructura una matriz de plan de requerimiento de materiales otorgando un abastecimiento oportuno en base a las necesidades del plan maestro de producción, como resultado, la programación de la producción no se detiene por ausencia de materia prima e insumos.

Palabras claves: Plan Maestro de Producción, Plan de Requerimiento de Materiales, Programación de la producción



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APLLIED SCIENCES

THEME: “Design of a production master plan for the improvement and optimization of resources in the company "PINTURAS PRODUTEKN CIA. LTDA.”

Authors: Mejía Cárdenas Angelo José

ABSTRACT

This research topic is based on the design of a master production plan whose purpose is to improve and optimize the company's resources.

PINTURAS PRODUTEKN CIA. LTDA. presents the absence of the use of business administrative tools, that is to say, it lacks a Master Production Plan rooted to a Materials Requirement Plan, consequently, the organization and planning of the company's resources has variability in terms of the execution of its economic activity, for this reason, a diagnosis of the current forecast model versus the forecast proposed as the study effect is made, where: the choice of the proposed estimation model adapts cyclically to the behavior of demand, influencing production scheduling.

The production schedule is segmented on an annual and semi-annual basis in order to evaluate the behavior of the demand, this planning is linked to the study of operational times, where the average cycle time was 0.0698 min/L and the average production shift is 6,886.52 L; the standard production cost per liter produced is \$ 0.22 and for an extra hour the value of \$ 0.33 is obtained.

Once the production master plan is fully structured, a material requirement plan matrix is structured, providing a timely supply based on the needs of the production master plan. As a result, production scheduling is not stopped due to the absence of raw materials and supplies.

Keywords: Master Production Plan, Material Requirement Plan, Production Scheduling, Production Scheduling



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“DISEÑO DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS EN LA EMPRESA PINTURAS PRODUTEKN CIA. LTDA.”** presentado por: **Mejía Cárdenas Angelo José** egresado de la Carrera de: **Ingeniería Industrial**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Marzo del 2023.

Atentamente,



CENTRO
DE IDIOMAS

Mg. Marco Paul Beltrán Semblantes

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC

CC: 0502666514

INFORMACIÓN GENERAL

Título:

“Diseño de un plan maestro de producción para el mejoramiento y optimización de los recursos en la empresa PINTURAS PRODUTEKN CIA LTDA”.

Tipo de proyecto:

Proyecto de investigación

Fecha de inicio:

07 de noviembre del 2022

Fecha de finalización:

03 de febrero del 2023

Lugar de ejecución:

Zona Quitumbe, Provincia de Pichincha, Capital Quito, Parroquia Guamaní, Parque Industrial Sur, Av. Turubamba, calle 8.

Facultad que auspicia:

FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS (CIYA)

Carrera que auspicia:

Ingeniería Industrial

Proyecto de investigación vinculado:

Optimización de procesos productivos utilizando métodos y técnicas para mejoramiento continuo en el sector productivo.

Equipo de trabajo:

Ing. MsC. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín

Sr. Angelo José Mejía Cárdenas

Área de conocimiento:

El presente proyecto está encaminado en el área de la ingeniería, industria y construcción en la sub-área 54 Industria y producción. El proyecto de investigación crea condiciones para fomentar la Alimentación y bebidas, textiles, confección, calzado, cuero, materiales (madera,

papel, plástico, vidrio, etc.), minería e industrias extractivas por lo que se vincula con el Eje 1:

Objetivo 3: Fomentar la productividad y competitividad en los sectores agrícola, industrial, acuícola y pesquero, bajo el enfoque de la economía circular.

Política: 3.1 Mejorar la competitividad y productividad agrícola, acuícola, pesquera e industrial, incentivando el acceso a infraestructura adecuada, insumos y uso de tecnologías modernas y limpias.

Política: 3.3 Fomentar la asociatividad productiva que estimule la participación de los ciudadanos en los espacios de producción y comercialización. [1]

Línea de investigación:

Procesos Industriales: enfoca a promover el desarrollo de tecnologías y procesos que permitan mejorar el rendimiento productivo y la transformación de materias primas en productos de alto valor añadido, fomentando la producción industrial más limpia y el diseño de nuevos sistemas de producción industrial. Así como diseñar sistemas de control para la producción de bienes y servicios de las empresas públicas y privadas, con el fin de contribuir al desarrollo socio económico del país y al cambio de la matriz productiva de la zona. [2]

Sub-líneas de investigación de la carrera:

Administración y gestión de la producción

1. INTRODUCCIÓN

PINTURAS PROTUTENK CIA. LTDA., es una empresa ecuatoriana, establecida en la provincia de Pichincha en la capital de Quito, cuya actividad económica es la producción y fabricación de Pinturas, Recubrimientos y Adhesivos. La empresa fue incorporada el 18 de diciembre de 2009; esta emerge desde hace varios años atrás, la rentabilidad que identifica a esta planta es la fabricación de pinturas bajo líneas de productos, propiamente demandado por el sector de la construcción, arquitectónica, automotrices, y para productos de madera.

Dentro del mercado competitivo, PINTURAS PROTUTENK CIA. LTDA ha tenido un incremento en su demanda de manera positiva, pero al mismo tiempo la planificación de los recursos para la secuencia de la manufactura ha presentado inconvenientes con respecto a la entrega del producto terminado al consumidor o también denominado clientela.

Dicha planta se encuentra en un proceso de reingeniería, para ello se plantea un modelo de estimación anual de la demanda a fin de determinar cuántas unidades son necesarias a producir trimestralmente para abastecer la misma, en base a la estructuración de un Plan Maestro de Producción (MPS).

El plan maestro de producción está acompañado con la optimización de los recursos, adquisición de materia prima e insumos necesarios para la producción, partiendo de la planificación que se realizará en base a lo antes mencionado.

1.1.1 Ubicación

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Dirección: Parque Industrial Sur, Av. Turubamba, calle 8

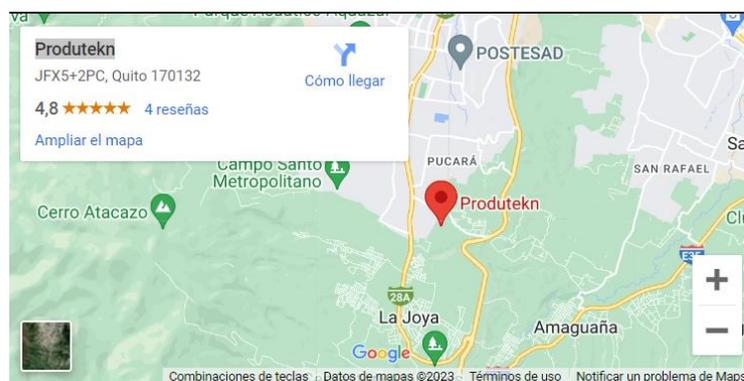


Figura 1.1: Ubicación empresa PINTURAS PROTUTENK CIA. LTDA

1.1.2 Política de calidad

PINTURAS PRODUTEKN, es una empresa dedicada a la fabricación de recubrimientos arquitectónicos, metalmecánicos y automotrices, está comprometida con la elaboración de productos de calidad, cumpliendo oportunamente los compromisos adquiridos que satisfagan las necesidades de sus clientes, a través de la Implementación y Mejoramiento de la eficacia de su Sistema de Gestión de Calidad, Involucrando al personal en la mejor continua de sus procesos, cuidando del medio ambiente y cumpliendo la legislación nacional vigente en seguridad y salud ocupacional.

1.1.3 Organigrama PINTURAS PROTUTENK CIA. LTDA.

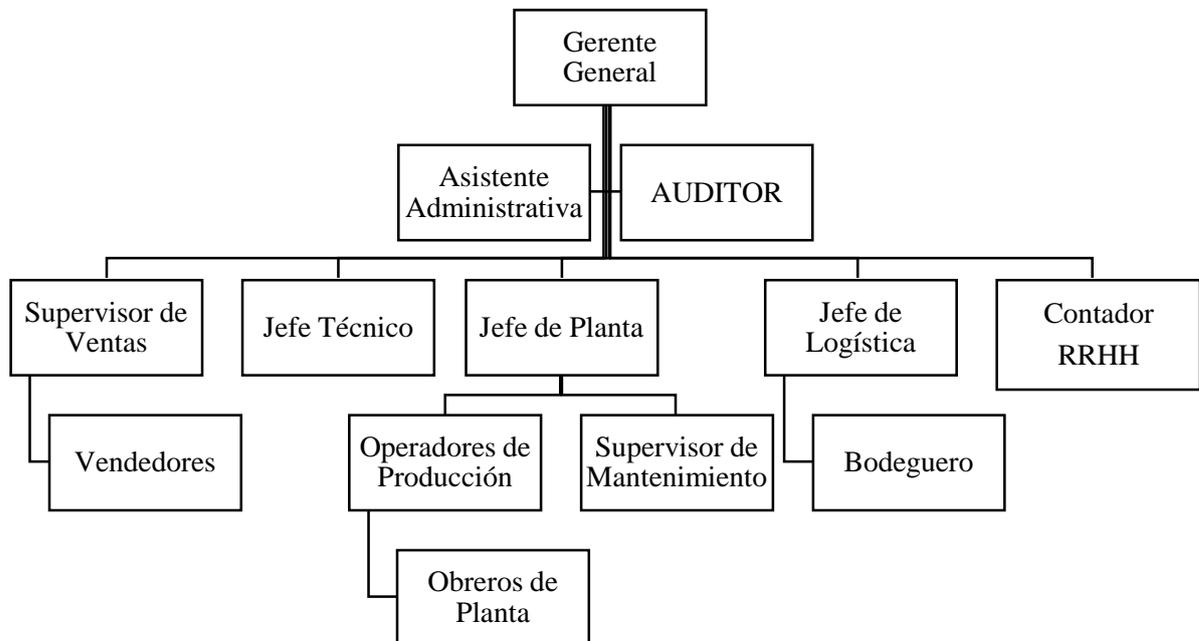


Figura 1.2: Organigrama General de PINTURAS PROTUTENK CIA. LTDA.

1.1.4 Líneas de productos

Cuenta con varias líneas de productos en base a la segmentación del mercado que requiera el cliente. Entre ellas están:

1.1.4.1 Línea arquitectónica

- Emultek,
- Sellatek,
- Fibraseal,
- Elastofibra,

- Masitek,
- Duratek,
- Produflex,
- Imperloss 7,
- Elastoflex,
- Aquapox,
- Cromatek,
- Acuarela,
- Cover Plus,
- Massivo,
- Producril,
- Satinado,
- Teklatex,
- Urbalátex.

1.1.4.2 Línea Automotriz

- Master Full,
- Master Pro,
- Overpoll,
- Sintético Automotriz

1.1.4.3 Línea Metalmecánica

- Colosso,
- Duotek,
- Esmaltek

1.1.4.4 Línea de Madera

- Maderseal / Batepiedra Poliuretano

1.1.4.5 Línea Productos Especiales

- Traffic / Pintura Para Señalización Vial

1.1.5 Diagrama del recorrido del proceso actual

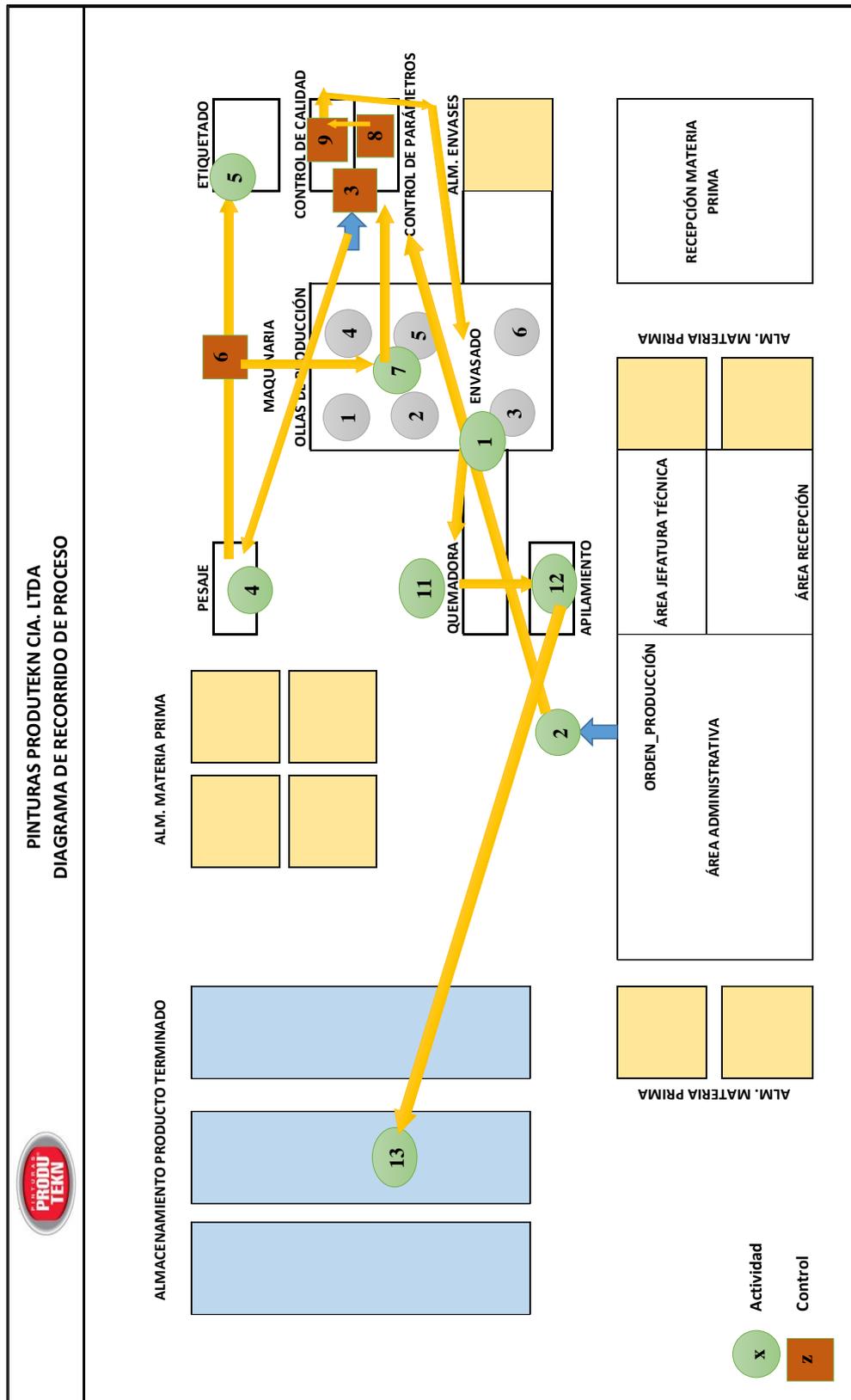


Figura 1.3: Diagrama de recorrido del proceso de producción.

1.2 EL PROBLEMA

1.2.1 Situación problemática

A nivel general las Pymes se ha incorporado al mundo de la industrialización, su producción llega a ser insuficiente para satisfacer la demanda, por ello, estas se adaptan a la producción en masa a fin de cumplir con el auge de la misma.

Los pronósticos son vitales para toda organización de negocios, así como para cualquier decisión importante de la gerencia...los pronósticos representan el fundamento para realizar presupuestos y controlar costos. El marketing depende del pronóstico de ventas para planificar productos nuevos, compensar al personal de ventas y tomar otras decisiones clave. Con los pronósticos, el personal de producción y operaciones toma decisiones periódicas que comprenden la selección de procesos, planificación de capacidades y distribución de instalaciones, además de decisiones continuas acerca de la planificación de la producción, programación e inventario. [3]

PINTURAS PROTUTENK CIA. LTDA se maneja bajo un modelo de pronóstico media simple, en la cual este modelo de estimación no se adapta al mercado comercial externo, ya que en muchas ocasiones la demanda es insuficiente a lo estimado.

El departamento de ventas excluye la planificación de la producción en cuanto a sus ofertas y/o promociones en las distintas líneas de productos o surgen ventas puntuales que salen del promedio de ventas de modo que no se tiene un stock de seguridad que prevea esos cambios no estimados.

La adquisición de las distintas materias primas suele realizarse de forma no planificada, y ciertas de ellas, tienden a tardar un periodo de tiempo largo, es decir, la planificación de la producción se realiza de manera diaria de modo que al no existir una o más materias primas en bodega se suspende la producción de una línea de productos o de un solo producto hasta que el proveedor despache la orden de compra ejecutada, por consecuencia no se satisface la demanda del consumidor.

1.2.2 Formulación del problema

Ausencia de un Plan Maestro de Producción (MPS) vinculado a la optimización de recursos, adquisición de materia prima e insumos necesarios para la producción.

1.3 OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO ACCIÓN

1.3.1 Objeto de estudio

El objeto de estudio es el proceso de producción y optimización de recursos.

1.3.2 Campo de Acción

330000 CIENCIAS TECNOLOGICAS

3310 Tecnología Industrial

3310.03 Procesos Industriales

1.4 BENEFICIARIOS

Para determinar los beneficiarios del presente proyecto de investigación, se apoya en base al Mapeo y Matriz de Stakeholder.

El stakeholder mapping o mapa de stakeholders es un recurso visual que permite identificar grupos de interés que pueden aliarse con un proyecto en específico. Contiene cuatro cuadrantes para categorizar el nivel de influencia e interés de los involucrados y se utiliza como una herramienta de gestión empresarial [4].

1.4.1 Mapeo de Stakeholder

| Mapa de Stakeholder | | | |
|---------------------|-------|---|---|
| Nivel de Influencia | Alto | Mantener satisfechos Pedro Vargas Héctor Flor Dto. Ventas Jefe Técnico | Administrar de cerca Santiago Vásquez Gerente General |
| | Medio | Monitorear | Mantener informados |
| | Bajo | -COMERQUIM -AGRIPAG -MINERVA -ADHEPLAST -CIPEQ -AMBIENTALTEC -APRODIN -PINTURAS -POLIACRILART FOTALEZA -LACEC -DISAN Proveedores | Katy Moposita Henry Guerrero Dto. Finanzas Dto. Talento Humanos |
| | | Alto | Medio Bajo |
| Nivel de Interés | | | |

Figura 1.4. Mapeo de Stakeholder.

1.4.2 Matriz Stakeholder

Tabla 1.1: Matriz Stakeholder.

| Matriz de Stakeholder | | | | | |
|--|---|---------------------|---|---|---|
| Proyecto de investigación | Diseño de un plan maestro de producción para el mejoramiento y optimización de los recursos en la empresa PINTURAS PRODUTEKN CIA LTDA | | | | |
| Código: | - | | | | |
| Fecha de Inicio: | xx/xx/xxx | | | | |
| Stakeholder: | Gerente General - Santiago Vásconez | | | | |
| Tipo: | Interno | | | | |
| Objetivo o Resultados | Nivel de Interés | Nivel de Influencia | Acciones Posibles | | Estrategias |
| | | | De impacto positivo | De impacto negativo | |
| Diseñar un plan maestro de producción para mejoramiento y optimización de los recursos mediante las herramientas de la administración empresarial. | Alto | Alta | * Estimación de la demanda acorde a la variabilidad de las ventas para la programación de la producción. * Análisis del costo de producción por litro producido. | * Susceptibilidad con las estimaciones que arroja el método propuesto de pronóstico en base al histórico de ventas. * Variabilidad en costo en base a la cantidad de producción realizada. | * Determinar el error de pronóstico en base a el método aplicado. * Estimar un costo estándar de producción por litro. |
| | Alto | Alta | * Optimización de los recursos en base a la matriz de Plan de requerimiento de Materiales MRP. | * Susceptibilidad con las estimaciones que arroja el método propuesto de pronóstico en base al histórico de ventas. | * Indicador gráfico de materia prima e insumos. |
| Conclusiones: | Es un actor interno clave; si no se toman acciones positivas puede no satisfacer la demanda del consumidor, generar dificultades con otros actores claves; el control de la producción y de pleno cumplimiento de la demanda puede quedar afectada severamente. | | | | |

1.5 JUSTIFICACIÓN

El presente tema de investigación busca la organización y planificación de la producción en base a la demanda exigida por los clientes, tiene como objetivo una producción continua sin interrupciones como ausencia de materia prima e insumos que impiden y/o posponen la producción previamente programada.

Además, se busca tener un inventario óptimo en cuanto a producto terminado de las varias líneas de productos y materia prima de acuerdo a los requerimientos de la producción, este inventario óptimo se enfoca en los productos que poseen mayor rotación en la bodega, donde, cuyos productos deben ser primordiales para satisfacer la demanda del usuario y la demanda dependiente de la línea de producción en materia prima.

El modelo de estimación aplicado actualmente no se adapta a las ventas cíclicas, ya que la demanda tiene una alta variabilidad en el mercado dependiendo del mes en el que se encuentre, por lo tanto, al ser un mercado muy variable, en ocasiones es necesario apoyarse a las horas extraordinarias, cuyo valor del costo unitario de producción aumenta y el margen de utilidad por venta disminuye, de la misma manera no existe un tiempo estándar por líneas de productos.

Se analiza los tiempos de suplemento por descanso y el tiempo de tiempo de ciclo en base a los datos del Dto. de producción a fin de obtener el costo de mano de obra directa por litro de producción.

La variabilidad de la demanda impide una planificación de requerimientos de materias primas e insumos necesarios para satisfacer la demanda exigida por el cliente. Se tiene en cuenta que la organización y planeación de la producción cuando se tiene un pedido puntual como política de la planta este pedido entra en programación de la producción y tiene 72 horas de espera para cumplir con dicho pedido.

También se debe tener en cuenta que, al ser una planta de producción de Pinturas, Recubrimientos y Adhesivos, tiene mayor complejidad en cuanto a controles de calidad.

Tener dos a más lotes de producción de un mismo producto – color por motivos de una estimación que no se acerca a la realidad hace que pierda la semejanza uno del otro (lote antiguo con el más reciente) en cuanto a totalidades, cubrimiento, viscosidad entre otras características que sustentan la calidad del producto.

1.6 HIPÓTESIS

Un Plan Maestro de Producción como herramienta de administración permitirá el mejoramiento y optimización de recursos en la empresa PINTURAS PRODUTEKN CIA. LTDA.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 General

Diseñar un plan maestro de producción para mejoramiento y optimización de los recursos mediante herramientas de la administración empresarial.

1.7.2 Específico

- Diagnosticar el estado actual de estimación de ventas en cuanto a la programación de la producción para la obtención de las medidas de error del pronóstico.
- Identificar los tiempos operacionales mediante el sistema de suplementos de descanso para la obtención del costo mano de obra por línea de producto.
- Diseñar una matriz de un Plan de Requerimiento de Materiales mediante las fichas técnicas de las órdenes de producción para la línea arquitectónica Masivo.

2. SISTEMAS DE TAREAS

Tabla 2.1: Actividades y tareas en relación con los objetivos específicos,

| Cuadro de análisis de resultados y métodos | | | |
|---|---|--|--|
| Objetivos Específicos | Actividades | Resultado | Métodos e instrumentos |
| 1: Diagnosticar el estado actual de estimación de ventas en cuanto a la programación de la producción para la obtención de las medidas de error del pronóstico. | <ul style="list-style-type: none"> Levantamiento de información acerca de las ventas anuales 2021 - 2022 de la línea arquitectónica Massivo que posee la empresa. Comparativa del método de estimación actual en la planta versus el método de estimación propuesto. Elaboración del plan maestro de producción anual y trimestral. | <p>Comparativa del cálculo de estimación de la demanda actual versus el método de estimación propuesto en base a Medidas De Error En Pronósticos De Demanda.</p> <p>Matriz del plan maestro de producción anual y trimestral.</p> | <ul style="list-style-type: none"> Cartas de colores que maneja Dto. Ventas. Data histórica de ventas 2021 – 2022. Documentos bibliográficos. Herramienta Microsoft Excel. |
| 2: Identificar los tiempos operacionales mediante el sistema de suplementos de descanso para la obtención del costo mano de obra por línea de producto. | <ul style="list-style-type: none"> Tabulación de los tiempos cronometrados obtenidos por el departamento de producción. Adaptación de los tiempos cronometrados al sistema de suplementos por descanso. Análisis del tiempo de ciclo con los datos del Dto. de producción. | <p>Tiempo estándar de la línea arquitectónica Massivo.</p> <p>Obtención de Costos Línea Arquitectónica Massivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Costeo por turno de trabajo. Costo (L / Turno de trabajo). Costeo por litro. | <ul style="list-style-type: none"> Herramienta Microsoft Excel. Matriz sistema de suplementos por descanso. Data de tiempos registrados. Data cantidad de litros producidos. |
| 3: Diseñar una matriz de un Plan de Requerimiento de Materiales mediante las fichas técnicas de las ordenes de producción para la línea arquitectónica Massivo . | <ul style="list-style-type: none"> Categorización de materia prima e insumos con su respectivo precio. Tabulación de los movimientos del inventario de materia prima e insumos del año 2021 y año 2022. Ajuste de los movimientos del inventario los años 2021 y 2022 en base a los índices de corrección. Elaboración de fichas técnicas en base a la línea arquitectónica Massivo. | <p>Detalle del coste de producción:</p> <ul style="list-style-type: none"> Costo de Materia Prima Costo de mano de obra Costos indirectos de fabricación Costo unitario de producción. <p>Matriz de Plan de Requerimiento de Materiales para la línea arquitectónica Massivo.</p> | <ul style="list-style-type: none"> Sistema Office Word. Data histórica de Movimientos de inventarios 2021 - 2022 Herramienta Microsoft Excel. Documentos bibliográficos. |

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 ANTECEDENTES

PINTURAS PRODUTEKN CIA LTDA es una empresa que ofrece gran variedad de productos acorde a la segmentación del mercado y a las necesidades del cliente; ofrece productos bajo la normativa técnica INEN que evalúa la conformidad del producto. Está dedicada a la producción y fabricación de Pinturas, Recubrimientos y Adhesivos propiamente demandado por el sector de la construcción, arquitectónica, automotrices, y para productos de madera.

Muchas empresas trabajan bajo un Plan maestro de producción (MPS) arraigado con un Plan de requerimiento de materiales (MRP) a fin de mejora y optimizar los recursos de la empresa a estudiar, como los autores Aimacaña Alomoto Andrea Mishell y Jami Christian Darío, quien adaptó un MPS y un MRP a fin de lograr incrementar la productividad, conociendo la inversión económica y de materia prima necesaria para la producción semanal. Este tópico a tratar se produjo en base a que no existe un control en la producción diaria de Microempresa Construcciones Metálicas el Arco, y gracias a este estudio obtuvo un mayor control de la producción diaria y niveles de inventarios, de igual manera evito la sobrecarga de trabajo, perdidas por compra de materiales, costos innecesarios de almacenamiento y de materia prima [5], por consecuencia da un fruto de mayor rentabilidad a la microempresa estudiada.

La propuesta de un sistema de planeación y control de la producción de la producción en la empresa de calzado “MACH”, se realiza una metodología de investigación de campo y un tratamiento de datos en la cual se determina el comportamiento la demanda analizando datos históricos y se definió la metodología de pronóstico. Se propuso la estructura del plan agregado, el plan maestro, identificar la capacidad de la planta, conocer cuánto se debe comprar y se propuso como realizar un control de la planta [6].

En base a lo mencionado se tiene como antecedente lo citado para la elaboración presente tema de investigación.

3.2 MARCO REFERENCIAL

En el presente proyecto de investigación se presentan los tópicos a tratar, tópicos que sustentan la información plasmada en la misma.

3.2.1 Administración de la producción

Para definir la administración la producción en primera instancia se tiene que conocer las definiciones de Administración y Producción.

Administración:

Manera de integrar las organizaciones o partes de ellas. Proceso de planear, organizar, dirigir y controlar el uso de recursos organizacionales para alcanzar determinados objetivos de manera eficiente y eficaz [7].

Es el proceso mediante el cual se diseña y mantiene un ambiente en el que individuos que trabajan en grupos cumplen metas específicas de manera eficaz [8].

La administración es el conjunto sistemático de reglas para lograr la máxima eficiencia de los recursos con los que cuenta una organización mediante el capital humano [9].

Producción:

La producción es la actividad económica que se encarga de transformar los insumos para convertirlos en productos [10].

Es la creación de un bien o servicio mediante la combinación de factores necesarios para conseguir satisfacer la demanda del mercado [11].

Sinónimo de fabricación que interviene bajo un proceso de transformación ya sea química, geométrica, entre otras..., proporcionando un valor agregado al bien/producto a fin de satisfacer las necesidades del consumidor.

Para Chase, Jacobs y Aquilano [12] la administración de producción se define como el diseño, la operación y la mejora de los sistemas que crean y entregan los principales productos y servicios de la empresa.

Por lo tanto, la administración de la producción abarcada todos los recursos e insumos necesarios que intervengan en el proceso de producción a fin de adaptar/transformar el bien proporcionando un valor agregado e inherente, satisfaciendo las necesidades del cliente.

3.2.2 Estructura de los procesos de manufactura

Cada empresa manufacturera maneja su estructura de procesos, ya sea que brinde un servicio o satisfaga las necesidades del cliente en base a un bien/producto. En la figura 2.2.1 se muestra la Matriz de productos y procesos para los procesos de manufactura, en la cual PINTURAS PRODUTEKN CIA LTDA se encuentra en la conexión (2:2), su proceso de manufactura se basa en el proceso por lotes tanto pequeños y grandes, cuyas características posee flujos lineales desconectados, trabajo moderadamente complejo.

3.2.3 Matriz de productos y procesos

Una buena estrategia para un proceso de manufactura depende sobre todo del volumen de producción.

El contacto con el cliente, una de las características principales de la matriz de contacto con el cliente para los servicios, normalmente no es algo que se tome en consideración en los procesos de manufactura (aunque es un factor en los numerosos procesos de servicio que existen en las empresas manufactureras) [13].

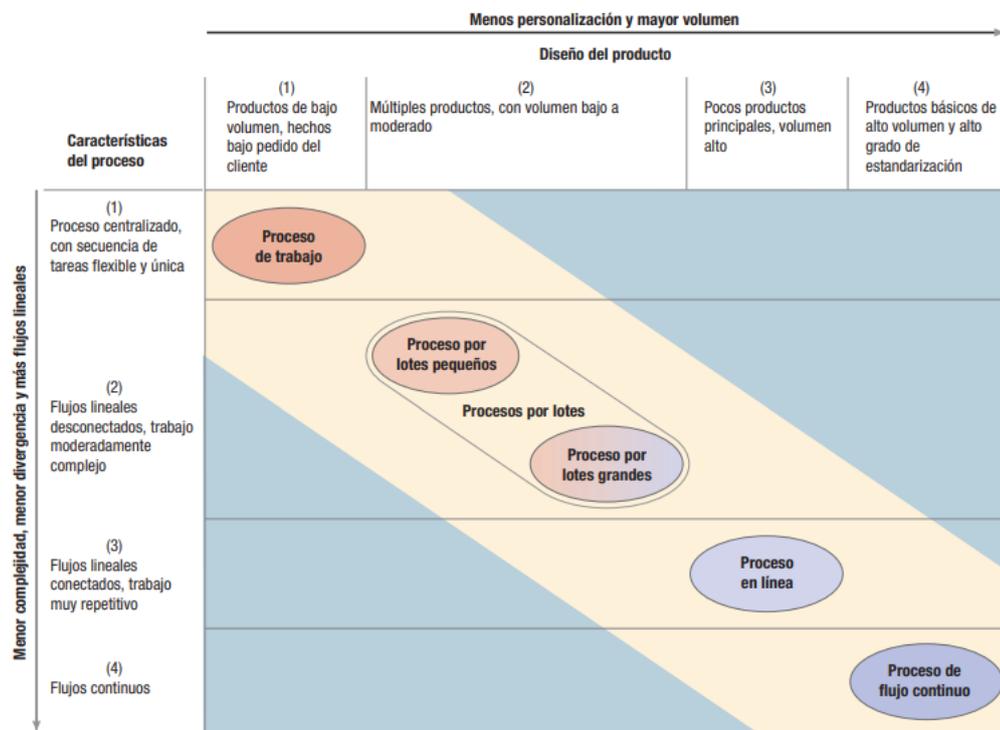


Figura 3.1: Matriz de productos y procesos para los procesos de manufactura. [13]

3.2.3.1 Tipos de procesos en la manufactura

El diseño del proceso especifica como se desarrollarán las actividades que la función de producción debe realizar. Las necesidades del mercado se pueden satisfacer utilizando diferentes funciones de producción. Se presenta a continuación cinco tipos genéricos de funciones de producción.

1) Producción por proyectos

La producción por proyectos se ocupa de obtener productos individualizados que satisfacen las necesidades específicas de cada cliente. Se caracteriza por tener un alto coste, utilizar trabajadores especializados, disponer de maquinaria de uso general (se puede utilizar para realizar diferentes tareas) y resulta difícil de planificar y controlar.

El producto no es fácil de definir en sus etapas iniciales y está sometido a un alto grado de cambio e innovación. La construcción de un puente, de un barco, o un proyecto telemático son algunos ejemplos [14].

2) Producción por lotes y producción artesanal

La producción por lotes (discontinua o intermitente) y la producción artesanal (taller de trabajo) se caracterizan por fabricar un volumen pequeño de una gran variedad de productos. En general, la producción por lotes se distingue de la producción artesanal por el mayor tamaño del lote, la mayor uniformidad de los productos y la relación más estrecha entre las tareas necesarias.

La producción artesanal ofrece generalmente una mayor adaptabilidad a las distintas exigencias de los clientes, hallándose más a menudo en aquellas actividades que requieren prototipos o fabricación por encargo. Por ejemplo, ebanisterías y talleres de reparación de vehículos [14].

3) Producción en masa y producción continua

La producción en masa y la producción continua se caracteriza porque las máquinas y centros de trabajo están alineados unos a continuación de otros, según la secuencia lógica de las tareas a realizar para transformar los materiales en productos terminados.

La producción en masa, aunque altamente mecanizada e incluso automatizada, requiere una cantidad de trabajadores más elevada que la producción continua. En ambos casos, las tareas se definen minuciosamente y existe una marcada división del trabajo [14].

3.2.4 Administración de la Demanda

La administración de la demanda se basa en el control y seguimiento de las ventas realizadas ya sea al mes, trimestral, semestral y anual. Según Fisher, la demanda hace referencia a las cantidades de un producto que los consumidores están dispuestos a comprar a los posibles precios del mercado [15].

El propósito del manejo de la demanda es coordinar y controlar todas las fuentes de la demanda, con el fin de usar con eficiencia el sistema productivo y entregar el producto a tiempo [3].

De modo que se dividen en demanda:

Dependiente: Es la demanda de un producto o servicio provocada por la demanda de otros productos o servicios.

Independiente: Esta no se deriva directamente de la demanda de otros productos o servicios.

3.2.4.1 Control de la demanda

El control de la demanda se basa en mantener una tolerancia de ventas, es decir, cada departamento de ventas se propone metas y conjuntamente con los vendedores y/o asesores tratan de cumplirla, por a o b situación en ocasiones no pueden ser cumplidas, por lo tanto, para determinar el crecimiento o decrecimientos de las ventas se utiliza la siguiente ecuación (3.1) cuyo resultado obtenido es en porcentaje; si el resultado es negativo tienen a existir un decrecimiento, por el contrario, si el resultado es positivo tiene a tener una creciente en comparativa a las ventas realizadas.

$$\text{Índice crecimiento de ventas} = \frac{\text{Ventas período actual} - \text{Ventas período anterior}}{\text{Ventas del período anterior}} * 100 \quad (3.1)$$

3.2.5 Pronósticos

El pronóstico es un cálculo de la actividad futura. Puede ser una predicción sobre la aceptación de un nuevo producto, de los cambios en la demanda o de otras condiciones que influyen directamente en la planeación de la producción [16].

3.2.5.1 Horizontes de tiempo en los pronósticos

Los pronósticos son útiles en cuanto al horizonte de tiempo que se requiera y son:

- a. **Pronósticos a corto plazo.** Tienen un lapso de tiempo hasta de un año, pero generalmente menor a tres meses. Se utilizan para planear la programación de planta, niveles de fuerza laboral, asignaciones de trabajo y niveles de producción y las compras.
- b. **Pronóstico a mediano plazo.** Un pronóstico de mediano plazo, o intermedio, por lo general tiene un lapso de tiempo de tres meses a tres años. Es muy utilizado en la planeación de producción y análisis de varios planes de operación, presupuestos, planeación de ventas y presupuesto de efectivo.
- c. **Pronóstico a largo plazo.** Generalmente con un lapso de tiempo de tres años o más, los pronósticos a largo plazo se utilizan para planear nuevos productos, localización de instalaciones o su expansión, desembolso de capital y para investigación y desarrollo [17].

3.2.6 Tipos de pronósticos en la producción

Para determinar la estimación de una demanda en base a una data histórica es necesario saber que se clasifican en pronósticos cualitativos y pronósticos cuantitativos.

Pronóstico Cualitativo: Este modelo de estimación se basa en la experiencia, intuición y juicio del encargado a pronosticar, entre ellos se encuentra:

Pronóstico Cuantitativo: Se caracteriza por tener un registro de datos estadísticos de manera que se puedan usar con distintas herramientas y/o software a fin de predecir el futuro, entre ellas las más utilizadas [18].

Trabajar con la estimación idónea y que esta se adapté la variación del mercado, involucra ensayar los distintos modelos matemáticos a partir de la Tabla 3.1. Clasificación de los pronósticos

Donde se muestra la clasificación de los pronósticos; estimar futuras demandas parte del registro de ventas, a partir de ellas se analiza el comportamiento de la misma cuyos pronósticos se acerquen a la realidad del mercado.

Un modelo de estimación que trate de adaptarse a la variabilidad del mercado puede incurrir a la toma de decisiones presente y futuras en cuanto al control de la producción.

Tabla 3.1. Clasificación de los pronósticos [18].

| | Tipo | Nombre | Horizonte |
|------------------------------|-----------------|---|-----------------------|
| METODOS CUALITATIVOS | - | Delphi | Mediano y largo plazo |
| | | Juicio informado | Corto plazo |
| | | Analogía de ciclos de vida | Mediano y largo plazo |
| | | Investigación de mercados | Corto y mediano plazo |
| | | | |
| METODOS CUANTITATIVOS | Serie de tiempo | No formales. | Corto |
| | | Promedio simple. | Corto |
| | | Promedio móvil. | Corto |
| | | Suavización exponencial. | Corto |
| | | Suavización exponencial lineal. | Corto |
| | | Suavización exponencial cuadrática. | Corto |
| | | Suavización exponencial estacional | Corto |
| | | Filtración adaptativa. | Corto |
| | | Descomposición clásica. | Corto |
| | | Modelos de tendencia exponencial. | Mediano y largo |
| | | Ajuste de curva S. | Mediano y largo |
| | | Modelo de Gompertz. | Mediano y largo |
| | | Curvas de crecimiento. | Mediano y largo |
| | | Census II. | Corto |
| | | Box-Jenkins. | Corto |
| | Causales | Regresión simple. | Mediano |
| | | Regresión múltiple | Mediano |
| | | Indicadores principales. | Corto |
| | | Modelos econométricos. | Corto |
| | | Regresión múltiple de series de tiempo. | Mediano y largo |

3.2.7 La importancia estratégica del pronóstico

Los buenos pronósticos son de importancia crucial para todos los aspectos del negocio: El pronóstico es la única estimación de la demanda hasta que se conoce la demanda real. Por lo tanto, los pronósticos de la demanda guían las decisiones en muchas áreas [19].

Recursos humanos

La contratación, la capacitación y el despido de los trabajadores dependen de la demanda anticipada.

Si el departamento de recursos humanos debe contratar trabajadores adicionales sin previo aviso, la cantidad de capacitación declina y se afecta la calidad de la fuerza de trabajo [19].

Capacidad

Cuando la capacidad es inadecuada, los faltantes que resultan pueden significar entregas poco confiables, pérdida de clientes y pérdida de la participación en el mercado [19].

Administración de la cadena de suministro

Las buenas relaciones con el proveedor y, por ende, las ventajas de precio en materiales y partes dependen de pronósticos adecuados [19].

3.2.8 Revisión de los métodos cuantitativos de pronóstico.

Como se ha mencionado anteriormente PINTURAS PRODUTEKN CIA. LTDA. tiene una alta variabilidad en cuanto a la demanda de las distintas líneas de productos. Por ello, que se analizan los métodos cuantitativos de pronóstico y se obvian los métodos cualitativos.

Se estudian los siguientes métodos de pronóstico:

3.2.8.1 Media móvil

El pronóstico de promedios móviles usa un número de valores de datos históricos reales para generar un pronóstico. Los promedios móviles son útiles si podemos suponer que la demanda del mercado permanecerá relativamente estable en el tiempo [19].

Este modelo de estimación de la demanda estima para el siguiente periodo y se expresa matemáticamente:

$$\text{Promedio móvil} = \frac{\sum \text{Demanda en los } n \text{ previos}}{n} \quad (3.2)$$

3.2.8.2 Análisis de regresión lineal

La regresión se define como una relación funcional entre dos o más variables correlacionadas. Con ella se pronostica una variable con base en otra [3].

La regresión lineal se refiere a la clase de regresión especial en la que la relación entre las variables forma una recta expresada en la siguiente ecuación:

$$y = a + bx \quad (3.3)$$

Donde: **y:** es el valor de la variable dependiente.

a: es la secante en Y

b: es la pendiente

x: es la variable independiente

(en el análisis de serie de tiempo, las x son unidades de tiempo).

La regresión lineal es útil para el pronóstico de largo plazo de sucesos importantes, así como la planificación agregada [12].

3.2.8.3 Análisis y descomposición de series de tiempo

Los modelos de pronósticos de series de tiempo tratan de predecir el futuro con base en información anterior.

En la cual, el pronóstico de negocios, corto plazo casi siempre se refiere a menos de tres meses; mediano plazo, a un periodo de tres meses a dos años, y largo plazo, a un término mayor de dos años [12].

3.2.8.4 Descomposición de una serie de tiempo

Una serie de tiempo se define como datos ordenados en forma cronológica que pueden contener uno o más componentes de la demanda: tendencia, estacional, cíclico, autocorrelación o aleatorio.

La descomposición de una serie de tiempo significa identificar y separar los datos de la serie de tiempo en estos componentes [12].

Se analizan dos modelos de variaciones estacionales:

- **Variación estacional aditiva:** La variación estacional aditiva simplemente supone que la cantidad estacional es una constante sin importar la tendencia ni la cantidad promedio.

$$\text{Pronóstico que incluye tendencia y estacional} = \text{Tendencia} + \text{Estacional} \quad (3.4)$$

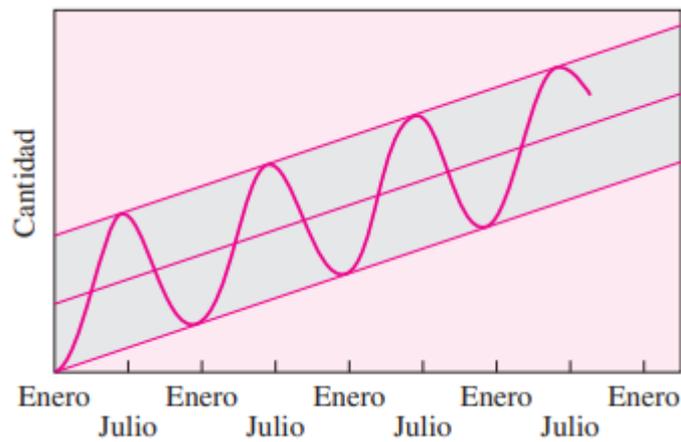


Figura 3.2: Comportamiento Variación Aditiva [12].

- **Variación estacional multiplicativa:** En la variación estacional multiplicativa, la tendencia se multiplica por los factores estacionales

$$\text{Pronóstico que incluye tendencia y estacional} = \text{Tendencia} \times \text{Factor estacional} \quad (3.5)$$

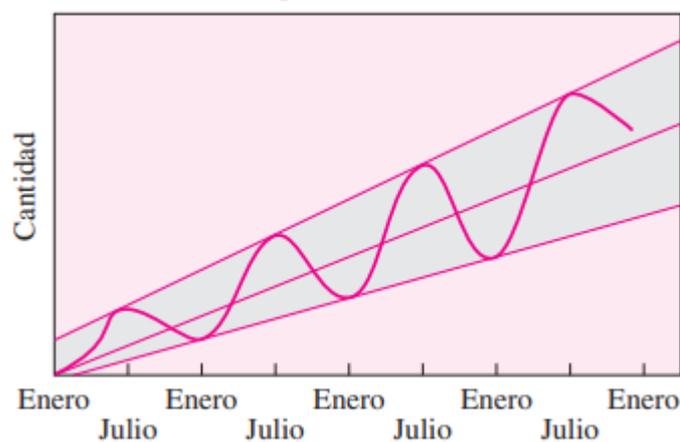


Figura 3.3: Comportamiento Variación Multiplicativa [12].

Factor (o índice) estacional: Un factor estacional es la cantidad de corrección necesaria en una serie temporal para ajustarse a la estación del año.

Por lo general, se relaciona estacional con un periodo del año caracterizado por alguna actividad en particular.

Con la palabra cíclico se indica que no se trata de los periodos anuales recurrentes de actividad repetitiva [12].

3.2.8.5 Error de pronóstico

Los pronósticos casi siempre contienen errores.

Los errores de pronóstico se clasifican en dos formas: ya sea como errores de sesgo o como errores aleatorios.

- **Errores de sesgo:** Los errores de sesgo son el resultado de equivocaciones sistemáticas, por lo cual se observa que el pronóstico siempre es demasiado alto o demasiado bajo. Con frecuencia, esos errores son el resultado de pasar por alto o no estimar correctamente los patrones de la demanda, como los de tendencia, los estacionales o los cíclicos.
- **Errores aleatorios:** el error aleatorio, es el resultado de factores imprevisibles que provocan que el pronóstico se desvíe de la demanda real [13].

Cada estimación realizada, tiene casi siempre variaciones en la distribución de ventas estimadas; se toma en consideración cuatro formas de medir el error pronosticado, se tiene en cuenta los siguiente:

$$e_t = D_t - F_t \quad (3.6)$$

Donde: D_t : Demanda Real

F_t : Demanda Pronosticada

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente se muestra las medidas de error:

Media de la desviación absoluta de los errores del pronóstico

$$\mathbf{MAD} = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} \quad (3.7)$$

Media de los errores de porcentajes absolutos

$$\mathbf{MAPE} = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{D_t} \right| * 100}{n} \quad (3.8)$$

3.2.9 Planificación agregada de la producción

La planeación agregada consiste en el desarrollo de un plan de producción agregado mensual o trimestral, sobre un horizonte de 6 a 12 meses, dicho plan de producción se refiere a líneas o familias de productos. Esta es necesaria cuando la demanda es estacional, es decir, que presenta variaciones de acuerdo a las fluctuaciones de demanda [20].

El plan de ventas y operaciones es útil porque se centra en un curso de acción general que es consecuente con las metas y objetivos estratégicos de la compañía, sin enredarse con demasiados detalles, la cual se basa en tres dimensiones [13].

Familias de productos. - Un grupo de clientes, servicios o productos que tienen requisitos de demanda similares y requisitos comunes de procesamiento, mano de obra y materiales se denomina familia de productos.

Mano de obra. - Las compañías pueden agregar la mano de obra en diversas formas, dependiendo de la flexibilidad de la fuerza de trabajo.

Tiempo. - El horizonte de planificación que abarca un plan de ventas y operaciones típicamente es de un año, aunque puede variar en diferentes situaciones. Para evitar los gastos y el efecto negativo de los cambios frecuentes en las tasas de producción y la fuerza de trabajo, por lo general se realizan ajustes mensuales o trimestrales.

3.2.9.1 Duración del inventario

La duración del inventario también conocida como Días de Inventario es un indicador clave de desempeño (KPI) de demasiada importancia para las empresas que requieren manejar adecuadamente las existencias de productos, el análisis de este dato determinará acciones que les permitirá la optimización de este, tanto para sus resultados financieros como para la satisfacción de sus clientes [21].

$$\text{Duración} = \frac{\text{Inventario Final}}{\text{Ventas Estimadas}} \quad (3.9)$$

3.2.10 Plan Maestro de Producción (MPS)

La programación de la producción permite disgregar la información mensual que proporciona la planificación agregada, semana a semana, ya no por familias, sino por productos. El objetivo debe estar orientado a establecer la mejor asignación y ordenamiento en el tiempo de los

recursos compartidos, considerando restricciones del sistema y algún objetivo de fabricación [22].

Se tiene en cuenta que PINTURAS PRODUTEKN CIA LTDA. maneja una gran variedad de productos como actividad económica, un plan maestro de producción se desarrolla de forma distinta, es decir, se adapta a la actividad de la empresa.

Se presenta el enfoque jerárquico del plan agregado al plan maestro de producción.

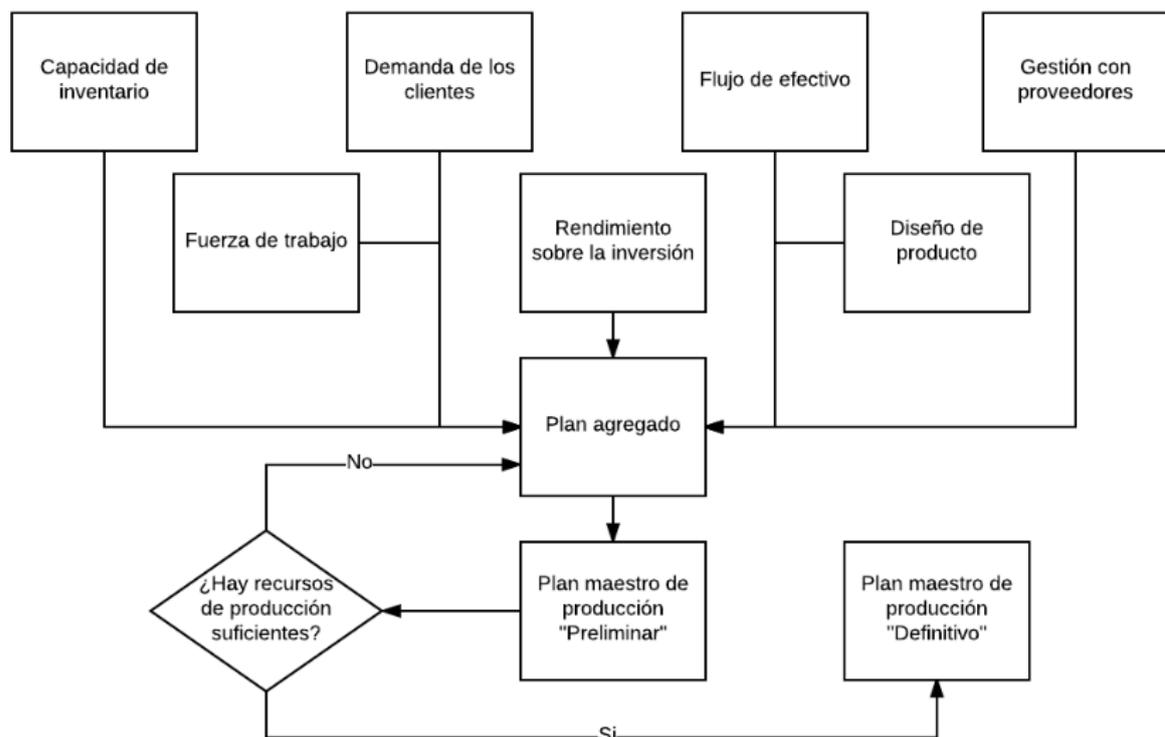


Figura 3.4: Del plan agregado al plan maestro: Enfoque jerárquico [23].

Stock de seguridad: es el inventario extra que se tiene en el almacén para hacer frente a imprevistos relacionados con cambios en la demanda o retrasos de los proveedores. El objetivo de mantener existencias de seguridad es evitar caer en una rotura de stock [24].

Para determinar cuántas unidades se tiene que producir en la empresa PINTURAS PRODUTEKN CIA LTDA. Se tiene la siguiente ecuación.

$$Und. A Producir = Und Pronosticadas + Stock de Seguridad - Inv. Final \quad (3.10)$$

MPS comienza con un pedido de los clientes o un pronóstico de demanda antes de que comience MRP; se convierte en una entrada al sistema. Está diseñado para satisfacer la demanda del mercado, determina la cantidad de cada producto terminado y cuándo se debe producir para cada período futuro dentro del plan de producción.

3.2.11 Interrelaciones funcionales con otras áreas

Cuando se recurre a la planeación de las ventas y de las operaciones, pueden probarse varios escenarios y supuestos a través de una simulación para llegar a un plan agregado que todas las funciones deberán implantar.

Entonces, el sistema de planeación de los recursos empresariales acepta como insumo el plan de la planeación de las ventas y de las operaciones y proyecta las transacciones detalladas (órdenes de trabajo, órdenes de compra, inventarios y pagos) que se requieren para dar apoyo al plan convenido [25].

El proceso de la planeación de las ventas y de las operaciones se basa en una buena interrelación de las áreas que se involucran directamente en la transición de las actividades, la Figura 3.5:Relación planeación de las ventas y operaciones con otras funciones. se muestra las operaciones con otras funciones.

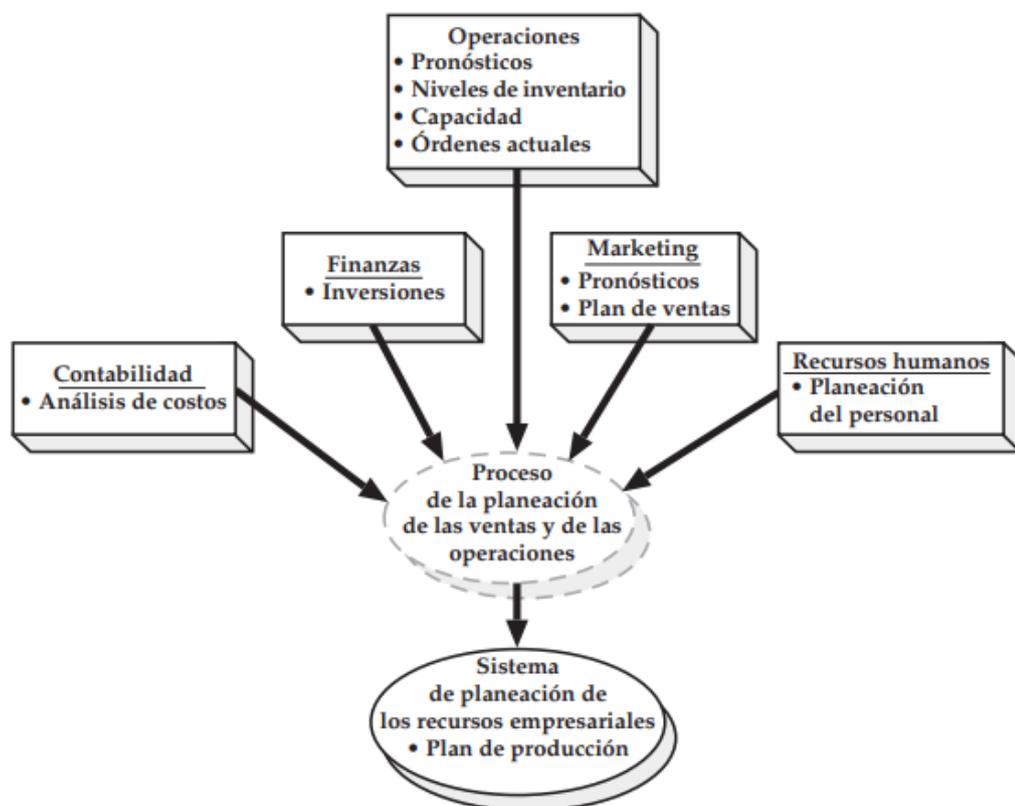


Figura 3.5:Relación planeación de las ventas y operaciones con otras funciones [25].

3.2.12 Plan de requerimientos de materiales (MRP)

Al recurrir con un plan de requerimiento de materiales es necesario elaborar la planeación agregada y los pronósticos de la demanda futura, de estas variables depende la estructuración de un plan de requerimiento de materiales.

El resultado del proceso de explosión de partes consta de dos tipos de órdenes: de compra que van a los proveedores y de trabajo que van a la fábrica; sin embargo, antes de que las órdenes de trabajo se envíen a la fábrica, los planificadores de materiales efectúan una verificación para investigar si se dispone de una capacidad suficiente para fabricar las partes requeridas.

Si tal capacidad está disponible, las órdenes del trabajo se ponen bajo el sistema de control del área de taller. Si la capacidad no está disponible, los planificadores deben hacer un cambio en la capacidad o en el programa maestro a través del bucle de realimentación que se muestra [25].

3.2.12.1 Lista de materiales

La lista de materiales (BOM) (del inglés Bill of materials) es un registro de todos los componentes de un artículo, las relaciones padre-componente y las cantidades de uso derivadas de los diseños de ingeniería y de los procesos [13].

Se tiene en cuenta que, un MRP no siempre se adapta a las necesidades de la empresa, por lo tanto, la elaboración un plan de requerimientos de materiales se adaptará a las circunstancias de la misma. Los datos de entrada para un MRP se visualizan en la Figura 3.6: Datos de entrada para el plan de requerimientos de materiales.



Figura 3.6: Datos de entrada para el plan de requerimientos de materiales [13].

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 METODOLOGÍA

4.1.1 Método

La metodología a plantear busca organizar y planificar la producción, mediante el cálculo de un pronóstico de la demanda ya que a partir de ella se determina cuantas unidades producir y se vincula una matriz de un plan de requerimiento de materiales a fin de evitar la ausencia de materia prima y que por consecuencia la línea de producción no se detenga.

Dicho tema de investigación está aprobado por gerencia, misma que facilita la información necesaria para realizar el estudio.

4.1.1.1 Métodos de Investigación

Método inductivo

Los antecedentes de temas similares tienen resultados positivos, el planteamiento de la demanda independiente en base a un modelo de estimación que se adapta de la variabilidad del mercado vinculada a un plan maestro de producción y la elaboración de una matriz de plan de requerimiento de materiales da como resultado del mejoramiento y optimización de los recursos de la organización estudiada.

4.1.2 Tipos de investigación

4.1.2.1 Investigación descriptiva

PINTURAS PRODUTEKN CIA. LTDA. requiere determinar el método de pronóstico acorde a la realidad del mercado actual, para eso, es necesario el registro de ventas de la línea de productos. determinado el comportamiento de la demanda.

Dicha información tratada se enlaza con la elaboración de un plan de maestro de producción vinculada a el mejoramiento y optimización de los recursos.

4.1.2.2 Investigación exploratoria

El presente proyecto de investigación se expone como investigación exploratoria ya que el diseño de un plan maestro de producción abarca una gran cantidad de cuestiones y el mejoramiento, la optimización de los recursos inciden en base a la actividad organización y planeación de la producción.

4.1.2.3 Investigación bibliográfica – documental

Dicha investigación se sustenta con información bibliográfica – documental, contribuciones científicas en libros, revistas, informes y artículos científicos que ayuden en el desarrollo del presente tema de investigación para la ejecución del objetivo planteado.

4.1.2.4 Investigación de campo

La investigación se desarrolla en campo, ya que es necesario asimilar el proceso de producción que tiene PINTURAS PRODUTEKN CIA. LTDA., así mismo se debe conocer sus líneas de productos, en la cual se escogerá una línea para efecto de estudio y se procede a determinar y concluir los objetivos planteados en el presente tema de investigación.

4.1.3 Técnicas

4.1.3.1 Observación directa

Por medio de la observación se ejecuta el presente tema de investigación.

4.1.3.2 Recolección de información

La recolección de datos se realiza en base a la data que posee el sistema contable World Office, cuyo software se maneja al descargar datos con respecto a la codificación de los productos en base al registro de ventas que se realiza vinculada a el área de facturación. Esta base de datos del registro de ventas contribuye a la elaboración del plan maestro de producción, si mismo, se tabulan los tiempos y cantidad de litros producidos para su respectivo análisis.

De la misma manera se descarga información de los movimientos de los inventarios para el análisis y la elaboración de la matriz del plan de requerimiento de materiales.

4.1.3.3 Procesamiento y análisis de datos

En base a la recolección de datos ya mencionados se procede dar un tratamiento en base a las necesidades del autor y se pone en desarrollo el avance del tema de investigación. Estos datos son analizados y tratados con formulaciones / cálculos necesarios.

4.1.4 Materiales

Es necesario disponer de los siguientes materiales y recursos para el avance progresivo del presente tema de investigación.

Tabla 4.1: Materiales y recursos para el desarrollo de la investigación.

| Materiales y Recursos | |
|---|--|
| Materiales | Descripción |
| <p>Computador</p>  | Equipo utilizado para el desarrollo del tema de investigación, ejecución de cálculos y análisis del proyecto. |
| <p>Celular</p>  | Equipo utilizado para documentar fotografías, documentos e información acerca del tema de investigación. |
| Software | |
| <p>Office</p>  | <p>Paquete de Microsoft como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Word: Elaboración del informe de investigación • Excel: Elaboración de cálculos matemáticos requeridos en el tema de investigación. |
| <p>Sistema Office World</p>  | Software Contable que maneja la empresa Pinturas Produtekn Cia Ltda. A partir de este software se descargarán datos necesarios para analizarlos. |
| <p>Plataformas Bibliográficas</p>  | Fuentes utilizadas como apoyo de investigación. |

4.2 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.2.1 Línea Arquitectónica Massivo

El presente tema de investigación se concentra en la línea arquitectónica Massivo, cuya carta de color se visualiza en el Anexo 2.

Se presenta en la Tabla 4.2 y la Tabla 4.3 cuyos productos son analizados para el cumplimiento de los objetivos planteados.

Tabla 4.2: Colores - Línea Arquitectónica Massivo

| N° | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN |
|----|--------|-------------------------|
| 1 | PBI | MASSIVO BLANCO |
| 2 | PBI020 | MASSIVO BLANCO HUESO |
| 3 | PBI029 | MASSIVO MARFIL |
| 6 | PBI062 | MASSIVO CORAL |
| 5 | PBI039 | MASSIVO TRIGO |
| 7 | PBI028 | MASSIVO DURAZNO |
| 4 | PBI040 | MASSIVO ARENA |
| 8 | PBI034 | MASSIVO MELON |
| 9 | PBI026 | MASSIVO CELESTE |
| 11 | PBI037 | MASSIVO TERRACOTA |
| 12 | PBI027 | MASSIVO TURQUEZA |
| 10 | PBI025 | MASSIVO MANDARINA |
| 13 | PBI059 | MASSIVO FUCSIA |
| 16 | PBI023 | MASSIVO LILA |
| 14 | PBI032 | MASSIVO VERDE CLARO |
| 15 | PBI030 | MASSIVO TAXO |
| 17 | PBI021 | MASSIVO AMARILLO PATITO |
| 19 | PBI711 | MASSIVO VERDE FUCSIA |
| 18 | PBI070 | MASSIVO GRIS |

Tabla 4.3: Bases - Línea Arquitectónica Massivo

| BASES | | |
|-------|-------|----------------|
| - | PBIBT | MASSIVO BASE T |
| - | PBIBI | MASSIVO BASE I |

Objetivo 1: Diagnosticar el estado actual de estimación de ventas en cuanto a la programación de la producción.

4.2.2 Estado actual del diagnóstico de la organización.

PINTURAS PRODUTEKN CIA. LTDA. en el apartado de planificación de la producción trabaja con una programación diaria en base a el pronóstico de ventas trimestrales, es decir, trabaja con el método de media móvil para tres periodos.

En base al diagnóstico se propone el método de pronóstico de serie de tiempos - índices estacionales.

Detalle: Se realiza el estudio comparativo de la línea arquitectónica Masivo, color Blanco y como subcategoría en unidades de Canecas y Galones.

4.2.2.1 Registro de Ventas Año 2021 – 2022

Se realiza el levantamiento de información en base al registro de ventas en el año 2021 y año 2022.

Tabla 4.4: Registro de ventas Año 2021.

| | | | LÍNEA ARQUITECTÓNICA MASSIVO | | | | | | | | | | | |
|--------|-----|-------------------|------------------------------|------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | VENTAS AÑO 2021 | | | | | | | | | | | |
| | | | T1 | | | T2 | | | T3 | | | T4 | | |
| CÓDIGO | UND | DESCRIPCIÓN | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| PBIC | C | MASSIVO BLANCO CN | 519 | 465 | 300 | 423 | 334 | 573 | 595 | 746 | 676 | 585 | 462 | 586 |
| PBIG | G | MASSIVO BLANCO GL | 1150 | 1066 | 817 | 1053 | 969 | 1452 | 1481 | 1817 | 1821 | 1103 | 1626 | 1676 |

Tabla 4.5: Registro de ventas Año 2022.

| | | | LÍNEA ARQUITECTÓNICA MASSIVO | | | | | | | | | | | |
|--------|-----|-------------------|------------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | VENTAS AÑO 2022 | | | | | | | | | | | |
| | | | T1 | | | T2 | | | T3 | | | T4 | | |
| CÓDIGO | UND | DESCRIPCIÓN | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| PBIC | C | MASSIVO BLANCO CN | 646 | 358 | 348 | 520 | 412 | 426 | 446 | 514 | 423 | 494 | 482 | 395 |
| PBIG | G | MASSIVO BLANCO GL | 1862 | 797 | 1108 | 1470 | 1345 | 1263 | 1895 | 1090 | 1041 | 1581 | 1559 | 1785 |

4.2.2.2 Análisis método de pronóstico media móvil para n=3

Se presenta el análisis de estimación que se realiza actualmente en la organización.

Para efecto de estudio comparativo se presenta la Desviación Media Absoluta (MAD) y el Error Porcentual Medio Absoluto (MAPE).

Como sustento del cálculo se detalla en el marco referencial, además, se apoya en la herramienta de Microsoft Excel.

Se dirige a la pestaña “*Datos*”, herramienta análisis de datos y selecciona la opción **Media móvil** como se muestra en la Figura 4.1: Herramienta Excel; Cálculo media móvil.

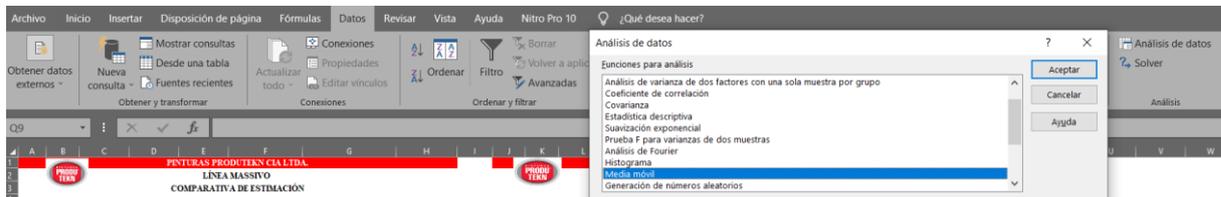


Figura 4.1: Herramienta Excel; Cálculo media móvil.

Posteriormente se llenan los campos en base a el requerimiento del pronóstico como se observa en la Figura 4.2.

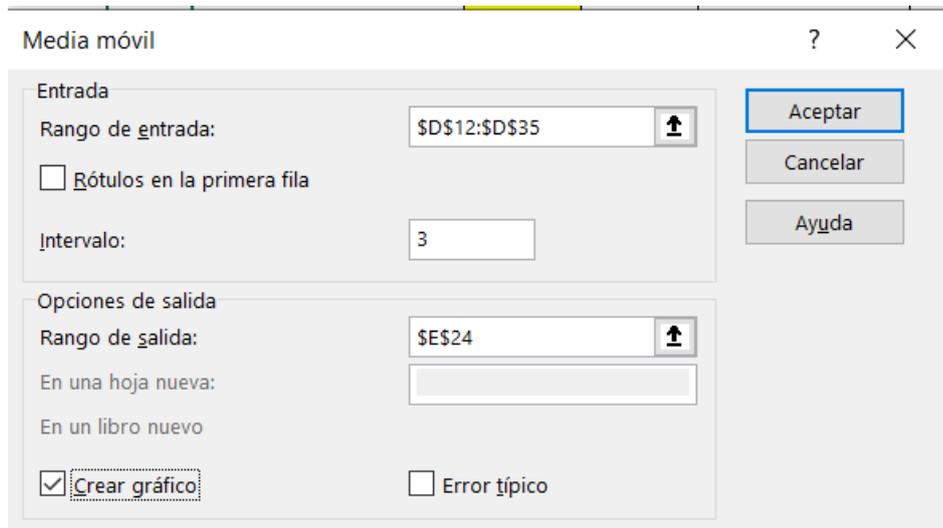


Figura 4.2: Ingreso de datos en los campos de Media Móvil.

- **Rango de entrada:** Selección de los registros de ventas.
- **Intervalos:** Es el número de periodos al realizar la estimación, para el presente estudio $n=3$.
- **Rango salida:** Apartado donde se genera la estimación requerida.

Se activa el cuadro de “crear gráfico” y ACEPTAR.

Como resultado se tiene lo siguiente:

Análisis de la línea Arquitectónica Massivo para el color blanco como subcategoría Caneca.

Tabla 4.6: Cálculo Media Móvil n=3 "CANECA"



PINTURAS PRODUTEKN CIA LTDA.

LÍNEA MASSIVO

COMPARATIVA DE ESTIMACIÓN

CÓDIGO

DESCRIPCIÓN

PBIC

MASSIVO BLANCO CANECA

| | | REGISTRO DE VENTAS | | | |
|----------------|-----|--------------------|------|---------------------------|--------------------------------------|
| | | UND | St+1 | Medidas de Error | |
| | | CN | N=3 | Desviación Media Absoluta | Errores de porcentual Media Absoluta |
| VENTAS AÑO2021 | ENE | 519 | - | | |
| | FEB | 465 | - | | |
| | MAR | 300 | - | | |
| | ABR | 423 | - | | |
| | MAY | 334 | - | | |
| | JUN | 573 | - | | |
| | JUL | 595 | - | | |
| | AGO | 746 | - | | |
| | SEP | 676 | - | | |
| | OCT | 585 | - | | |
| | NOV | 462 | - | | |
| | DIC | 586 | - | | |
| VENTAS AÑO2022 | ENE | 646 | #N/D | | |
| | FEB | 358 | #N/D | | |
| | MAR | 348 | 428 | 128,00 | 42,67% |
| | ABR | 520 | 396 | 27,00 | 6,38% |
| | MAY | 412 | 352 | 18,33 | 5,49% |
| | JUN | 426 | 443 | 129,67 | 22,63% |
| | JUL | 446 | 501 | 94,33 | 15,85% |
| | AGO | 514 | 638 | 108,00 | 14,48% |
| | SEP | 423 | 672 | 3,67 | 0,54% |
| | OCT | 494 | 669 | 84,00 | 14,36% |
| | NOV | 482 | 574 | 112,33 | 24,31% |
| | DIC | 395 | 544 | 41,67 | 7,11% |
| VENTAS AÑO2023 | ENE | | 565 | 81,33 | 12,59% |
| | FEB | | 530 | 172,00 | 48,04% |
| | MAR | | 451 | 102,67 | 29,50% |
| | ABR | | 409 | 111,33 | 21,41% |
| | MAY | | 427 | 14,67 | 3,56% |
| | JUN | | 453 | 26,67 | 6,26% |
| | JUL | | 428 | 18,00 | 4,04% |
| | AGO | | 462 | 52,00 | 10,12% |
| | SEP | | 461 | 38,00 | 8,98% |
| | OCT | | 477 | 17,00 | 3,44% |
| | NOV | | 466 | 15,67 | 3,25% |
| | DIC | | 457 | 62,00 | 15,70% |

Errores de medida de pronóstico para n=3 “CANECA”

Tabla 4.7: Errores de medida para n=3 “CANECA”.

| | |
|------|--------|
| N | 3 |
| MAD | 66,29 |
| MAPE | 14,58% |

Gráfica Media Móvil para n=3 “CANECA”

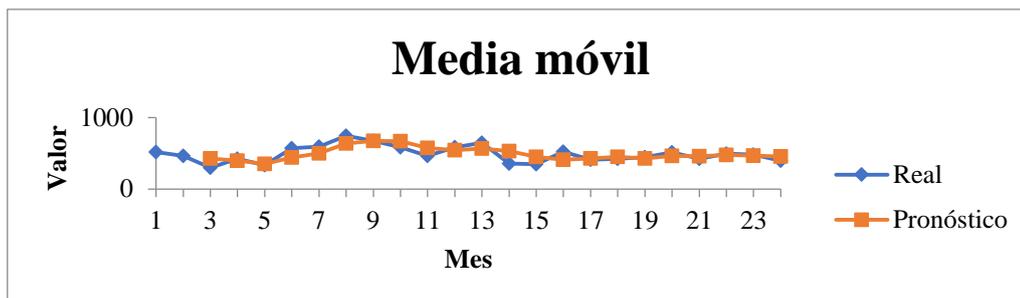


Figura 4.3: Gráfica Media móvil para n=3 "CANECA".

Análisis de la línea Arquitectónica Masivo para el color blanco como subcategoría Galón.

Tabla 4.8: Cálculo Media Móvil n=3 "GALÓN"

| | | PINTURAS PRODU TEK N CIA LTDA. | | | |
|----------------|----------------------|--------------------------------|------|---------------------------|--------------------------------------|
| | | LÍNEA MASSIVO | | | |
| | | COMPARATIVA DE ESTIMACIÓN | | | |
| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | | | | |
| PBIC | MASSIVO BLANCO GALÓN | | | | |
| | | REGISTRO DE VENTAS | | | |
| | | UND | St+1 | Medidas de Error | |
| | | GL | N=3 | Desviación Media Absoluta | Errores de porcentual Media Absoluta |
| VENTAS AÑO2021 | ENE | 1150 | - | | |
| | FEB | 1066 | - | | |
| | MAR | 817 | - | | |
| | ABR | 1053 | - | | |
| | MAY | 969 | - | | |
| | JUN | 1452 | - | | |
| | JUL | 1481 | - | | |
| | AGO | 1817 | - | | |
| | SEP | 1821 | - | | |
| | OCT | 1103 | - | | |
| | NOV | 1626 | - | | |
| | DIC | 1676 | - | | |
| VENTAS AÑO2022 | ENE | 1862 | #N/D | | |
| | FEB | 797 | #N/D | | |
| | MAR | 1108 | 1011 | 194,00 | 23,75% |
| | ABR | 1470 | 979 | 74,33 | 7,06% |
| | MAY | 1345 | 946 | 22,67 | 2,34% |
| | JUN | 1263 | 1158 | 294,00 | 20,25% |
| | JUL | 1895 | 1301 | 180,33 | 12,18% |
| | AGO | 1090 | 1583 | 233,67 | 12,86% |
| | SEP | 1041 | 1706 | 114,67 | 6,30% |
| | OCT | 1581 | 1580 | 477,33 | 43,28% |
| | NOV | 1559 | 1517 | 109,33 | 6,72% |
| | DIC | 1785 | 1468 | 207,67 | 12,39% |
| VENTAS AÑO2023 | ENE | | 1721 | 140,67 | 7,55% |
| | FEB | | 1445 | 648,00 | 81,30% |
| | MAR | | 1256 | 147,67 | 13,33% |
| | ABR | | 1125 | 345,00 | 23,47% |
| | MAY | | 1308 | 37,33 | 2,78% |
| | JUN | | 1359 | 96,33 | 7,63% |
| | JUL | | 1501 | 394,00 | 20,79% |
| | AGO | | 1416 | 326,00 | 29,91% |
| | SEP | | 1342 | 301,00 | 28,91% |
| | OCT | | 1237 | 343,67 | 21,74% |
| | NOV | | 1394 | 165,33 | 10,61% |
| | DIC | | 1642 | 143,33 | 8,03% |

Errores de medida de pronóstico para n=3 “GALÓN”

Tabla 4.9: Errores de medida para n=3 “GALÓN”.

| | |
|------|--------|
| N | 3 |
| MAD | 227,11 |
| MAPE | 18,33% |

Gráfica Media Móvil para n=3 “GALÓN”

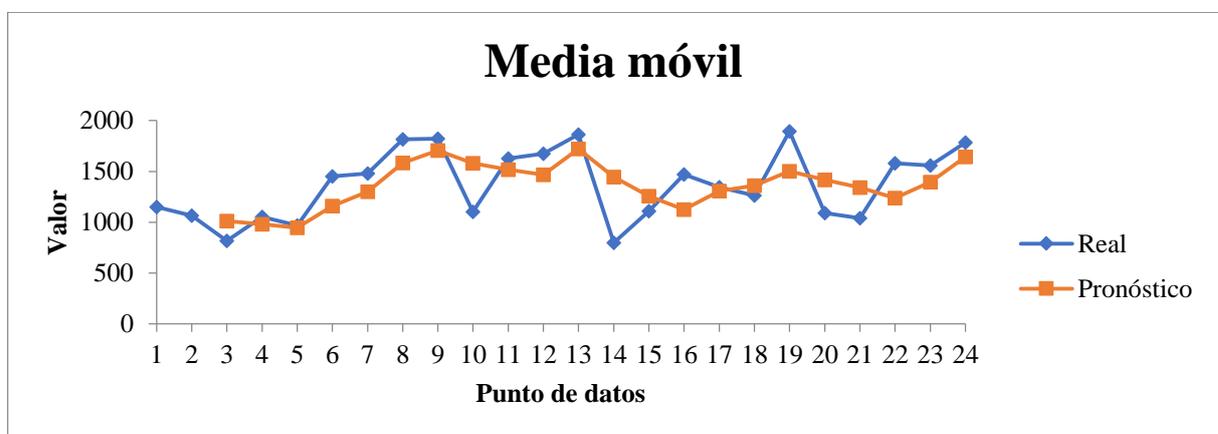


Figura 4.4: Gráfica Media móvil para n=3 "GALÓN".

4.2.2.3 Análisis método de pronóstico serie de tiempos–índices estacionales.

Se presenta el análisis de estimación propuesto, cuya estimación se realiza en cuatro temporadas, es decir cada temporada abarca tres meses.

Para efecto de estudio comparativo se presenta:

- Desviación Media Absoluta (MAD) y el
- Error Porcentual Medio Absoluto (MAPE)

Como sustento del cálculo se detalla en el marco referencial, además, se apoya en la herramienta de Microsoft Excel.

Análisis de la línea Arquitectónica Massivo para el color blanco como subcategoría Caneca.

Tabla 4.10: Estimación Serie de tiempo Trimestral "CANECA".

| | | | PINTURAS PRODUTEKN CIA LTDA. | | | | |
|-----------------|----|-----|--------------------------------------|--------------------|-------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| | | | LÍNEA MASSIVO | | | | |
| | | | COMPARATIVA DE ESTIMACIÓN | | | | |
| CÓDIGO PBIC | | | DESCRIPCIÓN MASSIVO BLANCO CANECA | | | | |
| | | | UND | REGISTRO DE VENTAS | | | |
| | | | CN | Σ Trimestral | St+1 N=4 | Promedio Móvil Centrado | Valor Estacional Específico |
| VENTAS AÑO 2021 | T1 | ENE | 519 | 1284 | | | |
| | | FEB | 465 | | | | |
| | | MAR | 300 | | | | |
| | T2 | ABR | 423 | 1330 | 1566 | | |
| | | MAY | 334 | | | | |
| | | JUN | 573 | | | | |
| | T3 | JUL | 595 | 2017 | 1583 | 1575 | 1,28 |
| | | AGO | 746 | | | | |
| | | SEP | 676 | | | | |
| | T4 | OCT | 585 | 1633 | 1590 | 1587 | 1,03 |
| | | NOV | 462 | | | | |
| | | DIC | 586 | | | | |
| VENTAS AÑO 2022 | T1 | ENE | 646 | 1352 | 1432 | 1511 | 0,89 |
| | | FEB | 358 | | | | |
| | | MAR | 348 | | | | |
| | T2 | ABR | 520 | 1358 | 1366 | 1399 | 0,97 |
| | | MAY | 412 | | | | |
| | | JUN | 426 | | | | |
| | T3 | JUL | 446 | 1383 | | | |
| | | AGO | 514 | | | | |
| | | SEP | 423 | | | | |
| | T4 | OCT | 494 | 1371 | | | |
| | | NOV | 482 | | | | |
| | | DIC | 395 | | | | |
| VENTAS AÑO 2023 | T1 | ENE | | | | | |
| | | FEB | | | | | |
| | | MAR | | | | | |
| | T2 | ABR | | | | | |
| | | MAY | | | | | |
| | | JUN | | | | | |
| | T3 | JUL | | | | | |
| | | AGO | | | | | |
| | | SEP | | | | | |
| | T4 | OCT | | | | | |
| | | NOV | | | | | |
| | | DIC | | | | | |

Índice estacional y Factor de corrección para “CANECA”

Tabla 4.11: Cálculo del índice estacional y Factor de corrección para “CANECA”.

| | | | | |
|-------------------------------------|-----|-------------|-------------------------------------|------|
| ÍNDICE ESTACIONAL ESPECÍFICO | T1 | 0,89 | CORRECCIÓN ÍNDICE ESTACIONAL | 0,86 |
| | T2 | 0,97 | | 0,93 |
| | T3 | 1,28 | | 1,23 |
| | T4 | 1,03 | | 0,99 |
| | SUM | 4,18 | | 4,00 |
| Factor de Corrección | | 0,96 | | |

Análisis de regresión – Ecuación de la recta para “CANECA”

Se obtiene la línea de tendencia como se muestra en la figura a fin de determinar las **a** y **b** de la ecuación de la recta (3.3), como se presenta a continuación:

Tabla 4.12: Cálculo de Serie de Tiempo - Ecuación de la recta CANECA.

$$y = ax + b$$

| | |
|-----------|----------|
| a= | -16,48 |
| b= | 1.540,14 |

| | N° | Periodo | Demanda | Serie Tiempo |
|-------------------|----|---------|---------|--------------|
| VENTAS AÑO2021 | 1 | T1 | 1284 | 1524 |
| | 2 | T2 | 1330 | 1507 |
| | 3 | T3 | 2017 | 1491 |
| | 4 | T4 | 1633 | 1474 |
| VENTAS AÑO2022 | 5 | T1 | 1352 | 1458 |
| | 6 | T2 | 1358 | 1441 |
| | 7 | T3 | 1383 | 1425 |
| | 8 | T4 | 1371 | 1408 |
| VENTAS AÑO2023 | 9 | T1 | | 1392 |
| | 10 | T2 | | 1375 |
| | 11 | T3 | | 1359 |
| | 12 | T4 | | 1342 |

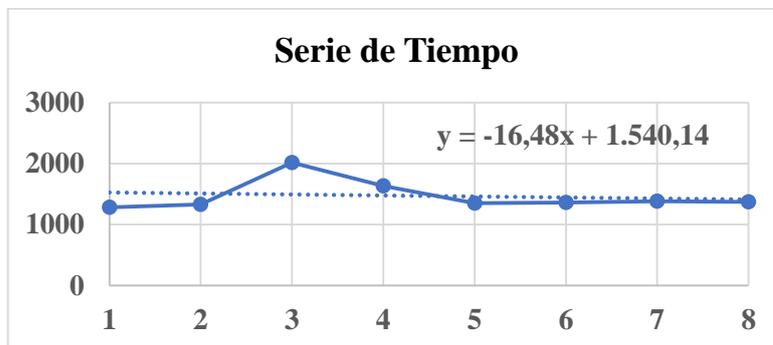


Figura 4.5: Línea de Tendencia - Ecuación de la recta CANECA.

Pronostico trimestral y Errores de medida

Tabla 4.13: Pronóstico 2023 y Errores de Medida CANECA.

| TEMPORADA | VENTAS AÑO 2021 | VENTAS AÑO 2022 | PRONÓSTICO AÑO 2023 | MAD | MAPE |
|-----------|-----------------|-----------------|---------------------|--------|--------|
| T1 | 1284 | 1352 | 1193 | 124,94 | 9,48% |
| T2 | 1330 | 1358 | 1279 | 65,01 | 4,84% |
| T3 | 2017 | 1383 | 1667 | 32,61 | 1,92% |
| T4 | 1633 | 1371 | 1323 | 178,50 | 11,88% |

| N | 4 | Trimestral |
|------|---------------|--------------|
| MAD | 100,26 | 33,42 |
| MAPE | 7,03% | 2,34% |

Gráfica representativa.

Se pone en evidencia la representación gráfica de las ventas 2021, 2022 y el pronóstico 2023.

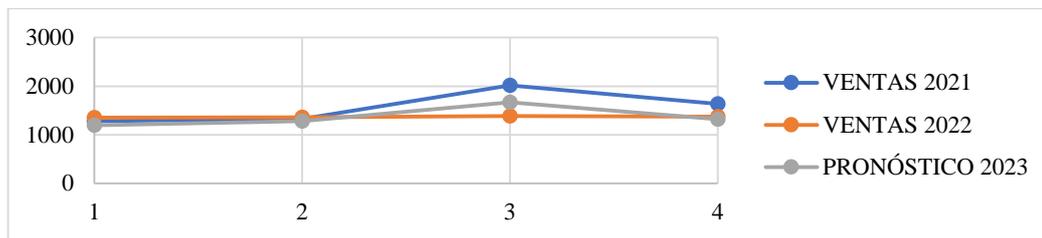


Figura 4.6: Gráfica de ventas y pronóstico CANECA.

Análisis de la línea Arquitectónica Massivo para el color blanco como subcategoría Galón.

Tabla 4.14: Estimación Serie de tiempo Trimestral "GALÓN".

|  PINTURAS PRODUKTEK NIA L.T.A. LÍNEA MASSIVO COMPARATIVA DE ESTIMACIÓN | | | UND | REGISTRO DE VENTAS | | | | | | |
|--|----------------------|-----|------|--------------------|-------------|-------------------------------|-----------------------------------|------|------|------|
| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | | GL | Σ Trimestral | St+1 N=4 | Promedio Móvil Centrado | Valor Estacional Especifico | | | |
| PBIG | MASSIVO BLANCO GALÓN | | | | | | | | | |
| VENTAS AÑO 2021 | T1 | ENE | 1150 | 3033 | 4008 | 4100 | 1,25 | | | |
| | | FEB | 1066 | | | | | | | |
| | | MAR | 817 | | | | | | | |
| | T2 | ABR | 1053 | 3474 | | | | | | |
| | | MAY | 969 | | | | | | | |
| | | JUN | 1452 | | | | | | | |
| | T3 | JUL | 1481 | 5119 | | | | 4191 | | |
| | | AGO | 1817 | | | | | | | |
| | | SEP | 1821 | | | | | | | |
| | T4 | OCT | 1103 | 4405 | | | | 4342 | 4267 | 1,03 |
| | | NOV | 1626 | | | | | | | |
| | | DIC | 1676 | | | | | | | |
| VENTAS AÑO 2022 | T1 | ENE | 1862 | 3767 | 4199 | 4134 | 0,99 | | | |
| | | FEB | 797 | | | | | | | |
| | | MAR | 1108 | | | | | | | |
| | T2 | ABR | 1470 | 4078 | | | | 4026 | | |
| | | MAY | 1345 | | | | | | | |
| | | JUN | 1263 | | | | | | | |
| | T3 | JUL | 1895 | 4026 | | | | 4925 | | |
| | | AGO | 1090 | | | | | | | |
| | | SEP | 1041 | | | | | | | |
| | T4 | OCT | 1581 | 4925 | | | | | | |
| | | NOV | 1559 | | | | | | | |
| | | DIC | 1785 | | | | | | | |
| VENTAS AÑO 2023 | T1 | ENE | | | | | | | | |
| | | FEB | | | | | | | | |
| | | MAR | | | | | | | | |
| | T2 | ABR | | | | | | | | |
| | | MAY | | | | | | | | |
| | | JUN | | | | | | | | |
| | T3 | JUL | | | | | | | | |
| | | AGO | | | | | | | | |
| | | SEP | | | | | | | | |
| | T4 | OCT | | | | | | | | |
| | | NOV | | | | | | | | |
| | | DIC | | | | | | | | |

Índice estacional y Factor de corrección para “GALÓN”

Tabla 4.15: Cálculo del índice estacional y Factor de corrección para “GALÓN”.

| | | | | |
|-------------------------------------|------------|--------------|-------------------------------------|-------------|
| ÍNDICE ESTACIONAL ESPECÍFICO | T1 | 0,90 | CORRECCIÓN ÍNDICE ESTACIONAL | 0,86 |
| | T2 | 0,99 | | 0,95 |
| | T3 | 1,25 | | 1,20 |
| | T4 | 1,03 | | 0,99 |
| | SUM | 4,163 | | 4,00 |
| Factor de Corrección | | 0,96 | | |

Análisis de regresión – Ecuación de la recta para “GALÓN”

Se obtiene la línea de tendencia como se muestra en la figura a fin de determinar las **a** y **b** de la ecuación de la recta (3.3). Como se presenta a continuación:

Tabla 4.16: Cálculo de Serie de Tiempo - Ecuación de la recta GALÓN.

$$y = ax + b$$

| | |
|-----------|----------|
| a= | 145,75 |
| b= | 3.447,50 |

| | Nº | Periodo | Demanda | Serie Tiempo |
|----------------|----|---------|---------|--------------|
| VENTAS AÑO2021 | 1 | T1 | 3033 | 3593 |
| | 2 | T2 | 3474 | 3739 |
| | 3 | T3 | 5119 | 3885 |
| | 4 | T4 | 4405 | 4031 |
| VENTAS AÑO2022 | 5 | T1 | 3767 | 4176 |
| | 6 | T2 | 4078 | 4322 |
| | 7 | T3 | 4026 | 4468 |
| | 8 | T4 | 4925 | 4614 |
| VENTAS AÑO2023 | 9 | T1 | | 4759 |
| | 10 | T2 | | 4905 |
| | 11 | T3 | | 5051 |
| | 12 | T4 | | 5197 |

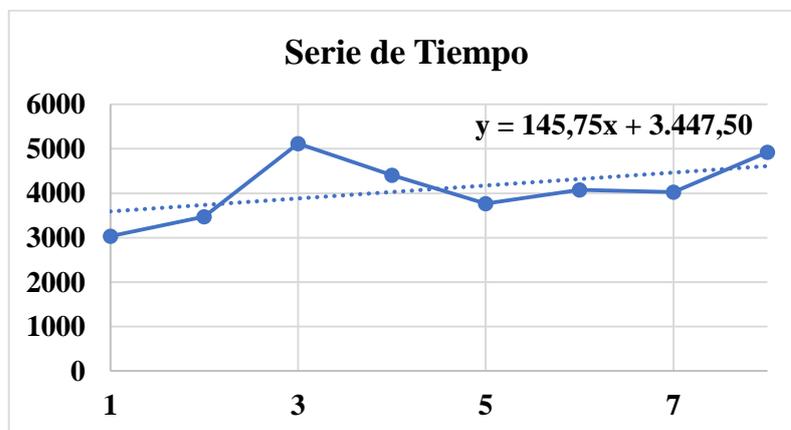


Figura 4.7: Línea de Tendencia - Ecuación de la recta GALÓN.

Pronostico trimestral y Errores de medida

Tabla 4.17: Pronóstico 2023 y Errores de Medida GALÓN.

| TEMPORADA | VENTAS AÑO 2021 | VENTAS AÑO 2022 | PRONÓSTICO AÑO 2023 | MAD | MAPE |
|-----------|-----------------|-----------------|---------------------|---------|---------|
| T1 | 3033 | 3767 | 4096 | 695,73 | -20,46% |
| T2 | 3474 | 4078 | 4649 | 872,83 | -23,12% |
| T3 | 5119 | 4026 | 6060 | 1487,01 | -32,52% |
| T4 | 4405 | 4925 | 5155 | 489,51 | -10,49% |

| | | |
|------|---------|------------|
| N | 4 | Trimestral |
| MAD | 886,27 | 295,42 |
| MAPE | -21,65% | -7,22% |

Gráfica representativa

Se pone en evidencia la representación gráfica de las ventas 2021, ventas 2022 y el pronóstico 2023.

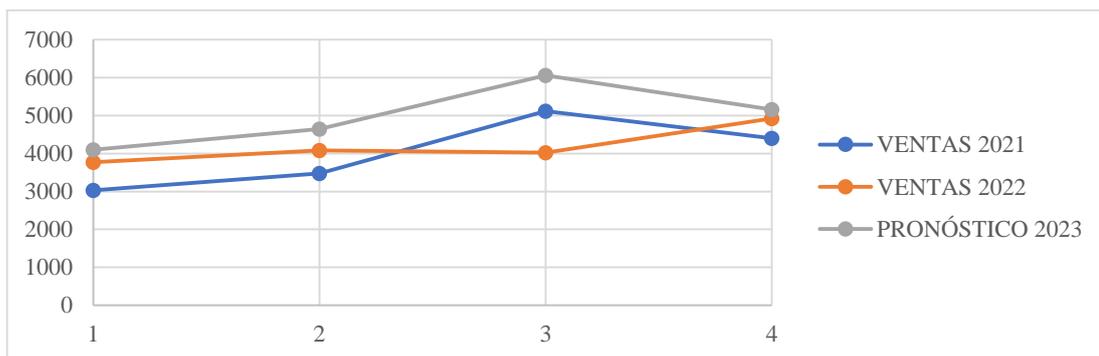


Figura 4.8: Gráfica de ventas y pronóstico GALÓN.

4.2.2.4 Resultado del análisis de los métodos de pronósticos estudiados.

Se realiza una tabla comparativa en base al análisis realizado.

Tabla 4.18: Comparativa de los métodos de pronósticos estudiados.

| Modelos de Pronóstico | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| Media Móvil | Serie Tiempo – Índice Estacional |
| Subcategoría de estudio caneca | |
| MAD es de 66,29 | MAD es de 33,42 |
| MAPE es de 14,58% | MAPE es de 2,34% |

| Subcategoría de estudio galón | |
|--|--------------------------|
| MAD es de 227,11 | MAD es de 295,42 |
| MAPE es de 18,33% | MAPE es de -7,22% |
| <p>Como se evidencia existe una gran variabilidad en cuanto a márgenes de error de estimación, ya sea en la desviación media absoluta MAD o en el Error porcentual media absoluta MAPE por parte del método de pronóstico media móvil.</p> <p>El método serie de tiempo con índice estacional trata de ajustarse a la variabilidad del comportamiento de la demanda, para ello se soporta con los índices de corrección calculados y como resultado el margen de error es relativamente bajo en comparación con el método media móvil.</p> | |

4.2.2.5 Elaboración de MPS

Previamente elaborado el estudio correspondiente, se toma como estimación el método de estimación propuesto, para la elaboración del Plan maestro de producción, para ello se sustenta en base a la ecuación (3.10); como duración del inventario se basa en la ecuación (3.9).

De la misma manera se presenta para efecto de estudio la elaboración de Plan maestro de producción para la línea arquitectónica Massivo color Blanco y como subcategoría Canecas y galones. Se toma como estimación el modelo serie de tiempo – índices estacionales, parte de esta estimación y se añade el stock de seguridad para determinar las unidades que se tiene estimadas a producir en un año.

El tamaño del lote que posee la organización es:

Tabla 4.19: Tamaño de lotes existentes.

| Volumen en litros (L) | 240 | 320 | 480 | 780 | 1600 | 3000 |
|------------------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| | | | | | | |

Nota: La elaboración del plan maestro de producción de toda la línea arquitectónica Massivo se encuentra en los anexos.

4.2.2.6 Síntesis del cálculo de la elaboración MPS anual

Se presenta una matriz base, el lote o tamaño del volumen es de 3000 litros.

Se toma como consideración que en la columna “STOCK INV. INICIAL” son valores que son descargados del sistema World Office en tiempo real.

En la siguiente matriz se define las unidades a producir anualmente.

Tabla 4.20: Matriz Plan Maestro de Producción Anual.

| MATRIZ PLANIFICACIÓN - LÍNEA MASSIVO | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----------------------|------|------|------|------|------------------|--------------------|----------------------------|------------------|-----------------------|
| OBJETIVO: MANTENER UN STOCK EQUILIBRADO ACORDE A LAS VENTAS MENSUALES - TRIMESTRALES | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | STOCK INV. FINAL | 30% |
| LÍNEA ARQUITECTÓNICA MASSIVO ANUAL | | | | | | | | | | | |
| CÓDIGO | UND | DESCRIPCIÓN | 1ER | 2DO | 3ER | 4TO | ESTIMACIÓN ANUAL | STOCK INV. INICIAL | STOCK INV. FINAL SEGURIDAD | TIEMPO DE STOCK | Und. A Producir Anual |
| PBIC | C | MASSIVO BLANCO CANECA | 1193 | 1279 | 1667 | 1323 | 5463 | 200 | 1639 | 0 | 6902 |
| PBIG | G | MASSIVO BLANCO GALON | 4096 | 4649 | 6060 | 5155 | 19959 | 800 | 5988 | 0 | 25146 |

Como se menciona el lote de producción es de volumen 3000 L, a continuación, se presenta la organización y planificación de la producción anual.

Tabla 4.21: Matriz de organización y planificación de la producción anual.

| PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ANUAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------|------|------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|-----------------------|-------------|---------|
| SECCIÓN LITROS | LITROS | LOTE | # T. | T1 | | | | T2 | | | | T3 | | | | T4 | | | | Tot | | |
| | | | | ENE | FEB | MAR | SUB.T | ABR | MAY | JUN | SUB.T | JUL | AGO | SEP | SUB.T | OCT | NOV | DIC | SUB.T | PLANIFICACIÓN # LOTES | CANT LITROS | DESFACE |
| 130652 95178 | 225830 | 3000 | 75 | 5 | 4 | 5 | 14 | 6 | 5 | 6 | 17 | 8 | 8 | 8 | 24 | 7 | 7 | 6 | 20 | 75 | 225000 | -830 |

4.2.2.7 Síntesis del cálculo de la elaboración MPS trimestral

Se presenta una matriz base, el lote o tamaño del volumen es de 3000 L.

Se toma como consideración que en la columna “STOCK INV. INICIAL” son valores que son descargados del sistema World Office en tiempo real.

En la siguiente matriz se define las unidades a producir trimestral.

Tabla 4.22: Matriz Plan Maestro de Producción Trimestral.

| MATRIZ PLANIFICACIÓN - LÍNEA MASSIVO | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----------------------|------|------|------|------|------|--------------------|----------------------------|------------------|-----------------------|
| OBJETIVO: MANTENER UN STOCK EQUILIBRADO ACORDE A LAS VENTAS MENSUALES - TRIMESTRALES | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | STOCK INV. FINAL | 30% |
| LÍNEA ARQUITECTÓNICA MASSIVO TRIMESTRAL | | | | | | | | | | | |
| CÓDIGO | UND | DESCRIPCIÓN | 1ER | 2DO | 3ER | 4TO | 1ER | STOCK INV. INICIAL | STOCK INV. FINAL SEGURIDAD | TIEMPO DE STOCK | Und. A Producir Anual |
| PBIC | C | MASSIVO BLANCO CANECA | 1193 | 1279 | 1667 | 1323 | 1193 | 200 | 358 | 1 | 1351 |
| PBIG | G | MASSIVO BLANCO GALON | 4096 | 4649 | 6060 | 5155 | 4096 | 800 | 1229 | 1 | 4524 |

Como se menciona el lote de producción es de volumen 3000 L, a continuación, se presenta la organización y planificación de la producción trimestral.

Tabla 4.23: Matriz de organización y planificación de la producción trimestral.

| SECCIÓN LITROS | LITROS | LOTE | # T. | PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN TRIMESTRAL | | | | | | | | | | | | PLANIFICACIÓN # LOTES | CANT LITROS | DESFACE | | | | | |
|-------------------|--------|------|------|---|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|--------------------------|----------------|---------|-------|----|-------|------|--|
| | | | | T1 | | | | T2 | | | | T3 | | | | | | | T4 | | | | |
| | | | | ENE | FEB | MAR | SUB.T | ABR | MAY | JUN | SUB.T | JUL | AGO | SEP | SUB.T | OCT | NOV | DIC | SUB.T | | | | |
| 25574 | 42699 | 3000 | 14 | 5 | 4 | 5 | 14 | | | | 0 | | | | 0 | | | | 0 | 14 | 42000 | -699 | |
| 17125 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Donde:

Sección litros: Es la cantidad de litros en base a la demanda de galones y canecas.

Litros: Sumatoria de los litros totales de la demanda de galones y canecas.

#T: Es el número de totales de lotes que se tienen que producir.

Desface: Es la variación en cuanto a la cantidad de litros y lotes producidos.

4.2.2.8 Plan Maestro de Producción

El Plan Maestro de producción Anual y Trimestral se visualiza en el **Anexo 3** y **Anexo 4** del presente documento.

En la siguiente Tabla 4.24 se detallan los índices de corrección promediados de la línea arquitectónica Masivo, donde, los índices de corrección son aplicados en la tabulación de los movimientos del inventario 2021 y 2022.

Tabla 4.24: Índice de corrección de la línea arquitectónica Masivo.

| ÍNDICES DE CORRECCIÓN | T1 | T2 | T3 | T4 |
|-----------------------|----|------|------|------|
| | | 0,77 | 0,89 | 1,23 |

Objetivo 2: Identificar los tiempos operacionales mediante el sistema de suplementos de descanso para la obtención del costo mano de obra por línea de producto.

4.2.3 Tiempos Operacionales

Para el cumplimiento del presente objetivo se analiza la toma de tiempos registrados por el área de producción.

Los tiempos registrados parten del proceso de producción, donde, interviene la mano de obra directa.

4.2.3.1 Tiempos cronometrados

Se resalta que dicha Tabla 4.25 es la toma de tiempos cronometrados del año 2022 de la fecha febrero a octubre, cuyo análisis parte de un promedio del estudio de la línea arquitectónica Masivo; se realiza un respectivo tratamiento.

Se procede a eliminar tiempos que rompe la variación de los tiempos, o cuyos tiempos que se encuentran incompletos.

Tabla 4.25: Tiempos registrados. Por Dto. Producción.

| Fecha | Producto | Vol. | Total, pesado | Total, etiquetado | Total, envasado | Total, Empaquetado | Total, Inicio - fin mezcla | Total, lote producido |
|-----------|----------|------|---------------|-------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|-----------------------|
| | | | h:mm: ss. | | | | | |
| 11/2/2022 | PBI020 | 240 | 0:22:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:14:00 | 0:36:00 |
| 11/2/2022 | PBI033 | 240 | 0:24:00 | 0:05:00 | 0:15:00 | 0:15:00 | 0:22:00 | 1:21:00 |
| 11/2/2022 | PBI026 | 480 | 0:28:00 | 0:11:00 | 0:32:00 | 0:32:00 | 0:30:00 | 2:13:00 |
| 11/2/2022 | PBI027 | 240 | 0:18:00 | 0:00:00 | 0:24:00 | 0:24:00 | 0:18:00 | 1:24:00 |
| 11/2/2022 | PBI025 | 240 | 0:16:00 | 0:00:00 | 0:30:00 | 0:30:00 | 0:52:00 | 2:08:00 |
| 11/2/2022 | PBI006 | 240 | 0:30:00 | 0:06:00 | 0:19:00 | 0:19:00 | 0:46:00 | 2:00:00 |
| 15/2/2022 | PBI039 | 480 | 0:17:00 | 0:13:00 | 0:32:00 | 0:32:00 | 1:05:00 | 2:39:00 |
| 15/2/2022 | PBI020 | 1600 | 0:24:00 | 0:34:00 | 2:30:00 | 2:30:00 | 1:05:00 | 7:03:00 |
| 17/2/2022 | PBI032 | 480 | 0:19:00 | 0:12:00 | 0:25:00 | 0:25:00 | 0:35:00 | 1:56:00 |
| 18/2/2022 | PBI000 | 4542 | 1:00:00 | 1:40:00 | 3:45:00 | 3:45:00 | 2:34:00 | 12:44:00 |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . |

A partir de los tiempos registrados se obtiene un promedio teniendo como resultado la siguiente Tabla 4.26.

Tabla 4.26: Promedio Tiempos Totales cronometrados.

| Fecha | Producto | Vol. | Pesado | Etiquetado | Envasado | Empaquetado | Inicio - fin mezcla | Lote producido |
|-------|-----------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|----------------|
| | | | | | | | | |
| | | . | . | . | . | . | . | . |
| | | . | . | . | . | . | . | . |
| | | . | . | . | . | . | . | . |
| | Promedio | 783 | 0:26:24 | 0:27:26 | 0:45:48 | 0:45:48 | 0:40:17 | 3:05:43 |

En base a los tiempos cronometrados se realiza una línea de secuencia de proceso, en base a los tiempos promedios tabulados.

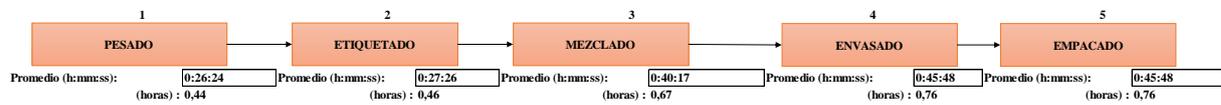


Figura 4.9: Línea de secuencia de proceso.

Para el análisis de los tiempos operacionales se realiza una tabla de factor de conversión, los tiempos tomados se convierten en horas, en la siguiente tabla se visualiza la conversión de estas unidades de tiempo a horas.

Tabla 4.27: Conversión de unidades de tiempo a horas

| FACTOR DE CONVERSIÓN | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------------|----|-------------|----|-------------|----|-------------|----|-------------|--------------|-------------|
| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | Tiempo Total | |
| - | h | - | h | - | h | - | h | - | h | - | h |
| 26 | mi | 27 | mi | 40 | mi | 45 | mi | 45 | mi | 5 | mi |
| n | 0,43 | n | 0,45 | n | 0,67 | n | 0,75 | n | 0,75 | n | 0,08 |
| 24 | s | 26 | s | 17 | s | 48 | s | 48 | s | 43 | s |
| | 0,01 | | 0,01 | | 0,00 | | 0,01 | | 0,01 | | 0,01 |
| | 0,44 | | 0,46 | | 0,67 | | 0,76 | | 0,76 | | 3,10 |
| | h | | h | | h | | h | | h | | h |

Por lo tanto, se tiene como promedio general de la línea arquitectónica Masivo **782.63 litros** de producción en un **tiempo promedio de 03:05:43**; en base a estos tiempos se tabulan los tiempos suplementarios.

4.2.3.2 Tiempo normal

El tiempo de valoración es asignado como valoración de un rendimiento del 70% por parte del jefe Técnico, encargado de la supervisión del área de producción y aseguramiento de la calidad. Se tiene como ecuación a utilizar:

$$T_n = T_p * FV \quad (4.1)$$

Donde: **Tn:** Tiempo normal

Tp: Tiempo promedio

FV: Factor de valoración

4.2.3.3 Tiempos suplementarios

Para el cálculo de este tiempo suplementario se realiza en base al puesto de trabajo, estas son: Pesado, Etiquetado, Mezclado, Envasado y Empaquetado. Se asigna valoraciones de porcentaje en base a Anexo 5.

Se trabaja con la siguiente ecuación:

$$T_t = T_n * (1 + \text{Suplemento}) \quad (4.2)$$

Donde: **Tt:** Tiempo suplementario

Tn: Tiempo normal

Suplemento: Porcentaje de Valoración

Asignación de porcentajes de suplemento por puesto de trabajo

Tabla 4.28: Valoración de tiempo suplementario "Pesado"

| Valoración | | Puesto de trabajo |
|-------------------------|------------|---|
| | | Pesado |
| Pesado | |  |
| Trabajo de pie | 2% | |
| Incómoda | 2% | |
| Peso levantado > 33,5kg | 22% | |
| | 26% | |

Tabla 4.29: Valoración de tiempo suplementario "Etiquetado"

| Valoración | Puesto de trabajo | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|--|----------------|----|----------|----|-----------------------|-----|--|------------|--|
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Etiquetado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trabajo de pie</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Incómoda</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Peso levantado 22,5kg</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15%</td> </tr> </tbody> </table> | Etiquetado | | Trabajo de pie | 2% | Incómoda | 2% | Peso levantado 22,5kg | 11% | | 15% | <p>Etiquetado</p>  |
| Etiquetado | | | | | | | | | | | |
| Trabajo de pie | 2% | | | | | | | | | | |
| Incómoda | 2% | | | | | | | | | | |
| Peso levantado 22,5kg | 11% | | | | | | | | | | |
| | 15% | | | | | | | | | | |

Tabla 4.30: Valoración de tiempo suplementario "Mezclado"

| Valoración | Puesto de trabajo | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|--|----------------|----|----------|----|-------------------------|-----|--|------------|---|
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Mezclado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trabajo de pie</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Incómoda</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Peso levantado > 33,5kg</td> <td>22%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>26%</td> </tr> </tbody> </table> | Mezclado | | Trabajo de pie | 2% | Incómoda | 2% | Peso levantado > 33,5kg | 22% | | 26% | <p>Mezclado</p>  |
| Mezclado | | | | | | | | | | | |
| Trabajo de pie | 2% | | | | | | | | | | |
| Incómoda | 2% | | | | | | | | | | |
| Peso levantado > 33,5kg | 22% | | | | | | | | | | |
| | 26% | | | | | | | | | | |

Tabla 4.31: Valoración de tiempo suplementario "Envasado"

| Valoración | Puesto de trabajo | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|--|----------------|----|----------|----|---------------------|-----|--|------------|---|
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Envasado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trabajo de pie</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Incómoda</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Peso levantado 25kg</td> <td>13%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>17%</td> </tr> </tbody> </table> | Envasado | | Trabajo de pie | 2% | Incómoda | 2% | Peso levantado 25kg | 13% | | 17% | <p>Envasado</p>  |
| Envasado | | | | | | | | | | | |
| Trabajo de pie | 2% | | | | | | | | | | |
| Incómoda | 2% | | | | | | | | | | |
| Peso levantado 25kg | 13% | | | | | | | | | | |
| | 17% | | | | | | | | | | |

Tabla 4.32: Valoración de tiempo suplementario "Empaquetado"

| Valoración | | Puesto de trabajo | | | | | | | | | | |
|--|------------|-------------------|--|----------------|----|--------------|----|---------------------|----|--|------------|---|
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Empaquetado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trabajo de pie</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Muy Incómoda</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>Peso levantado 20Kg</td> <td>9%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>18%</td> </tr> </tbody> </table> | | Empaquetado | | Trabajo de pie | 2% | Muy Incómoda | 7% | Peso levantado 20Kg | 9% | | 18% | <p>Empaquetado</p>  |
| Empaquetado | | | | | | | | | | | | |
| Trabajo de pie | 2% | | | | | | | | | | | |
| Muy Incómoda | 7% | | | | | | | | | | | |
| Peso levantado 20Kg | 9% | | | | | | | | | | | |
| | 18% | | | | | | | | | | | |

En base a las observaciones del puesto de trabajo se asigna las valoraciones correspondientes para el cálculo de los tiempos por tiempo suplemento de descanso.

4.2.3.4 Tiempo concedido total

Se calcula la frecuencia del movimiento o las personas que están incluidas en ese apartado del proceso. Se apoya en la siguiente ecuación:

$$T_{tc} = T_t * \text{Frecuencia} \quad (4.3)$$

Donde: T_{tc} : Tiempo concedido total.

T_t : Tiempo suplemento

Frecuencia: Repetividad del proceso o movimiento.

4.2.3.5 Síntesis del cálculo de tiempos suplementarios

Previamente realizado los cálculos anteriores, se tiene la siguiente tabla:

Tabla 4.33: Síntesis - Análisis de los tiempos suplementarios por descanso.

| Actividades | Te | Tn | Tt | Personas | Tc |
|------------------------|-------------|------|------|----------|------|
| Pesado | 0,44 | 0,31 | 0,39 | 1 | 0,39 |
| Etiquetado | 0,46 | 0,32 | 0,37 | 1 | 0,37 |
| Mezclado | 0,67 | 0,47 | 0,59 | 2 | 1,18 |
| Envasado | 0,76 | 0,53 | 0,63 | 1 | 0,63 |
| Empaquetado | 0,76 | 0,53 | 0,63 | 1 | 0,63 |
| Tiempo Promedio | 3,10 | | | 6 | |

| | | |
|------------------------|---------------|----------|
| Tiempo Estándar | 3,20 | h |
| Producción | 782,63 | L |

Por lo tanto, se tiene, para la elaboración de **782.63 litros** de producción es necesario **3.20 horas** de una jornada laboral en la línea arquitectónica Masivo.

4.2.3.6 Análisis del tiempo de ciclo.

Para la obtención del costo de la mano de obra directa, se apoya en la obtención del tiempo de ciclo en base a la cronología de datos proporcionados por el departamento de producción.

Esta información refleja los lotes producidos por día, mes y año, refleja la cantidad de litros producidos respectivamente.

Tabla 4.34: Estadística de producción.

| N | Fecha Cierre | Cantidad | Meta | Mínimo | Lotes |
|----------|---------------------|-----------------|-------------|---------------|--------------|
| · | · | · | · | · | · |
| · | · | · | · | · | · |
| · | · | · | · | · | · |
| 561 | 8-dic-22 | 9.531,85 | 8000 | 6000 | 7 |
| 562 | 9-dic-22 | 8.749,51 | 8000 | 6000 | 10 |
| 563 | 14-dic-22 | 3.999,95 | 8000 | 6000 | 8 |
| 564 | 15-dic-22 | 8.980,29 | 8000 | 6000 | 7 |
| 565 | 16-dic-22 | 4.832,80 | 8000 | 6000 | 5 |
| 566 | 19-dic-22 | 2.634,02 | 8000 | 6000 | 4 |
| 567 | 20-dic-22 | 8.252,30 | 8000 | 6000 | 7 |
| 568 | 21-dic-22 | 7.107,10 | 8000 | 6000 | 6 |
| 569 | 22-dic-22 | 3.205,96 | 8000 | 6000 | 5 |
| 569 | 23-dic-22 | 8.744,73 | 8000 | 6000 | 9 |
| 569 | 29-dic-22 | 10.221,44 | 8000 | 6000 | 7 |
| 569 | 30-dic-22 | 8.409,26 | 8000 | 6000 | 8 |

Se visualiza en la Tabla 4.34: Estadística de producción., para sintetizar la información se analiza los siguientes aspectos:

- Litros producidos por cada día, mes, días laborados y
- El número de lotes producidos.

Tratamiento de datos

Se traban los datos de producción, se obtiene la cantidad de producción, el número de lotes producidos, y los días laborados por mes y año. Como se representa en la siguiente **¡Error! No e encuentra el origen de la referencia.**

Análisis 2021 y 2022

Mediante la ecuación (4.4), se obtiene el tiempo de ciclo diaria, para el cálculo mensual y anual se realiza la conversión de unidades según el requerimiento del estudio.

$$T_c = \frac{\text{Tiempo de producción}}{\text{Producción Total}} \quad (4.4)$$

En base a los datos obtenidos, se procede a realizar el cálculo, para la obtención del tiempo de ciclo por cada mes, por el año de estudio, se observa la siguiente Tabla 4.35: Cronología de Producción año 2021 - 2022

Tabla 4.35: Cronología de Producción año 2021 - 2022

| CRONOLOGÍA DE PRODUCCIÓN | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|
| PRIMER SEMESTRE | | | | | | |
| Etiquetas de fila | ENE | | FEB | | MAR | |
| | Suma de Cantidad | Suma de Lotes | Suma de Cantidad | Suma de Lotes | Suma de Cantidad | Suma de Lotes |
| 2021 | 145.897,83 | 233 | 128.950,16 | 226 | 141.240,85 | 246 |
| 2022 | 153.146,58 | 251 | 101.736,68 | 168 | 114.290,50 | 164 |
| Total general | 299.044,42 | 484 | 230.686,85 | 394 | 255.531,35 | 410 |
| Etiquetas de fila | ABR | | MAY | | JUN | |
| | Suma de Cantidad | Suma de Lotes | Suma de Cantidad | Suma de Lotes | Suma de Cantidad | Suma de Lotes |
| 2021 | 95.589,72 | 170 | 99.888,06 | 190 | 145.140,80 | 233 |
| 2022 | 101.184,27 | 199 | 152.875,68 | 216 | 138.398,36 | 167 |
| Total general | 196.773,99 | 369 | 252.763,74 | 406 | 283.539,16 | 400 |

(a)

| SEGUNDO SEMESTRE | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
| Etiquetas de fila | JUL | | AGO | | SEP | |
| | Suma de Cantidad | Suma de Lotes | Suma de Cantidad | Suma de Lotes | Suma de Cantidad | Suma de Lotes |
| 2021 | 165.062,51 | 266 | 174.501,18 | 255 | 207.587,22 | 277 |
| 2022 | 165.056,84 | 236 | 120.772,27 | 204 | 160.910,09 | 247 |
| Total general | 330.119,35 | 502 | 295.273,45 | 459 | 368.497,31 | 524 |
| Etiquetas de fila | OCT | | NOV | | DIC | |
| | Suma de Cantidad | Suma de Lotes | Suma de Cantidad | Suma de Lotes | Suma de Cantidad | Suma de Lotes |
| 2021 | 125.049,01 | 202 | 146.427,39 | 211 | 145.505,73 | 199 |
| 2022 | 95.022,61 | 144 | 122.386,38 | 205 | 119.620,10 | 132 |
| Total general | 220.071,62 | 346 | 268.813,76 | 416 | 265.125,83 | 331 |

(b)

| Etiquetas de fila | Total Suma de Cantidad | Total Suma de Lotes |
|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 2021 | 1.720.840,47 | 2708 |
| 2022 | 1.545.400,35 | 2333 |
| Total general | 3.266.240,82 | 5041 |

(c)

Tabla 4.36: Análisis de Tiempo de Ciclo 2021 -2022.

| ANÁLISIS TIEMPO DE CICLO - MANO OBRA | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Análisis 2021 | | | | | | | | | | | | | |
| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago. | Sep. | Oct | Nov | Dic | Promedio |
| Litros mensuales (L) | 145.897,83 | 128.950,16 | 141.240,85 | 95.589,72 | 99.888,06 | 145.140,80 | 165.062,51 | 174.501,18 | 207.587,22 | 125.049,01 | 146.427,39 | 145.505,73 | 143.403,37 |
| Días laborados | 18 | 17 | 23 | 20 | 19 | 22 | 21 | 21 | 22 | 20 | 20 | 18 | 20 |
| Total de lotes | 233 | 226 | 246 | 170 | 190 | 233 | 266 | 255 | 277 | 202 | 211 | 199 | 226 |
| Relación lotes/día | 12,94 | 13,29 | 10,70 | 8,50 | 10,00 | 10,59 | 12,67 | 12,14 | 12,59 | 10,10 | 10,55 | 11,06 | 11 |
| TC (min/L) | 0,0592 | 0,0633 | 0,0782 | 0,1004 | 0,0913 | 0,0728 | 0,0611 | 0,0578 | 0,0509 | 0,0768 | 0,0656 | 0,0594 | 0,0697 |
| TC (h/L) | 0,0010 | 0,0011 | 0,0013 | 0,0017 | 0,0015 | 0,0012 | 0,0010 | 0,0010 | 0,0008 | 0,0013 | 0,0011 | 0,0010 | 0,0012 |
| Annual 2021 | | | | | | | | | | | | | |
| Σ | | | min | | L | | | | | | | | |
| Demanda anual (L) | 1720840,5 | | | | 480 | | x | | | | | | |
| Días laborados | 241 | | 0,067 | | 1 | | | | | | | | |
| Total de lotes | 2708 | | | | | | | | | | | | |
| TC (min/L) | TC | 0,067 | min/L | 1 Turno T | | 7.140,42 | | Litros | | | | | |
| TC (h/L) | TC | 0,0011 | h/L | | | | | | | | | | |
| Análisis 2022 | | | | | | | | | | | | | |
| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago. | Sep. | Oct | Nov | Dic | Promedio |
| Litros mensuales (L) | 153.146,58 | 101.736,68 | 114.290,50 | 101.184,27 | 152.875,68 | 138.398,36 | 165.056,84 | 120.772,27 | 160.910,09 | 95.022,61 | 122.386,38 | 119.620,10 | 128.783,36 |
| Días laborados | 21 | 17 | 20 | 20 | 20 | 17 | 23 | 22 | 22 | 14 | 19 | 18 | 19 |
| Total de lotes | 251 | 168 | 164 | 199 | 216 | 167 | 236 | 204 | 247 | 144 | 205 | 132 | 194 |
| Relación lotes/día | 11,95 | 9,88 | 8,20 | 9,95 | 10,80 | 9,82 | 10,26 | 9,27 | 11,23 | 10,29 | 10,79 | 7,33 | 10 |
| TC (min/L) | 0,0658 | 0,0802 | 0,0840 | 0,0949 | 0,0628 | 0,0590 | 0,0669 | 0,0874 | 0,0656 | 0,0707 | 0,0745 | 0,0722 | 0,0737 |
| TC (h/L) | 0,0011 | 0,0013 | 0,0014 | 0,0016 | 0,0010 | 0,0010 | 0,0011 | 0,0015 | 0,0011 | 0,0012 | 0,0012 | 0,0010 | 0,0012 |
| Annual 2022 | | | | | | | | | | | | | |
| Σ | 1545400,4 | | min | | L | | | | | | | | |
| Demanda anual (L) | 233 | | 480 | | x | | | | | | | | |
| Días laborados | 2333 | | 0,072 | | 1 | | | | | | | | |
| Total de lotes | | | | | | | | | | | | | |
| TC (min/L) | TC | 0,072 | min/L | 1 Turno T | | 6.632,62 | | Litros | | | | | |
| TC (h/L) | TC | 0,0012 | h/L | | | | | | | | | | |

4.2.3.7 Síntesis del análisis de tiempo 2021 y 2022

Como se observa en la Tabla 4.36 para el año 2021 se tiene un tiempo de ciclo de 0,067 minutos por litro de producción, como resultado se obtiene 7.140,12 litros por jornada laboral en base a la demanda anual en el año de estudio.

Para el año 2022 se tiene un tiempo de ciclo 0,072 minutos por litro de producción, como resultado se obtiene 6.632,62 litros por jornada laboral.

Por lo tanto, se evidencia en la Figura 4.10 existe una reducción de litros producidos al comparar el año 2021 al año 2022, por consecuencia el tiempo de ciclo aumenta.

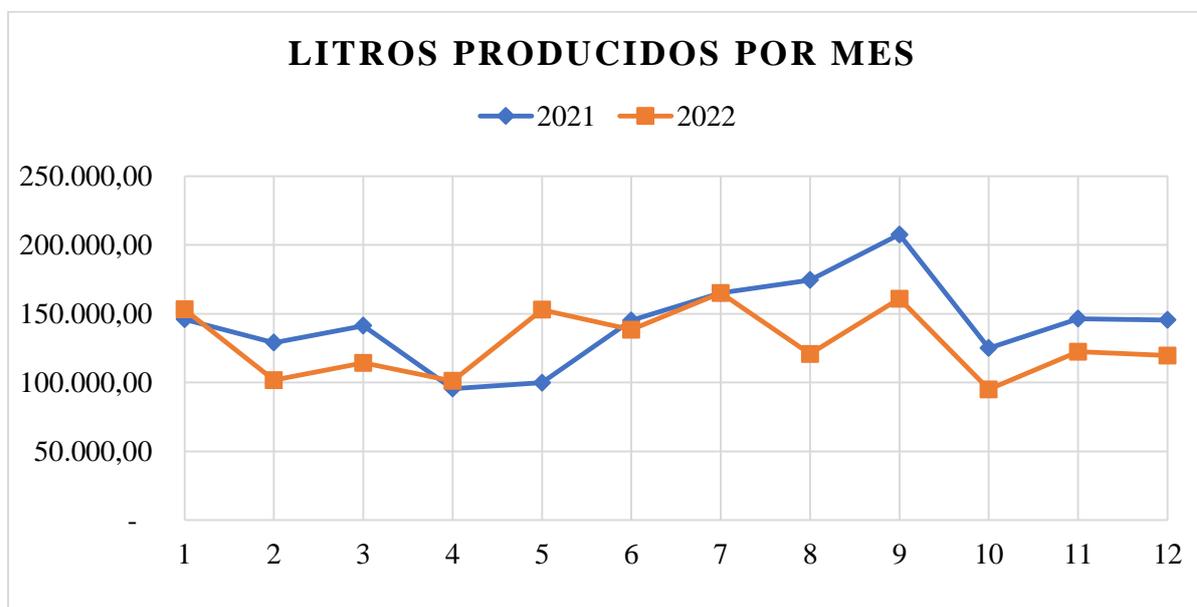


Figura 4.10: Diagrama de dispersión; Litros producidos año 2021 - 2022.

4.2.3.8 Cálculo de la mano de obra directa

Se evidencia que existe una variación en el tiempo de ciclo y la producción de litros por jornada laboral en comparación con el año 2021 y año 2022, por consiguiente, se obtiene un promedio en base a los resultados obtenidos, se tiene los siguiente:

Tabla 4.37: Promedio del análisis de TC.

| | | |
|------------------------|----------|-------------------|
| PROMEDIO DE PRODUCCIÓN | 6.886,52 | L / Turno trabajo |
| TC PROMEDIO | 0,0698 | min / L |

Con estos datos promediados, se procede a calcular la mano de obra directa, a fin de determinar cuál es el valor del costo del litro de producción.

En base a la información proporcionada por el departamento de Finanzas se tabulan los sueldos, se parte de la obtención del tiempo de ciclo y la cantidad de litros producidos en una jornada laboral.

En la siguiente Tabla 4.38: Cálculo de la mano de obra directa. se representa el cálculo respectivo.

Tabla 4.38: Cálculo de la mano de obra directa.

| MANO DE OBRA DIRECTA | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|--------------------|----------------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|------------------|
| N.º | OPERARIOS | S.B.U | Más Atribuciones 25% | Costo por Semana | Costo por Día | Costo por Hora | Costo Por Turno Trabajo | | |
| 1 | Pesado | \$ 600,00 | \$ 750,00 | \$ 187,50 | \$ 37,50 | \$ 4,69 | \$ 37,50 | \$ 7,03 | \$ 56,25 |
| 2 | Etiquetado | \$ 425,00 | \$ 531,25 | \$ 132,81 | \$ 26,56 | \$ 3,32 | \$ 26,56 | \$ 4,98 | \$ 39,84 |
| 3 | Mezclado | \$ 660,00 | \$ 825,00 | \$ 206,25 | \$ 41,25 | \$ 5,16 | \$ 41,25 | \$ 7,73 | \$ 61,88 |
| 4 | Mezclado | \$ 425,00 | \$ 531,25 | \$ 132,81 | \$ 26,56 | \$ 3,32 | \$ 26,56 | \$ 4,98 | \$ 39,84 |
| 5 | Envasado | \$ 500,00 | \$ 625,00 | \$ 156,25 | \$ 31,25 | \$ 3,91 | \$ 31,25 | \$ 5,86 | \$ 46,88 |
| 6 | Empaquetado | \$ 425,00 | \$ 531,25 | \$ 132,81 | \$ 26,56 | \$ 3,32 | \$ 26,56 | \$ 4,98 | \$ 39,84 |
| TOTAL | | \$ 3.035,00 | \$ 3.793,75 | \$ 948,44 | \$ 189,69 | \$ 23,71 | \$ 189,69 | \$ 35,57 | \$ 284,53 |

| | |
|----------------------------------|-----------------|
| Costo (L / Turno Trabajo) | \$ 36,30 |
| Costo por Litro | \$ 0,22 |

| | |
|----------------------------------|-----------------|
| Costo (L / Turno Trabajo) | \$ 24,20 |
| Costo por Litro | \$ 0,33 |

4.2.3.9 Resultados del análisis del tiempo de ciclo y mano de obra

Los resultados obtenidos en base al cálculo del tiempo de ciclo reflejan que, el costo de litro de producción donde interviene únicamente la mano de obra directa tiene como costo de \$ 0,22 por cada litro producido, de igual manera el resultado de una hora extraordinaria tiene como resultado de \$ 0,33 por cada litro producido.

Por lo tanto, si se requiere llegar a una disminución del costo unitario de producción, es necesario reducir el tiempo de ciclo y de la misma manera aumentar la cantidad de litro de producción.

Objetivo 3: Diseñar una matriz de un Plan de Requerimiento de Materiales mediante las fichas técnicas de las ordenes de producción.

4.2.4 Matriz de un Plan de Requerimiento de Materiales

El plan de requerimiento de materiales este arraigado con el plan maestro de producción, es decir, con el pronóstico elaborado de la línea arquitectónica Masivo y el tiempo estimado de producción se realiza una matriz de requerimiento de materiales e insumos según la ficha técnica de la orden de producción que es realizada por parte de la programación de la producción.

4.2.4.1 Lista de materiales y precios

Esta lista de materiales e insumos se clasifica en base a la siguiente categoría con su respectivo precio.

Tabla 4.39: Lista de materiales en general con su precio.

| CLASIFICACION | PRODUCTO | PRECIO \$ |
|-----------------|---|-----------|
| BASES DE CARTÓN | BASE DE CARTÓN GALÓN | 0,16 |
| BASES DE CARTÓN | BASE DE CARTÓN LITRO | 0,05 |
| ENVASE | ENVASE CANECA PLÁSTICO SEGURA | 2,72 |
| ENVASE | ENVASE PLÁSTICO GALÓN | 0,80 |
| ENVASE | ENVASE PLÁSTICO LTRO | 0,34 |
| ENVASE | ENVASE DE LATA LACADO GALÓN | 1,42 |
| ENVASE | ENVASE DE LATA LACADO LITRO | 0,64 |
| ETIQUETA | ETIQUETA LITRO | 0,10 |
| ETIQUETA | ETIQUETA CANECA | 0,17 |
| ETIQUETA | ETIQUETA GALÓN | 0,10 |
| MP ADITIVOS | AMP95 REGULADOR DE PH | 3,56 |
| MP ADITIVOS | ESPESANTE ASOC | 6,80 |
| MP AGUA | AGUA | 0,00 |
| MP POLVOS | CARBONATO DE CALCIO A-325 | 0,23 |
| MP POLVOS | FOSFATO NUBIROX | 7,15 |
| MP POLVOS | PIGMENTO ÓXIDO DE HIERRO AMARILLO Y5020 | 2,35 |
| MP POLVOS | KAMINTEK 2001 | 0,90 |
| MP POLVOS | ESPESANTE POLIVYNIL PVB-B08HX | 15,68 |
| MP POLVOS | GRANO MICRONIZADO B1- CARBONATO | 0,11 |
| MP RESINAS | RESINA TEXILAN 554 | 2,30 |
| MP SOLVENTES | MINERAL TURPENTINE | 0,61 |
| MP TINTES | PASTA ALQUÍDICA NARANJA | 8,75 |
| MP TINTES | TINTE ROJO ÓXIDO LATEX | 6,60 |
| MP TINTES | PASTA ALQUÍDICA ROJO ÓXIDO | 4,16 |
| ... | ... | ... |

4.2.4.2 Tabulación de los movimientos del inventario

Del sistema Office World se procede a descargar los movimientos del inventario del año 2021-2022, cuyos datos se analizan las salidas totales anuales respectivamente.

Como efecto de estudio se toman tres elementos a estudiar.

Tabla 4.40: Estudio de MP, promedio general.

| Categoría | ID | Descripción | Salidas 2021 | Salidas 2022 | PROM/ TRIM GEN |
|------------------|--------|----------------------------------|--------------|--------------|------------------|
| LÍNEA DE RESINAS | MP0086 | MP0086 PREVENTOL R12 | 14,90 | 16,05 | 3,87 |
| MP POLVOS | MP0015 | MP0015 CARBONATO DE CALCIO A-325 | 54.054,91 | 51.267,32 | 13.165,28 |
| MP ADITIVOS | MP0073 | MP0073 LIMPIADOR ACTICIDE SPX | 167,90 | 94,95 | 32,86 |

4.2.4.3 Asignación y ajuste de índices de corrección

En base al cálculo de los índices de corrección promediados de la línea arquitectónica Massivo en la Tabla 4.24, se realiza el ajuste en la tabulación de los movimientos de inventario año 2021 y año 2022. Como resultado del cálculo en la Tabla 4.41 se muestra los índices de corrección, con la proporción del promedio.

Tabla 4.41: Asignación de Índices de Corrección.

| Descripción | Salidas 2021 | Salidas 2022 | PROM/ TRIM GEN | INDICES ESTACIONALES | | | | TOT |
|----------------------------------|--------------|--------------|----------------|----------------------|----------|----------|----------|-----------|
| | | | | 0,76 | 0,91 | 1,22 | 1,11 | |
| | | | | T1 | T2 | T3 | T4 | |
| MP0086 PREVENTOL R12 | 14,90 | 16,05 | 3,87 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 3,87 |
| MP0015 CARBONATO DE CALCIO A-325 | 54.054,91 | 51.267,32 | 13.165,28 | 3.291,32 | 3.291,32 | 3.291,32 | 3.291,32 | 13.165,28 |
| MP0073 LIMPIADOR ACTICIDE SPX | 167,90 | 94,95 | 32,86 | 8,21 | 8,21 | 8,21 | 8,21 | 32,86 |

Posteriormente se procede a realizar el producto del índice de corrección por el trimestre, de esta manera el cálculo promediado se corrige en base a los índices calculados de la estimación anual, como se muestra en la siguiente Tabla 4.42.

Tabla 4.42: Ajuste de las salidas de inventario promediado.

| Descripción | N= 4 | | | | TOT |
|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | |
| MP0086 PREVENTOL R12 | 0,73 | 0,88 | 1,18 | 1,08 | 3,87 |
| MP0015 CARBONATO DE CALCIO A-325 | 2.494,57 | 2.990,46 | 4.016,61 | 3.663,65 | 13.165,28 |
| MP0073 LIMPIADOR ACTICIDE SPX | 6,23 | 7,46 | 10,02 | 9,14 | 32,86 |

Como se observa, se corrobora que el tercer trimestre el uso de Materia Prima es elevado y de la misma manera sucede con la data histórica analizada en la elaboración del MPS, siendo el tercer trimestre donde la demanda es más alta en comparación con los trimestres restantes.

4.2.4.5 Detalle de costos de Producción

El detalle del costeo se realiza a fin de obtener el costo unitario de producción, ya sea para las unidades de producción en “canecas” y “galones”.

Para la determinación de los costos de producción para la producción de un lote de un volumen de 3000 litros de producción se sustenta en la siguiente ecuación:

$$CUP = \frac{MP + MOD + CIF}{Cantidad\ Producida} \quad (4.5)$$

Donde: CUP: Costo unitario de producción

MOD: Mano de Obra Directa

CIF: Costos Indirectos de Fabricación.

La Figura 4.11 se visualiza el costo de materia prima, este abarca la pasta y los envases. El cálculo de la mano de obra directa es el producto del volumen de producción y el costo por litro de producción, este cálculo se obtuvo en la Tabla 4.38: Cálculo de la mano de obra directa.

Para los CIF el Dto. de Finanzas otorga una participación del 9.8% al resultado de la Materia Prima. Para finalizar se realiza la sumatoria de la materia prima, la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación y se divide para la cantidad producida como se representa en la ecuación (4.5).

Por lo tanto, en la figura se representa los costos de fabricación totales.

PINTURAS PRODUTEKN CIA LTDA
DETALLE COSTOS PRODUCCIÓN - DISTRIBUCIÓN

| COD | N° | TAMAÑO V. | COSTOS DE | | PRODUCCIÓN | | COST MO | COST. CIF | COST. TOTAL |
|-------------------|-------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| | | | T. LOTE | COS. PASTA | COS. ENV | | | | |
| PBI | 1 | 3000 | 3000 | \$ 2.988,72 | \$ 911,00 | \$ 660,00 | \$ 382,17 | \$ 4.941,90 | |
| PROPORCIÓN | | | | | | | | 0% | |
| CN | 18,93 | 100 | 1893,00 | 100 | 1893,00 | | | | |
| GL | 3,785 | 400 | 1514,00 | 400 | 1514,00 | | | | |
| LT | 0,946 | | 0,00 | 0 | 0,00 | | | | |
| Q | 189,3 | | 0,00 | 0 | 0,00 | | | | |
| | | | 3407,00 | | 3407,00 | | | | |
| COSTO POR LT | | | \$ | 1,65 | | | | | |
| COSTEO POR UND | | | | | | | | | |
| | | CN | \$ | 31,18 | | | | | |
| | | GL | \$ | 6,24 | | | | | |
| | | CIF | | | | | 9,8% | | |

Figura 4.12: Costos de Fabricación.

4.2.4.6 Análisis y Resultado del Costeo de Producción

Como se visualiza en la Figura 4.12 el costo total de producción es de \$ 4.941,90, aplicando la ecuación (4.5), se obtiene que el costo unitario de producción por litro es de \$ 1,65. Tabulando en las unidades de representación de la línea arquitectónica se tiene que:

Para 1 caneca que abarca 18.93 litros se tiene que el costo de producción es de \$ 31,18 y

Para 1 galón que abarca 3.785 litros tiene un costo de producción de \$ 6,24.

4.2.4.7 Matriz Planeación de Requerimiento de Materiales

La matriz de requerimiento de materiales está ligada al plan maestro de producción semestral, de la misma manera está ligada a los movimientos del inventario y a las fichas técnicas.

Donde, la presente matriz de la Figura 4.13. realiza la sumatoria de la cantidad de materia prima que se necesita para el trimestre.

Las hojas de Excel están vinculadas a la información ya mencionada, esta se actualizará constantemente según los cambios que realice el programador de la producción.

Esta matriz se divide en:

- **Demanda:** Cuya función es “SUMAR.SI”, esta columna arroja los datos en base a la lista de colores que tiene la línea arquitectónica Masivo.
- **Valor:** Cuya función es “BUSCARV”, en esta columna arrastra los precios ya mencionados por el producto de la cantidad de la demanda.
- **Prom / Trim:** Cuya función es “BUSCARV”, en esta columna arrastra el promedio trimestral de acuerdo al trimestre el que se encuentre tabulando los requerimientos de Materia Prima.
- **Saldo/Inv./und:** Se refleja los datos en tiempo real descargados del sistema Office World.
- **Saldo/inv./Trim:** Refleja el tiempo estimado en trimestre.
- **Diferencia:** Es la diferencia entre la “Demanda y Saldo/inv./und”, esta columna ayuda a ver cuánta Materia Prima es necesario para cumplir con la demanda trimestral.

PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES

| LÍNEA MASSIVO - MRP MATERIAS PRIMAS | | | | | DESCARGA SISTEMA | | | MP | 30% |
|-------------------------------------|---------|-----------|-------------|---------------------|-----------------------|---------------|----------------|------------|--------------|
| | | 36.488,70 | | 34.113,90 | ESTADO DEL INVENTARIO | | | VALIDACION | |
| SOLICITUD DE MATERIALES MRP | | | | | Prom/Trím | Saldo/Inv/und | Saldo/Inv/Trím | Diferencia | Estado |
| Clasificación. | Cód. MP | Und/Med | Demanda | VALOR \$ | | | | | |
| BASES DE CARTÓN | E12 | Und | 1.360 | \$ 217,59 | 3065,51 | 921 | 0,9 | -438,9 | CUBRE |
| ENVASE | E1 | Und | 643 | \$ 1.747,72 | 1636,90 | 1527 | 2,8 | 884,5 | CUBRE |
| | E5 | Und | 5.440 | \$ 7.697,10 | 6430,21 | 6388,0 | 3,0 | 948,4 | CUBRE |
| | E11 | Und | 643 | \$ 109,23 | 1918,11 | 59667,0 | 93,3 | 59024,5 | CUBRE |
| | E9 | Und | 5.440 | \$ 543,96 | 7823,18 | 83742,0 | 32,1 | 78302,4 | CUBRE |
| MP ADITIVOS | MP0001 | Kilos | 6,91 | \$ 24,60 | 53,42 | 105,3 | 5,9 | 98,4 | CUBRE |
| | MP0002 | Kilos | 226,40 | \$ 1.021,06 | 335,77 | 54,3 | 0,5 | -172,1 | INSUFICIENTE |
| | MP0003 | Kilos | 118,42 | \$ 305,53 | 221,33 | 264,9 | 3,6 | 146,5 | CUBRE |
| | MP0004 | Kilos | 236,84 | \$ 1.930,28 | 294,09 | 357,0 | 3,6 | 120,1 | CUBRE |
| | MP0005 | Kilos | 409,17 | \$ 3.572,07 | 623,48 | 835,7 | 4,0 | 426,5 | CUBRE |
| | MP0011 | Kilos | 25,60 | \$ 116,47 | 73,91 | 34,1 | 1,4 | 8,5 | CUBRE |
| | MP0012 | Kilos | 126,65 | \$ 350,82 | 147,81 | 586,4 | 11,9 | 459,7 | CUBRE |
| | MP0013 | Kilos | 113,61 | \$ 445,34 | 435,93 | 299,6 | 2,1 | 186,0 | CUBRE |
| | MP0014 | Kilos | 23,01 | \$ 78,23 | 96,69 | 216,9 | 6,7 | 193,9 | CUBRE |
| MP0021 | Kilos | 168,71 | \$ 455,52 | 164,93 | 161,2 | 2,9 | -7,5 | CUBRE | |
| MP POLVOS | MP0015 | Kilos | 537,60 | \$ 123,65 | 2494,57 | 4958,9 | 6,0 | 4421,3 | CUBRE |
| | MP0018 | Kilos | 410,24 | \$ 2.133,24 | 4700,94 | 787,6 | 0,5 | 377,3 | INSUFICIENTE |
| | MP0019 | Kilos | 9.579,45 | \$ 2.778,04 | 9262,86 | 37929,1 | 12,3 | 28349,7 | CUBRE |
| | MP0025 | Kilos | 1.864,98 | \$ 1.659,83 | 3826,19 | 13239,5 | 10,4 | 11374,5 | CUBRE |
| | MP0029 | Kilos | 353,64 | \$ 183,89 | 5257,29 | 18504,5 | 10,6 | 18150,9 | CUBRE |
| MP0040 | Kilos | 6.351,37 | \$ 1.905,41 | 5272,51 | 8765,0 | 5,0 | 2413,7 | CUBRE | |
| MP0007 | Kilos | 2.255,02 | \$ 5.479,71 | 11998,50 | 11905,5 | 3,0 | 9650,5 | CUBRE | |
| MP TINTES | MP0009 | Kilos | 1,27 | \$ 6,20 | 158,54 | 302,4 | 5,7 | 301,1 | CUBRE |
| | MP0022 | Kilos | 4,29 | \$ 56,85 | 29,72 | 37,0 | 3,7 | 32,7 | CUBRE |
| | MP0023 | Kilos | 33,47 | \$ 455,57 | 95,23 | 110,6 | 3,5 | 77,1 | CUBRE |
| | MP0024 | Kilos | 0,00 | \$ - | 184,48 | 373,6 | 6,1 | 373,6 | CUBRE |
| | MP0027 | Kilos | 8,40 | \$ 111,68 | 81,01 | 37,6 | 1,4 | 29,2 | CUBRE |
| | MP0028 | Kilos | 0,60 | \$ 7,10 | 28,05 | 16,5 | 1,8 | 16,0 | CUBRE |
| | MP0054 | Kilos | 0,10 | \$ 1,32 | 16,40 | 103,3 | 18,9 | 103,2 | CUBRE |
| | MP0064 | Kilos | 108,64 | \$ 595,33 | 199,31 | 329,4 | 5,0 | 220,8 | CUBRE |
| | MP0065 | Kilos | 0,02 | \$ 0,58 | 9,10 | 27,3 | 9,0 | 27,3 | CUBRE |
| | MP0066 | Kilos | 0,00 | \$ - | 0,43 | 10,8 | 75,2 | 10,8 | CUBRE |
| MP0067 | Kilos | 0,00 | \$ - | 14,39 | 88,7 | 18,5 | 88,7 | CUBRE | |
| MP | MP0010 | Kilos | 25.225,49 | \$ - | #N/D | 0,0 | 0,0 | -25225,5 | #N/D |
| TOTAL | | | | \$ 34.113,90 | | | | | |

Figura 4.13: Matriz Plan de Requerimiento de Materiales.

Mediante un indicador se estima un porcentaje de “CUBRE” o “INSUFICIENTE”. Se visualiza en la Figura 4.14.

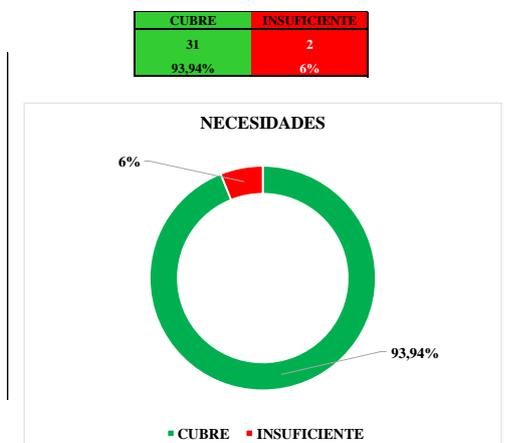


Figura 4.14: Indicador de MP

Donde:

En la columna de estado se refleja si “CUBRE” o “INSUFICIENTE” el cual parte de la lógica “SI”, si la **Saldo/inv./und** es menor al 30 % del **Prom / Trim** me arroje que es “INSUFICIENTE” caso contrario “CUBRE”.

4.2.4.8 Detalle costeo general.

El detalle del costeo general arroja valores monetarios en base a la planificación trimestral del programador de la producción.

En el **Anexo 7** se puede visualizar el costeo general ya tabulados y en el **Anexo 8** se realiza una síntesis general de todo el estudio realizado en base a la programación de la producción para el primer trimestre del presente año.

4.3 EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA

4.3.1 Evaluación Técnico

Un plan maestro de producción influye en la organización y planificación de la producción, por lo tanto, se evalúa el mejoramiento y abastecimiento oportuno para la producción, parte bajo el criterio técnico de las medidas de error de pronóstico para la adaptación al comportamiento de la demanda.

Como herramienta de administración de la producción se programa la producción de manera técnica basándose en el tiempo de producción promedio calculado en el presente proyecto de investigación y en la adquisición de materia prima e insumos.

4.3.2 Económica

El presente tema de investigación está ligado en la optimización y mejoramiento de los recursos mediante las herramientas de la administración empresarial; parte de la estandarización de costos de mano de obra por litro de producción, donde, si se requiere reducir los costos de mano de obra directa es necesario reducir el tiempo de ciclo promediado y de la misma manera aumentar la cantidad de litros producidos.

5. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

5.1 CONCLUSIONES

- Un plan maestro de producción como herramienta de administración determina las unidades que deben ser producidas para satisfacer las necesidades del consumidor ligado a la programación de la producción, donde se mejora la carga laboral con el tiempo de ciclo calculado y la producción en un turno de trabajo. Este plan maestro de producción está arraigado con la planificación y adquisición de materia prima e insumos requeridos el cual optimiza el abastecimiento oportuno de los recursos de la empresa PINTURAS PRODUTEKN CIA. LTDA.
- La elección del modelo de estimación propuesto se adapta de forma cíclica al comportamiento de la demanda influyendo directamente en la programación de la producción, como herramienta administrativa el plan maestro de producción.
- Los tiempos operacionales obtenidos en el presente proyecto de investigación influyen directamente en el coste de producción, donde se obtuvo como tiempo de ciclo promedio 0,0698 min / L y se tiene como turno de trabajo la producción promedio 6.886,52 L; como costo estándar de producción por litro producido se tiene el valor de \$ 0,22 y para una hora extra se tiene el valor de \$ 0,33, es decir, si se requiere reducir el costo operativo, es necesario disminuir el tiempo de ciclo y aumentar la cantidad de litros producidos.
- El plan de requerimiento de materiales otorga un abastecimiento oportuno en base a las necesidades del plan maestro de producción, por consecuencia, la programación de la producción no se detiene por ausencia de materia prima e insumos, ya que este requerimiento de materiales facilita la planificación y organización de la misma.

5.2 RECOMENDACIONES

- Uso adecuado de métodos de pronósticos para el control semestral, para determinar la ciclicidad de los inventarios.
- Evaluar y controlar el costo operacional para mantener la rentabilidad empresarial.
- Realizar una correcta planificación de requerimiento de materiales para evitar demoras o retrasos en la producción.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] SENPLADES, Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 de Ecuador, Quito, 2021, pp. 51-53.
- [2] «Lineas de investigacion,» Universidad Tecnica de Cotopaxi, 2022. [En línea]. Available: <https://www.utc.edu.ec/INVESTIGACION/Lineas-Investigacion>.
- [3] R. B. CHASE y R. F. JACOBS, ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES Producción y cadena de suministro, México, D. F.: The McGraw-Hill Companies,, 2011.
- [4] F. Cardenas, «HubSpot,» 06 Septiembre 2022. [En línea]. Available: <https://blog.hubspot.es/sales/que-es-mapa-stakeholders>. [Último acceso: 15 Enero 2022].
- [5] A. M. Aimacaña Alomoto y C. D. Jami Jami, ESTUDIO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS PARA INCREMENTAR LA, Latacunga, 2018.
- [6] A. V. Cusco Calle, PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA, Cuenca, 2013.
- [7] I. Chiavenato, INTRODUCCION A LA TEORIA GENERAL DE LA ADMINISTRACIÓN, México, D. F: A subsidiary of The McGraw -Hill Companies, Inc., 2007.
- [8] H. Koontz, M. Cannice y H. Wehrich, Administración una perspectiva Global y Empresarial, México D.F.: A Subsidiary of The McGraw-Hill Companies, Inc, 2012.
- [9] A. Reyes Ponce, Administración Moderna, México: Limusa, 2007.
- [10] M. Quiroa, «economipedia,» 12 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/produccion.html>. [Último acceso: 29 Diciembre 2022].
- [11] M. Marco y A. Montoyo, Proceso de, 2011.

- [12] R. Chase y R. Jacobs, Administración De Operaciones, México, D. F: McGRAW-HILL, 2014.
- [13] L. KRAJEWSKI, L. RITZMAN y M. MALHOTRA, ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES, México: Pearson Educación de México, S.A, 2008.
- [14] J. Estrada, «TIPOS DE PROCESOS PRODUCTIVOS O SISTEMAS,» [En línea]. Available:
https://www.academia.edu/4005259/TIPOS_DE_PROCESOS_PRODUCTIVOS_O_.
[Último acceso: 29 Diciembre 2022].
- [15] L. Fischer y J. Espejo, Mercadotecnia, México: Mc Graw Hill, 2011.
- [16] L. C. Palacios Acero, ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2019.
- [17] N. Caba Villalobos, O. Chamorro Altahona y T. J. Fontalvo Herrera, Gestión de la Producción y Operaciones, Barranquilla, 2011.
- [18] LaEdu.Digital, «LaEdu.Digital,» Tareasuniversitarias.com, 2021. [En línea]. Available:
<https://edukativos.com/apuntes/archives/2505>. [Último acceso: 29 Diciembre 2022].
- [19] J. Heizer y B. Render, Principios de administración de operaciones., México: PEARSON EDUCACIÓN, 2009.
- [20] D. Muñoz Negrón, Administración de operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocios, Cengage Learning Latin America, 2009.
- [21] N. Chacón, «Gerencia Retail,» 21 Mayo 2015. [En línea]. Available:
<https://www.gerenciaretail.com/2015/05/21/como-calculo-la-duracion-del-inventario/>.
[Último acceso: 17 Enero 2023].
- [22] M. E. Rodríguez, «Planificación Programación Y Control DE LA Producción,» *Escuela de Ingeniería Industrial*, pp. 108-117, 2010.

- [23] D. F. Betancourt, «Cómo hacer un plan maestro de producción (MPS),» Ingenio Empresa, 27 Septiembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.ingenioempresa.com/plan-maestro-produccion-mps/>. [Último acceso: 02 Enero 2023].
- [24] Mecalux, «Mecalux Esmena,» Mecalux, S.A., 23 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.mecalux.es/blog/stock-seguridad-optimizar>. [Último acceso: 02 Enero 2023].
- [25] R. G. Schroeder, S. M. Goldstein y M. J. Rungtusanatham, Operations Management. Contemporary concepts and cases, New York: The McGraw-Hill Companies, 2011.
- [26] F. G. Villarreal Veloz, PLANIFICACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP) DE ALMACEN, PARA TECPECUADOR S.A., Quito, 2015.
- [27] E. G. Montes Páez, F. E. Calvete González y C. A. Mantilla Duarte, «APLICACIÓN DE SERIES DE TIEMPO EN LA REALIZACIÓN DE PRONÓSTICOS DE PRODUCCIÓN,» *El Reventón Energético*, vol. 14, n° 1, pp. 79-88, Enero 2016.
- [28] J. O. Moreno, Fundamentos de la producción, Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina, 2017.
- [29] C. S. JARA, P. D. SÁNCHEZ y J. L. MARTÍNEZ FLORES, «Análisis para la mejora en el manejo de inventarios de una comercializadora,» *Revista de Ingeniería Industrial*, vol. 1, n° 1, pp. 1-18, Septiembre 2017.
- [30] Álvarez y V. D. Rodríguez, «Procedimiento de Mejora de la Planificación de Inventarios en la Nueva Isla en Observatorio de la Economía Latinoamericana,» *Revista de Ingeniería Industrial*, n° 176, 2012.

Anexos



Anexo 1: INFORME ANTIPLAGIO PROYECTO DE TITULACIÓN

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------------|--|-----------|---------------------|--------------|----------------|-----------------|---------------------------|------------|----|------------------|--|
| Facultad: | Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas | | | | | | | | | | | | |
| Carrera: | Ingeniería Industrial | | | | | | | | | | | | |
| Nombre del docente evaluador que emite el informe: | Ing. Msc. Cristian Xavier Espín Beltrán | | | | | | | | | | | | |
| Documento evaluado: | Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial | | | | | | | | | | | | |
| Autores del documento: | Sr. Mejía Cárdenas Angelo José | | | | | | | | | | | | |
| Programa de similitud según el programa utilizado: | Sistema URKUND | | | | | | | | | | | | |
| Porcentaje de similitud según el programa utilizado: | 4% | | | | | | | | | | | | |
| Observaciones: Calificación de originalidad atendiendo a los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none">• El documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones.• El documento cumple criterios de originalidad, con observaciones.• El documento no cumple criterios de originalidad. | -X- --- --- | | | | | | | | | | | | |
| Fecha de realización del informe: | 2023-02-15 21:38:00 PM | | | | | | | | | | | | |
| Captura de pantalla del documento analizado: | | | | | | | | | | | | | |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"><p>Document Information</p><table><tr><td>Analyzed document</td><td>Revision_Urkund_Mejia Angelo.docx (D158734309)</td></tr><tr><td>Submitted</td><td>2023-02-15 21:38:00</td></tr><tr><td>Submitted by</td><td>Cristian Espin</td></tr><tr><td>Submitter email</td><td>cristian.espin@utc.edu.ec</td></tr><tr><td>Similarity</td><td>4%</td></tr><tr><td>Analysis address</td><td>cristian.espin.utc@analysis.orkund.com</td></tr></table></div> | | Analyzed document | Revision_Urkund_Mejia Angelo.docx (D158734309) | Submitted | 2023-02-15 21:38:00 | Submitted by | Cristian Espin | Submitter email | cristian.espin@utc.edu.ec | Similarity | 4% | Analysis address | cristian.espin.utc@analysis.orkund.com |
| Analyzed document | Revision_Urkund_Mejia Angelo.docx (D158734309) | | | | | | | | | | | | |
| Submitted | 2023-02-15 21:38:00 | | | | | | | | | | | | |
| Submitted by | Cristian Espin | | | | | | | | | | | | |
| Submitter email | cristian.espin@utc.edu.ec | | | | | | | | | | | | |
| Similarity | 4% | | | | | | | | | | | | |
| Analysis address | cristian.espin.utc@analysis.orkund.com | | | | | | | | | | | | |
|  Ing. M.Sc. Raul Heriberto Andrango Guayasamín Tutor Del Proyecto De Investigación | | | | | | | | | | | | | |

Document Information

| | |
|-------------------|--|
| Analyzed document | Revision_Urkund_Mejia Angelo.docx (D158734309) |
| Submitted | 2023-02-15 21:38:00 |
| Submitted by | Cristian Espin |
| Submitter email | cristian.espin@utc.edu.ec |
| Similarity | 4% |
| Analysis address | cristian.espin@analysis.orkund.com |

Sources included in the report

| | | |
|-----------|--|--|
| W | URL: https://economipedia.com/definiciones/produccion.html Fetched: 2023-02-15 21:38:00 |  1 |
| SA | Borrador Tes.Avalos Garcia.pdf Document Borrador Tes.Avalos Garcia.pdf (D142221026) |  1 |
| SA | 39364-Ramos Angeles, Christian René_.pdf Document 39364-Ramos Angeles, Christian René_.pdf (D146813338) |  3 |
| W | URL: https://www.gerenciaretail.com/2015/05/21/como-calculo-la-duracion-del-inventario/ Fetched: 2023-02-15 21:38:00 |  1 |
| SA | Formato tesis.pdf Document Formato tesis.pdf (D127088119) |  1 |
| SA | 1529687594_500__Mero-Ortiz-Robalino_Mini_Caso_1.docx Document 1529687594_500__Mero-Ortiz-Robalino_Mini_Caso_1.docx (D40443913) |  7 |
| SA | Terán Ríos Juan Jesús - Tesis.docx Document Terán Ríos Juan Jesús - Tesis.docx (D118257826) |  2 |
| SA | Art. Propuesta de mejora de productividad Solution Clean Franklin Pando.docx Document Art. Propuesta de mejora de productividad Solution Clean Franklin Pando.docx (D146166310) |  3 |
| SA | EF_Valera.docx Document EF_Valera.docx (D110346393) |  1 |
| SA | TALLER DE PRONÓSTICOS BERMUDEZ.pdf Document TALLER DE PRONÓSTICOS BERMUDEZ.pdf (D129716470) |  2 |
| W | URL: https://www.ingenioempresa.com/plan-maestro-produccion-mps/ Fetched: 2023-02-15 21:38:00 |  1 |

Anexo 2: Carta de colore línea arquitectónica Massivo



Anexo 5: Sistema De Suplementos Por Descanso.

|  | | | SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO | | | | |
|---|--|--------|-------------------------------------|---|--|--------|-------|
| SUPLEMENTOS CONSTANTES | | HOMBRE | MUJER | SUPLEMENTOS VARIABLES | | HOMBRE | MUJER |
| Necesidades personales | | 5 | 7 | e) Condiciones atmosféricas | | | |
| Básico por fatiga | | 4 | 4 | Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo) | | | |
| SUPLEMENTOS VARIABLES | | HOMBRE | MUJER | 16 | | 0 | |
| a) Trabajo de pie | | | | 14 | | 0 | |
| Trabajo se realiza sentado(a) | | 0 | 0 | 12 | | 0 | |
| Trabajo se realiza de pie | | 2 | 4 | 10 | | 3 | |
| b) Postura normal | | | | 8 | | 10 | |
| Ligeramente incómoda | | 0 | 1 | 6 | | 21 | |
| Incómoda (inclinación del cuerpo) | | 2 | 3 | 5 | | 31 | |
| Muy incómoda (Cuerpo estirado) | | 7 | 7 | 4 | | 45 | |
| c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar) | | | | 3 | | 64 | |
| Peso levantado por kilogramo | | | | 2 | | 100 | |
| 2,5 | | 0 | 1 | f) Tensión visual | | | |
| 5 | | 1 | 2 | Trabajos de cierta precisión | | 0 | 0 |
| 7,5 | | 2 | 3 | Trabajos de precisión o fatigosos | | 2 | 2 |
| 10 | | 3 | 4 | Trabajos de gran precisión | | 5 | 5 |
| 12,5 | | 4 | 6 | g) Ruido | | | |
| 15 | | 5 | 8 | Sonido continuo | | 0 | 0 |
| 17,5 | | 7 | 10 | Sonidos intermitentes y fuertes | | 2 | 2 |
| 20 | | 9 | 13 | Sonidos intermitentes y muy fuertes | | 5 | 5 |
| 22,5 | | 11 | 16 | Sonidos estridentes | | 7 | 7 |
| 25 | | 13 | 20 (máx) | h) Tensión mental | | | |
| 30 | | 17 | | Proceso algo complejo | | 1 | 1 |
| 33,5 | | 22 | | Proceso complejo o de atención dividida | | 4 | 4 |
| d) Iluminación | | | | Proceso muy complejo | | 8 | 8 |
| Ligeramente por debajo de la potencia calculada | | 0 | 0 | i) Monotonía mental | | | |
| Bastante por debajo | | 2 | 2 | Trabajo monótono | | 0 | 0 |
| Absolutamente insuficiente | | 5 | 5 | Trabajo bastante monótono | | 1 | 1 |
| | | | | Trabajo muy monótono | | 4 | 4 |
| | | | | j) Monotonía física | | | |
| | | | | Trabajo algo aburrido | | 0 | 0 |
| | | | | Trabajo aburrido | | 2 | 2 |
| | | | | Trabajo muy aburrido | | 5 | 5 |

Anexo 6:Ajuste de los Movimientos de inventario

PINTURAS PRODUTEKSA CIA LDA
Movimiento de Inventarios 2021-2022

| Agrupación | Dos | Descripción | Salidas 2021 | Salidas 2022 | PROM/ TRIM GEN | INDICES ESTACIONALES | | | | TOT | Nº | | | | TOT |
|------------------|----------|---|-----------------|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | | | 0.76 | 0.91 | 1.22 | 1.11 | | T1 | T2 | T3 | T4 | |
| | | | | | | T1 | T2 | T3 | T4 | | T1 | T2 | T3 | T4 | |
| LINEA DE RESINAS | MP0086 | PREVENTOL R12 | 14.90 | 16.05 | 2.87 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 3.87 | 0.73 | 0.88 | 1.18 | 1.08 | 3.87 |
| MP POLVOS | MP0051 | CARBONATO DE CALCIO A-325 | 54,054.91 | 51,267.32 | 13,165.28 | 3,291.32 | 3,291.32 | 3,291.32 | 3,291.32 | 13,165.28 | 2,494.57 | 2,990.46 | 4,016.61 | 3,663.65 | 13,165.28 |
| MP ADITIVOS | MP0073 | LIMPIADOR ACTICIDE SPX | 167.90 | 94.95 | 32.86 | 8.21 | 8.21 | 8.21 | 8.21 | 32.86 | 6.23 | 7.46 | 10.02 | 9.14 | 32.86 |
| MP ADITIVOS | MP0080 | FIBRA MONOFILAMENTO PP | 18.94 | 15.41 | 4.29 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 4.29 | 0.81 | 0.98 | 1.31 | 1.19 | 4.29 |
| MP ADITIVOS | MP0081 | ESFESANTE ASOC EHM500 | 956.51 | 1,301.16 | 282.21 | 70.55 | 70.55 | 70.55 | 70.55 | 282.21 | 53.47 | 64.10 | 86.10 | 78.53 | 282.21 |
| MP ADITIVOS | MP0099 | ACETE DE PINO 85% | 1.05 | 2.75 | 0.48 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.48 | 0.09 | 0.11 | 0.14 | 0.12 | 0.48 |
| MP TINTES | MP0009 | TINTE NEGRO LATEX | 3,605.40 | 3,088.17 | 836.70 | 209.17 | 209.17 | 209.17 | 209.17 | 836.70 | 158.54 | 190.05 | 255.27 | 232.34 | 836.70 |
| MP TINTES | MP0010 | GEL DE BENTONE | - | 30.00 | 3.75 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 3.75 | 0.71 | 0.85 | 1.14 | 1.04 | 3.75 |
| MP TINTES | MP0022 | TINTE VERDE LATEX | 563.90 | 690.72 | 156.83 | 39.21 | 39.21 | 39.21 | 39.21 | 156.83 | 29.72 | 35.62 | 47.85 | 43.64 | 156.83 |
| MP TINTES | MP0023 | TINTE AMARILLO LATEX | 2,058.40 | 1,962.24 | 502.58 | 125.64 | 125.64 | 125.64 | 125.64 | 502.58 | 95.23 | 114.16 | 153.33 | 139.86 | 502.58 |
| MP TINTES | MP0024 | PASTA BLANCA LATEX | 4,288.53 | 3,500.21 | 973.59 | 243.40 | 243.40 | 243.40 | 243.40 | 973.59 | 184.48 | 221.15 | 297.03 | 270.97 | 973.59 |
| MP TINTES | MP0027 | TINTE ROJO LATEX | 1,665.40 | 1,754.81 | 427.53 | 106.88 | 106.88 | 106.88 | 106.88 | 427.53 | 81.01 | 97.11 | 130.43 | 118.97 | 427.53 |
| MP TINTES | MP0028 | TINTE AZUL LATEX | 383.83 | 600.35 | 148.02 | 37.01 | 37.01 | 37.01 | 37.01 | 148.02 | 28.05 | 33.62 | 45.16 | 41.19 | 148.02 |
| MP TINTES | MP0042 | PASTA ALQUIDICA NEGRA | 1,718.23 | 2,235.15 | 492.92 | 123.23 | 123.23 | 123.23 | 123.23 | 492.92 | 93.40 | 111.97 | 150.39 | 137.17 | 492.92 |
| MP TINTES | MP0053 | PASTA ALQUIDICA AMARILLO CROMO MEDIO | 1,030.05 | 1,072.89 | 262.87 | 65.72 | 65.72 | 65.72 | 65.72 | 262.87 | 49.81 | 59.71 | 80.20 | 73.15 | 262.87 |
| MP TINTES | MP0054 | TINTE NARANJA ACIOSA ZG | 327.20 | 365.26 | 86.56 | 21.64 | 21.64 | 21.64 | 21.64 | 86.56 | 16.40 | 19.66 | 26.41 | 24.09 | 86.56 |
| MP TINTES | MP0055 | PASTA ALQUIDICA ROJO BRILLANTE 512 | 178.75 | 229.10 | 51.11 | 12.78 | 12.78 | 12.78 | 12.78 | 51.11 | 9.68 | 11.61 | 15.59 | 14.22 | 51.11 |
| MP TINTES | MP0056 | PASTA ALQUIDICA ALUMINIO | 111.85 | 144.21 | 32.01 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 32.01 | 6.06 | 7.27 | 9.77 | 8.91 | 32.01 |
| MP TINTES | MP0057 | PASTA ALQUIDICA AZUL | 305.99 | 295.00 | 75.12 | 18.78 | 18.78 | 18.78 | 18.78 | 75.12 | 14.23 | 17.06 | 22.92 | 20.91 | 75.12 |
| MP TINTES | MP0058 | PASTA ALQUIDICA VERDE | 175.40 | 164.11 | 42.44 | 10.61 | 10.61 | 10.61 | 10.61 | 42.44 | 8.04 | 9.64 | 12.95 | 11.81 | 42.44 |
| MP TINTES | MP0059 | PASTA ALQUIDICA NARANJA | 418.30 | 471.72 | 111.25 | 27.81 | 27.81 | 27.81 | 27.81 | 111.25 | 21.08 | 25.27 | 33.94 | 30.96 | 111.25 |
| MP TINTES | MP0060 | PASTA ALQUIDICA ROJO FERRARI | 162.18 | 48.00 | 26.27 | 6.57 | 6.57 | 6.57 | 6.57 | 26.27 | 4.98 | 5.97 | 8.02 | 7.31 | 26.27 |
| MP TINTES | MP0061 | PASTA ALQUIDICA AMARILLO PRIMOROSO | 79.35 | 72.55 | 18.99 | 4.75 | 4.75 | 4.75 | 4.75 | 18.99 | 3.60 | 4.31 | 5.79 | 5.28 | 18.99 |
| MP TINTES | MP0062 | PASTA ALQUIDICA AMARILLO OXIDO-OCRE | 512.90 | 492.40 | 125.66 | 31.42 | 31.42 | 31.42 | 31.42 | 125.66 | 23.81 | 28.54 | 38.34 | 34.97 | 125.66 |
| MP TINTES | MP0063 | PASTA ALQUIDICA BLANCA | 2,172.70 | 1,535.51 | 463.53 | 115.88 | 115.88 | 115.88 | 115.88 | 463.53 | 87.83 | 105.29 | 141.42 | 128.99 | 463.53 |
| MP TINTES | MP0064 | TINTE AMARILLO OXIDO LATEX (OCRE) | 4,579.10 | 3,835.82 | 1,051.87 | 262.97 | 262.97 | 262.97 | 262.97 | 1,051.87 | 199.31 | 238.93 | 320.91 | 292.71 | 1,051.87 |
| MP TINTES | MP0065 | TINTE MAGENTA LATEX | 272.10 | 112.27 | 49.05 | 12.01 | 12.01 | 12.01 | 12.01 | 49.05 | 9.11 | 10.93 | 14.66 | 13.57 | 49.05 |
| MP TINTES | MP0066 | TINTE VIOLETA LATEX | 9.55 | 8.65 | 2.28 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 2.28 | 0.43 | 0.52 | 0.69 | 0.63 | 2.28 |
| MP TINTES | MP0067 | TINTE ROJO OXIDO LATEX | 273.09 | 334.45 | 75.94 | 18.99 | 18.99 | 18.99 | 18.99 | 75.94 | 14.39 | 17.25 | 23.17 | 21.13 | 75.94 |
| MP TINTES | MP0069 | PASTA ALQUIDICA ROJO OXIDO | 96.45 | 102.65 | 24.89 | 6.22 | 6.22 | 6.22 | 6.22 | 24.89 | 4.72 | 5.65 | 7.59 | 6.97 | 24.89 |
| MP TINTES | MP0070 | PASTA ALQUIDICA AZUL MILORI | 42.35 | 0.40 | 5.37 | 1.34 | 1.34 | 1.34 | 1.34 | 5.37 | 1.02 | 1.22 | 1.64 | 1.49 | 5.37 |
| MP TINTES | MP0078 | PASTA A HOSTATINT ROJO OXIDO OT-BR | 44.09 | 129.50 | 21.70 | 5.42 | 5.42 | 5.42 | 5.42 | 21.70 | 4.11 | 4.93 | 6.62 | 6.04 | 21.70 |
| MP TINTES | MP0087 | HOSTATINT AMARILLO OXIDO OFT-BR | 9.15 | 6.80 | 1.99 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 1.99 | 0.38 | 0.45 | 0.61 | 0.55 | 1.99 |
| MP TINTES | MP0090 | PASTA AZUL AFFACOR 50 GPB | - | 0.05 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| MP TINTES | TREND001 | AXX AMARILLO | 2,838.00 | 4,341.73 | 897.47 | 224.37 | 224.37 | 224.37 | 224.37 | 897.47 | 170.05 | 203.86 | 273.81 | 249.75 | 897.47 |
| MP TINTES | TREND002 | NEGRO | 7,198.39 | 7,642.43 | 1,854.73 | 463.68 | 463.68 | 463.68 | 463.68 | 1,854.73 | 351.43 | 421.20 | 562.86 | 516.14 | 1,854.73 |
| MP TINTES | TREND003 | C OCRE | 12,435.00 | 14,397.53 | 3,336.57 | 839.14 | 839.14 | 839.14 | 839.14 | 3,336.57 | 636.04 | 762.44 | 1,024.06 | 934.07 | 3,336.57 |
| MP TINTES | TREND004 | D VERDE | 3,027.00 | 2,865.57 | 736.57 | 184.14 | 184.14 | 184.14 | 184.14 | 736.57 | 139.57 | 167.31 | 224.72 | 204.97 | 736.57 |
| MP TINTES | TREND005 | E AZUL | 15,372.50 | 8,690.18 | 3,007.84 | 751.96 | 751.96 | 751.96 | 751.96 | 3,007.84 | 569.93 | 683.22 | 917.66 | 837.02 | 3,007.84 |
| MP TINTES | TREND006 | F ROJO OXIDO | 1,977.00 | 1,614.24 | 448.90 | 112.23 | 112.23 | 112.23 | 112.23 | 448.90 | 85.06 | 101.97 | 136.96 | 124.92 | 448.90 |
| MP TINTES | TREND007 | I LAMBRO | 2,428.50 | 1,114.14 | 442.83 | 110.71 | 110.71 | 110.71 | 110.71 | 442.83 | 83.91 | 100.59 | 135.10 | 123.23 | 442.83 |
| MP TINTES | TREND008 | KX BLANCO | 11,352.00 | 9,113.94 | 2,558.24 | 639.56 | 639.56 | 639.56 | 639.56 | 2,558.24 | 484.74 | 581.10 | 786.50 | 711.91 | 2,558.24 |
| MP TINTES | TREND009 | L LAMBAR | 5,833.66 | 9,190.00 | 1,877.96 | 469.49 | 469.49 | 469.49 | 469.49 | 1,877.96 | 355.84 | 426.57 | 572.95 | 522.60 | 1,877.96 |
| MP TINTES | TREND010 | R ROJO | 7,904.50 | 3,542.43 | 1,430.87 | 357.72 | 357.72 | 357.72 | 357.72 | 1,430.87 | 271.12 | 325.02 | 436.54 | 398.18 | 1,430.87 |
| MP TINTES | TREND011 | T AMARILLO MEDIO | 5,676.00 | 5,960.00 | 1,454.50 | 363.63 | 363.63 | 363.63 | 363.63 | 1,454.50 | 275.60 | 330.39 | 443.75 | 404.76 | 1,454.50 |
| MP TINTES | TREND012 | V MAGENTA | 6,812.00 | 5,514.00 | 1,540.75 | 385.19 | 385.19 | 385.19 | 385.19 | 1,540.75 | 291.94 | 349.98 | 470.07 | 428.76 | 1,540.75 |
| MP RESINAS | MP0006 | RESINA TEXILAN 554 | 37,877.32 | 38,191.08 | 9,508.55 | 2,377.14 | 2,377.14 | 2,377.14 | 2,377.14 | 9,508.55 | 1,801.69 | 2,159.84 | 2,900.97 | 2,646.05 | 9,508.55 |
| MP RESINAS | MP0007 | RESINA VINIL ACRILICA PLANTA ANDERCOL 352 | 266,435.14 | 240,149.48 | 63,323.08 | 15,830.77 | 15,830.77 | 15,830.77 | 15,830.77 | 63,323.08 | 11,998.50 | 14,388.67 | 19,319.29 | 17,621.62 | 63,323.08 |
| MP RESINAS | MP0016 | ECOPLAST | 8,641.02 | 9,882.04 | 2,315.38 | 578.85 | 578.85 | 578.85 | 578.85 | 2,315.38 | 438.72 | 525.93 | 706.49 | 644.33 | 2,315.38 |
| MP RESINAS | MP0017 | RESINTEK | 27,800.00 | 10,200.00 | 4,750.00 | 1,187.50 | 1,187.50 | 1,187.50 | 1,187.50 | 4,750.00 | 900.03 | 1,078.95 | 1,449.18 | 1,324.84 | 4,750.00 |
| MP RESINAS | MP0030 | RESINA ALQUIDICA POLICRYL TR71 | 3,270.01 | 2,418.62 | 711.08 | 177.77 | 177.77 | 177.77 | 177.77 | 711.08 | 134.74 | 161.52 | 216.94 | 197.88 | 711.08 |
| MP RESINAS | MP0039 | RESINA ALQUIDICA ESTIRENADA 50% | 23,742.20 | 35,627.14 | 7,421.17 | 1,855.29 | 1,855.29 | 1,855.29 | 1,855.29 | 7,421.17 | 1,406.17 | 1,685.70 | 2,264.13 | 2,065.17 | 7,421.17 |
| MP RESINAS | MP0043 | RESINA ALQUIDICA DE SOYA 35% | 17,276.10 | 49,397.32 | 15,084.18 | 3,771.04 | 3,771.04 | 3,771.04 | 3,771.04 | 15,084.18 | 2,858.16 | 3,426.33 | 4,602.04 | 4,197.64 | 15,084.18 |
| MP RESINAS | MP0044 | EMULSIFICANTE | 2,455.50 | 2,128.18 | 572.96 | 143.24 | 143.24 | 143.24 | 143.24 | 572.96 | 108.56 | 130.15 | 174.81 | 159.44 | 572.96 |
| MP RESINAS | MP0047 | RESINA ACRILICA LA100 564 | 15,363.85 | 13,486.50 | 3,606.29 | 901.57 | 901.57 | 901.57 | 901.57 | 3,606.29 | 683.32 | 819.16 | 1,100.25 | 1,003.56 | 3,606.29 |
| MP RESINAS | MP0048 | RESINA ACRILICA ESTIRENADA (TEXILAN 1664) | 21,680.45 | 2,115.00 | 2,974.43 | 743.61 | 743.61 | 743.61 | 743.61 | 2,974.43 | 563.60 | 673.63 | 907.47 | 827.73 | 2,974.43 |
| MP SOLVENTES | I1 | THINNER PARA PINTURA DE TRAFICO POLIURETANO | 1,916.00 | 4,043.12 | 744.89 | 186.22 | 186.22 | 186.22 | 186.22 | 744.89 | 141.14 | 169.20 | 227.26 | 207.29 | 744.89 |
| MP SOLVENTES | MP0008 | MINERAL TURBENTINE | 15,173.45 | 36,544.33 | 5,214.72 | 1,303.68 | 1,303.68 | 1,303.68 | 1,303.68 | 5,214.72 | 988.09 | 1,184.51 | 1,590.96 | 1,451.16 | 5,214.72 |
| MP SOLVENTES | MP0031 | SOLVENTE 100 | 4,173.90 | 510.69 | 585.57 | 146.39 | 146.39 | 146.39 | 146.39 | 585.57 | 113.01 | 137.05 | 178.65 | 162.95 | 585.57 |
| MP CLORO | MPF0A02 | ETANOL 96% | 672.00 | 200.00 | 109.00 | 27.25 | 27.25 | 27.25 | 27.25 | 109.00 | 20.65 | 24.76 | 33.25 | 30.33 | 109.00 |
| ENVASE | E1 | ENVASE CANECA PLASTICA SEGURA | 36,725.00 | 32,886.00 | 8,638.88 | 2,159.72 | 2,159.72 | | | | | | | | |

Anexo 7: Detalle de Costos y Recursos



DETALLE DE COSTOS Y RECURSOS
LÍNEA MASIVO

ESTIMACIÓN PREVISTA - PRIMER TRIMESTRE

| N° | CODIGO | DESCRIPCIÓN | N° | TAMAÑO V. | T. LOTE | LT | GL | CN | COSTO PRODUCCIÓN PASTA | COSTO PRODUCCIÓN ENASE | COSTO PRODUCCIÓN M.O. | CIF | COSTO PRODUCCIÓN TOTAL |
|--------------|--------|-------------------------|----|-----------|---------|----|------|-----|------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | PBI | MASSIVO BLANCO | 15 | 3000 | 45000 | | 400 | 100 | \$44.830,87 | \$911,00 | \$9.900,00 | \$4.482,70 | \$60.124,57 |
| 2 | PBI020 | MASSIVO BLANCO HUESO | 6 | 1600 | 9600 | | 1050 | 196 | \$6.281,88 | \$2.735,99 | \$2.112,00 | \$831,16 | \$11.961,03 |
| 3 | PBI029 | MASSIVO MARFIL | 2 | 1600 | 3200 | | 297 | 100 | \$2.113,25 | \$882,05 | \$704,00 | \$280,60 | \$3.979,89 |
| 4 | PBI062 | MASSIVO CORAL | 1 | 1600 | 1600 | | 350 | 19 | \$1.118,17 | \$670,43 | \$352,00 | \$168,32 | \$2.308,91 |
| 5 | PBI028 | MASSIVO DURAZNO | 1 | 1600 | 1600 | | 173 | 16 | \$1.061,38 | \$572,87 | \$352,00 | \$134,90 | \$2.121,15 |
| 6 | PBI039 | MASSIVO TRIGO | 1 | 1600 | 1600 | | 278 | 24 | \$1.132,63 | \$537,29 | \$352,00 | \$160,20 | \$2.182,11 |
| 7 | PBI040 | MASSIVO ARENA | 2 | 1600 | 3200 | | 327 | 45 | \$2.136,71 | \$803,07 | \$704,00 | \$271,89 | \$3.915,67 |
| 8 | PBI034 | MASSIVO MELON | 1 | 1600 | 1600 | | 192 | 12 | \$1.054,37 | \$556,29 | \$352,00 | \$135,98 | \$2.098,64 |
| 9 | PBI037 | MASSIVO TERRACOTA | 1 | 1200 | 1200 | | 222 | -1 | \$911,91 | \$464,71 | \$264,00 | \$122,93 | \$1.763,55 |
| 10 | PBI027 | MASSIVO TURQUEZA | 1 | 1200 | 1200 | | 109 | 7 | \$792,67 | \$192,09 | \$264,00 | \$96,36 | \$1.345,12 |
| 11 | PBI026 | MASSIVO CELESTE | 1 | 780 | 780 | | 162 | 8 | \$510,37 | \$362,55 | \$171,60 | \$76,98 | \$1.121,50 |
| 12 | PBI025 | MASSIVO MANDARINA | 1 | 780 | 780 | | 189 | -9 | \$593,60 | \$434,28 | \$171,60 | \$84,53 | \$1.284,01 |
| 13 | PBI059 | MASSIVO FUCSIA | 0 | 780 | 0 | | 151 | -1 | | | | | \$0,00 |
| 14 | PBI023 | MASSIVO LILA | 0 | 780 | 0 | | 61 | -3 | | | | | \$0,00 |
| 15 | PBI032 | MASSIVO VERDE CLARO | 1 | 780 | 780 | | -92 | -5 | \$554,50 | \$82,78 | \$171,60 | \$38,95 | \$847,83 |
| 16 | PBI030 | MASSIVO TAXO | 1 | 780 | 780 | | 0 | 7 | \$528,39 | \$13,94 | \$171,60 | \$53,72 | \$767,65 |
| 17 | PBI021 | MASSIVO AMARILLO PATITO | 1 | 1200 | 1200 | | 207 | 0 | \$947,88 | \$555,81 | \$264,00 | \$124,49 | \$1.892,17 |
| 18 | PBI111 | MASSIVO VERDE FUCSIA | 1 | 1200 | 1200 | | 197 | 0 | \$855,34 | \$563,05 | \$264,00 | \$113,81 | \$1.796,21 |
| 19 | PBI070 | MASSIVO GRIS | 1 | 1200 | 1200 | | 329 | 0 | \$713,28 | \$549,22 | \$264,00 | \$119,96 | \$1.646,47 |
| 20 | PBI07 | MASSIVO BASE T | 1 | 1600 | 1600 | | 84 | 68 | \$1.244,96 | \$348,85 | \$352,00 | \$154,08 | \$2.099,88 |
| 21 | PBI01 | MASSIVO BASE INTESO | 1 | 1600 | 1600 | | 12 | -2 | \$1.247,02 | \$205,66 | \$352,00 | \$123,41 | \$1.928,09 |
| TOTAL | | | | | | | | | | \$11.441,92 | \$17.538,40 | \$7.574,98 | \$105.184,47 |

LÍNEA
PRODUTEKN

Anexo 8: SÍNTESIS GENERAL

PINTURAS PRODUTEKN CIA LTDA.



LÍNEA MASSIVO

ESTIMACIÓN PREVISTA 2023

1. Método de Estimación: Serie de tiempo - Índice de Corrección

Se realiza un modelo de estimación anual para el año 2023, la segmentación se presenta trimestralmente.

Total Unidades Estimadas

| | | TRIMESTRE | | | | T. ANUAL |
|-------------|---|-----------|-------|-------|-------|----------|
| | | 1ER | 2DO | 3ER | 4TO | |
| Und. Caneca | C | 1752 | 2085 | 2816 | 2112 | 8765 |
| Und. Galón | G | 9376 | 11227 | 15188 | 12945 | 48735 |

Total Unidades Estimadas + STOCK DE SEGURIDAD ANUAL DE 30%

Se toma en consideración un stock de seguridad del 30% por trimestre, los valores pueden variar dependiendo de eventos no predecibles.

| | | TRIMESTRE | | | | T. ANUAL |
|-------------|---|-----------|-------|-------|-------|----------|
| | | 1ER | 2DO | 3ER | 4TO | |
| | | 30% | 30% | 30% | 30% | 30 % |
| Und. Caneca | C | 2278 | 2710 | 3661 | 2746 | 11394 |
| Und. Galón | G | 12189 | 14595 | 19744 | 16829 | 63356 |

2. Promedio Margen de error

| TRIMESTRE | | | |
|-----------|---------|---------|--------|
| 1ER | 2DO | 3ER | 4TO |
| -11,45% | -20,79% | -11,42% | -6,32% |

3. Comparativa de ventas:

Los datos históricos del año 2021 y 2022 se comparan con el pronóstico 2023, como se muestra en la gráfica.



Observación: Existe una decreciente año 2022 en el tercer trimestre, tomar en cuenta:
Posibles afectaciones : Paro Nacional

4. Calculo Estimado Mano de Obra Directa

| | | |
|----------------------|--------|---|
| Tiempo Estandar: | 3,20 | h |
| Producción Promedio: | 782,63 | L |

| | |
|---------------------------|---------|
| Costo por Litro | \$ 0,22 |
| Costo por Litro / h Extra | \$ 0,33 |

| | | |
|-----------------------------------|-------|---|
| PRODUCCIÓN TRIM ESTIMADA TOTAL | 79720 | L |
|-----------------------------------|-------|---|

| | | |
|------------------------|----------|----------------------|
| PROMEDIO DE PRODUCCIÓN | 6.886,52 | L / Turno trabajo |
| TC PROMEDIO | 0,0698 | min / L |

| | | |
|--------------------|----|------|
| DIAS DE PRODUCCIÓN | 12 | Días |
|--------------------|----|------|

5. Costos Estimados

| | COSTOS SUBTOTAL |
|------------------------|----------------------|
| COSTO PRODUCCIÓN PASTA | \$ 68.629,16 |
| COSTO PRODUCCIÓN ENASE | \$ 22.170,00 |
| COSTO PRODUCCIÓN M.O. | \$ 17.538,40 |
| CIF | \$ 8.626,34 |
| TOTAL | \$ 116.963,90 |

6. Costo unitario de producción

| | Cost. De Pro / und |
|----|--------------------|
| CN | \$ 30,25 |
| GL | \$ 6,05 |