



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN MAESTRO DE
PRODUCCIÓN PARA MEJORAR EL CUMPLIMIENTO DE LA DEMANDA DE UNA FÁBRICA
DE MATERIALES PREFABRICADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE
GUATEMALA**

Andrea Paiz López

Asesorado por el MBA. Ing. Lizardo Alejandro Acosta López

Guatemala, marzo de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA MEJORAR EL CUMPLIMIENTO DE LA DEMANDA DE UNA FÁBRICA DE MATERIALES PREFABRICADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ANDREA PAIZ LÓPEZ

ASESORADO POR EL MBA. ING. LIZARDO ALEJANDRO ACOSTA LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Jerez Juarez
EXAMINADORA	Inga. Lidia Valentina Jácome Cucú
EXAMINADORA	Inga. Sherly Gabriela Herrera Escobar
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA MEJORAR EL CUMPLIMIENTO DE LA DEMANDA DE UNA FÁBRICA DE MATERIALES PREFABRICADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 11 de noviembre de 2021.

Andrea Paiz López



EEPM-1948-2022

Guatemala, 11 de noviembre de 2022

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado Ing. Urquizú

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA MEJORAR EL CUMPLIMIENTO DE LA DEMANDA DE UNA FÁBRICA DE MATERIALES PREFABRICADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE GUATEMALA.**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Área de Operaciones - Optimización de operaciones y procesos**, presentado por la estudiante **Andrea Paiz Lopez** carné número **201325564**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestión Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Mtro. Lizardo Alejandro Acosta López
Asesor(a)

Lizardo Alejandro Acosta López
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 18547

Mtro. Hugo Humberto Rivera Perez
Coordinador(a) de Maestría



Mtro. Edgar Darío Alvaréz Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EIMI-1593-2022

El Director de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA MEJORAR EL CUMPLIMIENTO DE LA DEMANDA DE UNA FÁBRICA DE MATERIALES PREFABRICADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE GUATEMALA.** , presentado por el estudiante universitario **Andrea Paiz Lopez**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

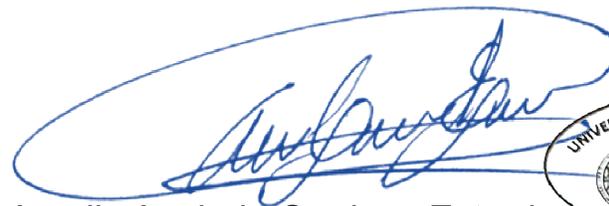
Guatemala, noviembre de 2022

LNG.DECANATO.OI.292.2023



La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA MEJORAR EL CUMPLIMIENTO DE LA DEMANDA DE UNA FÁBRICA DE MATERIALES PREFABRICADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por: **Andrea Paiz Lopez**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, marzo de 2023

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser mi guía de fe y guía espiritual que con cada una de sus bendiciones me condujo a culminar una meta más.
- La Virgen María** Por ser modelo perfecto de mujer y de cristiana.
- Mis padres** Juan Ramón Paiz, Mibely López, por ser mi inspiración, mi apoyo y ejemplo de vida, por su lucha diaria para poder darme la mejor herencia, la educación.
- Mis hermanos** Vanessa, José Antonio y Luis Miguel Paiz López, mil gracias por todo su apoyo, por estar siempre ahí en las buenas y en las malas.
- Mis sobrinos** José Carlos Paiz Arévalo, Roiler Acosta Paiz, Roxana Acosta Paiz, Juan David Paiz Arévalo, Valentina Paiz Arroyo y Alanna Paiz Monroy con todo mi cariño.
- Mis amigos** Por todo el apoyo y ayuda que me han brindado.

Mi novio

Lizandro Alejandro Acosta López, por estar a mi lado apoyándome y ayudándome en todo momento que lo necesite.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de estudios.

Facultad de ingeniería

Por brindarme las herramientas necesarias para desempeñarme como profesional.

**Escuela de Ingeniería
Mecánica Industrial**

Por abrir sus puertas, por enseñarme y prepararme como profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
3.1. Contexto general	5
3.2. Descripción	5
3.3. Formulación del problema	6
3.4. Delimitación del problema	7
4. JUSTIFICACIÓN	9
5. OBJETIVOS	11
5.1. General	11
5.2. Específicos	11
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	13
7. MARCO TEÓRICO	17
7.1. El Plan Maestro de Producción o PMP	17

7.1.1.	Objetivos de un PMP	18
7.1.2.	Normas de un plan de producción.....	20
7.1.3.	Ventajas que obtenemos al implementar el plan de producción son	21
7.1.4.	Beneficios de un MPS	24
7.2.	Demanda.....	26
7.2.1.	Tipos de Demanda y Necesidades de la producción.....	27
7.2.1.1.	Demanda Independiente	27
7.2.1.2.	Demanda dependiente	27
7.3.	Procesos de una fabrica de materiales pre-fabricados de construcción	28
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO	31
9.	METODOLOGÍA	33
9.1.	Características del estudio	33
9.2.	Enfoque.....	33
9.3.	Alcance	33
9.4.	Diseño	34
9.5.	Unidad de análisis	34
9.6.	Variables	34
9.7.	Fases del estudio	35
9.7.1.	Fase 1: revisión documental.....	35
9.7.2.	Fase 2: identificación de restricciones.....	36
9.7.3.	Fase 3: cálculo de bases para la planificación	36
9.7.4.	Fase 4: revisión de datos para definir las condiciones de planificación.....	36
9.7.5.	Fase 5: mapeo de demanda.....	37

9.7.6.	Fase 6: clasificación de artículos por planificar.....	37
9.7.7.	Fase 7: revisión de datos para definir las condiciones de planificación	37
9.7.8.	Fase 8: creación de la herramienta de MPS.....	37
9.7.9.	Fase 9: pruebas de herramienta y medición de porcentaje de error	38
9.7.10.	Fase 10: corrida de MPS en vivo.....	38
9.7.11.	Fase 11: identificación de responsabilidades	38
9.7.12.	Fase 12: creación de indicadores	38
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	39
11.	CRONOGRAMA.....	41
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	43
	REFERENCIAS	45
	APÉNDICES	47

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de solución	16
2.	Ubicación del MPS según su nivel de proyección.	23
3.	Cronograma	41

TABLAS

I.	Unidad de análisis	35
II.	Presupuesto	43

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje
Q	Quetzales

GLOSARIO

Abastecimiento	Conjunto de actividades que tiene como fin elevar los niveles de inventario de determinados artículos.
Cadena de Producción	Conjunto de pasos secuenciales para completar las tareas de producción.
Capacidad instalada	Volumen máximo para producir por determinada fábrica.
Capacidad de almacenaje	Cantidad máxima a almacenarse en una ubicación.
Consenso	Acuerdo entre diferentes partes para la toma de decisiones.
Ciclo de producción	Unidades mínimas por producir después de cumplir el primer batch de producción.
Demanda	Cantidad de unidades que el producto que ofrece la empresa para satisfacer las necesidades del mercado al cual se atiende.
Eficiencia	Cumplir con una tarea determinada empleando la menor cantidad de recursos.

ERP	Sistema de planificación de recursos empresariales en su traducción de sus siglas en inglés. Es un sistema que almacenan, integran y manejan todos los procesos de una organización.
Lote	Cantidad de productos a fabricarse en una sola corrida de producción.
Paros de producción	Momentos en los que se detiene la actividad productiva por alguna razón no planificada.
Plan de producción	Orden cronológico de productos por incluir en producción en un tiempo determinado.
Plan agregado de producción	Es el plan enfocado en decisiones tácticas para el control adecuado de niveles de inventario, fabricación y recursos por utilizarse.
Plan maestro de producción	Es el plan enfocado en la decisión de los productos y cantidades por producirse.
Pronóstico de la demanda	Análisis de venta histórica y aplicación de cálculos para determinar la demanda futura.
Proceso:	Conjunto de pasos por seguir para realizar una tarea.
Procedimiento	Método de pasos específicos que deben completarse para realizar una tarea.

Prefabricados	En construcción se entiende por los artículos previamente elaborados con determinadas especificaciones que facilitan la edificación de construcciones, por ejemplo: <i>blocks</i> o adoquines.
Productividad	Capacidad de producir.
Rendimiento	Comparación de cantidad producida contra la cantidad teórica que se debió haber producido con los recursos utilizados.

RESUMEN

En este trabajo de investigación se elaboro un plan maestro de producción (MPS) con base en el pronóstico de demanda para obtener el correcto abastecimiento de materias primas y producto terminado.

Como primer paso se realizó una revisión documental, para identificar cada una de las restricciones en el sistema evaluado, luego se procedio al cálculo de bases para la producción y con ello se revisaron los datos para para definir las condiciones de planificación, y asi mapear la demanda se clasificaron los artículos por planificar.

Luego se tomaron los datos anteriormente mencionados para la creación de la herramienta (MPS) y se realizaron las pruebas para cuantificar el porcentaje de error. Por ultimo se hizo la recomendación de la asignación de responsabilidades e indicadores con los que se medira los resultados del MPS.

1. INTRODUCCIÓN

La cantera de este trabajo de estudios fue inaugurada hace 25 años se cuenta únicamente con los procesos de explotación y trituración para la venta al público, sus principales productos: pedrín y arenas en sus diferentes medidas; 5 años más tarde el fundador decide traer una máquina de origen alemán para fabricar block y así es como se inaugura la planta de prefabricados, dentro de sus ventajas competitivas es la única planta de block con cantera propia dentro de los límites de la ciudad de Guatemala.

Después de 20 años de trabajo la planta cuenta con más de 70 tipos de artículos de producto terminado de los que se ha tenido un alto crecimiento en los últimos dos años en los que la planta se ha visto entregar de forma inmediata los pedidos de los clientes por lo que ahora la empresa en su constante búsqueda de procesos de mejora continua y soluciones de ingeniería para hacer más eficiente la producción, entre ellas: técnicas de trabajo, mejorar la calidad de los productos para evitar merma, realizar planes de producción para anticipar la demanda.

La planta de prefabricados actualmente trabaja 24 horas 6 días a la semana ya que se utiliza el séptimo día para el descanso de los colaboradores con un tiempo efectivo de fabricación del 95 % y un 5 % de tiempo muerto de la maquinaria que se utiliza para realizar los mantenimientos preventivos.

Hoy en día se tiene la ocupación de la planta es de 140 % ya que tiene alrededor de 42 días de espera desde que se coloca el pedido hasta que es entregado al cliente, sin embargo, se ha identificado que en ocasiones la planta

tiene órdenes de producción en inventario de productos denominados productos de baja rotación y usualmente estos tiempos de espera anteriormente mencionados ocurren en los productos más vendidos; es por ello que se propone un plan maestro de producción con el fin de alinear la producción con la demanda y enfocar los esfuerzos productivos en productos de alta rotación.

En este trabajo de investigación se implementará una de las fases más importantes que tiene el área de operaciones; se recibirá como proceso de entrada un pronóstico de demanda consensuado entre los departamentos de ventas, mercadeo y producción para que el Departamento de Compras realice su abastecimiento de materias primas. Este pronóstico deberá contener fechas específicas para que el plan de producción pueda ser efectivo y con este poder contar con producto terminado disponible para despachar. Para poder realizar este plan de producción se deberá recabar información tal como rendimientos, capacidades, lotes, ciclos de maquinaria, tiempos de entrega, entre otros.

2. ANTECEDENTES

A continuación, se presentan análisis y discusión de resultados de investigaciones previas relacionadas con el tema de estudio.

En su tesis titulada *Diseño y aplicación de un plan maestro de producción para aumentar la eficiencia productiva en una empresa de bisagras* Laura (2019) menciona que la empresa en donde se implementó esta metodología incremento un 31.6 % de eficiencia y un 7.5 % de productividad en donde logró un incremento en ventas gracias a que logro entregar una mayor de pedidos a tiempo.

También, en su trabajo de investigación *Implementación de un plan maestro de producción para mejorar la rentabilidad en pluscosmética* Paz (2017) sostiene que logra una mejora considerable en sus objetivos de rentabilidad, que alcanzando ciertos niveles "(...) de cumplimiento de la demanda y el nivel de inventarios logran una mejora considerable con el desarrollo e implementación de un Plan maestro de producción" (p. 10).

En la tesis titulada *Implementación de plan maestro de producción para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa creaciones amarillo* Amarillo (2018) tuvo como objetivo mejorar la productividad en el área de producción con el fin de cumplir con el inventario y los pedidos solicitados de los productos de alta rotación enfocándose en los productos de alta rotación.

Finalmente Cañarte (2019) en su trabajo *Propuesta de un plan maestro de producción para la elaboración de bloques en la compañía Ricplacan S.A.* estudia un escenario similar en la misma industria y tipo de planta, ella plantea un

cuestionamiento con las que se consideran las variables clave de esta investigación, siendo estas: cuánto y en qué momento producir, se tuvo como insumo la información de inventarios iniciales, pronóstico de ventas y pedidos confirmados.

El trabajo de investigación *Diseño de un plan de producción para mejorar la eficiencia de maquinaria utilizada en una empresa de fabricación de plástico Estrada (2020)* expone otros beneficios a la que esta herramienta permite acceder, tales como incrementar la productividad, eficiencia, y disminuir el tiempo muerto de la maquinaria, además de evitar el desaprovechamiento de los recursos para su debida producción, obtuvo, en consecuencia, mejores resultados económicos para la empresa en cuestión.

La referencia de los autores anteriormente citados demuestra que la herramienta propuesta ayudará a alcanzar con mayor prontitud los pedidos solicitados gracias a la posibilidad que nos brinda la herramienta de tener visibilidad de una demanda esperada y enfocar los esfuerzos de producción hacia esta, al priorizar los productos por producir para tenerlos a disposición en el momento ideal.

A través de estos trabajos de investigación también se comprende el tipo de información que se necesitará para poder llevar a cabo este proyecto de graduación, algunas de estos son el histórico de venta o pronóstico de la demanda, inventarios iniciales, rendimientos y eficiencias de las maquinarias en planta, tamaño del batch y ciclos, cantidad de operarios y horas efectivas de producción, entre otros.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto general

La empresa la cual es objeto de estudio es una cantera con 25 años de trayectoria en la industria de la construcción con tres plantas ubicadas en la ciudad de Guatemala y una planta en Quetzaltenango. Actualmente existen problemas de abastecimiento de materias primas y se presenta un desabastecimiento de productos de alta rotación y sobreabastecimiento de productos con baja rotación esto debido a que en la industria de construcción los clientes (proyectos, obras y distribuidoras) realizan un pedido general de acuerdo con sus necesidades de producción, sin embargo este no tiene relación con los despachos ya que suelen ser varias entregas en diferentes fechas por cada pedido, esto imposibilita la creación de un plan de producción lo que deriva en desabastecimientos de materias primas y productos fabricados que no tienen la rotación deseada ya que el factor decisional para producir es la capacidad de almacenaje asignado a cada material pero este no tiene relación con la demanda actual.

3.2. Descripción

La empresa objeto de esta investigación inició hace 25 años con actividades mineras de explotación de la cantera al pasar 5 años se adquirió una maquina alemana de última generación para fabricar block y adoquín, dicho esto la planta de prefabricados cuenta ya con 20 años ya de existir y es una de las únicas plantas dentro de la ciudad capital que cuenta con su propia cantera. Durante todos estos años la planta trabaja su producción bajo pedidos y contaba

con ciertos inventarios de seguridad para asegurar la venta a clientes que no hubiesen programado su compra, en la actualidad esta planta ya trabaja 24 horas al día durante los 7 días a la semana, agregando a esta la creciente tendencia de la industria de la construcción se identifica la necesidad de crear un plan de producción con el objetivo de satisfacer la demanda de los clientes y reducir los tiempos de entrega.

3.3. Formulación del problema

- **Pregunta central**

La pregunta principal que este trabajo tendrá como objetivo responder es:

¿Cómo implementar un plan maestro de producción para la planta de prefabricados?

- **Preguntas Auxiliares**

Las siguientes preguntas apoyarán al desarrollo de la pregunta principal de este trabajo.

- ¿Qué variables debo de tomar en cuenta en una planificación de producción para una planta de prefabricados?
- ¿Qué indicadores se pueden aplicar para anticipar la producción al requerimiento de producto terminado de los clientes?
- ¿Cómo presentar la disponibilidad de producto terminado disponible para entrega inmediata?

3.4. Delimitación del problema

Este trabajo se enfocará en poder planificar la producción con el objetivo de cubrir las necesidades mas importantes a nivel inventario de producto terminado y anticiparse a la posible demanda del mercado, tomará en cuenta las variables, tiempos de entrega, eficiencias, lotes mínimos, entre otros. Y además esta herramienta podría servir como línea base para futuros desarrollos de mejora continua para la empresa, estos pueden ser un plan de requerimiento de materiales para evitar conflictos de desabastecimientos, mejores negociaciones con proveedores, entre otros.

4. JUSTIFICACIÓN

La empresa la cual es objeto de esta investigación reporta crecimientos de venta arriba del 20 % consecutivamente durante el segundo semestre de 2020 y el año 2021, en 2022 el ritmo de ventas continua con el mismo ritmo de crecimiento, estas ventas están alineadas con las proyecciones de la cámara de constructores de Guatemala que proyectan un crecimiento de 4.3 % para el cierre de 2022 y un 3.6 % para 2023.

En la empresa actualmente, esta línea de productos cuenta con un tiempo de espera aproximado de 11 días después de que el cliente coloca un pedido para que este pueda ser entregado ya que se estima que la planta de producción tiene una demanda de 140 % con respecto a su capacidad instalada y de acuerdo con las proyecciones de crecimiento anteriormente citadas se puede inferir que los tiempos de entrega aumentarán, sin embargo, uno de los aportes principales de este trabajo es precisamente reducir estos tiempos de entrega a través de priorizar las producciones que tengan mayor urgencia de entrega.

Por estas razones se presenta un plan maestro de producción como una solución a la problemática actual, evitando acumular inventario en productos de baja rotación y realizar un plan de producción con el fin de hacer más eficientes las producciones por ende, reduce costes asociados, además de aportar un enfoque en atender la demanda de productos de alta rotación, con el fin de reducir los tiempos de entrega actuales y mantener dichos tiempos al momento de percibir los cambios de demanda esperados, logra como resultado una mejor satisfacción al cliente, brinda un buen servicio y obtiene como ventaja competitiva de una entrega más rápida en comparación a otras empresas.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Implementar un plan maestro de producción que ayude a mejorar el cumplimiento de la demanda de la planta de producción de materiales prefabricados para la construcción.

5.2. Específicos

- Realizar el análisis integral con todas las variables que sean necesarias para que estas sirvan como insumo para la implementación de un plan maestro de producción.
- Anticipar la producción al requerimiento de producto terminado de los clientes.
- Obtener visual del producto que el Departamento de Ventas tiene disponible para entrega inmediata.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

La principal necesidad que se cubrirá con esta investigación es evitar el desabasto de productos de alta rotación y sobreabastecimiento de productos de baja rotación, haciendo mas eficientes las líneas de producción y disminuye los costos de producción.

Los peligros que pueden ocasionar al no contar con un plan de producción son: la incorrecta asignación de tiempos de producción a los diferentes artículos, el desabasto de materias primas al ejecutarla, desconocimiento de tiempos de entrega de producto terminado, falta visibilidad de la demanda actual.

Esta línea de productos cuenta con un tiempo de espera aproximado de 11 días después de que el cliente coloca un pedido para que este pueda ser entregado ya que se estima que la planta de producción tiene una demanda de 140 % con respecto a su capacidad instalada.

Para el desarrollo de este plan de producción la empresa cuenta con el desarrollo de un sistema ERP por sus siglas en inglés (Enterprise Resource Planning) lo cual como su nombre lo dice es un sistema de planificación de recursos donde se tiene almacenado la información de la receta o fórmula, batch, ciclo, rendimiento, unidad/hora, tiempo de entrega y mínimos de producción por cada artículo. Estas variables ya almacenadas significan ya un trabajo previo y un gran esfuerzo por parte de la empresa y serán pilares fundamentales para obtener los datos restantes para organizar el plan maestro de producción. Por lo que a continuación se definirán las fases en las cuales se dividirá este:

- Fase 1. Revisión documental: en esta etapa se deben revisar cada uno de los documentos de soporte para el desarrollo del plan maestro de producción. Para este apartado se estima un tiempo de 15 días.
- Fase 2. Identificación de restricciones: se identificarán las diferentes restricciones que existen al momento de realizar una programación de producción dado que en esta industria se debe tomar en cuenta los cambios de colores y los tipos de corte que existe. Tiempo estimado: 15 días.
- Fase 3. Cálculo de bases para la planificación: en esta etapa se realizará el calculo de las variables de *stock* de seguridad, pronóstico de demanda. Tiempo estimado: 15 días.
- Fase 4. Revisión de datos para definir las condiciones de planificación: en esta sección se analizará toda la data que se puede descargar del sistema, además de analizar la información que el gerente de producción pueda compartir. Tiempo estimado: 7 días.
- Fase 5. Mapeo de demanda: en este apartado se analizará la base de datos de la venta histórico con el fin de identificar la mejor opción de la técnica de planificación de la demanda a utilizar. Tiempo estimado: 15 días.
- Fase 6. Clasificación de artículos por planificar: en esta fase se clasificará los artículos según la frecuencia de venta. Tiempo estimado: 7 días.

- Fase 7. Medición de espacio disponible y porcentaje de ocupación: en esta sección se verificará los espacios asignados en patio de almacenaje de cada producto. Tiempo estimado: 15 días.
- Fase 8. Creación de la herramienta de MPS: en este apartado se elaborará el plan maestro de producción en la herramienta Microsoft Excel. Tiempo estimado: 30 días.
- Fase 9. Pruebas de herramienta y medición de porcentaje de error: en esta fase se realizará el plan de producción y se verificará el escenario propuesto con los resultados obtenidos. Tiempo estimado: 21 días.
- Fase 10. Corrida de MPS en vivo: para esta fase se hará oficial la utilización de la herramienta como el plan oficial de producción. Tiempo estimado: 15 días.
- Fase 11. Identificación de responsabilidades: en este apartado se asignará roles y responsabilidades de los procesos que conllevan la planificación de producción. Tiempo estimado: 15 días.
- Fase 12. Creación de indicadores: en esta fase se crearán los indicadores necesarios para la medición del desempeño del plan de producción. Tiempo estimado: 10 días.

El desarrollo de todas las fases tiene un tiempo estimado de desarrollo de 180 días hábiles.

Figura 1. Esquema de solución

Revisión documental	15 días
Identificación de restricciones	15 días
Cálculo de bases para la planificación	15 días
Revisión de datos para definir las condiciones de planificación	7 días
Mapeo de demanda	15 días
Clasificación de artículos a planificar	7 días
Medición de espacio disponible y porcentaje de ocupación	15 días
Creación de la herramienta de MPS	30 días
Pruebas de herramienta y medición de porcentaje de error	21 días
Corrida de MPS en vivo	15 días
Identificación de responsabilidades	15 días
Creación de indicadores	10 días

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. El Plan maestro de producción o PMP

Gómez, *et al.*, (2020) explica que “el plan maestro de producción (PMP) es un plan de producción futuro de los artículos finales, durante un horizonte de planeación marcando el plazo para lograr hacer más eficiente el sistema productivo de la empresa” (p. 19).

Este horizonte que se menciona anteriormente suele ser semanal, esta herramienta es de naturaleza dinámica dado que se actualiza frecuentemente. En el ejemplo de una actualización semanal quiere decir que una vez transcurrida una semana se retira la programación propuesta, se repone por los resultados reales y se vuelve a correr el PMP con todas las variables involucradas, sin embargo, la variable predominante suele ser la proyección de la demanda y los pedidos o ventas ya confirmadas, esto dependerá de la operación particular de cada empresa. Así que:

El PMP establece el número de productos que se tienen que terminar al final del plazo marcado. Este plazo puede ser diario, semanal o mensual, generalmente el plazo debe ser corto para contar con una muestra más exacta y poder pronosticar a futuro. (Villegas, 2017, p. 22)

La ejecución de este plan consiste en programar la producción en función de horarios de acuerdo con la prioridad de la operación tomando en cuenta las variables que optimizan el proceso y de esta forma determinar el inicio y el fin del día a día de producción.

7.1.1. Objetivos de un PMP

El PMP tiene como objetivo programar la producción de los artículos que necesitan los clientes en términos de tiempos y cantidades y evitar sobrecargas y cargas ligeras, utiliza eficientemente la capacidad de producción, logra en la medida de lo posible una producción uniforme sin picos y valles.

En esencia un PMP responde a las preguntas de:

- ¿Qué producir?

Es la selección de artículos que con un pronóstico de demanda se puede determinar que hay necesidad de producción.

- ¿Cuándo producir?

Persigue un plan de entrega lógico y que utiliza como insumo la producción para su cumplimiento. Cabe resaltar que el horizonte de tiempo en este caso siempre es de corto plazo.

- ¿Cuánto producir?

Este plan determina la cantidad de cada uno de los artículos que requieren producción.

Para responder las preguntas anteriores el plan maestro de producción contiene:

- Previsión de ventas

Es el pronóstico de demanda que se calcula y utiliza mientras las ventas reales se confirman.

- Datos del inventario inicial antes de ejecutar el plan.

Como su nombre lo indica es el dato del inventario con el cual inicia el plan es decir si el plan inicia el lunes el inventario inicial será la cantidad en almacén del día lunes antes de agregar inventarios por producción o restar inventarios debido a la venta.

- Plan agregado de producción.

El plan agregado de producción, también conocido como PAP, es el plan de producción que esta alineado a la estrategia de la empresa este puede ser un plan que obedece a cumplir las metas de venta o crecimiento de la empresa.

- Diferencia entre PAP y el PMP

La diferencia reside en el nivel de jerarquía de cada uno de ellos ya que el plan maestro de producción forma parte de el PAP dado que el segundo obedece a la estrategia mientras que el primero es la sensibilización de esta; en otras palabras, el PMP es un plan a nivel esencialmente operativo que utiliza datos reales de venta y conforme transcurre el tiempo sustituye el pronostico de ventas por la venta confirmada. El horizonte de tiempo es otra de las diferencias principales ya que en el PMP las unidades de tiempo son mas cortas generalmente en semanas o días mientras que en el PAP se hace en al menos en un horizonte de varios meses de planificación.

Sin embargo. La principal diferencia es que el PMP forma parte del PAP.

- Objetivo de inventario

El objetivo del inventario obedece a las necesidades de producción para satisfacer la demanda prevista.

- Pedidos de clientes

Estos son la venta real que sustituye el pronóstico de ventas en el horizonte de tiempo que estamos planificando.

7.1.2. Normas de un plan de producción

El plan maestro de producción se rige por ciertas normas muy propias de cada negocio que a nivel general son:

- Restricciones de capacidad

Entre las diferentes restricciones que existen en este apartado son: capacidad instalada, unidades por batch, ciclos de producción, mínimos de producción, entre otros.

- Restricciones de plazos de aprovisionamiento y fabricación

En este apartado se podrán encontrar tiempos de entrega de proveedores de materia prima, mínimos de compra de materia prima, tiempos de vida, capacidad de almacenamiento de materias primas y productos terminados.

7.1.3. Ventajas que se obtienen al implementar el plan de producción son

- Planificar tiempos de entrega y entregas futuras.
- Producción estable.
- Anticiparse a las variabilidades de la demanda.
- Cumplimiento de promesas de entrega a clientes, es decir, satisfacción al cliente induciendo una posible recompra.
- Planificar la mano de obra y sus costos relacionados.
- Hacer eficiente la ejecución de la cadena de suministro.
- Planificación de flujo efectivo.

De acuerdo con Palacios (2019) en su libro titulado *Administración de la producción* define que los objetivos de un PMP son:

- Ofrecer el fundamento para cumplir los compromisos con los clientes.
- Hacer eficaz uso de la capacidad en planta.
- Alcanzar estratégicamente los objetivos empresariales.
- Acordar las necesidades entre fabricación, finanzas y marketing, o sea, la negociación interfuncional, con los presupuestos de fabricación y capital.

También nos menciona que la actividad de PMP es, básicamente la coordinación entre *marketing* y producción por medio de fechas y compromisos de orden para su envío. En resumen, un PMP es un informe detallado sobre cuánto y cuando se producirá al utilizar:

- Pronóstico de ventas
- Limitaciones de capacidad y uso completo
- Especificaciones del producto y lista de piezas que lo componen

- Lista y especificaciones de materiales
- Lista y planificación del ensamble de grupo de productos

Lizardo (Ingeniero industrial de 30 años) gerente de operaciones de la empresa que es objeto de esta investigación recalca la importancia de la coordinación entre *marketing* y producción además de agregar otras aristas como el departamento de ventas y los trabajos que esta proyección de producción genera tales como bodegas de almacenaje y compras. Además, menciona que la coordinación de la que se hace mención sirve para priorizar adecuadamente las producciones contesta a la pregunta que el libro de texto hace sobre cuándo producir.

Palacios (2019) plantea que el MPS puede establecerse en ciertos términos de:

- Ventas por periodos mensuales, trimestrales o anuales
- Cantidad de unidades por producir en cada línea durante cada período

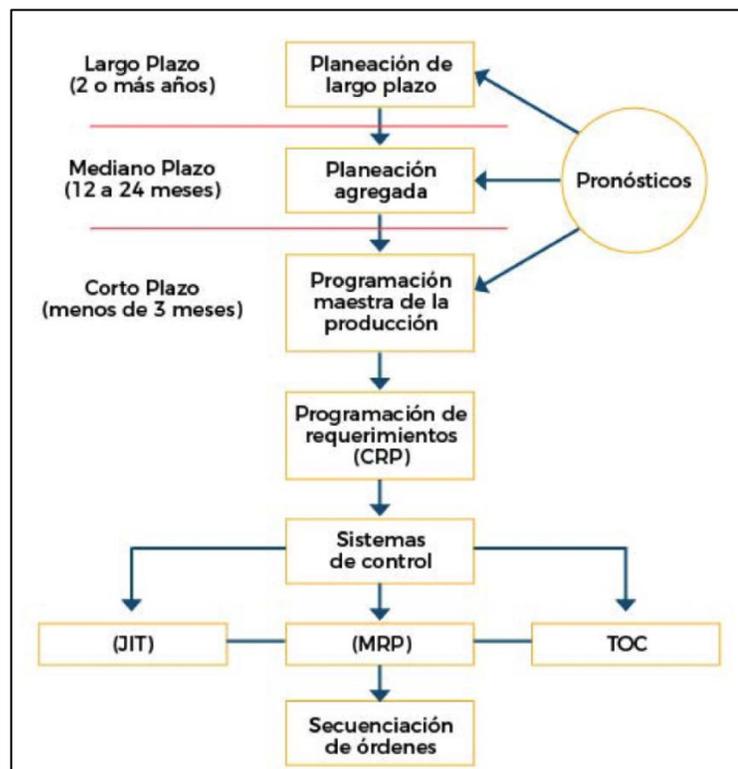
El MPS abarca una variedad de productos fabricados y mercados a los que atiende bajo tres enfoques de fabricación:

- Para inventario, por lotes y para consumidor, incluye repuestos.
- Sobre pedido, en cuyo caso no mantiene inventario.
- Ensamble sobre pedido de infinidad de productos, con cierta flexibilidad.

Según la ilustración 69 del libro de texto *Administración de Operaciones* de Gómez *et al.*, (2020) sitúa el plan maestro de producción en una escala de proyección de corto plazo, menor de tres meses, en la que tiene como variable de entrada el plan agregado de producción el cual es una proyección a mediano

plazo y como variable de salida la programación de requerimientos que a su vez determina a través de sistemas de control los procesos que resultan de la creación de un plan maestro de producción.

Figura 2. **Ubicación del MPS según su nivel de proyección**



Fuente: Gómez et al. (2020). *Administración de operaciones*.

Cabe mencionar que estas metodologías también son encontradas en sistemas informáticos especializados para empresas, este se encuentra dentro de los módulos de producción.

El sistema de planeación de recursos empresariales *ERP*, por sus siglas en inglés. Un recurso tecnológico que ayuda a mejorar la forma de

administrar la cadena de producción volviendo mucho más sencillo el registro de las labores que incluso, las automatiza para efectuar el plan maestro de producción de tal manera que, los recursos maximicen su actividad y con base en ello, analizar el rendimiento de todo el proceso de producción. (Visual México, s.f., párr. 12-13)

Entre otras cosas, da respuesta a:

- Empleo eficiente de las instalaciones y los recursos para conseguir una producción amplia y efectiva.
- Habilitar un diligente procesamiento de la información, a través de aplicaciones que permiten completar todo el flujo de trabajo.
- Integración de todos los recursos de la cadena de producción en un módulo único para facilitar su manipulación y mejorar su eficiencia.
- Gestión de los diferentes procedimientos de fabricación usando un sistema que integre la planificación, adquisición y las bases de datos de costos (Visual México, s.f., párr. 15-18).

7.1.4. Beneficios de un MPS

Según Onyx Soft (s.f.) otro proveedor de ERP menciona que algunos de los beneficios de un MPS en sistemas informáticos son dos principales:

- Optimiza la capacidad de producción

Para que la vinculación de la producción sea realmente eficiente, se debe planificar. Por lo tanto, el plan maestro de producción a través de los cálculos realizados gracias a las altas tecnologías cuenta con el tiempo, la

cantidad y la capacidad de personal disponible para llevar a cabo esta producción.

Además, el programa maestro de producción trata de alinear la producción dando prioridad a las órdenes de trabajo más urgentes para optimizar todo el flujo de producción mediante pasos bien definidos.

- Evita las pérdidas

Es importante tener claro que, sin una previa planificación, cualquier empresa o industria podría tener enormes pérdidas financieras, tanto en la entrega de los productos como en su respectiva fabricación.

Por ello, el plan maestro de producción controlando las demandas de cada artículo, los plazos de entrega y las existencias- mantiene todo organizado y bajo control, disminuyendo o evitando pérdidas. (párr. 9-14)

Carlos (Ingeniero agrónomo de 42 años) director general de la empresa menciona que no solo es importante aplicar técnicas como el MPS en la empresa si no que también es importante desarrollar estas herramientas en plataformas tecnológicas con el fin de disminuir errores humanos y acelerar los procesos complejos por medio de una computadora y el operador de la tecnología se convierta en un tomador de decisiones para utilizar el valioso tiempo del colaborador en analizar datos, en buscar oportunidades de mejora y no utilizar ese tiempo en realizar el proceso de forma manual.

De acuerdo con el libro de Collier y Evans (2016) quinta edición *Administración de Operaciones* menciona que dentro de la estrategia de operaciones se puede obtener una ventaja competitiva al entender las

necesidades y deseos del cliente, agrega que cada empresa tiene la elección de decidir donde enfocar sus esfuerzos y una de estas áreas puede ser dar respuesta rápida.

Luis (Administrador de empresas de 48 años) gerente de ventas de la organización coincide que en la industria de materiales de la construcción una entrega rápida puede ser una variable decisional ante la necesidad del cliente de no detener su obra.

7.2. Demanda

En el libro *Planificación y gestión de la demanda*, Cruz (2018) menciona que:

El concepto de demanda tiene diferentes acepciones, una de las cuales tiene relación con el área económica que es donde se desenvuelve la actividad empresarial. La demanda en un entorno económico consiste en el conjunto de productos y servicios que se mueven en un momento dado dentro de un lugar. Dependiendo del momento, lugar y participantes, se podrá hablar de un tipo de demanda o de otra.

La demanda en la empresa está íntimamente relacionada con el proceso de producción, ya que la cadena productiva de la empresa, su planificación, organización, cambio y programación están condicionados por la demanda del producto que la empresa fabrica en un momento determinado. Existen diferentes tipos de demanda y, dentro de ellos, distintos comportamientos de la misma, encontrando comportamientos constantes, estacionales, con alguna tendencia o incluso cíclicos. (p. 51)

Para fines de este trabajo de estudio la demanda se referirá a todos los productos que son requeridos por el mercado en este caso clientes de la compañía que es objeto de estudio.

7.2.1. Tipos de demanda y necesidades de la producción

Existen dos tipos de demanda, los cuales son:

7.2.1.1. Demanda Independiente

La función de producción, su planificación, organización y control vienen determinados, en mayor medida, por la demanda que exista en el mercado de los productos que son producidos por la empresa.

Demanda independiente dentro de los tipos de demanda que afectan directamente a la producción, se encuentra la demanda independiente. Este tipo de demanda es completamente independiente y se halla al margen de la toma de decisiones de la empresa, es decir, no está condicionada por la empresa, sino por factores que escapan directamente a su control. En este caso, este tipo de demanda está sujeta al cliente o consumidor y su comportamiento de compra, aunque puede ser influenciado por la empresa, nunca será controlado por completo, ya que el cliente tiene la última palabra. (Cruz, 2020, pp. 56-57)

7.2.1.2. Demanda dependiente

Esta demanda es la que afecta a la producción de la empresa. Sí es controlable por la empresa, por lo que en su cálculo intervienen las políticas empresariales en relación a las materias primas, producción final, previsiones de

consumo, entre otros. Es, por tanto, una demanda independiente del cliente controlada por las previsiones y política productiva.

7.3. Procesos de una fábrica de materiales pre-fabricados de construcción

A continuación, se describirá el procedimiento de una fábrica de materiales pre-fabricados para su uso en construcción:

- Paso 1: explosión de cantera

Se realiza la explosión de cantera bajo la supervisión de las entidades correspondientes dada la utilización de materiales explosivos.

Esta tarea se realiza cada dos semanas aproximadamente depende de la demanda de la fábrica, de esta explosión se obtiene arenas de diferentes tipos y polvo de piedra, además de otros productos que tienen subprocesos para poder ser utilizados en prefabricados.

- Paso 2: trituración

En este paso se traslada el material explosionado hacia la trituradora y que esta a su vez tritura y selecciona según tamaño y granulometría. Estos tipos de trituración se le denominan: primaria, secundaria y terciaria en donde se puede obtener, por ejemplo, el pedrín de 1/2, 3/8 y 3/16 respectivamente, además de la sección por fineza de las diferentes arenas.

- Paso 3: requerimiento de materiales

Depende del producto por fabricar se hace el requerimiento de materiales que intervendrán en la fabricación de blocks, adoquines y muros, estos pueden ser:

- Polvo de piedra
- Arenas: caliza, para mortero y caliza lavada.
- Piedrín: de las medias 3/8 y 3/16.
- Cemento: 5,800 y 4,000 PSI.
- Pigmentos: rojo, amarillo, anaranjado, negro, etc.
- Químicos y aditivos: Sikalite, entre otros.
- Agua.

- Paso 4: dosificación

Se vierte las cantidades según el requerimiento de explosión de materiales con el fin de cumplir con las cantidades requeridas del plan de producción.

- Paso 5: mezcla

Se mezcla la dosificación previamente añadida en las máquinas.

- Paso 6: máquina

Se vierte la mezcla en los moldes de la máquina bloquera y esta realiza un proceso de presión, de modo que la mezcla adopte la forma de los moldes.

- Paso 7: encubado

Los blocks o adoquines son transportados por medio de una banda transportadora hacia una máquina de curado en donde con la ayuda del calor al secado y adquieren dureza en su momento mas frágil.

- Paso 8: fraguado

Una vez los blocks o adoquines se secan, se transportan de la cámara de encubado al patio de despacho en donde pasan por un tiempo de fraguado en donde básicamente es esperar a que el block llegue a su dureza requerida según los estándares del que fueron fabricados.

- Paso 9: corte/Biselado

En algunos casos se utilizan moldes para que los blocks salgan de la máquina unidos y se realiza un corte en el medio con la ayuda de una máquina cortadora a presión para que de la forma rustica de los blocks. Además, también se puede realizar en blocks, rústicos, lisos, adoquines y muros, el corte biselado el cual consiste en cortar las esquinas de los materiales prefabricados para que estos ayuden a dar forma a la construcción que se realiza.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL
2. MARCO TEÓRICO
3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN
 - 3.1. Análisis del proceso
 - 3.2. Descripción del proceso
 - 3.3. Diagrama de proceso
4. DESCRPCIÓN DE LOS PRODUCTOS
 - 4.1. Familias de productos
 - 4.2. Tolerancias y especificaciones
 - 4.3. Uso previsto del producto
5. RESTRICCIONES Y CONSIDERACIONES PREVIAS
 - 5.1. Tiempos de entrega de producto final

- 5.2. Capacidad de producción
 - 5.3. Lotes de producción
 - 5.4. Rendimientos de producción
 - 5.5. Almacenaje
 - 5.6. Inventario de seguridad
6. DESARROLLO DEL PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN
- 6.1. Demanda
 - 6.1.1. Identificar fuentes de información
 - 6.1.2. Horizonte de planeación de demanda
 - 6.1.3. Selección de tipo de metodo de pronostico de demanda
 - 6.2. Medición de error porcentual de la demanda
 - 6.3. Identificar reportes necesarios
 - 6.3.1. Programación de producción
 - 6.4. Kardex
 - 6.5. Política de inventarios
 - 6.5.1. Análisis de nivel de servicio adecuado
 - 6.5.2. Inventario disponible para entrega
 - 6.6. Creación de herramienta
 - 6.7. Mantenimiento de herramienta

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

Se presenta a continuación la ruta que tomara este proyecto de graduación, desde su fase de investigación hasta su fase de desarrollo.

9.1. Características del estudio

El estudio tendrá las siguientes características.

9.2. Enfoque

El presente trabajo de graduación tiene un enfoque cuantitativo ya que se basa en el análisis de las variables que componen el plan maestro de producción, tales como el pronóstico de la demanda, el error del pronóstico anteriormente mencionado, inventario de seguridad, productividad, lotes mínimos con el fin de poder cumplir con la fecha de entrega pactada con los clientes.

9.3. Alcance

El alcance de la investigación será de tipo explorativo ya que la empresa no cuenta actualmente con un plan maestro de producción y este tiene como objetivo su implementación para colaborar al cumplimiento de la demanda de los clientes que colocan sus pedidos con anticipación y en los que se requiere entrega inmediata.

9.4. Diseño

El diseño que esta investigación será del modo experimental ya que además de la validación y obtención de los datos necesarios para la creación del plan maestro de producción si se realizará la creación de la herramienta en Microsoft Excel junto con una serie de indicadores de desempeño para que esta pueda ser medida y considerada para su uso como proceso en el día a día de la empresa.

9.5. Unidad de análisis

La unidad de análisis será el proceso de fabricación de los materiales prefabricados para la construcción y sus variables a tomar en cuenta para realizar la planificación maestra de la producción.

9.6. Variables

Las variables en estudio se describen a continuación:

Tabla I. **Unidad de análisis**

Nombre de la variable	Definición teórica	Definición operativa	Indicador
Establecimiento de las etapas del proceso	Etapas de un proceso de producción: Serie de pasos que se realizan para la transformación de los materiales prefabricados de construcción.	Definición de las etapas del proceso de producción de materiales prefabricados de construcción exponiendo los puntos de mejora de forma cualitativa.	Flujograma del proceso.
Identificación de las variables del proceso	Variables del proceso: Son las características específicas que describen el proceso.	Son todos los datos específicos del sistema que servirán para la construcción del plan maestro de producción.	Definición de variables, verificaciones y responsables
Identificación de las restricciones del proceso	Restricciones del proceso: Son todos los datos específicos que describen las limitantes del proceso.	Son las reglas que no podemos infringir dado que así está diseñado el proceso.	Árbol de decisión y descripción de restricciones del proceso.
Establecimiento de los puntos críticos de control del proceso	Puntos críticos del proceso: Etapas del proceso a supervisar para el control del sistema completo.	Son todos los puntos a evaluar y que definirán las reglas del sistema.	Árbol de decisión y descripción de puntos críticos de control
Elaboración del plan maestro de producción	Plan maestro de producción: herramienta que permite cumplir en tiempo y forma con la demanda de los procesos.	Herramienta para programar la producción de acuerdo a las necesidades del mercado.	Indicadores de control y seguimiento del proceso

Fuente: elaboración propia.

9.7. Fases del estudio

A continuación, se describen las fases en las cuales se divide el desarrollo de la investigación:

9.7.1. Fase 1: revisión documental

Para esta etapa se debe revisar toda la documentación que puede servir de soporte para el desarrollo del plan maestro de producción. Dicha información se buscará en el ERP de la empresa, de los conocimientos de los ingenieros

encargados de manejar la planta de producción, y los datos que no estén mapeados este trabajo de graduación se encargará de recabarlos.

9.7.2. Fase 2: identificación de restricciones

Se identificarán las diferentes restricciones que existen al momento de realizar una programación de producción. Como: lotes mínimos de producción, espacio disponible en patio (bodega), tiempos de fraguado, cambios de color y cambios de resistencias.

9.7.3. Fase 3: cálculo de bases para la planificación

En esta etapa se realizará el cálculo de las variables de *stock* de seguridad, pronóstico de demanda, rendimientos de producción, en algunos estos cálculos ya están recabados e introducidos en sistema sin embargo los ingenieros de producción mencionan que no han sido actualizados y que no en todos los casos estos datos son validos, por esta razón, se verificarán.

9.7.4. Fase 4: revisión de datos para definir las condiciones de planificación

En esta sección se analizará toda la data que se puede descargar del sistema, se verificara si es la correcta y si esta actualizada, posteriormente en los casos que haga falta se actualizará el sistema con la información correcta, además de analizar la información que el gerente de producción pueda compartir.

9.7.5. Fase 5: mapeo de demanda

En este apartado se verificará cómo se extrae la información de la venta histórica y si es necesario se harán recomendaciones para adecuar esta información a un formato de base de datos conveniente para ser analizada posterior se analizará la venta histórica con los diferentes métodos de planificación con el fin de seleccionar la mejor opción y que además represente un menor error.

9.7.6. Fase 6: clasificación de artículos a planificar

En esta fase se clasificará los artículos según la frecuencia de venta. Aquí por medio de un análisis de la data que descarguemos del sistema se buscara categorizar todos aquellos artículos que signifiquen un alta, media o baja venta en el giro de negocio.

9.7.7. Fase 7: revisión de datos para definir las condiciones de planificación

En esta sección se verificará los espacios asignados en patio de almacenaje de cada producto, con el fin de verificar que estos espacios se alineen con la rotación y demanda de cada producto.

9.7.8. Fase 8: creación de la herramienta de MPS

En este apartado se elaborará el plan maestro de producción en la herramienta Microsoft Excel. Se plasmarán todos los datos obtenidos, ya habiendo considerado todas las variables y restricciones que presente el sistema.

9.7.9. Fase 9: pruebas de herramienta y medición de porcentaje de error

En esta fase se realizará el plan de producción y se verificará el escenario propuesto con los resultados obtenidos. Se harán los ajustes necesarios para disminuir el error.

9.7.10. Fase 10: corrida de MPS en vivo

Para esta fase se hará oficial la utilización de la herramienta como el plan oficial de producción. A partir de esta corrida oficial la ejecución de este plan será parte del proceso de la empresa y el plan de producción deberá esforzarse para apegarse a dicho plan ya que este atiende las necesidades de demanda en tiempo y forma tomando en cuenta las variables y respetando las restricciones existentes.

9.7.11. Fase 11: identificación de responsabilidades

En este apartado se identificarán las responsabilidades y requerimientos mínimos para realizar la tarea de ejecutar el plan maestro de producción posterior a esto se definirá un perfil ideal de la persona responsable para que la administración de la empresa pueda identificar si hay talento humano dentro de la empresa que pueda asumir este rol o en caso contrario realizar la debida contratación.

9.7.12. Fase 12: creación de indicadores

En esta fase se crearán los indicadores necesarios para la medición del desempeño del plan de producción.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Se llevarán a cabo visitas a la planta de producción de prefabricados para poder detallar cada una de las etapas del proceso de objeto de estudio, e identificar las variables que intervienen en el proceso, además se recabara la información consultando el ERP y consultando al gerente de producción, estos serán representados por medio de una tabla.

Después de haber mapeado cada una de las etapas del proceso, procederemos a crear diagramas del proceso los cuales mostrarán la secuencia e interacción de las actividades y se identificarán las restricciones que existen al momento de realizar la programación.

Por otro lado, se evaluará la fuente principal de información que se utilizará para poder realizar el pronóstico de demanda con el fin de contar con una de las variables mas importantes del plan maestro de producción. Una vez validada la fuente de información se procederá a evaluar el método de pronostico a utilizar, entre ellos pueden ser: promedio móvil, ponderado, exponencial, método e holt, winters, entre otros. Asimismo, el método de evaluación para seleccionar el pronóstico mas adecuado será la medición del error por medio del método MAPE ya que este identifica el error absoluto. Este mismo método se utilizará como indicador de desempeño para el pronostico de demanda cuando el plan maestro de producción ya se encuentre implementado.

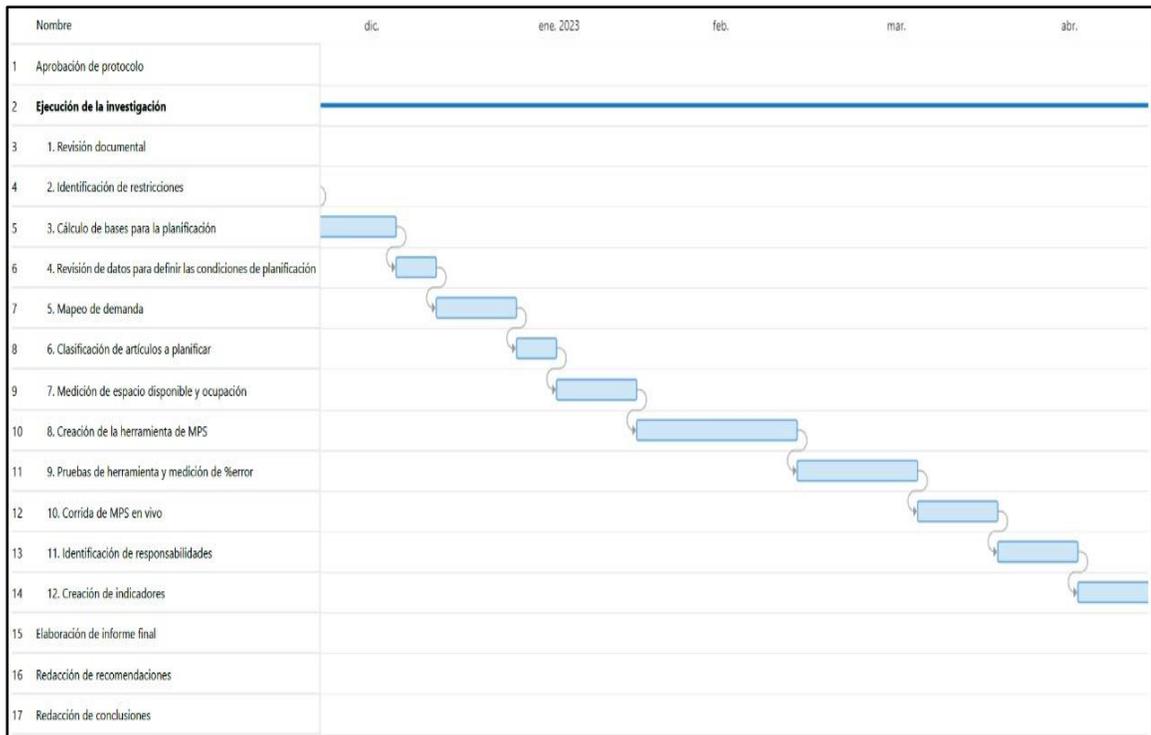
Después de haber realizado la herramienta se realizará un árbol de decisión con el fin de plasmar toda la mejor vía ante diferentes situaciones que

se puedan dar en el momento de la planificación debido a las variables y restricciones existentes.

11. CRONOGRAMA

Para el desarrollo de la investigación se estableció el siguiente cronograma de actividades:

Figura 3. Cronograma



Fuente: elaboración propia, empleando Microsof Project 2019.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

A continuación, se presenta el presupuesto estimado para la elaboración del plan maestro de producción.

Tabla II. Presupuesto

Item	Cantidad	Costos	Fuente de financiamiento	
Recurso Humano	Asesor	1	Q -	No aplica
	Investigador	1	Q -	No aplica
	Personal operativo	5	Q -	No aplica
Recursos Materiales	Útiles y papelería	1	Q 500.00	Propia
Recursos Físicos	Gasolina	-	Q 1,000.00	Propia
Recursos Tecnológicos	Computadora	-	Q 6,000.00	Propia
	Internet	-	Q 300.00	Propia
Equipo de protección	Casco	1	Q 75.00	Empresa lo proveera
	Chaleco	1	Q 100.00	Empresa lo proveera
	Botas industriales	1	Q 900.00	Propia

Fuente: elaboración propia.

El presupuesto será cubierto por el investigador en un 100 %, siendo esta una suma total de Q. 8,875.00.

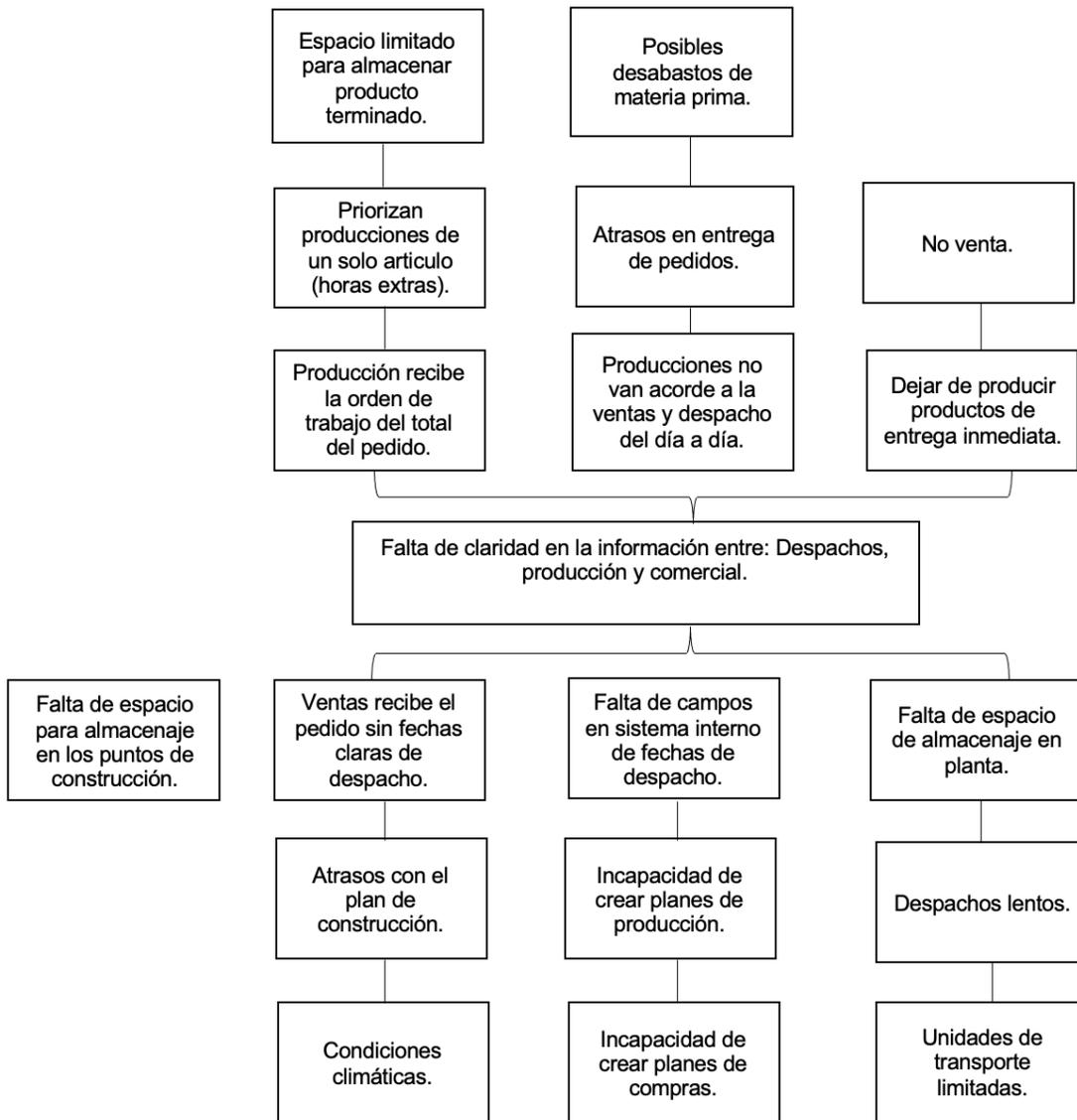
REFERENCIAS

1. Amarillo, M. (2017-2018). *Implementación de Plan Maestro de Producción para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Creaciones Amarillo, Comas, 2017-2018* (Tesis de licenciatura). Universidad César Vallejo, Trujillo. Perú. Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27254/Amarillo_CMD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
2. Collier, D. y Evans, J. (2016). *Administración de operaciones*. México: CENGAGE.
3. Estrada, J. (2020). *Diseño de un plan de producción para mejorar la eficiencia de maquinaria utilizada en una empresa de fabricación de plástico* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/15579/1/Jonathan%20Javier%20Estrada%20P%C3%A9rez.pdf>.
4. Gómez, I., Brito, J., Guerrero, M., Vanoni, G., Gómez, A. y Zapata, J. (2020). *Administración de operaciones*. Ecuador, Guayaquil: UIDE. Recuperado de <file:///C:/Users/NOESU/Downloads/ADMINISTRACION%20DE%20OPERACIONES.pdf>.

5. Laura, V. (2019). *Diseño y aplicación de un plan maestro de producción para aumentar la eficiencia productiva en una empresa de bisagras* (Tesis de licenciatura). Universidad Tecnológica del Perú, Lima Perú. Recuperado de <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2489>.
6. Onyx Soft. (20 de abril de 2022). Plan Maestro de Producción (MPS). [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.onyxerp.com/blog/mps-plan-maestro-produccion>.
7. Palacios, (2019). *Administración de la producción: Toma de decisiones estratégicas y tácticas*. Bogotá, Colombia: ECOE Ediciones.
8. Paz, J. (2017). *Implementación de un plan maestro de producción para mejorar la rentabilidad en pluscosmética* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/7046/Paz_gj.pdf?sequence=3.
9. Villegas, J. (2017). *Diseño de un sistema de planeación de la producción en la empresa confecciones A&J S.A.S* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, Colombia. Recuperado de <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/9485/T07155.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
10. Visual México. (s.f.). *Plan Maestro de Producción*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://visualmexico.com.mx/plan-maestro-de-produccion/>.

APÉNDICES

Apéndice 1. Árbol de problemas



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Apéndice 2. Matriz de coherencia

Problema	Preguntas de investigación	Objetivos	Variables	Indicadores	Técnicas	Metodología
Problema general La producción entregada por parte de la fábrica no es acorde con la demanda del mercado en términos de tipos de producto y cantidades de los mismos.	Pregunta central ¿Cómo implementar un plan maestro de producción para la planta de prefabricados?	Objetivo general Implementar un plan maestro de producción que atienda las necesidades de inventario de la planta de producción.	Variables de estudio Cumplimiento del requerimiento de los producto demandados.	Error de pronóstico de la demanda.	Base de datos de ventas históricas.	Identificación del método más adecuado de pronóstico de la demanda.
Problemas específicos Las variables para un plan de producción no están identificadas y medidas.	Preguntas auxiliares ¿Qué variables debo tomar en cuenta en una planificación de producción para la planta de prefabricados?	Objetivos específicos Realizar el análisis integral con todas las variables que sean necesarias para que estas sirvan como insumo para la implementación de un plan maestro de producción.	Identificación de variables que contenga el plan maestro de producción.	Cantidad de variables identificadas.	Revisión documental del mapeo de procesos.	Determinación de la variable por medio de la elección utilizando como criterio si el objeto estudiado es parte del plan maestro o de producción.
Existen quiebres o cantidad insuficiente de inventarios para cubrir el requerimiento de producto terminado de los clientes.	¿Qué indicadores se pueden aplicar para anticipar la producción al requerimiento de producto terminado de los clientes.	Anticipar la producción al requerimiento de producto terminado de los clientes.	Programar la producción.	Número de quiebres de inventario.	Herramienta de programación de la producción utilizando microsoft excel.	Varde de inventario al final de la semana.
La información que se ingresa y se extrae del sistema no sirve para tener visual del producto disponible para la entrega de forma inmediata.	¿Cómo presentar la disponibilidad de producto terminado disponible para entrega inmediata?	Tener visual del producto que en el departamento de ventas tiene disponible para entrega inmediata.	Manejo de inventarios.	Cobertura ideal.	Árbol de decisión de determinación de puntos críticos de control.	Determinación de puntos críticos de control utilizando el árbol de decisiones para identificar el status de los inventarios disponibles para la venta.

Fuente: elaboración propia.