



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA INDUSTRIAL**

TEMA:

**“DISEÑO DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN DEL TRADÓN
MIREÑO PARA LA ASOCIACIÓN MANOS PRODUCTIVAS CIA. LTDA. DE
LA CIUDAD DE MIRA”**

AUTOR: CHRISTIAN ANDRÉS CASTILLO MENÉNDEZ

Msc. Karen Alejandra Benavides Flores

DIRECTORA

IBARRA-ECUADOR

2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004847529		
APELLIDOS Y NOMBRES:	CASTILLO MENÉNDEZ CHRISTIAN ANDRÉS		
DIRECCIÓN:	OTAVALO – IMBABURA		
EMAIL:	cris54castillo@hotmail.com cacastillo@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	06-2925-630	TELÉFONO MÓVIL:	0992683454

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN DEL TRADÓN MIREÑO PARA LA ASOCIACIÓN MANOS PRODUCTIVAS CIA. LTDA. DE LA CIUDAD DE MIRA
AUTOR:	CHRISTIAN ANDRÉS CASTILLO MENÉNDEZ
FECHA:DD/MM/AAAA	10/03/2023
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO INDUSTRIAL
DIRECTOR:	MSC. KAREN ALEJANDRA BENAVIDES FLORES

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 10 días del mes de marzo de 2023

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Christian Andrés Castillo Menéndez



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo Ing. Karen Alejandra Benavides Flores, MSc. Director del trabajo de grado desarrollado por el señor estudiante **CHRISTIAN ANDRÉS CASTILLO MENÉNDEZ** por la obtención del título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Trabajo de Grado titulado **"DISEÑO DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN DEL TRADÓN MIREÑO PARA LA EMPRESA MANOS PRODUCTIVAS CIA. LTDA. DE LA CIUDAD DE MIRA"** ha sido elaborado en su totalidad por el señor Christian Andrés Castillo Menéndez, bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniero Industrial. Luego de ser revisado, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, 9 días del mes de marzo del 2023

Ing. Karen Alejandra Benavides Flores, MSc.

DIRECTOR TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

A mis padres, FLOR Y CARLOS y mi tío WILSON quienes han sido el mayor apoyo en todas las buenas y malas decisiones que he tomado en mi vida estudiantil y profesional. Todos los consejos que me quedaron me sirvieron para mejorar y perseverar con el fin de cumplir este proyecto.

A mis docentes y compañeros, por compartir sus enseñanzas y experiencias que me han ayudado a mejorar como persona y seguir formando mi perfil profesional.

Christian Andrés Castillo Menéndez

AGRADECIMIENTO

A mi familia por apoyarme en mis más difíciles momentos y no dejarme rendir ante la adversidad, por todas las veces que cuando me iba a dejar vencer supieron levantarme con su incondicional amor, comprensión y solidaridad que me motivó la voluntad de seguir y perseverar.

Christian Andrés Castillo Menéndez

RESUMEN

El presente proyecto se basa en una serie histórica para el diseño de un plan maestro de producción para el producto tardón Mireño de la empresa Manos Productivas Cia. Ltda., quienes desde el 2006 dedican su tiempo a la elaboración de esta bebida tradicional y muy conocida de la ciudad de Mira de la provincia del Carchi.

El inicio del proyecto en la recopilación de la información de datos históricos de ventas del producto por parte de la empresa desde el año 2015, para determinar un pronóstico de demanda, aplicando 3 métodos estadísticos que son regresión lineal, suavización exponencial y método Holt, donde se realizó una comparación gráfica con la demanda real y en base al comportamiento de su correlación de variabilidad se determinó realizar una regresión lineal como mejor método de pronóstico de la demanda. Desde este punto se procede a determinar los procesos, cargas y capacidades en un diagrama de proceso de la producción del Tardón para ejecutar la primera planificación que es la planificación agregada mixta donde se considera la mano de obra e inventariado de la empresa para ejecutar un plan de respuesta ante la demanda pronosticada.

El plan agregado se realizó desde el primer semestre del año 2023 y a partir de esos cálculos se pudo obtener la información que la producción cumpliría la demanda con almacenamiento sin necesidad de contratar nuevo personal y posteriormente se desagregó en semanas desde el mes de marzo al mes de junio, a corto plazo para diseñar el plan maestro para que se mejore el inventario con respecto a los pedidos de clientes y a ofrecimiento del producto para venta al público que es una de las actividades que ejerce la empresa en ferias, desfile y congresos de ciudades a nivel nacional, donde el producto no solo se vende sino que también se promociona.

ABSTRACT

This project is based on a historical series for the design of a master production plan for the Tardón Mireño product of the company “Manos Productivas Cia. Ltda.”, who since 2006 have dedicated their time to the elaboration of this traditional and well-known drink. from the city of Mira in the province of Carchi.

The beginning of the project in the collection of historical data on product sales by the company since 2015, to determine a demand forecast, applying 3 statistical methods that are linear regression, exponential smoothing and the Holt method, where A graphic comparison was made with the real demand and based on the behavior of its variability correlation, it was determined to carry out a linear regression as the best demand forecast method. From this point we proceed to determine the processes, loads and capacities in a process diagram of the Tardón production to execute the first planning, which is the mixed aggregate planning where the labor and inventory of the company are considered to execute a plan. response to forecast demand.

The aggregate plan was carried out from the first semester of the year 2023 and from these calculations it was possible to obtain the information that the production would meet the demand with storage without the need to hire new personnel and later it was broken down into weeks from the month of March to the month of June, in the short term to design the master plan so that the inventory is improved with respect to customer orders and offering the product for sale to the public, which is one of the activities carried out by the company at fairs, parades and congresses in cities throughout national level, where the product is not only sold but also promoted.

ÍNDICE

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	II
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
CAPÍTULO I	17
1. Generalidades.....	17
1.2 Identificación del problema:.....	17
1.3 Objetivos:	18
1.3.1 Objetivo General:	18
1.3.2 Objetivos Específicos:	18
1.4 Justificación:.....	19
1.5 Alcance:.....	21
1.6 Metodología:	21
1.6.1 Tipo de investigación.....	21
a) Investigación de campo	21
b) Investigación documental	21
1.6.2 Método de Investigación	21
Investigación aplicada.....	21

Exploratorio,	22
Descriptivo	22
1.7 Técnica de Investigación.....	22
CAPÍTULO II	23
2 Marco Teórico	23
2.2 Administración de Operaciones:	23
Constitución de una empresa:	23
2.3 Función de Operaciones y Subsistemas de Producción:	23
Sistema de Producción:	23
Subsistema de Producción	24
2.4 Toma de decisiones en las operaciones:.....	24
2.5 Enfoque jerárquico en la planificación y control de la producción:	25
a) La planificación estratégica	25
b) La planificación operativa	25
c) La planificación adaptativa.....	25
2.6 Pronóstico:.....	28
2.7 Pronóstico de la demanda:.....	28
2.8 Plan Agregado de Producción:	29
2.8.1 Variables consideradas para el plan Agregado:.....	29
• Tiempos y términos de entrega:	29

• Nivel de servicio:	29
• Curvas de aprendizaje:	30
• Tasas de producción:	30
2.8.2 Variables de decisión:	30
• Nivel de fuerza laboral:	30
• Nivel de producción:	30
• Horas de trabajo:	30
• Niveles y políticas de inventario:	30
2.9 Plan Maestro de Producción:	30
• Horizonte fijo:	31
• Horizonte medio - fijo:	31
• Horizonte flexible:.....	31
2.9.1 La regresión lineal:	31
2.9.2 Suavización Exponencial Simple:	33
2.9.3 Método de Holt:.....	34
CAPÍTULO III.....	36
Generalidades de la Asociación Manos Productivas Cia. Ltda.	36
3.1 Datos Generales de la empresa:	36
3.2 MISIÓN.....	37
3.3. VISIÓN.....	37

3.4	Datos de la Elaboración del Producto:	37
3.5	Diagrama SIPOC.....	40
3.6	Distribución de la Planta:	41
3.7	Planteamiento del Problema con Gráfico de Pareto	43
CAPÍTULO IV		47
Pronóstico de la demanda		47
4.1	Recopilación de Datos Históricos:	47
4.2	Regresión Lineal:	50
4.3	Cálculo con Suavización exponencial:.....	52
4.4	Método de Holt:	55
CAPITULO V		58
Diseño de un Plan Agregado de producción y un MPS.....		58
5.1	Pronóstico de la demanda.....	58
4.2	Plan agregado de producción	59
4.3	Plan Maestro de Producción o MPS.....	63
4.4	Análisis de Resultados	66
CONCLUSIONES		69
RECOMENDACIONES.....		71
BIBLIOGRAFÍA		72
ANEXOS		75
	ANEXO 1: Modelo CANVAS del proyecto.....	75

ANEXO 2: Desarrollo completo de variables de Regresión Lineal	76
ANEXO 3: Cálculo de la pendiente e intersección de la recta.	79
ANEXO 4: Tabla de Pronóstico y Errores de la regresión Lineal	81
ANEXO 5: Pronóstico con suavización exponencial	83
ANEXO 6: Pronóstico con método de Holt.....	85

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 <i>Fórmula de Pronóstico</i>	31
Ecuación 2 <i>Fórmula de las pendientes de la regresión</i>	32
Ecuación 3 <i>Fórmula de Error de Regresión Lineal y Error al cuadrado</i>	33
Ecuación 4 <i>Fórmula de coeficiente de determinación y Sumatorias de errores</i>	33
Ecuación 5 <i>Fórmula de Suavización Exponencial Simple</i>	34
Ecuación 6 <i>Fórmulas para el método Holt</i>	35
Ecuación 7 <i>Fórmula para determinar el pronóstico con tendencia</i>	35
Ecuación 8 <i>Fórmula para determinar la tendencia</i>	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Material de trabajo y Mano de obra para los procesos</i>	40
Tabla 2 <i>Frecuencia de Problemas</i>	44
Tabla 3 <i>Datos para el gráfico de Pareto</i>	45
Tabla 4 <i>Datos Históricos de la Asociación Manos Productivas</i>	47
Tabla 5 <i>Identificación de Variables</i>	50
Tabla 6 <i>Resultados de la Regresión Lineal</i>	51
Tabla 7 <i>Pronóstico de la demanda del año 2023</i>	52
Tabla 8 <i>Elaboración del método Suavización Exponencial</i>	53
Tabla 9 <i>Resultados del método Suavización Exponencial</i>	54
Tabla 10 <i>Datos en el método de Holt</i>	55
Tabla 11 <i>Resultados del Método de Holt</i>	56

Tabla 12	<i>Demanda pronosticada del año 2023</i>	59
Tabla 13	<i>Datos de la empresa para la elaboración del Plan Agregado</i>	59
Tabla 14	<i>Plan Agregado de Producción de método Mixto</i>	61
Tabla 15	<i>Costos del Plan Agregado Propuesto para Solución</i>	62
Tabla 16	<i>Plan Maestro de Producción aplicado a la Asociación Manos Productivas por Lote a Lote</i>	65
Tabla 17	<i>Resultados de los 3 Métodos Estadísticos</i>	66
Tabla 18	<i>Análisis del MPS con horas extras</i>	67
Tabla 19	67
Tabla 20	<i>Costos de antes Plan Agregado por contratación</i>	68
Tabla 21	<i>Resultado de la propuesta para mejora de Plan Agregado por Horas Extras</i>	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Procesos para la Planificación de la Producción</i>	27
Figura 2	<i>Ubicación de la Fábrica en el mapa</i>	37
Figura 3	<i>Elaboración Tradicional del Tardón Mireño</i>	39
Figura 4	<i>Procesos Identificados en la Elaboración del Tardón Mireño</i>	39
Figura 5	<i>Diagrama SIPOC de la Asociación Manos Productivas</i>	40
Figura 6	<i>Distribución de Planta</i>	42
Figura 7	<i>Luvia de Ideas obtenidas de la entrevista a los socios</i>	43
Figura 8	<i>Gráfica de Pareto</i>	46
Figura 9	<i>Gráfico de Regresión Lineal</i>	51

Figura 10 Indicador gráfico del comportamiento entre la demanda real y la pronosticada	58
Figura 11 <i>Proceso Lote por Lote</i>	64

CAPÍTULO I

1. Generalidades

En la realización de un proyecto siempre se busca responder las 5 preguntas: ¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Por qué?, ¿Cuándo? ¿Para quién?, a parte de las generalidades se expresa mejor el responder a estas preguntas del proyecto en el Anexo 1 donde se utilizó la herramienta Modelo de Proyecto Canvas, a continuación, se empieza a detallar las respuestas a las preguntas del proyecto con los siguientes ítems:

1.2 Identificación del problema:

En la actualidad según el banco mundial, el PIB aumentó 1.03 billones USD gracias a las empresas de producción o servicios, que funcionan al margen de la demanda de mercado. El cual, actúa variablemente y es entonces cuando tiende a ser más alta la demanda; así, las empresas deben tener una respuesta de producción rápida o planeada; por el contrario, generaría escasez y no podrían satisfacer la misma, generando una mala reputación de la empresa (BANCO MUNDIAL, 2017).

En Sudamérica existe una variabilidad en la demanda de productos industrializados por ser productores primarios principalmente, pues muchos de ellos importan de Europa productos industrializados, por no contar con la suficiente producción de las empresas, para cubrir la demanda de la región; pese a ello, la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) determinó un crecimiento del 1.3% del PIB para el presente año. (ECUADOR, E.T. (27 de diciembre de 2016).) Por ello es necesario explotar al máximo las capacidades de las empresas y crear un control de producción para responder esas tendencias altas de demanda de productos o servicios (JACOBS, 2015).

En Ecuador las microempresas tienen una gran oportunidad de crecer y más las de tipo artesanal, como por ejemplo la Asociación de Manos Productivas, de la ciudad de Mira en la provincia del Carchi, la cual produce el licor conocido como tardón Mireño desde el 2006; logrando posicionarse en el mercado local, pero al tratar de ingresar a mercados internacionales, su incremento de producción provocaría algunos problemas en la organización, además se observó un incremento en la demanda en los meses de enero y agosto donde son las festividades locales, a partir de ello se evidenció los problemas siguientes:

- Desconocimiento de un pronóstico de la demanda en base a datos históricos de ventas de años anteriores.
- Posible pérdida de clientes
- Demora en la entrega de pedidos

También existe el problema de que la asociación está volviendo en sus actividades, al haber dejado de producir dos años entre 2020 y 2021, debido a la pandemia del año 2019 la cual afectó al planeta entero.

1.3 Objetivos:

1.3.1 Objetivo General:

Diseñar el Plan Maestro de Producción del producto Tardón Mireño con estadísticas de una base de datos histórica para mejorar la producción mensual y con ello aumentar su rentabilidad de la Asociación Manos Productivas CIA. LTDA. del cantón de Mira.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- 1) Realizar una búsqueda bibliográfica acerca de procedimientos que aborden el tema del diseño del Plan Maestro de Producción.

- 2) Identificar los problemas que abordan la empresa por medio de los datos generales obtenidos a partir de entrevistas realizadas a los socios de la empresa.
- 3) Determinar un pronóstico de demanda siguiendo una tendencia por temporadas altas y bajas en base a los datos históricos sobre las ventas del producto Tardón Mireño de años anteriores.
- 4) Elaborar un plan agregado de producción del cual se va a desagregar y elaborar un plan maestro de producción que bajo ningún costo se cumpla los resultados de la planificación de la producción.

1.4 Justificación:

La presente investigación busca solucionar el problema de la falta de planificación de la producción, debido a que en el 2022 se evidenció un descontrol en la fabricación del objeto de trabajo, ya que a veces se cubre la demanda ajustadamente, y en otras ocasiones, existe sobreproducción.

Ante este problema es necesario un diseño de plan maestro de producción, porque con esta herramienta se estudia el comportamiento de la demanda y controla la cantidad a producir para no tener exceso de inventarios, escasez y ninguna otra complicación que pueda afectar la reputación de la empresa con los clientes (García Dunna y otros, 2013).

El beneficio que se plantea lograr es reducir los costos de producción, costos por inventarios y pérdidas de clientes por no cumplir los pedidos. Esto ayuda a ganar mejor reputación a la empresa a nivel local, nacional e internacional. Actualmente la empresa quiere crecer, para ello deben cumplir las normas nacionales o internacionales del producto; y uno de los requisitos es tener un adecuado control de la producción tanto, en calidad como en cantidad y una de las

mejores herramientas que pueden ayudar a esto es el planteado en este trabajo de investigación, el plan maestro de producción (García Dunna y otros, 2013).

Las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) que actualmente existen en el Ecuador, son las responsables del crecimiento de la producción, la generación de plazas de empleo, la innovación y el dinamismo productivo del país, por lo que el INEN ha creado “Mi primer Certificado INEN”, cuya vigencia es de 3 años y puede ser renovado por un período igual al establecido, con un informe favorable de la Dirección de Validación y Certificación (INEN, 2022).

Según entonces siguiendo la normativa INEN 2 537 en el apartado 4.1.2 de Planificación la presente investigación busca solucionar el problema de la planificación de la producción, debido a que en el 2017 se evidenció un descontrol en la fabricación del objeto de trabajo, ya que a veces se cubre la demanda ajustadamente, y en otras ocasiones, existe sobreproducción. Dicho problema hasta la actual 2022 se pudo seguir evidenciando en las últimas fiestas del cantón Mira en agosto del 2022.

Ante este problema es necesario un diseño de plan maestro de producción, porque con esta herramienta se estudia el comportamiento de la demanda y controla la cantidad a producir para no tener exceso de inventarios, escasez y ninguna otra complicación que pueda afectar la reputación de la empresa con los clientes.

El beneficio que se plantea lograr es reducir los costos de producción, costos por inventarios y pérdidas de clientes por no cumplir los pedidos. Esto ayuda a ganar mejor reputación a la empresa a nivel local, nacional e internacional. Actualmente la empresa quiere crecer, para ello deben cumplir las normas nacionales o internacionales del producto; y uno de los requisitos es tener un adecuado control de la producción tanto, en calidad como en cantidad y una de las

mejores herramientas que pueden ayudar a esto es el planteado en este trabajo de investigación, el plan maestro de producción (García Dunna y otros, 2013).

1.5 Alcance:

El presente proyecto se desarrollará en el área de producción que realiza de forma artesanal y tradicional del Tardón Mireño que es una bebida alcohólica popular de la zona local. No se la realizará en un área específica de la producción dado el caso que los socios no quieren que haya ningún cambio en la preparación. Este proyecto se lo realizará en la empresa Asociación Manos Productivas ubicado en la ciudad de Mira provincia del Carchi, a partir del mes de noviembre de 2022 hasta los 6 primeros meses del 2023.

1.6 Metodología:

1.6.1 Tipo de investigación

- a) *Investigación de campo*, ya que se realizan en el medio donde se desarrolla el problema en este caso en las instalaciones de la empresa Asociación Manos Productivas. en el área de producción de la ciudad de Mira con una subclasificación no participante, el investigador es un simple observador (SAMPIERI, 2016).
- b) *Investigación documental* en la que se observa y reflexiona sistemáticamente sobre realidades teóricas y empíricas usando para ello diferentes tipos de documentos que tiene como finalidad obtener resultados que pueden ser base para el desarrollo de la creación científica (SAMPIERI, 2016).

1.6.2 Método de Investigación

Investigación aplicada, porque presenta parte de una situación problemática que requiere ser intervenida y mejorada, en este caso el incumpliendo de la producción para actuar a la demanda del mercado. Comienza con la descripción sistemática de la insatisfacción tanto

cliente como con el proveedor, luego se enmarca en una teoría suficientemente aceptada de la cual se exponen los incumplimientos de producciones y sobreproducciones presentes en la Empresa.

Se propone el uso de los métodos de la *investigación-acción-participación*, es decir, relación directa con el conglomerado Empresarial afectado por la problemática (Salazar Guerrero, 2010).

Exploratorio, porque no intenta dar explicación respecto del problema, sino sólo recoger e identificar antecedentes generales, números y cuantificaciones, temas y tópicos respecto del problema incumplimiento de la demanda del producto en el mercado nacional (Salazar Guerrero, 2010).

Descriptivo, porque permite comparar, estudiar y describir modelos de comportamientos visualizados en las variables: pronóstico de la demanda, volumen de producción mensual, ventas mensuales, coeficiente de carga y capacidad de la empresa (Salazar Guerrero, 2010).

1.7 Técnica de Investigación.

El siguiente trabajo tiene un enfoque cuantitativo por los siguientes parámetros:

- Se usarán datos numéricos de las ventas obtenidas del producto Tardón Mireño durante los últimos 7 años.
- Se realizará una entrevista al presidente y socios de la empresa.
- Se calculará y determinará un pronóstico de demanda del producto estrella siguiendo la tendencia de este en los últimos 7 años.
- El plan maestro de producción es una herramienta en la cual se obtiene datos para poder producir a tiempo y sin excesos respondiendo al pronóstico de la demanda anual. (Richard Chase, 2018)

CAPÍTULO II

2 Marco Teórico

2.2 Administración de Operaciones:

Administración de Operaciones es saber tomar decisiones diseñando, dirigiendo y controlando los procesos que transforman los insumos en bienes o servicios según como responda a las necesidades de los clientes (Richard Chase, 2018).

Según Richard Chase en el 2018 para administrar se debe tener conocimiento de gerencia de empresas en lo que se refiere a la constitución de una empresa, al liderazgo, trabajo en equipo y al poder de convencimiento.

Constitución de una empresa:

Cuando una persona desea hacer actividades con fin de lucro se puede constituir la empresa por razón social (refiriéndose a las sociedades), por tamaño de empresa (refiriéndose a la cantidad de trabajadores y al monto anual de facturación) y sector económico de inversión (si es de sector público, privada o mixta según sea el caso) (Gobierno de la república del Ecuador, 2018).

2.3 Función de Operaciones y Subsistemas de Producción:

Las Operaciones se refiere al conjunto ordenado de actividades relacionadas entre sí con el propósito de transformar insumos por medio de información y conocimiento en un producto o un servicio, el cual busca satisfacer necesidades básicas o de cualquier otro orden de cualquier entidad o persona a la cual se la considera cliente. A demás las operaciones son sujetas a ser mejoradas para mejorar la respuesta ante el cliente y es por ello que debemos identificar los siguientes términos (JACOBS, 2015):

Sistema de Producción: Un sistema de producción es la estructura u orden de los procesos que permite definir el flujo productivo de la empresa, usualmente están organizados en el área de

planificación o administrativa. A demás que abarcan todos los procesos por los que pasa el producto para ser elaborado (JACOBS, 2015).

Subsistema de Producción: El subsistema de producción son todas las actividades que intervienen cada proceso productivo y en cada proceso existen actividades que siguen un orden para cumplir su objetivo o función, por ejemplo, el hacer unas papas fritas sería el sistema y el subsistema sería cada proceso como de clasificar, lavar, picar y cocinar las papas. (JACOBS, 2015).

2.4 Toma de decisiones en las operaciones:

En la toma de decisiones se basa en los resultados de un proyecto o los objetivos que se plantearon dando lecturas de indicadores en donde se registra el volumen de producción, el costo y gasto por cada operación en la dirección de operaciones (Lee Krajewski, 2013).

Aplicando la mejora continua siempre se busca optimizar para reducir costos y en tal caso que se necesite aumentar la producción se tiene que invertir, pero para ello se debe considerar los costos y gastos y en beneficio de ellos porque para convencer a un inversionista es necesario siempre convencerlo de que va a ganar más de lo que va a gastar (Lee Krajewski, 2013).

La toma de decisiones es un procedimiento largo y complicado que tiene todo administrador o gerente ya que es el hilo conductor para que la empresa funcione; sin embargo, debe responder a las exigencias de las partes interesadas que son los inversionistas o dueños de la empresa que, según su constitución, se define las partes interesadas (Lee Krajewski, 2013).

Una empresa siempre busca ganar por ende la toma de decisiones es crucial para seguir creciendo y uno de los sistemas más importantes para la toma de decisiones es la del sistema de producción donde se tiene que buscar siempre la innovación o la optimización de recursos para aumentar la producción con menos recursos (Lee Krajewski, 2013).

2.5 Enfoque jerárquico en la planificación y control de la producción:

Antes de seguir profundizando en el presente análisis conviene recalcar que las actividades productivas, y muy especialmente la planificación y control, deben seguir un enfoque jerárquico que permita la coordinación entre los objetivos, planes y actividades de los niveles estratégicos, tácticos y operativos. Ello quiere decir que cada uno perseguirá sus propias metas, pero teniendo siempre en cuenta las del nivel superior, de las cuales dependen, y las del nivel inferior, a las que restringen (Machuca, 1995).

Los tipos de planificación que tienen lugar en un entorno productivo, ordenados de acuerdo con el horizonte de planificación, en orden decreciente, al que afectan las decisiones, responden a diferentes horizontes; estratégicos, tácticos y operativos (Machuca, 1995).

- a) ***La planificación estratégica***, en la que se establecen los objetivos, las estrategias y los planes globales a largo plazo, normalmente es entre 3 y 5 años. Esta actividad es desarrollada por la alta dirección, que se ocupa de problemas de gran amplitud, tanto en términos de actividad organizativa como de tiempo.
- b) ***La planificación operativa***, donde se concretan los planes estratégicos y objetivos a un elevado grado de detalles. Así se establecen las tareas a desarrollar para que se cumplan los objetivos y planes a largo plazo. En esa etapa las actividades son un poco más limitadas y van de 18 meses o un año o varias semanas.
- c) ***La planificación adaptativa***, pretende eliminar las posibles divergencias entre los resultados y los objetivos relacionados con ellos.

A medida que el proceso de planeación pasa del plan de producción a la ejecución, cada plan de nivel inferior debe ser factible. Cuando alguno de estos planes no lo es, se usa la retroalimentación hacia el nivel inmediato superior para hacer los ajustes necesarios. Una de las

principales fortalezas de los programas MRP es su capacidad para determinar con exactitud la factibilidad de un programa dentro de las restricciones de capacidad agregada. Este proceso de planeación puede generar excelentes resultados (Machuca, 1995).

El resultado de este proceso de planeación de la producción es el programa de producción maestra. El programa de producción maestro comunica qué se requiere para satisfacer la demanda y cumplir con el plan de producción. Este programa establece qué artículos hacer y cuándo hacerlos: desagrega el Plan Agregado de producción. Mientras que el Plan Agregado de producción se establece en términos generales como familias de productos, o toneladas de acero, el programa de producción maestro se establece en términos de productos específicos (Machuca, 1995).

En la planificación de la producción es muy importante seguir una secuencia de pasos que nos permitan llegar al objetivo y así determinar la toma de decisiones, sin embargo, hay que tener presente que para vender una idea es muy importante evidenciar que a la parte interesada no le va a costar tanto para obtener mucho.

A continuación, en la siguiente figura se puede ver los pasos para poder llegar a una planificación de la producción:

2.6 Pronóstico:

Un pronóstico es una predicción de sucesos o acontecimiento futuros, empleado por medio de una serie de datos del pasado denominados datos históricos o por conocimiento y experiencia lo cual se denomina pronóstico cualitativo, que nos permite planificar a futuro (John E. Hanke, 2008).

El pronóstico se puede clasificar en cuatro tipos básicos: cualitativo, análisis de series de tiempo, relaciones causales y simulación (Richard Chase, 2018):

- Las técnicas cualitativas son subjetivas y se basan en estimados y opiniones.
- El análisis de series de tiempo se basa en la idea de que es posible utilizar información relacionada con la demanda pasada para predecir la demanda futura.
- Las relaciones causales nos permiten identificar mejor una frecuencia de causas para un determinado problema.
- La simulación nos permitirá evidenciar los resultados a futuro.

La información anterior puede incluir varios componentes, como influencias de tendencias, estacionales o cíclicas. (Richard Chase, 2018).

En el mundo empresarial es muy difícil tener datos precisos dado al cambio constante mundial que se tiene por competitividad, desarrollo tecnológico y preocupaciones medios ambientales, pese a ello en la industria existen diversas formas para poder determinar un pronóstico como son: modelos matemáticos basados en datos históricos, experiencia administrativa, juicio de clientes y el pronóstico mixto que combina las tres mencionadas anteriormente (Lee Krajewski, 2013).

2.7 Pronóstico de la demanda:

El pronóstico de la demanda es aquel dato que se determina a futuro para planificar una respuesta por la parte interesada, además que usa datos históricos para llegar a conocer los datos a futuros.

Este pronóstico se enfoca en las variables que intervienen para determinar un resultado en un determinado tiempo, pero en el presente trabajo se aplicaran 3 modelos: Regresión Lineal, Suavización Exponencial Simple y Método Holt.

2.8 Plan Agregado de Producción:

“La **planeación agregada** abarca la capacidad de respuesta de la fuerza laboral, la cantidad de producción, los niveles de inventario y la capacidad externa, con el objetivo de satisfacer los requerimientos del cliente para un horizonte de planificación de medio plazo (6 a 18 meses)” (Ingenieriaindustrialonline.com, 2018).

2.8.1 Variables consideradas para el plan Agregado:

Para elaborar un Plan Agregado de producción se debe tener en cuenta que existen una serie de consideraciones de tipo económico, comercial, tecnológico e incluso social o de comportamiento que afectan la estrategia. Así mismo, se considera las variables de decisión y restricciones para la planificación del producto. La eficiencia del plan depende en gran medida de la calidad de la información recolectada, por lo que se debe optar por elaborar un plan agregado sobre procesos estandarizados (Ingenieriaindustrialonline.com, 2018).

Para ello se muestran diferentes consideraciones que se deben tomar en cuenta al momento de realizar la Planeación Agregada (Ingenieriaindustrialonline.com, 2018):

- ***Tiempos y términos de entrega:*** Los tiempos en donde el departamento de ventas o atención al cliente procede a ofrecer al cliente el producto en término de respuesta de la capacidad de producción de la empresa.
- ***Nivel de servicio:*** Es el enfoque que tiene la empresa con el cliente, es decir el cumplir a menor tiempo, mayor capacidad, a especificaciones del cliente o que se ajuste a sus necesidades.

- **Curvas de aprendizaje:** Es la mejora que ha obtenido la empresa a lo largo de los años, es decir cumpliendo la mejora continua para saber satisfacer mejor al cliente.
- **Tasas de producción:** Es la meta o cantidad que se desea llegar a producir o vender en un determinado plazo de tiempo.

2.8.2 Variables de decisión:

Son aquellas variables en las que se puede modificar para mejorar el proceso. Las variables implican costos y condiciones en las que se debe tomar decisiones por parte de la administración. Las que más se identifica en una empresa son (Lee Krajewski, 2013):

- **Nivel de fuerza laboral:** existen dos tipos, una es la interna donde se enfoca en los procesos que realizan la producción, y otra la externa donde el área o departamento es el responsable de la productividad de la empresa.
- **Nivel de producción:** El nivel de producción es la cantidad de producto que realiza la empresa en determinado tiempo y capacidad laboral.
- **Horas de trabajo:** Establecidas por la empresa es conocida como jornada laboral normal y si se excede o pasa de ese tiempo se la considera como jornada laboral extra.
- **Niveles y políticas de inventario:** Donde la empresa debe costear por mantener en un almacén dicho inventario y transportarlo, por ende, siempre se encuentra una política establecida por cada empresa según su tipo de producción.

2.9 Plan Maestro de Producción:

El plan maestro de Producción puede considerarse como la desagregación del plan agregado según si el tipo de planeación es jerárquica porque también se puede realizar un plan maestro de manera empírica sin seguir un orden antecesor (Ingenieriaindustrialonline.com, 2018).

El MPS es una decisión de tipo operativa, respecto a los artículos y cantidades que deben ser fabricados en el siguiente período de planificación.

Determina qué debe hacerse y cuándo se establece en términos de productos específicos y no en familias, por ser una decisión de lo que se va a producir, no un pronóstico más, se recomienda que ya elaborado el MPS se evalúe en su viabilidad cada vez que corresponda a un período de planificación (JACOBS, 2015).

El MPS es una declaración susceptible de ajustes, por lo tanto, es conveniente establecer un criterio de flexibilidad por horizonte, para lo cual tenemos (JACOBS, 2015):

- **Horizonte fijo:** Período durante el cual no se harán ajustes al MPS.
- **Horizonte medio - fijo:** Período en el que se pueden hacer cambios a ciertos productos
- **Horizonte flexible:** Período más alejado, en el que es posible hacer cualquier modificación
- al MPS

2.9.1 La regresión lineal:

Es un método de análisis que nos permite estudiar la relación de variables y se adapta a una amplia variedad de situaciones de una serie de puntos dispersos. La regresión lineal traza una pendiente, la cual responde a la lógica de que con datos del pasado se puede determinar un posible futuro y para poder determinar la recta se utiliza la fórmula de la recta (John E. Hanke, 2008):

Ecuación 1

Fórmula de Pronóstico

$$Y1 = B0 + B1X1$$

Donde:

Y= Variable dependiente

X= Variable Independiente

B_1 = La pendiente de la recta

B_0 = Punto en la que la pendiente corta el eje vertical

Pendiente e intersección con el eje y de la ecuación de la regresión estimada:

Las pendientes se determinan por las variables entre un pronóstico y su media muestral

siguiendo la siguiente fórmula (John E. Hanke, 2008):

Ecuación 2

Fórmula de las pendientes de la regresión

$$b_1 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum(x_i - \bar{x})^2}$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1\bar{x}$$

x_i = valor de la variable independiente en la observación i

y_i = valor de la variable dependiente en la observación i

\bar{x} = media de la variable independiente

\bar{y} = media de la variable dependiente

n = número total de observaciones (Richard Chase, 2018)

Siguiendo este método también se debe determinar aquellas correlaciones que nos permiten determinar la confiabilidad de usar este método, por ello se debe determinar los errores, los errores al cuadrado, los errores de la regresión, coeficiente de determinación y el coeficiente de correlación muestral el cual debe ser entre 0 a 1 y según el signo nos permitirá saber si es mayor o menor a 0.

Los errores se determinan de la diferencia entre la demanda real respecto a la demanda pronosticada (John E. Hanke, 2008):

Ecuación 3

Fórmula de Error de Regresión Lineal y Error al cuadrado

$$\text{Error} = y_i - \hat{y}$$

Los errores al cuadrado los elevamos a la potencia 2.

$$(y_i - \hat{y})^2$$

Para determinar el coeficiente de determinación tenemos la siguiente fórmula:

Ecuación 4

Fórmula de coeficiente de determinación y Sumatorias de errores

$$r^2 = SCR/STC$$

$$STC = \sum (y_i - \bar{y})^2$$

$$SCR = STC - SCE$$

$$SCE = \sum (y_i - \hat{y})^2$$

Donde: SCR es la suma de los cuadrados

STC la suma total de los cuadrados

SCE la suma de cuadrados debido al error.

Entonces si el coeficiente de determinación representa el porcentaje de certeza del modelo por eso mientras más se acerque al 1 es mucho mejor.

2.9.2 Suavización Exponencial Simple:

Es un método muy usado por su forma de trabajar donde no se necesita de amplios datos históricos para calcular un pronóstico de demanda, sin embargo, este método es no conveniente por su respuesta a la tendencia. Aún si el coeficiente (α), logra responder frente a cambios en el promedio, el error de pronóstico resultará ser grande (Betancourt, 2016).

El método trabaja a través de una constante de suavización(α) que tiene valor comprendido entre 0 y 1, pero por recomendación del autor los valores que se trabajan mejor son entre 0,005 a 0,50. Su forma de emplearse varía de la necesidad que se requiera que los datos más recientes tengan mayor peso o influencia en el pronóstico (alfa α más elevado), caso contrario si requiere a datos más anteriores o antiguos que influyan en el pronóstico (alfa α más bajo). En caso de que el alfa (α) sea igual a 1 significa que el pronóstico será exactamente igual al período anterior (Betancourt, 2016).

La fórmula del método de suavización exponencial es:

Ecuación 5

Fórmula de Suavización Exponencial Simple

$$Yt' = Yt'_{anterior} + \alpha(Yt - Yt'_{anterior})$$

Donde: Yt' = Pronóstico de demanda Yt = Demanda real α =constante de suavizamiento

Para determinar si el método de suavización exponencial es el más factible, se debe determinar la Media del Error (ME) y la Media Absoluto del Error (MAE), donde mientras más bajos sean estos indicadores es mejor el modelo para el pronóstico y de eso depende del α (Betancourt, 2016).

2.9.3 Método de Holt:

Es un método estadístico también conocido como suavización exponencial doble por su forma de trabajar, muy similar al método de suavización exponencial simple donde además de tener un coeficiente exponencial α también hay un coeficiente de tendencia representado como β . A diferencia del método exponencial simple el método de Holt se puede pronosticar a largo plazo y no solo a corto plazo, pero al igual que en el método exponencial simple sus coeficientes (α y β) son mejor si se acercan a valores 0,5 y es recomendable trabajar con tendencia de 1 a 4 valores

lineales de la variable a pronosticar, además para su indicador de método eficiente se miden la media de Error (ME) y la media cuadrática de Error (MSE) (John E. Hanke, 2008).

A continuación, las fórmulas a aplicar para hacer el método Holt:

Ecuación 6

Fórmulas para el método Holt

$$FIT_t = F_t + T_t$$

Donde:

FIT_t es el pronóstico con tendencia

F_t es el pronóstico sin tendencia

T_t la tendencia del pronóstico (John E. Hanke, 2008).

Ecuación 7

Fórmula para determinar el pronóstico con tendencia

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(Y_{t-1} - F_{t-1})$$

Donde:

α es el coeficiente exponencial que suele valer entre 0,02 a 0,9 según la media del Error (ME).

Y_t es la demanda real (John E. Hanke, 2008),

Ecuación 8

Fórmula para determinar la tendencia

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

Donde:

β es el coeficiente de tendencia que puede valer entre 0,05 a 0,8 según la media del error al cuadrado (MSE) (John E. Hanke, 2008)

CAPÍTULO III

Generalidades de la Asociación Manos Productivas Cia. Ltda.

Este capítulo se enfocará en el levantamiento de información de la empresa Asociación Manos Productivas por medio de una entrevista realizada al presidente y socios que conforman la empresa; donde se identificará los problemas que tiene la empresa y la causa más frecuente que lo está provocando.

3.1 Datos Generales de la empresa:

La Asociación Manos Productivas Cia. Ltda. es una microempresa artesanal fundada en el año 2006 que se dedica a la elaboración de Licor tradicional de la ciudad de Mira conocido como Tardón Mireño. Compuesta por un total de 12 socios (7 mujeres y 5 hombres) quienes también se dedican a las actividades de fabricación con el uso de materia prima de calidad que impida la falsificación del producto (MIRA, 2020) y su presidente es el señor Ángel Ruiz, quién accedió a una entrevista que posteriormente se mencionará en los temas que se trató para el presente proyecto.

La Asociación Manos Productivas Cia. Ltda. cuenta con un galpón propio donde se encuentra la fábrica de elaboración del tardón y la misma se encuentra ubicada entre las calles Jaime Roldós entre Bolívar y Chontahuasi al noreste en la ciudad de Mira provincia del Carchi como se puede observar en la siguiente figura:

Figura 2

Ubicación de la Fábrica en el mapa



Nota. La calle Jaime Roldó no se refleja en el mapa debido a que no están actualizados. Fuente: (Google, 2014)

3.2 MISIÓN

La Asociación Manos Productivas, es una organización dedicada a la producción y comercialización de licor “Tardón”, ofreciendo a sus clientes un producto de alta calidad a precio económico, apoyando el desarrollo de la matriz productiva en la Zona Norte del país (Valencia, 2016).

3.3. VISIÓN

La Asociación Manos Productivas, dentro de 5 años será una organización sólida en el mercado de la zona 1, creativa en el área de producción y comercialización de bebidas alcohólicas, cumpliendo los estándares de calidad e higiene, para alcanzar la satisfacción de sus clientes (Valencia, 2016).

3.4 Datos de la Elaboración del Producto:

Los 12 socios se organizaron con el objeto de llegar a constituirse en empresa para producir y distribuir el tradicional Tardón Mireño en la provincia y el país, y tener nuevas fuentes de trabajo,

también manifiestan que han tenido dificultades en obtener ayuda de entidades crediticias, por tratarse de una bebida alcohólica, lo que les ha obligado a realizar un gran esfuerzo económico a los asociados y otro esfuerzo que han hecho es el no permitir la modernidad en su tradicional elaboración por la misma razón financiera mencionada anteriormente (MIRA, 2020).

Los ingredientes que componen esta bebida son:

- Jugo natural de naranja.
- Aguardiente puro de caña “puntas”.
- Azúcar (jarabe)
- y el «secreto» Mireño.

La microempresa elabora el tardón embotellado tanto para la venta al público para visitantes de nuestra ciudad en las fiestas tradicionales, como para facilitar el transporte a los lugares de origen de nuestros visitantes y poder disfrutar de su sabor en cualquier ocasión (MIRA, 2020).

Es importante destacar que la bebida cuenta con patente de elaboración, así como también con el registro sanitario provincial, para garantizar la calidad y seguridad a sus consumidores; además está garantizada para 6 meses de conservación al ambiente (no tiene preservantes ni colorantes) sin que se altere su calidad, lo que ha dado prestigio a los fabricantes, quienes se han presentado con el producto en ferias de Guayaquil, Quito, Ibarra y otras ciudades donde han tenido una muy buena acogida (MIRA, 2020).

Figura 3

Elaboración Tradicional del Tardón Mireño



Nota. Elaboración del Tardón Fuente: (MIRA, 2020)

En la elaboración del Tardón Mireño se ha identificado diferentes procesos que se facilitaron por la misma asociación, pero con el fin de mantener discreción de sus datos internos, no se especificará ninguna medida y valor real; sino que serán aproximaciones obtenidas de la entrevista con el presidente de la asociación.

Figura 4

Procesos Identificados en la Elaboración del Tardón Mireño



Nota. Procesos mencionados de la entrevista al presidente. Fuente: (Valencia, 2016)

En la identificación de los procesos se ocupan algunas máquinas industriales que son semimanuales las cuales, se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 1

Material de trabajo y Mano de obra para los procesos

Material de trabajo	Cantidad	Operadores ^a
Pedestales de Corte	5	2
Tinas	25	2
Exprimidores industriales	4	2
Coladores	5	2
Tamizadora	1	2
Botellas	600	2

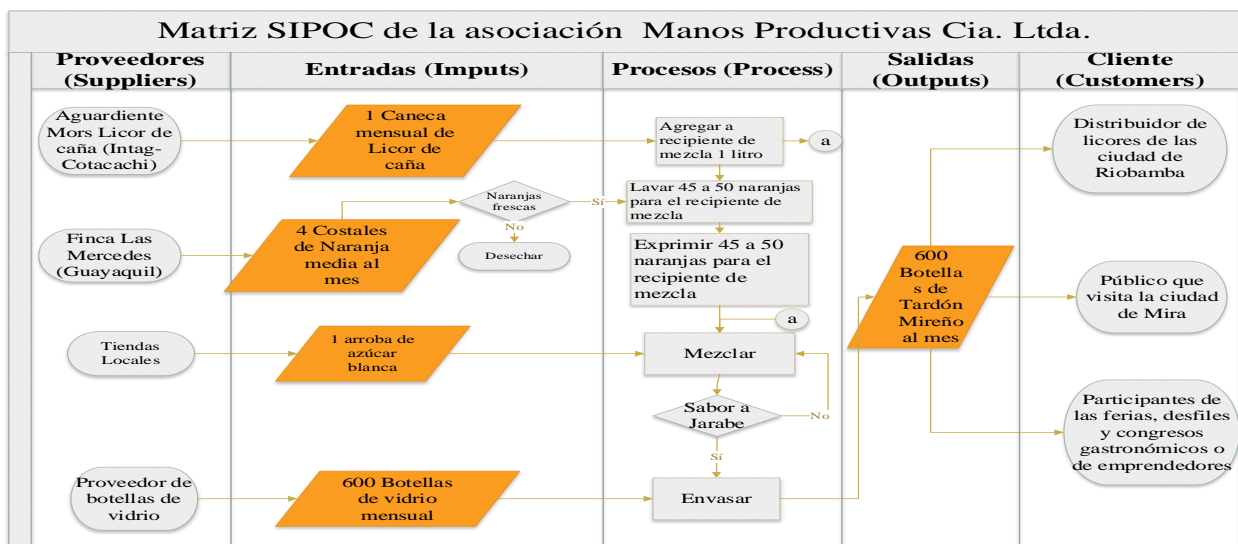
Nota.^aLos mismos socios son quienes trabajan en la elaboración del Tardón.

3.5 Diagrama SIPOC

Para una mejor comprensión de como son los procesos de la Asociación se realizó un diagrama SIPOC que es una herramienta gráfica que implica datos desde el proveedor de materia, los procesos que intervienen en la elaboración, su producto final y a los clientes que va llegar dicho producto. A continuación, se muestra el diagrama aplicado:

Figura 5

Diagrama SIPOC de la Asociación Manos Productivas



Nota. Diagrama elaborado en VISIO Fuente: El Autor

3.6 Distribución de la Planta:

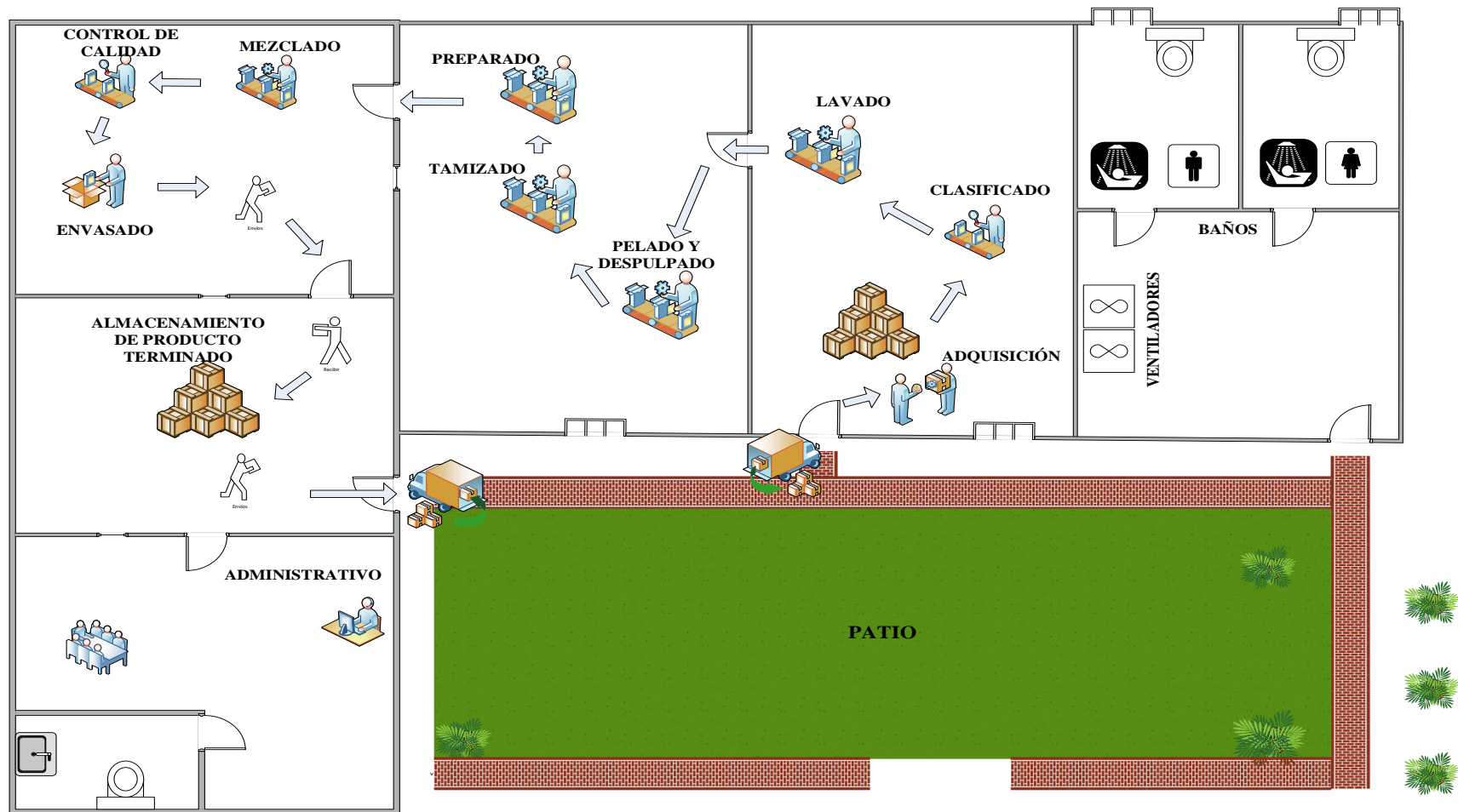
En la distribución de la planta la asociación cuenta con un galpón propio obtenido por donación de uno de los socios donde se encuentra diferentes áreas que reciben la materia prima, realizan los procesos de elaboración y almacenan el producto terminado para posteriormente distribuirlo a los puntos de venta sea a nivel local o a nivel nacional.

Para la observación de la distribución de la planta se utilizó una herramienta gráfica llamada LAYOUT y se debe aclarar que cada socio se distribuye el trabajo conforme se programe en el mes la producción por ello los 12 socios son capaces de cumplir los procesos previamente identificados.

El almacenamiento debe durar menos de 6 meses porque es el tiempo que tiene el producto antes de perecer, debido a que sus ingredientes no tienen preservante alguno y son en un 60% orgánicos, además la ventaja que tienen que no necesita refrigeración alguna su producto por lo que su bodega o espacio de almacenamiento es muy simple para poder transportar al cliente directo o para su punto de venta.

Figura 6

Distribución de Planta



Nota. Fuente: Elaborado a partir de (Valencia, 2016)

3.7 Planteamiento del Problema con Gráfico de Pareto

En el planteamiento del problema se realizó una entrevista a el presidente y algunos de los socios sobre los problemas que están presentando en la fábrica y venta de su producto en la cual obtuvimos la siguiente lluvia de ideas:

Figura 7

Luvia de Ideas obtenidas de la entrevista a los socios.



Nota. Esto se obtuvo de la entrevista a los socios Fuente: El autor.

En la entrevista hecha a los 12 socios de la empresa se conversó que desde antes de la pandemia tuvieron buenas ventas, pero su capacidad de producir no ayudaba a cumplir el pedido hecho por el cliente e inclusive se trató de trabajar más de 2 jornadas al mes y ahí se tuvo un exceso de inventario produciéndose una caducidad del producto y ocasionando pérdidas significativas, también manifestaron que algunos socios si desean modernizar los procesos pero la mayoría de los otros socios desean mantener la tradición, además de que en todo el tiempo que llevan produciendo

el tardón no han podido obtener una financiación crediticia ni tampoco apoyo económico por entidades municipales ni gubernamentales.

Una vez ya restaurado las actividades después de la pandemia la competencia ha ido creciendo aún más cuando realizan procesos más modernos que ellos y mejor propaganda de venta, sin embargo, lo que ellos les fortalece pese a la competencia es su calidad del producto, porque a diferencia de la competencia el sabor de su producto es garantizado y muy degustable.

Al culminar con la entrevista se contabilizó la cantidad de veces de cada problema expuesta por cada socio:

Tabla 2

Frecuencia de Problemas

Causa / Problema / Fenómeno	Datos recolectados	Orden^a
Procesos muy artesanales	4	10
Falta de clientes	6	7
Incumplimiento en el pedido de clientes	11	1
Demasiado almacenamiento	7	5
Socios muy viejos para trabajar	5	9
Alta competencia local	7	6
Malos proveedores de naranjas	10	2
Poco tiempo de caducidad del producto	9	3
Falta de financiación crediticia	8	4
Negativa de modernizar los procesos	6	8

Nota. ^aEs el orden en el que se va armar la frecuencia de los datos. Fuente: Autor

Al tener estos datos y con su respectiva frecuencia o repetición por parte de cada socio entrevistado, se procedió a realizar un diagrama de Pareto donde se identificamos el problema que más acumulación tiene y que debe ser el primero en ser solucionado.

Se procede a realizar una tabla para la gráfica Pareto donde vamos a ordenar de mayor a menor según la cantidad de frecuencia del problema, sacar la frecuencia acumulada sumando la frecuencia del problema actual con la del problema anterior y posteriormente sacar el porcentaje que representa, para luego sacar el porcentaje acumulado sumando el porcentaje del problema anterior con el actual.

Tabla 3

Datos para el gráfico de Pareto

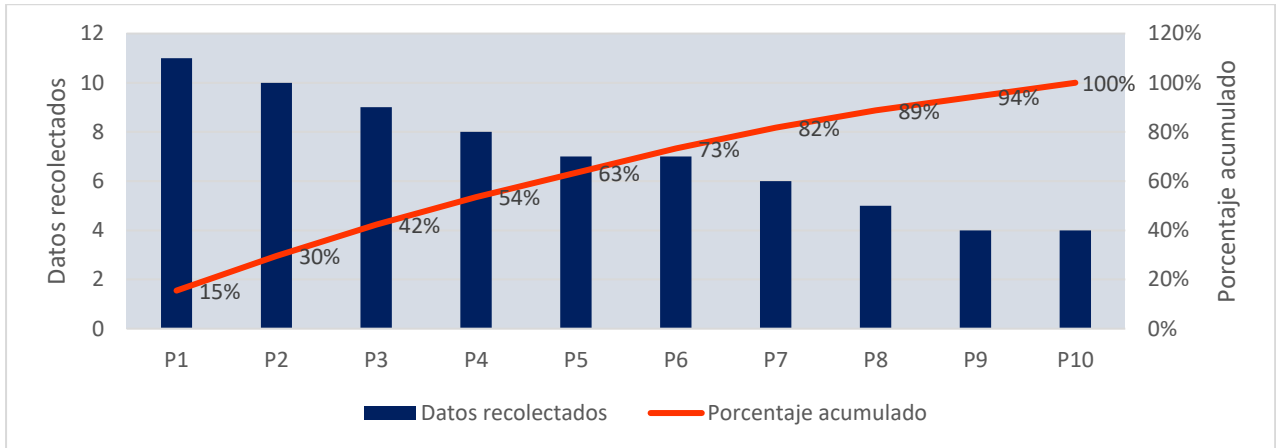
Posición real (Causas y datos ordenados)	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1 Incumplimiento en el pedido de clientes	11	15%	15%
2 Malos proveedores de naranjas	10	14%	30%
3 Poco tiempo de caducidad del producto	9	13%	42%
4 Falta de financiación crediticia	8	11%	54%
5 Demasiado almacenamiento	7	10%	63%
6 Alta competencia local	7	10%	73%
7 Falta de clientes	6	8%	82%
8 Negativa de modernizar los procesos	5	7%	89%
9 Procesos muy artesanales	4	6%	94%
10 Socios muy viejos para trabajar	4	6%	100%

Nota. Los datos identificados con su respectiva repetición se realizaron para determinar la gráfica de Pareto. Fuente: El autor.

Una vez obtenido los datos se procedió a realizar la gráfica de Pareto en el Excel por medio de gráfica de Barras y la opción de graficar la línea de tendencia exponencial, terminando con el siguiente resultado:

Figura 8

Gráfica de Pareto



Nota. Los datos P1 a P10 son aquellos revisados en la tabla 3 y como se observa el P1 es la causa mayor de los demás Problemas. Fuente: Elaborado a partir de (Render, 2019)

Analizando el gráfico de Pareto se tiene que la causa del incumplimiento en el pedido de clientes ha representado ser entre el 82% de la causa de los problemas por ende se puede justificar el objetivo del proyecto que es la planificación de la producción donde se parte de un pronóstico en la demanda del producto y recopilación de datos históricos de la empresa.

CAPÍTULO IV

Pronóstico de la demanda

4.1 Recopilación de Datos Históricos:

Una serie histórica es la recopilación de datos que tiene toda empresa como registro de la actividad que tuvieron en cada año y estas siempre son numéricas porque marcan la fecha y también la cantidad de lo que sucedió antes, en el caso de la asociación Manos Productivas el socio mayor o presidente el señor Ángel Ruiz facilitó algunas anotaciones de su cuaderno desde el año 2015. Por interés del plan maestro se analizó los datos de la serie histórica de la producción mensual del tardón Mireño desde el año 2015 hasta su última producción del año 2022, excluyendo los años de pandemia que son 2020 y 2021 debido a que la empresa al tener socios de edad vulnerable paró las actividades en esos 2 años:

Tabla 4

Datos Históricos de la Asociación Manos Productivas

Mes\Años	2015	2016	2017	2018	2019	2020 ^a	2021 ^b	2022
Enero	347	462	418	500	600	0	0	600
Febrero	343	405	400	500	600	0	0	600
Marzo	346	443	450	500	600	0	0	600
Abril	376	408	264	500	600	0	0	600
Mayo	478	477	420	500	600	0	0	600
Junio	470	420	466	500	600	0	0	600
Julio	493	425	475	500	600	0	0	600
Agosto	411	454	415	500	600	0	0	600
Septiembre	433	493	474	500	600	0	0	600

Octubre	325	455	336	500	600	0	0	600
Noviembre	478	500	421	500	600	0	0	600
Diciembre	467	425	484	500	600	0	0	600

Nota. aLa producción es 0 porque no se trabajó debido a la pandemia. Fuente: El Autor

bPor la edad de los socios se optó conservar la misma disposición del año anterior de no trabajar por la pandemia.

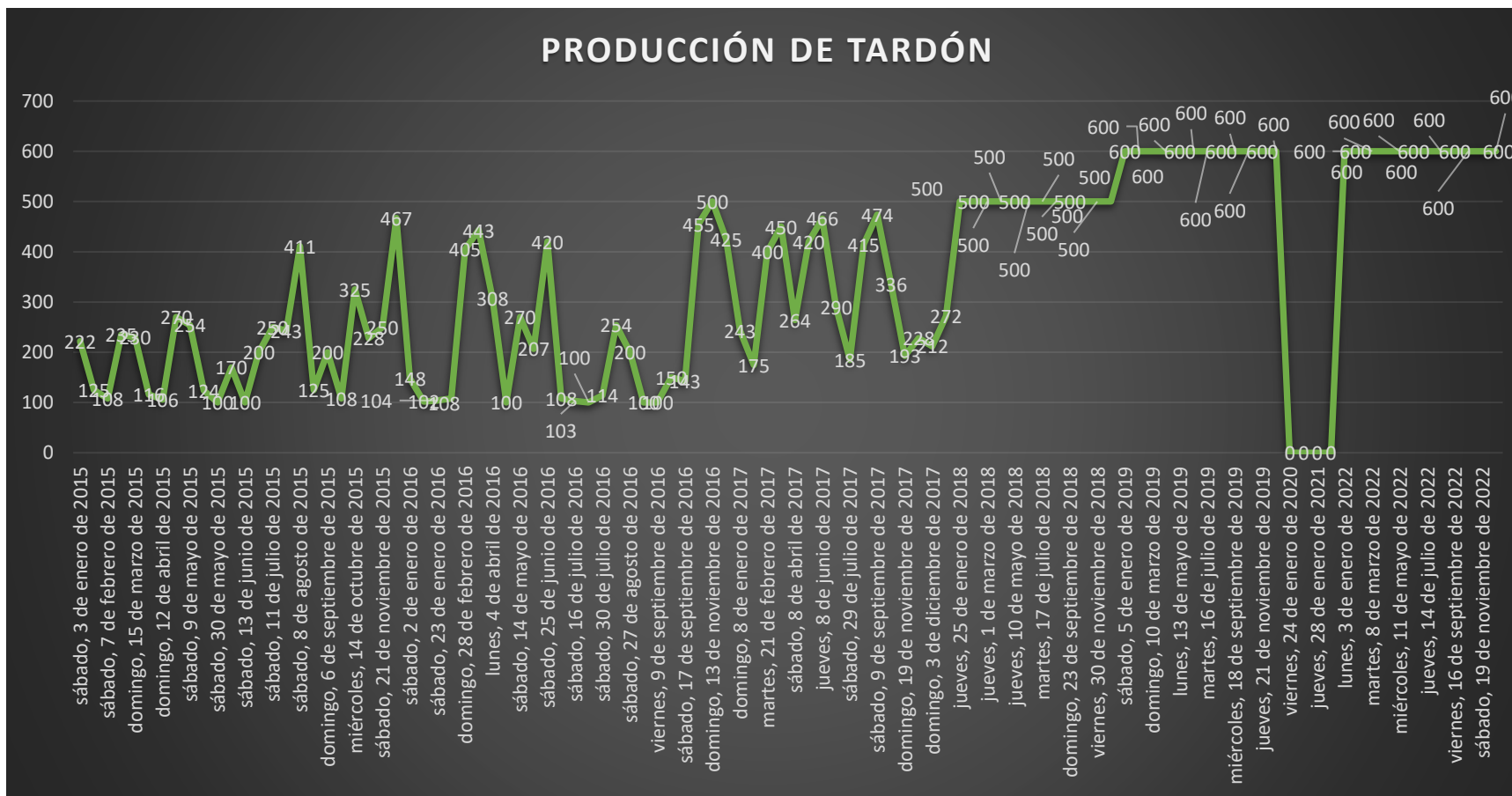
Por medio del Excel, en un gráfico indicador, se analiza las altas y bajas que ha mantenido la empresa en los últimos 7 años donde al tener ya un acuerdo de contrato con un distribuidor de la ciudad de Riobamba la producción anual se mantiene la misma cantidad en todos los meses con respecto a años anteriores donde si hubo mucha variación. Según información del mismo presidente el acuerdo que lograron con el distribuidor de la ciudad de Riobamba se dio por el compromiso de comprar la cantidad pactada a un precio menor por botella de 3,75\$.

Antes la asociación para comercializar su producto se integraba a ferias gastronómicas, emprendedoras y de muestra a lo largo del centro norte del país como Riobamba, Latacunga, Quito, Guayaquil y en la zona norte del país como Pimampiro, Esmeralda, Ibarra, Cotacachi, Otavalo y la misma ciudad de Mira.

En los registros de los datos cabe recalcar que antes manejaba uno de los socios unas anotaciones con fecha exacta y cantidad exacta ahora al no estar dicha persona los datos son considerados por los acuerdos de ventas que lograron los socios con sus clientes pero, en dichos datos no se manifiesta la venta que realizan al público en las ferias que participan por lo que para el análisis solo se considera las ventas pactadas con personas que compraron al por mayor y por ello se muestra a continuación la gráfica de datos:

Figura 6

Datos históricos de las ventas en los últimos 7 años



Nota. Se consideró los datos de ventas al por mayor al no existir datos de ventas al público en ferias y desfiles. Fuente: El Autor.

4.2 Regresión Lineal:

Este método trabaja con la fórmula de la pendiente que es $\hat{y}=b_0 + b_1x$ donde la variable “ \hat{y} ” es el pronóstico de la demanda, la cual tendrá 96 observaciones que representan los meses desde los años 2015 hasta el año 2022, excluyendo los años 2020 y 2021. Cada año va a tener la cantidad de botellas producidas para la venta o producto final y se construirá una tabla donde se empleará la identificación de las variables dependiente e independiente.

Tabla 5

Identificación de Variables

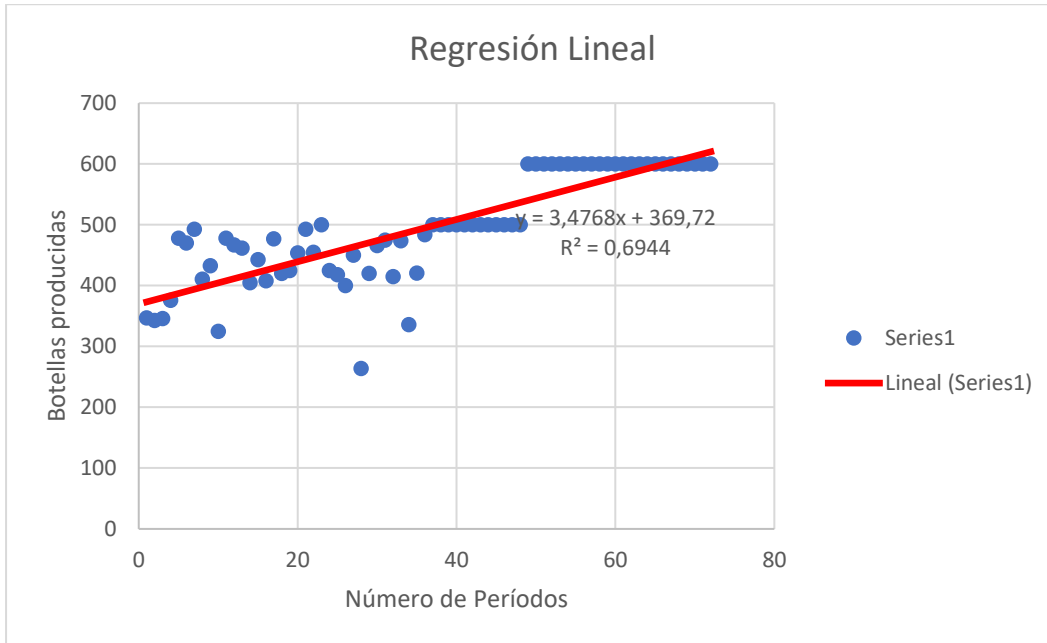
Fecha	Observación	Botella	Media de variable independiente	Media de variable dependiente
	n	s		
Variables	X_i	y_i	\bar{x}	\bar{y}
Total	96	35757	49	372

Nota. La tabla de los 72 datos es extensa por ende se mostrará en el Anexo 2.

Al aplicar el Excel para graficar la regresión lineal utilizamos el gráfico de dispersión donde se observa la pendiente lineal trazada por los puntos mostrando el comportamiento de la demanda.

Figura 9

Gráfico de Regresión Lineal



Nota. La tendencia es negativa por la pendiente negativa que resulta por el signo negativo en b1 y el mismo Gráfico representa un R2 que es el coeficiente de determinación. Fuente; El autor.

El resumen de los cálculos realizados en la regresión lineal se expresará en una tabla resumen que el mismo Excel proporciona:

Tabla 6

Resultados de la Regresión Lineal

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
B1	3,47
B0	370
SCT	541317
SCE	165407
SCR	375910
R ²	0,69

Nota. La obtención de los resultados se observa en el Anexo 3. Fuente: El Autor

Ahora se procederá a determinar el pronóstico de demanda reemplazando el valor de x con las observaciones del mes de enero a julio que representan el primer semestre del año 2023.

Tabla 7*Pronóstico de la demanda del año 2023*

Mes	Observación	Pronóstico
I	X	$\hat{y}=b_0+(b_1x_i)$
enero	73	624
febrero	74	627
marzo	75	630
abril	76	634
mayo	77	637
junio	78	641
julio	79	644
agosto	80	648
septiembre	81	651
octubre	82	655
noviembre	83	658
diciembre	84	662

Nota. El pronóstico de las 72 observaciones anteriores se representa en el Anexo 4. Fuente: El autor

4.3 Cálculo con Suavización exponencial:

Este método permite determinar el pronóstico a partir de errores y de la manipulación de la variante Alpha α que por medio de Solver que es una herramienta del Excel que ayuda a resolver el valor del coeficiente exponencial Alpha para determinar la media de error al cuadrado que nos ayudará a ver el comportamiento del pronóstico con respecto a la demanda.

Para comenzar a elaborar realizamos la aplicación de las fórmulas en la siguiente tabla:

Tabla 8*Elaboración del método Suavización Exponencial*

Fecha	Observación	DEMANDA REAL	PRONÓSTICO ^a	Error ^b	Error absoluto ^c
		Yt	Yt'	et=Yt-Yt'	[et]
ene-15	1	347	347	0*	
feb-15	2	343	347	-4	4
mar-15	3	346	343	3	3
abr-15	4	376	346	30	30
may-15	5	478	376	102	102
jun-15	6	470	478	-8	8

*Nota. *Al comenzar el pronóstico siempre el valor del error en el primer dato es 0 y el resto de observaciones se observan en el Anexo 5. Fuente: El Autor.*

aEl pronóstico se calcula de la fórmula $Yt' = Yt' \text{ anterior} + \text{Alpha} (Yt - Yt')$.

bEl error es la diferencia entre la demanda y el pronóstico.

cEl error absoluto es todos los datos del error en positivo.

Al resumir los resultados del método exponencial se informa que se consideró las 96 observaciones y aplicando el método estadístico, los resultados y sus indicadores fueron variando según el coeficiente Alpha, donde por medio de la herramienta Solver del Excel, se obtuvo los valores de Alpha de manera automática, aunque también, se puede hacer manualmente cambiando sus valores que no deben ser mayores a 1 y también deben ser mayores a 0. Así de esta forma la media del error (ME) es menor y es el indicativo de que nuestro método es adecuado para trabajar con el pronóstico a corto plazo porque la herramienta al no tener coeficiente de tendencia no puede trabajar a mayor plazo de tiempo.

A continuación, se expresan los resultados del método exponencial en la siguiente tabla:

Tabla 9

Resultados del método Suavización Exponencial

Coefficiente exponencial ^a	Media de Error	Media Absoluta de Error	Pronóstico
0,9	2,93	34,8	600*

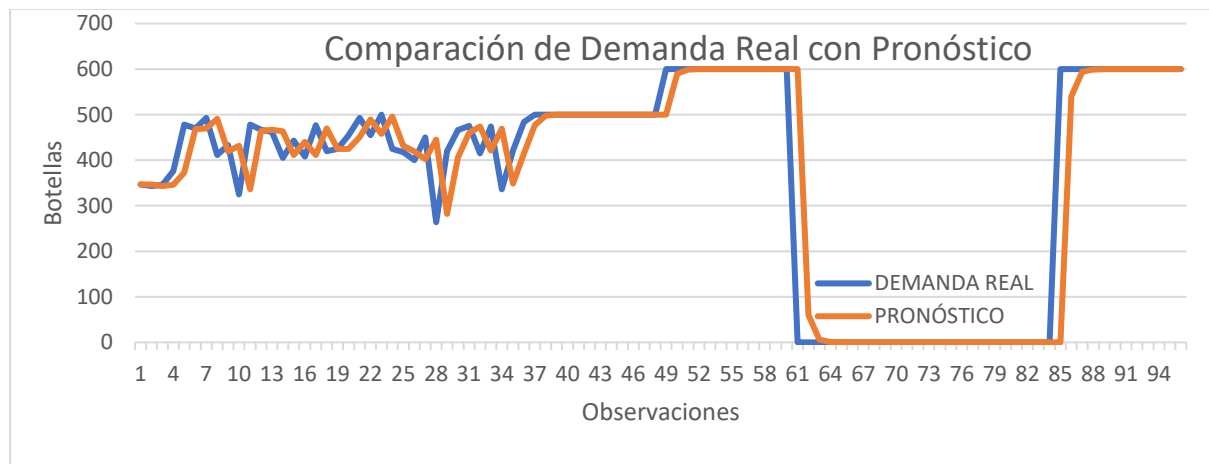
*Nota. *El pronóstico es el mismo valor para el primer semestre del año 2023.*

^aEl coeficiente exponencial fue obtenido por la herramienta Solver. Fuente: El autor

Una vez obtenido los resultados, se procede a comparar con un gráfico, el comportamiento de la demanda pronosticada con respecto al comportamiento de la demanda real, donde si se asemejan bastante el método es muy factible para trabajar con su pronóstico, pero también hay que considerar que los valores no pueden tener decimales dado el caso que las botellas se producen en unidades enteras y en los valores de la tabla se redondeó para obtener resultados de valores numéricos enteros

Figura 7

Comparación entre demanda real y demanda pronosticada



Nota. Estos datos se aplicaron los años 2020 y 2021 donde se evidencia la caída. Fuente: El autor

4.4 Método de Holt:

Es muy parecido al método de Suavización exponencial, solo que aparte del error en el pronóstico, se analiza la tendencia la cual se representa por Beta β y también es determinada por el método Solver; siempre con la condición de que Alpha y Beta sean menor que 1 y mayor que 0.

En este método se emplean las fórmulas añadiendo los factores de tendencia y el coeficiente de tendencia β que al igual que en el método de suavización exponencial tiene que ser aquel valor que permita tener la menor Media de Error y Media del Error al Cuadrado.

Ingresamos los datos siguientes:

Tabla 10

Datos en el método de Holt

Fecha	Observaciones	DEMANDA REAL	Pronóstico	Tendencia	Pronóstico con tendencia	Error	Error al cuadrado
		Yt	Ft	Tt ^a	FITt ^b	e	e ²
ene-15	1	347					
feb-15	2	343	347,00	3,00	350,00	7,00	49,00
mar-15	3	346	343,04	-3,89	339,15	-6,85	46,93
abr-15	4	376	345,97	2,86	348,83	-27,17	738,07
may-15	5	478	375,70	29,46	405,16	-72,84	5305,62
jun-15	6	470	476,98	100,56	577,54	107,54	11564,02
jul-15	7	493	470,07	-5,83	464,24	-28,76	827,30

Nota. Es una parte de la tabla del Anexo 6 porque son 96 observaciones, pero para mostrar el ingreso de los datos se considera esta parte. Fuente: El Autor

^aLa tendencia comenzó con valor 3 porque es un valor que no influye en el resultado $Tt = \beta(Ft - Ft-1) + (1 - \beta) Tt-1$.

^bEl pronóstico con tendencia aplica en vez del coeficiente Alpha, el coeficiente Beta $Ft = Ft-1 + \alpha(Yt-1 - Ft-1)$.

En el resultado se va a analizar los coeficientes Alpha y Beta que deben darnos las medias más bajas de error para que el modelo de pronóstico sea el más adecuado para trabajar, además ningún valor tiene que ser negativo porque la tendencia negativa implicaría pérdidas y no sería factible

para trabajar un plan de producción. Sin embargo, para poder adaptar el método a las condiciones adecuadas los valores de los coeficientes se acercan al valor de 1 pero no deben ser igual a 1.

A continuación, se evidencia los valores obtenidos del método:

Tabla 11

Resultados del Método de Holt

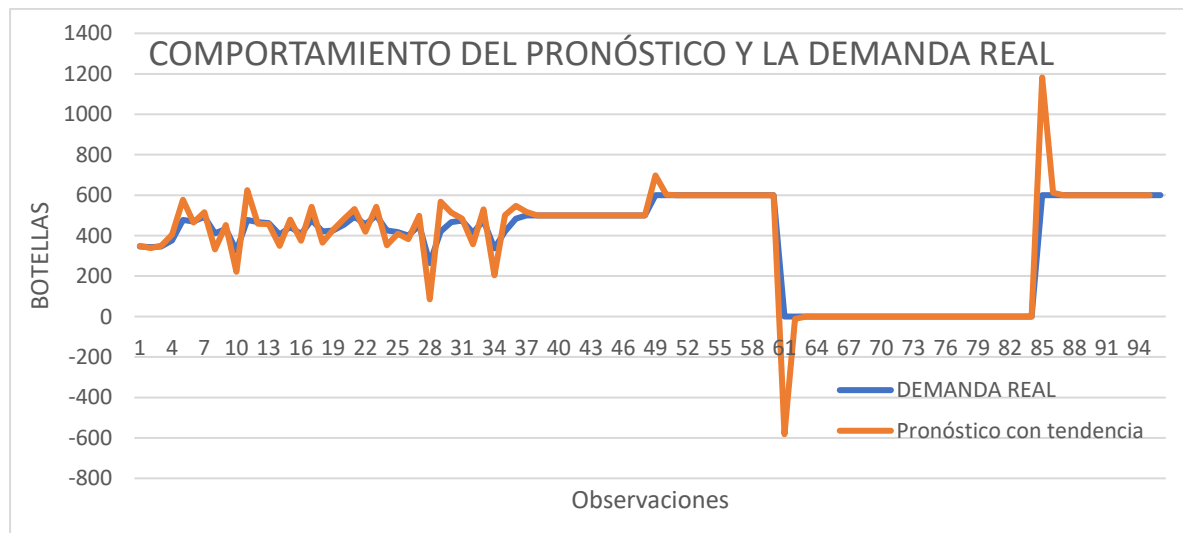
Indicadores	Valores
$\alpha=$	0,99
$\beta=$	0,99
MSE=	20329,22
ME=	0,00
Pronóstico	600*

*Nota** Similar al método de Suavización Exponencial el método de Holt nos dio el mismo valor de pronóstico que la demanda del anterior año. Fuente: El Autor.

Ahora se procede a analizar la comparación de la demanda real con respecto a la pronosticada donde se evidenciará la variabilidad de los valores.

Figura 8

Comparación de la demanda real con la demanda pronosticada



Nota. Los valores del gráfico se excluyen las observaciones 2020 y 2021 resultando 72 observaciones de 96 que eran antes. Fuente: El Autor

Una vez analizado los tres métodos se puede concluir que el mejor para trabajar será el de regresión lineal al ser un método que nos arroja valores futurísticos más variables con respecto a la demanda real, además que su coeficiente de determinación es muy favorable para la realización de un pronóstico cuyo resultado ayude a planificar la producción mensual del producto Tardón Mireño, pero se debe aclarar que no se incluyen en los datos observados los años 2020 y 2021 por ser años de pandemia que no hubo actividades a nivel mundial salvo por la gente que pudo trabajar en casa.

CAPITULO V

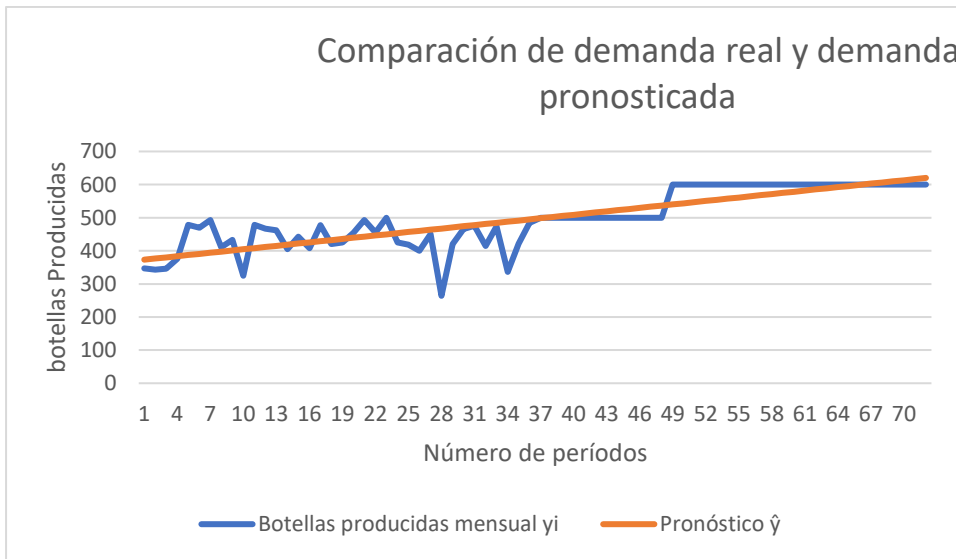
Diseño de un Plan Agregado de producción y un MPS.

5.1 Pronóstico de la demanda

El pronóstico de la demanda se va a emplear con la regresión lineal por ser el método que más se acerca a la tendencia de la demanda real en base a la base histórica tal y como se ve en el siguiente cuadro:

Figura 10

Indicador gráfico del comportamiento entre la demanda real y la pronosticada



Nota. El valor pronosticado indica una tendencia alta de botellas producidas. Fuente: El Autor.

En la imagen se observa el que el comportamiento del pronóstico es muy cercano a la real y que la tendencia del método es alta por lo que el pronóstico será mayor a la demanda real de años pasados, entonces aplicando la fórmula se ha obtenido la demanda pronosticada con la que va a trabajar el plan agregado de producción y de lo mencionado anteriormente aplicando la fórmula del pronóstico reemplazando a la variable “xi” por el año que vamos a proceder a calcular que es

2023 por cada mes. Para el plan de producción se ocupará el tiempo a medio plazo es decir un semestre o seis meses del primer año como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 12

Demanda pronosticada del año 2023

Mes (i)	Período (x)	Pronóstico [$\hat{y}=b_0+(b_1x_i)$]
Enero	73	624
Febrero	74	627
Marzo	75	630
Abril	76	634
Mayo	77	637
Junio	78	641
Julio	79	644
Agosto	80	648
septiembre	81	651
Octubre	82	655
Noviembre	83	658
Diciembre	84	662

Nota. Se aplicó Regresión Lineal y la razón se observa en la Tabla 17. Fuente: El Autor.

La empresa tiene un contrato firmado por 600 botellas al mes en los pedidos de los clientes y el pronóstico de la demanda resultó menor pero igual es útil para proceder a realizar el plan agregado de producción.

4.2 Plan agregado de producción

El plan Agregado que vamos a emplear es por variables de decisión y las cuales vamos a ocupar el nivel de fuerza laboral interna, nivel de producción, horas de trabajo normales y extras.

Todos los datos que se necesita para la elaboración del plan agregado fueron facilitados por el presidente de la empresa y son los siguientes:

Tabla 13*Datos de la empresa para la elaboración del Plan Agregado*

TIEMPO OPERATIVO	14	h/mensual
PRODUCCIÓN PROMEDIO POR OPERARIO	25	u/mensual
INVENTARIO INICIAL	20	unidades
PRODUCCIÓN PROMEDIO POR HORA	2	u/mensual
COSTO POR CONTRATAR	500	\$/mensual
COSTO POR DESPEDIR	500	\$/mensual
COSTO POR ALMACENAR	1	\$/u
COSTO POR HORA EXTRA	10	\$/h
COSTO DIARIO POR JORNADA	15	\$/h

Nota. Los datos fueron proporcionados por el presidente de la empresa. Fuente: El Autor

La empresa no tiene una política de inventario según lo que les sobra de la producción mensual es lo que almacenan en este caso les sobró 20 unidades, además el plan maestro va a cumplir los parámetros de la producción y determinar un costo al finalizar el semestre según la mano de Obra.

Para la realización del Plan Agregado se aplica una plantilla de Excel donde se busca con la mano de Obra disponible que es de 12 trabajadores, en 14h al mes de trabajo, llegar a cumplir la demanda mensual y también se considera solucionar el problema del incumplimiento de pedidos de clientes evidenciado en el Gráfico de Pareto a corto plazo por ello el tiempo a trabajar para el Plan Agregado y el MPS será el primer semestre del año 2023

El plan Agregado que se aplicó es de Nivelación y Persecución donde:

Nivelación: Se busca por medio de la capacidad de trabajo cumplir el pedido de cliente sin la necesidad de subcontratar a terceros, ni pagar horas extras, ni aumentar la mano de obra.

Persecución: Se busca por medio de subcontratar a terceros, por contratación de mano de obra extra o aumentar horas extras cumplir la demanda del cliente.

Mixta: Se busca cumplir la demanda con la capacidad y si no se llega a cumplir se busca llegar subcontratando a terceros, con horas extras o con aumento de mano de obra.

Se debe mencionar que en los planes agregados mencionados también se considera el aumento de maquinaria o cambio de maquinaria para cumplir la demanda del cliente, pero como se menciona en otros ítems, por parte de la mayoría de los socios no desean que se manipule ninguno de los procesos ya establecidos con respecto a maquinaria y herramientas de trabajo, por ello los datos de los costos de los tiempos y el personal serán lo único que apliquemos al plan agregado que se va a realizar.

A continuación, el plan Agregado mixto aplicado en el presente proyecto

Tabla14

Plan Agregado de Producción de método Mixto.

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	TOTAL
Días Laborables	2	2	2	2	2	2	2	14
Demanda Pronosticada	624	627	630	634	637	641	644	4437
Unidades por trabajador	52	52	52	52	52	52	52	364
Operarios requeridos	12	12	12	12	12	12	12	84
Operarios actuales	12	12	12	12	12	12	12	
Operarios contratados	0	0	0	0	0	0	0	0
Operarios despedidos	0	0	0	0	0	0	0	0
Operarios Utilizados	12	12	12	12	12	12	12	84

Unidades producidas	624	624	624	624	624	624	624	4368
Unidades disponibles	644	644	641	635	625	624	624	4437
Inventarios	20	17	11	1	0	0	0	49
Unidades en horas extra	0	0	0	0	12	17	20	49
Horas extras totales	0,00	0,00	0,00	0,00	6,46	9,15	10,77	26,38
Horas extras Op. /mes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	0,76	0,90	2,20

Nota. El plan agregado desarrollado es por método de tiempos extras. Fuente: El Autor.

Analizando la tabla se evidencia que no se necesita contratar ni despedir operarios y que la demanda se puede cumplir con la capacidad de trabajo actual aumentando horas extras que permitirá un inventario extra que nos ayude a mantener un stock adecuado para cumplir la demanda del cliente, además ofertar para el público en general, además que el costo del plan agregado resultará ser:

Tabla 15

Costos del Plan Agregado Propuesto para Solución.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total
CONTRATAR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DESPEDIR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MANO DE OBRA	360,00	360,00	360,00	360,00	360,00	360,00	360,00	2520,00
ALMACENAR	20,00	17,00	11,00	1,00	0,00	0,00	0,00	49,00
HORAS EXTRAS	0,00	0,00	0,00	0,00	64,62	91,54	107,69	263,85
COSTO TOTAL	380,00	377,00	371,00	361,00	424,62	451,54	467,69	2832,85

Nota. El costo total del plan es el total del primer semestre del año. Fuente: El Autor.

Observando la tabla del costo del plan agregado se mantendrá un inventario almacenado y ocupará los operadores necesarios aumentando unas horas extras, entonces el costo del plan agregado al primer semestre del año 2023 será de 2832,85\$, pero las horas extras a ocupar serán en los meses de mayo, junio y julio, pero como se analizó anteriormente un problema era la

financiación de la empresa que no cuenta con inversión alguna entonces, por ello se va a aplicar un MPS dónde a partir de un plan mensual logremos llegar a cumplir la demanda sin necesidad de aumentar horas de trabajo.

Planificar la producción a las 2 semanas q ocupan del mes para trabajar, porque el pedido de los clientes en la demanda siempre va a variar. Entonces siguiendo la línea de planificación del plan agregado se descompondrá a 2 semanas la demanda pronosticada y con ello poder realizar el plan maestro de producción.

4.3 Plan Maestro de Producción o MPS

En la elaboración del MPS se va a planificar la producción a las 2 semanas q ocupan del mes para trabajar, porque el pedido de los clientes en la demanda siempre va a variar. Entonces siguiendo la línea de planificación del plan agregado descomponemos a 2 semanas la demanda pronosticada y con ello poder realizar el plan maestro de producción.

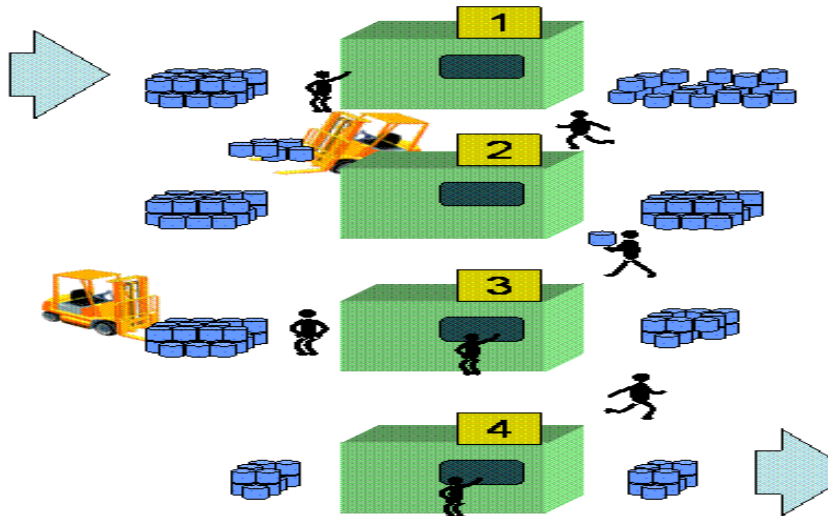
Es llamado MPS por sus siglas en inglés Master Producción Schedule o en sus siglas en español PMP. Esta herramienta nos permite planificar a corto y mediano plazo la producción de la empresa según su línea de producción.

La línea de producción que se identificó es la de lote por lote dado el caso que según los pedidos ellos producen y su producción se realizan cierta cantidad del producto para pasar al siguiente proceso.

A continuación, se indica un ejemplo de proceso lote por lote:

Figura 11

Proceso Lote por Lote



Nota. Ejemplo producción por Lote. Fuente: (SITEMIC)

Identificado el tipo de producción que tiene la empresa, también se procede a buscar datos con respecto a la producción como por ejemplo el lote productivo y el inventario inicial obtenido del plan agregado de producción:

Lote: 312 botellas semanal **Inventario Inicial:** 49 Botellas

El lote productivo se obtuvo de la multiplicación de los 12 trabajadores por la producción promedio por trabajador que es de 26 unidades por jornada, dando como resultado un lote de 312 botellas.

El inventario Inicial para el MPS se obtuvo del plan agregado de producción. Entonces con los datos completados se procede a realizar en el Excel el MPS dando los siguientes resultados:

Tabla 16*Plan Maestro de Producción aplicado por Lote a Lote*

	MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8
INVENTARIO INICIAL	49	46	43	38	33	24	15	5
PRONÓSTICO	315	315	317	317	321	321	322	322
PEDIDO	300	300	300	300	300	300	300	300
MPS O PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN	312	312	312	312	312	312	312	312
INVENTARIO FINAL	46	43	38	33	24	15	5	-5
DISPONIBILIDAD PARA PROMESA	61	58	55	50	45	36	27	17

Nota. Existen bajas unidades de promesa y en junio nos faltará inventario para cumplir con el pronóstico. Fuente: El Autor.

Como se evidencia el MPS resulta ser la cantidad producida del producto y al comenzar el mes de marzo para cumplir la demanda el MPS es 0 y en adelante se mantiene en 300 unidades por cada semana trabajada para cumplir con la demanda variable según los pedidos de los clientes. Hay que recordar que tienen un contrato de 600 u/mes, pero aparte de eso al público en general no tienen para ofertar y a parte que están adquiriendo nuevos clientes que son proveedores para microempresas y tiendas de distribución.

La disponibilidad por promesa es el inventario que ayudará a la empresa a ofertar ante la demanda y en lo analizado en la base histórica hay picos altos de demanda que no satisficieron al 100% a parte que por la pandemia se les caducó mucho producto.

4.4 Análisis de Resultados

Para analizar los resultados se va a considerar los indicadores del modelo de pronóstico de demanda utilizado, los costos totales del plan agregado y la capacidad requerida para hacer el MPS con la capacidad de la planta.

Los resultados de los modelos de pronósticos fueron los siguientes:

Tabla 17

Resultados de los 3 Métodos Estadísticos

Indicador	Regresión Lineal	Suavización Exponencial	Método Holt	Condición
Coefficiente de determinación	0,70	0,90	0,99	70% para arriba
Media de Error	0,003	2,93	0	Valores cercanos a 0
Media Absoluta de Error	2297	34,80	20329,22	Valores cercanos a 2000

Nota. Se eligió el método que cumplió dos o más parámetros. Fuente: El Autor.

En 2 de los 3 parámetros cumple a regresión lineal las condiciones por ello se determina como el mejor método para realizar el pronóstico de la demanda a emplear para la planificación de la producción.

Ahora se analiza la planificación de la producción que tiene la empresa para cumplir los pedidos de los clientes por medio del método de contratar un trabajador adicional, con la propuesta de mejora de aplicar el método de lote por lote que está diseñando el actual trabajo.

Tabla 18*Análisis del MPS con horas extras.*

SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8
MPS	312	312	312	312	312	312	312	312
Capacidad de la planta (h)	312	312	312	312	312	312	312	312
Capacidad Instalada (h)	336	336	336	336	336	336	336	336
Capacidad Requerida (h)	312	312	312	312	312	312	312	312
Déficit (h)	24	24	24	24	24	24	24	24

*Nota. El déficit resultante es de 24 h es más bajo que aplicando el otro método. Fuente: El Autor.***Tabla 19***Análisis de MPS por contratar un obrero adicional*

MESES	MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8
MPS	0	312	312	312	312	312	312	312
Capacidad de la planta (u/7h)	312	312	312	312	312	312	312	312
Capacidad Instalada (u)	364	364	364	364	364	364	364	364
Capacidad Requerida (u)	0	312	312	312	312	312	312	312
Déficit (h)	364	52	52	52	52	52	52	52

Nota. El déficit es alto contratando un operador adicional. Fuente: El Autor.

Se puede observar el déficit es alta en el MPS contratando un trabajador adicional es de 52 y el déficit es 24 en el MPS aplicando horas extras por el método lote por lote de producción y es más bajo, por ello esto se va a reflejar en los costos obtenidos en el Análisis de Plan Agregado a continuación:

Tabla 20*Costos de antes Plan Agregado por contratación.*

COSTOS DE LA EMPRESA ANTES DEL PLAN AGREGADO								
CONTRATAR (\$)	500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	500,00
DESPEDIR (\$)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MANO DE OBRA (\$)	390,00	390,00	390,00	390,00	390,00	390,00	390,00	2730,00
ALMACENAR (\$)	26,00	52,00	78,00	104,00	130,00	156,00	182,00	728,00
HORAS EXTRAS (\$)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COSTO TOTAL (\$)	916,00	442,00	468,00	494,00	520,00	546,00	572,00	3958,00

*Nota. Estos datos fueron calculados a partir de los datos de la empresa. Fuente: El Autor.***Tabla 21***Resultado de la propuesta para mejora de Plan Agregado por Horas Extras*

METODOLOGÍA	MÉTODO POR		MÉTODO HORAS		
	CONTRATACIÓN		EXTRAS		
VALORES FINALES DE PRIMER SEMESTRE	SITUACIÓN DE ANTES		TOTAL	DESPUÉS	TOTAL
COSTOS POR CONTRATAR (500\$/Operador)	1 operador		500\$	0 operadores	0
HORAS EXTRAS (10\$/h)	12,94 horas		129,23\$	26,38 horas	263,85 \$
COSTOS TOTALES \$			629,23 \$		263,85 \$

Nota. Los valores de situación antes están expresados en la Tabla 19 y los valores de después están expresados en la Tabla 14. Fuente: El Autor.

La mejora se refleja en que de 629,23\$ que le cuesta a la empresa emplear una persona para cumplir la demanda del cliente con la mejora propuesta se reduce a 263,85\$ aplicando horas extras en los trabajadores que posee actualmente la empresa. La diferencia es de 365,38\$.

CONCLUSIONES

- La Asociación Manos Productivas Cia. Ltda. tiene algunos problemas identificados a partir de la entrevista realizada a cada uno de los socios, después de ello se determinó con un gráfico de Pareto que el incumplimiento de los pedidos de los clientes es la causa del 82% de los problemas porque de ello es la falta de clientes, la competencia que tienen con otras fábricas que se dedican a la misma fabricación de tardón usando procesos más modernos, por querer cumplir con los pedidos se sobrecargan de producto y los acaban perdiendo por la caducidad que tiene de 6 meses. Ante la necesidad de resolver el problema se identificó que fue necesario hacer un pronóstico de demanda para realizar un plan maestro de producción a corto plazo, es decir considerar ser aplicado para los 6 primeros meses del año 2023.
- El pronóstico de la demanda se calculó con el método de regresión lineal al darnos un indicador del 70% de posibilidad real en comparación a los otros métodos donde el error fue muy grande, además se consideró aplicar 72 observaciones de las 96 elaborados en la recopilación de datos debido a que los 2 años de pandemia 2020 y 2021 no hubo actividad alguna.
- El plan agregado por aplicación de horas extras indicó como resultado que la empresa tiene una capacidad que ayudaría a planificar la producción a una demanda de 600 botellas mensual o más sin necesidad de contratar más gente, pero pagando 264 \$ que 629,23\$ que reflejaban antes.
- La modernización de los procesos puede facilitar la producción del Tardón Mireño y no limitar la capacidad de la fábrica, pero la asociación es tradicional y fue muy exigente en que no quieren modificar nada del proceso artesanal que actualmente se utiliza para fabricar

cada botella de tardón, por ello se realizó un MPS con resultados de que en cada jornada se logre la meta de 312 botellas con cada jornada que trabajen y así les facilitaría una mejor respuesta de la demanda; la cual varía según los clientes, sea al por mayor o normal se evidencia conforme va ganando popularidad el tardón Mireño en cada feria, desfiles, congresos de emprendedores, entre otros; que participe la asociación a nivel nacional.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere implementar los datos determinados por el MPS en la toma de decisión para cuando los socios se encuentren en el panorama de subida de demanda y que tengan el conocimiento de su posibilidad de respuesta para no quedar mal ante los pedidos de los clientes.
- Es necesario mejorar los procesos de la elaboración del producto, en este caso ante la política de la asociación de no modernizar los procesos, entonces se recomienda aplicar la mejora en la mano de obra con trabajadores más productivos que ayuden a mejorar la producción promedio por persona.
- Es necesario realizar un estudio de mercado que les ayude a mejorar su propaganda y marketing para poder llegar su producto a más clientela, además exigir a las entidades competentes una guía en impacto e incorporación de productos en el mercado.
- Si se desea realizar un pronóstico a futuro es preferible que no considere años de pandemia porque en la secuenciación la tendencia puede salir negativa por esos años, por lo menos en un futuro considerar años de 2022 en adelante, caso contrario incluir datos de años más anteriores para obtener un mejor resultado en los pronósticos. En el presente trabajo se aplicó datos desde el año 2015 hasta el 2022 para no considerar los del 2020 y 2021.
- Es de consideración los costos del plan agregado para evidenciar una inversión de mejora para la asociación en caso de intentar obtener inversión crediticia o de algún nuevo socio o inversionista.
- A corto plazo verificar los inventarios que resulten en la aplicación del Plan Maestro de producción al tener un valor negativo en el mes de julio con respecto al pronóstico de la demanda.

BIBLIOGRAFÍA

- BANCO MUNDIAL. (2017). *PRODUCTO INTERNO BRUTO ACTUAL Y PRECIOS ACTUALES*. BANCO MUNDIAL, FINANCIERO. HINEBRA. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD>
- Betancourt. (2016). *Cómo usar la suavización exponencial simple para pronosticar la demanda*. México D.F., México . Recuperado el 03 de marzo de 2023, de www.inegenioempresa.com/suavizacion-exponencial-simple.
- ECUADOR, E.T. (27 de diciembre de 2016). (s.f.). *El PIB latinoamericano crecerá 1.3% en 2017*. El telégrafo.
- García Dunna, E., García Reyes, H., & Cárdenas Barrón, L. (2013). *Simulación y análisis de sistemas con Promodel*. México: Pearson Education.
- Gobierno de la república del Ecuador. (2018). *Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones*. Ecuador. Recuperado el 2023
- INEN, S. E. (2022). *Mipymes y Organizaciones de Economía Popular y Solidaria son una pieza clave para la economía del país*.
- Ingenieriaindustrialonline.com. (mayo de 2018). <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/planeaci%C3%B3n-agregada/>.
- JACOBS, R. C. (2015). *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES, PRODUCCIÓN Y CADENA DE SUMINISTROS-13 AVA EDICIÓN*. Obtenido de <https://www.freelibros.org/administracion/administracion-de-operaciones-13va-edicion-richard-b-chase.html>

- John E. Hanke, D. W. (2008). *Business Forecasting* (9th ed.). Estados Unidos: Pearson Education. Recuperado el febrero de 2023, de <https://books.google.com.ec/books?id=WaiOrL8oct4C&lpg=PA121&dq=metodo%20holt%20pronosticos&pg=PA121#v=onepage&q=metodo%20holt%20pronosticos&f=false>
- Lee Krajewski, L. R. (2013). *Administración de Operaciones (Procesos y cadenas de valor)*. México: Pearson Educación.
- Machuca, J. D. (1995). Dirección de Operaciones. págs. 7-120.
- MIRA, G. (2020). Cámara de microempresas de la ciudad de Mira. *Tardón Mireños. Asociación Manos productivas*. Obtenido de <https://mira.ec/asociacion-manos-productivas-produce-tardon-mireno/>
- Render, H. y. (2019). *Administración de Operaciones*.
- Richard Chase, R. J. (2018). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros*.
- Salazar Guerrero, A. (2010). *cursos.aiu.edu*. Obtenido de <https://cursos.aiu.edu/Simulacion%20de%20Eventos/PDF/Tema%204.pdf>
- SAMPIERI, R. H. (2016). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN-6TA EDICIÓN*. Obtenido de <http://www.mediafire.com/file/7n8p2lj3ucs2r3r/Metodolog%C3%ADa+de+la+Investigaci%C3%B3n+-+sampieri+-+6ta+EDICION.pdf#!>
- SITEMIC. (s.f.). *PRODUCCIÓN TRADICIONAL POR LOTES VS PRODUCCIÓN POR FLUJO CONTINUO (OPF)*. Obtenido de <https://www.sistemic.es/noticias/fabricacion-tradicional-por-lotes-vs-fabricacion-por-flujo-continuo-opf/>

- Valencia, P. (2016). *Plan de Negocios para la comercialización y producción de Licor Tardón Mireño*. Ibarra, Imbabura, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5608/1/04%20IND%20071%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf#page=80&zoom=100,109,114>

ANEXOS

ANEXO 1: Modelo CANVAS del proyecto

Gestor: Christian Castillo	Proyecto: Plan Maestro de Producción para la empresa Manos Productivas S.A.			Fecha: 20/11/2022																																																																																																				
<p style="text-align: center;">JUSTIFICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Desconocimiento de la demanda Pérdida de clientes Demora en la entrega de pedidos 	<p style="text-align: center;">PRODUCTO</p> <p>Plan Maestro de producción de Botella de 300 cc de Tardón Mireño de la Asociación Manos Productivas</p>	<p style="text-align: center;">EQUIPO (interno)</p> <ul style="list-style-type: none"> Gerente de la empresa Director o tutor del proyecto 	<p style="text-align: center;">STAKEHOLDERS (Externos)</p> <ul style="list-style-type: none"> Gestor responsable del proyecto. Socios de la Asociación Manos Productivos. 	<p style="text-align: center;">RIESGOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Faltas de recursos económicos. No cumplir en los plazos establecidos. 																																																																																																				
<p style="text-align: center;">OBJETIVOS SMART</p> <p>Diseñar el Plan Maestro de Producción del producto Tardón Mireño de la Asociación Manos Productivas CIA. LTDA</p>	<p style="text-align: center;">REQUISITOS</p> <ol style="list-style-type: none"> Hacer una búsqueda bibliográfica acerca de procedimientos que aborden el tema del diseño del Plan Maestro de Producción. Identificar una base de datos históricos sobre las ventas del producto Tardón Mireño, para determinar la carga y capacidad de la línea de producción. Determinar un pronóstico de demanda siguiendo una tendencia por temporada altas y bajas. Elaborar un plan agregado de producción que permita evitar atrasos en el producto. Elaborar un plan maestro de producción 	<p style="text-align: center;">METODO</p> <ul style="list-style-type: none"> Investigación de campo Se desarrollará una investigación documental Investigación aplicada Exploratorio Descriptivo 	<p style="text-align: center;">ENTREGABLES</p> <ul style="list-style-type: none"> Gráficos y tablas con cada modelo de pronóstico aplicado para la demanda. Entrevistas a los socios para conocer su labor diaria y si tienen alguna idea que pueda ayudar al problema. Datos históricos de la empresa (Ventas en años anteriores) para poder calcular la demanda y su tendencia. 	<p style="text-align: center;">CRONOGRAMA (meses)</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;">1</td> <td style="width: 25%;">2</td> <td style="width: 25%;">3</td> <td style="width: 25%;">4</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;"> </td> <td style="border: 1px solid black;"> </td> <td style="border: 1px solid black;"> </td> <td style="border: 1px solid black;"> </td> </tr> </table>	1	2	3	4																																																																																																
1	2	3	4																																																																																																					
<p style="text-align: center;">BENEFICIOS Futuro - Solución</p> <p>La presente investigación busca solucionar el problema de la planificación de la producción para llegar a cumplir los pedidos de los clientes al por mayor y resolver los problemas evidenciados en la lluvia de ideas en la entrevista realizada a los socios.</p>	<p style="text-align: center;">RESTRICCIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> La no existencia una base de datos. La forma de producción debe ser artesanal y tradicional. 		<p style="text-align: center;">PREMISAS</p> <ul style="list-style-type: none"> El gerente debe brindar los datos y recursos necesarios. El tiempo y proceso con la Universidad no facilita el avance del proyecto. 																																																																																																					
<p>COSTOS</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">PRESUPUESTO DEL PROYECTO DEL M.P.S. EN LA ASOCIACIÓN MANOS PRODUCTIVAS CIA</th> </tr> <tr> <th style="width: 60%;">Descripción</th> <th style="width: 10%;">Cantidad</th> <th style="width: 10%;">Unidad de medida</th> <th style="width: 10%;">Valor Unitario \$</th> <th style="width: 10%;">Valor Total \$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">1 INVERSION</td> </tr> <tr> <td>COMPUTADORA PORTATIL DELL RYZEN 5</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">Unidad</td> <td style="text-align: center;">520</td> <td style="text-align: center;">520</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">2 GASTOS</td> </tr> <tr> <td>Tiempo del estudiante</td> <td style="text-align: center;">320</td> <td style="text-align: center;">horas</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">320</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">2.1 MATERIAL BIBLIOGRAFICO Y SUMINISTROS</td> </tr> <tr> <td>Libros</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">Unidad</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">20</td> </tr> <tr> <td>Esferos</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">Unidad</td> <td style="text-align: center;">0.25</td> <td style="text-align: center;">2.5</td> </tr> <tr> <td>Lápices</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">Unidad</td> <td style="text-align: center;">0.45</td> <td style="text-align: center;">2.25</td> </tr> <tr> <td>Carpetas</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">Unidad</td> <td style="text-align: center;">0.75</td> <td style="text-align: center;">1.5</td> </tr> <tr> <td>Resuma de hojas A4</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">Unidad</td> <td style="text-align: center;">4.5</td> <td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">2.2 SERVICIOS</td> </tr> <tr> <td>Internet CNT</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">mensual</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">120</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td style="text-align: center;">110</td> <td style="text-align: center;">dias</td> <td style="text-align: center;">4.5</td> <td style="text-align: center;">495</td> </tr> <tr> <td>Copias b/n</td> <td style="text-align: center;">200</td> <td style="text-align: center;">unidad</td> <td style="text-align: center;">0.07</td> <td style="text-align: center;">14</td> </tr> <tr> <td>Impresiones a color</td> <td style="text-align: center;">400</td> <td style="text-align: center;">unidad</td> <td style="text-align: center;">0.5</td> <td style="text-align: center;">200</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">3. Otros gastos</td> </tr> <tr> <td>Gastos por imprentas 5%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">112.46</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td style="text-align: center;">TOTAL</td> <td style="text-align: center;">1806.25</td> </tr> </tbody> </table>					PRESUPUESTO DEL PROYECTO DEL M.P.S. EN LA ASOCIACIÓN MANOS PRODUCTIVAS CIA					Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Valor Unitario \$	Valor Total \$	1 INVERSION					COMPUTADORA PORTATIL DELL RYZEN 5	1	Unidad	520	520	2 GASTOS					Tiempo del estudiante	320	horas	1	320	2.1 MATERIAL BIBLIOGRAFICO Y SUMINISTROS					Libros	1	Unidad	20	20	Esferos	10	Unidad	0.25	2.5	Lápices	5	Unidad	0.45	2.25	Carpetas	2	Unidad	0.75	1.5	Resuma de hojas A4	2	Unidad	4.5	9	2.2 SERVICIOS					Internet CNT	4	mensual	30	120	Transporte	110	dias	4.5	495	Copias b/n	200	unidad	0.07	14	Impresiones a color	400	unidad	0.5	200	3. Otros gastos					Gastos por imprentas 5%				112.46				TOTAL	1806.25
PRESUPUESTO DEL PROYECTO DEL M.P.S. EN LA ASOCIACIÓN MANOS PRODUCTIVAS CIA																																																																																																								
Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Valor Unitario \$	Valor Total \$																																																																																																				
1 INVERSION																																																																																																								
COMPUTADORA PORTATIL DELL RYZEN 5	1	Unidad	520	520																																																																																																				
2 GASTOS																																																																																																								
Tiempo del estudiante	320	horas	1	320																																																																																																				
2.1 MATERIAL BIBLIOGRAFICO Y SUMINISTROS																																																																																																								
Libros	1	Unidad	20	20																																																																																																				
Esferos	10	Unidad	0.25	2.5																																																																																																				
Lápices	5	Unidad	0.45	2.25																																																																																																				
Carpetas	2	Unidad	0.75	1.5																																																																																																				
Resuma de hojas A4	2	Unidad	4.5	9																																																																																																				
2.2 SERVICIOS																																																																																																								
Internet CNT	4	mensual	30	120																																																																																																				
Transporte	110	dias	4.5	495																																																																																																				
Copias b/n	200	unidad	0.07	14																																																																																																				
Impresiones a color	400	unidad	0.5	200																																																																																																				
3. Otros gastos																																																																																																								
Gastos por imprentas 5%				112.46																																																																																																				
			TOTAL	1806.25																																																																																																				

Nota. Es una herramienta resumen del proyecto elaborado. Fuente: El Autor.

ANEXO 2: Desarrollo completo de variables de Regresión Lineal

Fecha	Período	Botellas producidas mensual	Media de xi	Media de yi	Desviación de la variable independiente	Desviación de la variable dependiente
Meses/Año	X_i	Y_i	\bar{x}	\bar{y}	$(x_i - \bar{x})$	$(y_i - \bar{y})$
ene-15	1	347	37	497	-36	-150
feb-15	2	343			-35	-154
mar-15	3	346			-34	-151
abr-15	4	376			-33	-121
may-15	5	478			-32	-19
jun-15	6	470			-31	-27
jul-15	7	493			-30	-4
ago-15	8	411			-29	-86
sep-15	9	433			-28	-64
oct-15	10	325			-27	-172
nov-15	11	478			-26	-19
dic-15	12	467			-25	-30
ene-16	13	462			-24	-35
feb-16	14	405			-23	-92
mar-16	15	443			-22	-54
abr-16	16	408			-21	-89
may-16	17	477			-20	-20
jun-16	18	420			-19	-77
jul-16	19	425			-18	-72
ago-16	20	454			-17	-43
sep-16	21	493			-16	-4
oct-16	22	455			-15	-42
nov-16	23	500			-14	3

dic-16	24	425
ene-17	25	418
feb-17	26	400
mar-17	27	450
abr-17	28	264
may-17	29	420
jun-17	30	466
jul-17	31	475
ago-17	32	415
sep-17	33	474
oct-17	34	336
nov-17	35	421
dic-17	36	484
ene-18	37	500
feb-18	38	500
mar-18	39	500
abr-18	40	500
may-18	41	500
jun-18	42	500
jul-18	43	500
ago-18	44	500
sep-18	45	500
oct-18	46	500
nov-18	47	500
dic-18	48	500
ene-19	49	600
feb-19	50	600

-13	-72
-12	-79
-11	-97
-10	-47
-9	-233
-8	-77
-7	-31
-6	-22
-5	-82
-4	-23
-3	-161
-2	-76
-1	-13
1	3
2	3
3	3
4	3
5	3
6	3
7	3
8	3
9	3
10	3
11	3
12	3
13	103
14	103

mar-19	51	600
abr-19	52	600
may-19	53	600
jun-19	54	600
jul-19	55	600
ago-19	56	600
sep-19	57	600
oct-19	58	600
nov-19	59	600
dic-19	60	600
ene-22	61	600
feb-22	62	600
mar-22	63	600
abr-22	64	600
may-22	65	600
jun-22	66	600
jul-22	67	600
ago-22	68	600
sep-22	69	600
oct-22	70	600
nov-22	71	600
dic-22	72	600
Σ	2628	35757
Cantidad de muestra	72	72
Media	36,50	496,63

15	103
16	103
17	103
18	103
19	103
20	103
21	103
22	103
23	103
24	103
25	103
26	103
27	103
28	103
29	103
30	103
31	103
32	103
33	103
34	103
35	103
36	103

Nota. Las medias se redondearon. Fuente: El Autor

ANEXO 3: Cálculo de la pendiente e intersección de la recta.

Desviación de las variables independiente y dependiente	Desviación de la variable independiente al cuadrado	Desviación de la variable independiente al cuadrado	Suma total de Cuadrados	Pendiente de la recta de regresión	Intersección de la recta de regresión con el eje (Y)
$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$	STC=SCR+SCE	$b_1 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum(x_i - \bar{x})^2}$	$b_0 = \bar{y} - (b_1 * \bar{x})$
5312	1260	22388	541317	3	370
5300	1190	23601	541317		
5046	1122	22688			
3920	1056	14550			
587	992	347			
812	930	709			
107	870	13			
2440	812	7332			
1750	756	4048			
4548	702	29455			
475	650	347			
726	600	878			
814	552	1199			
2062	506	8395			
1153	462	2876			
1817	420	7854			
383	380	385			
1418	342	5871			
1253	306	5130			
703	272	1817			
56	240	13			
604	210	1733			
-46	182	11			
895	156	5130			
904	132	6182			
1015	110	9336			
443	90	2174			
1977	72	54114			
575	56	5871			
199	42	938			
119	30	468			
367	20	6663			
79	12	512			

402	6	25800
113	2	5719
6	0	159
2	0	11
5	2	11
8	6	11
12	12	11
15	20	11
19	30	11
22	42	11
25	56	11
29	72	11
32	90	11
35	110	11
39	132	11
1292	156	10686
1396	182	10686
1499	210	10686
1602	240	10686
1706	272	10686
1809	306	10686
1912	342	10686
2016	380	10686
2119	420	10686
2223	462	10686
2326	506	10686
2429	552	10686
2533	600	10686
2636	650	10686
2739	702	10686
2843	756	10686
2946	812	10686
3050	870	10686
3153	930	10686
3256	992	10686
3360	1056	10686
3463	1122	10686
3566	1190	10686
3670	1260	10686

Nota. Los datos son redondeados- Fuente: El Autor.

ANEXO 4: *Tabla de Pronóstico y Errores de la regresión Lineal*

<i>Observación</i>	<i>Pronóstico para Y</i>	<i>Errores</i>
1	373	-26,20
2	377	-33,68
3	380	-34,15
4	384	-7,63
5	387	90,89
6	391	79,42
7	394	98,94
8	398	13,46
9	401	31,99
10	404	-79,49
11	408	70,03
12	411	55,56
13	415	47,08
14	418	-13,40
15	422	21,13
16	425	-17,35
17	429	48,17
18	432	-12,30
19	436	-10,78
20	439	14,74
21	443	50,26
22	446	8,79
23	450	50,31
24	453	-28,17
25	457	-38,64
26	460	-60,12
27	464	-13,60
28	467	-203,07
29	471	-50,55
30	474	-8,03
31	478	-2,50
32	481	-65,98
33	484	-10,46
34	488	-151,93
35	491	-70,41
36	495	-10,89
37	498	1,64
38	502	-1,84
39	505	-5,32

40	509	-8,79
41	512	-12,27
42	516	-15,75
43	519	-19,22
44	523	-22,70
45	526	-26,18
46	530	-29,65
47	533	-33,13
48	537	-36,61
49	540	59,92
50	544	56,44
51	547	52,96
52	551	49,49
53	554	46,01
54	557	42,53
55	561	39,05
56	564	35,58
57	568	32,10
58	571	28,62
59	575	25,15
60	578	21,67
61	582	18,19
62	585	14,72
63	589	11,24
64	592	7,76
65	596	4,29
66	599	0,81
67	603	-2,67
68	606	-6,14
69	610	-9,62
70	613	-13,10
71	617	-16,57
72	620	-20,05

Nota. Estos datos se comprobaron con la herramienta de Análisis de Datos del Excel. Fuente: El autor.

ANEXO 5: Pronóstico con suavización exponencial

Observación	DEMANDA		Error $e_t=Y_t-Y_t'$	Error absoluto [et]
	REAL Y_t	PRONÓSTICO Y_t'		
1	347	347	0	
2	343	347	-4	4
3	346	343	3	3
4	376	346	30	30
5	478	373	105	105
6	470	468	2	2
7	493	470	23	23
8	411	491	-80	80
9	433	419	14	14
10	325	432	-107	107
11	478	336	142	142
12	467	464	3	3
13	462	467	-5	5
14	405	463	-58	58
15	443	411	32	32
16	408	440	-32	32
17	477	411	66	66
18	420	470	-50	50
19	425	425	0	0
20	454	425	29	29
21	493	451	42	42
22	455	489	-34	34
23	500	458	42	42
24	425	496	-71	71
25	418	432	-14	14
26	400	419	-19	19
27	450	402	48	48
28	264	445	-181	181
29	420	282	138	138
30	466	406	60	60
31	475	460	15	15
32	415	474	-59	59
33	474	421	53	53
34	336	469	-133	133
35	421	349	72	72
36	484	414	70	70
37	500	477	23	23

38	500	498	2	2
39	500	500	0	0
40	500	500	0	0
41	500	500	0	0
42	500	500	0	0
43	500	500	0	0
44	500	500	0	0
45	500	500	0	0
46	500	500	0	0
47	500	500	0	0
48	500	500	0	0
49	600	500	100	100
50	600	590	10	10
51	600	599	1	1
52	600	600	0	0
53	600	600	0	0
54	600	600	0	0
55	600	600	0	0
56	600	600	0	0
57	600	600	0	0
58	600	600	0	0
59	600	600	0	0
60	600	600	0	0
61	0	600	-600	600
62	0	60	-60	60
63	0	6	-6	6
64	0	1	-1	1
65	0	0	0	0
66	0	0	0	0
67	0	0	0	0
68	0	0	0	0
69	0	0	0	0
70	0	0	0	0
71	0	0	0	0
72	0	0	0	0
73	0	0	0	0
74	0	0	0	0
75	0	0	0	0
76	0	0	0	0
77	0	0	0	0
78	0	0	0	0
79	0	0	0	0

80	0	0	0	0
81	0	0	0	0
82	0	0	0	0
83	0	0	0	0
84	0	0	0	0
85	600	0	600	600
86	600	540	60	60
87	600	594	6	6
88	600	599	1	1
89	600	600	0	0
90	600	600	0	0
91	600	600	0	0
92	600	600	0	0
93	600	600	0	0
94	600	600	0	0
95	600	600	0	0
96	600	600	0	0

*Nota. Son 96 observaciones debido a que para sacar el mejor pronóstico en este modelo se necesitaban más datos.
Fuente: El autor*

ANEXO 6: Pronóstico con método de Holt.

Número	DEMANDA REAL	Pronóstico	Tendencia	Pronóstico con tendencia	Error	Error al cuadrado
	Yt	Ft	Tt	FITt	e	e ²
1	347					
2	343	347,00	3,00	350,00	7,00	49,00
3	346	343,04	-3,89	339,15	-6,85	46,93
4	376	345,97	2,86	348,83	-27,17	738,07
5	478	375,70	29,46	405,16	-72,84	5305,62
6	470	476,98	100,56	577,54	107,54	11564,02
7	493	470,07	-5,83	464,24	-28,76	827,30
8	411	492,77	22,42	515,19	104,19	10854,78
9	433	411,82	-79,92	331,90	-101,10	10221,53
10	325	432,79	19,96	452,75	127,75	16320,00
11	478	326,08	-105,44	220,63	-257,37	66237,10
12	467	476,48	147,84	624,33	157,33	24751,22
13	462	467,09	-7,81	459,28	-2,72	7,39
14	405	462,05	-5,07	456,98	51,98	2701,86
15	443	405,57	-55,97	349,60	-93,40	8722,78
16	408	442,63	36,12	478,75	70,75	5005,66
17	477	408,35	-33,58	374,77	-102,23	10450,80

18	420	476,31	66,95	543,27	123,27	15194,32
19	425	420,56	-54,52	366,04	-58,96	3476,30
20	454	424,96	3,80	428,76	-25,24	637,11
21	493	453,71	28,50	482,21	-10,79	116,34
22	455	492,61	38,79	531,40	76,40	5837,07
23	500	455,38	-36,47	418,91	-81,09	6576,35
24	425	499,55	43,37	542,92	117,92	13906,30
25	418	425,75	-72,64	353,11	-64,89	4210,83
26	400	418,08	-8,32	409,76	9,76	95,25
27	450	400,18	-17,80	382,38	-67,62	4572,48
28	264	449,50	48,65	498,15	234,15	54826,98
29	420	265,86	-181,32	84,53	-335,47	112539,32
30	466	418,46	149,26	567,72	101,72	10347,53
31	475	465,52	48,09	513,61	38,61	1490,93
32	415	474,91	9,77	484,67	69,67	4854,32
33	474	415,60	-58,62	356,98	-117,02	13692,84
34	336	473,42	56,65	530,07	194,07	37662,62
35	421	337,37	-134,11	203,26	-217,74	47411,02
36	484	420,16	80,62	500,78	16,78	281,71
37	500	483,36	63,37	546,73	46,73	2184,04
38	500	499,83	16,94	516,77	16,77	281,39
39	500	500,00	0,33	500,33	0,33	0,11
40	500	500,00	0,00	500,00	0,00	0,00
41	500	500,00	0,00	500,00	0,00	0,00
42	500	500,00	0,00	500,00	0,00	0,00
43	500	500,00	0,00	500,00	0,00	0,00
44	500	500,00	0,00	500,00	0,00	0,00
45	500	500,00	0,00	500,00	0,00	0,00
46	500	500,00	0,00	500,00	0,00	0,00
47	500	500,00	0,00	500,00	0,00	0,00
48	500	500,00	0,00	500,00	0,00	0,00
49	600	500,00	0,00	500,00	-100,00	10000,00
50	600	599,00	98,01	697,01	97,01	9410,94
51	600	599,99	1,96	601,95	1,95	3,80
52	600	600,00	0,03	600,03	0,03	0,00
53	600	600,00	0,00	600,00	0,00	0,00
54	600	600,00	0,00	600,00	0,00	0,00
55	600	600,00	0,00	600,00	0,00	0,00
56	600	600,00	0,00	600,00	0,00	0,00
57	600	600,00	0,00	600,00	0,00	0,00
58	600	600,00	0,00	600,00	0,00	0,00
59	600	600,00	0,00	600,00	0,00	0,00

60	600	600,00	0,00	600,00	0,00	0,00
61	0	600,00	0,00	600,00	600,00	360000,00
62	0	6,00	-588,06	-582,06	-582,06	338793,84
63	0	0,06	-11,76	-11,70	-11,70	136,92
64	0	0,00	-0,18	-0,18	-0,18	0,03
65	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
66	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
67	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
68	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
69	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
70	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
71	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
72	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
73	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
74	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
75	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
76	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
77	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
78	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
79	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
80	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
81	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
82	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
83	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
84	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
85*	600	0,00	0,00	0,00	-600,00	360000,00
86*	600	594,00	588,06	1182,06	582,06	338793,84
87	600	599,94	11,76	611,70	11,70	136,92
88	600	600,00	0,18	600,18	0,18	0,03
89	600	600,00	0,00	600,00	0,00	0,00
90	600	600,00	0,00	600,00	0,00	0,00
91	600	600,00	0,00	600,00	0,00	0,00
92	600	600,00	0,00	600,00	0,00	0,00
93	600	600,00	0,00	600,00	0,00	0,00
94	600	600,00	0,00	600,00	0,00	0,00
95	600	600,00	0,00	600,00	0,00	0,00
96	600	600,00	0,00	600,00	0,00	0,00

Nota. No se redondeó valores. Fuente: El Autor

**Observaciones donde se disparó el pico de error.*