

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

MEJORA EN LA EXACTITUD DE PRONOSTICOS PARA EL ÁREA DE GDT
TRIMPOT ELECTRONICAS LTDA

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL BACHILLERATO EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESTUDIANTE RAFAEL LUNA MASÍS

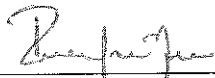
TUTOR MANUEL MÉNDEZ FLORES

HEREDIA, MARZO, 2017

DECLARACIÓN JURADA

Yo Rafael Luna Nasis, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 2-0673-0807 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Mejora en la exactitud de pronosticos para el Área de BOT Trimpot Electronicas Ltda.

es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 23 días del mes de Mayo del año dos mil 17.



Firma del estudiante

Cédula 2-0673-0807

CARTA DEL TUTOR

San José, 20 de Marzo de 2017

Miembros del comité de Trabajos Finales de Graduación.
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante Rafael Luna Masís, cédula de identidad número 2-06730807, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "Mejora en la exactitud de pronósticos para el Área de GDT Trimpot Electronicas LTDA ", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	15%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	25%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	10%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20%
	TOTAL		80%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



Ing. Manuel Alejandro Méndez Flores, MSc.

1-1113-0022

IPI:18990

San José, 6 de mayo de 2017

Universidad Hispanoamericana

Estimados (as)

Por medio de la presente comunico que he realizado la lectura del proyecto de graduación "Mejora en la exactitud de pronósticos para el área de GDT Trimpots electronics LTDA" del estudiante Luna Masis Rafael. Encuentro el proyecto satisfactorio y recomiendo su graduación.

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Johan Castro Vásquez". The signature is enclosed within a hand-drawn oval shape.

Johan Castro Vásquez

Profesor Universidad Hispanoamericana

CARTA DEL FILÓLOGO

San José, 15 de mayo, 2017

Señores:
Tribunal examinador
Escuela de Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana
Sede Heredia

Estimados señores:

La suscrita, **Lcda. Danice Blanco Mora**, cédula número **1- 552- 054**, en mi calidad de filóloga, hago constar que he revisado el proyecto final de graduación titulado: *Mejora en la exactitud de pronósticos para el área de GDT Trimpot Electrónicas Ltda*, elaborado por el estudiante **Rafael Luna Masís**, cédula **2- 0673- 0807** y que el mismo reúne los requisitos exigidos por la Universidad, para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

Por lo tanto, se autoriza al estudiante, para que presente dicho trabajo final de graduación.

Atentamente,



Lcda. Danice Blanco Mora

Cédula: 1- 552- 054

Carné Colegio de Licenciados y Profesores 10635

Índice de Contenidos

Agradecimientos	8
Resumen ejecutivo	9
Capítulo I: Introducción	11
1.1 Reseña de Trimpot Electronicas LTDA:	12
1.1.1 Misión	12
1.1.2 Visión	12
1.1.3 Política de calidad	12
1.1.4 Organigrama	13
1.1.5 Historia de Trimpot Electronicas LTDA	14
1.2 Planteamiento del problema	15
1.2.1 Antecedentes	15
1.2.2 Problematización	16
1.2.3 Justificación del proyecto	18
1.2.4 Delimitación del proyecto	20
1.3 Formulación del proyecto	21
1.4 Objetivos del Proyecto	21
1.4.1 Objetivos generales	21
1.4.2 Objetivos específicos	21
1.5 Alcances	22
1.6 Limitaciones	22
Capítulo II: Marco Teórico	23
2.1 Marco conceptual técnico:	24
2.1.1 Investigación de operaciones:	24
2.1.2 La importancia de los pronósticos de ventas en una organización	25
2.1.3 Los métodos cualitativos para pronosticar las ventas	28
2.1.3.1 Los ciclos de vida de un producto:	29
2.1.3.2 El Método Delphi:	30
2.1.3.3 El estudio de mercados:	30
2.1.4 Los métodos cuantitativos para pronosticar las ventas	31
2.1.4.1 Comportamiento de los datos históricos:	32
2.1.4.2 El método de enfoque simple	32

2.1.4.3	El método de promedios móviles	33
2.1.4.4	El método de promedio móvil ponderado.....	33
2.1.4.5	El método de alisado exponencial.....	34
2.1.4.6	El método de alisado exponencial con ajuste de tendencia:	35
2.1.4.7	El método de regresión lineal.....	36
2.1.4.7.1	Coeficientes de correlación para las rectas de regresión	37
2.2	Los aspectos por considerar para seleccionar un método de pronóstico: ..	39
2.2.1	La estrategia típica para la evaluación de los métodos de pronóstico:.....	41
2.2.2	Mediciones para la exactitud del pronóstico:	42
Capítulo III: Metodología del proyecto.....		45
3.1	Tipo de Investigación.....	46
3.1.1	Finalidad	46
3.1.2	Dimensión temporal	46
3.1.3	Marco.....	46
3.1.4	Condición en la que se hace.....	46
3.1.5	Carácter	47
3.1.6	Naturaleza.....	47
3.2	Sujetos y fuentes de información.....	47
3.2.1	Población o universo	47
3.2.2	Muestra	47
3.2.3	Fuentes primarias	48
3.2.4	Fuentes secundarias.....	49
3.3	Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	49
3.3.1	Ciclo DMAIC	49
3.3.1.1	Define (Definir).....	50
3.3.1.2	Measure (Medir).....	50
3.3.1.3	Analyze (Analizar)	50
3.3.1.4	Improve (Mejorar).....	50
3.3.1.5	Control (Controlar).....	51
Capítulo IV: Diagnóstico de la situación actual		52
4.1	Descripción de la situación actual	53
4.1.1	Flujo de proceso	53
4.1.2	Flujo del proceso del pronosticador.....	54

4.1.3 Flujo del proceso de la validación de compras	56
4.1.4 Fechas de realización de pronóstico	56
4.2 SIPOC	58
4.3 Recolección de datos	61
4.3.1 Información de ventas en unidades	62
4.4 Desarrollo de prototipo	63
4.4.1 Análisis con la técnica causal	63
4.4.2 Análisis con la técnica series de tiempo	66
Capítulo V: Diseño y desarrollo	67
5.1 Selección de la propuesta	68
5.1.1 Promedio móvil simple	68
5.1.2 Promedio móvil ponderado	72
5.1.3 Alisado exponencial	74
5.1.4 Alisado exponencial con tendencia	75
5.1.5 Mejor pronóstico	77
5.1.6 Herramienta de control	81
5.2 Costos de Implementación	84
5.2.1 Comparación situación actual vr propuesta	86
5.3 Descripción de actividades	86
5.4 Plan de Implementación	88
Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones	90
6.1 Conclusiones	91
6.2 Recomendaciones	91
Referencias Bibliográficas	92
Apéndices	93

Índice de Figuras

Figura 1: Organigrama de la Empresa	13
Figura 2: Tipos de Correlación de Datos	38
Figura 3: Flujo de Proceso de elaboración del Pronóstico en GDT	53
Figura 4: Flujo de Proceso del Pronosticador	55
Figura 5: Flujo de Proceso del Comprador	56
Figura 6: SIPOC	58
Figura 7: Pestañas de Hoja de Excel	68
Figura 8: Hoja de Cálculo Promedio Móvil Simple	71
Figura 9: Calculo del Pronóstico Promedio Móvil Simple	71
Figura 10: Determinación No Periodos Promedio Móvil Simple	72
Figura 11: Hoja de Cálculo Promedio Móvil Ponderado	73
Figura 12: Determinación Ponderaciones Promedio Móvil Ponderado	73
Figura 13: Calculo del Pronostico Promedio Móvil Ponderado	74
Figura 14: Hoja de Cálculo Alisado Exponencial	74
Figura 15: Determinación Variable Alfa Alisado Exponencial	75
Figura 16: Cálculo Pronóstico Alisado Exponencial	75
Figura 17: Hoja de Cálculo Alisado Exponencial por Tendencia	76
Figura 18: Determinación Alfa Alisado Exponencial por Tendencia	76
Figura 19: Determinación Beta Alisado Exponencial por Tendencia	77
Figura 20: Elección Mejor Método de Pronóstico	77
Figura 21: Instrucción para elegir Mejor Método de Pronóstico	78
Figura 22: Hoja de Cálculo Elección Mejor Método de Pronóstico	79
Figura 23: Fórmula para Cálculo de Aumento Inventario	80
Figura 24: Fórmula para Cálculo de Pérdida de Ventas	80
Figura 25: Elección del Rango de Error	81

Índice de Tablas

Tabla 1: Comparación entre Modelos Exactitud Pronóstico.....	21
Tabla 2: Número de semanas por cada mes de producción.....	57
Tabla 3: Número de semana del proceso de pronóstico.....	57
Tabla 4: Tiempo de Respuesta de cada proceso	58
Tabla 5: Ventas en Unidades Mensuales Año 2013-2016	62
Tabla 6: Ventas en Unidades Semanales Año 2013-2016.....	62
Tabla 7: Ventas en Unidades del 2016 Mod 2016	63
Tabla 8: Formato Calculo Tasa de Producción	82
Tabla 9: Costos con error 3 meses	85
Tabla 10: Costos con error 6 meses	85
Tabla 11: Costos con error 12 meses	85
Tabla 12: Beneficios mensuales en \$ totales por método.....	85
Tabla 13: Mejoras de Implementación	86
Tabla 14: Tabla para Diagrama de Gantt	87

Índice de Gráficos

Grafico 1: Exactitud de Pronostico GDT	19
Grafico 2: Exactitud de Pronostico GDT	20
Grafico 3: Pareto de Ventas en Unidades por modelo año 2016	48
Grafico 4: Ventas en unidades modelo 2027-SM año 2016	64
Grafico 5: Dispersión de los datos 2027-SM	64
Grafico 6: Cálculo de R2 de 2027-SM.....	65
Grafico 7: Demanda en Unidades Modelo 2027-SM.....	66
Grafico 8: Gráfico de Promedio Móvil Simple	70
Grafico 9: Diagrama de Gantt.....	88

Agradecimientos

Este proyecto va dedicado primeramente a mis padres, Rafael Luna Bermúdez y Ana Cecilia Masís Castillo, quienes son los motores de mi vida, los que me han ofrecido las opciones de estudio y vida desde mis primeros años. A ustedes les debo todo lo que soy y hago, por lo que me encuentro enteramente agradecido, cada uno de los triunfos que logre tener irá dedicado primeramente a mis padres.

También me encuentro inmensamente agradecido con cada uno de los profesores de la carrera Ingeniera Industrial de la Universidad Hispanoamericana con Sede Heredia, y a mi tutor Manuel Méndez, quien me ha ofrecido las herramientas, la guía y el tiempo para poder realizar este proyecto. Les estoy sumamente agradecido.

Y así también a Dios por haberme dado la vida y salud para poder estar donde estoy hoy; ha sido un camino muy largo para llegar aquí, atravesando muchas adversidades, pero al final puedo decir: ¡lo logré! A Él le estoy enormemente agradecido, y que todo lo que venga esté acompañado con su bendición.

Resumen ejecutivo

Este proyecto tiene como objeto de estudio la empresa industrial Trimpot Electronicas LTDA, ubicada en el cantón Belén de la provincia Heredia. Esta empresa, recibió con gran interés la realización de este proyecto, dado que existe una gran problemática en el tema de pronósticos de ventas, lo cual impacta directamente los intereses financieros de la compañía. El trabajo tomó un periodo de 4 meses aproximadamente para realizarlo, desde principios de diciembre del año 2016 hasta principios de marzo.

Los pronósticos de ventas son proyecciones a futuro de cómo se estará comportando el mercado, y cómo los clientes estarán requiriendo los productos. Esto es importante, debido a que una empresa toma dichos pronósticos y planea todo lo necesario de forma anticipada para poder cumplir con los requerimientos de los clientes. Una mala o buena proyección, tendrá como resultado una satisfacción de los clientes o todo lo contrario, y a su vez puede traer consigo grandes pérdidas financieras para la compañía, dado que si proyecta más de lo requerido, creará sobreproducción y luego despidos cuando los inventarios sean insostenibles; mientras que si proyecta menos que lo requerido, estará perdiendo ventas y los clientes estarán inquietos porque necesitan un tiempo de respuesta rápido y aquí es cuando se pueden ir a la competencia y perder los clientes, cuando esa competencia les promete entregar más rápido y quizás hasta a un mejor precio.

Este proyecto cuenta con 6 capítulos, empezando por un capítulo introductorio donde se plantea el problema, los objetivos generales y específicos, los alcances y las limitaciones. El capítulo 2 tendrá en sus contenidos el marco conceptual técnico donde se definirán aquellos conceptos que son importantes para

poder entender el proyecto. El capítulo 3 contiene la metodología utilizada para este proyecto, donde se explicará el tipo de proyecto, las fuentes de información y las técnicas e instrumentos para recolectar dicha información. En el capítulo 4 se revisa la situación actual, la recolección de datos y sus características y el desarrollo del prototipo que luego se estará implementando en el capítulo siguiente. En el capítulo 5 se hará la selección de la propuesta, las mejoras que dicha propuesta traerá para la compañía que nos enfocamos para que sean positivos, y la descripción de las actividades. Finalmente, en el último capítulo, el número 6, se exponen las conclusiones, el estado de la situación y las recomendaciones para la empresa.

Al final del proyecto se contará con una bibliografía utilizada como fundamento para la realización de este proyecto, y los anexos correspondientes que sirven como respaldo también. El proyecto abarca aspectos de suma importancia para cualquier compañía como es conocer su futuro y poder pronosticarlo, dado que con base en esto es que toda compañía planea sus recursos y los utiliza de la manera más efectiva posible.

Capítulo I: Introducción

1.1 Reseña de Trimpot Electronicas LTDA:

1.1.1 Misión

Ser el líder internacional de clase mundial enfocado en componentes electrónicos pasivos, módulos, sensores, proporcionando soluciones innovadoras y relaciones en un mercado global. TELTDA (2017)

1.1.2 Visión

Busca la total satisfacción de los clientes en una base mundial, al mismo tiempo que logra un crecimiento firme con productos tecnológicos de diseño innovador, de calidad superior y de valor excepcional. TELTDA (2017)

1.1.3 Política de calidad

Nuestra meta es la satisfacción de nuestros clientes en una forma global, mientras alcanzamos un sólido crecimiento con productos tecnológicos de diseño innovador, calidad superior y valor excepcional.

Estamos comprometidos con la excelencia, con el mejoramiento continuo de nuestra gente, tecnologías, sistemas, productos y servicios; para el mantenimiento del liderazgo en la industria y los más altos niveles de integridad. TELTDA (2017)

1.1.4 Organigrama

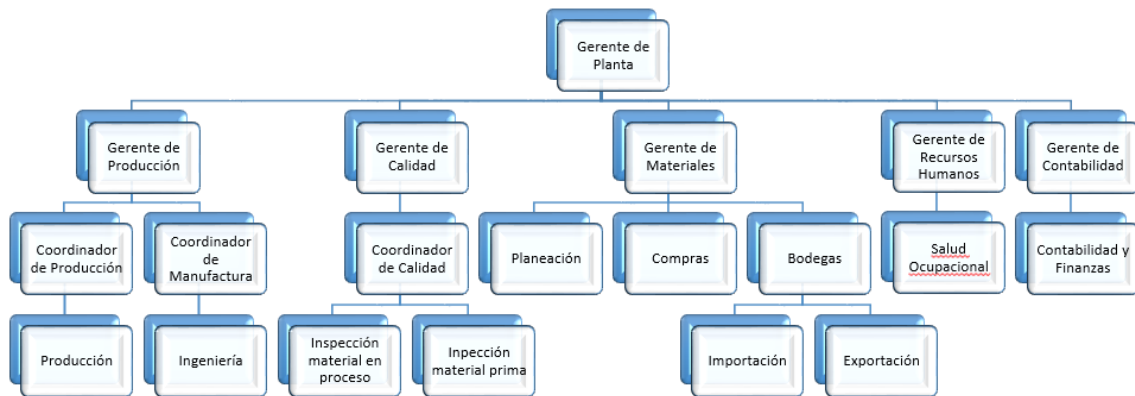


Figura 1: Organigrama de la Empresa

Fuente: Trimpot Electronicas LTDA

Como se observa en la figura 1, existen 5 niveles después del Nivel superior quien es el Gerente de planta, a cargo del señor Jose Salazar. Seguido de este nivel superior, están los siguientes cargos:

- **Gerente de producción:** Liza Gutiérrez es la persona encargada y a su cargo tiene 2 departamentos; producción y manufactura.
- **Gerente de calidad:** Lázaro Salazar tiene a cargo esta posición y tiene a su responsabilidad todo lo referente con la calidad.
- **Gerente de materiales:** Alfred Teufel tiene a cargo los departamentos de: planeación, compras y bodegas. El departamento de planeación será el encargado de recibir la información de ventas y así realizar los respectivos pronósticos que detallaremos en este proyecto.
- **Gerente de recursos humanos:** Jose María Quirós tiene en sus responsabilidades el coordinar todo lo referente con salud ocupacional.
- **Gerente de contabilidad:** Luis Vallecillo es el encargado de la parte contable, todo lo referente a contabilidad y finanzas.

1.1.5 Historia de Trimpot Electronicas LTDA

Fundada en California, E.E.U.U en el año 1947. Sus fundadores son Marlan y Rosemary Bourns. Actualmente el Presidente ejecutivo de la compañía es Gordon Bourns, hijo de los fundadores. La compañía fue fundada con una simple filosofía: proveer de productos de alta calidad, servicio responsable y con un alto grado de valor para los clientes; estas ideas son aún los puntos de referencia de Bourns, nombre corporativo a nivel mundial.

Comenzó en un pequeño garaje del matrimonio Bourns en Altadena, California. Su idea era poder proveer un método para determinar con precisión la altura de una aeronave con el fin de poder resolver un problema crucial para los pilotos. Con la invención del primer alineador en movimiento en miniatura y potenciómetros de posición, llevaron su pequeño negocio a ser una corporación mundial, lo cual propició la fabricación de una gama de productos que impactó en casi todos los aspectos de la electrónica de la industria de hoy.

Desde sus primeros días, Bourns ha establecido un punto de referencia para la calidad, valor y la innovación. En 1952, Bourns patentó en el mundo el primer potenciómetro de recorte, potenciómetro marca registrada. Bourns se dedica a la excelencia continua y asegura la mejora de sus productos y servicios para satisfacer las necesidades de sus clientes en un nivel mundial. La compañía, con sede mundial en Riverside, California y otras nueve instalaciones en todo el mundo (Costa Rica, Estados Unidos, Taiwán, México, China, Irlanda) ha seguido creciendo a través del desarrollo de nuevos productos y tecnologías, así como de adquisiciones. La compañía tiene aproximadamente 3.500 empleados en todo el mundo.

El inicio en nuestro país fue con la inicialización de labores a partir del año 1978 en los altos de la ferretería la Esperanza en San Antonio de Belén, posteriormente la compañía se traslada en la Asunción de Belén el primero de marzo de 1980, Trimpot Electronicas LTDA llamada en Costa Rica para el año 2004 amplía sus instalaciones con la apertura de un edificio de 7500 m2. Las líneas de

productos ahora incluyen: potenciómetros de precisión, los controles de panel, codificadores, resistencia/condensador de redes, las resistencias de chip/matrices, inductores, transformadores, reajustable fusibles, protectores de sobretensión; base de tiristores resistencias de línea de alimentación, protectores de teléfono de la estación, protectores de 5 pines, señal de industria, irrigadores y protectores de petróleo, protectores para cables coaxiales, protectores de señal de datos, divisores de interiores y exteriores POT, dispositivos de interfaz de red, y los circuitos integrados. Bourns, Inc. ofrece una amplia gama de mercados, incluidas, las telecomunicaciones, informática, industrial, instrumentación, automoción, consumo, audio, y médicos. (TELTDA, 2017)

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Antecedentes

En el mundo globalizado y con mercados tan competitivos como los que existen hoy, las empresas se ven obligadas a buscar mayor eficiencia en sus procesos de negocio. Un proceso de negocio fundamental en las empresas es pronosticar la demanda de sus productos o servicios para establecer el plan de ventas y operación de la empresa. Los procesos del negocio orientados al suministro (compras, producción y distribución) están enfocados a garantizar disponibilidad de servicios o productos con eficiencia y al mejor costo y su desempeño depende de que las áreas de mercadotecnia y ventas pronostiquen lo mejor posible la demanda. Cada vez más empresas, están redefiniendo y formalizando el proceso de elaboración de pronósticos para llevar a cabo una mejor planeación de ventas y operación y, por lo tanto, un mejor desempeño financiero. No es nuevo para nadie que el reto es lograr disponibilidad en cantidad necesaria y cuando lo requiere el mercado (González, 2006).

En estadística, la precisión del pronóstico es el grado de cercanía entre la expresión de cantidad y el valor real de esa cantidad. El valor real generalmente no puede medirse en el momento en el que se realiza el pronóstico, porque la expresión

se refiere al futuro. Para la mayoría de las actividades comerciales, pronósticos más precisos aumentan su eficacia para responder a la demanda al tiempo que disminuyen los costes operativos totales (Vermorel, 2013).

En la empresa Trimpot Electronicas LTDA, en el presente año, específicamente en el área de GDT¹ se está presentando una baja exactitud del pronóstico de producción en unidades llegando incluso al 40%, provocando situaciones nada beneficiosas financieramente para la compañía. Esta área ha tenido la fama de que la exactitud de sus pronósticos no es buena, y constantemente aparecen sorpresas en la producción que con un método adecuado ya establecido hubiera sido posible ayudar a pronosticar de forma correcta y no tener este tipo de sorpresas a última hora. El área de GDT ha sufrido a lo largo del tiempo por no tener claro el panorama a corto plazo y, esto le ha llevado a tomar malas decisiones de contratación, compra de materiales, compra de equipos; entre otros problemas.

La poca sofisticada manera de pronosticar la producción ha sido producto de diferentes situaciones que ha hecho que GDT cree esta mala fama y genere grandes pérdidas financieras a la corporación. Con un adecuado método para pronosticar la producción se puede determinar con mayor exactitud la demanda a futuro; los incrementos y reducciones de la demanda, la empresa podrá estar más preparada para los diferentes cambios; incluso mejorar las relaciones con sus proveedores e incrementar un sano clima organizacional, al eliminar la incertidumbre en la producción.

1.2.2 Problematización

Grandes compañías alrededor del mundo necesitan conocer de antemano el rumbo de sus productos: qué es lo que esperan los clientes y cuánto necesitan. Para ello, estamos hablando de empresas que ya tienen años en el mercado y ya se encuentran asentadas con un histórico de ventas adecuado para conocer el comportamiento de sus productos a futuro, y utilizar esta información de la manera correcta hace que la planeación de los recursos de la empresa se haga de la manera

¹ Gas Discharge Tube

debida y para responder a tiempo para los cambios que puedan surgir en la demanda. Sin embargo, esto no es lo que ha estado sucediendo en el área de GDT de Trimpot Electronicas LTDA, donde a pesar de contar con suficiente información histórica de ventas, no existe un adecuado procedimiento a la hora de realizar el pronóstico de ventas, y por ende, todas las proyecciones de los requerimientos que dicho pronóstico generará: maquinaria, personal, mantenimiento, almacenaje, distribución, entre otros. ¿Por qué no existe un adecuado pronóstico si se cuenta con la información necesaria? ¿Qué cambios se pueden hacer para poder mejorar el pronóstico de ventas y facilitar mejor información a los demás departamentos?

Cualquier representante de ventas que haga promesas con sus clientes acerca de los productos: la calidad que éste llevará y el volumen que podrá satisfacer; debe tener muy claro que esta información estará claramente especificado en la planta de producción; desde el punto de vista de que cualquier promesa que se haga, será capaz de ser cumplida por la compañía para el cliente. Cuando existen estas discrepancias, empiezan a haber pérdidas para ambos, tanto para el cliente como para la compañía que ofrece el producto. ¿Por qué razones se puede perder información entre ventas y producción?

Para satisfacer la demanda en volumen de unidades, toda compañía compromete números a un plazo de corto, mediano y largo plazo, con el fin de evaluar que el mercado a tener podrá recibir una respuesta de acuerdo a lo negociado desde un principio. Por lo tanto, desde el punto de vista de cadena de abastecimiento, se necesita tener claro cuál será la proyección de producción, con el fin de poder determinar todo lo que se necesita para poder cumplir con la producción: materia prima, negociaciones con proveedores, descuentos, precios, entre otros. Desde el punto de vista de manufactura, se necesita esta visión para poder determinar capacidad de equipos, mano de obra, reducción de costos de producción, entre otros. Desde el punto de vista de recurso humano, se necesita para: entrenamiento, contratación de personal, rotación de personal, entre otros. ¿Es consciente la administración del impacto negativo económico que trae hacia la compañía al haber una proyección de producción inexacta?

El área GDT de la empresa Trimpot Electronicas Ltda no tiene definido el método adecuado para poder determinar la proyección de producción, y la información no se obtiene de la mejor manera, en un ambiente de negocio donde la demanda fluctúa en gran manera y se necesitan fuertes métodos estadísticos tanto cuantitativos como cualitativos. Las órdenes de los clientes muchas veces entran de forma inesperada y enciende las alarmas en los demás departamentos; órdenes que no fueron pronosticadas, y muchas veces por falta de información desde los mismos representantes de ventas que no proporcionan la información a la organización, esto con el fin de evitar sorpresas a todos los departamentos. ¿Cuáles son las principales causas que ocasionan que una orden ingrese sin previo aviso?

Desde mucho tiempo atrás esto ha sido una realidad para la división de GDT, y siempre se ha pensado que esta división será así y que no habrá forma de pronosticar por lo errático del negocio, pero mientras más se pueda predecir de una manera correcta, y mientras más se pueda acortar la diferencia de la proyección contra la realidad, será de gran beneficio para la compañía. ¿Cuáles acciones serán las correctas, para poder mejorar la tendencia negativa en la inexactitud de sus pronósticos?

1.2.3 Justificación del proyecto

En el área de GDT, se ha tenido un porcentaje bajo en la exactitud del pronóstico de ventas en unidades para el mes siguiente, consiguiendo los siguientes porcentajes como se puede ver en el gráfico No1:

	Exactitud 2016
Jan-16	45%
Feb-16	58%
Mar-16	74%
Apr-16	41%
May-16	57%
Jun-16	45%
Jul-16	68%
Aug-16	42%
Sep-16	51%
Oct-16	65%
Nov-16	46%
Dec-16	69%

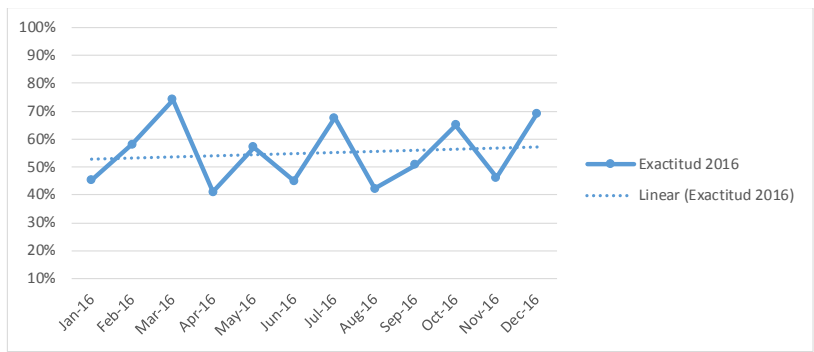


Grafico 1: *Exactitud de Pronostico GDT*

Fuente: Trimpot Electronicas LTDA

Por lo tanto, este proyecto estará enfocado en encontrar las diferentes causas que pueden estar ocasionando la situación en GDT y llevar este indicador a óptimas condiciones, concentrándose primeramente en uno de los modelos más afectados, para luego poder aplicarlos a todos los demás. Una empresa que pronostica de la manera correcta, es una empresa competitiva a nivel mundial, por su excelente tiempo de respuesta ante las demandas de los clientes. Cualquiera sea el método, lograr tener un pronóstico con mayor exactitud es fundamental, ya que de esta dependen muchas decisiones futuras en general en control de materiales, producción y ventas. (Guardia, 2012).

Por su parte, para la gerencia, mantener un adecuado porcentaje de exactitud en los pronósticos de producción es una prioridad y por ende se conoce la importancia que esto genera; por lo tanto, este indicador existe dentro de los propósitos por mejorar en el plan de negocios de la corporación. El plan de negocios es que este indicador se encuentre por arriba del 80%, situación que no sucedió en ningún mes del año 2016 (Trimpot Electronicas LTDA [TELTDA], 2017)

Así mismo, actualmente para esta área de negocios no existe un procedimiento formal ni escrito acerca de cómo establecer las proyecciones a futuro; porque depende del encargado de planeamiento del área y la información que recibe del encargado de ventas. Por lo tanto, al hacer un estudio de las diferentes problemáticas que se presentan para que el indicador no se cumpla, llegará a solucionar muchas situaciones que interfieren negativamente la proyección de producción.

Con respecto a la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, existe una materia en el programa de estudios llamada Administración de la producción, en dicha materia se estudia el tema de la planeación de la producción y la importancia que tiene para con la compañía. Por lo tanto, el trabajo que se realice en este proyecto podrá arrojar importantes resultados que podría aportar a la materia y brindar un aprendizaje más profundo a los estudiantes; al presentar casos reales a la materia, será más claro llevarlo a la práctica y no quedarse solo en la teoría.

1.2.4 Delimitación del proyecto

Los datos suministrados en el punto 1.1.3, son datos que abarcan toda el área de negocios, lo que quiere decir que contiene todos los modelos del área. Sin embargo, para este proyecto, nos concentraremos en el modelo 2027-SM, que muestra el siguiente comportamiento en el gráfico No2:

	Exactitud 2016
Jan-16	77%
Feb-16	87%
Mar-16	81%
Apr-16	90%
May-16	83%
Jun-16	50%
Jul-16	92%
Aug-16	18%
Sep-16	-166%
Oct-16	88%
Nov-16	56%
Dec-16	64%

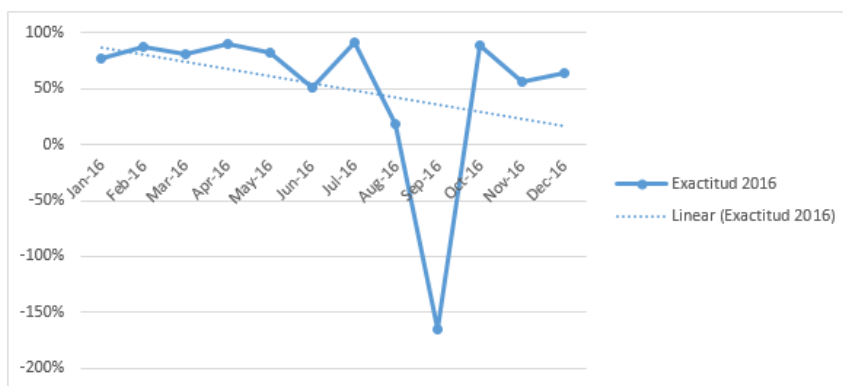


Grafico 2: *Exactitud de Pronóstico GDT*

Fuente: Trimpot Electrónicas LTDA

Como se puede observar, el modelo 2027-SM se ha visto fuertemente afectado en la exactitud del pronóstico a lo largo del 2016, y eso ha perjudicado a la vez directamente el indicador final del área de GDT. Por lo que se estará trabajando en este modelo específicamente para luego implementar las acciones en los otros modelos en un plan de acción a mediano plazo.

En la tabla 1 se observa un comparativo entre los modelos para poder identificar el de mayor impacto, en este caso 2027SM:

Modelo	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Promedio
2027SM	77%	87%	81%	90%	83%	50%	92%	18%	-166%	88%	56%	64%	52%
2036	65%	93%	50%	49%	98%	-120%	85%	55%	81%	87%	73%	91%	59%
2035	94%	84%	73%	10%	-25%	87%	83%	82%	100%	71%	50%	80%	66%
2038	84%	78%	72%	78%	99%	99%	-15%	55%	65%	44%	95%	88%	70%
2027	76%	98%	92%	95%	98%	31%	90%	61%	61%	90%	44%	65%	75%
2036SM	78%	80%	67%	75%	36%	97%	81%	89%	97%	99%	84%	86%	81%
2031	95%	34%	94%	67%	94%	91%	88%	93%	84%	91%	50%	100%	82%
2026	64%	85%	69%	98%	74%	92%	81%	70%	89%	95%	90%	84%	83%
2035SM	79%	96%	98%	77%	96%	97%	100%	90%	99%	74%	96%	99%	92%

Tabla 1: Comparación entre Modelos Exactitud Pronóstico

Fuente: Trimpot Electronicas LTDA.

1.3 Formulación del proyecto

¿Cómo el cambio en el método generará una mejor exactitud de los pronósticos y contribuirá con un adecuado plan de los recursos de la compañía?

1.4 Objetivos del Proyecto

1.4.1 Objetivos generales

1. Analizar el método actual de pronóstico de ventas de la compañía y proponer el método adecuado que genere mejores resultados en la planeación de los recursos financieros de la empresa.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Realizar el mapeo del proceso para hacer un diagnóstico de la situación actual.

2. Examinar el método actual que se utiliza para realizar la proyección de producción.

3. Evitar que se produzca más de lo requerido y se generen aumentos de inventario.

4. Evaluar los beneficios financieros del nuevo método para la proyección de producción.

1.5 Alcances

1. Construir un nuevo proceso para realizar el pronóstico de ventas y producción.

2. Conocer el error del pronóstico.

3. Reducir los excesos de inventario por errores de planeación.

4. Diseñar un manual de procedimiento para la construcción del pronóstico de ventas y producción.

1.6 Limitaciones

1. No existen estudios anteriores sobre métodos de pronósticos con el cual se pueda tomar como punto de comparación.

2. Existe mucha información de ventas dependiente de muchas personas.

3. Deficiente captura de información de algunos clientes para obtener sus proyecciones de compra de los productos.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1 Marco conceptual técnico:

2.1.1 Investigación de operaciones:

La Investigación de Operaciones (IO) o Investigación Operativa es una rama de las matemáticas que hace uso de modelos matemáticos y algoritmos con el objetivo de ser usado como apoyo a la toma de decisiones. Se busca que las soluciones obtenidas sean significativamente más eficientes (en tiempo, recursos, beneficios, costos, etc.) en comparación con aquellas decisiones tomadas en forma intuitiva o sin el apoyo de una herramienta para la toma de las mismas.

Los modelos de Investigación de Operaciones son frecuentemente usados para abordar una gran variedad de problemas de naturaleza real en ingeniería y ciencias sociales, lo que ha permitido a empresas y organizaciones importantes beneficios y ahorros asociados a su utilización. Para la integración de equipos debe incluirse personal con intereses firmes en: matemáticas, estadísticas, teoría de la probabilidad, economía, administración de empresas, computación e ingeniería. Dentro de una empresa la investigación de operaciones se aplica en las áreas de: producción, *marketing*, compras, manufactura y contabilidad.

Los pasos a seguir en la aplicación del método científico (coincidentes con los de la teoría general de sistemas) son, en su expresión más simple:

- 1.- Planteo y análisis del problema
- 2.- Construcción de un modelo
- 3.- Deducción de la(s) solución(es)
- 4.- Prueba del modelo y evaluación de la(s) solución(es)
- 5.- Ejecución y control de la(s) solución(es)

2.1.2 La importancia de los pronósticos de ventas en una organización

Para la mayoría de las organizaciones, un pronóstico de ventas sano es un indicador de que la compañía conoce hacia dónde va y qué es lo que quiere lograr. Sin embargo, en su gran mayoría de veces la información de los pronósticos proviene de la intuición de los administradores; aunque no del todo esto es malo, pues se encuentran en un contexto donde las grandes corporaciones se mueven muchas veces bajo la incertidumbre. Aun así, las compañías deben respaldar sus números en algo más que la intuición, por lo que deben asegurarse de proporcionar pronósticos correctos y verdaderos para satisfacer las necesidades de planeación de la organización (Hanke y Wichern, 2006).

En vista de que muchas organizaciones intentan jugar con la intuición de sus administradores, ciertamente es un método no muy sofisticado y calificado cuando se trata de competir a nivel mundial. Cuando la cartera de sus productos es muy extensa, y la variación de la demanda es realmente alta, se vuelve una tarea muy complicada que la intuición sea una metodología sana, puesto que cualquier mal cálculo puede traer consigo malas consecuencias para la organización. Aunque no deja de ser del todo incorrecta, todo depende de la experiencia de sus administradores y la capacidad que tengan para entender las realidades actuales de sus demandas.

Partiendo de este hecho, existen dos tipos de técnicas cuando se habla de pronósticos: las cualitativas y las cuantitativas, estando implícitas la intuición de sus administradores en la técnica cualitativa. Makridakis (1986) afirma:

El ser humano posee un conocimiento único e información interior que no están disponibles en los métodos cuantitativos. Sin embargo, de manera sorprendente, estudios empíricos y experimentos de laboratorio han demostrado que sus pronósticos no son más precisos que los de los métodos cuantitativos. El ser humano tiene a ser optimista y subestimar la incertidumbre del futuro. Además, el costo del pronóstico con métodos de juicio es a menudo considerablemente más alto que cuando se utilizan métodos cuantitativos. (p.17)

De esta forma a la hora de tomar decisiones en cuanto a pronósticos de ventas de una organización, es necesario considerar ambas técnicas, puesto que una es complementaria de la otra. Cuando se tiene claro este aspecto, la creación de un pronóstico correcto trae consigo grandes beneficios para las metas presupuestadas para cualquier compañía.

Los administradores de una organización presupuestan sus gastos o inversiones basados en el futuro del negocio; revisando las utilidades que se podrían generar en la producción de sus plantas y basado en esto se toman dichas decisiones.

Las empresas planifican el futuro financiero mediante presupuestos. Normalmente, un negocio presupuestará un periodo de un año, la asignación de sus ingresos y gastos durante el período. El objetivo es asegurar que las empresas no gasten más de lo que están haciendo en ingresos por ventas (Otis, 2010). Para poder llegar a esto, es necesario saber el futuro de la producción y dicha información se toma del pronóstico de producción proporcionada por los administradores encargados de proveer esos datos, que se toma del pronóstico de ventas. Por eso, es de gran importancia que los pronósticos de ventas sean los más realistas posibles, dado que de ahí los demás administradores toman sus decisiones (necesidades, inversiones, gastos, personal, materiales..., etc), y un pronóstico mal calculado traerá consigo decisiones mal tomadas.

Los pronósticos se emplean en el proceso de establecimiento de objetivos tanto de largo como de corto plazo, constituyéndose así en bases para el desarrollo de planes, a nivel general y en las distintas áreas o unidades. Los planes basados en dichos pronósticos, no sólo atenderán a ellos sino que establecerán estrategias y acciones que los puedan contrarrestar, corregir o impulsar. Por lo tanto tenemos:

Pronósticos a corto plazo: pueden ser de un año o menos, y aquí tendremos las necesidades de futuro inmediato. De esta información se toman gran parte de decisiones directas en la compañía como: requerimiento de personal, materia prima, maquinaria.

Pronóstico a largo plazo: comprende el pronóstico de un año en adelante, y es utilizado más para revisar el curso general de la organización. Es utilizado por los altos ejecutivos de la compañía.

También tenemos dos tipos de entornos que se pueden pronosticar: micro y macro. En el micro se refiere a un entorno pequeño, grupos más pequeños en comparación con otros. El macro comprende grandes grupos, o hasta un país. También puede darse el micro-macro dentro de la misma empresa. El gerente quiere saber las ventas de toda la compañía (macro), mientras que vendedores quieren pronosticar sus ventas (micro).

A la hora de realizar un pronóstico, es importante también tomar en cuenta ciertos pasos que son necesarias para cualquier pronóstico. Los cuales son los siguientes:

1. **Recopilar los datos:** Este paso es uno de los más importantes, dado que de datos recopilados serán usados en los diferentes modelos, sin embargo, para que esos modelos trabajen de forma correcta necesita que los datos proporcionados sean los correctos. Existen dos fuentes de datos: las fuentes primarias y las fuentes secundarias. Las fuentes primarias comprenden todos los métodos de la recolección de datos originales. Las fuentes secundarias son datos ya publicados, recolectados, con fines diferentes de los que el pronóstico o investigación específico necesita tener a la mano. A su vez, también existen los datos externos y los datos propios, siendo los propios aquellos que se toman de forma original por la persona misma, y los externos cuando se necesitan de fuentes externas para hacerlo.
2. **Reducción o condensación de datos:** Mientras menos variabilidad existan en los datos, más fácil podrá ser la salida de los mismos.
3. **Construcción del modelo:** Una vez recopilados los datos y reducidos lo mayor posible, se procede a la construcción del modelo, que será elegido de acuerdo a la característica que cada uno demande que deben tener los datos.

4. **Extrapolación del modelo:** Es la parte final y es cuando se obtienen los resultados del modelo utilizado y se juzgan por el pronosticador.

Es importante considerar que los pronósticos generados dentro de la empresa, deben ser entendidos y apreciados por quienes toman las decisiones, de manera que encuentren su vía en la administración de la empresa.

2.1.3 Los métodos cualitativos para pronosticar las ventas

Cuando se habla de un pronóstico cualitativo, se refiere a aquel pronóstico basado en la intuición del pronosticador, quienes determinan sus proyecciones de una forma subjetiva y no matemática. En la mayoría de las ocasiones, esta técnica de pronósticos es utilizada cuando no se tiene información histórica suficiente debido a que una compañía puede ser nueva en el mercado o cuenta con un nuevo producto del cual no posee información de pedidos por ser la primera vez del lanzamiento. Es por esto, que el pronosticador considera su intuición basado en la subjetividad o las relaciones que haya tenido con los potenciales clientes, y partiendo de ahí se esperará una cierta cantidad de demanda a futuro.

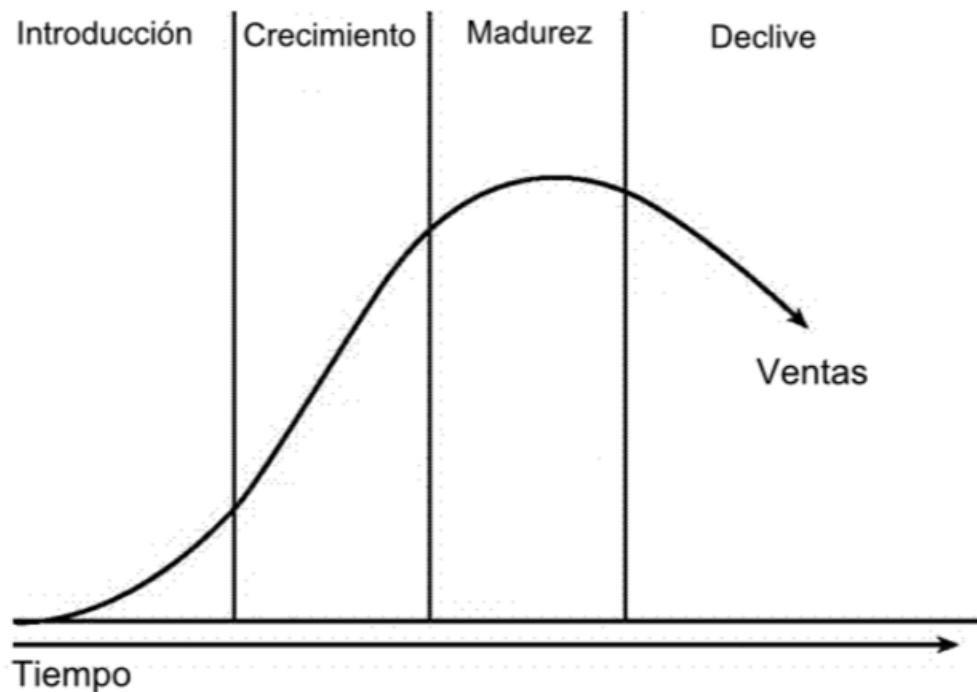
Según Stephen N. Chapman (2006) las características de los pronósticos cualitativos son:

- Por lo general el pronóstico se basa en un juicio personal o en alguna información cualitativa externa.
- El pronóstico tiende a ser subjetivo; toda vez que suele desarrollarse a partir de la experiencia de las personas involucradas, con frecuencia estará sesgado con base en la posición potencialmente optimista o pesimista de dichas personas.
- Una ventaja de este método radica en que casi siempre permite obtener algunos resultados con bastante rapidez.
- En ciertos casos, la proyección cualitativa es especialmente importante, ya que puede constituir el único método disponible.
- Estos métodos suelen utilizarse para productos individuales o familias de productos, y rara vez para mercados completos. (p.18)

Tomando en cuenta esto, las organizaciones utilizan el pronóstico cualitativo cuando se refieren a productos completamente nuevos o compañías que apenas inician, por lo que refiere a una técnica completamente intuitiva. Los métodos más comunes son los siguientes:

2.1.3.1 Los ciclos de vida de un producto:

Este método parte del hecho de que todos los nuevos productos cuando inician tienen una etapa de crecimiento, para luego llegar a una etapa de madurez y finalmente su demanda empieza a bajar hasta morir. En la etapa de crecimiento se ve un claro aumento en la demanda cada vez en una serie de tiempo pues es la etapa donde cada vez más clientes se interesan en el producto y la demanda se multiplica, en comparación con el inicio el mercado crece y crece. En la parte de madurez ya se tiene una posición más marcada acerca de sus clientes y el mercado alcanzado, por lo que no hay crecimiento ni decrecimiento. Finalmente, luego de un determinado periodo de tiempo, cualquier producto se vuelve obsoleto en un mundo donde la tecnología y la innovación es la realidad, y con ello la demanda, empieza a bajar cada vez más hasta morir.



Dado esto, los pronosticadores toman en cuenta en ciclo de vida y con base en la intuición, estiman sus números de finales de ventas a futuro.

2.1.3.2 El Método Delphi:

Su nombre se debe al oráculo de Delphos² quien predijo eventos futuros. De tal manera, este método se basa en un grupo de expertos que se les compara con el oráculo en este caso, quienes se reúnen para determinar las ventas a futuro, tomando en cuenta la intuición de cada uno de forma anónima, para luego juntar los resultados de todo el grupo y revisar las opiniones de cada uno para así llegar a una conclusión la cuál debería ser el pronóstico final.

Linston y Turoff(1975) definen la técnica Delphi como “un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo.” (p.3)

2.1.3.3 El estudio de mercados:

Básicamente en este método se hace una investigación de cuál es el mercado que se espera tener, principalmente por medio de cuestionarios, encuestas, visitas, entrevistas, entre otras técnicas. De esta manera se obtiene la información de los clientes; acerca del interés que existe de los productos ofrecidos y cuál es la necesidad actual de los mercados por requerir dichos productos. Los resultados arrojan datos que se transforman en pronósticos numéricos, obteniendo probabilidades de ventas de los nuevos clientes y del mercado donde se quiera llegar.

Esto es importante, a su vez, porque partiendo de ahí se puede conocer si realmente vale la pena lanzar un producto al mercado, ya que puede resultar que el producto no sean tan llamativo o competitivo, y al final las ventas sean como las esperadas. Los estudios de mercado describen el tamaño, el poder de compra de

² El Oráculo de Delfos se encontraba en un importante centro religioso situado a los pies del monte Parnaso, en Grecia. Los helenos acudían al santuario del dios Apolo para conocer su futuro de boca de la Pitia, una sacerdotisa que se comunicaba directamente con esta divinidad.
(<http://www.guiadegrecia.com/general/delfos.html>)

los consumidores, la disponibilidad de los distribuidores y perfiles del consumidor. (Malhotra, 1997)

2.1.4 Los métodos cuantitativos para pronosticar las ventas

Los pronósticos cuantitativos se basan en métodos matemáticos ya establecidos, tomando en cuenta información histórica para determinar el futuro. Dichos modelos toman los datos del pasado, los analizan y determinan un probable comportamiento en el futuro de la demanda. A diferencia del método cualitativo, cuando se hace uso del método cuantitativo es porque ya se tiene una importante cantidad de información histórica, suficiente para poder determinar el futuro con base en dicha información.

Hernández (2006) afirma: “Los estudios cuantitativos siguen un patrón predecible y estructurando el proceso. En una investigación cuantitativa se pretende explicar y predecir los fenómenos investigados, buscando regularidades y relaciones causales entre elementos” (p.18). Los métodos cuantitativos toman los datos y buscan relaciones entre ellos, analizan los comportamientos y predicen el futuro tomando en cuenta dichos resultados arrojados. Dentro de las técnicas cuantitativas existen dos grupos:

Series de tiempo: Se enfocan en patrones y en cambios en los patrones, y sus perturbaciones. Algunos de los métodos más conocidos de las técnicas estadísticas son:

- Enfoque simple
- Promedios móviles
- Atenuación exponencial.
- Descomposición de series de tiempo
- Proyecciones de tendencia
- Metodología Box-Jenkins
- Método de Winters

Causales: Son de tipo causal, y establecen relación entre la variable por pronosticar y otras variables. Algunos de los métodos más conocidos son:

- Modelos de índices
- Modelos econométricos
- Modelos de regresión

2.1.4.1 Comportamiento de los datos históricos:

Cuando obtenemos los datos y los analizamos, podemos determinar diferentes comportamientos a lo largo del tiempo. Dichos comportamientos pueden ser de cuatro tipos:

- **Datos estacionarios:** Son aquellos datos que tienen un comportamiento estable, cuyo valor promedio no varía a través del tiempo.
- **Datos con una tendencia:** Esto es cuando el promedio de los datos sí varían a través del tiempo. Puede ser que se presente una tendencia a subir a través del tiempo, o una tendencia a bajar. De aquí es que juega un papel muy importante el ciclo de vida de un producto y los efectos que trae en la demanda de acuerdo con la zona en la que se encuentre dicho producto
- **Datos con estacionalidad:** son aquellos datos que presentan un patrón de cambio que se repite a sí mismo año tras año. Para explicar esto con un ejemplo, es el caso del negocio de las sombrillas, que incrementan su demanda en la estación lluviosa del año y disminuyendo la misma al acercarse el verano, repitiendo este patrón año tras año.
- **Datos con series cíclicas:** Este tipo de datos presentan una fluctuación en forma de onda alrededor de la tendencia. En este tipo de datos es difícil establecer un modelo para estos patrones cíclicos, ya que no son estables.

2.1.4.2 El método de enfoque simple

Este método de pronósticos asume que la demanda en el siguiente período será igual que la demanda en el más reciente período; sin embargo, el patrón de la demanda puede no siempre ser completamente estable.

Por ejemplo, si las ventas de julio fueron 50, las ventas de agosto también serán 50.

2.1.4.3 El método de promedios móviles

Este método cuantitativo es utilizado para realizar pronósticos a corto plazo, tomando así el promedio aritmético de ventas de los periodos pasados más cercanos al actual y así realizar el pronóstico para el periodo siguiente. Para poder elegir este método es indispensable que se conozca que la variación entre los datos es mínimo, es decir, que no hay variaciones importantes entre datos, y aunque haya crecimientos o decrecimientos, que estos sigan una tendencia constante.

Para poder determinar el promedio móvil, basta con tomar la suma de un número de datos más recientes, y se divide entre la cantidad de datos tomados. Aunque no existe una regla específica que indique el número de datos por tomar, siempre se recomienda tomar una cantidad grande si la variación entre datos no es grande, o tomar una cantidad pequeña si la variación es grande.

La fórmula para obtener el promedio móvil de los datos es:

$$\text{Media móvil} = \frac{\sum \text{demanda en los } n \text{ periodos previos}}{n}$$

2.1.4.4 El método de promedio móvil ponderado

A diferencia del método de promedios móviles donde se asigna la misma importancia a todos los datos al no haber muchas diferencias entre ellos, el método de promedio móvil ponderado se diferencia del otro porque en este método se aplica

un peso de importancia a los datos llamados ponderaciones. Siempre dichas ponderaciones deben sumar 100%, y se reparten entre cada uno de los datos de acuerdo a la cantidad que estos sean.

Este método se usa cuando los datos no son uniformes y se pretende eliminar el impacto que estos pueden generar al ser irregulares, dando un enfoque en periodos de demanda. Con los promedios móviles ponderados el peso asignado a cada punto de demanda pasado que se utilice en el cálculo puede variar. De esta forma es posible asignar mayor influencia a ciertos puntos de información, por lo general al punto de demanda más reciente. Por lo que el criterio que supone que los datos más recientes contienen mayor información y por lo tanto, son más importantes que los datos más antiguos, puede ponerse en práctica con un promedio móvil ponderado.

Podemos describir tres pasos para asignar los pesos a los periodos:

- Experiencia, prueba y error.
- Por lo general el pasado más reciente es el indicador más importante de lo que podemos esperar para el futuro, y por lo tanto debe tener mayor peso.
- Cuando los datos son variables se debe determinar los pesos en consecuencia; es decir, se le asignará mayor peso a las mayores demandas y menor peso a las menores demandas.

La fórmula para poder obtener la media móvil ponderada es:

$$\text{Media móvil ponderada} = \frac{\sum (\text{ponderación en el periodo } n) (\text{demanda en el periodo } n)}{\sum \text{ponderaciones}}$$

2.1.4.5 El método de alisado exponencial

Este método es utilizado para pronósticos de ventas a corto plazo, principalmente para el pronóstico de ventas del siguiente periodo. Este método tiene la particularidad de tomar el error del pronóstico del último periodo y utilizar dicha información para pronosticar el siguiente periodo.

A diferencia de los métodos de promedio móvil simple y ponderado, este método no necesita de gran volumen de datos históricos de la demanda. Por ende cada vez que se calcula el pronóstico, se remueve la observación anterior y es reemplazada por la demanda más reciente, y aquí es donde radica la ventaja.

La fórmula para la suavización exponencial es:

Nueva previsión = previsión del último periodo + α (demanda real del último periodo - previsión del último periodo)

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

2.1.4.6 El método de alisado exponencial con ajuste de tendencia:

Para mejorar la calidad del pronóstico al observar una tendencia en la serie de tiempo se puede considerar el método de suavizamiento exponencial doble, conocido también como suavizamiento exponencial ajustado a la tendencia o método de Holt. Cabe recordar que una tendencia es un incremento o decremento sistemático en el promedio de la serie a través del tiempo. Luego, el método de suavizamiento exponencial doble busca incorporar la tendencia en un pronóstico suavizado exponencialmente.

Para su cálculo se requieren dos constantes de suavizamiento: α y β , realizándose las siguientes estimaciones:

$$A_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$F_{t+1} = A_t + T_t$$

Donde $A_{\{t\}}$ es el promedio suavizado exponencialmente de la serie en el período t , $T_{\{t\}}$ el promedio suavizado exponencialmente de la tendencia en el período t , α el parámetro de suavizamiento para el promedio, con un valor entre 0 y

1, β el parámetro de suavizamiento para la tendencia, con un valor entre 0 y 1 y F_{t+1} el pronóstico para el período $t+1$.

2.1.4.7 El método de regresión lineal

Este método es utilizado generalmente en pronósticos a largo plazo. Básicamente es un modelo que toma una o varias variables independientes, y solo una variable dependiente. Cuando se toma solo una variable independiente, se denomina regresión simple, y cuando hay más de una variable independiente se conoce con el nombre de regresión múltiple.

El modelo de pronóstico de regresión lineal permite hallar el valor esperado de una variable aleatoria a cuando toma un valor específico. La aplicación de este método implica un supuesto de linealidad cuando la demanda presenta un comportamiento creciente o decreciente, por tal razón, se hace indispensable que previo a la selección de este método exista un análisis de regresión que determine la intensidad de las relaciones entre las variables que componen el modelo. El pronóstico de regresión lineal simple es un modelo óptimo para patrones de demanda con tendencia (creciente o decreciente), es decir, patrones que presenten una relación de linealidad entre la demanda y el tiempo.

Si los datos históricos forman una serie de tiempo, la variable independiente es el periodo y la variable dependiente, por ejemplo, en un pronóstico de ventas, son las ventas. Un modelo de la regresión no necesariamente tiene que estar basado en una serie de tiempo, pues en estos casos el conocimiento de los valores futuros de la variable dependiente (llamada también variable causal) se utiliza para predecir valores futuros de la variable dependiente. Por lo general, la regresión lineal se utiliza en el pronóstico a largo plazo, pero se tiene cuidado al seleccionar las cantidad de periodos incluidos en los datos históricos, y este conjunto de datos se proyecta solo unos cuantos periodos en el futuro, la regresión también puede utilizarse apropiadamente en pronósticos a corto plazo. La regresión supone una casi normalidad.

La fórmula correspondiente sería:

$$\hat{y} = a + bx$$

donde \hat{y} = valor de la variable dependiente (ventas en este caso)
 a = corte con el eje y
 b = pendiente de la recta de regresión
 x = variable independiente

Los estadísticos han desarrollado ecuaciones que se pueden utilizar para hallar los valores de a y b para cualquier recta de regresión. La pendiente b se calcula mediante la fórmula:

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

donde b = pendiente de la recta de regresión
 Σ = sumatorio
 x = valores conocidos de la variable independiente
 y = valores conocidos de la variable dependiente
 \bar{x} = media de los valores de x
 \bar{y} = media de los valores de y
 n = número de datos u observaciones

Se puede calcular la intersección con y de la siguiente forma:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

2.1.4.7.1 Coeficientes de correlación para las rectas de regresión

La ecuación de regresión es una forma de expresar la naturaleza de la relación entre dos variables. Las rectas de regresión no son relaciones “causa-efecto”. Simplemente describen la relación entre las variables. La ecuación de regresión muestra cómo está relacionada una variable con los valores y cambios de otra variable.

Otra forma de evaluar la relación entre dos variables es calcular el coeficiente de correlación. Esta medida expresa el grado o intensidad de la relación lineal. Identificado normalmente como r , el coeficiente de correlación puede ser cualquier número entre $+1$ y -1 . La imagen No2 indica los diferentes tipos de valores que puede tomar r .

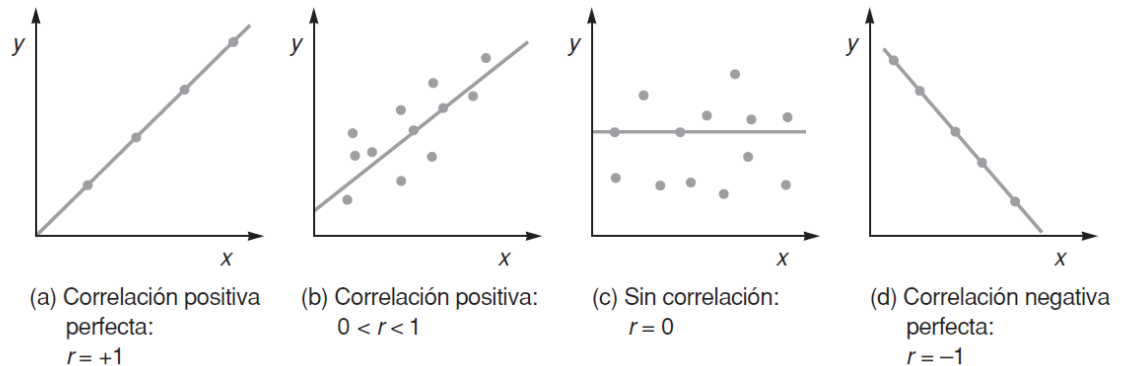


Figura 2: Tipos de Correlación de Datos

Fuente: Pearson Education, Inc

Para calcular r se utilizan muchos de los datos requeridos anteriormente para el cálculo de a y b en la recta de regresión. La fórmula, bastante extensa, para hallar r es:

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Aunque el coeficiente de correlación es la medida más comúnmente utilizada para describir la relación entre dos variables, existe otra medida. Es el llamado coeficiente de determinación, y es sencillamente el cuadrado del coeficiente de correlación, es decir, r^2 . El valor de r^2 siempre será un número positivo dentro del intervalo $0 < r^2 < 1$. El coeficiente de determinación es el porcentaje de variación de

la variable dependiente (y), que se explica mediante la ecuación de regresión. El coeficiente de determinación no sólo mide la capacidad explicativa de un modelo, sino que además permite elegir entre varios modelos el más adecuado. Así los modelos tienen la misma variable dependiente y el mismo número de variables explicativas, será más adecuado el que tenga un coeficiente de determinación mayor.

2.2 Los aspectos por considerar para seleccionar un método de pronóstico:

Para elegir el método adecuado, se deben tener claro los aspectos por considerar para poder usar el correcto. Los métodos existen y funcionan, pero para que ellos arrojen los datos correctos deben ser utilizados de la manera correcta, porque si no los datos que arrojen no serán los indicados.

Los principales elementos por considerar son los siguientes:

1. **Horizonte de proyección:** Uno de los elementos por considerar es el periodo de tiempo que se va a analizar, es decir el número de días, semanas, meses o años a proyectar de acuerdo a las cifras históricas disponibles. Es importante que los datos de la muestra sean lo suficientemente confiables para asegurar la credibilidad del pronóstico.

2. **Incertidumbre alrededor del pronóstico:** También se debe de tomar en cuenta la naturaleza del producto que se analizará. Es decir, existen productos cuya demanda es fácil de pronosticar, ya que son por ejemplo productos de primera necesidad y otros que básicamente son productos de moda o de temporada.

3. **Confiabilidad y magnitud de los datos:** Se debe tener la certeza de la procedencia de la información utilizada, ya que a mayor cantidad de datos obtenidos de forma certera mayor será la posibilidad de que el pronóstico sea confiable.

4. **Costo:** El último factor por considerar, aunque no menos importante, es el costo del mismo, no solo hablando en términos económicos sino también en el costo que se genera en cuestión de horas hombre y tiempo dedicados a recabar la

información, a procesarla, a capacitar al personal que desempeñará esta función, etc. contra los beneficios esperados.

Sobre los métodos de pronóstico para cualquier empresa, se van a revisar los pasos más importantes que se deben llevar a cabo para conseguir un adecuado sistema de previsión. Hay que decir que dependiendo del tipo de empresa estas etapas son muy diversas en importancia e incluso puede que cambie alguna de ellas, pero se va a intentar definir las siete etapas fundamentales. Cada una de las siete etapas que se mencionarán presenta un proceso sistemático para iniciar, diseñar e implementar un sistema de previsiones:

1. **Determinar el uso de la previsión:** lo mejor es determinar la previsión de demanda para saber y así definir la cantidad de producción en una fábrica, el nivel de recursos humanos, etc.
2. **Segmentar la previsión por artículos o servicios:** ser capaces de si tenemos varios productos o servicios no modelizar las previsiones de forma global, sino más segmentada para cada uno de ellos, siendo más efectivos y pudiendo ajustar mejor las decisiones.
3. **Definir el horizonte temporal de la previsión:** es importante no sólo para saber la cantidad sino para ser capaces de elaborar las previsiones siguiendo dichos tiempos y no tardar demasiado en realizarlas.
4. **Seleccionar los modelos:** esto ya se refiere a modelo más matemáticos de organización, aunque se puede usar el ordenador y algún tipo de *software* de cálculo que ayude a modelar fácilmente las necesidades y así tomar las decisiones adecuadas respecto la maquinaria, materias primas o empleados.
5. **Recopilación de datos:** es muy importante en este proceso actuaciones como los controles de calidad y cuantificación de ventas, estudios de cuota de mercado, evolución del mismo, etc.
6. **Realización de la previsión:** hacer una verificación de todo y llevar a cabo la previsión.

7. **Validar e implementar los resultados:** según los resultados ser capaces de llevar a cabo las implementaciones necesarias en los departamentos de ventas, *marketing*, finanzas, producción, etc.

Un punto fundamental también es tener en cuenta el error que se va a tener en todas las previsiones, y ser capaces de ir ajustándolos sucesivamente según se vea la evolución real de las ventas, es decir, aprender del propio margen de error para hacer previsiones más ajustadas.

Cuando además se quiere que el sistema genere previsiones y sea más o menos constante, también se debe tener cuidado con la recopilación de datos; la falta o incoherencia de los datos puede hacernos perder mucho dinero y tiempo.

2.2.1 La estrategia típica para la evaluación de los métodos de pronóstico:

Al pensar cómo se va a proceder con la realización del pronóstico, qué tipos de decisiones se van a tomar para la elección del modelo y cuáles son los pasos a seguir, se pueden considerar los siguientes 5 pasos:

1. Se elige un método de pronóstico con base en la intuición del analista con respecto al patrón de datos.
2. Se divide el conjunto de datos en dos secciones: una parte de inicialización y una parte de prueba.
3. Se emplea la técnica de pronóstico elegida para desarrollar valores ajustados para la parte de inicialización de datos.
4. Se utiliza la técnica para pronosticar la parte de prueba de los datos, y se determina y evalúa el error de pronóstico.
5. Se toma una decisión; pudiera ser la de emplear la técnica en su forma actual, modificarla, o desarrollar un pronóstico mediante otra técnica y comparar los resultados.

Es importante destacar que no existe un método establecido para cualquier caso, por ello es necesario el trabajo del pronosticador y el análisis que pueda realizar de los datos, utilizar la intuición y no depender de la salida de información que el método pueda arrojar. Siempre se deben sustentar las decisiones finales en

la intuición del pronosticador, que es importante que cuente con la experiencia de respaldo suficiente para tomar dichas decisiones.

2.2.2 Mediciones para la exactitud del pronóstico:

Evitar pérdidas y agotados, reducir costos de almacenamiento y aprovechar al máximo el espacio del centro de distribución son algunos de los beneficios que genera la precisión en las predicciones. Por eso es de vital importancia calcular qué tan eficientemente se están haciendo esos pronósticos. Los expertos del sector recomiendan medir el desempeño del modelo de pronóstico que se aplica en la empresa.

No puede dejarse de lado que cada error que se cometa en las predicciones genera pérdidas para la compañía y por eso se debe trabajar en función de la disminución de las fallas. La selección el método adecuado para la generación de estos reportes depende de:

- Datos, propósito y perspectiva del pronosticador.
- Propiedades de la información (periodicidad (mensual, semanal o diaria, etc.), cantidad y si se trata de series con o sin tendencia o estacionalidad).
- Horizonte requerido.
- Métodos subjetivos o cualitativos. Se fundamentan en la expresión personal, en vez de soportarse en el análisis estadístico de datos históricos.
- Métodos objetivos o cuantitativos. Basados en la evaluación de información numérica histórica.

Para evaluar la exactitud de los pronósticos, los enfoques que pueden emplearse para medir la exactitud de los modelos de pronósticos son:

- ¿Con qué exactitud se ajusta el modelo a la serie de datos históricos?
- ¿Con qué exactitud el modelo pronostica el futuro?

Se presentan los siguientes criterios para medir la precisión de los modelos de predicciones:

EMA – Error Medio Absoluto. Resulta muy apropiado cuando la función de pérdida es lineal y simétrica.

EPMA – Error Porcentual Medio Absoluto. Tiene similitud con el EMA pero se trata de una medida relativa, lo cual implica que tiene un sesgo que favorece a los pronósticos que están por debajo de los valores reportados.

Cuando los pronósticos conllevan a decisiones, los efectos potenciales de las fallas específicas pueden ser muy variados o complejos para que sean cuantificadas. En el evento en el que surgen estos inconvenientes se adoptan funciones de pérdida que implica las mediciones comunes de la precisión del pronóstico.

Algunas medidas para analizar dicha exactitud son:

- **RCEM – Raíz Cuadrada del Error Medio.** El error del pronóstico en el tiempo t y m es la cantidad de observaciones en el conjunto de información de las predicciones.

Es preferible el RCEM al error medio cuadrático porque el primero cuenta con las mismas unidades de medición que las series reportadas y – por lo tanto – es más cuadrática.

Sin embargo, una desventaja que presenta esta medida es que es un cálculo absoluto que depende de las unidades de medida.

Asimismo la Raíz Cuadrada Relativa del Error Medio – RCREM es parecido al RCEM, con la excepción de que el primero es adimensional.

- **EMA – Error Medio Absoluto:** Resulta muy apropiado cuando la función de pérdida es lineal y simétrica.
- **EPMA – Error Porcentual Medio Absoluto:** Tiene similitud con el EMA pero se trata de una medida relativa, lo cual implica que tiene un

sesgo que favorece a los pronósticos que están por debajo de los valores reportados.

Cabe decir que pueden presentarse inconvenientes cuando se aproxima a cero.

Capítulo III: Metodología del proyecto

3.1 Tipo de Investigación

3.1.1 Finalidad

Este proyecto tiene como finalidad la resolución de un problema práctico o aplicado, siendo este la mejora en la exactitud de pronósticos, tomando en cuenta conceptos de ingeniería industrial y aplicándolos a la realidad del negocio. Así mismo mejorar el proceso utilizando métodos de promedio móvil, método de suavización exponencial, entre otros, aplicados en la actualidad y probados en otras compañías.

3.1.2 Dimensión temporal

El alcance temporal de este proyecto es transversal dado que solo se va a trabajar y analizar en un determinado periodo de tiempo: desde octubre del año 2016 hasta marzo del año 2017. Lo que se va a realizar es un estudio haciendo un corte en el tiempo y analizando dicho periodo, extrayendo toda la información necesaria para llegar a conclusiones que permitan trabajar en las soluciones pertinentes.

3.1.3 Marco

En este proyecto se va a trabajar de forma micro, dado que se analizará un área de negocios específico. De esta manera, se hace el estudio en una empresa electrónica con sedes en varios países del mundo, en la división de Costa Rica, en el área llamada GDT.

3.1.4 Condición en la que se hace

El tipo de condición es de campo (estado natural), debido a que los datos de ventas se recolectan directamente en la empresa. Se hacen entrevistas a personas

dentro de la misma organización; se extrae información de las bases de datos existentes; se analizan los datos y se consulta con las personas involucradas directamente.

3.1.5 Carácter

El carácter del proyecto es de tipo retrospectivo, dado que se analiza el presente, pero también los antecedentes en las ventas, la proyección de producción y las decisiones en ese momento, y la influencia que ha tenido sobre la actualidad.

3.1.6 Naturaleza

La naturaleza de este proyecto es mixta, es decir: cualitativa y cuantitativa. Es cuantitativa dado que se toman datos numéricos, específicamente las ventas en unidades, cálculos matemáticos como promedio ponderado o suavización exponencial e investigaciones objetivas. Y a su vez, es cualitativa porque también se toma en cuenta la intuición y percepción de las personas involucradas en el área.

3.2 Sujetos y fuentes de información

3.2.1 Población o universo

La población viene a ser la empresa Trimpot Electronicas LTDA, donde se analizarán los datos históricos de ventas de los últimos 4 años.

3.2.2 Muestra

Se tomarán los datos del área de GDT de la empresa Trimpot Electronicas LTDA, en los productos que concentran el 80% de los ingresos en la compañía. Posteriormente se concentrará el trabajo en el modelo con el mayor error de pronóstico para poder identificar los problemas, resolverlos y hacer una propuesta de implementación en los demás modelos basados en la metodología utilizada para la resolución del problema en el modelo electo.

Como se puede observar en el grafico No3, por medio de diagrama de Pareto tenemos los modelos concentrados en el 80% de las ventas del año 2016:

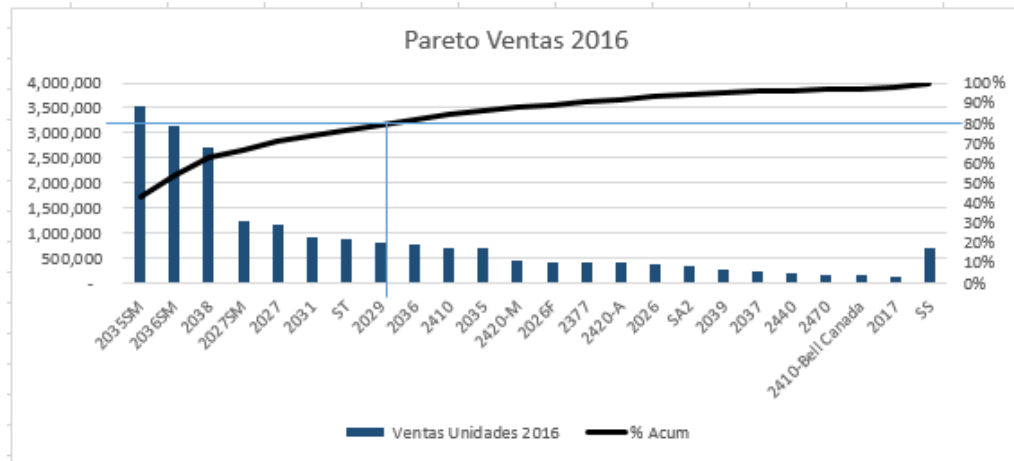


Grafico 3: Pareto de Ventas en Unidades por modelo año 2016

Fuente: Trimpot Electronicas LTDA

3.2.3 Fuentes primarias

Son fuentes que contienen información nueva, y a las cuales se puede tener acceso directamente o mediante las fuentes secundarias de información.

"Los documentos primarios registran los resultados inmediatos de la investigación o nuevas orientaciones de hechos ya conocidos". (Arenas, 1980, p. 5)

Características de las fuentes primarias de información (Silvestrin, 2008):

Las fuentes primarias ofrecen un punto de vista desde adentro del evento en particular:

1. Componen la colección básica de una biblioteca
2. Pueden encontrarse en formato tradicional impreso como los libros y las publicaciones seriadas; o en formatos especiales como las microformas, los videocasetes y los discos compactos.

3. Son producto de una investigación o de una actividad eminentemente creativa.

En este proyecto, las fuentes primarias son los datos históricos de ventas tomadas de una base de datos llamada SAP y los archivos de Excel que se encuentran guardados en la compañía, de fuentes confiables por la corporación.

3.2.4 Fuentes secundarias

Es un tipo de material ya conocido pero organizado según un esquema previamente determinado. Las fuentes secundarias son aquellas que hacen referencia a documentos primarios; y que son las que permiten analizar dichos documentos para organizar la información que poseen de manera tal que los usuarios puedan tener accesibilidad a ellas.

Características de las fuentes secundarias de información (Melnik,2005):

1. Informar sobre temas de intereses en diferentes contextos o conducir al usuario a la recuperación de información de su preferencia.
2. Proporcionar datos puntuales de consulta rápida.
3. Ordenado alfabéticamente, cronológicamente, etc.
4. Disponible en la sección de referencia de una biblioteca

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de información

3.3.1 Ciclo DMAIC

DMAIC es el proceso de mejora que utiliza la metodología Seis Sigma y es un modelo que sigue un formato estructurado y disciplinado (McCarty et al., 2004). DMAIC consiste de 5 fases conectadas de manera lógica entre sí (definir, medir,

analizar, mejorar, controlar). Cada una de estas fases utiliza diferentes herramientas que son usadas para dar respuesta a ciertas preguntas específicas que dirigen el proceso de mejora.

3.3.1.1 Define (Definir)

¿Cuál es el problema?

Definir las necesidades del cliente y precisar los objetivos por conseguir, cuadrar el proyecto. Define es la primera etapa del método y como su nombre lo indica permite definir el perímetro del proyecto, los considerandos, los recursos, y los plazos necesarios.

3.3.1.2 Measure (Medir)

¿Cuál es la capacidad del proceso considerado?

Colectar los datos representativos, medir la prestación, identificar las zonas de progreso. Evaluación de la prestación actual y de su variación (tendencia, ciclo).

3.3.1.3 Analyze (Analizar)

¿Cuándo, dónde y cómo se producen los defectos?

Utilización de las herramientas analíticas y estadísticas para identificar las causas de los problemas. En esta etapa del desarrollo del método, se deben entender los problemas para poder luego formular las soluciones susceptibles de llenar la separación entre la situación actual y los objetivos clientes.

3.3.1.4 Improve (Mejorar)

¿Cuáles son las soluciones de mejoría y cómo ponerlas en práctica para alcanzar los objetivos de performance fijados?

Identificación y puesta en práctica de las soluciones para eludir los susodichos problemas. Esta fase especialmente importante puede desarrollarse en

ciertos casos precisos en varias etapas. Esto con el fin de tomarse el tiempo de someter a prueba y de validar las soluciones las más adecuadas.

3.3.1.5 Control (Controlar)

¿Cómo guiar las claves variables para sostener y mantener la ventaja?

Seguimiento de las soluciones establecidas. Es importante eludir toda vuelta atrás. Por otra parte, los resultados no siempre son visibles inmediatamente. El esfuerzo debe ser constante, incluso cambiado de orientación. Se trata de la fase más delicada, propia de todos los procesos de progreso continuo. La vuelta atrás representa una amenaza constante. Sostener el esfuerzo pasa necesariamente por la implantación de una cultura generalizada de la medición.

Capítulo IV: Diagnóstico de la situación actual

4.1 Descripción de la situación actual

En la empresa Trimpot Electronicas LTDA no existe un método científico establecido para analizar los datos y determinar el pronóstico de una forma matemática; se sustenta principalmente de la subjetividad del pronosticador y del análisis rápido y poco profundo de los datos utilizando métodos que no son del todo adecuados. El proceso para determinar el pronóstico no está establecido ni documentado, por lo que puede variar de un mes a otro dependiendo de la manera en que el pronosticador requiera conveniente realizarlo, haciendo que el método que pudo haber servido un mes, no sea utilizado en el siguiente. Por otro lado, no se cuenta con información suficiente acerca de diferentes tipos de pronósticos y sus usos, que puedan proporcionarle al pronosticador un juicio acerca de cuál método de pronóstico es mejor y por qué.

4.1.1 Flujo de proceso

A continuación se detalla en la figura No3 el flujo de proceso que existe en este momento en la empresa con lo que tiene que ver con el pronóstico de ventas.

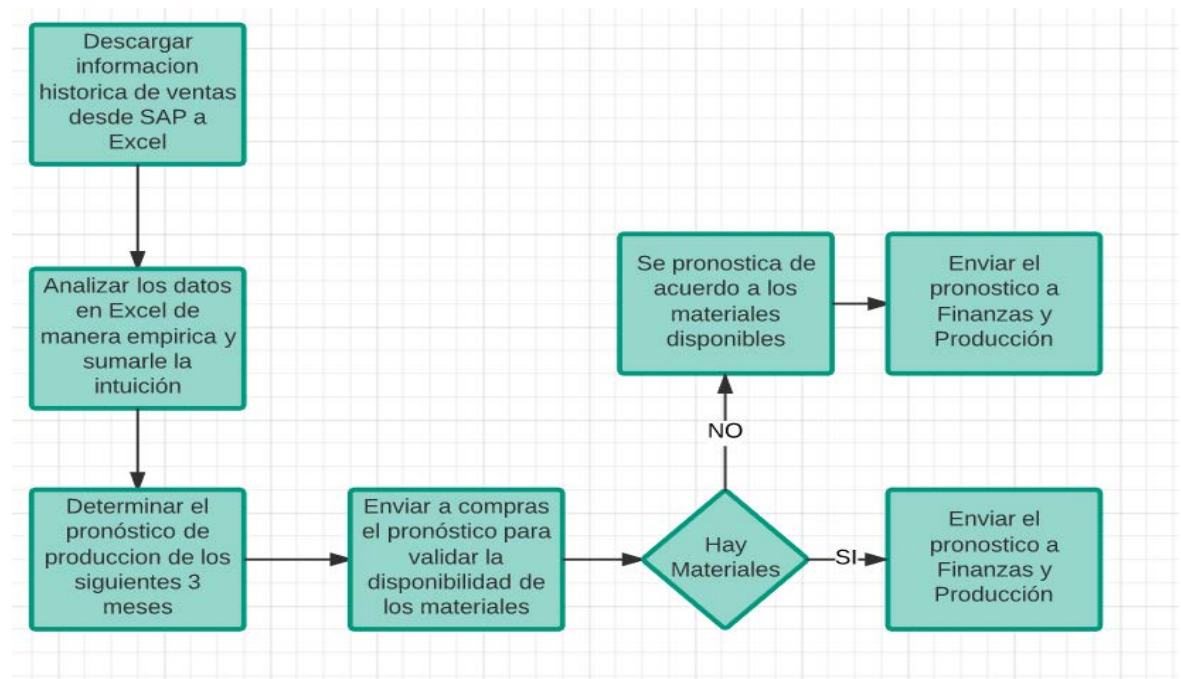


Figura 3: Flujo de Proceso de elaboración del Pronóstico en GDT

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura No3, el proceso de elaboración del pronóstico en GDT es el siguiente:

- Se obtiene la información histórica del SAP, esto de las ventas realizadas por cada mes.
- La información histórica anteriormente recopilada es descargada a Excel y de ahí, de una manera muy empírica, se analizan los datos para poder determinar el pronóstico de los próximos 3 meses. A esto se le suma la intuición del pronosticador.
- Se determina el pronóstico y se envía al departamento de compras para ser validado de acuerdo a los materiales disponibles.
- Si compras no puede satisfacer el pronóstico de producción, se ajusta de acuerdo a la disponibilidad de materiales y se envía la revisión final a producción y finanzas.
- Por el contrario, si lo puede satisfacer se envía de una vez a producción y finanzas.

Como se puede ver en este proceso, se verifica las existencias de las materias primas para evitar hacer promesas a los clientes que luego no se podrán cumplir. Por lo tanto, este tiempo de revisión que realizan los compradores debe ser tomado en cuenta, y el pronosticador lo debe tener siempre en mente para poder cumplir con lo que los demás departamentos necesitan. Esto porque el departamento de producción y de finanzas necesita también en días específicos recibir la información para ellos poder determinar las necesidades inmediatas que el pronóstico les demanda.

4.1.2 Flujo del proceso del pronosticador

Como se observa en la figura No4, el pronosticador que también en este caso es el planeador de la producción, se encarga de enviar 2 tipos de pronósticos: a compras para su respectiva validación y también a ventas. De ahí es que se siguen dos procesos casi que al mismo tiempo en donde uno depende del otro, y cuando existen cambios en uno, se verá afectado el otro como se explica en la figura No4.

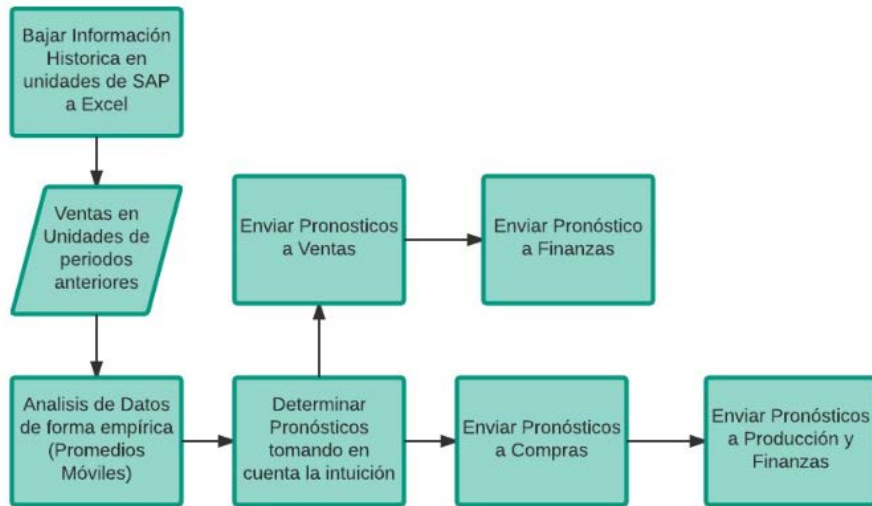


Figura 4: Flujo de Proceso del Pronosticador

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la figura No4, el pronosticador tiene que seguir los siguientes pasos:

- Bajar la información del SAP a Excel, donde dichos sistemas son compatibles, pudiéndose hacer uso de la información del sistema.
- Esa información obtenida de SAP son las ventas en unidades de los periodos anteriores, donde se puede tomar a su vez la información por modelo y familia para poder hacer uso de ella de forma más detallada.
- Luego el pronosticador empieza a hacer el análisis de los datos de una forma muy empírica, dado que utiliza un método que puede no ser apropiado de acuerdo al comportamiento de los datos. Seguido de la intuición que sí es de mucha importancia en cualquier pronóstico.
- Una vez determinado el pronóstico, se realiza el de producción y el de ventas al mismo tiempo, y se envía tanto a compras para la respectiva validación de materiales, como a los encargados de ventas para que den el visto bueno de los números realizados.

4.1.3 Flujo del proceso de la validación de compras

A continuación se observa en la figura No 5, el proceso de validación de los materiales por parte del comprador una vez que recibe el pronóstico de producción por parte del pronosticador.

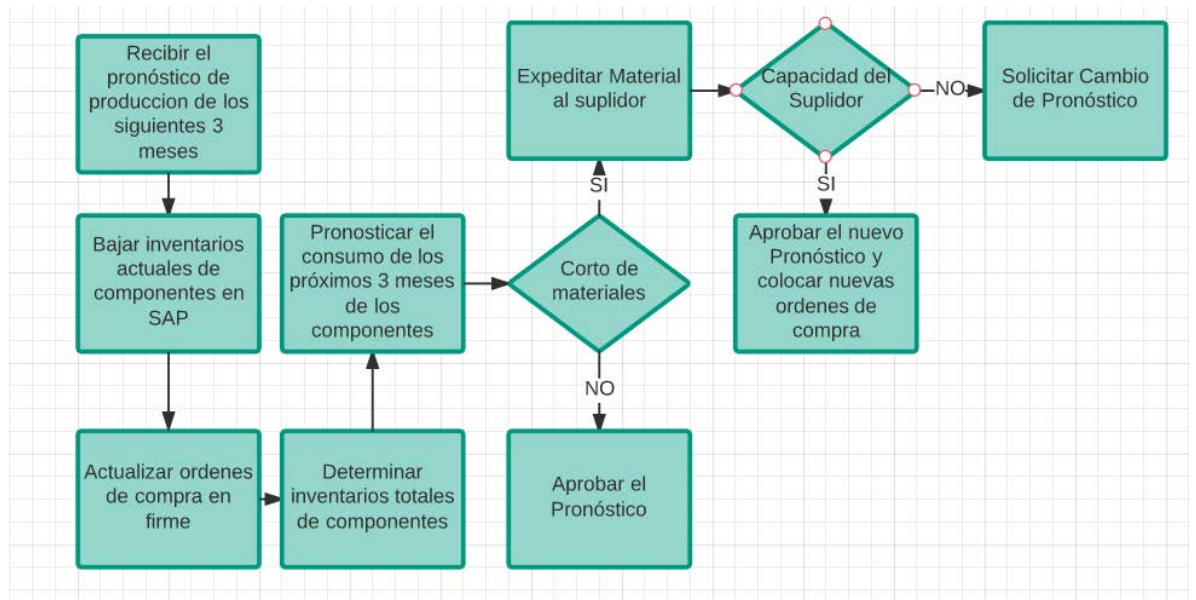


Figura 5: Flujo de Proceso del Comprador

Fuente: Elaboración Propia

4.1.4 Fechas de realización de pronóstico

Los meses de producción en la empresa Trimpot Electronicas LTDA, no se rigen exactamente con el calendario estándar. Se tiene un calendario específico, y cada mes tiene ya semanas de trabajo establecidos. Como se puede observar en la tabla No2, cada mes tiene la siguiente cantidad de semanas:

	Enero	Febrero	Marzo
Semanas	4	4	5
	Abril	Mayo	Junio
Semanas	4	4	5
	Julio	Agosto	Setiembre
Semanas	4	4	5
	Octubre	Noviembre	Diciembre
Semanas	4	4	3

Tabla 2: Número de semanas por cada mes de producción

Fuente: Trimpot Electronicas LTDA.

Por lo tanto con base en lo observado en la tabla No2, los meses de marzo, junio y setiembre tienen 1 semana más que el resto de los meses.

Ahora, de acuerdo al número de semanas que se tenga en el mes, la semana en la cual el proceso de realización de pronóstico va a variar. En la tabla No3, se muestra el número de semana en el que el pronóstico se realiza para los futuros 3 meses:

	Enero	Febrero	Marzo
Semana	3	3	4
	Abril	Mayo	Junio
Semana	3	3	4
	Julio	Agosto	Septiembre
Semana	3	3	4
	Octubre	Noviembre	Diciembre
Semana	3	3	3

Tabla 3: Número de semana del proceso de pronóstico

Fuente: Trimpot Electronicas LTDA.

El pronóstico se trabaja cada lunes del número de semana que se puede observar en la tabla No3, y se tiene como máximo el miércoles de dicha semana para hacer oficial el número final a producción y finanzas. Es decir, que la realización del pronóstico, revisión de compras, las sugerencias de ventas y los cambios respectivos se realizan en un lapso de 3 días.

El tiempo de respuesta de cada parte se muestra en la tabla No 4:

	Tiempo Respuesta
Realización del Pronóstico	2 horas
Validación Compras	1 día
Sugerencias de Ventas	1 día

Tabla 4: Tiempo de Respuesta de cada proceso

Fuente: Trimpot Electronicas LTDA.

4.2 SIPOC

Para conocer el flujo del proceso para realizar el pronóstico y definir los límites del mismo, se utiliza la herramienta de calidad llamada SIPOC, la cual se muestra en la Figura No 6, esta permite tener una visión macro de las actividades que realiza el pronosticador y el encargado de ventas, sus áreas de oportunidad, sus entradas, salidas, clientes y proveedores:

Proceso: Determinar Pronostico de Ventas	Date: 01/06/2017
Alcance: Area de GDT en Trimpot Electronicas LTDA	Notas:

Diagrama SIPOC

Suppliers / Proveedores	Inputs / Entradas	Processes / Procesos	Outputs / Salidas	Customers / Clientes
Encargados de Ventas	Pronóstico de Producción y Ventas de los proximos 3 meses	1. Bajar Informacion historica de SAP	Informacion en unidades de los periodos anteriores.	Departamento de Compras
Planificador de la Producción/Pronosticador		2. Hacer calculos matematicos en Excel	Resultados estadisticos.	Departamento de Produccion
		3. Enviar pronostico a compras para validacion de materiales	Plan de siguientes 3 meses en unidades.	Bodegas
		4. Enviar propuesta de pronostico a los encargados de ventas	Plan de siguientes 3 meses en unidades y dolares.	Finanzas
		5. Enviar pronostico final a produccion, finanzas, calidad y manufactura.		Calidad
				Manufactura

Figura 6: SIPOC

Fuente: Elaboración Propia

Proveedores: Actualmente existen 2 proveedores que son los encargados de obtener la información histórica de venta: los encargados de ventas y el

planificador de la producción que en este caso es el pronosticador también. Los encargados de ventas son personas que trabajan en la casa matriz en California, Estados Unidos, y la manera de comunicarse comúnmente con ellos es vía correo electrónico. En este caso, el planificador de la producción quien es también el pronosticador, mantiene constante comunicación con los encargados de ventas para así poder determinar si existen nuevos mercados que deban ser considerados en las proyecciones, o posible pérdidas de clientes que deban ser excluidos de los planes futuros. De aquí, viene la parte importante de intuición que es importante se maneje en cualquier pronóstico.

Entradas: La entrada al sistema viene a ser el pronóstico de ventas de los próximos 3 meses. En este caso, se hace el pronóstico para dar una visibilidad más amplia al departamento de compras y negociar con suplidores que sostienen tiempos de entregas muy extensas, y así poder reaccionar y no tener faltantes de materiales.

Procesos: Estos procesos han sido previamente detallados en la figura No6.

Salidas: Como parte de las salidas tenemos:

1. **Información en unidades de periodos anteriores:** Normalmente se maneja un periodo de 3 meses atrás para revisar el comportamiento.
2. **Resultados estadísticos:** Como se ha mencionado anteriormente, de una manera muy empírica se determinan valores estadísticos como promedios móviles.
3. **Plan de siguientes 3 meses en unidades:** De acuerdo al pronóstico establecido, se determina el dato en unidades.
4. **Plan de siguientes 3 meses en dólares:** Una vez obtenido la información en unidades, esta se convierte a dólares de acuerdo al precio de venta que maneje cada modelo por aparte.

Clientes: Finalmente tenemos diferentes clientes quienes esperan por la información para su respectiva toma de decisiones. Entre los cuales tenemos:

1. **Departamento de compras:** Como se ha explicado, el departamento de compras espera por la información del pronosticador para poder hacer las revisiones correspondiente, como se menciona en la figura No 5, y a partir de ahí dar el visto bueno al pronosticador para seguir el proceso. Dependiendo de la disponibilidad de materiales, el comprador deberá sugerir al pronosticador ajustar si realmente es imposible cumplir los planes.
2. **Departamento de producción:** Una vez que se hacen las revisiones y cambios pertinentes por el comprador, el departamento de producción recibe la información y hace sus estimaciones de: equipo, personal, entrenamiento, despidos, etc.
3. **Bodega:** Por otro lado, y no menos importante, los encargados de bodegas hacen sus revisiones para determinar que el espacio físico es suficiente para almacenar y manejar la mercancía que vaya a ser transportada a la bodega, así como también la revisión del personal necesario para el movimiento y servicio de los materiales.
4. **Finanzas:** Los encargados de las finanzas de la compañía se encargan de revisar el pronóstico y determinar si los gastos proyectados pueden ser cubiertos por las ventas a realizar. Si los gastos son más altos que los ingresos, se toman decisiones de reducción de gastos, antes que estos se tramiten.
5. **Calidad:** El departamento de calidad es una parte esencial de todo proceso, y es importante que dicho departamento valore el personal actual para así revisar si la demanda a futuro podrá ser cubierta por la capacidad de su personal.
6. **Manufactura:** Este departamento, de la mano de producción, estará encargado de revisar las capacidades de equipo y determinar si la planta de producción tendrá la reacción suficiente para la demanda que se proyecta. En caso que no haya capacidad suficiente de equipo, se reporta y se revisan las opciones sobre modificaciones en los equipos o compra de los mismos.

4.3 Recolección de datos

La empresa Trimpot Electronicas LTDA cuenta con un sofisticado sistema, muy usado a nivel mundial, llamado SAP. Es una base de datos donde interactúan la mayoría de actividades que se realizan en la empresa:

- Manejo de inventarios.
- Recibo de órdenes de los clientes.
- Trabajo en proceso de producción.
- Costos de la empresa.
- Información a clientes sobre capacidad de planta.
- Tiempos de entrega de suplidores.

Al usar este sistema en la mayoría de las actividades de la empresa, es muy fácil extraer la información dado que el sistema guarda un histórico desde el 2010, y al ser amigables con Excel, el manejo de datos numéricos se hace sumamente sencillo y rápido de obtener. Por lo tanto, a la hora de recolectar los datos para este proyecto, principalmente los datos numéricos ordenados por fecha, se hace usando la herramienta SAP y descargando la información a la hoja de cálculo Excel.

Cuando se obtiene la información histórica de SAP, hace que los datos sean de una fuente primaria, puesto que se recolectan directamente y no depende de terceros para hacerlo.

También se logra información, de una manera muy intuitiva, del encargado de ventas que en ocasiones establece que se debe agregar cierto porcentaje a las ventas, y es aquí cuando los datos se convierten en fuentes secundarias, puesto que son ajenos al pronosticador y los datos que pueda arrojar la información histórica.

Finalmente, en el apéndice 2 se podrá encontrar un cuestionario realizado directamente al pronosticador, para poder extraer toda la información necesaria para este proyecto, y poder conocer con claridad las debilidades que pueda tener el proceso y que podamos resolver.

4.3.1 Información de ventas en unidades

Para poder hacer usos de técnicas de pronósticos, de acuerdo al punto 2.3 de este proyecto, es importante que los datos sean confiables y que la información recolectada tenga sentido, ya que si no el método elegido no trabajará de la manera correcta. A continuación en la tabla No 5, se puede observar la demanda total histórica por mes y año que se ha tenido en el modelo 2027-SM:

# Sem	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	3
	Enero	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2013	228,500	228,500	290,000	526,588	471,000	322,500	211,000	218,000	260,925	150,845	221,535	376,080
2014	228,967	561,000	714,262	532,500	999,500	1,069,945	544,555	390,720	220,045	134,000	137,325	84,530
2015	237,520	239,500	624,500	298,180	249,065	352,600	367,555	211,600	59,000	60,250	87,000	147,000
2016	149,010	166,115	264,500	194,450	231,040	528,630	261,000	167,250	97,000	191,500	258,100	207,050

Tabla 5: Ventas en Unidades Mensuales Año 2013-2016

Fuente: Trimpot Electronicas LTDA.

Esta información son las ventas totales por mes y año desde el 2013 hasta el 2016. Sin embargo, y como se mencionó en la Tabla No1, cada mes tiene un número de semanas, que cambiaría dependiendo del mes. Como en este proyecto se va a trabajar en tasas semanales del mes, se descompone el comportamiento semanal de acuerdo al mes y número de semanas que contenga, obteniendo la siguiente información en la tabla No 6:

	Enero	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
2013	57,125	57,125	58,000	131,647	117,750	64,500	52,750	54,500	52,185	37,711	55,384	125,360
2014	57,242	140,250	142,852	133,125	249,875	213,989	136,139	97,680	44,009	33,500	34,331	28,177
2015	59,380	59,875	124,900	74,545	62,266	70,520	91,889	52,900	11,800	15,063	21,750	49,000
2016	37,253	41,529	52,900	48,613	57,760	105,726	65,250	41,813	19,400	47,875	64,525	69,017

Tabla 6: Ventas en Unidades Semanales Año 2013-2016

Fuente: Trimpot Electronicas LTDA.

Con esta información se alimentan los métodos a utilizar, y de acuerdo al pronóstico que nos arroje cada método, corresponderá a la tasa semanal de dicho mes.

4.4 Desarrollo de prototipo

Como se ha visto en puntos anteriores, existen 2 tipos de técnicas a la hora de escoger cómo realizar un pronóstico:

1. Las técnicas causales.
2. Las técnicas de series de tiempo.

4.4.1 Análisis con la técnica causal

Básicamente, las técnicas determinísticas son aquellas que identifican si existen relación entre las variables e influyen unas sobre las otras, a esto también se le conocen como causales. Por lo tanto, lo primero que se determinará para así desarrollar el prototipo, es revisar si el comportamiento de los datos para el modelo 2027-SM durante los meses del año 2016, tienen correlación con los datos y así probar si se pueden usar técnicas causales.

Primeramente, se muestran los datos en la tabla No 7, con las ventas del año 2016 por semana y por mes.

Mes del 2016	Ventas en Unidades
Enero	37,253
Febrero	41,529
Marzo	52,900
Abril	48,613
Mayo	57,760
Junio	105,726
Julio	65,250
Agosto	41,813
Septiembre	19,400
Octubre	47,875
Noviembre	64,525
Diciembre	69,017

Tabla 7: Ventas en Unidades del 2016 Mod 2016

Fuente: Trimpt Electronics LTDA.

Para poder observar los datos de una forma visual más rápida, se grafican dichas ventas en unidades en el gráfico No4 que a continuación se muestra:

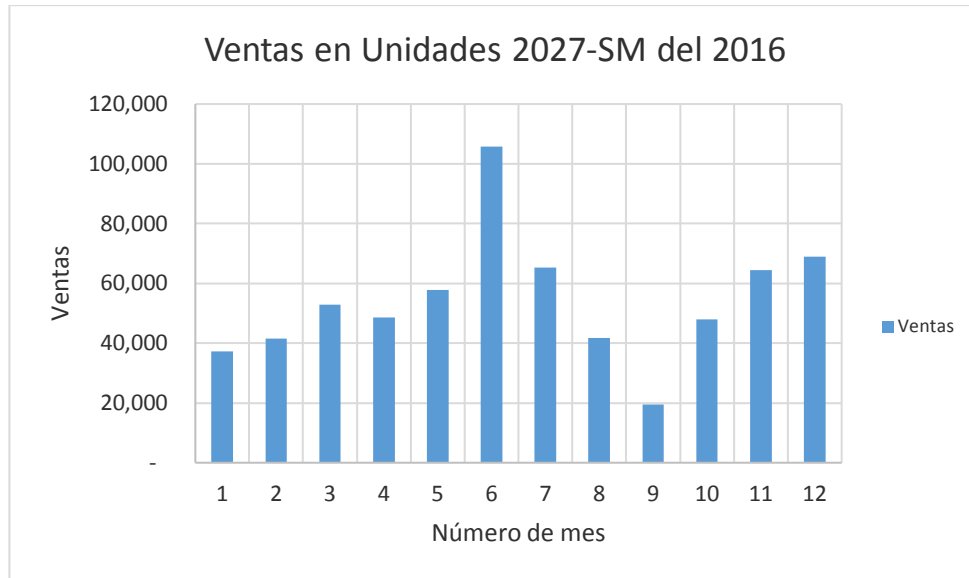


Grafico 4: *Ventas en unidades modelo 2027-SM año 2016*

Fuente: Trimpot Electronicas LTDA

Por ello, para determinar si existe correlación en los datos, y si se puede hacer uso de una técnica causal, es necesario graficar la dispersión de los datos, que se muestra en el gráfico No5:

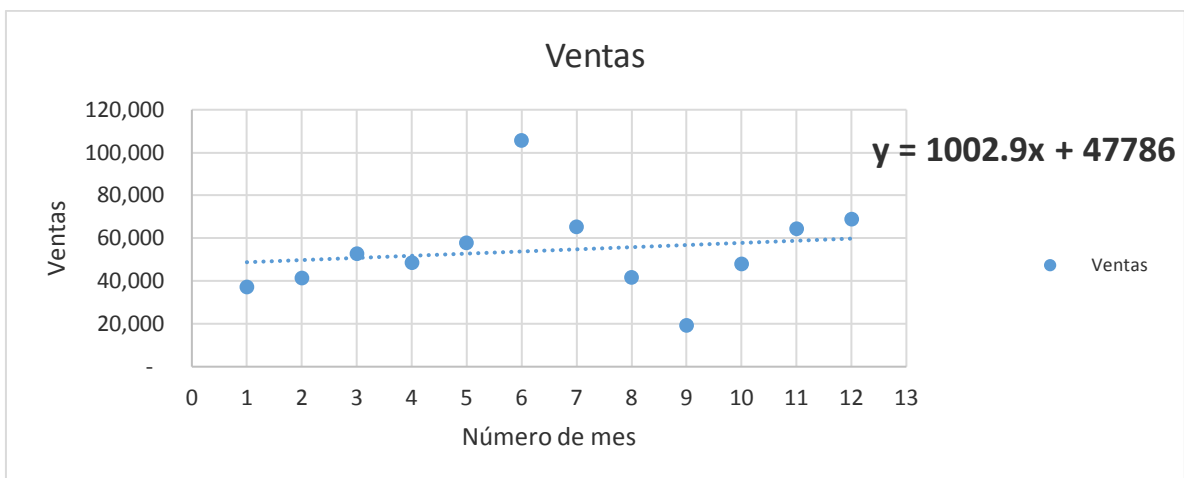


Grafico 5: *Dispersión de los datos 2027-SM*

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el gráfico No 4, existe gran dispersión en los datos y esto no es bueno cuando se quiere usar una técnica causal, ya que no existe una relación clara entre los datos independientes.

Sin embargo, para confirmar objetivamente que una técnica causal no es aplicable en este caso, podemos hacer cálculo del R2, que es el coeficiente de determinación en una regresión lineal. Si R2 es un número cercano a 0, significa que no existe correlación en los datos y por lo tanto una técnica causal no es aplicable en este caso.

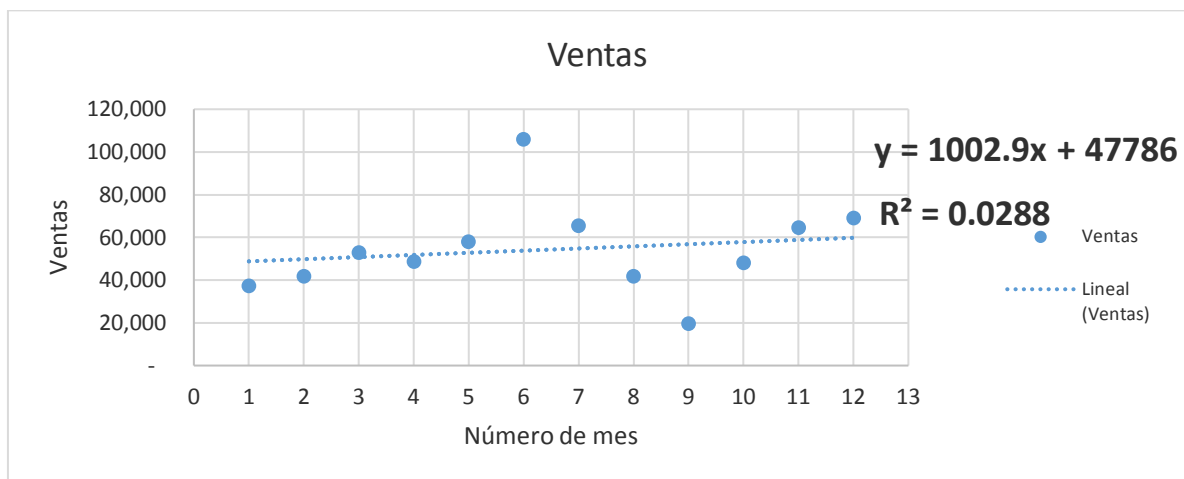


Gráfico 6: Cálculo de R2 de 2027-SM

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico No 6 se puede apreciar que al calcular el R2 por medio de la herramienta Excel, el cálculo obtenido es 0.0288, lo que es prácticamente 0. Esto significa que una técnica causal no se puede usar para el tipo de datos que se maneja y su comportamiento.

Partiendo de la información anterior, se puede apoyar la teoría de que una técnica estadística es más apropiada en este caso, y es necesario hacer el análisis usando los métodos más apropiados comparando unos con otros. Se debe de recordar que a la hora de elegir un método apropiado, es importante la intuición del pronosticador y apoyar la información arrojada a sus conocimientos adquiridos a lo largo del tiempo.

4.4.2 Análisis con la técnica series de tiempo

A diferencia de la técnica causal, la técnica estadística se enfoca completamente en patrones, cambios en los patrones y perturbaciones causadas por influencias aleatorias. Por lo tanto, al descartar que no hay correlación en los datos, y que se debe trabajar en una técnica estadística, es importante identificar los datos y el comportamiento que estos puedan presentar.

A continuación se analiza el comportamiento de los datos de los últimos 5 años, que contiene los datos en unidades de las ventas organizadas por mes y año:

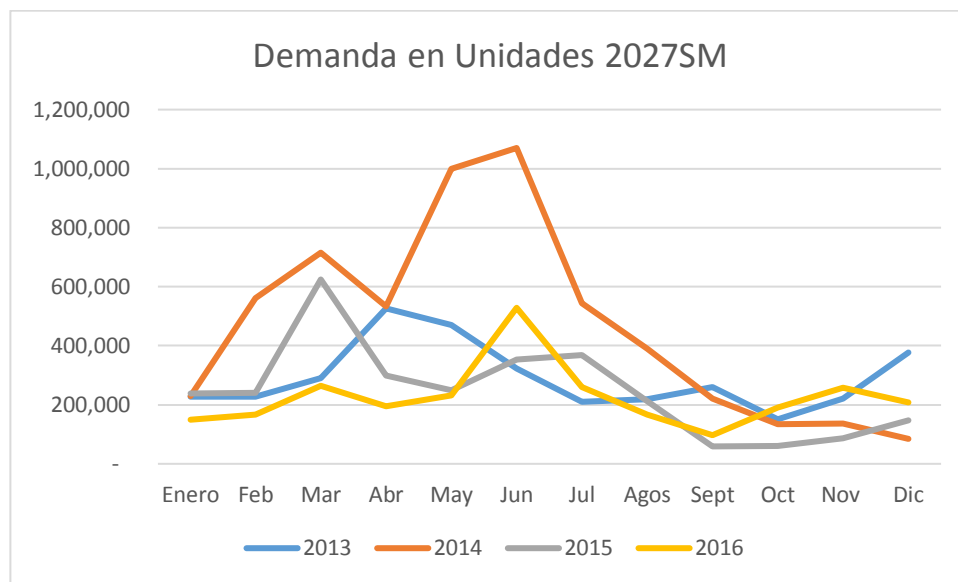


Grafico 7: Demanda en Unidades Modelo 2027-SM

Fuente: Trimpot Electronicas LTDA

Entonces, observando el gráfico No 7, una técnica de series de tiempo es bastante recomendada en este caso, dado que al graficar los datos, se puede reconocer un patrón de estacionalidad que se incrementa cada 6 meses, existiendo un patrón de cambio que se repite a sí mismo año tras año. También, que al no ser a la misma magnitud el comportamiento, es mejor hacer uso de técnicas de series de tiempo y no causales. Por lo tanto, se va a trabajar en los métodos más habituales de pronóstico que se pueden utilizar para la técnica estadística.

Capítulo V: Diseño y desarrollo

5.1 Selección de la propuesta

Como se detalló en el capítulo anterior, una técnica causal no es recomendable en este tipo de comportamiento de datos, por lo que la propuesta es trabajar una técnica estadística, y tomando en cuenta los métodos más comunes, se va a determinar por medio de la hoja de cálculo de Excel, cuál método es el mejor de acuerdo al comportamiento de los datos y así tomar las decisiones respectivas.

Como se puede observar en la figura No7, la hoja de cálculo tiene agrupado en diferentes pestañas cada uno de los métodos, y al final un resumen para poder determinar el mejor pronóstico.

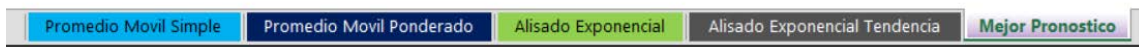


Figura 7: Pestañas de Hoja de Excel

Fuente: Elaboración Propia

Como parte de este proyecto, se han elegido cuatro tipos de métodos que están dentro de la categoría estadísticos, los cuales son:

1. Promedio móvil simple.
2. Promedio móvil ponderado.
3. Alisado exponencial.
4. Alisado exponencial con tendencia.

Tomando en cuenta cada método, y sus respectivas fórmulas, se ha creado una hoja de cálculo de Excel que calculará las diferentes variables necesarias para determinar el pronóstico, y a su vez determinar el porcentaje de error estimado para cada uno. Se va a presentar el detalle de cada uno de los cuatro métodos, explicando cómo se va a trabajar en la hoja de cálculo.

5.1.1 Promedio móvil simple

Este tipo de método considera el promedio de los periodos anteriores sin hacer cálculos tan sofisticados. En la hoja de cálculo de Excel diseñada, se podrá elegir el número de periodos hacia atrás con los que se quiere promediar y así tomar

dicho resultado como el pronóstico. A continuación se va a ilustrar el diseño de la hoja de cálculo de Excel y sus diferentes informaciones:

Como este, y cada uno de los demás métodos, se dan características similares como:

- **Desviación absoluta de la media:** Importante para conocer la magnitud de los errores del pronóstico (Valores absolutos de cada error).
- **Error medio cuadrado:** Esta información es una penalización de los errores mayores de pronóstico, ya que eleva cada uno al cuadrado.
- **Error de unidades:** Este dato se toma considerando el porcentaje de error real contra el pronóstico del siguiente mes.
- **Meses error real:** Este dato queda a juicio del pronosticador y toma los siguientes rangos: 12 meses, 6 meses o 3 meses. La hoja de cálculo hace tomar al pronosticar una decisión sobre cuál dato requiere ver.
- **PEMA (Porcentaje de Error Medio Absoluto) Últimos 3 meses:** Como parte de la naturaleza de un pronóstico estadístico, tomar 3 meses hacia atrás es prudente, pues es el pasado que se asemeja más a la realidad. El PEMA a diferencia del “Meses Error Real”, es un valor absoluto y no toma las desviaciones negativas del pronóstico.
- **Exactitud pronóstico:** Es el dato que muestra la exactitud del pronóstico contra el real, y se convierte es un dato de juicio para el pronosticador a la hora de tomar la decisión entre un método u otro. Este dato se toma del promedio de los últimos 12 periodos
- **Periodo:** El periodo, que en este caso, y con los datos que se utilizarán del 2013-SM, empieza desde enero del año 2013 y termina en marzo del 2017 (este último dato se refiere al pronóstico realizado por el procedimiento normal del pronosticador).
- **Actual:** Es el dato real de las ventas realizadas en el periodo.

- **Pronóstico:** Es el dato del pronóstico que calcula el método de acuerdo a las fórmulas que establezca el método.
- **Error:** Es el error absoluto del pronóstico del periodo.
- **% Error:** Es el error real del periodo.
- **Gráfico:** Muestra los datos de forma lineal comparando el real contra el pronóstico. Es fácil y rápido de observar, para saber qué tan confiable se vuelve el cálculo, y si se aleja o acerca de la realidad. Se puede observar un ejemplo claro de lo anterior en el siguiente gráfico:

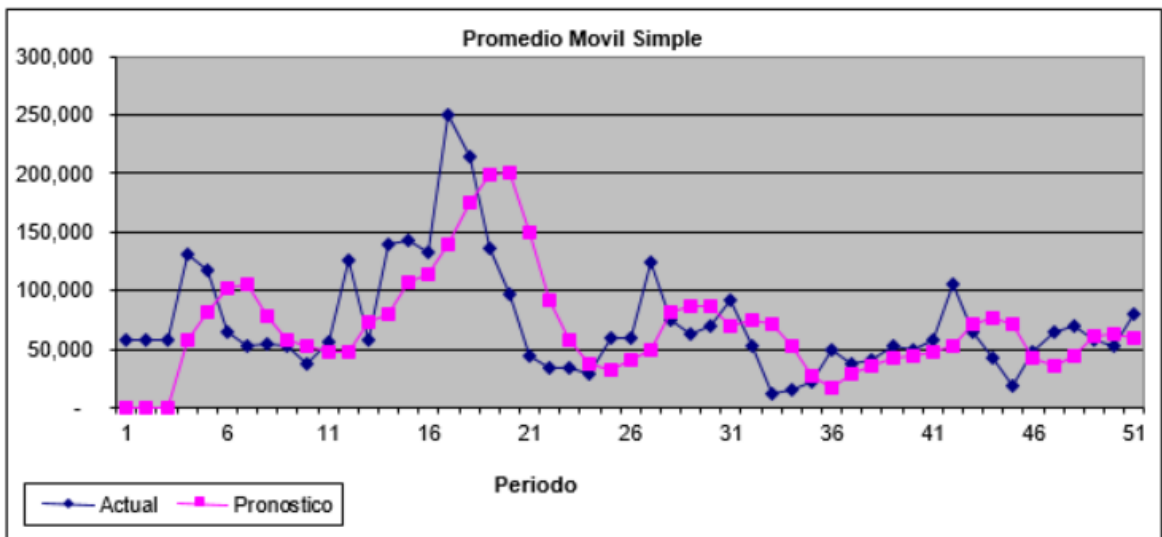


Grafico 8: Gráfico de Promedio Móvil Simple

Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado en la figura No8, se observa cómo será el aspecto de la hoja de cálculo de promedio móvil simple.

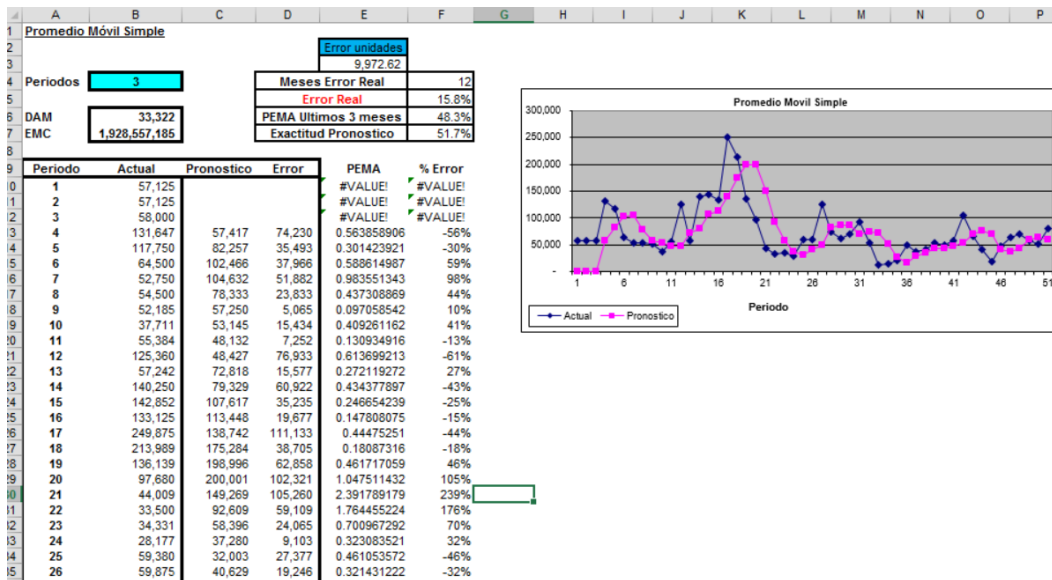


Figura 8: Hoja de Cálculo Promedio Móvil Simple

Fuente: Elaboración Propia

Para esta hoja, el cálculo del pronóstico se puede ver en la celda C61, como se muestra en la figura No9:

45	19,400	70,930	51,530	2.656159794	266%
46	47,875	42,154	5,721	0.119495213	-12%
47	64,525	36,363	28,163	0.436458737	-44%
48	69,017	43,933	25,083	0.363438783	-36%
49	57,250	60,472	3,222	0.056283358	6%
50	51,938	63,597	11,660	0.224495253	22%
51	80,000	59,401	20,599	0.257482639	-26%
52	-	63,063	63,063	#DIV/0!	#DIV/0!

Figura 9: Calculo del Pronóstico Promedio Móvil Simple

Fuente: Elaboración Propia

Tal y como se muestra en la figura No 9, el pronóstico para el mes de abril es de 63,000 unidades aproximadamente. Más adelante se comparará qué tan confiable se vuelve este pronóstico. A continuación se explica cómo se hace el cálculo:

1. **Elección del periodo:** En esta hoja de cálculo se tendrá una opción en la celda B4 que es importante determinar. Con esta hoja, se podrá definir cuántos periodos se desea que promedie hacia atrás, y dicho promedio de acuerdo a ese número de periodos, corresponderá al pronóstico.

	A	B	C
1	Promedio Móvil Simple		
2			
3			
4	Periodos	3	
5			

Figura 10: Determinación No Periodos Promedio Móvil Simple

Fuente: Elaboración Propia

2. **Pronóstico:** Una vez determinado el número de periodos, obtendremos el pronóstico como se aprecia en la figura No 9.

5.1.2 Promedio móvil ponderado

Este método es similar el promedio móvil simple, con la diferencia que solo toma los 3 últimos periodos por defecto, realizándose una ponderación a cada periodo, es decir, asignando los pesos respectivos de acuerdo al grado de importancia que el pronosticador así lo requiera. Es importante destacar que no existe un método para identificar el peso para cada mes, queda a criterio del pronosticador.

Como se puede observar en la figura No11, el aspecto que tendrá la hoja de cálculo de este método:

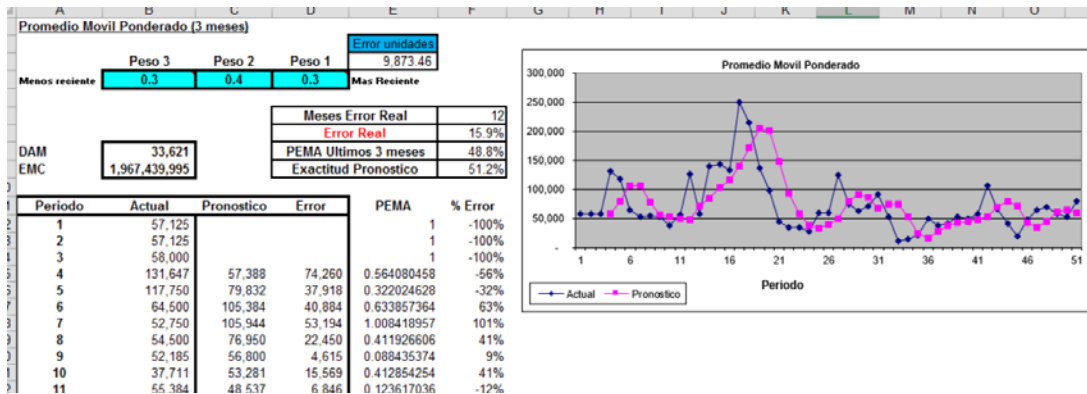


Figura 11: Hoja de Cálculo Promedio Móvil Ponderado

Fuente: Elaboración Propia

Para poder hacer uso de este método, es importante tomar en cuenta las diferentes variables que contiene:

1. **Pesos:** En las celdas B4, C4 y D4, se colocarán los pesos a cada periodo de los últimos 3 meses, empezando por el menos reciente hasta el más reciente. La suma de estos 3 pesos debe sumar 1, es importante destacar que no existe fórmulas para determinar estos pesos, se hace a criterio del pronosticador.

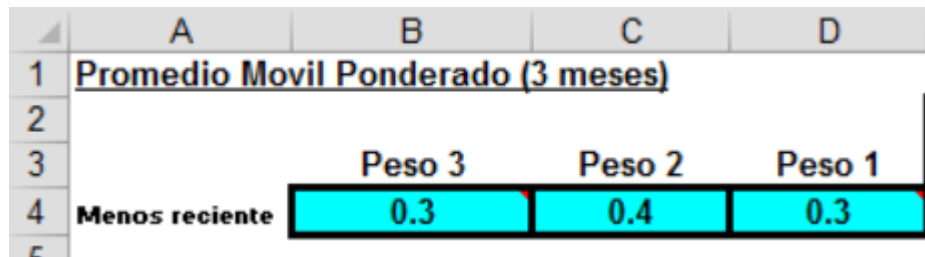


Figura 12: Determinación Ponderaciones Promedio Móvil Ponderado

Fuente: Elaboración Propia

2. **Pronóstico:** Obtendremos el pronóstico en la celda C63, tomando en cuenta los datos de los últimos 3 meses, pero asignando pesos a cada mes de acuerdo a lo establecido en la figura No13.

	A	B	C	D	E	F	G
55	44	41,813	79,193	37,381	0.894012556	89%	
56	45	19,400	70,362	50,962	2.626884021	263%	
57	46	47,875	42,120	5,755	0.120208877	-12%	
58	47	64,525	34,666	29,859	0.462746997	-46%	
59	48	69,017	44,328	24,689	0.357727602	-36%	
60	49	57,250	60,878	3,628	0.063362445	6%	
61	50	51,938	64,139	12,202	0.234929803	23%	
62	51	80,000	59,186	20,814	0.260171875	-26%	
63	52	-	61,950	61,950	#DIV/0!		

Figura 13: Cálculo del Pronóstico Promedio Móvil Ponderado

Fuente: Elaboración Propia

5.1.3 Alisado exponencial

Este método toma en cuenta el error del pronóstico del periodo anterior, y lo considera para realizar el pronóstico del periodo posterior. El formato que tendrá la hoja de cálculo se puede observar en la figura No14:

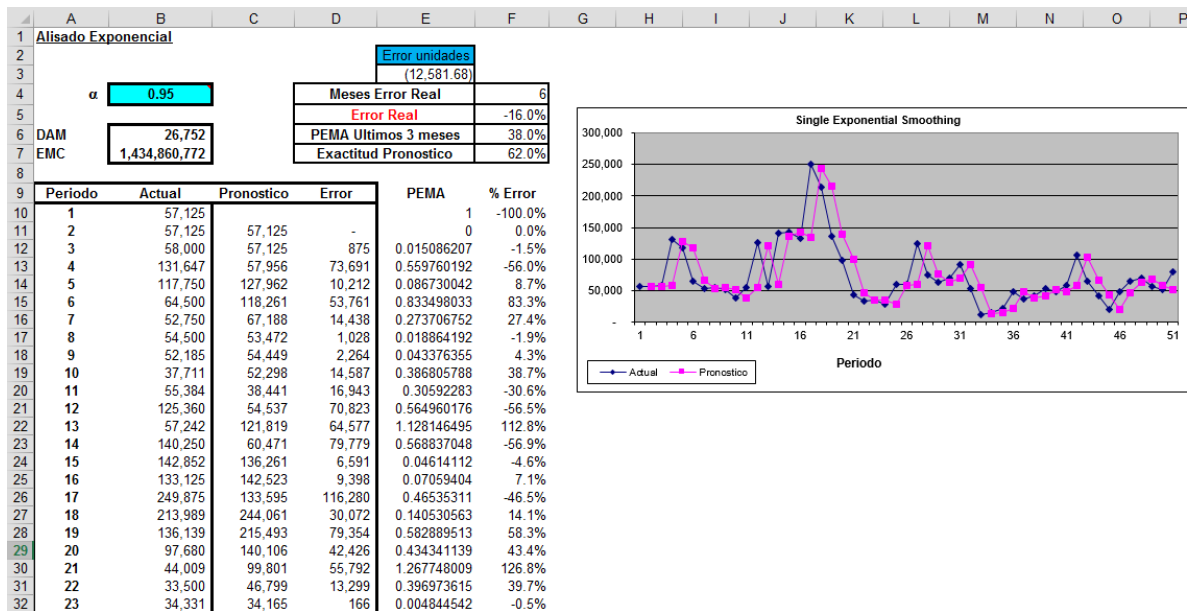


Figura 14: Hoja de Cálculo Alisado Exponencial

Fuente: Elaboración Propia

- **Alfa α :** Dentro de este método, existe una variable que no se considera en los otros métodos propuestos, y es el alfa α , que muestra el nivel de alisado con el que se considerará el error del pronóstico anterior. Como se puede observar en la figura No15, se colocará este dato en la celda B4. Para asignarlo, no existe una regla específica para determinarlo, depende de la intuición del pronosticador y lo que considere que deba alisarse.

	A	B	C
1	<u>Alisado Exponencial</u>		
2			
3			
4	α	0.95	
5			

Figura 15: Determinación Variable Alfa Alisado Exponencial

Fuente: Elaboración Propia

- **Pronóstico:** Luego de haber asignado el componente alfa α , el método va a mostrar el pronóstico para el siguiente mes, como se puede ver en la figura No16 en la celda C61:

	A	B	C	D	E	F	G
55	46	47,875	20,584	27,291	0.570047506	-57.0%	
56	47	64,525	46,510	18,015	0.279187156	-27.9%	
57	48	69,017	63,624	5,392	0.078131769	-7.8%	
58	49	57,250	68,747	11,497	0.200821781	20.1%	
59	50	51,938	57,825	5,887	0.113354558	11.3%	
60	51	80,000	52,232	27,768	0.347101655	-34.7%	
61	52		78,612		#DIV/0!	#DIV/0!	
62							

Figura 16: Cálculo Pronóstico Alisado Exponencial

Fuente: Elaboración Propia

5.1.4 Alisado exponencial con tendencia

Como se menciona en otro capítulo, este método considera tendencias de periodos anteriores, y además necesita de dos variables: alfa α y beta β . En la figura No17, se observa el formato de la hoja de cálculo:

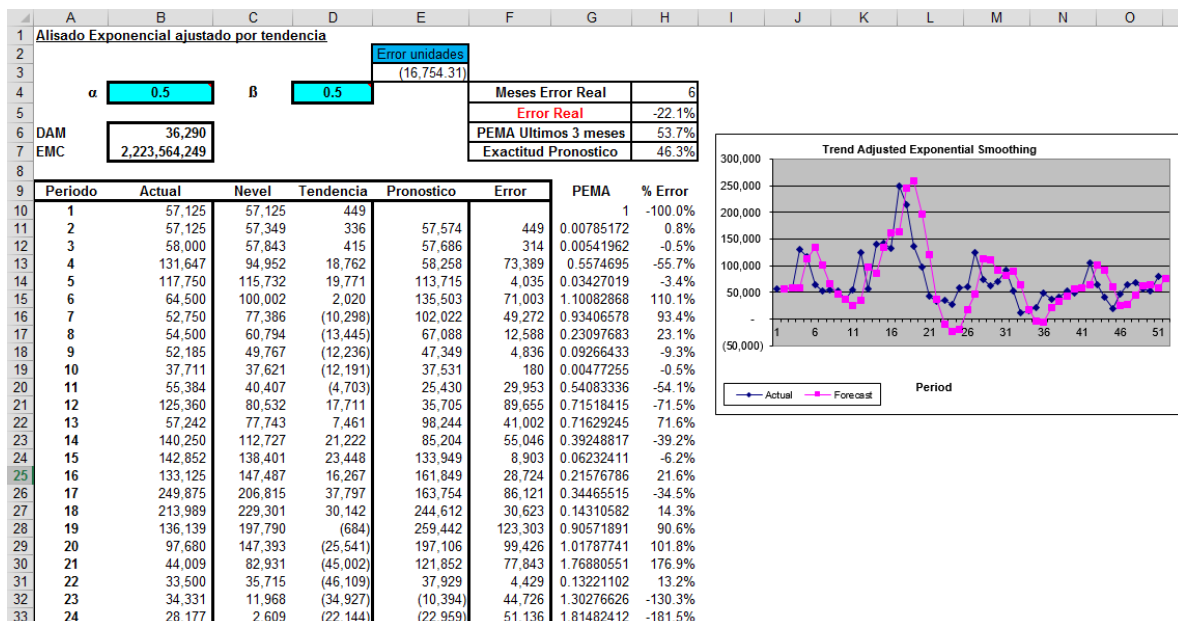


Figura 17: Hoja de Cálculo Alisado Exponencial por Tendencia

Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado es importante explicar las dos variables que el pronosticador debe de utilizar con dicho método, las cuales son la Alfa α y la Beta β y con ello destacar que no existen reglas para asignar este dato, viene a ser dado por la intuición del pronosticador.

- **Alfa α :** Esta variable va a ser el nivel de alisado y rapidez de reacción que se le dará al error del pronóstico anterior. Este dato será colocado como se observa en la figura No18 en la celda B4 :

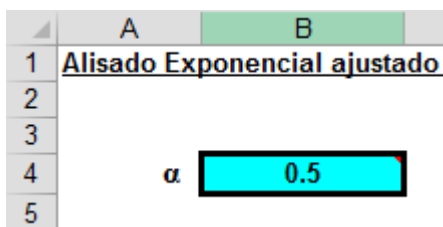


Figura 18: Determinación Alfa Alisado Exponencial por Tendencia

Fuente: Elaboración Propia

- **Beta β** : Esta variable reduce el impacto del error del pronóstico anterior. Este dato se colocará como se observa en la figura No19 en la celda D4.

	A	B	C	D
1	Alisado Exponencial ajustado por tendencia			
2				
3				
4	α	0.5	β	0.5
5				
6	DAM	36,290		
7	EMC	2,223,564,249		
8				

Figura 19: Determinación Beta Alisado Exponencial por Tendencia

Fuente: Elaboración Propia

5.1.5 Mejor pronóstico

Cada método en esta hoja de cálculo contendrá la exactitud del pronóstico, por lo que eso ayudará a comparar cada método y elegir el que mayor exactitud contenga. Por lo cual se crea una hoja final que junta estos 4 datos de cada método y ayuda a obtener de forma más rápida la decisión, como se observa en la figura No20:

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3		Exactitud Técnicas Estadísticas					
4		Promedio Móvil Simple	52%				
5		Promedio Móvil Ponderado	51%				
6		Alisado Exponencial	62%	X			
7		Alisado Exponencial Tendencia	46%				
8							

Figura 20: Elección Mejor Método de Pronóstico

Fuente: Elaboración Propia

En este caso, se puede determinar que el método con mejor exactitud es el alisado exponencial. Se ha diseñado la hoja de cálculo para que el pronosticador tome la decisión colocando una "X" en la misma. En dicha celda se ha puesto además el comentario para que el pronosticador coloque dicha "X", como se observa en la figura No21:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3			Exactitud Técnicas Estadísticas							
4			Promedio Móvil Simple		52%					
5			Promedio Móvil Ponderado		51%					
6			Alisado Exponencial		62%	X				
7			Alisado Exponencial Tendencia		46%					
8										

Rafael Luna:
 Marcar con X la mejor opcion

Figura 21: Instrucción para elegir Mejor Método de Pronóstico

Fuente: Elaboración Propia

Esta hoja de cálculo se verá de forma completa en la figura No22:

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3			Exactitud Técnicas Estadísticas				
4			Promedio Móvil Simple	52%			
5			Promedio Móvil Ponderado	51%			
6			Alisado Exponencial	62%	X		
7			Alisado Exponencial Tendencia	46%			
8							
9			Costo Unitario	\$ 0.197			
10			Valor Unitario	\$ 0.234			
11							
12			Aumento Inventario				
13			Perdidas Ventas	\$ (11,791)			
14							
15			Error 12 meses				
16			Error 6 meses	X			
17			Error 3 meses				
18							
19							
20							
21							

Figura 22: Hoja de Cálculo Elección Mejor Método de Pronóstico

Fuente: Elaboración Propia

Además se presentará otra información que a continuación se detallará:

- **Costo unitario:** Ese dato es el costo unitario del modelo, que más adelante va a servir para conocer en cuánto se incrementaría el inventario de acuerdo al error del pronóstico. Es decir, si el pronóstico consideró unas ventas que no se dieron, sería la producción realizada que quedará en el inventario.

- **Valor unitario:** Este dato es el valor unitario del modelo, que más adelante va a servir para conocer el impacto que se tendría al no vender piezas por un mal pronóstico. Es decir, si el pronóstico consideró menos ventas de las que realmente se tenían que dar, se perderán ventas más adelante con el pronóstico que se realice.
- **Aumento Inventario:** Se ha creado una fórmula para esta celda, que hace un cálculo considerando: el tipo de método elegido, el porcentaje de error real de ese método y el pronóstico que arrojó. Si el pronóstico tiene error positivo, va a tomar el costo unitario y calculará en cuánto se incrementaría el inventario. En la figura No 23 se observa la fórmula para esta celda:

```
=IF($F$4="X",IF("Promedio Movil Simple"!$F$5>0,"Mejor Pronostico"!D9**Promedio Movil Simple"!$E$3,""),IF($F$5="X",IF("Promedio Movil Ponderado"!$F$7>0,"Mejor Pronostico"!D9**Promedio Movil Ponderado"!$E$3,""),IF($F$6="X",IF("Alisado Exponencial"!$F$5>0,"Mejor Pronostico"!D9**Alisado Exponencial"!$E$3,""),IF($F$7="X",IF("Alisado Exponencial Tendencia"!$H$5>0,"Mejor Pronostico"!D9**Alisado Exponencial Tendencia"!$E$3,""))))
```

Figura 23: Fórmula para Cálculo de Aumento Inventario

Fuente: Elaboración Propia

- **Pérdida ventas:** Este cálculo es similar al punto anteriormente mencionado, con la diferencia de que si el método tiene error negativo, va a tomar el valor unitario y calculará el valor de ventas que perderíamos con dicho método. En la figura No 24 se observa la fórmula para esta celda:

```
=IF($F$4="X",IF("Promedio Movil Simple"!$F$5<0,"Mejor Pronostico"!D10**Promedio Movil Simple"!$E$3,""),IF($F$5="X",IF("Promedio Movil Ponderado"!$F$7<0,"Mejor Pronostico"!D10**Promedio Movil Ponderado"!$E$3,""),IF($F$6="X",IF("Alisado Exponencial"!$F$5<0,"Mejor Pronostico"!D10**Alisado Exponencial"!$E$3,""),IF($F$7="X",IF("Alisado Exponencial Tendencia"!$H$5<0,"Mejor Pronostico"!D10**Alisado Exponencial Tendencia"!$E$3,""))))
```

Figura 24: Fórmula para Cálculo de Pérdida de Ventas

Fuente: Elaboración Propia

- **Error 12, 6 y 3 meses:** Finalmente el pronosticador tendrá un cuadro en el que podrá observar el funcionamiento del método, ya que el mismo le permitirá revisar el error real de los 12, 6 o 3 meses anteriores y de ahí calcular el impacto en inventarios o ventas. Para comprender lo anterior se utilizará el mismo ejemplo de la figura No 22, donde se muestra una pérdida de ventas de -\$2,948 tomando el error de los últimos 3 meses. Ahora se calculará este dato, pero eligiendo verlo con el error de los últimos 6 meses, como se observa en la figura No 25:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3			Exactitud Técnicas Estadísticas					
4			Promedio Móvil Simple		52%			
5			Promedio Móvil Ponderado		51%			
6			Alisado Exponencial		62%	X		
7			Alisado Exponencial Tendencia		46%			
8								
9			Costo Unitario		\$ 0.197			
10			Valor Unitario		\$ 0.234			
11								
12			Aumento Inventario					
13			Perdidas Ventas		\$ (809)			
14								
15			Error 12 meses					
16			Error 6 meses					
17			Error 3 meses		X			
18								
19								
20								
21								

Figura 25: Elección del Rango de Error

Fuente: Elaboración Propia

Eligiendo el error de los últimos 3 meses, el método arroja que la pérdida de ventas sería de apenas -\$809, lo que quiere decir que es un panorama mejor aun cuando se acerca al periodo más reciente.

5.1.6 Herramienta de control

Como parte del control que el pronosticador debe tener, y proporcionar junto con el departamento de planeamiento una información válida y beneficiosa para la

empresa, se ha creado otra hoja de cálculo que ayudará a tomar el pronóstico de ventas y ajustar el pronóstico de producción considerando la realidad de los inventarios para no permitir que se produzca más de lo requerido. Aclarando que el pronóstico que arrojará el método será una herramienta de apoyo para el juicio que tendrá finalmente el pronosticador, sin embargo ya tendrá más bases matemáticas para tomar decisiones y no solo en la intuición y cálculos matemáticos sencillos.

Se irá explicando cada parte de la hoja de cálculo de control realizado y cada una de la información que arroja. Además, en los apéndices se encontrará el manual de procedimientos acerca de cómo proceder a la hoja para realizar el pronóstico.

En la tabla No8 se puede ver el formato que tendrá dicha herramienta, que contendrá la información de los meses en los que se realizó:

MODELO	DESCRIPCION	Total Orden Sin Producir	Tasa de Prod Actual	Semanas	Entradas Diarias	Entradas Semanales
2027SM	2027SM	326,000	80,000	4.08	11,100	55,500
Inv Proyeccion Cierre Marzo	Nuevo Propuesta Tasa Prod	Inv Proyeccion Abril	Semanas Propuesta	Diff		
27,000	70,000	6,500	4.66	(10,000)		
Situacion Actual						
Ordenes Marzo	Inv (EA)	SEM/INV	ORD ABRIL			
249,000	116,000	1.45	189,500			

Tabla 8: Formato Calculo Tasa de Producción

Fuente: Trimpot Electrónicas LTDA.

Es importante destacar que el formato final tiene todas las celdas juntas de izquierda a derecha, pero para efectos de mostrarla en el cuadro en este proyecto, se dividirá en tres secciones llevando el siguiente orden: de izquierda a derecha, y de arriba hacia abajo.

- **Modelo:** Es la primera celda y es importante para precisar el modelo del cual vamos a determinar los cálculos.

- **Descripción:** La descripción del modelo que podría ayudar a obtener información adicional. En este caso es la misma que la del modelo, pero en otros casos sí puede ser útil.
- **Total orden sin producir:** En esta celda se colocará el total de los pedidos que se tiene del día en que se va a realizar el análisis.
- **Tasa de prod actual:** Es la tasa de producción del mes en curso en el momento en el que se realizan los cálculos.
- **Semanas:** Cálculo de la cantidad de semanas de producción que se tienen considerando la cantidad total de pedidos y la tasa de producción actual.
- **Entradas diarias:** Con datos que ya se obtienen en la empresa, se tomará la cantidad en unidades de los pedidos que se reciben por día.
- **Entradas semanales:** Vamos a tomar el dato de entradas diarias y los vamos a multiplicar por cinco dado que la semana de trabajo de la empresa Trimpot Electrónicas tiene 5 días.
- **Inv Proyección cierre marzo:** Ese dato se calcula con una fórmula establecida en la celda que toma: los días pendientes de producción en el momento que se hace el análisis, y resta los pedidos que se tengan en el mes en curso.
- **Nueva Propuesta Tasa Prod:** En esta celda se coloca la nueva propuesta que se estaría haciendo, tomando en cuenta los datos que el método de pronóstico arrojó, y se ajusta a lo que el pronosticador considere necesario en caso que el inventario del mes anterior haya quedado alto.
- **Inv Proyección Abril:** Este dato se calcula con una fórmula de igual forma, que se calcula tomando en cuenta las entradas diarias, las órdenes para dicho mes que ya se tienen en firme, la producción que se tendrá con la nueva propuesta y el inventario del mes anterior que no se exportó,
- **Semanas Propuesta:** Cálculo de la cantidad de semanas de producción que se tendría considerando el total de pedido al día en curso.
- **Diff:** Muestra la diferencia entre la tasa del mes en curso y la nueva propuesta.

- **Ordenes Marzo:** Toma en cuenta el total de órdenes que se tienen para Marzo.
- **Inv (EA):** Toma el total en unidades del inventario del modelo.
- **Sem/Inv:** Muestra el dato de las semanas de inventarios que se tienen de acuerdo a la tasa de producción actual.
- **Ord Abril:** Muestra la información de las órdenes que se tienen para abril, que en este caso es el mes siguiente.

5.2 Costos de Implementación

Para poder desarrollar la propuesta en la empresa Trimpot Electronicas LTDA, no se incurría en ningún costo adicional, dado que se usan las mismas herramientas informáticas actualmente en la empresa, y del mismo tiempo que dispone el pronosticador. El tener una hoja de cálculo ya creada e instruida para que el pronosticador coloque la información, ayudará a que los cálculos se hagan de una forma más rápida y utilice más el tiempo en hacer el análisis de la información obtenida. Sin embargo, si se generarán beneficios económicos para la empresa y lo anterior se detallará a continuación.

Utilizando el análisis del error real realizado en la hoja de cálculo, estos serían los tres diferentes panoramas por cada método:

En la tabla No 9, se observan cuáles serían los datos en dólares \$ con el error a 3 meses:

Metodo	Exactitud	Aumento Inventario	Perdida Ventas	Total
Promedio Móvil Simple	52%	\$ 386	\$ -	\$ 387
Promedio Móvil Ponderado	51%	\$ 620	\$ -	\$ 621
Alisado Exponencial	62%	\$ -	\$ 809	\$ 810
Alisado Exponencial Tendencia	46%	\$ 1,562	\$ -	\$ 1,562

Tabla 9: *Costos con error 3 meses*

Fuente: Trimpot Electronicas LTDA.

Por otro lado, si se realizan los cálculos con el error de los últimos 6 meses se pueden observar los siguientes datos reflejados en la tabla No10:

Metodo	Exactitud	Aumento Inventario	Perdida Ventas	Total
Promedio Móvil Simple	52%	\$ -	\$ 8,827	\$ 8,828
Promedio Móvil Ponderado	51%	\$ -	\$ 8,733	\$ 8,734
Alisado Exponencial	62%	\$ -	\$ 10,791	\$ 10,792
Alisado Exponencial Tendencia	46%	\$ -	\$ 15,702	\$ 15,702

Tabla 10: *Costos con error 6 meses*

Fuente: Trimpot Electronicas LTDA.

Además, en la tabla No11 se puede observar el impacto si se hacen los cálculos con el error de los últimos 12 meses:

Metodo	Exactitud	Aumento Inventario	Perdida Ventas	Total
Promedio Móvil Simple	52%	\$ 7,851	\$ -	\$ 7,852
Promedio Móvil Ponderado	51%	\$ 7,773	\$ -	\$ 7,774
Alisado Exponencial	62%	\$ 4,708	\$ -	\$ 4,709
Alisado Exponencial Tendencia	46%	\$ 11,687	\$ -	\$ 11,687

Tabla 11: *Costos con error 12 meses*

Fuente: Trimpot Electronicas LTDA.

Finalmente, se agruparán todos los totales de cada método, y se observará el impacto en dólares mensual de acuerdo a cada uno en la tabla No12:

Metodo	3 meses	6 meses	12 meses	Total
Promedio Móvil Simple	\$ 387	\$ 8,827	\$ 7,851	\$ 17,065
Promedio Móvil Ponderado	\$ 621	\$ 8,733	\$ 7,773	\$ 17,127
Alisado Exponencial	\$ 810	\$ 10,791	\$ 4,708	\$ 16,309
Alisado Exponencial Tendencia	\$ 152	\$ 15,702	\$ 11,687	\$ 27,541

Tabla 12: *Beneficios mensuales en \$ totales por método*

Fuente: Trimpot Electrónicas LTDA.

La tabla No11 sustenta la información que el alisado exponencial es el método indicado para este modelo, haciendo el cálculo con los 3 panoramas diferentes.

5.2.1 Comparación situación actual vr propuesta

Haciendo el análisis del impacto anual para el modelo 2027-SM, se observa la ganancia que se obtendría en cada caso, tanto en ventas como en inventario, de acuerdo a la exactitud inicial que estaba en 52%, con la nueva exactitud que sería de un 62%. Se puede observar en la tabla No13 el ahorro en dólares:

	Ventas Annual	Error	Ventas	Inventario
Pronostico Actual	2,300,000	1,104,000	\$ 258,336	\$ 217,488
Propuesta	2,300,000	874,000	\$ 204,516	\$ 172,178
		230,000	\$ 53,820	\$ 45,310

Tabla 13: *Mejoras de Implementación*

Fuente: Trimpot Electronicas LTDA.

Con respecto a lo anterior y comparando el método actual y la propuesta que ofrecida, se tendrían 2 panoramas donde la empresa podría reducir considerablemente el riesgo de:

1. Que se puedan vender \$53,820 más.
2. Evitar que el inventario incremente en \$45,310.

Como se ha mencionado anteriormente, cualquier pronóstico tiene un porcentaje de error, sin embargo ayudar a que este error disminuya traerá consigo grandes beneficios a la compañía.

5.3 Descripción de actividades

A continuación se presentará un diagrama de Gantt (Gráfico 9), que muestra cada una de las actividades, con la fecha de Inicio, el número de días que se tomó o se tomará en dicha actividad, y el porcentaje de avance para cada actividad.

Actividad	Fecha Inicio	No Dias	%
Reunión Personal Trimpot	11/25/16	1	100
Cuestionario	11/28/16	5	100
Revisión Metodo Actual	12/5/16	30	100
Reunión Personal Trimpot	1/5/17	1	100
Revisión Puntos de Mejora	1/8/17	7	100
Elección del Método Adecuado	1/25/17	15	100
Pruebas del Método Nuevo	2/10/17	10	100
Construcción Nuevo Proceso	2/20/17	5	100
Implementación Modelo 2027-SM	2/27/17	10	100
Reunión Personal Trimpot	3/10/17	1	100
Implementación Mitad Modelos	3/20/17	30	0
Reunión Personal Trimpot	4/20/17	5	0
Implementación Todos Modelos	5/1/17	30	0
Entrenamiento Macros Excel	6/1/17	30	0
Entrenamiento MiniTab	7/1/17	30	0

Tabla 14: Tabla para Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE GANTT

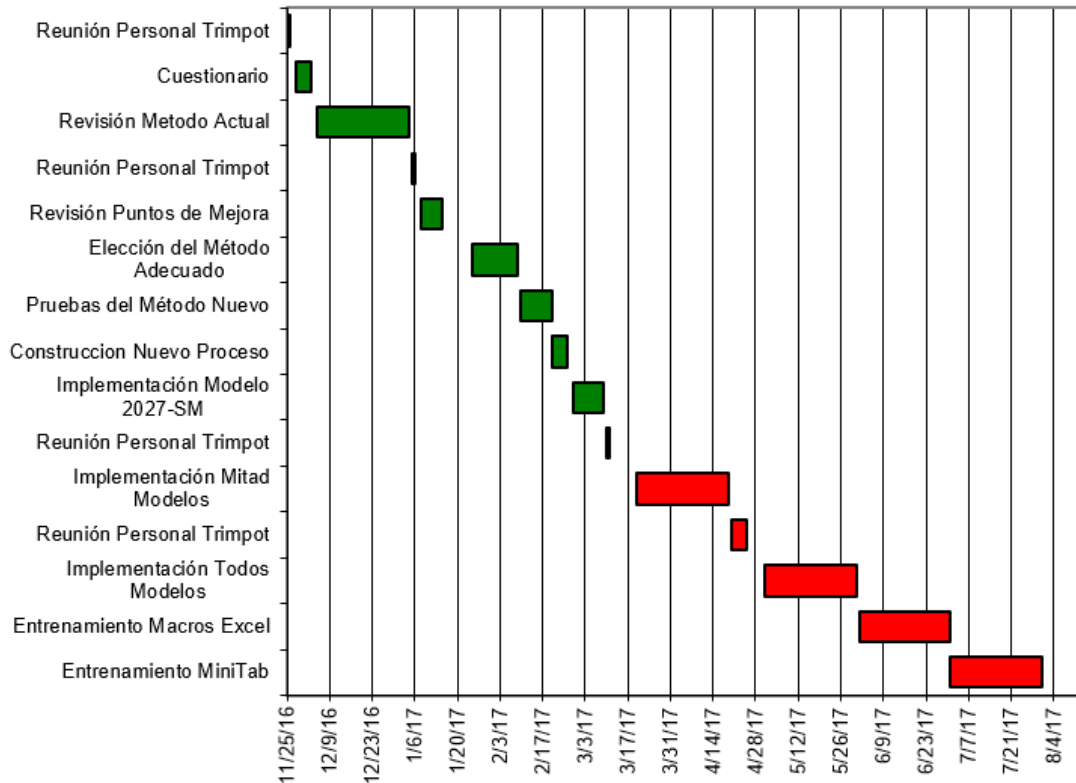


Grafico 9: Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración Propia

En los apéndices se obtendrá la información referente a cada actividad, tanto de las reuniones realizadas en Trimpot, como del cuestionario realizado al pronosticador del área de GDT.

5.4 Plan de Implementación

Como se observa en el gráfico No 8 del punto 5.3, en el diagrama de Gantt, existen varias actividades que aún no se han iniciado, lo que quiere decir que se está realizando un plan de implementación de varias actividades que se considera importante se tomen en cuenta y sean realizadas por la organización con el fin de que este proyecto funcione de una manera óptima y cumpla con sus objetivos. Las principales actividades son:

1. **Implementación de Mitad de los modelos:** En este proyecto se ha trabajado en el modelo 2027-SM e implementado las acciones necesarias para mejorar el método de pronóstico y la exactitud de los datos. Una vez realizado, se propone implementar las mejoras de 4 modelos más, de los 10 modelos en total por implementar.
2. **Reunión Personal de Trimpot:** Una vez que se hace la implementación de la mitad de los modelos, se hace una reunión con el personal de Trimpot para revisar los cambios realizados, los detalles a considerar, y las mejores que se obtendrían de dichos cambios.
3. **Implementación de todos los modelos:** Al tener los cambios implementados en la mitad de los modelos, se continuará en los 5 restantes para tener cubiertos los 5 modelos más importantes del área.
4. **Entrenamiento de Macros Excel:** Como se hace un uso importante de la herramienta Excel, se considera importante un entrenamiento en los macros de Excel para así realizar planillas predeterminadas y que las funciones necesarias para calcular los datos ya se encuentren programadas en las hojas de cálculo. Esto beneficiará en gran manera el conocimiento del pronosticador y lo hará más flexible con la herramienta.
5. **Entrenamiento MiniTab:** Se considera una importante actividad para reforzar el uso de herramientas matemáticas y estadísticas, y así poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la realización del proyecto.

Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

El proceso de elaboración de un nuevo método de pronóstico para la mejora en la exactitud logró reducir la incertidumbre de pronóstico, y amplió mucho más el conocimiento del tema de pronósticos para el área de GDT de Trimpot Electronicas LTDA. Poner en práctica la propuesta brinda una mejora en el manejo de los recursos de la empresa, y da más seguridad a los administradores a la hora de hacer sus presupuestos.

6.2 Recomendaciones

Como parte del proyecto, se detallarán las recomendaciones que se consideran necesarias para la continuidad de la implementación de este proyecta, y el apropiado beneficio que se puede obtener.

- Disponer de más tiempo al pronosticador para ampliar más sus conocimientos en pronósticos.
- Ampliar el rango de comunicación entre pronosticador-cliente, para así conocer más acerca del comportamiento del mercado y las diferentes fluctuaciones que se podrían dar.
- Realizar reuniones periódicas entre los encargados de mantenimiento de equipos y de recursos humanos, para que la información fluya de manera correcta, y se tomen las mejores decisiones basadas en los pronósticos de venta.
- Abrir más el canal de comunicación más directo entre los encargados de ventas y el pronosticador.
- Ofrecer cursos de entrenamiento con los que el pronosticador se pueda especializar más en su área.

- Implementar un sistema de MRP con el fin de asegurar la disponibilidad de los materiales en el período y cantidad requerido.

Referencias Bibliográficas

Arenas, J. (1980). *Fuentes primarias de información*. México: Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.

Chacón, A. (2000). *Fuentes de información*. Argentina: Alfagrama.

Escobar, I. (2011). *Administración de Operaciones 1*. La Paz: Ed. TESOEM.

Hanke, John E. y Wichern, Dean W. (2006). *Pronósticos en los negocios*. Pearson Educación.

Heizer, J. (2006). *Dirección de la Producción y de Operaciones, Decisiones Estratégicas*. Pearson Education, Inc,

Lieberman, H. (1995). *Introducción a la Investigación de Operaciones*.- McGraw-Hill.- 6a.edición.

Saffo, P. (2007). *Seis Reglas para Pronosticar Eficazmente*. Harvard *Business Review* América Latina

Silvestrin, F. (2008). *Introducción general al servicio de consulta*. Bogotá: Universidad de la salle.

Apéndices

Apéndice 1:

A continuación se detallará la información tomada de la reunión con el personal de Trimpot el día 11/25/2016:

Dia	11/25/2016
Hora	10:00 AM
Lugar	Trimpot Electronicas Ltda
No Participantes	2 personas

Notas	Detalle
1	Error de Pronostico Actual GDT
2	Modelo que se podría usar es el 2027-SM
3	El pronosticador es el planeado de la producción al mismo tiempo
4	GDT se ha caracterizado por tener un mal pronóstico
5	Podríamos atacar el 2027-SM y luego implementar más adelante en los demás
6	El plan de negocios espera un 80% de exactitud
7	El pronosticador no tienen un manual de procedimiento específico para realizar el pronostico

Apéndice 2

A partir del 11/28/2016, en un periodo de tiempo de 5 días, se hizo el siguiente cuestionario con el fin de recolectar información necesaria para realizar al proyecto.

1. ¿Cuánto tiempo lleva usted realizando los pronósticos en GDT de Trimpot Electrónicas?

Desde hace ya 3 años.

2. ¿Cuánto tiempo le demora a usted realizar el pronóstico de ventas?

Aproximadamente 2 horas por mes realizar para el pronóstico para toda el área.

3. ¿Cuáles son los softwares que utiliza para poder determinar el pronóstico?

Se utiliza el sistema SAP y Excel.

4. ¿Ha llevado usted cursos sobre cómo determinar el pronóstico de ventas?

En la Universidad llegué a llevar ciertos cursos que tocaban el tema, el problema es que nunca fueron tan profundos como me hubiera gustado por lo que no me considero un experto. También con el paso del tiempo he aprendido de personas con las que me ha tocado trabajar.

5. ¿Hay más personas que validan su información antes de hacerla oficial?

Luego de hacer la propuesta del pronóstico de ventas, se envía esta información por correo a las personas de ventas que trabajan en el exterior y ellos realizan correcciones de ser necesarias. Hay ocasiones en que no se contesta el correo y se hace oficial mi propuesta aunque los de ventas no hayan respondido.

6. ¿Siente usted que la información que los encargados de ventas proporcionan en la revisión sea suficiente?

Ha habido casos donde ellos detallan ciertos comportamientos en la demanda y explican con más profundidad algunos de sus cambios, pero en la mayoría de los casos solo hacen cambios y no explican el por qué.

7. ¿Ha pedido usted explicación a los encargados de ventas cuando no existe información suficiente?

Claro que sí. Se le cuestiona, y en algunos casos se ha determinado que el número colocado no era tan realista y se ajusta al número original propuesto por el planeador.

- 8.** ¿Cree usted que se pueda mejorar el método con el cual se determina el pronóstico de ventas?

Ciertamente la exactitud de estos pronósticos no ha estado muy bien, pues considero que algo podría estar fallando en el método con el que se obtiene el pronóstico, por lo que considero que si se podría mejorar o cambiar.

- 9.** ¿Lleva documentación del por qué el pronóstico de ventas no fue cumplido?

No, en este momento no llevamos ningún reporte donde podamos documentar y mostrar las razones por las que el pronóstico no fue cumplido.

- 10.** ¿Considera importante empezar a documentar las razones del por qué el pronóstico de ventas no se cumplió?

Claro que sí. Poder llevar mes a mes las razones principales hace posible poder identificar incidencias y nos da la oportunidad de analizarlo y eliminarlo de ser posible para que el pronóstico sea cada vez más preciso.

- 11.** ¿Qué otras herramientas sabe utilizar para realizar pronósticos?

Solamente las antes mencionadas, SAP y Excel.

- 12.** ¿Cómo hace básicamente el análisis en SAP y Excel para determinar los pronósticos?

El sistema SAP se utiliza para extraer la información histórica de ventas de periodos anteriores. Excel se utiliza para poder formular los datos tomando los promedios de los últimos 3 meses, y revisando si existen comportamientos que se repiten y así prever algún comportamiento en cierto periodo.

- 13.** ¿Qué otra información se toma en cuenta aparte del análisis histórico?

En algunas ocasiones, si se cuenta con el tiempo para hacerlo, se consulta a algunos clientes con los que tenemos contacto sobre si tienen pronósticos de compras que nos puedan hacer saber, y basado en esas informaciones que en ocasiones recibimos, las tomamos en cuenta en el pronóstico. A su vez, también se consulta al encargado de ventas y de acuerdo a pronósticos que nos dan con anticipación también se toma en cuenta para determinar el pronóstico final de ventas.

- 14.** ¿Qué cosas cambiaría o agregaría usted hoy al método para mejorar la exactitud de pronósticos de ventas?

- Poder tener más acceso a la información de los clientes para ver el comportamiento del mercado en tiempo real, muchas veces se carece de esta información.
- Poder tener más tiempo dedicado para realizar mayores análisis, puesto que el análisis se hace en medio de mucho trabajo y no se toma el tiempo debido para analizar y cuestionar ciertos pronósticos.
- Poder conocer más sobre otros métodos para pronosticar y poder aplicarlos para así determinar cuál es el más indicado.
- Poder documentar las razones principales del por qué no se cumple con el pronóstico y analizarlas, con el fin de corregirlas y hacer más preciso el pronóstico.

15. ¿Ha tenido GDT siempre el problema de una mala exactitud en sus pronósticos de ventas?

Si, lo que pasa es que se ha logrado mejorar mucho con respecto a años anteriores. Sin embargo aún sigue siendo bajo, y con mucha oportunidad de mejora.

16. ¿Por qué se requiere un pronóstico?

Todas las compras de materiales, el requerimiento de personal, planes financieros y revisión de capacidad de planta se hacen basados no solo en la demanda real, sino en la proyección de venta que se tenga.

17. ¿Quién utilizará el pronóstico?

El departamento de compras, finanzas, producción, calidad y manufactura.

18. ¿Cuáles son las características de los datos disponibles para determinar un pronóstico?

Se tomaran datos históricos recolectados de meses anteriores, ordenados por modelos y familias.

19. ¿Qué espacio de tiempo se pronosticará?

De momento la proyección de hace a 3 meses.

20. ¿Cuál es la precisión deseada?

Queremos que llegue a no menos de 60% a un corto plazo.

Apéndice 3

El día 5 de enero del 2017 se tuvo otra reunión con el personal de Trimpot, esta vez con 3 personas, y vimos las siguientes notas:

Dia	1/5/2017
Hora	2:00pm
Lugar	Trimpot Electronicas Ltda
No Participantes	3 personas

Notas	Detalle
1	Diciembre no fue un mes bueno en la exactitud de pronóstico
2	Revisión de los procesos del pronosticador
3	Revisión de los procesos de compras
4	Revision del proceso completo
5	Revisión de datos recopilados de Ventas en Unidades
6	Revisión de datos de numero de semanas por mes
7	Revisión del tiempo de cada proceso
8	Revisión de los impactos por un mal pronóstico

Apéndice 4

El día 10 de marzo del 2017, tuvimos una última reunión para demostrar los datos de nuevo método, y tomamos las siguientes notas:

Dia	3/10/2017
Hora	9:00am
Lugar	Trimpot Electronicas Ltda
No Participantes	2

Notas	Detalle
1	Se muestra una gran mejora en el pronóstico
2	Conocer nuevos métodos es refrescante para el departamento
3	Los datos de comparación son asombrosos
4	Vamos a incorporar esto a cada modelo
5	Caería bien un manual de procedimientos para no brincarse pasos

Apéndice 5

Manual de Procedimiento elaborado para ser implementado en la empresa
Trimpot Electronicas LTDA.

Empresa	Trimpot Electronicas Ltda
Departamento	Planificación de la Producción
Nombre Documento	Manual de Procedimiento Elaboración del Pronóstico

Pasos	Detalle
1	Descargar información histórica desde SAP a Excel
2	Acomodar los datos de forma mensual
3	Descomponer los datos de forma semanal
4	Cargar los datos a la hoja de cálculo de métodos de pronóstico
5	Ajustar las variables de cada método pronóstico
6	Elegir el método más exacto con un X
7	Revisar el impacto a 3, 6 y 12 meses
8	Revisar total de ordenes sin producir
9	Revisar Tasa de Producción Actual
10	Revisar Entradas Semanales
11	Colocar Nueva Propuesta basado en el método de Pronóstico
12	Revisar Ordenes de Mes actual
13	Revisar Inventario Actual
14	Revisar Ordenes de Mes siguiente
15	Revisar el Cierre de Inventario del Mes siguiente
16	Ajustar el Pronóstico de Producción de acuerdo al inventario