



**UNIVERSIDAD DEL SINÚ**

**Elías Bechara Zainúm**

**Seccional Cartagena**

**DISEÑO DE UN PLAN DE APROVISIONAMIENTO Y CONTROL EN LA EMPRESA  
IDEAS METÁLICAS LTDA**

**CARINA MILENA PÁJARO PÉREZ**

**CARMEN TATIANA MENESES ORTIZ**

**DANNA ZEDILEC REVOLLO BLANCO**

**EDUARD ANTONIO SANMARTIN PACHECO**

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

**11 MAYO DE 2019**



**UNIVERSIDAD DEL SINÚ**

**Elías Bechara Zainúm**

**Seccional Cartagena**

**DISEÑO DE UN PLAN DE APROVISIONAMIENTO Y CONTROL EN LA EMPRESA  
IDEAS METÁLICAS LTDA**

**CARINA MILENA PÁJARO PÉREZ**

**CARMEN TATIANA MENESES ORTIZ**

**DANNA ZEDILEC REVOLLO BLANCO**

**EDUARD ANTONIO SANMARTIN PACHECO**

**Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial**

**Asesor disciplinar**

**YUNELLIS BURGOS PEREIRA.**

**Asesor metodológico**

**MARÍA MERCEDES SUÁREZ S.**

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

**11 MAYO DE 2019**

## ACTA DE CALIFICACIÓN Y APROBACIÓN

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

**Director de Escuela**

---

**Director de Investigaciones**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Cartagena de Indias, 11 de mayo de 2019**

Cartagena de Indias, 11 mayo de 2019

**Director**

**OSCAR ANDRÉS ÁNGEL ÁLVAREZ**

Director de la Escuela de Ingeniería Industrial  
Universidad del Sinú

Cordial saludo.

La presente comunicación con el fin de manifestar mi conocimiento y aprobación del trabajo de grado titulado “DISEÑO DE UN PLAN DE APROVISIONAMIENTO Y CONTROL EN LA EMPRESA IDEAS METÁLICAS LTDA”, elaborada por los estudiantes CARMEN TATIANA MENESES ORTIZ identificada con cédula de ciudadanía No. 1.143.390.180 de Cartagena, CARINA MILENA PÁJARO PÉREZ identificada con cédula de ciudadanía de No. 1.047.481.902 de Cartagena, DANNA ZEDILEC REVOLLO BLANCO identificada con cédula de ciudadanía No. 1.143.369.573 de Cartagena, EDUARD ANTONIO SANMARTIN PACHECO identificado con cédula de ciudadanía No. 1.128.048.037 de Cartagena, presentado como requisito para optar al título de Ingeniería Industrial.

Cordialmente,

---

**Asesor del trabajo de grado**

**Cartagena de Indias, 11 mayo de 2019**

**Director**

**OSCAR ANDRÉS ÁNGEL ÁLVAREZ**

Director de la Escuela de Ingeniería Industrial  
Universidad del Sinú

Cordial saludo.

Por medio de la presente se hace entrega oficial del trabajo de grado para optar al título de Ingeniería Industrial titulado “DISEÑO DE UN PLAN DE APROVISIONAMIENTO Y CONTROL EN LA EMPRESA IDEAS METÁLICAS LTDA”, elaborada por los estudiantes: CARMEN TATIANA MENESES ORTIZ identificada con cédula de ciudadanía No. 1.143.390.180 de Cartagena, CARINA MILENA PÁJARO PÉREZ identificada con cédula de ciudadanía de No. 1.047.481.902 de Cartagena, DANNA ZEDILEC REVOLLO BLANCO identificada con cédula de ciudadanía No. 1.143.369.573 de Cartagena, EDUARD ANTONIO SANMARTIN PACHECO identificado con cédula de ciudadanía No. 1.128.048.037 de Cartagena.

---

**Nombre del investigador**

## AGRADECIMIENTOS

Queremos darle infinitas gracias a Dios por su amor maravilloso por darnos fuerzas cuando sentíamos que no lo íbamos a lograr, por siempre mostrarnos el camino correcto para llevar a feliz término este grandioso proyecto, que nos ha permitido crecer de manera personal y profesional.

Nuestro profundo agradecimiento Alba Lucía González Angulo que fue nuestra celestina para que la empresa IDEAS METÁLICAS LTDA. nos abriera las puertas, al Gerente Luis Rueda Pérez que nos facilitó toda la información que necesitamos, con el apoyo de Magola Rueda Pérez auxiliar administrativo y a todos sus operarios que siempre estaban a nuestra disposición cada vez que teníamos dudas, especialmente Hernando Zumbara.

Igual manera gracias a la Universidad del Sinú Elías Bechara Zainum a la facultad de Ingeniería, a la parte administrativa y a todos nuestros docentes especialmente a Yunellis Burgos Pereira nuestra asesora disciplinar y María Mercedes Suárez S. nuestra asesora metodológica, quienes cada día fueron aportando un granito de arena a nuestro crecimiento con cada uno de sus consejos, gracias a ustedes por su paciencia, dedicación y apoyo.

Y finalmente le queremos agradecer a nuestros familiares, amigos, vecinos y compañeros que fueron parte fundamental para la realización de este proyecto, siempre estuvieron aportando su conocimiento y recomendaciones.

## DEDICATORIAS

Quiero dedicar este en proyecto en primer lugar a Dios, por guiarme en el camino y fortalecerme espiritualmente para empezar una vida llena de éxito. A mis compañeros, quienes a través de tiempo fuimos fortaleciendo una amistad y creando una familia, muchas gracias por toda su colaboración. Por último, quiero agradecer a la base de todo, a mi familia, en especial a mis padres, que quienes con sus consejos fueron el motor de arranque y mi constante motivación, muchas gracias por su paciencia, comprensión, y sobre todo por su amor. A mi compañera Carina pájaro por su paciencia, dedicación, motivación y consejos.

**Carmen Tatiana Meneses Ortiz**

Le dedico este logro a Dios que siempre me cuida y me guía en cada uno de mis sueños, mi angelito que me acompaña desde el cielo mi papá Carmelo Enrique Pájaro Arnedo que me dejó su más valioso legado sus convicciones y valores que aprendí con su ejemplo, a mi guerrera de la vida que me ha enseñado que jamás debo rendirme mi mamá Marieth Pérez Brito, mi hermana Lina Marcela Pájaro Pérez que me ha enseñado su tranquilidad y paciencia para hacer las cosas, mi hijo Carmelo Andrés Luna Pájaro que es mi mayor motivación para ser cada día mejor persona y seguir luchando por nuestro propósito, y por ultimo a mis compañeros: Tatiana Meneses, Danna Revollo, Eduard Sanmartín, con quienes empecé esta maravillosa experiencia y los llevare siempre grabados en mi corazón.

**Carina Milena Pájaro Pérez.**

Quiero dedicarle esto a Dios por darme salud y bendición para alcanzar mis metas como persona y profesional, Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar, creyendo en mí y en mis expectativas, y por último dedicarle esto a mi compañera y amiga Carina Milena Pájaro Pérez por ser esa compañera que siempre ha estado ahí con paciencia y consejos.

**Danna Zedilec Revollo Blanco.**

Primero que todo agradezco a Dios el artífice consumidor de la fe de quien se está conmigo en cada paso que doy me fortalece y cuya misericordia nunca quiero se aparte de mi a él le debo todo. Y le dedico a mi madre Nalcira Pacheco Tovar cuyo amor incondicional me ayuda a crecer día a día Ella que siempre ha creído en mi aun cuando yo mismo dudo q lo puedo lograr es mi pilar y mi guía. Tercero a mis compañeras en especial a Carina Milena Pájaro Pérez mi comadre de quien estoy seguro papá Dios me las cruzo en el camino para que me ayudarán y le pido mil bendiciones para ellas y sus familias. Por último, a la universidad del Sinú por abrirme sus puertas para formarme como profesional.

**Eduard Antonio Sanmartín Pacheco.**



## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Listado de productos que ofrece IDEAS METÁLICAS LTDA. ....	8
Tabla 2: Demora en promedio minutos de los tiempos de entrega de pedidos, en las semanas (29 octubre a 10 noviembre 2018).....	12
Tabla 3: Antecedentes. ....	21
Tabla 4 : Relación de Productos con sus referencias. ....	45
Tabla 5: Relación de empresa y los insumos adquiridos. ....	51
Tabla 6: Listado descripción de componentes del árbol de estructura- Ilustración #7. ....	58
Tabla 7: Costo de materia prima e insumos de la demanda del año 2016 al 2018.58	
Tabla 8 : Comparación medición de errores - Promedio Móvil Simple.....	61
Tabla 9: Comparación medición de errores - Promedio Móvil Ponderado. ....	62
Tabla 10: Comparación medición de errores - Suavizamiento exponencial simple.64	
Tabla 11: Comparación de medición de errores / Suavización exponencial doble.65	
Tabla 12:Medición errores de métodos de pronósticos.....	67
Tabla 13: Costo Promedio de la demanda pronosticada del año 2019.....	67
Tabla 14 Modelo de inventario del Mínimo coste unitario (MCU).....	73
Tabla 15: Planificación de requerimiento de materiales con el MCU. ....	74
Tabla 16 Modelo de inventario de algoritmo Silver Meal.....	77
Tabla 17: Planificación de requerimiento de materiales con el Algoritmo Silver – Meal. ....	78
Tabla 18 : Cálculos del Modelo EOQ. ....	79
Tabla 19: Planificación de requerimiento de materiales con el modelo EOQ.....	80
Tabla 20: Comparación de costos entre el modelo MCU y el algoritmo Silver Meal.81	
Tabla 21 Matriz 5 w – 2h. ....	88
Tabla 22: Relación de empresas distribuidoras de productos metálicos en Cartagena. ....	94
Tabla 23: Encuesta. ....	95
Tabla 24: Medición de errores de promedio móvil simple, cuando N=2. ....	98
Tabla 25 : Medición de errores de promedio móvil simple, Cuando N=3. ....	99

Tabla 26: Medición de errores de promedio móvil simple, Cuando $N=4$ . .....	100
Tabla 27 : Medición de errores de promedio móvil simple, Cuando $N=5$ . .....	100
Tabla 28: Medición de errores del promedio móvil ponderado, asignación de ponderación #1. ....	101
Tabla 29 : Medición de errores del promedio móvil ponderado, asignación de ponderación #2. ....	102
Tabla 30: Medición de errores del promedio móvil ponderado, asignación de ponderación #3. ....	103
Tabla 31: Medición de errores del suavizamiento exponencial simple, cuando $\alpha = 0,5$ .....	104
Tabla 32: Medición de errores del suavizamiento exponencial simple, cuando $\alpha = 0,3$ . ....	105
Tabla 33 : Medición de errores del suavizamiento exponencial simple, cuando $\alpha = 0,05$ . ....	106
Tabla 34 : Medición de errores del suavizamiento exponencial doble, cuando $\alpha = 0,5$ y $\delta = 0,5$ . ....	107
Tabla 35 : Medición de errores del suavizamiento exponencial doble, cuando $\alpha = 0,3$ y $\delta = 0,5$ . ....	108
Tabla 36 : Medición de errores del suavizamiento exponencial doble, cuando $\alpha = 0,5$ y $\delta = 0,3$ . ....	109
Tabla 37 : Medición de errores del suavizamiento exponencial doble, cuando $\alpha = 0,2$ y $\delta = 0,1$ . ....	110

## LISTADO DE GRÁFICOS

Gráfico 1 : Tasa de crecimiento anual por actividad económica 2018. ....	4
Gráfico 2: Variaciones totales nacional - mayo (2017-2018).....	4
Gráfico 3: Variaciones de las actividades industriales - mayo 2018.....	5
Gráfico 4: EMM de variación año corrido (%) y contribución, del valor de la producción y ventas, enero-diciembre (2018/2017) y enero-diciembre (2017/2016).....	6
Gráfico 5: Relación de número pedidos incumplidos y cumplidos en los meses (octubre-noviembre). ....	9
Gráfico 6: Relación de porcentaje pedidos incumplidos y cumplidos en los meses (octubre- noviembre). ....	9
Gráfico 7: Demanda de los productos de IDEAS METÁLICAS LTDA. de Julio a diciembre 2018.....	10
Gráfico 8: Gráfico de control del tiempo de espera para la entrega de pedido de la tabla #2. ....	13
Gráfico 9: Ventas de Julio a diciembre 2018.....	46
Gráfico 10: Relación consumo de materia prima del año 2016 al 2018. ....	59
Gráfico 11: Relación consumo de insumos del año 2016 al 2018.....	59
Gráfico 12: Relación de ventas de soporte 40 – 60 de 2016 al 2018, Con línea de tendencia.....	60
Gráfico 13. Demanda pronosticada con método de Pronostico móvil simple.....	62
Gráfico 14: Demanda pronosticada con método de Promedio móvil ponderado. .	63
Gráfico 15: Demanda pronosticada con método de suavización exponencial simple. ....	64
Gráfico 16: Demanda pronosticada con método de suavización exponencial doble.	66

**LISTADO DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1: Diagrama Ishikawa.....	11
Ilustración 2: Ubicación de IDEAS METÁLICAS LTDA., Cartagena.....	41
Ilustración 3: Organigrama de IDEAS METÁLICAS LTDA. ....	44
Ilustración 4: Almacén de productos terminados.....	49
Ilustración 5: Ascensor industrial.....	50
Ilustración 6: Diagrama del Proceso de compras e inventarios.....	52
Ilustración 7 Árbol de estructura del soporte plegable TV 40-60.....	56
Ilustración 8: Propuesta de mejora Diagrama del Proceso de compras e inventarios. .....	85
Ilustración 9: Patrones del comportamiento de la demanda.....	97

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	7
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
2 JUSTIFICACIÓN .....	15
3 OBJETIVOS .....	17
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
4 MARCO REFERENCIAL .....	18
4.1 ANTECEDENTES.....	20
4.2 MARCO TEÓRICO .....	21
4.2.1 GESTIÓN DE APROVISIONAMIENTO.....	21
4.2.2 OBJETIVOS DEL APROVISIONAMIENTO.....	22
4.2.3 NECESIDADES DE APROVISIONAMIENTO .....	23
4.2.4 GESTIÓN DE COMPRAS .....	24
4.2.5 OBJETIVO DE LAS COMPRAS.....	25
4.2.6 EL PROCESO DE COMPRAS.....	27
4.2.7 MÉTODOS DE PRONÓSTICOS CUANTITATIVOS .....	28
4.2.8 MEDICIÓN DE ERROR DE PRONÓSTICO.....	31
4.2.9 PLANIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES.....	32
4.2.10 LISTA DE MATERIALES (BOOM) .....	33
4.2.11 MODELOS DETERMINÍSTICOS DE INVENTARIO .....	34
4.2.12 MATRIZ 5W+2H.....	36
4.3 MARCO CONCEPTUAL .....	37
4.3.1 APROVISIONAMIENTO.....	37
4.3.2 DEPARTAMENTOS DE COMPRAS .....	37
4.3.3 FABRICACIÓN.....	37
4.3.4 STOCK.....	37
4.3.5 PROVEEDORES.....	37

4.3.6	PEDIDO .....	38
4.3.7	COSTE .....	38
4.3.8	INSUMOS.....	38
4.3.9	INVENTARIO .....	38
5	METODOLOGÍA.....	39
5.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	39
5.2	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	39
5.3	VARIABLES A ESTUDIAR .....	40
5.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN A UTILIZAR.....	40
6	GENERALIDADES DE LA EMPRESA IDEAS METÁLICAS LTDA. ....	41
6.1	UBICACIÓN DE LA EMPRESA .....	41
6.2	RESEÑA HISTÓRICA.....	42
6.3	FILOSOFÍA ORGANIZACIONAL .....	43
6.3.1	MISIÓN .....	43
6.3.2	VISIÓN .....	43
6.3.3	ORGANIGRAMA.....	43
6.4	PRODUCTOS Y SERVICIOS .....	45
6.5	CLIENTES ACTUALES .....	47
6.5.1	SEGMENTO DE LOS CLIENTES .....	47
6.6	MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	48
7	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACION ACTUAL.....	49
7.1	DESCRIPCIÓN DEL ALMACEN.....	49
7.2	DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS.....	50
7.3	DESCRIPCIÓN DE LOS INSUMOS .....	51
7.4	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE COMPRAS E INVENTARIO. ....	51
7.5	POLITICAS DE ALMACENAMIENTO.....	52
7.6	COSTOS ACTUALES DE ALMACENAMIENTO .....	54
8	DESARROLLO DE MÉTODOS DE PRONÓSTICOS CUANTITATIVOS PARA ESTIMACIÓN DE CONSUMO MENSUAL .....	55

8.1	ARBOL ESTRUCTURA DEL SOPORTE PLEGABLE DE T.V PLEGABLE	40-60
60	55	
8.2	LISTADO DE MATERIALES Y COSTO POR MATERIAL PARA EL TOTAL DE VENTAS MES A MES POR 3 AÑOS.....	58
8.3	MÉTODOS CUANTITATIVOS DE PRONÓSTICOS APLICADOS .....	60
8.3.1	PROMEDIO MÓVIL SIMPLE.....	61
8.3.2	PROMEDIO MÓVIL PONDERADO.....	62
8.3.3	SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE .....	63
8.3.4	SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL DOBLE O MODELO DE HOLT .....	64
8.4	CÁLCULO DE COSTOS PROMEDIOS HACIENDO USO DEL MÉTODO DE PRONÓSTICO SELECCIONADO. ....	66
9	DESCRIPCIÓN DE VARIABLES Y PARÁMETROS PARA EL DESARROLLO DEL MODELO DE INVENTARIO.....	68
10	DESARROLLO DE LOS MODELOS DE INVENTARIOS.....	70
10.1	DESARROLLO DE MODELO MÍNIMO COSTE UNITARIO (MCU):.....	70
10.2	DESARROLLO DE ALGORITMO SILVER – MEAL .....	75
10.3	CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ) .....	79
11	PLAN DE APROVISIONAMIENTO PARA LA TOMA DE DECISIONES DE COMPRAS E INVENTARIOS EN LA EMPRESA IDEAS METÁLICAS.....	82
11.1	ESTRATEGIA BASADA EN JIT (JUST-IN-TIME).....	82
11.2	PROPUESTA DE MEJORA DEL DIAGRAMA DEL PROCESO DE COMPRAS E INVENTARIOS.....	83
11.3	MATRIZ 5 W – 2H .....	86
12	CONCLUSIÓN .....	89
13	REFERENCIAS.....	91
14	ANEXOS .....	94

## INTRODUCCIÓN

En Colombia, la industria manufacturera ha crecido debido a los acuerdos comerciales establecidos con países como Costa Rica, Corea, Canadá, Chile, Estados Unidos, México, entre otros. Con estos acuerdos, el país ha logrado acceder preferencialmente a más de 1.500 millones de consumidores. Además de esto, la ubicación geográfica también ha hecho que el país se convierta en un centro de distribución y producción de gran importancia para los mercados internacionales. ((CVN), 2018).

Si bien se evidencia que la industria manufacturera ha crecido a nivel país, a nivel de la ciudad de Cartagena, se ha observado que no existen empresas de fabricación como tal, sino que la mercancía que llega a la ciudad viene prefabricada de otras ciudades y en medidas estándar para ser modificadas según las necesidades puntuales de los clientes. Una de las empresas con mayor flujo de mercancía es “ANS Comunicaciones”, empresa ubicada en Bucaramanga y que opera como distribuidor de cerca del 60% de las empresas ubicadas en Cartagena. Estas empresas fabrican y distribuyen productos metálicos, artículos como los soportes para televisión, video beam, racks, etc.

Debido a su actividad económica y la gran demanda que tienen sus productos, en la empresa se están presentando dificultades en su sistema de aprovisionamiento de materias primas, debido a que al aumentar el número de pedidos la empresa no tiene capacidad de reaccionar a dicha demanda porque los materiales de fabricación no llegan a tiempo en ocasiones, lo que conlleva al atraso en la entrega de los pedidos y el aumento en sus costos; por lo que se consideró necesario fortalecer este sistema a través del diseño de un plan que permita la diversificación de los proveedores, el contar

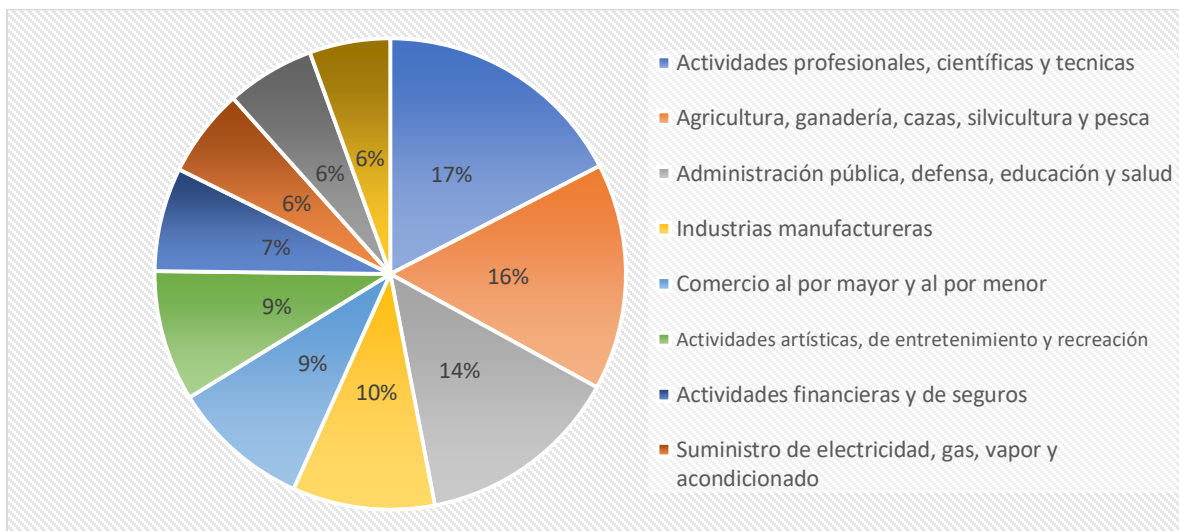


con un stock mínimo de materiales e insumos, que permite la minimización de costos de inventarios, desarrollado un modelo de inventario y aplicando técnicas de Just in time.

## 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Globalización y la tecnología ha generado mucha competitividad en el sector manufacturero especialmente en las Pymes (pequeñas y medianas empresas) dedicadas a la fabricación de productos elaborados de metal, debido a que existe un mercado con un alto nivel de exigencias en los requerimientos de sus pedidos en relación con calidad, precios y tiempos de entregas oportunos. (Networks, 2019)

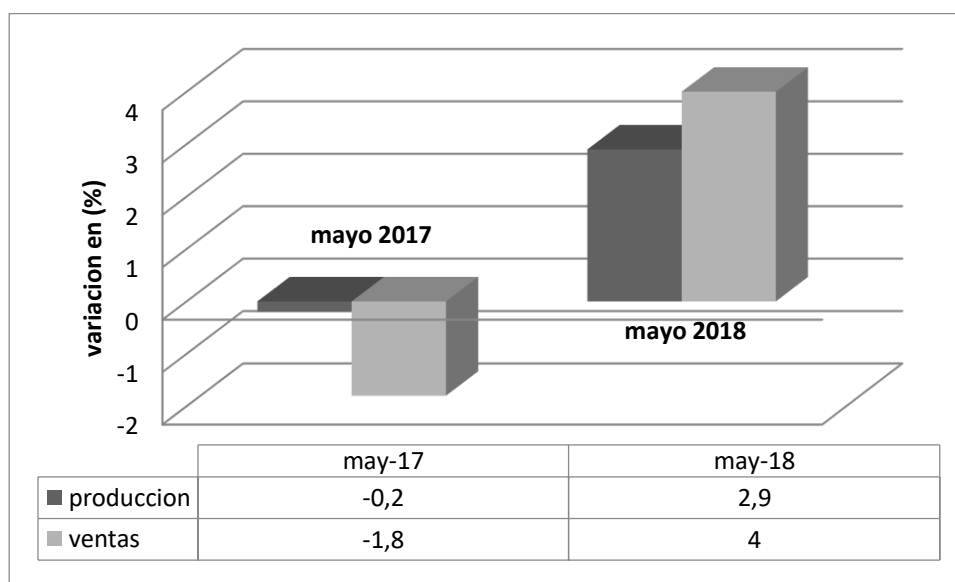
Estos altos requerimientos están encaminados a la ampliación e introducción al mercado colombiano de nuevas industrias, este auge se ha reflejado con crecimiento en número de empresas que manufacturan o crean elementos con metal, según el DANE en el segundo trimestre de 2018 la economía colombiana creció 2,8%, el comportamiento del PIB se explica, principalmente por las variaciones anuales de administración pública y defensa (5,3%); comercio al por mayor y al por menor (3,6%) e industrias manufactureras (3,7%), Ver información en el grafico #1. Estas cifras que posicionan a la industria manufacturera como la cuarta actividad productiva con mayor importancia en la economía del país; el crecimiento del sector también se debe a los costos competitivos del país, a un mercado interno atractivo, una mano de obra calificada y a procesos de producción de alta calidad. Condiciones que garantizan productos de talla mundial, caracterizados por la innovación y adaptabilidad a las exigencias del mercado internacional. ((CVN), 2018).



**Gráfico 1 : Tasa de crecimiento anual por actividad económica 2018.**

**Fuente: (DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, 2018)**

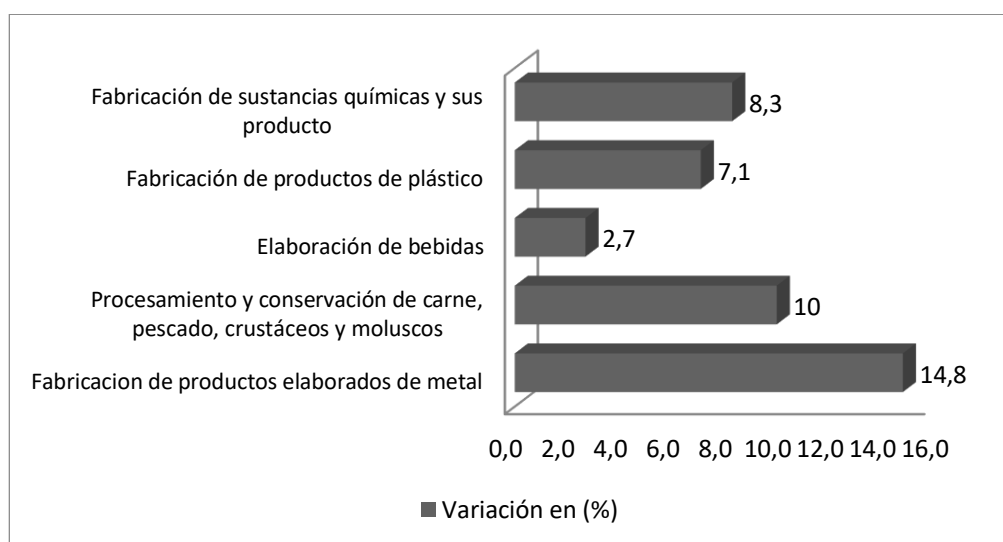
De acuerdo a lo antes mencionado, se evidencia el crecimiento de la industria en la gráfica #2, a través de la (EMM) encuesta mensual manufacturera, donde se observa la variación anual de la producción real de la industria y sus ventas reales total nacional comparación mayo (2017 -2018).



**Gráfico 2: Variaciones totales nacional - mayo (2017-2018).**

**Fuente: (DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, 2018).**

Del grafico #2 se observa que la producción real de la industria manufacturera en mayo de 2018 es (2,9%) con variación positiva que sumo a la variación total anual; mientras que en comparación de mayo 2017 represento una variación negativa de (-0,2% ) que le restó a la variación total anual de ese año, también se evidenció una variación positiva en las ventas de (2,9), se presentó este comportamiento por el crecimiento de 30 de las 39 actividades industriales; Se destaca la variación anual de Fabricación de productos elaborados de metal (14,8%), Procesamiento y conservación de carne, pescado, crustáceos y moluscos (10,0%) y Elaboración de bebidas (2,7%), entre otras actividades que se puede observar en la gráfica #3.

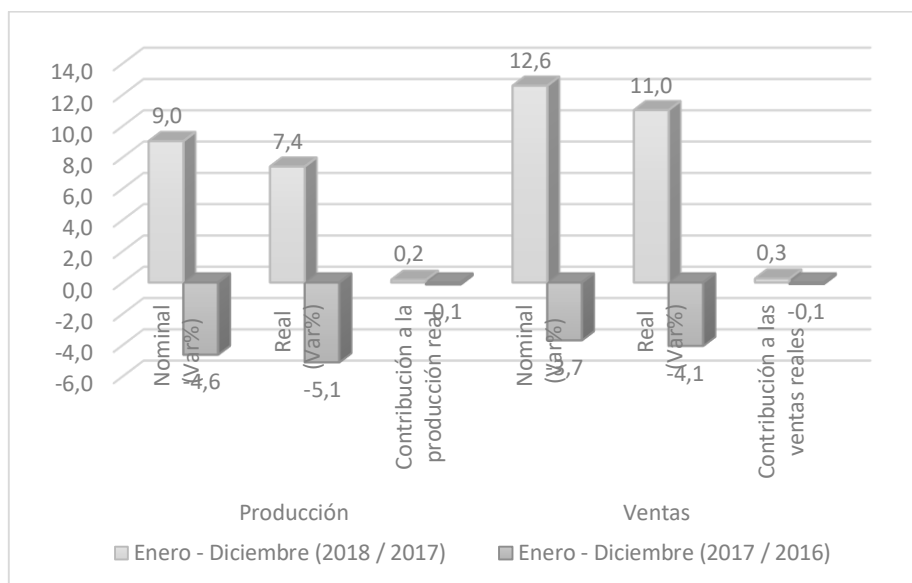


**Gráfico 3: Variaciones de las actividades industriales - mayo 2018.**

**Fuente: (República, 2018)**

Además, se puede concluir que una de las actividades industriales del sector manufacturero que se está destacando y se ha logrado mantener en su crecimiento en el periodo enero-diciembre (2018/2017) es la fabricación de productos elaborados de

metal, su variación año corrido (%) del valor de la producción y ventas, esta contribución se puede verificar en la gráfica #4.



**Gráfico 4: EMM de variación año corrido (%) y contribución, del valor de la producción y ventas, enero-diciembre (2018/2017) y enero-diciembre (2017/2016).**

**Fuente: (DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, 2019)**

En relación con todo lo anterior, se puede concluir que para mantenerse en competencia dentro del mercado de las Pymes y específicamente en este sector, se debe contar con un factor diferenciador que permita su permanencia y a la vez penetración en el mercado. Una posible ventaja competitiva para las empresas es un plan de aprovisionamiento y control que permita lograr que el producto esté disponible en el momento que se necesite, con calidad adecuada, la cantidad indicada y en el tiempo oportuno, evitando pérdidas innecesarias y una reducción de costos considerable. (Blog sobre Supply , 2019).

Debido a la alta competitividad que se presenta en este sector manufacturero por productos metálicos que se introducen a el mercado con medidas específicas, por lo que existía la necesidad en este segmento del mercado a nivel local que una empresa

fabricara soportes y racks a medidas personalizadas, nace la empresa IDEAS METÁLICAS LTDA ofreciendo a sus clientes una solución a sus necesidades, logrando posicionarse como pionera, permitiendo su permanencia y crecimiento en el mercado.

En la tabla # 22, se pueden observar los principales fabricantes y distribuidores de soportes metálicos que se encuentran en otras ciudades y que atienden las necesidades de la ciudad de Cartagena, convirtiéndose en la competencia directa de la empresa.

### **1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La empresa IDEAS MÉTALICAS LTDA se encuentra ubicada en la ciudad de Cartagena, se dedica a la fabricación de elementos metálicos que brindan soluciones de espacio en el hogar y en las empresas, cuenta con un total de 10 empleados entre la parte administrativa y operativa; Ofrecen una variedad de productos, como se puede apreciar en la tabla #1.

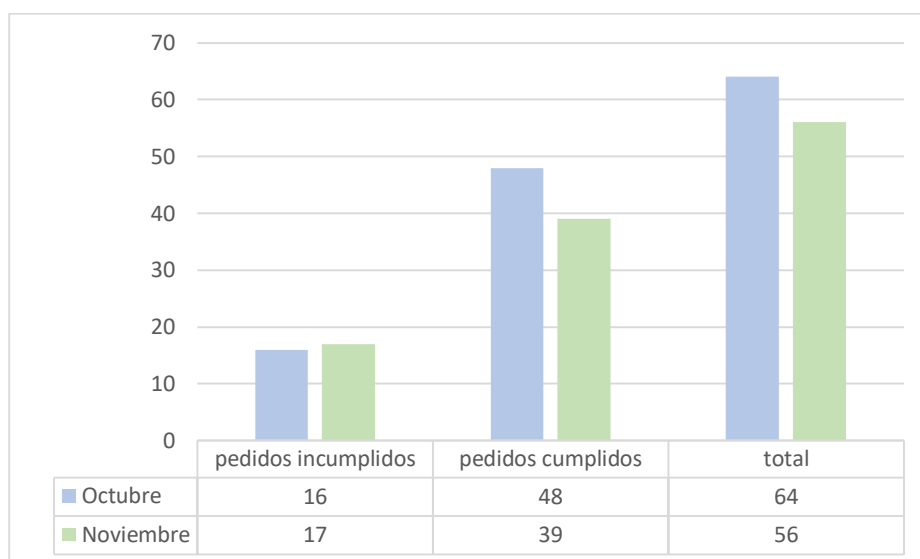
Soportes T.V.	soporte reclinable T.V. 26"-37"
	soporte reclinable T.V. 40" 60"
	soporte plegable T.V. 14"-37"
	soporte plegable T.V. 14"-26"
	soporte plegable T.V. 40"-60"
	soporte plegable T.V. 14"-49"
	soporte convencional T.V. 14"-21"
	soporte colgante T.V. 14"-60"
Racks de audio	soporte de pedestal T.V. 14"-60"
	rack estándar y pony
	rack de mesa
	rack para D.J.
Bandejas de rack	Rack equalizable.
	Bandeja para DVD.
	Bandeja auxiliar.
Gabinetes	Bandeja para consola.
	gabinete rack pared atlas
	gabinete rack piso-pared
	mini gabinete rack pared
	bandeja expandible para gabinete
Soportes varios	gabinete rack piso
	soporte para cabinas
	soporte para condensador mini Split
	soporte para video beam
	Soporte para DVD.

**Tabla 1: Listado de productos que ofrece IDEAS METÁLICAS LTDA.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

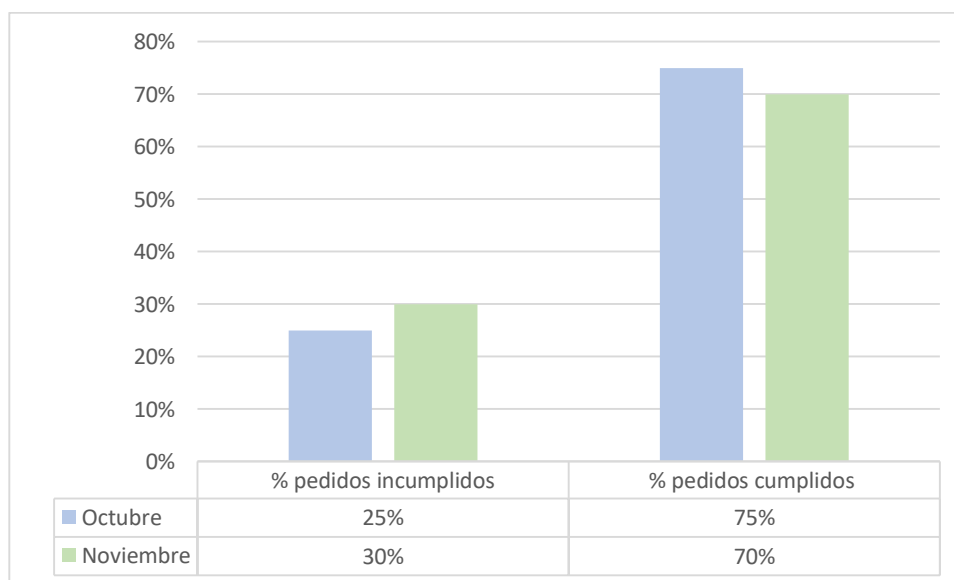
Se realizó un trabajo de campo para observar las instalaciones de la empresa y documentar el proceso del área de empaque y embalaje, donde a su vez, se entrevistó a uno de los operarios de la empresa que lleva más de 15 años trabajando con ellos, se identificaron dos escenarios que están presentando falencias en el área de Compras: Demoras en el tiempo de alistamiento de los pedidos lo cual se ve reflejado cuando llega la fecha de entrega y no se tiene listo los productos solicitados, y el segundo es el

Incumplimiento en las fechas de entrega de los proveedores y Despacho. ver graficas #5 y #6.



**Gráfico 5: Relación de número pedidos incumplidos y cumplidos en los meses (octubre- noviembre).**

**Fuente: Autores del proyecto.**



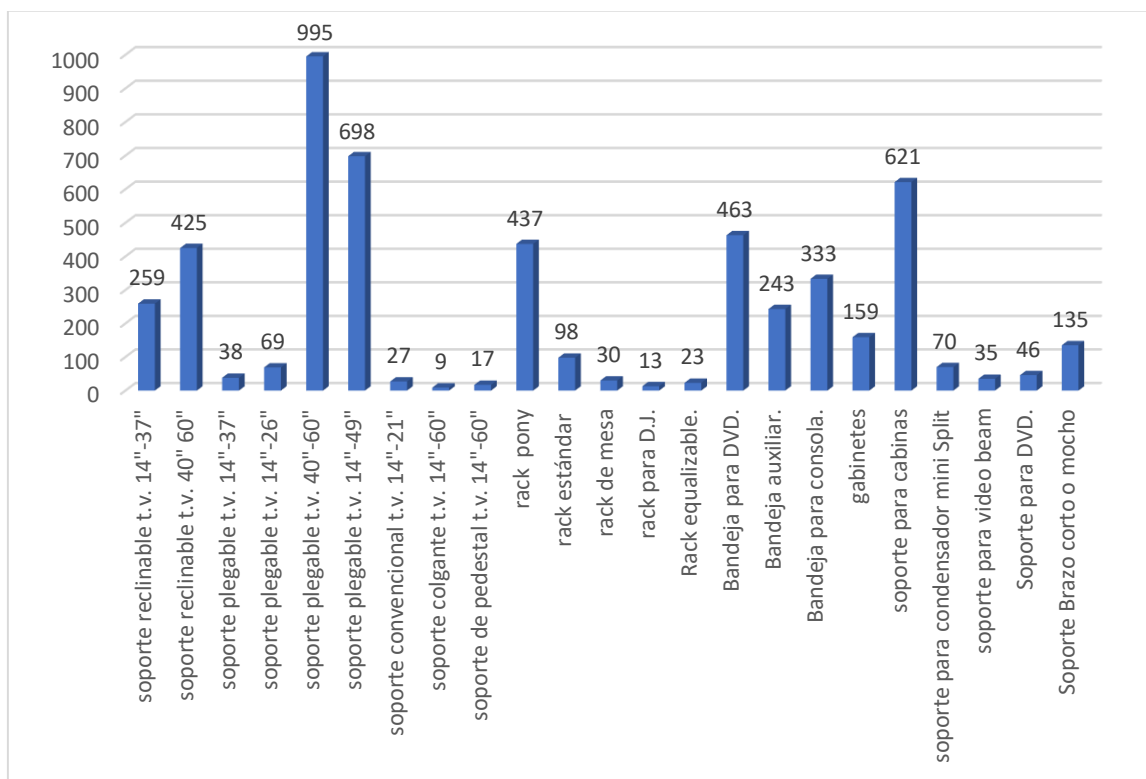
**Gráfico 6: Relación de porcentaje pedidos incumplidos y cumplidos en los meses (octubre- noviembre).**

**Fuente: Autores del proyecto.**



De los dos escenarios anteriores, se puede concluir que el problema final que enfrenta esta área de la empresa, es el incumplimiento a los clientes cuya consecuencia se traduce en una disminución en el nivel de servicio. Esta conclusión puede ser verificada por la entrevista realizada y maquetada en la tabla #23.

Para el diagnóstico e identificación del problema se realizó seguimiento al proceso del soporte plegable T.V. 40"-60", por ser el producto de mayor demanda como se evidencia en el gráfico #7.



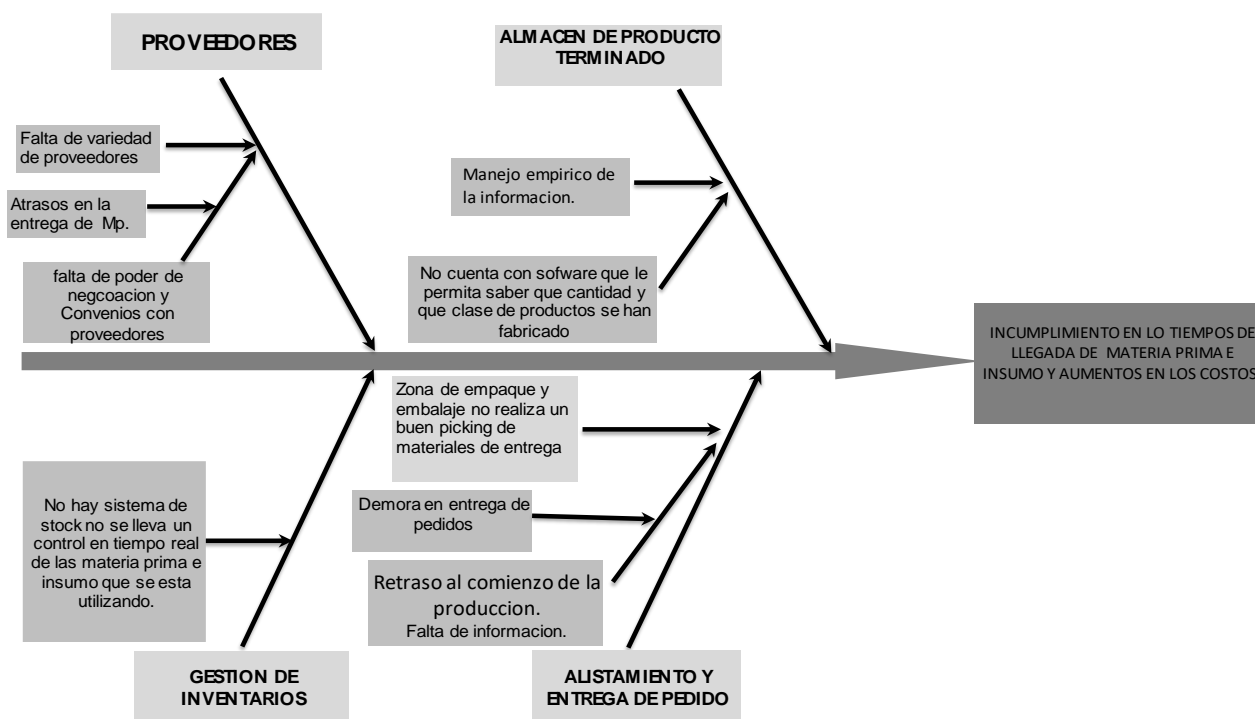
**Gráfico 7: Demanda de los productos de IDEAS METÁLICAS LTDA. de Julio a diciembre 2018.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

Estos atrasos se vienen presentando desde hace un (1) año atrás por falta de la diversificación de proveedores para el suministro de su materia prima y por falta de un

sistema de inventario. La gerencia y administración de la empresa no han tenido en cuenta los meses de mayor demanda que son los meses de mayo, junio, Julio y diciembre, al no estimar la posible producción, y así manejar un mínimo stock de materias primas e insumo que supla esta posible producción; y al no tener un método o software, resulta difícil para la empresa pronosticar un requerimiento de materiales que logren minimizar los costos de inventarios.

Las causas que están generando ocasionalmente atrasos en la entrega de los pedidos se pueden ver en el Ilustración #1.



**Ilustración 1: Diagrama Ishikawa.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

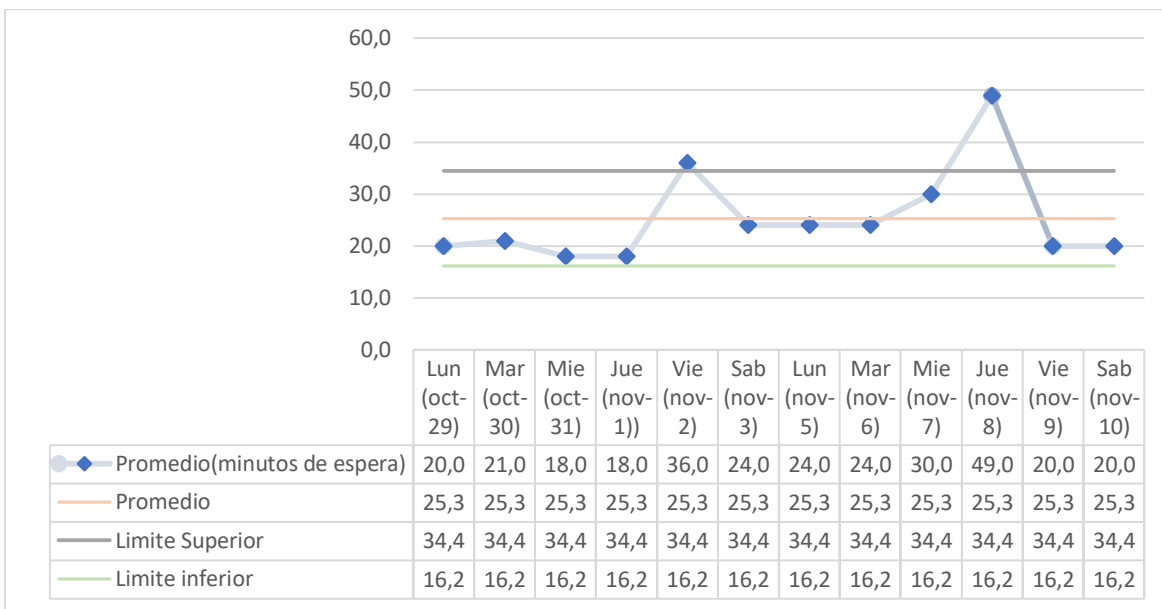
Estas falencias generan a la empresa una serie de consecuencias que describen a continuación:

- Atrasos en el alistamiento en la entrega de pedidos:** Por lo general cuando el cliente llega a buscar sus pedidos tienen que esperar un tiempo para que le puedan entregar los productos que el cliente solicitó. Se puede ver en la tabla # 2 que en las semanas del 29 octubre al 10 noviembre 2018, de 53 clientes que pactaron ir a buscar sus pedidos tienen que esperar aproximadamente de 05 a 10 minutos para la entrega de sus pedidos, y además en el grafico #8 se puede observar la dispersión de los tiempos en promedio de demora, donde se evidencia que los tiempo de espera para la entrega por los cliente para la entrega de sus pedidos, hay días es lo que este tiempo aumenta y sobrepasa el límite superior como se presenta en los días 02 de noviembre y 08 noviembre del 2018.

	Lun (29/10 /2018)	Mar (30/10 /2018)	Mie (31/10 /2018)	Jue (1/11/ 2018)	Vie (2/11/ 2018)	Sáb (3/11/ 2018)	Lun (5/11/ 2018)	Mar (6/11/ 2018)	Mie (7/11/ 2018)	Jue (8/11/ 2018)	Vie (9/11/ 2018)	Sáb (10/11/2 018)
# Clientes	4	3	2	3	4	4	6	4	6	7	5	5
Promedio (minutos de espera)	20	21	18	18	36	24	24	24	30	49	20	20

**Tabla 2: Demora en promedio minutos de los tiempos de entrega de pedidos, en las semanas (29 octubre a 10 noviembre 2018).**

**Fuente: Autores del proyecto.**



**Gráfico 8: Gráfico de control del tiempo de espera para la entrega de pedido de la tabla #2.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

- **Pérdida de credibilidad:** Se evidencia al momento que el cliente va a recoger su pedido, acontece que no está listo su pedido, generando inconformidad y desconfianza, aunque esta situación se presente de forma ocasional.
- **Aumento en los costos:** Dado que la empresa no tiene un plan de aprovisionamiento que le permita acordar tiempos y cantidades de entrega oportunas con sus proveedores, se presentan casos donde no se cuenta con la materia prima a tiempo, forzando a la empresa a comprar dicha materia prima con otros proveedores a un precio mayor dada la urgencia de la compra.

## 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué características debe tener un plan de aprovisionamiento, que permita minimizar los costos a través de un modelo de optimización, en la empresa IDEAS METÁLICAS LTDA, en el producto soporte plegable T.V. 40"-60"?

### **1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

La investigación se llevará a cabo en la empresa IDEAS METÁLICAS LTDA. Ubicada en el barrio Los Cerezos en la ciudad Cartagena, específicamente en el área de compras y despacho; se escogió el proceso del soporte plegable T.V. 40"-60".

## 2 JUSTIFICACIÓN

Este estudio se realizó con el fin de diseñar un plan de aprovisionamiento y control en la empresa IDEAS METÁLICAS LTDA. debido que actualmente se están presentando atrasos en la entrega de pedidos, pérdida de credibilidad por parte de sus clientes y aumento en los costos de producción. Para la empresa este proyecto servirá como apoyo para mejorar la planeación de compras e inventarios; permitiéndole así cumplir los tiempos de entrega a sus clientes, aumentar la lista de sus proveedores, desarrollar un modelo de inventario considerando los tiempos, tasas de consumos y rangos de stock para la minimización de los costos de materia prima; llevando un mejor control y seguimiento en las tomas de decisión en el área de logística de aprovisionamiento.

Para la Universidad Del Sinú la presentación de este proyecto es valioso debido que deja un aporte teórico de todo lo relacionado con la logística de aprovisionamiento y su metodología. De igual forma este estudio servirá de base para próximas investigaciones con respecto a este tema, porque juega un papel muy fundamental en el buen funcionamiento de una empresa; su objetivo no es otro que controlar los suministros a fin de satisfacer las necesidades de los procesos operativos. Además, este proyecto permitirá a los estudiantes afianzar los conocimientos adquiridos durante su carrera universitaria específicamente en las asignaturas recibo, almacén e inventario; despacho, distribución y transporte.

En la sociedad este proyecto le servirá como guía permitiéndole afianzar sus conocimientos a las personas y empresas del sector manufacturero que se le estén

presentando problemas en el área de compras suministros e inventarios, Logrando así mejor su competitividad en el mercado y aumentando su crecimiento a nivel empresarial.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un plan de aprovisionamiento y control de las materias primas e insumos en la empresa IDEAS METÁLICAS LTDA., para el producto soporte plegable TV 40"-60", mediante un modelo de optimización que permita la minimización de los costos de inventarios.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estimar el promedio de consumo mensual de las materias primas e insumos, mediante el uso de métodos de pronósticos cuantitativos.
- Definir las variables y parámetros requeridos para el desarrollo de un modelo de optimización que sirva de insumo para la planeación de compras e inventarios en la empresa IDEAS METÁLICAS LTDA.
- Desarrollar el modelo de inventario considerando tiempos, tasas de consumos y rangos de control de stock para la minimización de costos.
- Definir un esquema de aprovisionamiento administrativo que contemple los resultados del modelo de optimización para la toma de decisiones compras e inventarios.



#### **4 MARCO REFERENCIAL**

La nueva realidad competitiva presenta un campo de batalla donde la flexibilidad, la velocidad de llegada al mercado y la productividad son las variables claves que determinan la permanencia de las empresas en los mercados; y es aquí donde la logística juega un papel crucial, a partir del manejo eficiente del flujo de bienes y servicios hacia el consumidor final.

Logística es un término que frecuentemente se asocia con la distribución y transporte de productos terminados; sin embargo, esa es una apreciación parcial de la misma, ya que la logística se relaciona con la administración del flujo de bienes y servicios, desde la adquisición de las materias primas e insumos en su punto de origen, hasta la entrega del producto terminado en el punto de consumo. De esta forma, todas aquellas actividades que involucran el movimiento de materias primas, materiales y otros insumos forman parte de los procesos logísticos, al igual que todas aquellas tareas que ofrecen un soporte adecuado para la transformación de dichos elementos en productos terminados: las compras, el almacenamiento, la administración de los inventarios, el mantenimiento de las instalaciones y maquinarias, la seguridad y los servicios de planta (suministros de agua, gas, electricidad, combustibles, aire comprimido, vapor, etc.). (Monterroso Elda, Agosto 2000).

Las actividades logísticas deben coordinarse entre sí para lograr mayor eficiencia en todo el sistema productivo. Por dicha razón, la logística no debe verse como una función aislada, sino como un proceso global de generación de valor para el cliente, esto es un

proceso integrado de tareas que ofrezca una mayor velocidad de respuesta al mercado, con costos mínimos. (Monterroso Elda, Agosto 2000)

La buena jerarquización de los procesos de abastecimiento nos debe generar un horizonte de confiabilidad el cual nos permita enfrentarnos a pedidos espontáneos de posibles clientes que deseen realizar alianzas de negocios con la organización. Por lo tanto, se deben llevar soportes de comportamiento del mercado con estadísticas respaldadas con herramientas tecnológicas.

El Consejo de Gestión Logística asegura que: La gestión logística "es el proceso de planificación, implementación y control del flujo y almacenamiento eficiente y económico de la materia prima, productos semi terminados y acabados, así como la información asociada" (Enciclopedia, ediccion 2000).

Esto nos hace ver que el sistema debe tener una visión incorporada integrando todos los procesos apoyado por un programa que siga un paso a paso de toda la cadena logística, este paso a paso debe someterse a una mejora continua de su gestión con herramientas de calidad con el fin de medir que tan eficiente es el sistema implantado, que fortalezas presenta, cuáles son sus debilidades y que mejora se deben implementar para que la cadena logística funcione de la manera esperada, es prioridad para la organización satisfacer las necesidades de ese sector del mercado a la cual se dirige por lo tanto también se debe buscar la manera de ofertar nuevos productos de la misma familia para productos de esa misma.

El proceso logístico se compone de la siguiente forma: Compras, Recepción, Almacenaje, Inventarios, Fabricación, Sistemas de apoyo, Expedición, Distribución.

#### 4.1 ANTECEDENTES

A continuación, se relaciona en la tabla #3, donde se encontrarán proyectos de investigación en el sistema de aprovisionamiento de diferentes empresas.

AUTORES/ AÑO	TITULO	PROPUESTA DE SOLUCIÓN
Ing. Enzo Crosato Díaz, Ing. Adán Allyosha Obregón Jáuregui, Ing. Andrés Soriano Valdivia - 2016.	Propuesta de mejora del proceso de aprovisionamiento de materiales consumibles y suministros en una empresa de servicios petroleros.	Propuesta de mejora en Schlumberger del Perú S.A: Reducción de cobertura de inventario, Reducción de transacciones relacionadas a MRO, Incremento de porcentaje de ítems negociados vía catálogo, Disminución del lead time de aprovisionamiento.
Ayda Canedo Flórez *Milton Leal Acosta - 2014	Diseño de un plan de mejoramiento para la gestión y control de inventarios de la empresa distribuidora ferretera internacional	Plan de mejoramiento del sistema de gestión y control de inventarios través del análisis de la demanda de productos, por medio de la cual se clasificarían los productos en orden de importancia, según su rotación, con base en el sistema de clasificación de inventarios ABC; se procedería entonces, a redistribuir los productos dentro de las bodegas de una manera óptima que garantizara su conservación. Se diseñaron indicadores de gestión y políticas de inventarios que permitieran controlar, de una mejor manera, los inventarios y el manejo de los mismos, en los que respecta a almacenamiento, compras y ventas.
Christian Humberto Martínez Ortiz *Andrés Felipe Acevedo Ortiz - 2014	Plan de mejoramiento para el sistema de aprovisionamiento y centro de distribución de la empresa "Deposito de materiales el nogal SA."	Plan de mejoramiento logístico: Implementación de la estrategia de 5'S, Manual de almacenamiento y manual de procedimientos, Sincronización sistema de información, Ampliación zona de almacenamiento, Control y seguimiento de los costos logísticos, Evaluación de distribución física para zona de almacenamiento crítico.

María Camila Cano Ramos *Luisa Fernanda García – 2013	Propuesta de mejoramiento de la gestión de la cadena de abastecimiento enfocada en la planeación de la demanda, proceso de compras y gestión de inventarios para la línea de negocio de pollo en canal de la empresa pollo andino s.a.	La propuesta de mejoramiento se encuentra dividida en tres grandes partes: Planeación de la demanda, Gestión de inventarios y Gestión de Compras; en la cual se propuso la implementación de dos Software para validar el desarrollo de lo propuesto; el primer Software es SPSS Statistics y Software Total Fussion.
Ángel Sanz Fernández - 2012	Plan de mejora de la logística de aprovisionamiento de una mini fábrica de John Deere.	*Reducción de stock de la mini fábrica: Niveles de stock, retirada del stock de modelos de repuestos, reducción de embalaje de referencias de bajo nivel. *Redistribución del material de la línea: Eliminar reposición indirecta de referencias de estantería dinámica, eliminar ubicaciones compartidas, Disminución de la distancia del material al punto de consumo.

**Tabla 3: Antecedentes.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

## **4.2 MARCO TEÓRICO**

### **4.2.1 GESTIÓN DE APROVISIONAMIENTO**

Según (Serrano, Gestión de aprovisionamiento, 2011) Es el conjunto de operaciones que realiza la empresa para abastecerse de los materiales necesarios cuando tiene que realizar las actividades de fabricación o comercialización de sus productos. Comprende la planificación y gestión de Compras, el almacenaje de los productos necesarios y la aplicación de técnicas que permitan mantener unas existencias mínimas de cada material, procurando que todo ellos se realicen en las mejores condiciones y al menor coste posible.

Una buena política de aprovisionamiento contribuye con los objetivos generales a la empresa a través de una buena gestión del stock, en las mejores condiciones de abastecimiento y calidad. Para ello, se establecen líneas de coordinación entre los distintos departamentos o secciones y se definen las necesidades y los presupuestos.

Las principales funciones de la gestión de aprovisionamiento son:

- Adquirir los materiales necesarios para la elaboración o comercialización de los productos.
- Gestionar el almacenaje de los productos aplicando las técnicas que permitan mantener los stocks mínimos de cada material.
- Controlar los inventarios y los costes asociados a los mismos, utilizando las técnicas de manipulación y conservación más adecuadas.
- El stock almacenado representa una inversión de capital inmovilizado; por eso, desde el punto de vista económico, conviene tener un nivel de existencias que guarde equilibrio con el ritmo de ventas o las cantidades que de cada producto necesita la empresa.
- Un stock excesivo resulta caro de mantener (coste de espacio, almacenaje, mantenimiento y manipulación, etc.) y disminuye la competitividad de la empresa; por el contrario, un stock insuficiente puede suponer perder ventas, insatisfacción de los clientes o las pérdidas de estos.

#### **4.2.2 OBJETIVOS DEL APROVISIONAMIENTO**

Según (Serrano, Gestión de compras, 2009)La empresa para conseguir una gestión óptima de aprovisionamiento debe de alcanzar entre otros los siguientes objetivos:

- Calcular las necesidades de la empresa logrando un inventario suficiente para que la producción no carezca de materias primas y otros suministros.
- Minimizar la inversión en inventarios; partiendo de una buena gestión de stocks se pueden reducir al máximo los costes de almacenamiento por pérdidas o daños en el producto, por obsolescencia o baja de artículos perecederos, etc.
- Establecer un sistema de información eficiente; se debe proporcionar a las secciones implicadas el estado de inventario y pasar a contabilidad informes sobre el valor monetario de las existencias.
- Cooperar con el departamento de compras, para que se puedan lograr adquisiciones económicas manteniendo un transporte eficiente que incluya las actividades de despacho y recibo de mercancías.

#### **4.2.3 NECESIDADES DE APROVISIONAMIENTO**

Según (Serrano, Gestión de aprovisionamiento, 2011) el aprovisionamiento de materiales y productos está estrechamente relacionado con su almacenaje; pero hay que tener en cuenta que durante el tiempo que el producto está almacenado no aumenta de valor y, en cambio, en la empresa generan unos costes que encarecen el coste total del producto; cabe preguntarnos: ¿Cuáles son las razones que nos impulsan a aprovisionar el almacén? ¿Cuándo necesita la empresa almacenar sus productos?

Primero se debe precisar que el almacén, a nivel general, es un centro regulador de la distribución de mercancías. Estas por motivo estacional (productos agrícolas) de producción, (fabricación de grandes series) o de transporte (cargas completas en barcos

o trenes) se convierten en disponibles en volumen, pero sin continuidad; es decir, existen en grandes cantidades, pero por tiempo limitado.

Los almacenes en la empresa actúan a favor del proceso productivo (almacén de aprovisionamiento) o de la organización comercial (almacén de productos terminados).

- El almacén de aprovisionamiento es necesario para mantener el ritmo de producción, sirve de puente entre los suministradores de materias primas y el centro de elaboración del producto, cuando no es posible agrupar a los proveedores alrededor de la fábrica.
- El almacén de productos terminados en cambio, es necesario para regular el mercado de consumo, es el depósito que alimenta el mercado cuando hay desequilibrio entre los ritmos de producción y consumo; cuando existen diferencia de tiempo entre el período de consumo y fabricación, cuando las zonas de producción se encuentran muy alejadas del mercado, o cuando los plazos de aprovisionamiento son superiores a los exigidos por los clientes.

Otras veces se debe tener mercancía almacenada para que en el momento de producirse la demanda la respuesta sea inmediata; de esta forma, el almacenaje cumplirá el objetivo de aproximar el producto a los puntos de consumo.

#### **4.2.4 GESTIÓN DE COMPRAS**

Según (Serrano, Gestión de compras, 2009), Departamento de compras cumple las funciones de recibir las solicitudes de los materiales necesarios, buscar los proveedores y realizar las gestiones necesarias para los productos adquiridos lleguen a los inventarios de la empresa.

Las principales funciones asignadas al departamento de compras son:

- Analizar las tendencias del mercado, anticipándose a los cambios de precios, modas, nuevos productos o las técnicas utilizadas en las empresas de la competencia.
- Estudiar los envíos de los proveedores, haciendo un seguimiento a los pedidos y los métodos de almacenamiento utilizados en la empresa.
- Mantener con los proveedores relaciones eficientes que permitan obtener rápidamente el producto solicitado, aprovechar las facilidades concedidas en el pago o el sistema de transporte empleado.
- Buscar soluciones para mejorar los costes de la organización y actuar en coordinación con los otros departamentos de la empresa.

#### **4.2.5 OBJETIVO DE LAS COMPRAS.**

Según (Moya Emilio, 2007) la empresa que quiere mantener e incrementar su cuota de mercado considera las compras como un arma estratégica; optimiza las funciones de compras para ganar competitividad a otras empresas.

Los principales Objetivos del departamento de compras son:

- Buscar proveedores competitivos. Consiste en localizar fuentes de suministro que ofrezcan ventajas para nuestros productos. La característica principal es operar con el proveedor apropiado, que nos facilite los materiales de mejor calidad y nos asegure el plazo de entrega.



- Adquirir materiales con la calidad adecuada para los fines a los que se destinan. El departamento de compras debe de asegurar la satisfacción tanto del cliente interno (fabricación), como el externo (empresa intermediaria o consumidor final).
- Conseguir la mejor relación calidad-precio. Cuando la calidad es el criterio principal de elección, es preciso negociar con el proveedor las facilidades de pago o el transporte, para intentar disminuir el coste global de adquisición.
- Conseguir suministros a tiempo, "*Just-in-time*"; es decir, que los proveedores sirvan los pedidos en función de la demanda. Para ello, el plazo de recepción ha de ser el oportuno para que los materiales estén disponibles cuando se necesiten.
- Mantener los inventarios al mínimo. El departamento de compra debe de analizar los envíos de los proveedores, los métodos de almacenamiento de la empresa y buscar soluciones a la gestión del stock para conseguir minimizar los inventarios y mejorar los costes, pero sin que ello signifique perder las ventajas del precio o la calidad.
- Conseguir materiales estándar. El departamento de compras debe estudiar tendencias del mercado; así la empresa tiene información sobre los materiales estándar que existen, consiguiéndolos a un coste más bajo que si los tuviera que adquirir diseñados a medida.
- Colaborará con otras áreas de la empresa. La empresa en su proceso de gestión hacia la calidad promueve la colaboración de todos los departamentos para el desarrollo, el diseño y la comercialización del producto. El departamento de compras debe de intercambiar continuamente información con otras áreas o secciones para fabricar productos de calidad y competitivos.

#### 4.2.6 EL PROCESO DE COMPRAS

Según (Moya Emilio, 2007), las palabras clave del aprovisionamiento son coste, calidad y plazos; por eso cuando la empresa necesita adquirir bienes o servicio tiene que dar los pasos necesarios para encontrar los proveedores que fabrican o venden los materiales, y deben hacer un estudio de las ofertas recibidas, seleccionar al proveedor, negociar la compra, etc.

El proceso de comprar consta de las siguientes fases:

- **Planificación de las compras.** Consiste en hacer un estudio anticipado de las necesidades; de esta forma puede informarse sobre los productos existentes en el mercado y estar preparado antes de que surja la necesidad.
- **Análisis de las necesidades.** Las compras, generalmente se centralizan en el departamento de compras. Este recibe de los distintos usuarios internos (Fabricación, almacén, ventas.) los boletines de solicitud de materiales y analiza la prioridad de las peticiones para tramitar su gestión.
- **Solicitud de ofertas y presupuesto.** Cuando se trata de una compra de alto coste o se adquiere por primera vez un producto, la solicitud de ofertas y presupuesto es un paso obligado para evitar tomar decisiones que pueden afectar a la economía de la empresa.
- **Evaluación de las ofertas recibidas.** Una vez recibidas las ofertas hay que estudiarlas, compararlas y examinarlas. Para que la evaluación resulte más fiable, evitando solicitar un número excesivo de ofertas o hacer una preselección,

descartando aquellas que incluyan condiciones inadmisibles para los objetivos de la empresa.

- **Selección del proveedor.** Los factores que se comparan durante la fase de selección son el precio, la calidad, las condiciones y las garantías personales de la empresa que suministrará el producto.
- **Negociación de las condiciones.** Durante esta fase se comentan y especifican algunos puntos de la oferta que pueden ser negociables, como la cantidad mínima y máxima de venta establecida por el proveedor, la forma de pago, el embalaje, la fecha de entrega, el servicio, las reposiciones, etc.
- **Solicitud del pedido.** Cuando el comprador y el vendedor han llegado a un acuerdo debe de formalizar un documento que comprometa a ambas partes. Este documento poder ser el contrato de compraventa o un pedido en firme.
- **Seguimiento del pedido y los acuerdos.** El seguimiento se hace para verificar que hemos recibido todo el material solicitado, que se corresponde a las características detalladas en el pedido y que se ha suministrado a tiempo. También debemos comprobar que el proveedor mantiene las condiciones pactadas o los acuerdos que figuran en el documento, respecto a reposición de suministro, precio y plazos de cobro, etc.

#### **4.2.7 MÉTODOS DE PRONÓSTICOS CUANTITATIVOS**

Según (Blog Ingenio E. , Blog Ingenio Empresa, 2019) Métodos de series de tiempo se define una sucesión de datos en un periodo de tiempo. Los siguientes métodos cuantitativos se basan en la demanda pasada para predecir la futura por medio de los datos históricos de un periodo anterior.

- **Método de promedio móvil simple:** Generalmente usado cuando en la demanda no detectamos estacionalidad o tendencia, el promedio simple se define como un método de pronóstico de fácil realización, útil cuando se supone que la demanda permanecerá estable a través del tiempo, sin tendencia o estacionalidad. El concepto de media aritmética o promedio también contempla la decisión de qué tan largo será el periodo que usaremos para calcular el promedio, pues entre más largo sea, nuestro pronóstico calculado será más suavizado. Por otro lado, cuando observamos una tendencia en la demanda, un periodo más corto será mejor al entregarnos resultados con mayor oscilación, siendo más fiel a la tendencia actual. En este sentido, un periodo más largo en el promedio simple nos da un resultado más uniforme, pero con tendencia retrasada. Con un periodo más corto, tenemos más oscilación, pero estamos cercanos a la tendencia
- **Método de promedio móvil ponderado:** el método de promedio móvil ponderado nos permite calcular pronósticos asignando más peso para los elementos que consideremos. Esta es la ventaja del método, pues bajo ciertas circunstancias, las empresas necesitan predecir la demanda de próximos periodos ponderando unos sobre otros, lo que permite, por ejemplo, darle más importancia a la tendencia, que, aunque este método nos sigue debiendo frente a este aspecto; realmente no hay una regla general que nos diga qué ponderación elegir. La experiencia y el análisis de la demanda suelen ser decisivos para determinar la importancia en la ponderación. Sin embargo, se suele considerar que en el cálculo de pronósticos es más importante la demanda reciente, pues ante ausencia de datos, es el indicador más fiel que tenemos para el próximo periodo.

- **Pronóstico de suavización exponencial:** Los pronósticos de producción desarrollados con series de tiempo, hacen uso de los datos del pasado para predecir el comportamiento de la demanda en el futuro. Sin embargo, y a diferencia de otros métodos, el suavizado o alisamiento exponencial funciona con muy pocos registros de periodos anteriores, destacando los hechos más recientes sobre los más antiguos. 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; es el método de pronóstico más usado por su simpleza, tanto por pequeñas y grandes empresas, sea en un sencillo archivo de Excel o un software como *Forecast pro*. Al igual que los métodos de promedio móvil, La constante funciona como un factor de ponderación (si, parecido al pronóstico móvil ponderado) y su variación se hace de acuerdo a nuestra necesidad de darle más peso a datos recientes (alfa  $\alpha$  más elevado) o a datos anteriores (alfa  $\alpha$  más bajo). En este sentido, si  $\alpha=1$ , nuestro pronóstico de demanda del próximo periodo será exactamente igual al del periodo actual.
- **Pronóstico de suavización Exponencial doble:** Referirse a tendencia significa hablar de un incremento o decremento sobre el promedio de la serie de tiempo. Otros métodos como promedios móviles y suavización exponencial simple no consiguen prever la tendencia con anterioridad, sin embargo, una modificación a este último lo logra, dando origen a otro método para pronosticar la demanda, modelo de holt o suavización exponencial doble. Con este método se agrega una constante de suavización delta ( $\delta$ ), cuya función es reducir el error que ocurre

entre la demanda real y el pronóstico. Otros autores usan como constante la letra griega beta ( $\beta$ ), es lo mismo. Los criterios para definir los valores de las constantes son similares al método de suavización simple. Para alfa dependerá de la importancia que otorgamos a datos recientes (alfa  $\alpha$  más elevada) o a datos más antiguos (alfa  $\alpha$  más bajo).

#### 4.2.8 MEDICIÓN DE ERROR DE PRONÓSTICO

Según (Blog Ingenio E. , Blog Ingenio & Empresa;, 2019) Es la diferencia entre un valor que se mide y un valor verdadero. Si esto lo transportamos al ámbito empresarial, en nuestros pronósticos de demanda, y en el sentido más general, podemos definir error de pronóstico como la comparación entre el valor pronosticado y el valor real. Su cálculo nos permite tomar decisiones frente a qué método de pronóstico es el mejor y logran detectar cuando algo en nuestra previsión de la demanda no está marchando bien, con lo que conseguimos cambiar el rumbo de nuestras decisiones a fin tomar las mejores elecciones. Siempre va a haber error en el cálculo de un pronóstico de demanda. En la práctica, se intenta minimizar ambos tipos de errores eligiendo el mejor método de pronóstico, y es por eso que existen la medición del error en pronósticos de demanda.

- **Suma acumulada de errores de pronóstico (CFE):** Es la medida más básica de todas y es la que da origen a las demás. Es la suma acumulada de los errores de pronóstico. Nos permite evaluar el sesgo del pronóstico. Por ejemplo, si a través de los periodos el valor real de la demanda siempre resulta superior al valor de pronóstico, la CFE será más grande, indicando la existencia de un error sistemático en el cálculo de la demanda.

- **Desviación media absoluta (MAD):** Mide la dispersión del error de pronóstico o, dicho de otra forma, la medición del tamaño del error en unidades. Es el valor absoluto de la diferencia entre la demanda real y el pronóstico, dividido sobre el número de periodos.
- **Error cuadrático medio (MSE):** El MSE es una medida de dispersión del error de pronóstico, sin embargo, esta medida maximiza el error al elevar al cuadrado, castigando aquellos periodos donde la diferencia fue más alta a comparación de otros. En consecuencia, se recomienda el uso del MSE para periodos con desviaciones pequeñas.
- **Error porcentual medio absoluto (MAPE):** El MAPE nos entrega la desviación en términos porcentuales y no en unidades como las anteriores medidas. Es el promedio del error absoluto o diferencia entre la demanda real y el pronóstico, expresado como un porcentaje de los valores reales.

#### 4.2.9 PLANIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES

Se define MRP como la planificación de los insumos, componentes y materiales de demanda dependiente para la producción de artículos finales, lo que conlleva a la administración del inventario y programación de pedidos de reabastecimiento. Todo esto hecho para cumplir al cliente en los tiempos estimados y con la calidad requerida. Esta es la definición más genérica. Vamos a analizar cada parte. Cada artículo que tu produces está compuesto por insumos, componentes o materiales. A veces más, a veces menos. Cuando la demanda de un artículo está ligada a la de otro, hablamos de demanda dependiente. Ejemplos de artículos de demanda dependiente son: en los zapatos: cordones, plantilla y suela; en los celulares: el carbono, silicio, grafito, coltán, y un largo

etc., y en los automóviles: radiadores, neumáticos, luminarias, etc. Hablamos de administración de inventario y pedidos de reabastecimiento porque con el MRP buscamos mantener bajos los niveles de stock a fin de disminuir costos. Esto implica reabastecer el inventario en momentos concretos buscando que el costo de posesión sea mínimo. Es común que la planificación de requerimientos de materiales (MRP) sea asociada a un software. De hecho, algunos autores definen el MRP como un software o sistema computarizado para administrar el inventario de demanda independiente y los puntos de reorden, y en cambio le otorgan la definición anterior al «plan» de requerimientos de materiales. (Blog Ingenio e. , 2019).

#### **4.2.10 LISTA DE MATERIALES (BOOM)**

Según (Lean Manufacturing, 2019), Es un inventario completo de las materias primas, conjuntos, subconjuntos, piezas y componentes, así como las cantidades de cada uno de ellos necesarias para fabricar un producto. En pocas palabras, es la lista completa de todos los elementos necesarios para fabricar un producto. A veces también se hace referencia a la lista de materiales con otros términos, como lista de componentes. Además, la estructura de un boom normalmente, una lista de materiales es de naturaleza jerárquica, con el producto terminado en la parte superior, incluye códigos de producto, descripciones de piezas, cantidades, costes y especificaciones adicionales.

Entre los métodos más comunes para representar una lista de materiales se encuentran los siguientes:

- **Lista de materiales de un solo nivel:** Es una lista relativamente simple para un producto. En este tipo, cada conjunto o subconjunto se muestra una sola vez, con



la correspondiente cantidad requerida de cada uno para fabricar el producto. Aunque es fácil de desarrollar, este tipo de lista de materiales no es adecuado para productos complejos porque no especifica la relación entre partes superiores e inferiores o entre conjuntos y subconjuntos. Si el producto falla, una lista de materiales de un nivel dificulta la determinación de qué pieza necesita ser reemplazada o reparada.

- **Lista de materiales multinivel:** Requiere más trabajo para su creación, pero que ofrece mayores detalles y especificidad en las partes madre e hija del producto. En una lista de materiales a varios niveles, se muestra el material total necesario. Además, la estructura de producto se jerarquizará para mostrar la relación entre el producto superior e inferior, así como los conjuntos y subconjuntos.

#### 4.2.11 MODELOS DETERMINÍSTICOS DE INVENTARIO

Según (Ingenio&Empresa, 2019), Son aquellos donde se toma como supuesto que tenemos certeza de la demanda. Esta puede estar dada por pronósticos de demanda o pedidos reales de los clientes. Ahora bien, dentro de los modelos podemos generar una subclasificación si consideramos además del supuesto de certeza, que la demanda puede ser estática, que es aquella donde esta permanece constante; y dinámica, donde a pesar de ser conocida, varía a través del tiempo. Esto genera los siguientes modelos:

**Inventarios con demanda determinística estática:** Consideramos que la demanda se conoce con certeza y es siempre la misma.

- Modelos de cantidad económica de pedido (EOQ – clásico): Conocido también como el modelo Harris – Wilson, el método EOQ busca un equilibrio entre los

costos de preparación y los costos de almacenamiento. Fue un modelo pionero que sirvió de base para el desarrollo de otras variantes del modelo, como EOQ con descuentos por cantidad, EOQ con faltantes planeados, EOQ con varios artículos con limitación de almacenamiento, etc.

- EOQ con descuentos por cantidad: Considera la disminución del costo de compra de un artículo cuando se compra en gran cantidad.
- EOQ con faltantes planeados: Plantea que durante un tiempo la demanda no será satisfecha generando faltantes.
- Cantidad económica de pedido en producción (POQ): Considerando que el pedido se puede recibir a lo largo de un periodo de tiempo, este modelo tiene en cuenta que la tasa de demanda y la tasa de producción.

**Inventarios con demanda determinística dinámica:** Tenemos un grado de conocimiento sobre la demanda, pero esta varía a través del tiempo; esto plantea un reto y es el tamaño del lote, pues en función de este los costos de inventario podrán ser mayores o menores. Para dar respuesta, se han generado métodos o sistemas de loteo, como son los siguientes:

- Lote por lote: Consiste en obtener justamente lo que necesito, lo que conlleva a tener el inventario exacto requerido y con él un bajo costo de mantenimiento.
- Período constante: Fija arbitrariamente los intervalos de pedido.
- Cantidad económica de pedido (EOQ): El EOQ también puede ser usado para determinar el tamaño de un lote, sin embargo, autores Jay Heizer y Barry Render no recomiendan su uso cuando la demanda es relativamente constante y no dinámica.

- Balanceo de período fragmentado (BPF): Busca equilibrio entre los costos de mantener inventario y los costos de ordenar.
- Algoritmo de Silver – Meal (SM): Es heurístico, es decir que a través de reglas de decisión busca dar una buena (u óptima) solución al problema de inventario. Se enfoca en la minimización del costo total (ordenar y mantener) por período.
- Costo unitario mínimo (CUM): Se enfoca en la minimización del costo unitario a través de la comparación de los costos de ordenar y mantener para diferentes tamaños de lote, en aras de elegir aquel que presente una menor diferencia.
- Algoritmo de Wagner – Whitin (WW): A través de programación dinámica, busca la minimización del costo de ordenar y el de mantener inventario.

#### **4.2.12 MATRIZ 5W+2H**

Es una herramienta y procedimiento de mejoramiento continuo, que se utiliza para definir con claridad un proyecto, determinar las razones por las cuales se va a trabajar ese proyecto y no otro, definir la meta e identificar la mejora que se necesita. El nombre de la herramienta viene de las iniciales de las palabras en inglés: Who? (¿Quién?), What? (¿Qué?), Where? (¿Dónde?), When? (¿Cuándo?), Why? (¿Por qué?), How? (¿Cómo?), y How much? (¿Cuánto?), son preguntas lógicas que ayudan a profundizar en las causas de un problema suscitado y a establecer posibles soluciones que facilitarán la resolución del mismo. (Calderón, 2019).

### **4.3 MARCO CONCEPTUAL**

#### **4.3.1 APROVISIONAMIENTO**

Consiste en seleccionar a los proveedores y abastecer al centro de producción las materias primas y otros elementos; para garantizar el ritmo y volumen de producción con el mínimo coste. (Serrano, Gestión de aprovisionamiento, 2011).

#### **4.3.2 DEPARTAMENTOS DE COMPRAS**

Es el encargado de adquirir los productos y contratar los servicios necesarios para el buen funcionamiento de la empresa y para que se puedan conseguir los objetivos programados. (Serrano, Gestión de aprovisionamiento, 2011).

#### **4.3.3 FABRICACIÓN**

Es el proceso mediante el cual se transforman los materiales adquiridos en la fase anterior en productos terminados y disponibles para la venta. (López Fernández, 2014).

#### **4.3.4 STOCK**

Conjunto de materiales y artículos que la empresa almacena en espera de su utilización o venta posterior. (López Fernández, 2014).

#### **4.3.5 PROVEEDORES**

Los proveedores son aquellas empresas que abastecen a otras con bienes o servicios necesarios para el correcto funcionamiento del negocio. (Serrano, Gestión de compras, 2009).

#### **4.3.6 PEDIDO**

Es la petición de compra que un cliente hace a un proveedor para que este le suministre los bienes o servicios solicitados. (Serrano, Gestión de aprovisionamiento, 2011).

#### **4.3.7 COSTE**

Se puede definir como el valor de los recursos sacrificados para la obtención del mismo. (López Fernández, 2014).

#### **4.3.8 INSUMOS**

Los insumos son objetos, materiales y recursos usados para producir un producto o servicio final. (Serrano, Gestión de aprovisionamiento, 2011).

#### **4.3.9 INVENTARIO**

Se basa en todos los productos y materias primas que posee la empresa y que son potenciales para la futura venta y que proporcione beneficios a la organización. (Serrano, Gestión de aprovisionamiento, 2011).

## **5 METODOLOGÍA**

El desarrollo del proyecto se realizará a través de cuatro (4) fases, teniendo en cuenta los objetivos específicos: estimación del promedio consumo mensual de las materias primas e insumos, desarrollar un modelo de optimización que sirva de insumo para la planeación de compras e inventarios, plantear un modelo de inventario, establecer un esquema de aprovisionamiento administrativo.

### **5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Esta investigación cuenta con dos enfoques que son cuantitativo y cualitativo. Es de carácter cuantitativo porque se va a estimar un pronóstico con el que se busca definir el consumo mensual promedio de materia prima e insumos para lograr un flujo ininterrumpido, además para desarrollar un modelo de inventario es necesario determinar los tiempos y las tasas de consumo de las mismas; así también indicar los rangos de stock de la empresa. Además, es de tipo cualitativo debido a que se detalla la situación actual de la empresa en relación a las falencias por no contar con un plan de aprovisionamiento y control, también en el transcurso del proyecto se describe paso a paso cada una de las características, limitaciones y metodologías de la misma.

### **5.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

Para el desarrollo de este Proyecto, se tendrá en cuenta la población de la empresa IDEAS METÁLICAS LTDA., tomando como muestra cada área de la empresa con el fin de caracterizar cada uno de sus procesos, aplicando listas de chequeos y entrevistas que permitan identificar las variables y parámetros asociados para el desarrollo del plan

de aprovisionamiento. En cuanto al caso de estudio se tendrá acceso al 100% de la población que integra tanto la parte administrativa como operativa.

### **5.3 VARIABLES A ESTUDIAR**

En relación a las variables a estudiar se encontró: tiempos y tasas de consumo de materia prima e insumos, Cantidades en promedio de materia prima e insumos a consumir mensualmente, rangos de control de stock para la empresa.

### **5.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN A UTILIZAR**

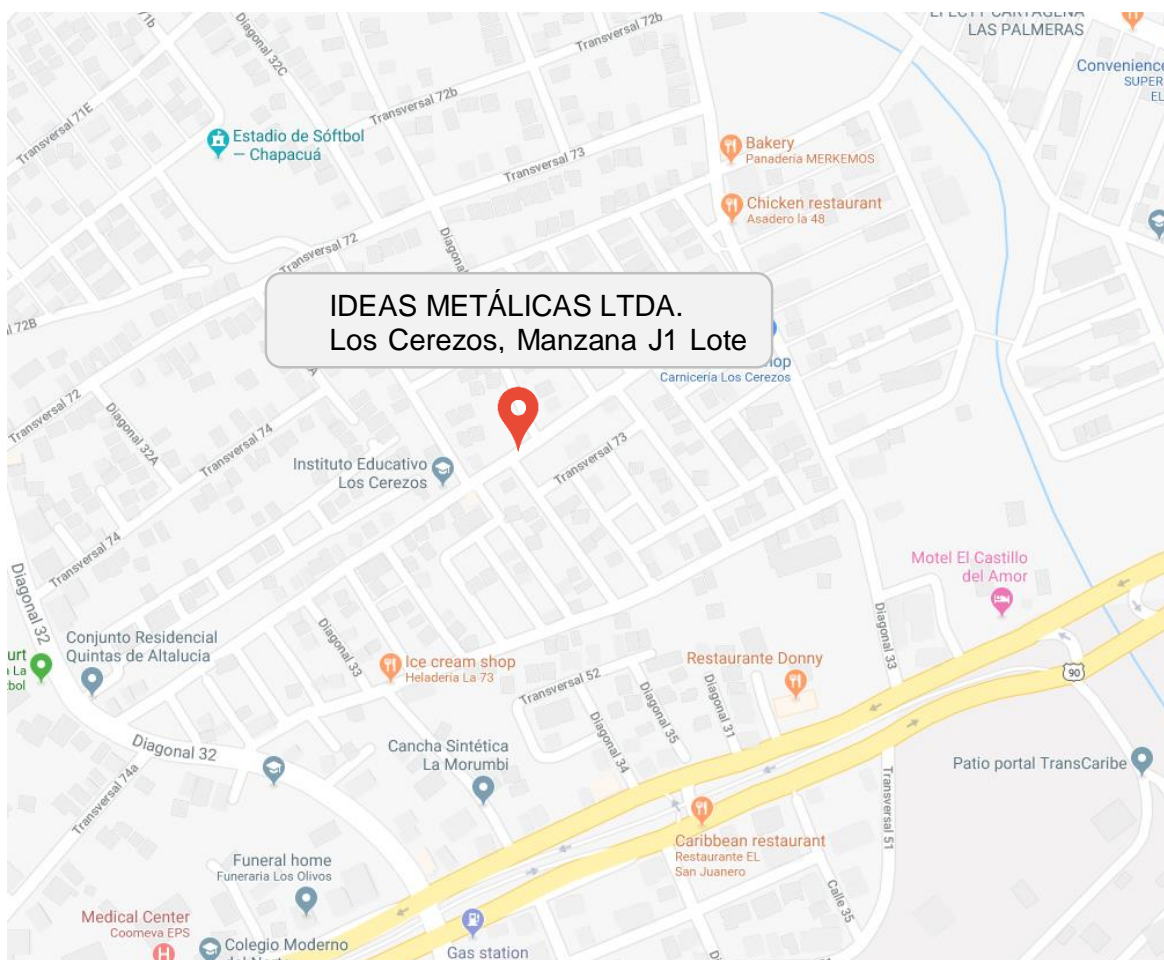
Las técnicas utilizadas para la realización de este proyecto son la observación directa y Listas de chequeo; Las cuales permiten recolectar datos con el fin de realizar una buena investigación, los instrumentos utilizados son las libretas de apuntes, y tablas de Excel donde se tabulan la información recopilada para tabularla.

## 6 GENERALIDADES DE LA EMPRESA IDEAS METÁLICAS LTDA.

En la siguiente sección se describen algunos aspectos generales sobre la empresa objeto de estudio, tales como: ubicación, reseña histórica, filosofía organizacional, productos, clientes, entre otros.

### 6.1 UBICACIÓN DE LA EMPRESA

La empresa IDEAS METÁLICAS LTDA. Cuenta con sus instalaciones y única sede en la ciudad de Cartagena, en el barrio Los Cerezos Manzana J1 Lote 1.



**Ilustración 2: Ubicación de IDEAS METÁLICAS LTDA., Cartagena.**

**Fuente: (Google, 2019)**



## 6.2 RESEÑA HISTÓRICA

IDEAS METÁLICAS es una empresa que desarrolla principalmente productos basados en el metal, tales como, los soportes para televisores, rack de audios, soporte para cabinas, soportes de DVR, bases para artículos electrodomésticos, entre otros. Brindando productos nacionales de alta calidad por toda Colombia.

Esta compañía fue creada en el año 2002 y fundada por el actual gerente Luis Rueda Pérez, IDEAS METÁLICAS empezó por iniciativa propia, siendo un estudiante de metalmecánicas de la institución pública Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), donde se ofrecían principalmente los soportes para los televisores convencionales de esa época, y así suplir la necesidad que tenían muchas personas por el poco espacio en sus inmuebles.

Desde entonces, los productos se fueron integrando positivamente el mercado con las buenas retroalimentaciones por parte de los clientes y por el trabajo realizado por sus asesores comerciales.

En el año 2014, la empresa agregó nuevos productos a su base de ventas, esto hizo que la compañía creciera a pasos agigantados y comenzará a suministrar a almacenes a nivel nacional en varias ciudades del país.

En la actualidad, IDEAS METÁLICAS ha ampliado sus metas, fabricando productos de buena calidad aceptados en el mercado nacional, renovando y compitiendo en los primeros lugares con productos netamente colombianos.

### **6.3 FILOSOFÍA ORGANIZACIONAL**

Los principios organizacionales están regidos por valores que le dan una identidad a nivel empresarial, a continuación, se presentan características esenciales para conocer la razón de ser de la empresa IDEAS METÁLICAS LTDA.

#### **6.3.1 MISIÓN**

Nuestra misión es brindar soluciones efectivas para problemas de ubicación y espacio en las instalaciones residenciales o instituciones de nuestros clientes, a través de la fabricación de productos altamente confiable. Además, estaremos dispuestos a satisfacer nuestros clientes con la fabricación de otras estructuras metálicas con diseños especiales.

#### **6.3.2 VISIÓN**

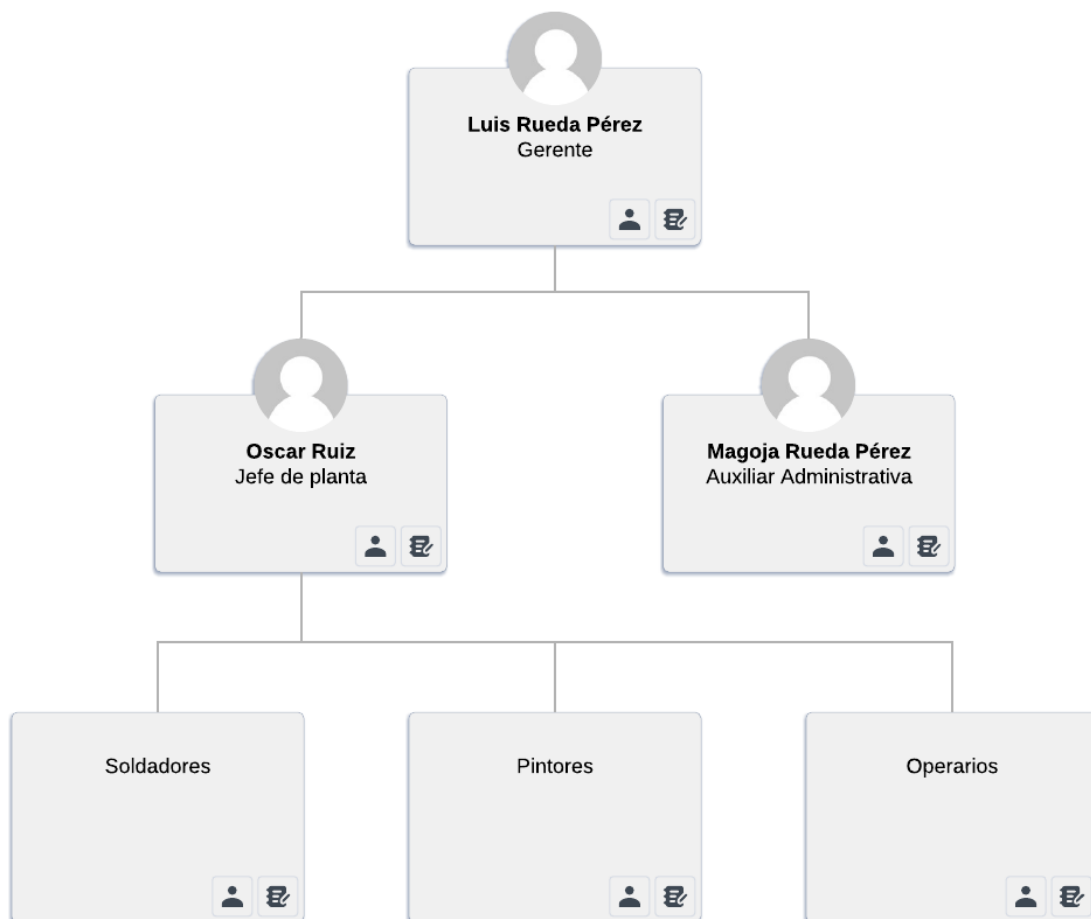
En el 2020 ser una empresa de alta competitividad en la fabricación y distribución a nivel nacional de productos referentes a soportes y estructuras metálicas para equipos electrónicos, siendo nuestra principal carta de presentación y garantía de la eficiencia y eficacia en el tiempo de entrega, al igual que la confiabilidad de nuestros productos.

#### **6.3.3 ORGANIGRAMA**

La estructura organizacional de la empresa se puede observar en la ilustración #3, está compuesta de manera jerárquica de tal forma que describe desde la parte superior el área que toma las decisiones de esta, recibe las órdenes de pedidos y gestiona con el apoyo del jefe de planta la adquisición de materia prima y a su vez tiene la tarea de

organizar el grupo de trabajo para cumplir con los tiempos de entrega de los pedidos coordinados en conjunto con la auxiliar administrativa.

La última línea de mando tiene por consiguiente una de las más importantes labores la cual es transformar la materia prima en productos que solicita el cliente a través de las distintas fases que exigen la actividad comercial de la empresa.



**Ilustración 3: Organigrama de IDEAS METÁLICAS LTDA.**

**Fuente: Suministrado por IDEAS METÁLICAS LTDA.**

## 6.4 PRODUCTOS Y SERVICIOS

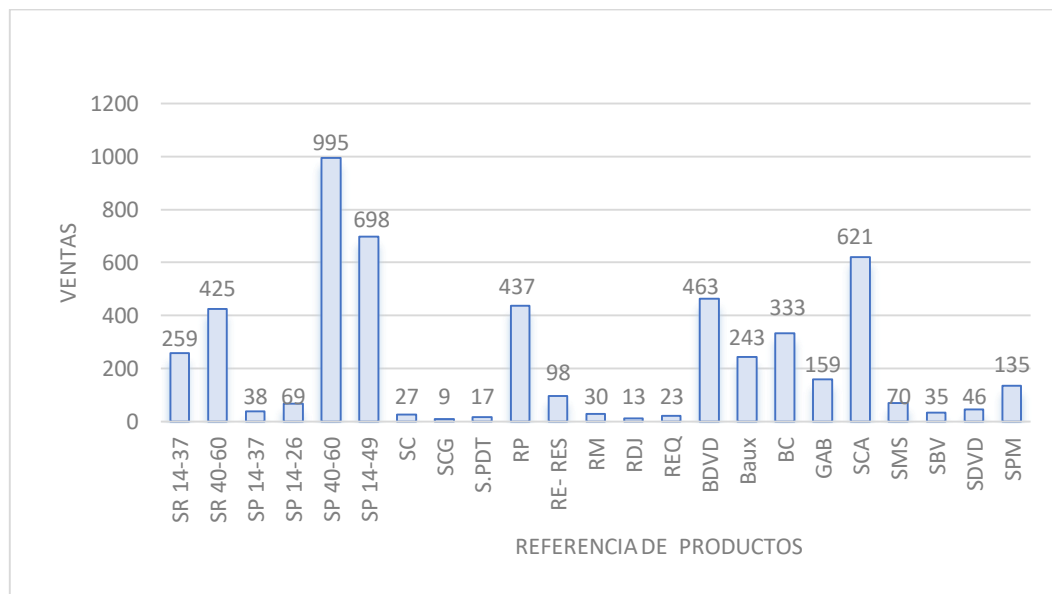
En la actualidad los productos de la empresa se comercializan a nivel local y nacional, principalmente en la costa, Medellín, y Bogotá, la mayor demanda de sus soportes y racks, se genera a gran escala para compañías comerciales que se dedican a la compra y venta de bienes terminados, hoteles y hogares, los cuales por su buena calidad y cada vez más modernos permiten aprovechar los espacios de una manera eficiente, ver tabla #4 donde se relaciona los productos que ofrece con sus respectivas referencias.

<b>NOMBRE DEL PRODUCTO</b>	<b>REFERENCIA</b>
Soporte reclinable T.V. 14"-37"	SR 14-37
Soporte reclinable T.V. 40" 60"	SR 40-60
Soporte plegable T.V. 14"-37"	SP 14-37
Soporte plegable T.V. 14"-26"	SP 14-26
Soporte plegable T.V. 40"-60"	SP 40-60
Soporte plegable T.V. 14"-49"	SP 14-49
Soporte convencional T.V. 14"-21"	SC
Soporte colgante T.V. 14"-60"	SCG
Soporte de pedestal T.V. 14"-60"	S.PDT
Rack pony	RP
Rack estándar	RE- RES
Rack de mesa	RM
Rack para D.J.	RDJ
Rack equalizable.	REQ
Bandeja para DVD.	BDVD
Bandeja auxiliar.	BAUX
Bandeja para consola.	BC
Gabinetes	GAB
Soporte para cabinas	SCA
Soporte para condensador mini Split	SMS
Soporte para video beam	SBV
Soporte para DVD.	SDVD
Soporte Brazo corto o mocho	SPM

**Tabla 4 : Relación de Productos con sus referencias.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

Los productos que ofrece IDEAS METÁLICAS se destacan en el mercado por su calidad, lo que ha permitido ganarse la confianza de sus clientes, dentro de estos el soporte plegable televisión 40"-60" se ha convertido en su producto estrella, como se puede observar en la grafico #9 que el comportamiento de su demanda es la más alta en comparación a los demás.



**Gráfico 9: Ventas de Julio a diciembre 2018.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

Además de los productos anteriormente relacionados la empresa ofrece como servicio alterno y opcional la instalación de los soportes, aunque cada uno de ellos trae su guía de instalación, algunos usuarios prefieren un profesional encargado de la instalación.

Adicionalmente la empresa se encarga de desarrollar productos a la medida, para aquellos clientes que brindan su propia iniciativa y necesitan suplir una necesidad en específico.

## 6.5 CLIENTES ACTUALES

Los clientes actuales se clasifican de acuerdo a sus necesidades y particularidades; se ha logrado la permanencia de estos a través de una buena atención, calidad, responsabilidad y entrega, acompañado de estrategias de marketing encargada de la fidelización de sus clientes.

De acuerdo a lo anterior para lograr la fidelización de sus clientes, se tiene en cuenta que cada uno de ellos consta de características similares, las cuales se clasifican través de su frecuencia de compra, con el fin de optimizar su estrategia.

A continuación, se describe la siguiente clasificación:

- **Clientes frecuentes:** Son aquellos que realizan compras constantes dentro de la compañía y son el principal ingreso de esta. Para este tipo de cliente se le ofrece un trato preferencial que les permita tener relaciones comerciales duraderas.
- **Clientes habituales:** Son aquellos que realizan compras periódicamente, pero que no alcanzan a ser el principal ingreso de la compañía; por lo que es de gran beneficio aumentar la fidelidad de estos clientes que propicien un aumento en la frecuencia de sus compras.
- **Clientes ocasionales:** Son aquellos que realizan compras esporádicas con el fin de satisfacer necesidades inmediatas.

### 6.5.1 SEGMENTO DE LOS CLIENTES

Tal como se explica en el punto anterior los clientes se categorizaron por frecuencia de compras, pero dentro de estas existes grupos de clientes con motivos similares para

la adquisición de los productos. De acuerdo con las actividades de sus clientes, en la actualidad la empresa los segmenta de la siguiente manera:

- **Distribuidores:** Son aquellos que adquieren un gran volumen de productos y lo venden, sin realizar ninguna modificación a la base del producto.
- **Vendedores independientes:** Son aquellos que adquieren pequeñas cantidades de productos, y los vende puerta a puerta.
- **Cientes Mostrador:** Personas naturales y compañías que compran de contado directamente a la empresa.

## 6.6 MATERIA PRIMA E INSUMOS

La materia prima principal utilizada por IDEAS METÁLICAS para la fabricación del Soporte Plegable Televisión 40"-60" son:

- **Laminas acero al carbón A-36 calibre 14 y 18 2,40\*1,20 m:** De estas laminas realizan los cortes previamente establecidos para obtener un travesaño, una placa de pared y dos parales, con los retazos que quedan sacan las U y las mariposas.
- **Tubos rectangulares 20\*40mm C-20:** Realizan el corte de acuerdo a las medidas establecidas, para obtener en total tres tubos.

Los insumos usados para el ensamble final del producto, son los siguientes: tornillos, arandelas, tuercas, tapones, separadores plásticos.

## 7 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACION ACTUAL

Con el fin de describir la situación actual de la empresa se detalla a continuación aspectos importantes como: estado del almacén, recursos humanos, insumos, procesos propios de la actividad comercial de la empresa y maquinarias.

### 7.1 DESCRIPCIÓN DEL ALMACEN

Para la fabricación de los productos, la empresa posee el espacio suficiente para las actividades operativas y cuenta con herramientas en buen estado.

El área total construida del edificio y zonas operativas es de  $105 m^2$ , La zona de almacenamiento de materias primas cuenta con  $78 m^2$  se encuentran ubicadas en estantes, y la zona de almacenamiento de producto terminado cuenta con  $33 m^2$  ubicadas en estantes.



**Ilustración 4: Almacén de productos terminados.**

**Fuente: Autores del proyecto.**



## 7.2 DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS

La empresa cuenta con un talento humano de 10 personas en total, 2 de ellas se dedican a labores administrativas y logística, 8 de ellas se dedican a labores operativas en apoyo para el control de recursos y materias primas.

IDEAS METÁLICAS no cuenta con vehículos propios para transportar materias primas o para la entrega de productos terminados, por lo tanto, en caso de ser necesario se debe contratar un servicio de transporte que lleve los elementos requeridos a las instalaciones y si el cliente desea que sus productos sean despachados a un lugar específico, realizan una negociación para el beneficio de ambas partes.

Para el transporte interno de las partes de los productos a fabricar, a los diferentes procesos y los productos terminados, se realiza a través de un ascensor que soporte el peso y la cantidad de elementos que se requieran, este está ubicado estratégicamente para facilitar su uso.



**Ilustración 5: Ascensor industrial.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

### 7.3 DESCRIPCIÓN DE LOS INSUMOS

Los insumos que utilizan IDEAS METÁLICAS LTDA. son adquiridos a través de empresas comercializadoras que se encuentran ubicadas en la ciudad de Cartagena.

A continuación, en la tabla #5 se encuentra la relación de las empresas que suministran y los insumos que son adquiridos por cada una de ellas.

EMPRESAS	INSUMOS
Sumatec SAS	Tornillos, tuercas, arandelas
Car Bolsas Ltda.	Plásticos
Axalta Powder Coating Systems Colombia SAS	Pinturas
Tornillos y Ferreterías	Tuercas
Palacio del tornillo	Tornillos, tuercas
Anclajes Cartagena JC SAS	Tornillos, tuercas, arandelas
Droguerías Juliao SA	Químico para limpieza
Agá Fano SA	Gas y oxígeno
Plásticos Fayco SA	Cubrimientos de soportes
Cajitas y embalajes	Cajas micro laminadas IM 4C
Central de soldaduras y protección industrial SA	Soldadura

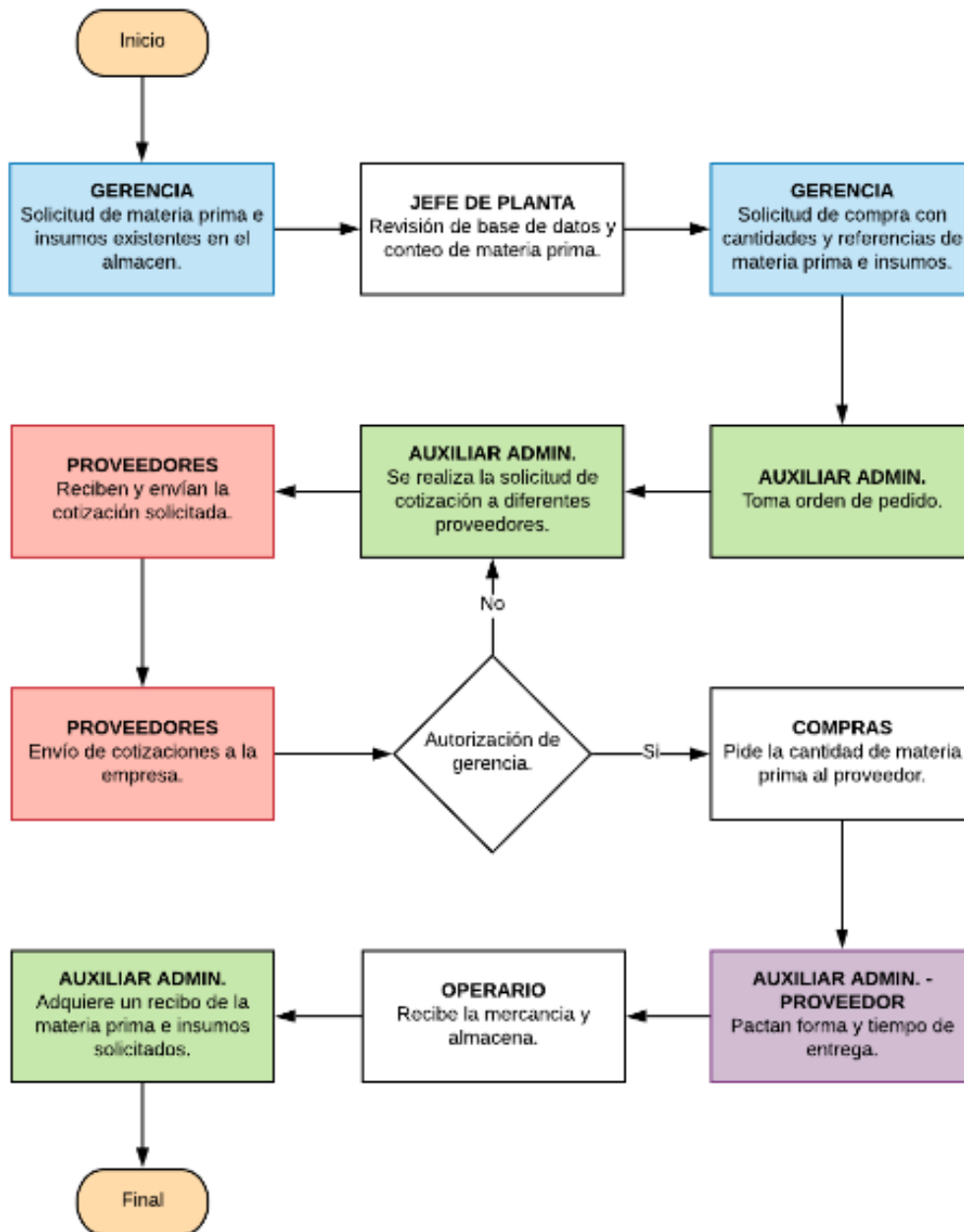
**Tabla 5: Relación de empresa y los insumos adquiridos.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

### 7.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE COMPRAS E INVENTARIO.

El proceso de compras e inventarios, empieza con la revisión y contabilización de la materia prima e insumos actuales con lo que cuenta el almacén, a través de una comunicación asertiva entre el jefe de planta y el gerente, una vez obtenida esa información, de ser necesario se realiza una orden de pedido a la auxiliar administrativa; luego de esto se encarga se llevar a la cabo la gestión del proceso de compras de acuerdo a las políticas previamente establecidas, una vez llegue el pedido el operario se encarga de recibir y almacenar la Materia prima e insumos, y finaliza informado a la auxiliar administrativa el recibimiento a satisfacción del pedido.

Este proceso se puede observar en el diagrama de flujo de la Ilustración #6.



**Ilustración 6: Diagrama del Proceso de compras e inventarios.**

Fuente: Autores del proyecto.

## 7.5 POLITICAS DE ALMACENAMIENTO

La empresa IDEAS METÁLICAS S.A cuenta en su área de inventario y almacenamiento de las siguientes políticas:

- El área de almacén debe permanecer completamente limpio y organizado en todo momento.
- Utilizan la técnica fifo.
- No colocar ningún elemento en el piso.
- Garantizar una buena iluminación.
- Los pasillos deben tener por lo menos 1 metro de ancho.
- Se debe tabular la cantidad de material que entra y sale del almacén, en un libro de ingresos y egresos de materia prima.
- Los materiales sobre las estibas o estantes deben estar divididos por tipo de material.
- Debe contar con un buen sistema de ventilación.
- Evitar almacenar productos o materia prima en mal estado.
- Los materiales deben coincidir con el largo y ancho sobre las estibas.
- Las láminas y tubulares que son la materia prima principal están ubicados en la primera planta porque la fabricación de sus productos empieza en ese piso.
- Los insumos se almacenan en el tercer piso ya que hay es donde se realiza el ensamble de las piezas.
- La tornillería está ubicada en estantes divididas por el tipo medida.
- La pintura se almacena en el segundo piso aislada en un ambiente fresco.

## 7.6 COSTOS ACTUALES DE ALMACENAMIENTO

Es necesario realizar análisis de costo financiero que muestre escenarios donde participen todos los entes involucrados de la empresa que permitan reconocer los costos involucrados en cuanto a las decisiones de:

- **Costos de hacer un pedido:** Al momento de realizar la gestión de un pedido, está involucrada directamente la auxiliar administrativa que se encarga de realizar estas actividades, el uso de recursos como el internet y el teléfono que facilitan su gestión, se obtiene que el costo promedio mensual de realizar pedido es \$ 14.611.
- **Costos de mantener un stock de materiales e insumos:** Para lograr mantener el inventario de materia primas e insumos, es necesario la coordinación y trabajo del jefe de planta con un auxiliar, incluyendo: orden, aseo y contabilización; se obtiene que el costo promedio mensual de mantener el stock es de \$ 19.667.
- **Costos por faltantes:** Es poco frecuente que se presenten faltante al momento de la fabricación de sus productos, pero al presentarse esta situación, recurren a la opción de contratar un transporte que recoja la materia prima en las instalaciones del proveedor y los lleve a la empresa, esto presenta un costo adicional en promedio de \$ 15.000.

## **8 DESARROLLO DE MÉTODOS DE PRONÓSTICOS CUANTITATIVOS PARA ESTIMACIÓN DE CONSUMO MENSUAL**

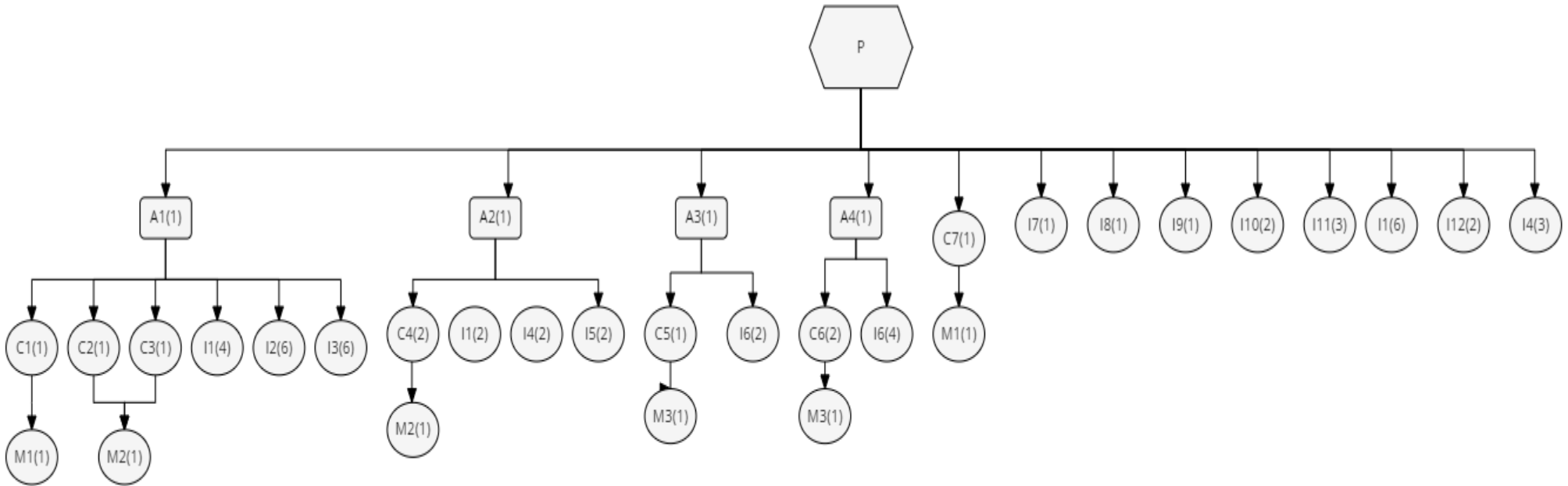
Para desarrollar los modelos de pronósticos cuantitativos se utilizó datos históricos de ventas de tres años para mirar el comportamiento de su demanda y se aplicó la medición de errores para realizar comparativo y escoger el método que arroje menor margen de error.

Con el método seleccionado se realizó un estimado de la cantidad de materia prima e insumos en stock para satisfacer la demanda en los siguientes meses.

### **8.1 ARBOL ESTRUCTURA DEL SOPORTE PLEGABLE DE T.V PLEGABLE 40-60**

Para establecer la cantidad de materia prima e insumos que se requiere en la fabricación del soporte plegable de 40"-60" se realizó un árbol de estructura de producto que se puede observar en la ilustración #7. Para el desarrollo del árbol se determinó una nomenclatura que fue la siguiente: P (Producto final), A1,2, 3... (Los ensambles), C1,2, 3... (Los componentes), M1,2,3... (La materia prima) y I1,2,3... (Los insumos); también cada nomenclatura tiene entre paréntesis la cantidad que se requiere de cada uno de ellos.

Además estos árboles se caracterizan por tener un orden jerárquico que empieza con el nivel cero(0) con el producto final que se representó con una figura de hexágono, y va descendiendo a el nivel uno(1) que encuentran por ejemplo A1 que es un ensamble que se representaron con un rectángulo redondo, y asimismo en el nivel uno(1) se encuentran algunos insumos como el I10 que se presenta con círculos al igual que las materias primas y componentes, En el nivel dos(2) se encuentra por ejemplo C1 y en el Nivel tres(3) está el M1.



**Ilustración 7** Árbol de estructura del soporte plegable TV 40-60.

**Fuente:** Autores del proyecto

Para mayor interpretación a lo explicado en los párrafos anteriores, se desarrolló la tabla #6 que muestra en detalle la descripción de cada uno los componentes que se representa en el árbol de estructura con una nomenclatura, además la cantidad que es requerida de cada uno y el nivel jerárquico que se encuentran.

NIVEL	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	UNIDADES REQUERIDAS
1	A1	Ensamble placa de pared	1
.2	C1	Placa de pared de 24*16 cm	1
...3	M1	Lamina acero al carbón de 1,20 * 2,40 m cal 14	1
.2	C2	Mariposa	1
...3	M2	Lamina acero al carbón de 1,20 * 2,40 m cal 18	1
.2	C3	U	1
...3	M2	Lamina acero al carbón de 1,20 * 2,40 m cal 18	1
.2	I1	Arandela galvanizada de 3/8"	4
.2	I2	Arandela galvanizada de 1/4"	6
.2	I3	Tornillos de estufa 1/4" * 1/2"	6
1	A2	Ensamble de parales	1
.2	C4	Parales de 44.5*8 cm	2
...3	M2	Lamina acero al carbón de 1,20 * 2,40 m cal 18	1
.2	I1	Arandela galvanizada de 3/8"	2
.2	I4	Tuerca normal 3/8"	2
.2	I5	Tornillo carruaje de 3/8" * 1- 1/2"	2
1	A3	Ensamble de tubo de 23 cm	1
.2	C5	Tubo de 40* 20 mm - 23 cm largo	1
...3	M3	Tubo rectangular de 40*20 mm y 6m largo	1
.2	I6	Tapones de bujes pasticos 1- 1/2"	2
1	A4	Ensamble de tubo de 25 cm	1
.2	C6	Tubo de 40* 20 mm - 25 cm largo	2
...3	M3	Tubo rectangular de 40*20 mm y 6m largo	1
.2	I6	Tapones de bujes pasticos 1- 1/2"	4
1	C7	Travesaño d 46*12cm	1
.2	M1	Lamina acero al carbón de 1,20 * 2,40 m cal 14	1
1	I7	Tornillo hexagonal 3/8"* 8"	1
1	I8	Tuerca seguridad 3/8"	1
1	I9	Tapón redondo 5/8"	1
1	I10	Separador plástico de 1-1/2"	2



1	I11	tornillo carruaje de 3/8" * 2-1/2"	3
1	I1	Arandela galvanizada de 3/8"	2
1	I12	Tuerca seguridad 1/4"	2
1	I4	Tuerca normal 3/8"	3

**Tabla 6: Listado descripción de componentes del árbol de estructura- Ilustración #7.  
Fuente: Autores del proyecto.**

## **8.2 LISTADO DE MATERIALES Y COSTO POR MATERIAL PARA EL TOTAL DE VENTAS MES A MES POR 3 AÑOS.**

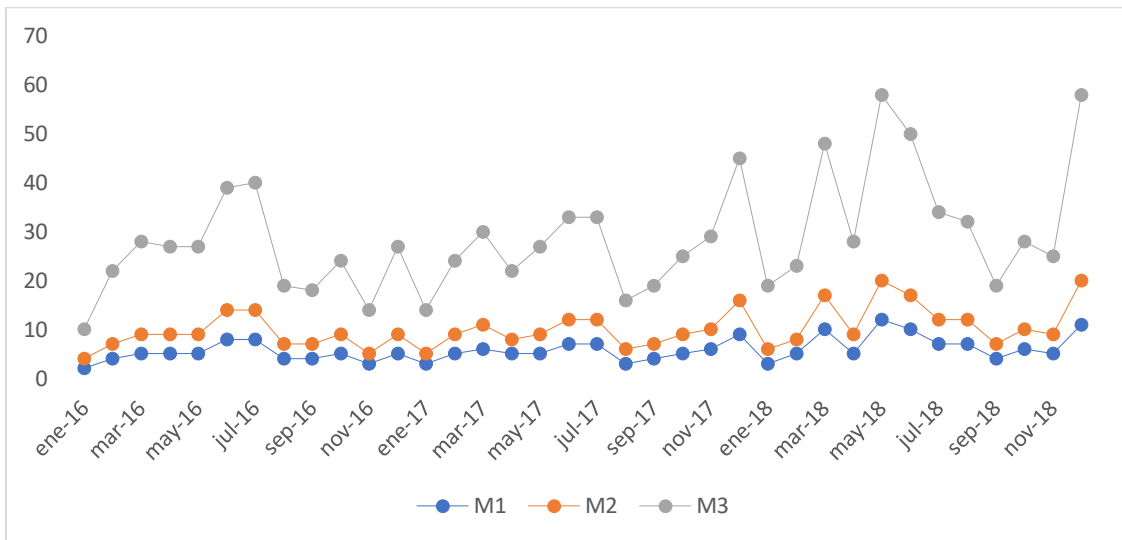
De acuerdo a las ventas mes a mes de los años 2016, 2017 y 2018 se realiza los cálculos del consumo de materia prima e insumos que se necesitó para la fabricación del soporte plegable T.V. 40-60 en estos años usando los costos por material; para obtener los datos exactos del total de la demanda por año y los costos de materia prima e insumos anual, esta información se puede observar en la tabla #7.

AÑO	DEMANDA	COSTO DE MATERIA PRIMA E INSUMO * AÑO
2016	1486	\$ 26.820.848
2017	1587	\$ 28.952.810
2018	6007	\$ 38.935.124

**Tabla 7: Costo de materia prima e insumos de la demanda del año 2016 al 2018.**

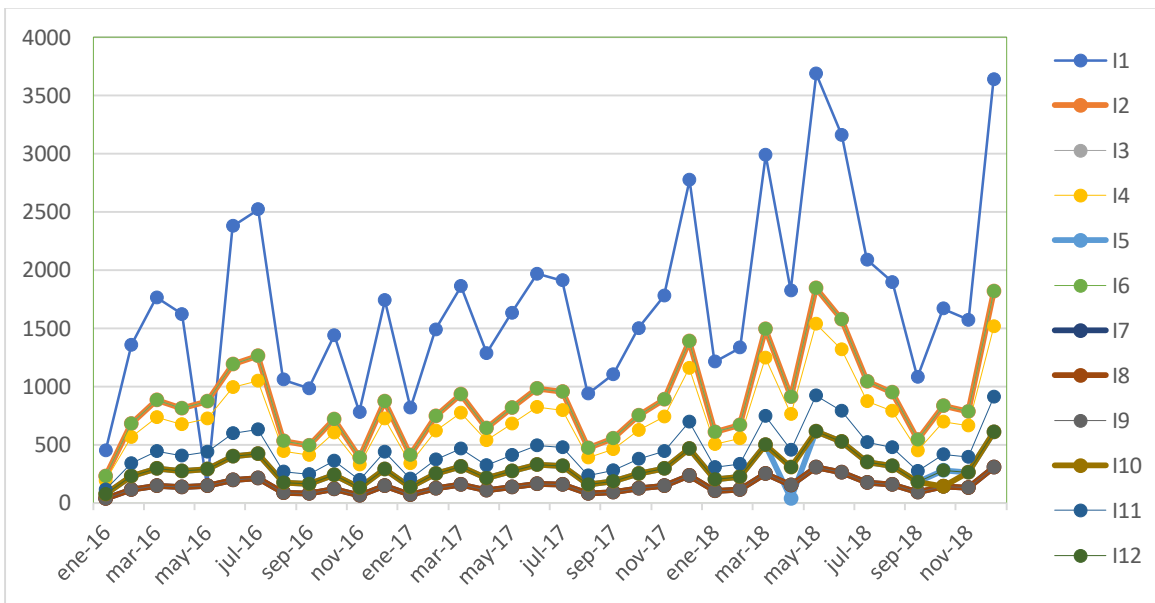
**Fuente: Autores del proyecto.**

Además, se analizó los periodos mensuales de mayor y menor de demanda, se observa que el comportamiento en estos tres (3) años hay una tendencia estacional creciente, los meses de mayor consumo de materia prima e insumos son en los meses de mayo, junio, Julio y Diciembre; Este comportamiento se puede observar en la gráfica #10 el consumo de materias primas y en la gráfica #11 el consumo de insumos, Para la realización de estos gráficos se utilizó la nomenclatura explicada en el punto 8.1.



**Gráfico 10: Relación consumo de materia prima del año 2016 al 2018.**

Fuente: Autores del proyecto.

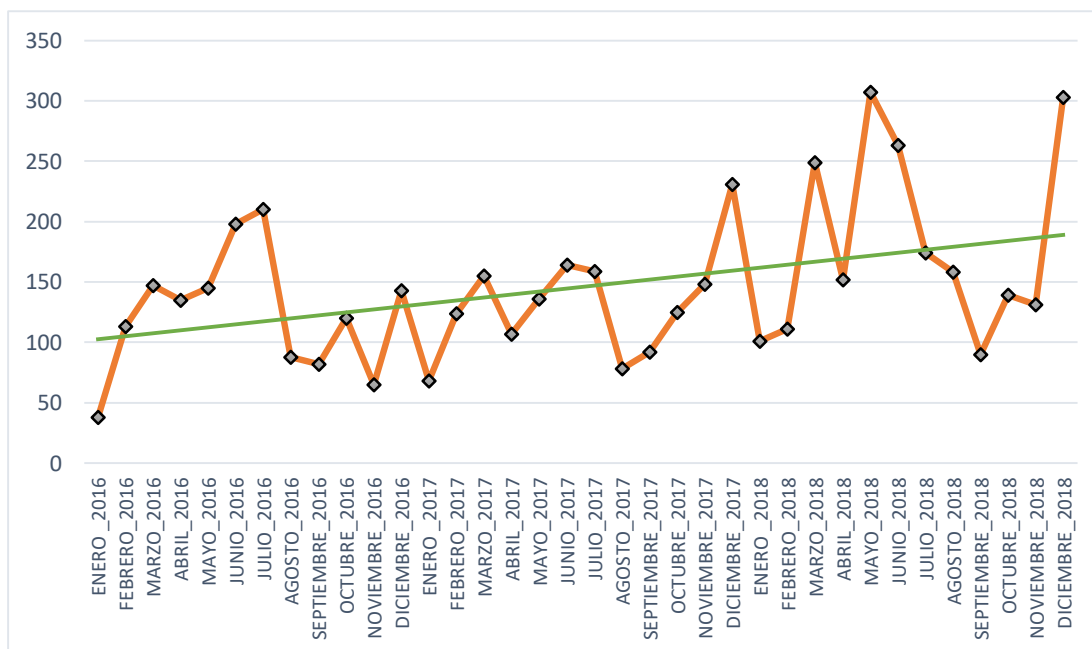


**Gráfico 11: Relación consumo de insumos del año 2016 al 2018.**

Fuente: Autores del proyecto.

### 8.3 MÉTODOS CUANTITATIVOS DE PRONÓSTICOS APLICADOS

Los datos históricos recopilados mes a mes durante los tres años mencionados anteriormente se compararon con los patrones de comportamiento de la demanda que se puede observar en la ilustración #9, por lo que determina que la demanda del soporte plegable TV 40-60 se comporta de manera estacional con tendencia, es decir, que el interés de comprar que muestran los clientes de este producto es durante una determinada parte del año, específicamente en los meses mayo, junio, julio y diciembre, ver grafica #12.



**Gráfico 12: Relación de ventas de soporte 40 – 60 de 2016 al 2018, Con línea de tendencia.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

Para el desarrollo del método de pronóstico se estableció escoger los datos históricos de la demanda del año 2018, debido que al usar periodos más lejos los pronósticos se alejan de la realidad, mientras que al usar periodos más cercanos las oscilaciones son

un poco más marcadas, logrando seguir la tendencia de la demanda de los periodos anteriores.

A continuación, se desarrolla los cuatro (4) métodos de pronóstico:

### 8.3.1 PROMEDIO MÓVIL SIMPLE

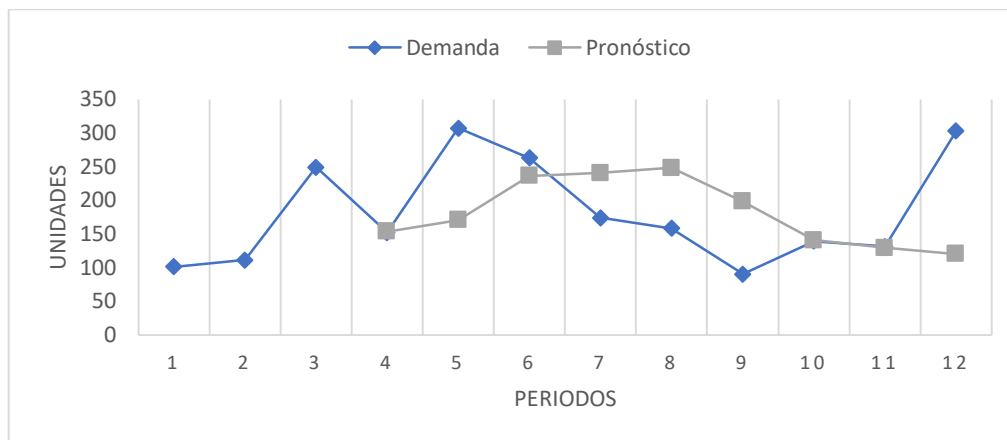
Durante la realización de este pronóstico se tomó datos de ventas de los doce meses del año 2018 y se debe determinar qué número de periodos se debe utilizar para realizar los cálculos, para escoger n se realiza el pronóstico con varios escenarios, se escoge el que arroje menor margen, este caso fue n=3 con un MAP de 37%, Ver en la Tabla #8.

Medición de errores / Promedio Móvil Simple	(N=2)	(N=3)	(N=4)	(N=5)
CFE	207	80	73,75	-80,00
MAD	75,80	68,519	87,16	77,64
MSE	8417,60	8566,10	10712,85	8866,25
MAPE	39%	37%	49%	49%

**Tabla 8 : Comparación medición de errores - Promedio Móvil Simple.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

Después se determinar n = 3, se obtiene la demanda futura de nueve meses del 2019 que fueron de abril a diciembre, donde se observó una tendencia a de crecimiento menos marcada por picos, por lo tanto, se concluye que este método no nos ayudaría debido que presentan grandes variaciones en relación al pronóstico con la demanda de los meses anteriores Ver Gráfico #13.



**Gráfico 13. Demanda pronosticada con método de Pronóstico móvil simple.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

### 8.3.2 PROMEDIO MÓVIL PONDERADO

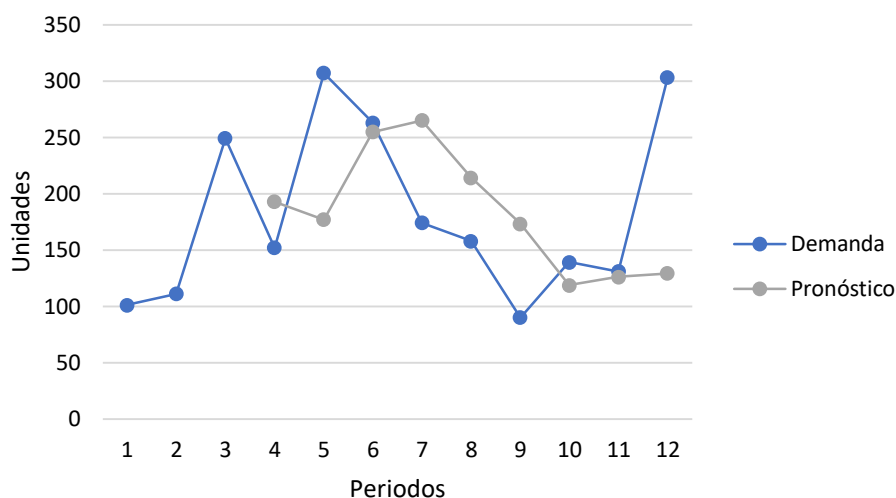
En este pronóstico se utiliza el mismo método del promedio simple utilizando los datos históricos del año 2018 para calcular la posible demanda de los próximos nueve (9) meses del año 2019; como en el método anterior se determinó que escogiendo que  $n=3$  arroja el menor margen de error, se asigna las ponderaciones teniendo en cuenta que se le establece más peso a la demanda pasada más reciente, para lograr obtener la mejor ponderación se realizó pronósticos con diferentes opciones, se obtuvo el mejor margen de error con la asignación de demanda lejana: 10%, demanda intermedia: 30% y demanda reciente: 60%, ver tabla #9.

Medición de errores / Promedio Móvil Ponderado	Demanda lejana: 20% Demanda intermedia: 30% Demanda reciente: 50%	Demanda lejana: 10% Demanda intermedia: 20% Demanda reciente: 70%	Demanda lejana: 10% Demanda intermedia: 30% Demanda reciente: 60%
CFE	71,6	63,8	65,80
MAD	67,76	68,733	67,58
MSE	7846,56	7793,17	7512,27
MAPE	36,62%	36,85%	36,47%

**Tabla 9: Comparación medición de errores - Promedio Móvil Ponderado.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

Por eso se determinó que la demanda pasada reciente es la más importante y le asignan un peso de 50%, la demanda intermedia tiene un peso de 30% y la más lejana de 20%. De lo cual se puede concluir que el comportamiento de la demanda pronosticada presenta grandes variaciones en comparación con la demanda pasada como se puede notar en los meses de mayo y julio; Ver gráfico #12.



**Gráfico 14: Demanda pronosticada con método de Promedio móvil ponderado.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

### 8.3.3 SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE

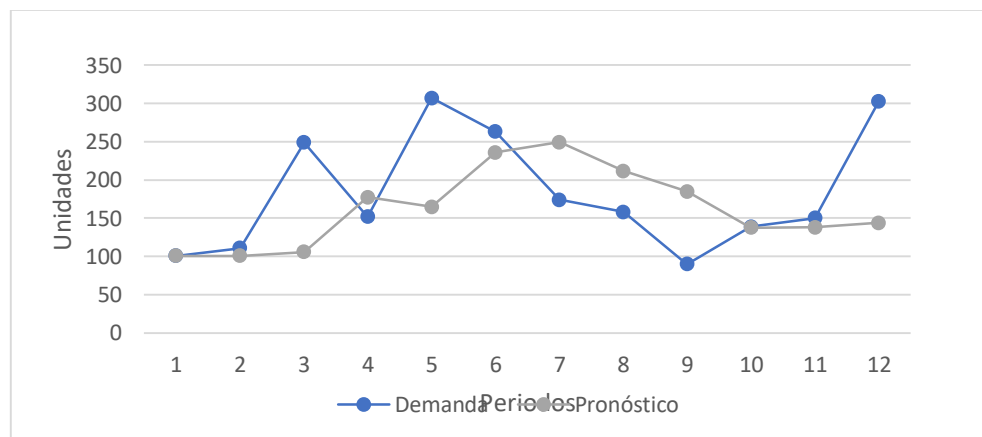
En este método se utilizaron los históricos de la demanda de los 12 meses del año 2018, y se le asignó tres valores numéricos diferentes a alfa ( $\alpha$ ), para comparar las mediciones se errores se determinó con alfa( $\alpha$ ) = 0,5 arroja un menor margen de error, como por ejemplo con la medida MAPE un 32% siendo el menor en comparación con los demás, ver tabla #10.

Medición de errores / Suavizamiento exponencial simple	$\alpha = 0,5$	$\alpha=0,3$	$\alpha=0,05$
CFE	235,607422	309,020791	754,32
MAD	62,42	64,330	76,14
MSE	7346,29	7482,77	10632,06
MAPE	32%	33%	34%

**Tabla 10: Comparación medición de errores - Suavizamiento exponencial simple.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

Luego de establecer  $\alpha$ , se realizaron los cálculos y se obtiene el pronóstico ver en grafico #15, Se puede concluir que el comportamiento de lo pronosticado en relación con la demanda real del año anterior es muy similar excepto en el mes de diciembre; debido que la demanda real del mes de diciembre es el doble que la demanda del mes de noviembre que es la que se utiliza para hacer el pronóstico del mes doce (12).



**Gráfico 15: Demanda pronosticada con método de suavización exponencial simple.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

### 8.3.4 SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL DOBLE O MODELO DE HOLT

Para este método de pronóstico se utilizó el histórico de las demandas de los 12 meses del 2018, pero a diferencia del método anterior en este se requiere de dos constantes de

suavización que son: alfa ( $\alpha$ ) y delta ( $\delta$ ), siendo que alfa dependerá de la importancia que se le otorgo a datos recientes; mientras que delta sería un  $\delta$  elevado responde con más velocidad a los cambios en la tendencia. Para obtener las mejores constantes se realizó el pronóstico con varias opciones se obtuvo que las constantes  $\alpha=0,5$  y  $\delta=0,3$  son las que presentan menor margen de errores, ver tabla #11.

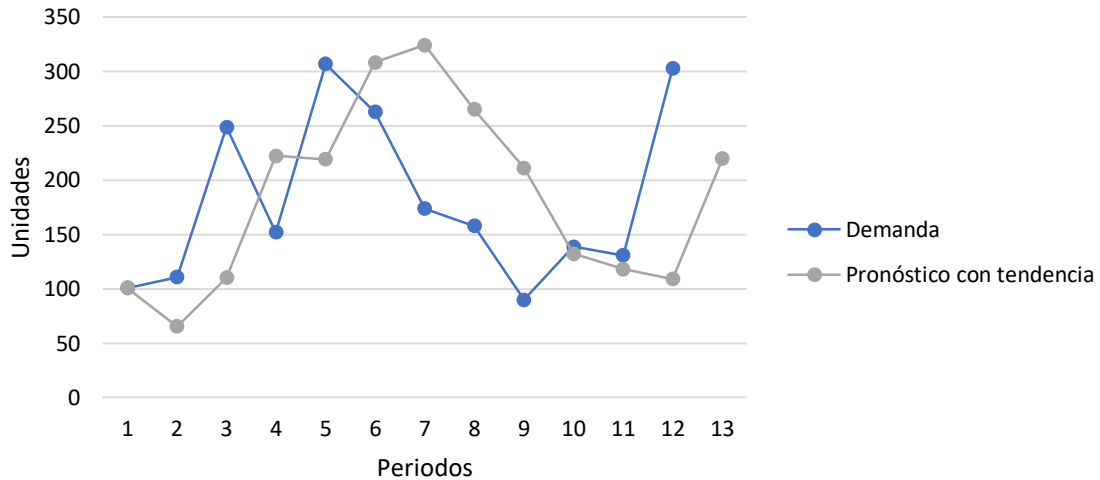
Medición de errores / Suavización exponencial doble	$\alpha = 0,5$ $\delta = 0,5$	$\alpha=0,3$ $\delta = 0,5$	$\alpha=0,5$ $\delta=0,3$	$\alpha=0,2$ $\delta=0,1$
CFE	32,1632025	275,527116	359,937144	431,58
MAD	88,4429088	88,1306218	75,6787993	89,96
MSE	11007,5288	12100,2733	8644,55883	11569,77
MAPE	50%	53%	43%	51,16%

**Tabla 11: Comparación de medición de errores / Suavización exponencial doble.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

De acuerdo a lo anterior se realizó el pronóstico de la demanda de los próximos 12 meses del año 2019, se obtuvo los siguientes datos ver gráfica #16, se puede concluir que el comportamiento de la demanda pronosticada que va mes a mes se presentan muchas variaciones específicamente en los periodos de marzo, mayo, julio, agosto y diciembre.





**Gráfico 16: Demanda pronosticada con método de suavización exponencial doble.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

#### **8.4 CÁLCULO DE COSTOS PROMEDIOS HACIENDO USO DEL MÉTODO DE PRONÓSTICO SELECCIONADO.**

Para escoger un método de pronóstico de los cuatro (4) que se desarrolló en los puntos anteriores, se realizó la medición del error en cada uno de los métodos con el fin de compararlos.

Las medidas de errores que se realizaron por cada método fueron: **CFE** (suma acumulada de errores de pronóstico), **MAD** (Desviación media absoluta), **(MSE)** Error cuadrático medio, **MAPE** (Error porcentual medio absoluto), Estos datos se pueden ver en la tabla #12.

	Promedio Móvil Simple	Promedio Móvil Ponderado	Suavización Exponencial simple	Suavización Exponencial Doble
CFE	80	65,80	235,61	359,93
MAD	68,519	67,58	62,42	75,67
MSE	8566,10	7512,27	7346,29	8644,55
MAPE	37%	36,47%	32%	43%

**Tabla 12: Medición errores de métodos de pronósticos.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

De acuerdo a la tabla #12 se escoge el método de suavización exponencial simple debido que en las medidas de errores es la que presentan un menor margen de error en comparación con los demás métodos, especialmente en la medida MAPE con 32% de margen de error.

De acuerdo a el método escogido que fue suavización exponencial simple realizo el cálculo de costos promedio de materia prima e insumo del año 2019, esta información se puede observar en la tabla #13.

MES/AÑO	DEMANDA PRONOSTICADA	COSTO TOTAL * MES
ene-19	101	\$1.921.236
feb-19	101	\$1.921.236
mar-19	106	\$1.991.625
abr-19	178	\$3.174.415
may-19	165	\$3.027.101
jun-19	236	\$4.222.605
jul-19	250	\$4.475.535
ago-19	212	\$3.768.898
sep-19	185	\$3.286.345
oct-19	138	\$2.425.501
nov-19	139	\$2.458.162
dic-19	150	\$2.419.700

**Tabla 13: Costo Promedio de la demanda pronosticada del año 2019.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

## **9 DESCRIPCIÓN DE VARIABLES Y PARÁMETROS PARA EL DESARROLLO DEL MODELO DE INVENTARIO.**

Para el desarrollo de los modelos de inventarios se requiere primero establecer las variables que se van a buscar y los parámetros con los que se cuentan para el desarrollo de los mismos.

Los parámetros que se establecen para el desarrollo de los modelos de inventarios son: las demandas pronosticadas de los próximos 12 meses del año 2019, los costos de ordenar, mantener inventario, los tiempos de entrega de los pedidos, los días de trabajo anual; estos datos serían los siguientes:

- Enero: 101 unidades.
- Febrero: 101 unidades.
- Marzo: 106 unidades.
- Abril: 178 unidades.
- Mayo: 165 unidades.
- Junio: 236 unidades.
- Julio: 250 unidades.
- Agosto: 212 unidades.
- Septiembre: 185 unidades.
- Octubre: 138 unidades.
- Noviembre: 139 unidades.
- Diciembre: 135 unidades.

- Costo de mantener inventario por unidad mensual es de \$25; este valor se obtiene calculando el costo del artículo que es la suma del material directa, de la mano obra directa y gastos de fabricación que es igual a \$25.000 y el costo de mantener inventario la empresa le asigna un 0.1% del costo del soporte plegable T.V. 40-60.
- Costo de ordenar pedido: \$14.611; este valor se obtuvo sumando el tiempo dedicado por el auxiliar administrativo realizando pedido, más el uso promedio de internet, teléfono y la energía eléctrica.
- Tiempo de entrega: 7 días (1 semana).
- Días de trabajo anual: 290 días.

Además, se estableció las variables que se van buscar con el desarrollo de los modelos de inventarios son: las cantidades de materia prima e insumo que hay que pedir en determinados lapsos de tiempo.

## 10 DESARROLLO DE LOS MODELOS DE INVENTARIOS

Inicialmente para poder escoger un modelo de gestión de inventarios que se ajuste perfecto el comportamiento de la demanda del soporte plegable T.V. 40-60, se estableció que su demanda es determinística es decir que tiene un comportamiento predecible con certeza; entonces como la demanda es determinística se divide en dos tipos:

- a) Demanda es constante: Cuando  $CV < 0,2$ .
- b) Demanda es variable: Cuando  $CV > 0,2$ .

El cálculo de este coeficiente se obtiene:

$VC = \text{Desviación estándar de la demanda} \div \text{Demanda promedio}$  , y se obtuvo coeficiente de variación de un 0,31; es decir que el comportamiento de la demanda es variable, por lo que se escoge desarrollar dentro de los modelos que existen de demanda determinística variables los modelos: Cantidad económica de pedido (EOQ), Mínimo costo unitario (MCU) y el Algoritmo Silver – Meal.

### 10.1 DESARROLLO DE MODELO MÍNIMO COSTE UNITARIO (MCU):

En este modelo consiste en sumar los costos de mantener y ordenar para luego dividirlos entre la cantidad de unidades de cada lote para así ir comparando y elegir el que represente un menor costo unitario. Para desarrollar este modelo se utilizarán los parámetros establecidos en el capítulo anterior, específicamente las necesidades acumuladas de las demandas pronosticada mensuales, los costos de mantener y ordenar, y además el tiempo de entrega de los pedidos.

Se puede observar en la tabla #14 el desarrollo del modelo MCU, que se realizó de la siguiente manera:

- **Periodo 1:** se solicita para un solo mes, no habrá inventario disponible porque se consumirá ese mismo mes, lo que significa que no habrá costo de mantener, pero sí costo de ordenar.
- **Periodo 1 y 2:** El tamaño del lote es de 202 unidades, la suma de las necesidades de los meses de enero y febrero. El inventario en ese horizonte es de  $101 \times 1 = 101$ , que significa que las 101 unidades del período 1 estarán en inventario durante un mes. Ese valor multiplicado por el costo de mantener es  $101 \times \$25 = \$2.525$ . El costo total de inventario es  $\$2.525 + \$14.611 = \$17.136$ . El costo unitario se obtiene dividiendo el costo total de inventario sobre el tamaño del lote:  $\$17.136 \div 202 = \$84,83$ . Es menor que el hallado en el periodo 1.
- **Periodo 1, 2 y 3:** Se repiten los cálculos. Tamaño de lote es de 308 unidades, es la suma de las necesidades brutas de los meses de enero, febrero y marzo; El inventario disponible sería  $(101 \times 1) + (2 \times 106) = 313$  unidades. El costo de mantener es  $313 \times \$25 = \$7.825$ , el costo de inventario es  $\$7.825 + \$14.611 = \$22.436$ , por último, el costo unitario es  $\$22.436 \div 308 = \$72,84$ . Es menor que el del paso 2, por lo que agrego otra semana para ver si es menor que el obtenido en este paso.
- **Periodo 1, 2, 3 y 4:** Se hacen los mismos cálculos, se sumó las necesidades brutas de los meses enero, febrero, marzo y abril, para obtener de lote de 486 unidades; El inventario que queda disponible sería  $(101 \times 1) + (106 \times 2) + (178 \times 3) = 847$  unidades, el costo de mantener inventario es  $847 \times \$25 =$

\$21.174, el costo de inventario es  $\$21.174 + \$14.611 = \$35.786$  y por último, el costo unitario es  $\$35.786 \div 486 = \$73,63$ ; Siendo mayor que el costo unitario obtenido en el periodo 1,2 y 3 entonces se devuelve se pide para el mes del 1 a la 3.

Así sucesivamente se realizó el cálculo con los demás meses.

Período	Tamaño de lote (necesidades acumuladas)	Inventario disponible	Costo de mantener	Costo de ordenar	Total	Costo unitario	Observación
1	101		-	\$ 14.611	\$ 14.611	\$ 144,66	
1 y 2	202	101	\$ 2.525,00	\$ 14.611	\$ 17.136	\$ 84,83	
1,2 y 3	308	313	\$ 7.825,00	\$ 14.611	\$ 22.436	\$ 72,84	Se ordena para 1,2 y 3
1,2,3 y 4	486	847	\$ 21.175,00	\$ 14.611	\$ 35.786	\$ 73,63	Devolverse
4	178		-	\$ 14.611	\$ 14.611	\$ 82,08	
4 y 5	343	165	\$ 4.125,00	\$ 14.611	\$ 18.736	\$ 54,62	
4,5 y 6	579	637	\$ 15.925,00	\$ 14.611	\$ 30.536	\$ 52,74	Se ordena para 4,5 Y 6
4,5,6 y 7	829	1387	\$ 34.675,00	\$ 14.611	\$ 49.286	\$ 59,45	Devolverse
7	250		-	\$ 14.611	\$ 14.611	\$ 58,44	
7 y 8	462	212	\$ 5.300,00	\$ 14.611	\$ 19.911	\$ 43,10	Se ordena para 7 Y 8
7, 8 Y 9	647	582	\$ 14.550,00	\$ 14.611	\$ 29.161	\$ 45,07	Devolverse
9	185		-	\$ 14.611	\$ 14.611	\$ 78,98	
9 y 10	323	138	\$ 3.450,00	\$ 14.611	\$ 18.061	\$ 55,92	
9,10 y 11	462	416	\$ 10.400,00	\$ 14.611	\$ 25.011	\$ 54,14	Se ordena para 9,10 Y 11
9,10,11 y 12	597	821	\$ 20.525,00	\$ 14.611	\$ 35.136	\$ 58,85	Devolverse
12	135	135	\$ 3.375,00	\$ 14.611	\$ 17.986	\$ 133,23	Se ordena para 12
			\$ 143.850,00	\$ 233.776	\$ 377.626		

**Tabla 14 Modelo de inventario del Mínimo coste unitario (MCU).**

**Fuente: Autores del proyecto.**



Ver en la tabla # 15 El MRP con el Modelo MCU.

Planificación de materiales: MCU (Mínimo coste unitario)																
Artículo	Inv. Disp.	Conceptos	Período de tiempo (mes)												Total	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Soporte plegable TV 40-60	0	Necesidades brutas	101	101	106	178	165	236	250	212	185	138	139	135		
		Recepciones programadas														
		Inventario Disponible	0	207	106	0	401	236	0	212	0	277	139	0		
		Necesidades netas	101	0	0	178	0	0	250	0	185	139	0	135		
		Recepción de orden	308			579		0	462	0	462	0		135		
		Lanzamiento de orden			579			462		462			135			
		Costo de mantener	\$ 0	\$ 5.175	\$ 2.650	\$ 0	\$ 10.025	\$ 5.900	\$ 0	\$ 5.300	\$ 0	\$ 6.925	\$ 3.475	\$ 0	\$ 39.450	
		Costo de preparación	\$ 0	\$ 0	\$ 14.611	\$ 0	\$ 0	\$ 14.611	\$ 0	\$ 14.611	\$ 0	\$ 0	\$ 14.611	\$ 0	\$ 58.444	
		Costo total	\$ 0	\$ 5.175	\$ 17.261	\$ 0	\$ 10.025	\$ 20.511	\$ 0	\$ 19.911	\$ 0	\$ 6.925	\$ 18.086	\$ 0	\$ 97.894	

**Tabla 15: Planificación de requerimiento de materiales con el MCU.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

El costo total de inventario del MRP no coincide con la decisión de tamaño de lote del MCU debido a que el mes uno (1) del MRP no se incluyó el costo de preparación, Porque se supone que se debió pedir una semana antes que correspondería a el mes de diciembre 2018.

## 10.2 DESARROLLO DE ALGORITMO SILVER – MEAL

En este algoritmo a diferencia del modelo MCU se considera el costo promedio mínimo por periodo; es decir la suma de ordenar y mantener inventario se divide entre el número de periodo para lo que se determinó ordenar.

El desarrollo de este algoritmo se puede observar en la tabla #16, Se realizo de la siguiente manera:

- **Periodo 1:** se realizó el cálculo igual que el modelo MCU, para determinar el Costo tal siendo la suma del costo de ordenar y mantener inventario, pero con la diferencia que el costo total se divide por el número de periodos que este caso es de  $\$14.611 \div 1 = \$14.611$ , debido que este periodo solamente hay un (1) mes y que no hay costo por ordenar.
- **Periodo 1y 2:** Este periodo se incluyen dos (2) meses, siendo el Costo total por periodo igual a  $\$17.136 \div 2 = \$8.658$ . Es menor que el hallado en el periodo 1.
- **Periodo 1, 2 y 3:** Este periodo se incluyen tres (3) meses, siendo costo total por periodo igual a  $\$22.439 \div 3 = \$7.478,67$ . Es menor que el hallado en el periodo 2.
- **Periodo 1, 2, 3 y 4:** Este periodo se incluyen cuatro (4) meses, Siendo Costo total por periodo igual a  $\$35.786 \div 4 = \$8.946,5$ . Siendo mayor que el costo unitario

obtenido en el periodo 1,2 y 3 entonces se devuelve se pide para el mes del 1 a la 3.

Así sucesivamente se realizó el cálculo con los demás meses.

Período	Tamaño de lote (necesidades acumuladas)	Inventario disponible	Costo de mantener	Costo de ordenar	Total	Costo total por período	Observación
1	101		\$ 0	\$ 14.611	\$ 14.611	\$ 14.611	
1 y 2	202	101	\$ 2.525	\$ 14.611	\$ 17.136	\$ 8.568	
1,2 y 3	308	313	\$ 7.825	\$ 14.611	\$ 22.436	\$ 7.479	Se ordena para 1, 2 y 3
1,2,3 y 4	486	847	\$ 21.175	\$ 14.611	\$ 35.786	\$ 8.947	Devolverse
4	178		\$ 0	\$ 14.611	\$ 14.611	\$ 14.611	
4 y 5	343	165	\$ 4.125	\$ 14.611	\$ 18.736	\$ 9.368	Se ordena para 4 y 5
4,5 y 6	579	637	\$ 15.925	\$ 14.611	\$ 30.536	\$ 10.179	Devolverse
6	236		\$ 0	\$ 14.611	\$ 14.611	\$ 14.611	
6 y 7	486	250	\$ 6.250	\$ 14.611	\$ 20.861	\$ 10.431	Se ordena para 6 y 7
6,7 y 8	698	674	\$ 16.850	\$ 14.611	\$ 31.461	\$ 10.487	Devolverse
8	212		\$ 0	\$ 14.611	\$ 14.611	\$ 14.611	
8 y 9	397	185	\$ 4.625	\$ 14.611	\$ 19.236	\$ 9.618	
8,9 y 10	535	461	\$ 11.525	\$ 14.611	\$ 26.136	\$ 8.712	Se ordena para 8,9 y 10
8,9,10 y 11	674	878	\$ 21.950	\$ 14.611	\$ 36.561	\$ 9.140	Devolverse
11	139		\$ 0	\$ 14.611	\$ 14.611	\$ 14.611	
11 y 12	274	135	\$ 3.375	\$ 14.611	\$ 17.986	\$ 8.993	Se ordena 11 y 12
			\$ 116.150	\$ 233.776	\$ 349.926		

**Tabla 16 Modelo de inventario de algoritmo Silver Meal.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

Ver en la tabla # 17 El MRP con el Modelo del algoritmo de Silver-Meal.

Planificación de materiales: Silver Meal																
Artículo	Inv. Disp.	Conceptos	Período de tiempo (Mensual)												Total	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Soporte plegable TV 40-60	0	Necesidades brutas	101	101	106	178	165	236	250	212	185	138	139	135		
		Recepciones programadas														
		Inventario Disponible	0	207	106	0	165	0	250	0	323	138	0	135		
		Necesidades netas	101	0	0	178	0	236	0	212	185	0	139	0		
		Recepción de orden	308		0	343	0	486		535	0		274	0		
		Lanzamiento de orden		0	343	0	486	0	535	0		274				
		Costo de mantener	\$ 0	\$ 5.175	\$ 2.650	\$ 0	\$ 4.125	\$ 0	\$ 6.250	\$ 0	\$ 8.075	\$ 3.450	\$ 0	\$ 3.375		\$ 33.100
		Costo de preparación	\$ 0	\$ 0	\$ 14.611	\$ 0	\$ 14.611	\$ 0	\$ 14.611	\$ 0	\$ 0	\$ 14.611	\$ 0			\$ 58.444
		Costo total	\$ 0	\$ 5.175	\$ 17.261	\$ 0	\$ 18.736	\$ 0	\$ 20.861	\$ 0	\$ 8.075	\$ 18.061	\$ 0	\$ 3.375		\$ 91.544

**Tabla 17: Planificación de requerimiento de materiales con el Algoritmo Silver – Meal.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

### 10.3 CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)

Con este modelo se va a fijar el punto de reorden del inventario es decir que, al llegar a este nivel, inmediatamente se reabastece llegando a Q unidades (cantidad económica de pedido), la tasa de uso o consumo del inventario será constante a través del tiempo. Para desarrollar este modelo se necesitan los parámetros de la demanda anual y diaria, días que trabajan durante el año, costo por ordenar y mantener inventario por unidad anual y el tiempo de entrega de pedidos. Se realizó el cálculo de la cantidad económica y el punto de reorden usando las siguiente formula:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

$$R = \frac{D}{\text{Días de trabajo al año}} \times L$$

Ver datos en la tabla # 18, los cálculos del Q\* Y R.

Costo de mantener * unidad mensual	\$ 25,00
Costo de ordenar	\$ 14.611
LT (días)	7
Demanda promedio mensual	162,1666667
Demanda anual	1946
Trabajan al año (días)	290,00
EOQ(Q*)	435,38
R	47

**Tabla 18 : Cálculos del Modelo EOQ.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

Con los datos obtenidos anteriormente se alimenta MRP, con el EOQ, Ver tabla #19.

Planificación de materiales: EOQ																
Artículo	Inv. Disp.	Conceptos	Período de tiempo (Mensual)												Total	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Soporte plegable TV 40-60	0	Necesidades brutas	101	101	106	178	165	236	250	212	185	138	139	135		
		Recepciones programadas														
		Inventario Disponible	0	335	234	128	386	221	421	171	395	210	72	369		
		Necesidades netas	101	0	0	50	0	15	0	41	0	0	67	0		
		Recepción de orden	436			436	0	436	0	436	0		436			
		Lanzamiento de orden			436		436		436			436				
		Costo de mantener	\$ 0	\$ 8.375	\$ 5.850	\$ 3.200	\$ 9.650	\$ 5.525	\$ 10.525	\$ 4.275	\$ 9.875	\$ 5.250	\$ 1.800	\$ 9.225	\$ 73.550	
		Costo de preparación	\$ 0	\$ 0	\$ 14.611		\$ 14.611	-	\$ 14.611	\$ 0	\$ 0	\$ 14.611	\$ 0	\$ 0	\$ 58.444	
		Costo total	\$ 0	\$ 8.375	\$ 20.461	\$ 3.200	\$ 24.261	\$ 5.525	\$ 25.136	\$ 4.275	\$ 9.875	\$ 19.861	\$ 1.800	\$ 9.225	\$ 131.994	

**Tabla 19: Planificación de requerimiento de materiales con el modelo EOQ.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

De acuerdo a los tres (3) modelos desarrollados anteriormente, Se realiza una comparación entre los costos de ordenar y mantener inventario ver esta información en la tabla #20, con el fin de elegir el método que represente un menor costo total.

Modelos de inventarios/ Costos	Costo de mantener	Costo de ordenar	Total
MCU (Mínimo coste unitario)	\$ 39,450	\$ 58,444	\$ 97,894
Algoritmo Silver Meal	\$ 33.100	\$ 58.444	\$ 91.544
Cantidad económica de pedido (EOQ)	\$ 73.550	\$ 58.444	\$ 131.994

**Tabla 20: Comparación de costos entre el modelo MCU y el algoritmo Silver Meal.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

En conclusión, se escoge el modelo del algoritmo Silver-Meal porque tiene un costo de mantener de \$33.100 a diferencia con el MCU que tiene costo mayor de mantener de \$39.450, y el modelo EOQ de \$73.550, variación que marca un costo total menor en algoritmo Silver-Meal de \$91.544, por lo que para el año del 2019 se le recomienda a la empresa IDEAS METÁLICAS LTDA. que adopte este modelo para que logre minimizar sus costos de inventario y logre suplir el comportamiento de la demanda del soporte plegable T.V. 40-60.



## **11 PLAN DE APROVISIONAMIENTO PARA LA TOMA DE DECISIONES DE COMPRAS E INVENTARIOS EN LA EMPRESA IDEAS METÁLICAS.**

De acuerdo a el modelo del algoritmo Silver-Meal se determinó en que periodos se debe realizar los pedidos para cumplir con la demanda prevista para el año 2019, para lograr minimizar los costos es necesario establecer un plan de aprovisionamiento que permita garantizar todo el conjunto de actividades que se requieren para asegurar la disponibilidad de sus productos; debido que actualmente la empresa no cuenta con sistema de gestión de inventario establecido, a medida que va terminando la materia prima e insumos se solicita de manera subjetiva e empírica.

Para lograr que esta problemática no afecte el buen funcionamiento de la empresa se les presenta un plan de aprovisionamiento para la toma de decisiones en su proceso de compras e inventario, dentro de las cuales se sugiere que se aplique un plan de gestión de abastecimiento basada en la estrategia *Just-in-time*.

### **11.1 ESTRATEGIA BASADA EN JIT (JUST-IN-TIME).**

Se le plantea a la empresa IDEAS METÁLICAS LTDA., la implementación de las estrategias basadas en Just in time en la gestión de su plan de aprovisionamiento, permitiéndole responder en los tiempos oportunos a las entregas de sus pedidos, teniendo la habilidad de reaccionar de manera eficiente a los cambios rápidos de la demanda, dentro de las cuales se le sugieren principalmente las siguientes:

- Adoptar el método de pronóstico de suavizamiento exponencial simple para que anual o mensualmente pronostiquen su demanda y a través de uso del modelo de inventario de Silver-Meal pueden tener el control cuantitativo al tener la fácil

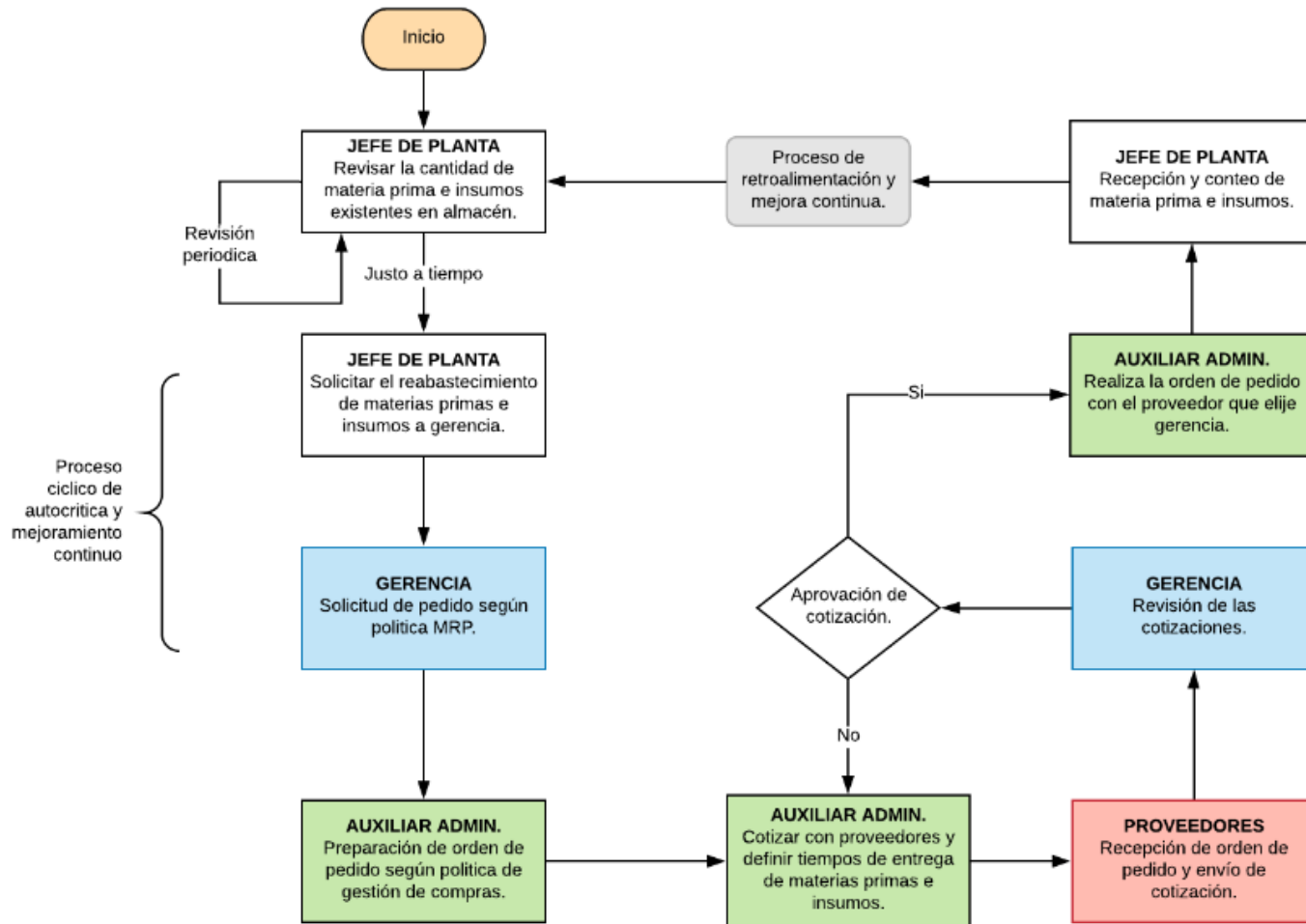
adaptación en cantidad y variedad, a las fluctuaciones diarias y mensuales de la demanda.

- Mejorar la comunicación con sus proveedores entablando convenios donde le garantizan a la empresa tener a su disposición las cantidades de materiales e insumos, a unos precios fijos anuales, logrando una calidad única en sus productos, aumentando la confiabilidad de sus clientes, cumpliendo con las fechas de entregas y manteniendo fijos los costos por unidad producidas.
- Eliminar los plazos es decir para dar un servicio adecuado al cliente y evitar que se acumulen stocks en algún tramo del conducto sistema de aprovisionamiento. El plazo de entrega junto al precio y la calidad son las variables competitivas de los productos de la empresa.
- Entablar una comunicación asertiva entre cada uno de sus líderes de sus departamentos, con el fin de que todos estén enfocados en el mismo objetivo que es cumplir con las necesidades del cliente, no generar desperdicios, disminuir los costos, y posicionarse cada día más como líder en el mercado.

## **11.2 PROPUESTA DE MEJORA DEL DIAGRAMA DEL PROCESO DE COMPRAS E INVENTARIOS**

Basado en las estrategias de Just in time se propone una propuesta de mejora en el diagrama del proceso de compras e inventarios (ver en la ilustración #8), que con la utilización del modelo de inventario de Silver-Meal alimentando el MRP (Planificación de requerimiento de materiales) entre gerencia y jefatura de planta coordinen entre ellos la cantidad de materia primas e insumos a solicitar, después le comunican a el auxiliar administrativo las cantidades de las materia primas e insumos, luego se realiza la gestión

de acuerdo a el proceso de compras, solicitando cotizaciones para la aprobación del gerente administrativo, y finalmente realizar las compras; adoptando un proceso de retroalimentación y mejora continua, que permita responder en los tiempos oportunos a la entrega de sus pedidos.



**Ilustración 8: Propuesta de mejora Diagrama del Proceso de compras e inventarios.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

### 11.3 MATRIZ 5 W – 2H

Para resumir la propuesta de mejora del esquema aprovisionamiento a el sistema de compras e inventarios de la empresa IDEAS METÁLICAS LTDA., se desarrolla la matriz 5W-2H que se describe en la tabla #21.

Al analizar herramienta 5W- 2H, se determinó que si la empresa acoge esta propuesta obtendrá los siguientes resultados:

- Mejoramiento en la Gestión del departamento de compras, logrando ampliar las relaciones con demás proveedores que ofrezcan productos de buena calidad y cumpla con la entrega oportuna de los mismos.
- Determinar un stock mínimo de inventario que le permitirá minimizar sus costos, y responder asertivamente en los cambios repentinos de la demanda.
- Acogiendo métodos de pronósticos para la demanda, y la aplicación del modelo de inventario de Silver-Meal, lograrán determinar anualmente los tiempos en que harán solicitud pedidos y las cantidades de materiales e insumos.
- Adoptando las estrategias de Just in time en su esquema de aprovisionamiento y enfocando a todos los trabajadores en el mismo objetivo que es la satisfacción de los clientes en tiempos oportunos, se logrará disminuir por completo los incumplimientos, los costos de mantener inventario y los costos de ordenar pedido.

Y por último todos estos cambios contribuirían a la productividad de la empresa en sus procesos desde la recepción de pedido hasta la entrega final del mismo, cumpliendo

a cabalidad con lo solicitado en la fecha pactada, y permitiéndole esto posicionarse aún más en el mercado local y seguir creciendo a nivel nacional.

¿Qué Hacer?	¿Por qué Hacerlo?	¿Cómo Hacerlo?	¿Quién Debe Hacerlo?	¿Dónde Hacerlo?	¿Cuándo Hacerlo?	¿Cuánto Va a Costar?
<p>Definir un esquema de aprovisionamiento administrativo que contemple los resultados del modelo de optimización para la toma de decisiones compras e inventarios</p>	<p>Porque se establece una política de la cantidad de materiales e insumo que se tendrá en stock.</p> <p>Propone un orden en el tiempo para realizar pedidos a sus proveedores.</p> <p>Permitirá ampliar sus proveedores y mejorar los convenios comerciales garantizando así las entregas oportunas.</p>	<p>Adoptando el método de pronóstico de suavizamiento exponencial simple para que anual o mensualmente pronostiquen su demanda.</p> <p>Utilizar el modelo de inventario de Silver-Meal para determinar los tiempos de solicitud y las cantidades de materiales e insumos.</p> <p>Adoptar las estrategias de Just in time, Logrando eliminar desperdicios, y aumento en los niveles de stock.</p>	<p>Debe ser un trabajo en equipo del Gerente, con Auxiliar administrativo y jefe de planta</p>	<p>En los departamentos de compras, y almacén e inventarios.</p>	<p>Cuando el gerente lo determine.</p>	<p>Al aplicar esta propuesta lo ideal es que los costos de mantener inventarios se minimizan.</p>

**Tabla 21 Matriz 5 w – 2h.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

## 12 CONCLUSIÓN

La tesis realizada determina que un buen plan de aprovisionamiento y control, que establece procesos de alta calidad en el área de compras e inventario para la empresa IDEAS METÁLICAS LTDA., minimiza los costos en las materias primas e insumos, ayuda al clima organizacional, mejora la relación con sus clientes brindando seguridad para cumplir con los requerimientos de los mismos y brinda la posibilidad de un mejor posicionamiento a nivel local y nacional.

La hipótesis anterior se concluye a partir del desarrollo del modelo de inventario Silver-Meal donde se minimizan los costos totales de mantener y ordenar, y estableciendo un nuevo proceso de compras e inventario que mejora evidentemente la realización de las tareas y la minimización de errores en cada una de ellas.

Dentro de la variedad de productos que ofrece la compañía, se destaca el soporte plegable de T.V. de 40"- 60" por ser este el de mayor demanda; el cual se convierte en el foco principal para realizar las investigaciones de este proyecto de grado. En este caso, se estableció un árbol de estructura para tener claridad de las materias primas e insumos necesarios para la fabricación del soporte, acto seguido, se realizó un pronóstico de la demanda para el año 2019 analizando cuatro (4) métodos cuantitativos y escogiendo el de menor margen de error, donde se toma como referencia un listado de materiales y costos que comprenden los años 2016 a 2018.

Esto ayuda a que la empresa sepa de manera anticipada el valor promedio estimado del consumo mensual de materias primas e insumos y pueda cumplir a tiempo con la demanda que se presente.



Los costos fueron minimizados a partir del desarrollo de tres (3) modelos de inventarios que cumplen el comportamiento de la demanda de los años anteriores (2016 a 2018), - Modelo mínimo de coste unitario (MCU), Algoritmo de Silver-Meal y Cantidad económica de pedido (EOQ) - Estos modelos fueron alimentados de unos parámetros y unas variables seleccionadas con anticipación para obtener sus resultados, entre ellos están: las demandas pronosticadas del año 2019, tiempos de entrega de los pedidos, días de trabajo anual, entre otros.

Al comparar los costos de ordenar y mantener inventario, se selecciona el algoritmo de Silver-Meal debido a que presenta menor costo total entre los tres (3) modelos, el cual fue de \$91,544 mensuales para el producto soporte plegable de T.V. de 40"- 60", que se obtiene del costo de mantener inventario de \$33,100 y el costo de ordenar de \$58,444.

Se presentó una mejora al proceso de compras e inventarios basado en las estrategias de *Just-in-time*, esto con el fin de tener excelentes tiempos de entrega, mejor calidad en los productos entregados y mejor clima organizacional; y se creó una matriz de *5W-2H*, con esta herramienta se dejó plasmado lo que se va hacer, el cómo hacerlo, quien debe hacerlo y otros aspectos relacionados a el esquema de aprovisionamiento, con el propósito de contribuir a la productividad de la empresa en sus procesos desde la recepción de pedido hasta la entrega final del mismo y seguir creciendo a nivel local y nacional.

### 13 REFERENCIAS

(CVN), C. V. (03 de 11 de 2018). *(CVN) Centro Virtual de Negocios*. Recuperado el 02

de 11 de 2018, de (CVN) Centro Virtual de Negocios:

<https://www.cvn.com.co/industria-manufacturera-en-colombia/>

Blog Ingenio, E. (10 de 04 de 2019). *Blog Ingenio & Empresa*;. Obtenido de Blog

Ingenio & Empresa;; <https://ingenioempresa.com/medicion-error-pronostico/>

Blog Ingenio, E. (10 de 04 de 2019). *Blog Ingenio Empresa*. Obtenido de Blog Ingenio

Empresa: [https://ingenioempresa.com/metodos-cuantitativos-pronostico-](https://ingenioempresa.com/metodos-cuantitativos-pronostico-demanda/)

[demanda/](https://ingenioempresa.com/metodos-cuantitativos-pronostico-demanda/)

Blog Ingenio, e. (10 de 04 de 2019). *Blog Ingenio, empresa*;. Obtenido de Blog Ingenio,

empresa;; [https://ingenioempresa.com/planificacion-requerimientos-material-](https://ingenioempresa.com/planificacion-requerimientos-material-mrp/#Lista_de_materiales)

[mrp/#Lista\\_de\\_materiales](https://ingenioempresa.com/planificacion-requerimientos-material-mrp/#Lista_de_materiales)

Blog sobre Supply , C. B. (03 de mayo de 2019). *Blog sobre Supply Chain de EAE*

*Business School*. Obtenido de Blog sobre Supply Chain de EAE Business

School: [https://retos-operaciones-logistica.eae.es/generar-una-ventaja-](https://retos-operaciones-logistica.eae.es/generar-una-ventaja-competitiva-a-traves-de-estrategias-de-aprovisionamiento/)

[competitiva-a-traves-de-estrategias-de-aprovisionamiento/](https://retos-operaciones-logistica.eae.es/generar-una-ventaja-competitiva-a-traves-de-estrategias-de-aprovisionamiento/)

Calderón, A. (Abrill de 15 de 2019). *Blog Cenincal*. Obtenido de Blog Cenincal:

<https://cenincal.com/herramienta-de-la-calidad-5w2h/>

Castro Zuluaga, C. A. (2003). Una estructura para la selección de modelos de gestión

de inventarios de artículos individuales cuando la demanda es determinística.

*RE-CREACIONES*, 11.

DANE. (03 de 11 de 2018). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística –*

*DANE*. Recuperado el 23 de 02 de 2019, de Departamento Administrativo

Nacional de Estadística – DANE: <https://www.dane.gov.co/index.php/52-espanol/noticias/noticias/4717-encuesta-mensual-manufacturera-emm-mayo-2018>

DANE. (14 de 02 de 2019). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE*. Recuperado el 01 de 03 de 2019, de Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE:

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-mensual-manufacturera-emm>

Enciclopedia, d. f. (edición 2000). *Consejo de Gestión Logística*. Obtenido de [https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F1-4020-0612-8\\_194](https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F1-4020-0612-8_194)

Google. (2019). *Google Maps*. Obtenido de Google Maps.

Ingenio&Empresa. (10 de 04 de 2019). *Ingenio- Empresa*. Obtenido de Ingenio-

Empresa: <https://ingenioempresa.com/modelos-deterministicos-de-inventario/>

Lean Manufacturing, 1. (20 de 04 de 2019). *Lean Manufacturing 10*; Obtenido de Lean

Manufacturing, 10;: <https://leanmanufacturing10.com/lista-de-materiales-bom-en-gestion-de-la-produccion>

López Fernández, R. (2014). *LOGISTICA DE APROVISIONAMIENTO*. Paraninfo, SA.

Monterroso Elda. (Agosto 2000). *Proceso logístico y gestión de la cadena de abastecimiento*.

Moya Emilio, M. (2007). *Gestión de compras- 4ta Edición*.

Networks, C. (08 de 03 de 2019). *C&W Networks*. Obtenido de C&W Networks:

[https://www.cwnetworks.com/blog\\_es/la-importancia-de-la-tecnologia-para-las-pymes/](https://www.cwnetworks.com/blog_es/la-importancia-de-la-tecnologia-para-las-pymes/)

República, L. (13 de 07 de 2018). *La República*. Recuperado el 23 de 02 de 2019, de

La República: <https://www.larepublica.co/economia/metales-carnes-y-bebidas-impulsan-produccion-de-manufacturas-en-mayo-2748884>

Serrano, M. J. (2009). *Gestión de compras*.

Serrano, M. J. (2011). *Gestión de aprovisionamiento*.

## 14 ANEXOS

<b>EMPRESA</b>	<b>DIRECCIÓN</b>	<b>PÁGINA WEB / TELÉFONO</b>
<b>HOME CENTER</b>	Av. del Lago Calle. 29B	<a href="https://www.homecenter.com.co">https://www.homecenter.com.co</a>
<b>SOPORTES ABA</b>	BARRIO LA CAMPIÑA	<a href="http://www.soportesaba.com.co">http://www.soportesaba.com.co</a>
<b>SOPORTES TV SAS</b>	Isla 149, Piso 1, C.C Portal de San Felipe, Cl. 30 #17-140, Cartagena, Bolívar	3043457500
<b>SOPORTES MENDOZA</b>	CARTAGENA	<a href="http://www.soportesmendoza.com">http://www.soportesmendoza.com</a>
<b>LA CASA DE LA UPS</b>	Atiende en Cartagena desde su sede principal en Pereira	<a href="http://www.casaups.com">http://www.casaups.com</a>
<b>ANS COMUNICACIONES</b>	Atiende en Cartagena desde su sede principal en Bucaramanga	<a href="http://www.anscomunicaciones.com.co">http://www.anscomunicaciones.com.co</a>

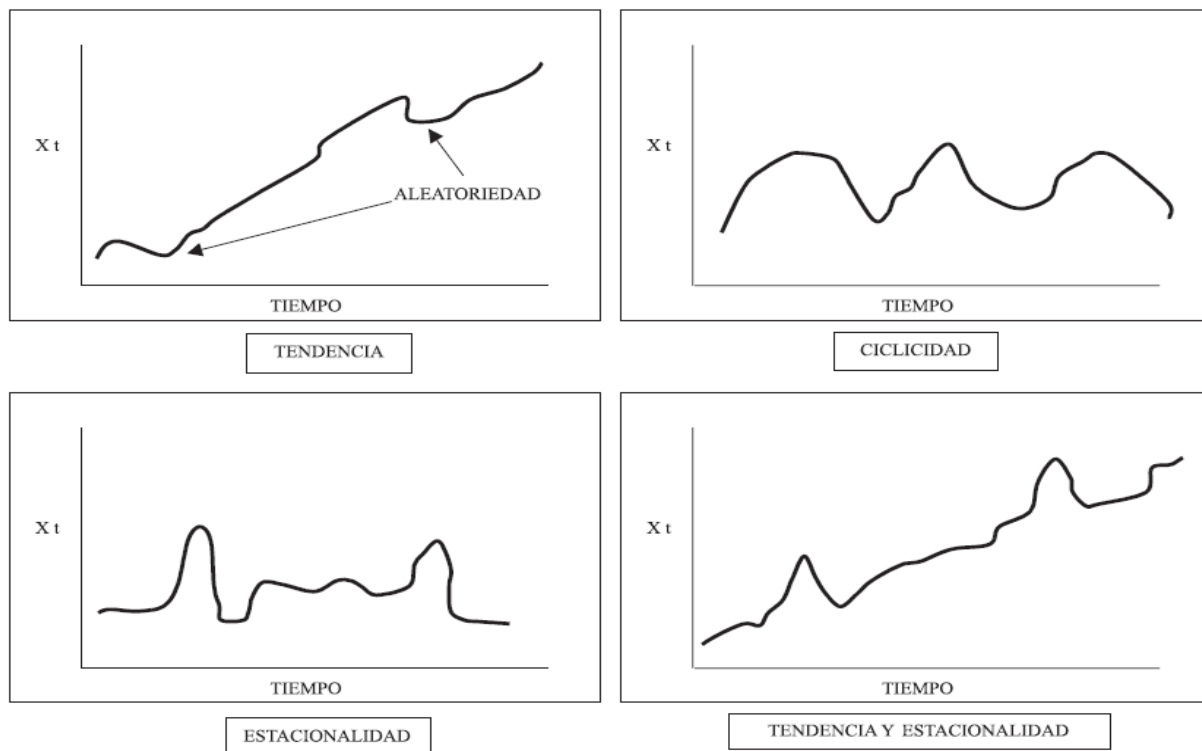
**Tabla 22: Relación de empresas distribuidoras de productos metálicos en Cartagena.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

CUESTIONARIO DE VISITA A EMPRESA							
<p><b>Objetivo:</b> Conocer generalidades de la empresa y posibles puntos a mejorar.</p> <p><b>Fecha de Realización:</b> 01/11/2018  <b>Empresa:</b> IDEAS METÁLICAS LTDA.</p> <p><b>Atendido por:</b> Hernando Zumbara.  <b>Nombre:</b></p>							
<p><b>1. ¿Cuánto tiempo lleva en el mercado la empresa?</b>  R/ 32 años</p>							
<p><b>2. ¿Cuál es la actividad económica de la empresa?</b>  R/ Fabricación de elementos metálicos que brinden soluciones de espacio en el hogar y las empresas.</p>							
<p><b>3. ¿Cuál es el sistema de producción de la empresa?</b>  R/ Sobre pedidos.</p>							
<p><b>4. ¿Cuál es el mercado objetivo (geográfico)?</b>  R/ Local, a nivel costa y nacional (Medellín, Bogotá).</p>							
<p><b>5. ¿Cuál es el promedio de empleados que maneja la empresa?</b>  R/ 10 Empleados</p>							
<p><b>7. ¿Cuál es de sus productos se destaca la empresa?</b>  R/ Soportes Plegable T.V. 14"-26", Soportes Plegable T.V. 40"-60", Rack de audios.</p>							
<p><b>8. ¿Cuál de los departamentos o escenarios de la empresa presentan falencias en la ejecución de sus actividades?</b>  R/  * Incumplimiento de los proveedores  * Tiempo de entrega de los pedidos</p>							
<p><b>9. ¿La empresa subcontrata?</b>  R/ No Subcontrata.</p>							
<p><b>10. De los siguientes aspectos, ¿Cómo calificaría la empresa?</b></p>							
	<b>Ítem</b>	<b>Aspectos</b>	<b>Excelente</b>	<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Malo</b>	
	1	Calidad de los productos y servicios ofertados	x				
	2	Satisfacción del cliente	x				
	3	Destreza para ofrecer requerimientos especiales	x				

**Tabla 23: Encuesta.**

**Fuente: Autores del proyecto.**



**Ilustración 9: Patrones del comportamiento de la demanda.**

**Fuente: (Castro Zuluaga, 2003).**



Número de periodos		10	N=2			
Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
3	249	106	143,00	143,00	20449,00	57,43%
4	152	180	-28,00	28,00	784,00	18,42%
5	307	201	106,50	106,50	11342,25	34,69%
6	263	230	33,50	33,50	1122,25	12,74%
7	174	285	-111,00	111,00	12321,00	63,79%
8	158	219	-60,50	60,50	3660,25	38,29%
9	90	166	-76,00	76,00	5776,00	84,44%
10	139	124	15,00	15,00	225,00	10,79%
11	131	115	16,50	16,50	272,25	12,60%
12	303	135	168,00	168,00	28224,00	55,45%
<b>Suma de errores</b>			207,00	758,00	84176,00	388,64%

**Tabla 24: Medición de errores de promedio móvil simple, cuando N=2.**

**Fuente: Autores del proyecto**

Número de periodos		9	N=3			
Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
4	152	154	-1,67	1,67	2,78	1,10%
5	307	171	136,33	136,33	18586,78	44,41%
6	263	236	27,00	27,00	729,00	10,27%
7	174	241	-66,67	66,67	4444,44	38,31%
8	158	248	-90,00	90,00	8100,00	56,96%
9	90	198	-108,33	108,33	11736,11	120,37%
10	139	141	-1,67	1,67	2,78	1,20%
11	131	129	2,00	2,00	4,00	1,53%
12	303	120	183,00	183,00	33489,00	60,40%
<b>Suma de errores</b>			80,00	616,67	77094,89	334,54%

**Tabla 25 : Medición de errores de promedio móvil simple, Cuando N=3.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

Número de periodos		8	N=4			
Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
5	307	153	153,75	153,75	23639,06	50,08%
6	263	205	58,25	58,25	3393,06	22,15%
7	174	243	-68,75	68,75	4726,56	39,51%
8	158	224	-66,00	66,00	4356,00	41,77%
9	90	226	-135,50	135,50	18360,25	150,56%
10	139	171	-32,25	32,25	1040,06	23,20%
11	131	140	-9,25	9,25	85,56	7,06%
12	303	130	173,50	173,50	30102,25	57,26%
Suma de errores			73,75	697,25	85702,81	391,59%

**Tabla 26: Medición de errores de promedio móvil simple, Cuando N=4.**

Fuente: Autores del proyecto.

Número de periodos		7	N=5			
Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
6	263	205	58,25	58,25	3393,06	22,15%
7	174	243	-68,75	68,75	4726,56	39,51%
8	158	224	-66,00	66,00	4356,00	41,77%
9	90	226	-135,50	135,50	18360,25	150,56%
10	139	171	-32,25	32,25	1040,06	23,20%
11	131	140	-9,25	9,25	85,56	7,06%
12	303	130	173,50	173,50	30102,25	57,26%
Suma de errores			-80,00	543,50	62063,75	341,51%

**Tabla 27 : Medición de errores de promedio móvil simple, Cuando N=5.**

Fuente: Autores del proyecto.

<b>Número de periodos</b>		9				
<b>Demanda más lejana</b>		20%				
<b>Demanda intermedia</b>		30%				
<b>Demanda más reciente</b>		50%				
<b>Periodo</b>	<b>Demanda</b>	<b>Pronóstico</b>	<b>Error de pronóstico</b>	<b>Desviación absoluta media (MAD)</b>	<b>Error cuadrático medio (MSE)</b>	<b>Error porcentual absoluto medio (MAPE)</b>
4	152	178	-26,00	26,00	676,00	17,11%
5	307	173	134,10	134,10	17982,81	43,68%
6	263	249	14,10	14,10	198,81	5,36%
7	174	254	-80,00	80,00	6400,00	45,98%
8	158	227	-69,30	69,30	4802,49	43,86%
9	90	184	-93,80	93,80	8798,44	104,22%
10	139	127	11,80	11,80	139,24	8,49%
11	131	128	2,90	2,90	8,41	2,21%
12	303	125	177,80	177,80	31612,84	58,68%
<b>Suma de errores</b>			71,60	609,80	70619,04	329,59%

**Tabla 28: Medición de errores del promedio móvil ponderado, asignación de ponderación #1.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

<b>Número de periodos</b>	9					
<b>Demanda más lejana</b>	10%					
<b>Demanda intermedia</b>	20%					
<b>Demanda más reciente</b>	70%					
<b>Periodo</b>	<b>Demanda</b>	<b>Pronóstico</b>	<b>Error de pronóstico</b>	<b>Desviación absoluta media (MAD)</b>	<b>Error cuadrático medio (MSE)</b>	<b>Error porcentual absoluto medio (MAPE)</b>
4	152	207	-54,60	54,60	2981,16	35,92%
5	307	167	139,70	139,70	19516,09	45,50%
6	263	270	-7,20	7,20	51,84	2,74%
7	174	261	-86,70	86,70	7516,89	49,83%
8	158	205	-47,10	47,10	2218,41	29,81%
9	90	172	-81,70	81,70	6674,89	90,78%
10	139	112	27,00	27,00	729,00	19,42%
11	131	131	-0,10	0,10	0,01	0,08%
12	303	129	174,50	174,50	30450,25	57,59%
<b>Suma de errores</b>			63,80	618,60	70138,54	331,67%

**Tabla 29 : Medición de errores del promedio móvil ponderado, asignación de ponderación #2.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

Número de periodos		9				
Demanda más lejana		10%				
Demanda intermedia		30%				
Demanda más reciente		60%				
Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
4	152	193	-40,80	40,80	1664,64	26,84%
5	307	177	130,00	130,00	16900,00	42,35%
6	263	255	8,30	8,30	68,89	3,16%
7	174	265	-91,10	91,10	8299,21	52,36%
8	158	214	-56,00	56,00	3136,00	35,44%
9	90	173	-83,30	83,30	6938,89	92,56%
10	139	119	20,20	20,20	408,04	14,53%
11	131	126	4,80	4,80	23,04	3,66%
12	303	129	173,70	173,70	30171,69	57,33%
<b>Suma de errores</b>			65,80	608,20	67610,40	328,22%

**Tabla 30: Medición de errores del promedio móvil ponderado, asignación de ponderación #3.**

**Fuente: Autores del proyecto.**

Número de periodos		12				
$\alpha$	0,5					
Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
1	101	101,00	0,00	0	0,00	0
2	111	101,00	10,00	10	100,00	9%
3	249	106	143,00	143,00	20449,00	57,43%
4	152	178	-25,50	25,50	650,25	16,78%
5	307	165	142,25	142,25	20235,06	46,34%
6	263	236	27,13	27,13	735,77	10,31%
7	174	249	-75,44	75,44	5690,82	43,35%
8	158	212	-53,72	53,72	2885,70	34,00%
9	90	185	-94,86	94,86	8998,30	105,40%
10	139	137	1,57	1,57	2,47	1,13%
11	131	138	-7,21	7,21	52,05	5,51%
12	303	135	168,39	168,39	28356,06	55,58%
Suma de errores			235,61	749,07	88155,48	384,83%

Tabla 31: Medición de errores del suavizamiento exponencial simple, cuando  $\alpha = 0,5$

Fuente: Autores del proyecto.

Número de periodos		12				
$\alpha$	0,3					
Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
1	101	101,00	0,00	0	0,00	0
2	111	101,00	10,00	10	100,00	9%
3	249	104,00	145,00	145,00	21025,00	58,23%
4	152	147,50	4,50	4,50	20,25	2,96%
5	307	148,85	158,15	158,15	25011,42	51,51%
6	263	196,30	66,71	66,71	4449,56	25,36%
7	174	216,31	-42,31	42,31	1789,84	24,31%
8	158	203,61	-45,61	45,61	2080,69	28,87%
9	90	189,93	-99,93	99,93	9986,04	111,03%
10	139	159,95	-20,95	20,95	438,95	15,07%
11	131	153,67	-22,67	22,67	513,74	17,30%
12	303	146,87	156,13	156,13	24377,81	51,53%
<b>Suma de errores</b>			309,02	771,96	89793,30	395,20%

**Tabla 32: Medición de errores del suavizamiento exponencial simple, cuando  $\alpha = 0,3$ .**

**Fuente: Autores del proyecto.**



Número de periodos		11				
$\alpha$	0,05					
Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
1	101	101,00	0,00	0	0,00	0
2	111	101,00	10,00	10	100,00	9%
3	249	101,50	147,50	147,50	21756,25	59,24%
4	152	108,88	43,13	43,13	1859,77	28,37%
5	307	111,03	195,97	195,97	38403,75	63,83%
6	263	120,83	142,17	142,17	20212,40	54,06%
7	174	127,94	46,06	46,06	2121,69	26,47%
8	158	130,24	27,76	27,76	770,55	17,57%
9	90	131,63	-41,63	41,63	1732,99	46,25%
10	139	129,55	9,45	9,45	89,34	6,80%
11	131	130,02	0,98	0,98	0,96	0,75%
12	303	130,07	172,93	172,93	29905,01	57,07%
<b>Suma de errores</b>			754,32	837,58	116952,70	369,42%

**Tabla 33 : Medición de errores del suavizamiento exponencial simple, cuando  $\alpha = 0,05$ .**

**Fuente: Autores del proyecto.**

Número de periodos		12				
$\delta$	0,5					
$\alpha$	0,5					
Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
1	101	101	0,00	0,00	0,00	0,00%
2	111	76	35,25	35,25	1242,56	31,76%
3	249	127	121,56	121,56	14777,44	48,82%
4	152	253	-100,67	100,67	10134,83	66,23%
5	307	242	65,38	65,38	4274,40	21,30%
6	263	330	-66,94	66,94	4481,02	25,45%
7	174	335	-161,36	161,36	26038,66	92,74%
8	158	253	-95,24	95,24	9069,90	60,28%
9	90	180	-90,36	90,36	8165,39	100,40%
10	139	87	51,66	51,66	2669,26	37,17%
11	131	78	52,76	52,76	2783,86	40,28%
12	303	83	220,12	220,12	48453,03	72,65%
Suma de errores			32,16	1061,31	132090,35	597,07%

**Tabla 34 : Medición de errores del suavizamiento exponencial doble, cuando  $\alpha = 0,5$  y  $\delta = 0,5$ .**

**Fuente: Autores del proyecto.**

Número de periodos		12				
$\delta$	0,5					
$\alpha$	0,3					
Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
1	101	101	0,00	0,00	0,00	0,00%
2	111	45	65,55	65,55	4296,80	59,05%
3	249	90	158,90	158,90	25250,00	63,82%
4	152	102	50,00	50,00	2500,00	32,89%
5	307	220	87,16	87,16	7596,82	28,39%
6	263	303	-39,69	39,69	1575,46	15,09%
7	174	103	71,00	71,00	5041,00	40,80%
8	158	317	-158,89	158,89	25247,34	100,57%
9	90	271	-181,01	181,01	32765,23	201,12%
10	139	104	35,00	35,00	1225,00	25,18%
11	131	142	-11,42	11,42	130,47	8,72%
12	303	104	198,94	198,94	39575,15	65,66%
<b>Suma de errores</b>			275,53	1057,57	145203,28	641,30%

**Tabla 35 : Medición de errores del suavizamiento exponencial doble, cuando  $\alpha = 0,3$  y  $\delta = 0,5$ .**

**Fuente: Autores del proyecto.**

Número de periodos		12				
$\delta$	0,3					
$\alpha$	0,5					
Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
1	101	101	0,00	0,00	0,00	0,00%
2	111	66	45,35	45,35	2056,62	40,86%
3	249	110	138,72	138,72	19243,93	55,71%
4	152	102	50,00	50,00	2500,00	32,89%
5	307	219	87,60	87,60	7673,63	28,53%
6	263	309	-45,54	45,54	2074,00	17,32%
7	174	103	71,00	71,00	5041,00	40,80%
8	158	265	-107,11	107,11	11472,06	67,79%
9	90	211	-121,46	121,46	14751,39	134,95%
10	139	104	35,00	35,00	1225,00	25,18%
11	131	118	12,62	12,62	159,34	9,64%
12	303	109	193,75	193,75	37537,72	63,94%
<b>Suma de errores</b>			359,94	908,15	103734,71	517,62%

**Tabla 36 : Medición de errores del suavizamiento exponencial doble, cuando  $\alpha = 0,5$  y  $\delta = 0,3$ .**

**Fuente: Autores del proyecto.**

Número de periodos		12				
$\delta$	0,1					
$\alpha$	0,2					
Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
1	101	101	0,00	0,00	0,00	0,00%
2	111	22	88,78	88,78	7881,89	79,98%
3	249	44	205,23	205,23	42118,70	82,42%
4	152	93	59,28	59,28	3514,42	39,00%
5	307	114	193,34	193,34	37380,44	62,98%
6	263	165	97,72	97,72	9549,11	37,16%
7	174	200	-25,73	25,73	662,10	14,79%
8	158	209	-50,98	50,98	2598,70	32,26%
9	90	212	-122,15	122,15	14921,80	135,73%
10	139	199	-59,65	59,65	3558,55	42,92%
11	131	196	-65,46	65,46	4284,95	49,97%
12	303	192	111,20	111,20	12366,53	36,70%
<b>Suma de errores</b>			431,58	1079,53	138837,20	613,90%

**Tabla 37 : Medición de errores del suavizamiento exponencial doble, cuando  $\alpha = 0,2$  y  $\delta = 0,1$ .**

**Fuente: Autores del proyecto.**