



**DISEÑO DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA INDUSTRIAS SAN  
JUDAS LTDA**

**MARTIN ELÍAS ZAPATA CASTELLAR  
YOLI CAROLINA GONZÁLEZ  
YESICA SÁNCHEZ**

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.  
2019**

**DISEÑO DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA INDUSTRIAS SAN  
JUDAS LTDA**

**MARTIN ELÍAS ZAPATA CASTELLAR  
YOLI CAROLINA GONZÁLEZ  
YESICA SÁNCHEZ**

**Trabajo de grado para optar por el título de  
Ingenieros Industriales**

**Asesor Disciplinar  
MARÍA MERCEDES SUAREZ**

**Asesor Metodológico  
YUNELIS BURGOS  
UNIVERSIDAD DEL SINÚ  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.  
2019**

**Acta de calificación y aprobación**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

**Director de Escuela**

---

**Director de Investigaciones**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

Cartagena de Indias, de 2019.

Director

**OSCAR ANDRES ANGEL ALVAREZ**

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 MAESTRO DE PRODUCCION EN LA EMPRESA INDUSTRIAS SAN JUDAS LTDA.", elaborada por los estudiantes MARTIN ZAPATA cc: 114336825 de Cartagena, YESICA PAOLA SÁNCHEZ CARO CC 1051829524, YOLIS CAROLINA GONZÁLEZ CC: 1143348638. Presentamos como requisito para optar al título de Ingeniería Industrial.

Cordialmente,

---

Asesor del trabajo de grado

## **Agradecimientos**

A Dios por haber derramado en nosotros sabiduría. A nuestras familias por su amor incondicional, el cual ha sido el aliciente para concluir este proceso formativo. A todos los directivos, docentes y funcionarios de la universidad, por su acompañamiento y colaboración constante para alcanzar las metas propuestas. Igualmente, nuestros agradecimientos a la empresa industrias san judas Ltda. Y a todas las personas que con su experiencia, compromiso y amabilidad me facilitaron este proceso.

## Tabla de contenido

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>14</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>14</b>
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	14
1.1.1. <i>Causas</i> .....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	21
1.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....	21
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>22</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>22</b>
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	22
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	22
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>23</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>24</b>
<b>4. ANTECEDENTES .....</b>	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>27</b>
<b>5. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>27</b>
5.1 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN .....	27
5.2. PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN.....	28
5.2.1. <i>Planeación Agregada</i> .....	28
5.2.2. <i>Planificación de las ventas</i> .....	30
5.2.3. <i>Administración de la demanda</i> .....	31
5.2.4. <i>Pronósticos</i> .....	31
5.2.5. <i>Métodos Cuantitativos</i> .....	33
5.2.6. <i>Errores del Pronóstico</i> .....	34
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>36</b>
<b>6. MARCO LEGAL.....</b>	<b>36</b>
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>37</b>
<b>7. MARCO CONTEXTUAL: INDUSTRIA METALÚRGICAS SAN JUDAS LTDA.....</b>	<b>37</b>

7.1.	UBICACIÓN DE LA EMPRESA.....	37
7.2.	RESEÑA HISTÓRICA .....	37
7.3.	MISIÓN.....	38
7.4.	VISIÓN .....	38
7.5.	POLÍTICAS DE CALIDAD .....	38
7.6.	CLIENTES ACTUALES .....	38
7.7.	MATERIA PRIMA E INSUMOS .....	39
7.8.	DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS.....	39
7.9.	MAQUINARIA .....	39
7.10.	DESCRIPCIÓN DE LOS INSUMOS .....	39
<b>CAPÍTULO 8.....</b>		<b>40</b>
<b>8. METODOLOGÍA .....</b>		<b>40</b>
8.1.	FASES DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
8.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	40
8.3.	FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	41
8.3.1.	<i>Fuentes Primarias.</i> .....	41
8.3.2.	<i>Fuentes Secundarias.</i> .....	41
8.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	41
<b>CAPÍTULO 9.....</b>		<b>42</b>
<b>9. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LAS VENTAS, PRODUCTIVIDAD Y CUMPLIMIENTO EN TIEMPOS DE ENTREGA DE LA EMPRESA INDUSTRIAS METALMECÁNICA SAN JUDAS LTDA.....</b>		<b>42</b>
9.1.	DESCRIPCIÓN DE LA FÁBRICA .....	42
9.2.	PRODUCTOS OFRECIDOS .....	42
9.3.	CANTIDADES DE PRODUCTOS PRODUCIDOS .....	44
9.3.1.	<i>Análisis venta de piñones.</i> .....	44
9.3.2.	<i>Comparativo ventas de ventiladores y manholes.</i> .....	44
9.3.3.	<i>Participación en ventas año 2018 para cada producto.</i> .....	45
9.4.	INCONFORMIDADES DE LOS TIEMPOS DE ENTREGA .....	46
9.5.	PRODUCTIVIDAD TOTAL PARA CADA PRODUCTO AÑO 2018. ....	57
9.6.	CLIENTES PERDIDOS .....	60
9.7.	PRODUCTO SOBRE EL CUAL TRABAJAR .....	62
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>		<b>64</b>
<b>10. CAPACIDAD DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PIÑONES DE LA EMPRESA INDUSTRIAS METALMECÁNICA SAN JUDAS LTDA.....</b>		<b>64</b>

10.1.	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.....	64
<b>CAPÍTULO 11</b>	.....	<b>68</b>
<b>11.</b>	<b>MÉTODO DE PRONÓSTICO DE VENTAS</b> .....	<b>68</b>
11.1.	PRONÓSTICO DE VENTAS PERIODO 2018-2019 .....	68
11.1.1.	<i>Pronóstico de Piñones.</i> .....	68
<b>CAPÍTULO 12</b>	.....	<b>107</b>
<b>12.</b>	<b>PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOS PIÑONES DE LA EMPRESA INDUSTRIAS METALMECÁNICA SAN JUDAS LTDA.</b> .....	<b>107</b>
12.1.	PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN .....	107
12.1.1.	<i>Fuentes de demanda</i> .....	107
12.1.2.	<i>Capacidad almacenamiento de la empresa industrias san judas Ltda.</i> .....	108
12.1.3.	<i>Costos contratación mano de obra</i> .....	109
12.1.4.	<i>Costos de producción</i> .....	109
12.1.5.	<i>Stock de seguridad</i> .....	110
<b>13.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>113</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	.....	<b>114</b>
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>117</b>

## Lista de figuras

Figura 1. Exportaciones colombianas de metalmecánica 2015 principales destinos.....	14
Figura 2. Crecimiento en ventas desde 2013-2018 con respecto al 2014	15
Figura 3. Inconformidad anual sobre ventas anuales .....	16
Figura 4. Diagrama de causa. Incumplimientos en tiempos de entrega del producto .....	17
Figura 5. Flujograma, descripción proceso actual.....	20
Figura 6. Secuencia de las acciones para formular un plan maestro de producción .....	28
Figura 7. Factores internos y externos de la planeación de la producción .....	29
Figura 8. Anuncio Metalmecánicas San Judas.....	37
Figura 9. Ubicación de la empresa .....	37
Figura 10. Ventas mensuales para cada producto 2015 - 2018.....	43
Figura 11. Participación en ventas anuales desde 2015 a 2018 para cada producto .....	43
Figura 12. Participación en ventas año 2018 para cada producto .....	46
Figura 13. Inconformidades por la venta de piñones 2015-2018 .....	47
Figura 14. Inconformidades por la venta de Manholes 2015-2018.....	48
Figura 15. Inconformidades por la venta de Ventiladores 2015-2018.....	49
Figura 16. Inconformidad anual año 2015 para cada producto .....	51
Figura 17. Inconformidad año 2016 para cada producto .....	51
Figura 18. Inconformidad año 2017 para cada producto .....	52
Figura 19. Inconformidad año 2018 para cada producto .....	53
Figura 20. Ventas totales, N° inconformidades, % inconformidad anual/ventas para cada producto, % inconformidad anual/inconformidad total .	55
Figura 21. Diagrama de Pareto Inconformidades por las ventas 2015-2018 .....	56
Figura 22. Ventas mensuales para cada producto periodo 2015 a 2018.	69



Figura 23. Análisis de tendencia lineal en piñones medida de enero 2018 a mayo de 2019.....	73
Figura 24. Descomposiciones serie de tiempo modelo aditivo .....	74
Figura 25. Descomposiciones serie de tiempo modelo aditivo .....	75
Figura 26. Análisis componente para demanda modelo aditivo .....	76
Figura 27. Análisis estacional para la demanda, modelo aditivo .....	77
Figura 28. Guía para seleccionar un método de pronóstico apropiado....	78
Figura 29. Ventas reales vs PMS a 2 meses .....	81
Figura 30. Error de pronóstico para 2 meses .....	81
Figura 31. Ventas reales vs PMS a 3 meses .....	82
Figura 32. Error de pronóstico 3M.....	82
Figura 33. ventas reales vs PMS a 4 meses.....	83
Figura 34. error de pronóstico 4M .....	83
Figura 35. Ventas reales vs PMS a 5 meses .....	84
Figura 36. Error de pronóstico 5M.....	84
Figura 37. Pronóstico promedio móvil ponderado .....	87
Figura 38. Error de pronóstico promedio móvil ponderado.....	88
Figura 39. pronóstico suavización exponencial .....	90
Figura 40. error de pronóstico suavización exponencial .....	91
Figura 41. Método holt Winter.....	92
Figura 42. error de pronóstico holt Winter .....	93
Figura 43. Errores de pronóstico para cada modelo.....	93
Figura 44. pronóstico promedio móvil simple 2 meses con aplicación de índices de estacionalidad.....	95
Figura 45. error de pronóstico promedio móvil simple 2 meses con aplicación de índices de estacionalidad.....	96
Figura 46. pronóstico promedio móvil simple 3 meses con aplicación de índices de estacionalidad.....	97
Figura 47. Error de pronóstico 3 meses con aplicación de índices de estacionalidad.....	97

Figura 48. pronostico promedio móvil simple 4 meses con aplicación de índices de estacionalidad.....	98
Figura 49. error de pronóstico promedio móvil simple 4 meses con aplicación de índices de estacionalidad.....	98
Figura 50. pronostico promedio móvil simple 5 meses con aplicación de índices de estacionalidad.....	99
Figura 51. error de pronostico promedio móvil simple 5 meses con aplicación de índices de estacionalidad.....	99
Figura 52. grafica promedio móvil ponderado con aplicación de índices de estacionalidad.....	101
Figura 53. error pronostico promedio móvil ponderado con aplicación de índices de estacionalidad.....	102
Figura 54. pronostico suavización exponencial con aplicación de índices de estacionalidad. ....	104
Figura 55. error pronostico suavización exponencial con aplicación de índices de estacionalidad.....	104
Figura 56. Desorganización de productos en bodega .....	117
Figura 57. Distribución física .....	117

## Lista de tablas

Tabla 1. Lista de chequeo	19
Tabla 2. Fallas observadas en el diagnóstico	20
Tabla 3. Referentes de investigación	24
Tabla 4. Clasificación de los métodos de pronóstico	32
Tabla 5. Fases del proyecto	40
Tabla 6. Participación en ventas año 2018 para cada producto	45
Tabla 7. Inconformidades por la venta de piñones 2015-2018	46
Tabla 8. Inconformidades por la venta de Manholes 2015-2018	47
Tabla 9. Inconformidades por la venta de Ventiladores 2015-2018	48
Tabla 10. Numero de Inconformidades por producto desde 2015 a 2018	50
Tabla 11. Ventas totales - inconformidades totales	54
Tabla 12. Diagrama de Pareto Inconformidades por las ventas 2015-2018	56
Tabla 13. Costos Unitarios	57
Tabla 14. Costos para producir en promedio 371 piñones anuales.	58
Tabla 15. Costos de producir en promedio 127 manholes anuales	58
Tabla 16. Costo de producir en promedio 114 ventiladores anuales	59
Tabla 17. Productividad en costos	59
Tabla 18. Pedidos por empresa	61
Tabla 19. Resúmenes variables de los productos ofrecidos en industrias san judas Ltda.	62
Tabla 20. Medición de tiempos fabricación de Piñones	65
Tabla 21. Resumen capacidad producción de piñones	67
Tabla 22. Ventas mensuales para cada producto desde 2015 a 2018	68
Tabla 23. Total de ventas de piñones 2015 – 2018	70
Tabla 24. Cálculos pronostico promedio móvil simple serie de tiempo 2018-2019	80
Tabla 25. Medidas de error para promedio móvil simple serie de tiempo 2018-2019	85
Tabla 26. Ponderaciones promedio móvil ponderado	86

Tabla 27. Promedio móvil ponderado periodo 2018-2019	87
Tabla 28. Errores de pronóstico para promedio móvil ponderado	88
Tabla 29. Pronostico suavización exponencial	90
Tabla 30. Medidas de error de pronóstico suavización exponencial	91
Tabla 31. Promedio móvil simple ajustado con índices estacionales	95
Tabla 32. Errores de pronósticos promedio móvil simple con aplicación de índices de estacionalidad.	100
Tabla 33. Pesos adecuados	100
Tabla 34. promedio móvil ponderado con aplicación de índices de estacionalidad.	101
Tabla 35. medidas de error promedio móvil ponderado con aplicación de índices de estacionalidad.	102
Tabla 36. pronostico suavización exponencial con aplicación de índices de estacionalidad.	103
Tabla 37. errores de pronostico suavización exponencial con aplicación de índices de estacionalidad.	105
Tabla 38. Tabla resumen	105
Tabla 39. Pronósticos proyectados a julio y agosto de 2019 por modelo suavización exponencial ajustado con índices estacionales	106
Tabla 40. Pedidos de clientes mes de julio 2019	107
Tabla 41. información capacidad empresa industrias san judas Ltda.	108
Tabla 42. Capacidad de almacenamiento	109
Tabla 43. Costos mano de obra	109
Tabla 44. diseño de plan maestro de producción industrias San judas Ltda.	110
Tabla 45. relación piñones a fabricar vs capacidad de planta julio de 2019	111
Tabla 46. relación piñones a fabricar vs capacidad de planta agosto de 2019	111
Tabla 47. relación capacidades de planta y superávit julio de 2019	111
Tabla 48. relación capacidades de planta y superávit agosto de 2019	112

## Introducción

Para toda organización la planeación de la producción es un tema en constante evolución pues de la misma se desprende una gran cantidad de operaciones y, por ende, se hace necesario contar con herramientas optimas que garanticen un flujo de actividades armonioso y bajo estándares universales que brinden a todas las partes de interés, la confiabilidad y tranquilidad que son requeridas como parte del entorno empresarial.

Una buena planificación asegura que cada tarea tenga la oportunidad de ser ejecutada correctamente, en el lugar apropiado y en el momento oportuno. Es decir, tiene como propósito principal responder a las demandas irregulares de mercado mediante una utilización efectiva de los recursos de la organización. Por supuesto las demandas no siempre pueden satisfacerse en un 100% y los planeadores deben balancear la variabilidad de la demanda contra la disponibilidad más estable de la capacidad.

Los cambios comerciales que hoy en día se presentan en el mundo son mucho más dinámicos que hace 50 años, los avances tecnológicos, el desarrollo de modelos administrativas, la competitividad y mejoramiento continuo son elementos claves de las organizaciones modernas.

Una de las herramientas utilizadas por las empresas modernas para enfrentar competitivamente los retos que el mercado globalizado ofrece es a través de la planeación producción, en la cual a través de diferentes técnicas entre ellas el plan maestro de producción permite tener un orden de productos a fabricar en determinado periodo de tiempo.

Se espera que el producto de esta investigación sea un modelo integral que ayude a satisfacer la demanda de clientes en la empresa metalmecánica industrias san judas Ltda. Logrando así un impacto positivo en los indicadores financieros y operativos de la empresa.

## Capítulo 1

### 1. Planteamiento del problema

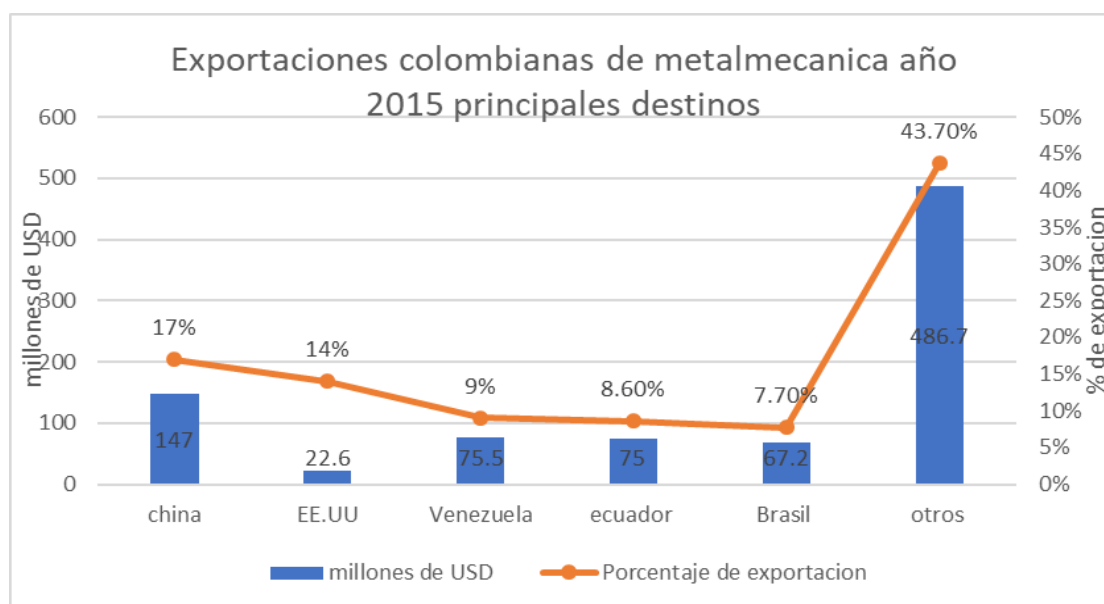
#### 1.1. Descripción del problema

El sector metalmeccánico de Colombia en los últimos 15 años ha presentado un crecimiento notorio gracias a los tratados de libre comercio firmados por el gobierno colombiano, este sector genera el 15% de todos los empleos industriales del país, con un promedio de 90 mil empleos directos y aproximadamente el triple de indirectos (Industrias Metálicas Miller, 2015).

Las piezas metalmeccánicas están catalogadas a nivel mundial como piezas de necesidad específica, desde sus inicios la metalmeccánica se convirtió en el aliado perfecto para el desarrollo de obras de ingeniería con alto impacto en la sociedad.

Para el año 2015 las exportaciones colombianas de metalmeccánica sumaron USD 874 millones y los principales destinos de exportación son detallados en la figura 1.

Figura 1. Exportaciones colombianas de metalmeccánica 2015 principales destinos



Fuente: Procolombia, 2019

El sector metalmeccánico colombiano gracias a su potencial para satisfacer la demanda de sus clientes se ha vuelto competitivo, dicha competitividad ha impulsado a que un gran número de empresas del sector sean certificadas con normas tales como la International Organization for Standardization y la QS, estas certificaciones generan confiabilidad a los clientes del sector (Procolombia, 2015).

A medida que las empresas empiezan a tener mayor flujo de clientes aumenta la producción en sus plantas procesadoras y si dicha empresa no cuenta con las herramientas administrativas necesarias para responder a la demanda posiblemente incumplirá en tiempos de entrega a sus usuarios, Este es el caso que acontece en la empresa industrias san judas Ltda. Que por falta de aplicación de planeación de

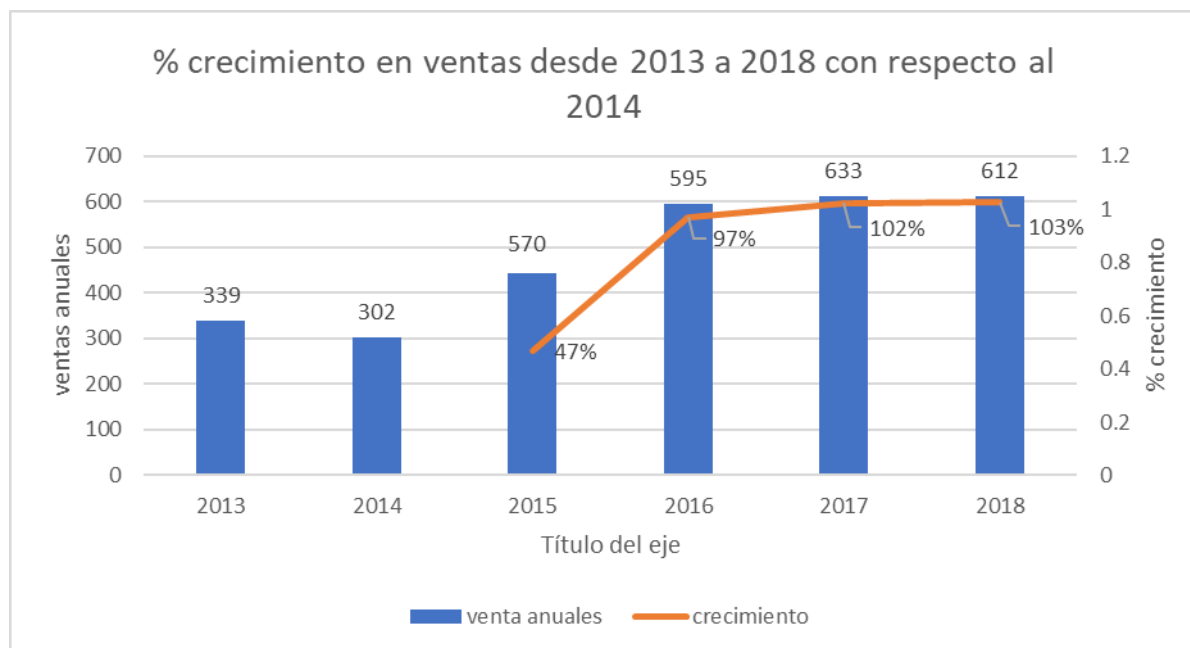
producción en sus procesos incurre en incumplimiento de productos a sus clientes lo que genera inconformidades y pérdida de los mismos.

La empresa escogida para la realización de este proyecto lleva por nombre "Industrias metalmecánica San Judas Ltda." Esta compañía fue creada en el año 1977 con sede principal en la ciudad de Cartagena, Bolívar. Los productos que fabrica son los siguientes:

- Tapas metálicas Manhole
- Piñones
- Ventiladores

Según información suministrada por el gerente de la empresa para los años 2013 y 2014 se recibían en la planta de producción mensualmente en promedio 27 órdenes de pedido, actualmente se reciben en promedio 60 órdenes de pedido, un crecimiento que se estima en un 47% de productos solicitados con respecto al año 2015, a partir del año 2016 el crecimiento promedio fue de 100% anual. Esta fuerte variación en la demanda no ha sido bien administrada por parte de la gerencia quienes no han sabido responder con eficacia al incumplimiento en tiempos de entrega exigidos por sus clientes. En la figura 2 se muestra el crecimiento de las ventas en la empresa en el periodo 2013-2018.

Figura 2. Crecimiento en ventas desde 2013-2018 con respecto al 2014

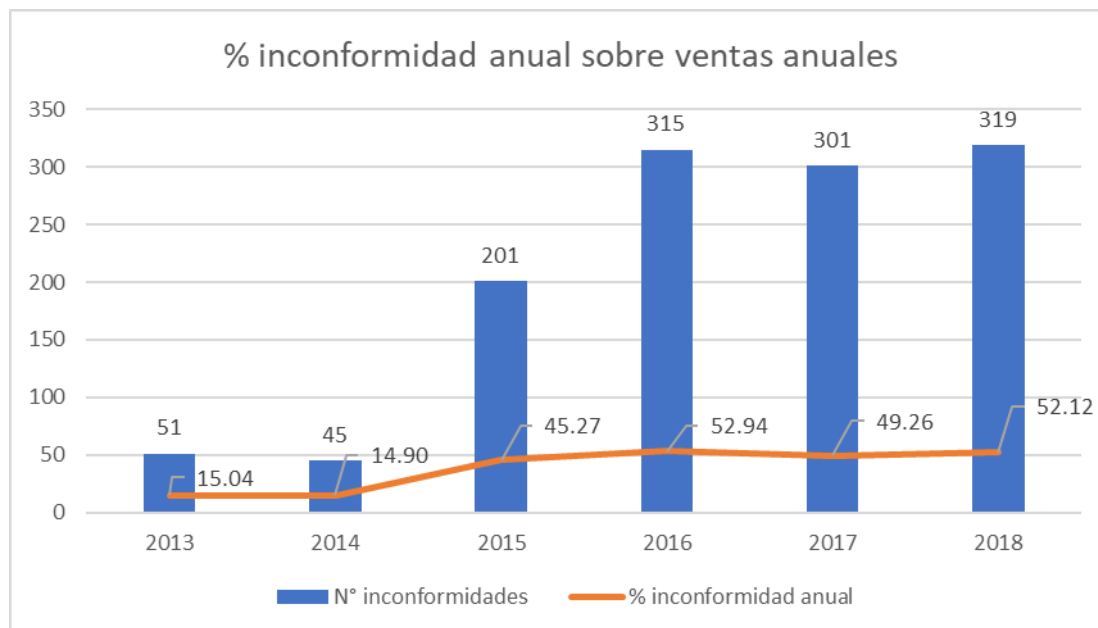


Fuente: Industria Metalmecánica San Judas Ltda.

Según información suministrada por el gerente, la empresa no tiene un plan de producción definido de tal manera no conoce las cantidades exactas a producir ni en qué momento producirlas debido a ello las ordenes de pedido llegan a la empresa se acumulan y luego los operadores deben fabricar los piñones sobre el tiempo lo cual lleva a que no se fabriquen las cantidades exigidas en los tiempos pactados. En la figura 3 se observa el número de inconformidades generadas en el periodo 2013-2018. Así mismo su porcentaje con respecto a las ventas anuales, mostrando claramente el aumento de

inconformidades lo cual preocupa en gran manera a la administración de la Empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda.

Figura 3. Inconformidad anual sobre ventas anuales



Fuente: Industria Metalmecánica San Judas Ltda.

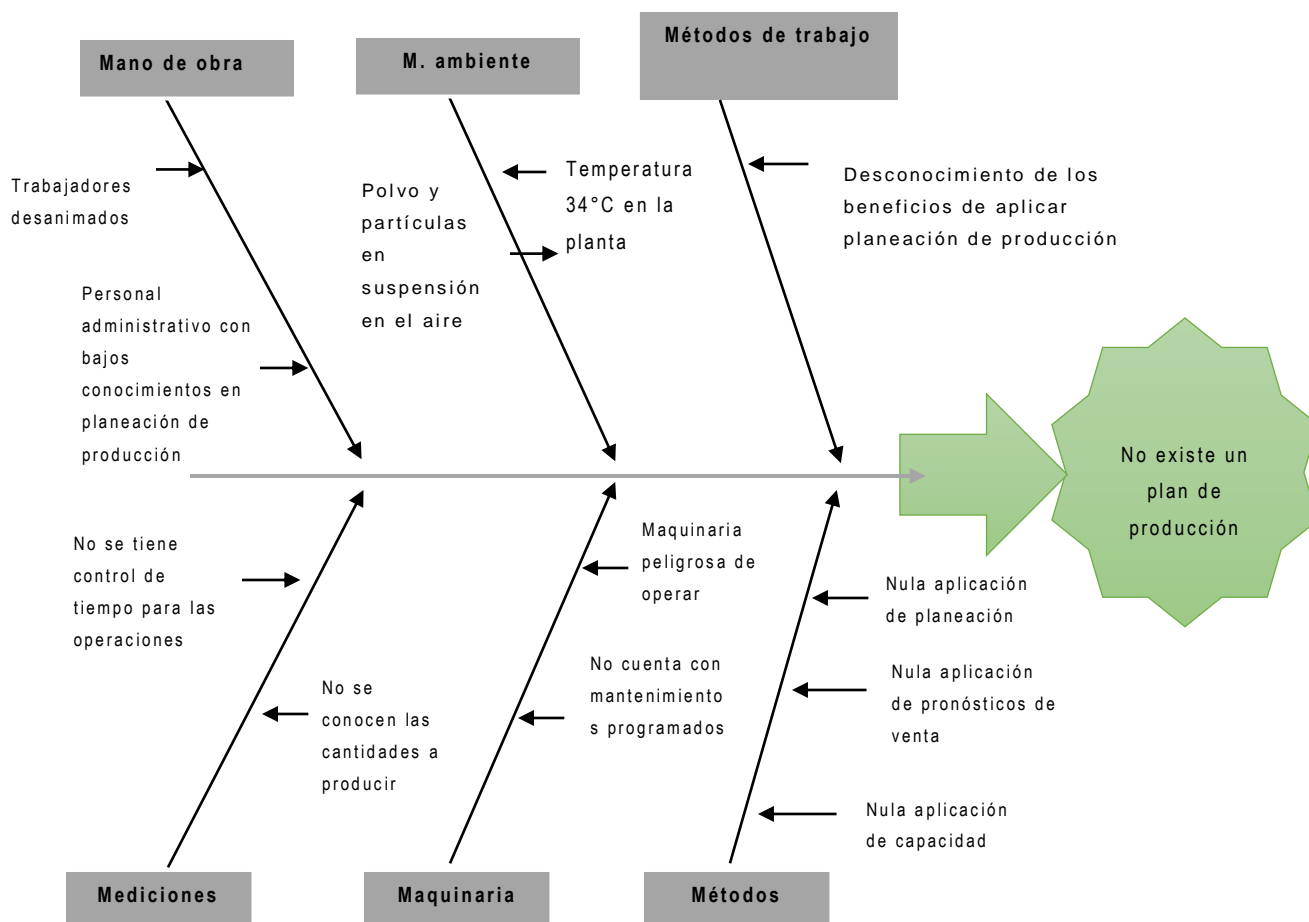
Así como crecieron las ventas también aumentó el porcentaje de inconformidades por parte de los clientes, creciendo de un 15.04% en el 2013 a un 52.12% en 2018. En la empresa el número de inconformidades es medida cada vez que un cliente se acerca o manifiesta su queja por el incumplimiento en tiempos pactados.

#### 1.1.1. Causas

Con la finalidad de estudiar las causas relacionadas con el incumplimiento en tiempos de entrega de productos a clientes es de gran utilidad ver el diagrama de causa y efecto en la figura 4.



Figura 4. Diagrama de causa. Incumplimientos en tiempos de entrega del producto



Fuente: Resultado incumplimiento en tiempos de entrega

En la figura 4 se logra evidenciar el incumplimiento de varios factores que inciden en la productividad de la Empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda. El incumplimiento en plazos de entrega a los clientes es producto de la inexistencia de planeación de la producción en el proceso productivo, esto se convierte en un problema por la gran cantidad de pedidos que ha tenido la compañía. También surgen otras causas secundarias, tales como:

- Baja capacitación del personal administrativo: el personal administrativo desconoce temas fundamentales en la administración como lo es la planeación de la producción
- Inexistencia de inventarios de seguridad: cuando la demanda presenta altas fluctuaciones en los meses la empresa le incumple a sus clientes
- Bodega desordenada: la desorganización de productos en la bodega lleva al retraso a los operadores a la hora de la fabricación de los productos (*Ver Anexo 1*)

### Consecuencias

El problema de incumplimiento a clientes genera para la empresa las siguientes consecuencias:

- Inconformidades de los clientes: debido a los retrasos en la entrega de pedidos, varios clientes potenciales se han visto obligados a buscar nuevos proveedores locales y en otras ciudades.
- Mala reputación de la empresa: Debido a las inconformidades de los clientes estos van generando en el mercado metalmecánico una mala imagen de la empresa lo que origina la pérdida de posibles nuevos contratos.
- Consecuencias en los trabajadores: el estrés al cual se ven expuestos los trabajadores genera baja productividad del mismo y riesgos de accidentalidad.
- Pérdida de clientes: El alto número de inconformidades puede generar que los clientes busquen nuevos proveedores.

En la siguiente lista de chequeo (Tabla 1) se realizará una verificación de condiciones de trabajo en la empresa industrias san judas Ltda.

Tabla 1. Lista de chequeo

Descripción del trabajo:	Orden de visita empresarial	Fecha de emisión		
		día	mes	año
Verificación condiciones de la planta industrias san judas Ltda.		03	10	2018
Responsable: Martin Zapata, Yesica Sánchez, Carolina González	Jefe de la empresa: Héctor estrada			
Lista de chequeo	Cumple	No cumple	observaciones	
¿Tiene la empresa planeación de producción?		X		
¿Tiene la empresa proyección de ventas?		X		
¿Tiene la empresa almacén de producto terminado?	X		Esta desordenado	
¿La operación de la maquinaria es confiable?		X		
¿Tiene la empresa stock de seguridad?		X		
¿Conoce la empresa el producto que le genera más rentabilidad?		X		
¿Los clientes están satisfechos con los servicios de la empresa?		X		
¿Hay deseo por parte de la administración de cumplir los tiempos de entrega de producto a los clientes?	X			
¿El área está limpia y ordenada?		X		

Fuente: Elaboración propia

La anterior lista de chequeo deja ver la nula aplicación de planeación de la producción y un área de trabajo en desorden, se logra identificar un aspecto positivo y es el deseo de la gerencia de cumplir en los tiempos de entregas de productos terminados a sus clientes.

Las fallas más relevantes y su respectivo impacto encontrados en la fábrica de producción de la Empresa Industrias Metalmeccánica San Judas Ltda. Se presentan en la tabla 2.

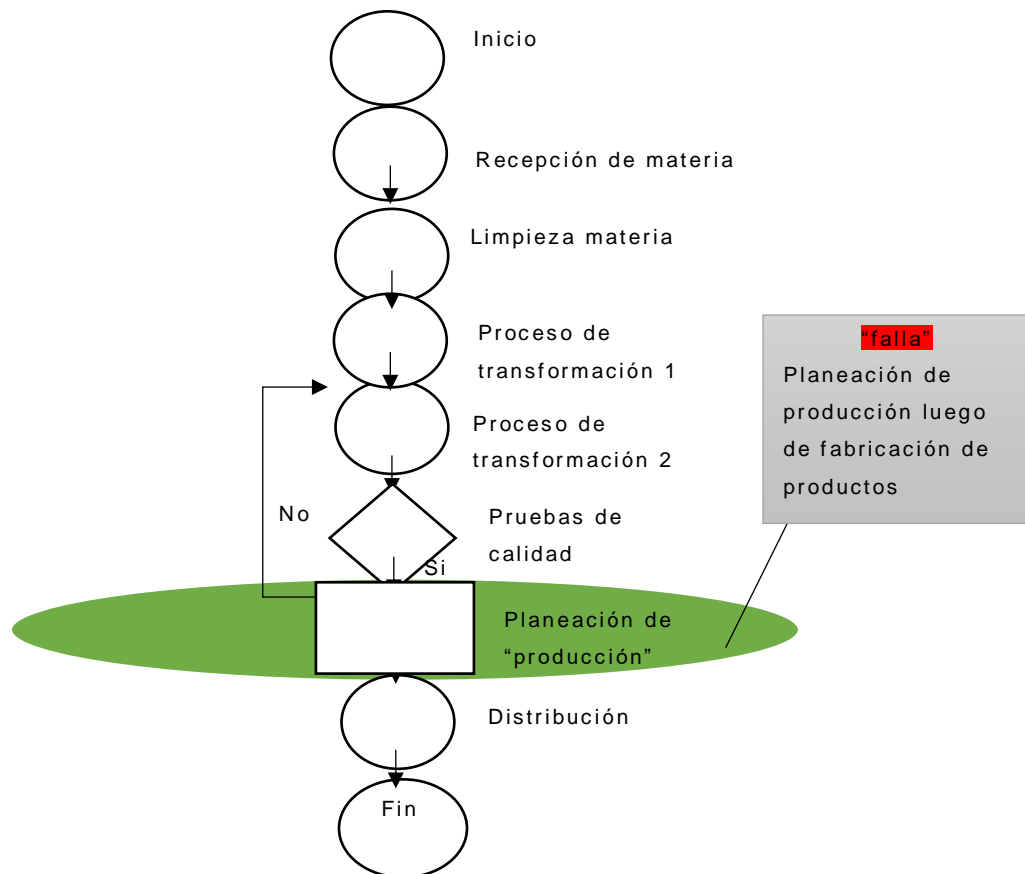
Tabla 2. Fallas observadas en el diagnóstico

Fallas Observadas en el Diagnostico	Impacto
Desconocimiento por parte de la gerencia de los beneficios de aplicar planeación de producción en la empresa	Crea desorden en la planta producción
Nula aplicación de planeación de producción al inicio de operaciones	Ocasiona retrasos en tiempos de entrega pactados con clientes
Maquinaria peligrosa de operar	Ocasiona miedo al personal operativo lo cual disminuye su productividad
Polvo y partículas en suspensión en la planta de producción	Causa enfermedades respiratorias al personal en general las cuales afectan la psicología del trabajador
Poco conocimiento en SST (seguridad y salud en el trabajo)	Incapacidad para obtener certificaciones de calidad
Maquinaria no cuenta con mantenimientos programados	Maquinaria puede averiarse en cualquier momento

Fuente: Resultado del diagnóstico

La figura 5 muestra el proceso de planeación realizado actualmente en la empresa.

Figura 5. Flujograma, descripción proceso actual



Fuente: Elaboración propia.

En el flujograma de operaciones (figura 5) se puede evidenciar que la empresa industrias san judas Ltda. El proceso de “planeación de producción” (repartir pedidos entre clientes) lo realiza después que tiene los productos fabricados esto es una falla administrativa debido que no sabrán que productos fabricar, que productos darles prioridad de fabricación o en qué cantidades producir por la inexistencia una planeación de producción (plan maestro) como eje de inicios en la operación.

El interrogante actual de la empresa es que si con las instalaciones actuales, personal, disponibilidad de materias primas ¿Qué productos producir? ¿Cuándo producir? ¿En qué cantidad producir? Y finalmente ¿Qué es lo que provoca que la empresa tenga altas inconformidades por parte de sus clientes?

La pronta gestión por parte de la gerencia en diseñar planeación de producción se convierte en una necesidad ya que nuevos competidores en el sector se están aprovechando de esta debilidad de la empresa para promocionar sus productos. La no intervención en planeación de producción seguirá generando insatisfacción de los clientes. Actualmente la empresa no cuenta con un plan de producción definido en los inicios de sus operaciones, debido que la gerencia desconoce los beneficios de aplicar esta herramienta y bajos conocimientos en planeación.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Qué características debe tener un plan maestro de producción en la empresa industrias san judas Ltda. Que permita cumplir con los plazos de tiempos y cantidades exigidas por sus clientes de los productos que presenten mayor número de inconformidades?

## **1.3. Delimitación del problema**

El proyecto se lleva a cabo en la Empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda., en el área de producción.

## **Capítulo 2**

### **2. Objetivos**

#### **2.1. Objetivo General**

Diseñar un plan maestro de producción que permita programar la fabricación mensual de productos que presenten mayor número de inconformidades en la Empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda. Con la finalidad de satisfacer la demanda de clientes y plazos de entrega pactados.

#### **2.2. Objetivos Específicos**

- Diagnosticar el estado actual de la empresa en materia de ventas, productividad y especificar los productos con mayor número de inconformidades para su intervención.
- Determinar si la capacidad actual de la planta de producción está acorde con la demanda estimada para los productos que presenten mayor número de inconformidades.
- Definir el mejor método de pronóstico que permita estimar las ventas de los productos que presenten mayor número de inconformidades para el año 2019.
- Diseñar un plan maestro de producción, que permita programar la cantidad de productos a fabricar mensualmente con la finalidad de satisfacer la demanda de clientes y cumplir con los plazos pactados.

## Capítulo 3

### 3. Justificación

El siguiente proyecto se realizó con el fin de diseñar un plan maestro de producción en la Empresa Industrias Metalmeccánica San Judas Ltda., debido a que en la actualidad han aparecido un gran número de inconformidades de clientes potenciales por el incumplimiento en plazos de entrega, esto último es ocasionado por la falta de planeación de producción en la compañía.

Para la empresa el desarrollo de este proyecto servirá como soporte para la toma de decisiones administrativas gracias al diseño de un plan maestro de producción que permita programar la producción (que producir, cuando producir, cuanto producir) dando de esta manera solución al incumplimiento en tiempos de entrega de pedidos solicitados por clientes.

Para la Universidad del Sinú la presentación de este proyecto es de gran importancia debido a que deja un caso práctico aplicando temas relacionados con planeación de la producción y su respectiva metodología, sirviendo así de base para futuras investigaciones en empresas del sector metalmeccánico de Cartagena, Bolívar. Adicionalmente este proyecto permitirá a los estudiantes poner en práctica los conocimientos adquiridos durante su vida universitaria especialmente en asignaturas como planeación de la producción, habilidades gerenciales, administración de operaciones, estadística descriptiva y costos de producción.

## Capítulo 4

### 4. Antecedentes

A continuación, se listan proyectos relacionados con la planeación de producción los cuales son usados como referentes para la investigación en curso.

Tabla 3. Referentes de investigación

Autor/Año	Título	Problema	Herramientas de Solución
Villegas-Salazar, J. (2017)	Diseño de un sistema de planeación de la producción en la Empresa confecciones A&J S.A.S	Falta de procesos normalizados de planeación de producción.	Plan de producción mixto, plan maestro de producción. plan de requerimientos de capacidad.
Sepúlveda-Hernández, H (2016)	Diseño de un plan de producción con enfoque en Minimización de mermas en el área de Panadería de un Supermercado	Alto nivel de mermas.	Pronósticos de la demanda, método de transporte de programación lineal, suavización exponencial.
Méndez-Martínez, G (2014)	Propuesta de un modelo de planeación de la Producción para la disminución de faltantes en el proceso de fabricación de pintura Automotiva.	Falta de modelo de programación de inventarios	Metodología ABC, modelo de suavización exponencial, suavización exponencial doble, series estacionales horizontales.
Gutiérrez-Macaya, N. (2014)	Diseño de plan maestro de producción para la pesquera TRANSANTARTIC	Incumplimientos con la demanda.	Cálculos de capacidad, plan agregado de capacidad, pronóstico de demanda, plan maestro de producción
Villay-Pereira, A. (2013)	Análisis y desarrollo del sistema de planeación y control de la	Atrasos con los pedidos	Pronósticos modelo estacional multiplicativo, plan de



Cárdenas-Velandia, C. (2013)	producción en una empresa de confecciones Sistema de gestión de la producción para creaciones G.D.M. S.A.S.	Carecimiento de un sistema de gestión de la producción.	requerimientos de materiales, plan maestro de la producción. Planeación agregada (pronósticos), Plan de control de materiales, plan maestro de la producción. Plan agregado de la producción y capacidad, plan maestro de la producción, MRP, CRP (Planificación de requisitos de capacidad).
José Ignacio Vásquez Médico (2013)	Propuesta de un sistema de planificación de la Producción aplicada a una empresa textil dedicada A la fabricación de calcetines.	Baja capacidad de producción.	Método de suavizamiento, promedio móvil, alisado exponencial, método de regresión lineal, método estacional, plan maestro de la producción.
Morales-Ortega, F. (2012)	Plan maestro de producción la categoría de una carnicería cadena de supermercados	Aumento de la demanda.	Planeación agregada (pronósticos), plan maestro de la producción
Huertas-Colmenares, N. (2011)	Planeación, programación y control de la Producción en modas profesionales Dany E.U. en Bogotá.	Falta de herramientas para la planeación, programación y control de la producción.	Planeación agregada, plan maestro, plan de requerimiento de materiales, metodología ABC.
Gómez-Rabanales, K. (2011)	Elaboración de un plan de control de la Producción para incrementar la eficiencia y productividad en una empresa dedicada a la manufactura de colchas y cubrecamas.	Falta de un control de la producción Detallado.	

Hernández-Galán, J. (2010)	Implementación de sistemas de planeación en la producción para la optimización de inventarios	Poco control de la producción de acuerdo a los pedidos e inventarios.	Metodología ABC, explosionados, planificación de los requerimientos de material
Gonzalez-Ramírez, M. (2009)	Sistema para la planeación de requerimientos de materiales y el control de la producción (MRP)	Falta de herramientas que gestionen la planeación de la producción.	MRP, plan maestro de la producción
Meneses-Parra, M. (2009)	Propuesta para la planeación táctica y operativa del departamento de producción de Urbano Express	Entrega de producto terminado fuera del tiempo acordado con los clientes y reposo de productos	Modelos de pronósticos de series de tiempo, suavizado exponencial simple, plan maestro de la producción
Condori-Condori, S. (2007)	Evaluación y propuesta de un sistema de planificación de la producción en una empresa dedicada a la fábrica de perfumes	Deficiencia en la planificación como en la programación de la producción	Plan agregado de capacidad, plan agregado de producción Programación maestra, plan detallado de capacidad
González-Neira, E. (2004)	Propuesta para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Servioptica LTDA.	Incumplimiento de la entrega del producto.	Planeación agregada (pronósticos), MRP

Fuente: Elaboración propia.

## Capítulo 5

### 5. Marco Teórico

#### 5.1 Plan Maestro de Producción

Un Plan Maestro de Producción es un plan detallado que establece la cantidad específica y las fechas de fabricación de los productos finales (Heizer & Render, 1997). un efectivo Plan Maestro debe proporcionar las bases para establecer los compromisos de envío al cliente, utilizar eficazmente la capacidad de la planta, lograr los objetivos estratégicos de la empresa y resolver las negociaciones entre fabricación y marketin. (Vollmann & otros 1995)

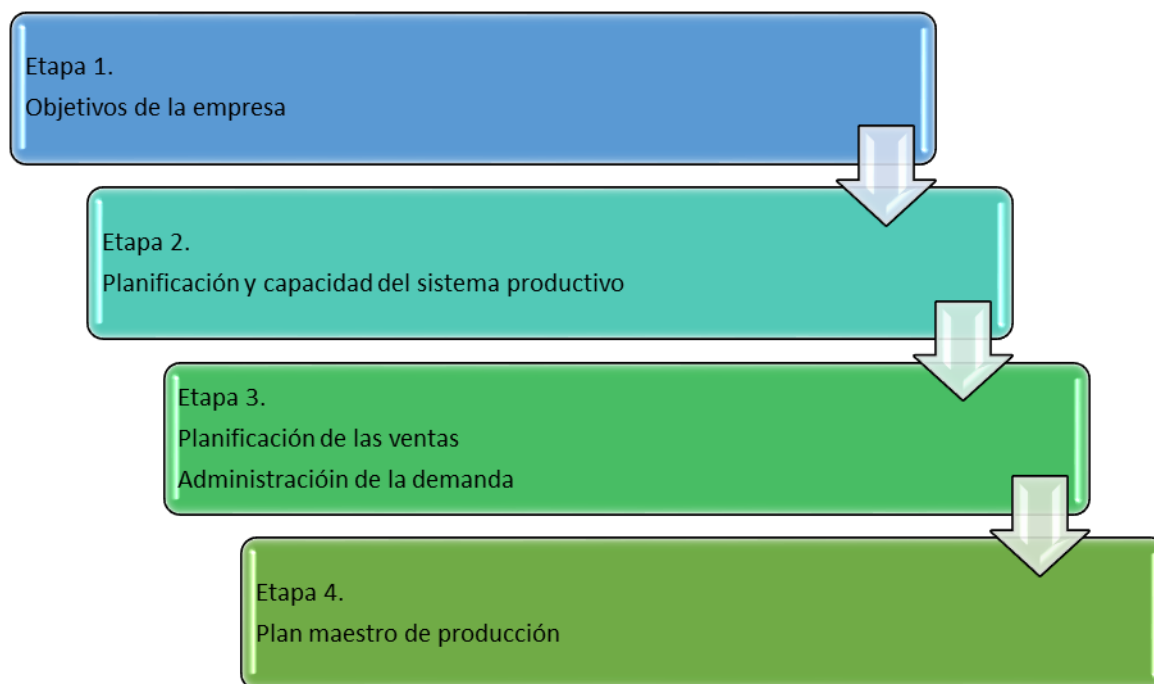
El programa maestro establece el volumen final de cada producto a corto plazo. Este plan debe revisarse semanalmente para revisar los pronósticos del mercado, los pedidos de clientes, los niveles de inventarios, la carga de las instalaciones y la información de capacidad, de manera que puedan desarrollarse los programas maestros (Gaither & Frazier, 2000).

El programa maestro indica que se debe satisfacer la demanda y cumplir con el plan de producción, establece que y cuánto desagregar el plan de producción. Por ello en una parte el nivel de desagregación es mayor, esto no quiere decir que existan desajustes semanales, para lo cual se debe de analizar el aproximado de capacidad, de ahí se derivarán las otras necesidades de otras actividades. Posibles problemas podría rehacer el plan agregado, por ello el PMP debe tener estabilidad, para tener respuestas competitivas ante cambios de la demanda (Dominguez & otros, 1995).

Cuando ya se ha expuesto, el plan maestro de producción permite establecer la planificación de la producción de la gama de productos finales de un sistema productivo, para un plazo de tiempo, en clase, cantidad y momento para cada uno. Se basará en pedidos ya recibidos con entregas más o menos largas y, en la medida de lo necesario, en previsiones de ventas normales utilizando las técnicas adecuadas. Aunque la planificación que se lleva a cabo a través del PMP abarca un plazo largo, es necesaria su actualización constante para cada uno de los apartados que abarca (Peralta, 2013).

El desarrollo del plan maestro sigue la metodología indicada en la figura 6

Figura 6. Secuencia de las acciones para formular un plan maestro de producción



Fuente: Elaboración propia.

## 5.2. Planificación y control de la producción

La planificación y programación de la producción tiene el propósito de satisfacer la demanda del cliente con productos de calidad, en la cantidad y precio adecuados, en el lugar y momento adecuados. (Ricardo Vidal-Mugica 2012).

La planificación y control de la producción es una herramienta de gestión que sirve de apoyo la hora de tomar decisiones, utilizada para hallar la mejor solución a objetivos difíciles, tales como servicio al cliente, flexibilidad y eficiencia operativa. Se utiliza para analizar distintas situaciones y poder ofrecer soluciones rentables que reúnan los requisitos del cliente, así como para evaluar planes operativos alternativos y proporcionar estrategias con fines de simulación.

### 5.2.1. Planeación Agregada.

La planeación agregada consiste en el desarrollo de un plan de producción agregado mensual o trimestral, sobre un horizonte de 6 a 12 meses, dicho plan de producción se refiere a líneas o familias de productos. Esta es necesaria cuando la demanda es estacional, es decir, que presenta variaciones de acuerdo a las fluctuaciones de demanda (Muñoz-Negrón, 2009).

Según Chase, Aquilano & Jacobs (2009), la planeación agregada se preocupa de establecer los índices de producción por grupo de productos u otras categorías a

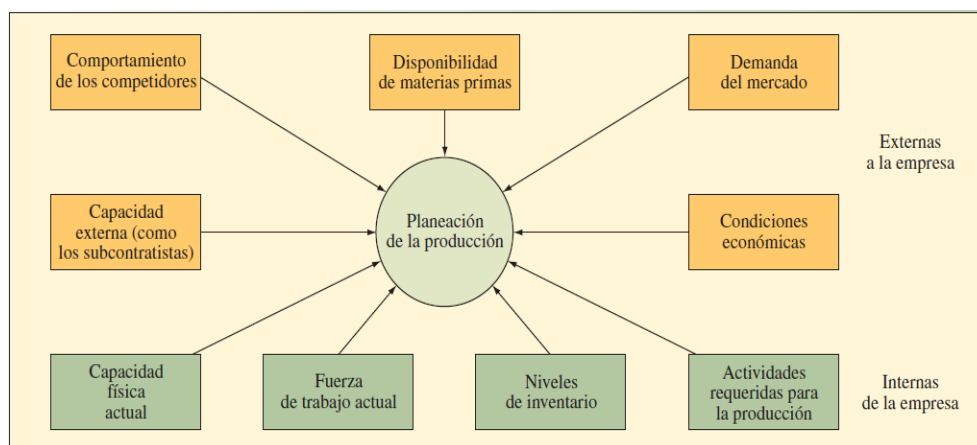
mediano plazo, siendo el propósito principal especificar la combinación óptima de índice de producción, nivel de fuerza de trabajo e inventarios a la mano.

Para González Riesco (2005) es la fase en la que se concreta aún más la planificación estratégica, se trata de establecer (todavía en unidades agregadas), familias de productos, los valores de las principales variables productivas (cantidad de productos, inventarios, mano de obra, etc.) teniendo en cuenta la capacidad disponible e intentando cumplir el plan al menor tiempo posible. Esta etapa finaliza con el establecimiento de 2 planes agregados.

- Plan de Producción: Determina las tasas de producción que son compatibles con las ventas y los costos calculados en el plan de producción y en el plan de ventas. Una vez establecidas dichas tasas hay que verificar si se dispone de los recursos suficientes para llevarla a cabo.
- Plan de Capacidad: En cuanto al plan agregado de capacidad, se deberá tener en cuenta que, en dicho horizonte temporal, la capacidad de las instalaciones se considerara fija, permitiendo solo medidas de ajuste de forma transitoria, con las que se asegurara la realización del plan agregado de producción.

En la siguiente figura se presenta los factores internos y externos de la planeación de la producción

Figura 7. Factores internos y externos de la planeación de la producción



Fuente: González Riesco, 2005

Todas las organizaciones empresariales trabajan en una atmósfera de incertidumbre; de esta manera hoy debe tomar decisiones que afectan su futuro. Para los administradores de una empresa las conjeturas sobre el futuro, con base en cierta información, son más valiosas que las presunciones sin bases. (Aquilano, et al., 2005)

Tomando decisiones que afecten positivamente en el futuro a las organizaciones se ayuda a predecir los requerimientos de los clientes de esta manera es posible que las empresas se preparen para afrontar las oscilaciones en la demanda de pedidos y lograr la satisfacción de sus clientes

La planeación agregada aborda la determinación de la fuerza laboral, la cantidad de producción, los niveles de inventario y la capacidad externa, con el objetivo de satisfacer

los requerimientos para un horizonte de planificación de medio plazo (6 a 18 meses). (Aquilano, et al., 2005).

A la planeación efectuada en un horizonte temporal de medio plazo se le conoce como "agregada" debido a que no desglosa una cantidad de producción detallada en referencias, sino que considera familias de productos. Así mismo se consideran los recursos del sistema, en familias de recursos, así por ejemplo, el tiempo de planificación no se detalla a un nivel de órdenes de trabajo (día a día), sino que se planifica en periodos de tiempo que conforman un horizonte temporal de planificación a medio plazo. Ésta planeación será posteriormente desagregada en el Plan Maestro de Producción y en la planeación a corto plazo o "planeación de taller", si se aplica planeación jerárquica, claro está. (Aquilano, et al., 2005).

A la hora de elaborar un plan agregado se debe tener en cuenta que existen una serie de consideraciones de tipo económico, comercial, tecnológico e incluso social o de comportamiento que alimentan y afectan la estrategia. Así mismo, se deben considerar las variables de decisión y restricciones para la planificación. La eficiencia del plan depende en gran medida de la calidad de la información recolectada, es por ello que se debe optar por elaborar un plan agregado sobre procesos estandarizados (Aquilano, et al., 2005).

Como es sabido, el principal objetivo de la planeación es la de equilibrar los requerimientos y los recursos de producción. La planeación agregada parte de un pronóstico (predicción del futuro de los requerimientos), y puede optar, si tiene en cuenta sus recursos, si actuar sobre la capacidad o la demanda para establecer dicho equilibrio (Aquilano, et al., 2005).

### **5.2.2. Planificación de las ventas.**

Para Vertice (2010) la planificación de las ventas se divide en 3 conceptos: objetivo, estrategia y tácticas, estos conceptos buscan establecer objetivos enfocados en la misión y relacionados con la comprensión de los puntos fuertes, puntos débiles, las oportunidades y las amenazas de cada organización.

Su propósito es planificar y coordinar recursos incluyendo el tipo, la cantidad y la pertinencia de los mismos, el horizonte temporal de la planificación de ventas y operaciones casi siempre es dictado por el momento futuro en que la empresa requerirá contar con un estimado de las necesidades de recursos con el objetivo de actuar adecuadamente para garantizar su disponibilidad (Chapman, 2006).

Para lograr una exitosa planificación de las ventas, deben establecerse claramente las directrices. El propósito de estas es lograr la coordinación y la uniformidad en el proceso de planificación en cuestión. Dichas directrices deben enfatizar, los objetivos, las metas, y las estrategias de ventas de la empresa. Planificar las ventas implica el uso de pronósticos para ayudar en la toma de decisiones correctas sobre las alternativas más prometedoras para la organización (Chapman, 2006).

### **5.2.3. Administración de la demanda.**

La administración de la demanda facilita la planeación del uso de recursos para resultados rentables. Abarca la actividad del pronóstico, captura de pedidos, promesas de pedidos y determinación de requerimientos de los almacenes, pedidos entre plantas y requerimientos de componentes de servicio". (Villegas-Salazar, J. 2017)

La naturaleza de la demanda puede diferir en gran medida, dependiendo de la operación de la empresa para la cual el responsable de la logística debe planear. Por un lado la demanda es generada por parte de muchos clientes, la mayoría de los cuales adquieren en forma individual solo una fracción del volumen total distribuido por la empresa. Cuando las causas de la variación de la demanda se desconocen y son resultado de muchos factores, se presenta la aleatoriedad (Villegas-Salazar, J. 2017)

### **5.2.4. Pronósticos.**

Chapman, 2006 Lo describe como la principal entrada de planeación financiera a corto plazo. La formulación de pronósticos (o proyección) es una técnica para utilizar experiencias pasadas con la finalidad de predecir expectativas del futuro. Existen varios tipos de pronósticos utilizados para distintos propósitos y sistemas. Algunos son modelos agregados de largo plazo que se emplean, precisamente, en la planificación de largo plazo, como la determinación de necesidades de capacidad general, el desarrollo de planes estratégicos y la toma de decisiones estratégicas de compra de largo plazo.

La preparación de pronósticos es el arte y la ciencia de predecir eventos futuros. Hasta la última década era, en gran medida, un arte, pero también se ha convertido en una ciencia. Un método de pronóstico debe seleccionarse cuidadosamente para el uso particular que se le pretenda dar. No existe un método universal de pronóstico para todas las situaciones (Villegas-Salazar, J. 2017).

Casi siempre los pronósticos resultan ser incorrectos; es raro que las ventas sean iguales a la cantidad exacta del pronóstico. A menudo, una pequeña variación respecto del pronóstico puede absorberse por un nivel adicional de capacidad, inventarios o reprogramación de órdenes, pero las variaciones fuertes pueden ocasionar grandes estragos en las empresas.

Los pronósticos según el procedimiento empleado pueden ser de tipo puramente cualitativo, en aquellos casos en que no se requiere de una abierta manipulación de datos y solo se utiliza el juicio o la intuición de quien pronostica y puramente cuantitativos, cuando se utilizan procedimientos matemáticos y estadísticos que no requieren los elementos de juicio. Una clasificación de los métodos aplicados en la elaboración de pronósticos, realizada con base en Hanke & Deitsch (1996) se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 4. Clasificación de los métodos de pronóstico

	Nombre		Horizonte
Métodos cualitativos	Delphi		Mediano y Largo
	Juicio Formado		Corto
	Analogía de Ciclo de Vida		Mediano y Largo
	Investigación de Mercados		Mediano y Largo
Métodos cuantitativos	Tipo	Nombre	Horizonte
	Series de Tiempo	Promedio Simple	Corto
		Promedio Móvil	Corto
		Suavización Exponencial	Corto
		Suavización Exponencial	Corto
	Lineal	Curvas de Crecimiento	Mediano y Largo
		Box-Jenkins	Corto
		Causales	
		Regresión Simple	Mediano
		Regresión Múltiple	Mediano
	Indicadores Principales	Corto	

Fuente: Hanke & Deitsch (1996) y Schroeder (1992)

#### 5.2.4.1. Horizontes del pronóstico

Para trabajar con pronósticos es necesario definir el horizonte del futuro que se estudiará, estos se clasifican en tres tipos:

##### 5.2.4.1.1. Pronóstico a corto plazo.

Comprende un periodo de hasta tres meses, generalmente se usa para la programación de la producción, asignación de tareas y planificación de personal.

##### 5.2.4.1.2. Pronóstico a mediano plazo.

Comprende un periodo entre tres meses y tres años. Se utiliza para planificación de ventas, presupuesto, política de inventarios, entre otros.

##### 5.2.4.1.3. Pronóstico a largo plazo

Por lo general comprende un periodo mayor a 3 años y se usa para la toma de decisiones en operaciones más globales de una empresa como la expansión de plantas industriales o la planificación de entrada de nuevos productos.



#### 5.2.4.1.4. *Patrones de demanda*

Los patrones de demanda son las características repetitivas que pueden tener las series de tiempo de la demanda analizada de un producto. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) Los cinco patrones básicos son

- **Tendencia:** Los datos se incrementan o disminuyen de manera consistente en el tiempo. **Estacional:** Los datos se incrementan o disminuyen de manera repetitiva de acuerdo al periodo de tiempo y que es consistente año tras año.
- **Cíclico:** Los datos se incrementan o disminuyen de forma gradual, generalmente se da cuando son periodos largos de varios años.
- **Aleatorio:** Los datos muestran una variación impredecible de la demanda. Cuatro de los patrones, a excepción del Aleatorio, se puede combinar en la observación de los datos históricos, es así que se puede encontrar tendencia y estacionalidad al mismo tiempo.

### 5.2.5. **Métodos Cuantitativos.**

Los métodos cuantitativos utilizan modelos matemáticos para predecir la demanda futura. Se pueden dividir en dos tipos: modelos de series de tiempo y modelos causales. (Heizer & Render, Dirección de la producción, 1997)

#### 5.2.5.1. ***Modelos de series de tiempo.***

Los modelos de series de tiempo se basan en utilizar datos de periodos pasados para hacer el pronóstico, (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) Una serie de tiempo está compuesta por datos uniformes espaciados que pueden ser semanales, mensuales, trimestrales o anuales, dependiendo de lo que quiera proyectar la empresa.

#### 5.2.5.2. ***Promedio móvil simple.***

Técnica que utiliza el promedio de los periodos de datos escogidos para hacer la predicción de la demanda del periodo siguiente, (Heizer & Render, Dirección de la producción, 1997)

#### 5.2.5.3. ***Promedio móvil ponderado.***

Existen casos donde se deben dar mayor importancia a unos datos más que otros, es allí donde se utiliza el promedio ponderado. (Heizer & Render, Dirección de la producción, 1997)

#### 5.2.5.4. ***Suavización exponencial simple***

Este es uno de los métodos más usados debido a que considera que los datos del pasado y los recientes no pueden tener la misma importancia por lo que a cada aumento de datos en el pasado se le disminuye en peso  $(1 - \alpha)$ .

La constante de uniformidad ( $\alpha$ ) representa la velocidad de reacción a las diferencias del pronóstico hecho y la demanda real del producto. Esta constante se debe determinar de acuerdo a las variaciones que ha habido entre la predicción y las ventas reales.

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha) \hat{y}_t$$

$\hat{y}_t$  = Pronostico realizado en el periodo anterior  
 $\alpha$  = coeficiente de uniformidad

#### 5.2.5.5. Suavización exponencial con tendencia (Método Holt)

Cuando en los datos exista un patrón de tendencia se debe realizar un ajuste a la técnica de suavización exponencial simple. Uno de las técnicas para trabajar con tendencia es el Método Holt que es una suavización doble que requiere de dos coeficientes de suavización ( $\alpha$  y  $\beta$ ) así como dos ecuaciones, una para el valor de la serie del tiempo y la otra para la tendencia de la serie. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

$$\hat{y}_{t+k} = L_t + kT_t$$

$L_t$  = nivel básico pronosticado  
 $T_t$  = cambio de valores por la tendencia  
 $K$  = periodo pronosticado

#### 5.2.6. Errores del Pronóstico.

Los pronósticos casi siempre contienen errores. Los errores de pronóstico se clasifican en dos ya sea como errores de sesgo o como errores aleatorios. Los errores de sesgo son el resultado de equivocaciones sistemáticas, por lo cual se observa que el pronóstico siempre es demasiado alto o demasiado bajo, con frecuencia esos errores son el resultado de ignorar o no estimar correctamente ciertos patrones de demandas, como los de tendencia, los estacionales o los cíclicos. El otro tipo de error es el error aleatorio, es el resultado de errores imprevisibles que obligan al pronóstico a desviarse de la demanda real. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

Cuando se emplea la suavización exponencial, ya sea que se trate de una suavización simple o más avanzada, debe calcularse una estimación del error del pronóstico; esta estimación del error puede aplicarse para varios propósitos:

- Para vigilar las observaciones erráticas de la demanda o los valores atípicos, los cuales deben evaluarse cuidadosamente y, tal vez, extraerse de los datos.
- Para determinar el momento en el que el método de pronóstico ya no le da un seguimiento a la demanda real y, por lo tanto, debe configurarse nuevamente.
- Para establecer los valores de los parámetros que proporcionan el pronóstico con el menor error.
- Para instaurar inventarios de seguridad o una capacidad de seguridad y garantizar, con ello, un nivel deseado de protección contra faltantes de inventarios.

Las medidas de error más comunes son las siguientes:

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. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

ERROR CUADRATICO MEDIO (MSE): Al igual que la DAM, 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. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

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. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

## Capítulo 6

### 6. Marco Legal

Las disposiciones legales sobre las cuales se registrará este proyecto son la siguiente

- NTC 3895: Preparación de superficies metálicas: esta norma establece todos los requisitos necesarios para realizar trabajos de mantenimiento en superficies metálicas.
- NTC 1393: tapas para pozos de inspección: esta norma muestra los requerimientos necesarios para que los manholes cumplan con estándares de calidad.
- NTC 1140: muestra las normas técnicas para la fabricación de engranajes rectos y piñones
- Ley 2 1995: Sociedad limitada: es un principio de la ley que regula los negocios que protege a los dueños de los negocios de las responsabilidades de dichos negocios. En un negocio que sea de un solo dueño o un socio, éstos son personalmente responsables de las deudas del negocio. Si un negocio es demandado o entra en quiebra, solamente los activos del negocio pueden utilizarse para cubrir las deudas, Un accionista no puede ser obligado a vender su casa u otra propiedad para cubrir su participación en la deuda de la compañía.

## Capítulo 7

### 7. Marco Contextual: Industria Metalúrgicas San Judas Ltda.

Figura 8. Anuncio Metalmecánicas San Judas

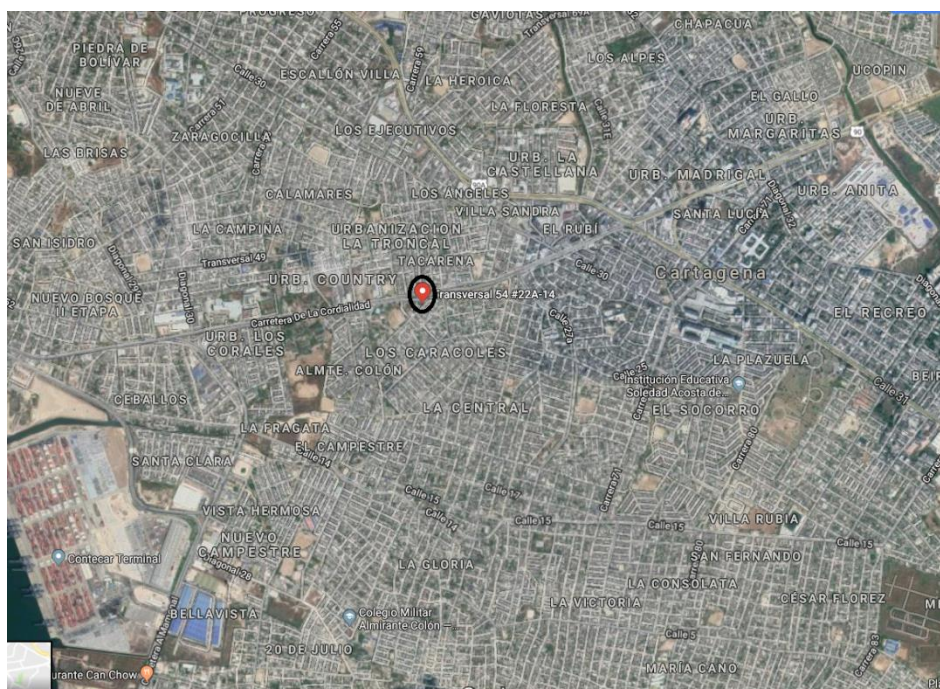


Fuente: Elaboración propia.

#### 7.1. Ubicación de la empresa

Cartagena de indias Diagonal 27a No. 54-19, Barrio Ceballos

Figura 9. Ubicación de la empresa



Fuente: Google Maps, 2019

#### 7.2. Reseña Histórica

Empresa constituida de acuerdo a las leyes colombianas, según escritura pública número (2238 del 27 de diciembre del 1997 de la notaria tercera del circulo de Cartagena).

Nuestra empresa es de carácter metalmecánico y naval con más de 40 años de experiencia, al servicio de la industria, dedicada a la venta de piñones referencia estándar K20, manholes de inspección y ventiladores.

La empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda., es pionera en fundición. Elabora accesorios para redes de acueducto y alcantarillado como son (tapas para manjole para tráfico liviano y tráfico pesado)

### **7.3. Misión**

Asistir con puntualidad, calidad y exactitud las necesidades de las áreas de mantenimiento y proyectos en el campo metalmecánico, y naval de las empresas de Cartagena y la costa caribe. A través de la fabricación, comercialización de herramientas y piezas con altos estándares de calidad generando valor para sus proveedores, empleados, clientes y accionistas.

### **7.4. Visión**

Ser en el año 2021 la empresa líder de los procesos de manufactura, certificando un crecimiento sostenible a través de la calidad de nuestros productos, generando rentabilidad, confianza y satisfacción para nuestros clientes y colaboradores.

### **7.5. Políticas de calidad**

La empresa Industrias Metalmecánicas San Judas Ltda., establece fomentar la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes dedicada a la venta de bienes y servicios brindando una prestación a través de un sistema de gestión de calidad. Además, lograr el mejoramiento continuo de nuestros procesos generando un compromiso y satisfacción en las personas que integran la industria. Avalando programas evitando la contaminación, los riesgos, lesiones, enfermedades y adquirir el bienestar de los empleados y la comunidad en general.

### **7.6. Clientes actuales**

Los clientes actuales son empresas locales. Los cuales son clasificados en dos categorías según su movimiento de compras en clientes activos y clientes inactivos tal como se detalla a continuación:

- Clientes activos: con más de 15 años realizando compras en la empresa los clientes aguas de Cartagena, socing y marelco clasifican como clientes potenciales y activos, realizan pedidos semanalmente.
- Clientes inactivos: por el alto número de quejas presentadas a la empresa industrias san judas los clientes ideas metálicas y cotecmar se encuentran en esta categoría de clientes inactivos desde el año 2017.

### **7.7. Materia Prima e Insumos**

La materia prima utilizada para la fabricación de tapas metálicas manhole es hierro reciclado el cual es fundido a más de 1000 grados Celsius al mismo se le agrega un aditivo químico el cual mejora las propiedades del hierro en materia de resistencia. Para la elaboración de piñones el hierro es de primera clase, este material es fabricado con mineral de hierro y carbón. Las partes de los ventiladores son compradas por separadas a un proveedor y en industrias san judas se fabrican la carcasa del motor.

### **7.8. Descripción de los recursos humanos**

En general la empresa cuenta con 10 empleados, de los cuales 4 son operadores, 3 trabajan en la parte administrativa y 3 son encargados de ventas y logística.

### **7.9. Maquinaria**

- Fresadora: máquina herramienta para realizar trabajos mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa.
- Torno: máquina que permiten mecanizar, roscar, cortar, trapecial, agujerear, cilindrar, desbastar y ranurar piezas de forma geométrica por revolución. Este torno tiene aplicaciones en la fabricación de piñones y ventiladores
- Taladradora: máquina herramienta con la que se mecanizan la mayoría de los agujeros que se hacen a las piezas en los talleres mecánicos. Destacan estas máquinas por la sencillez de su manejo.
- Diferencial de 5TON: herramienta usada para el izaje de cargas en la empresa industrias san judas Ltda. con él se mueve materia prima y producto terminado pesado.
- Horno: maquina utilizada en la fundición de productos mecánicos, alcanza una temperatura de 1100°C.

### **7.10. Descripción de los insumos**

Los insumos para la fabricación de los productos son hierro reciclado, en su mayoría es comprado al por mayor en las chatarrerías de la ciudad teniendo como proveedor de referencia a chatarrería el bosque.

Las láminas de acero de primera clase son compradas en la empresa steckler hierros y aceros, los aditivos químicos para el fortalecimiento de este material es comprado a un proveedor local.

## Capítulo 8

### 8. Metodología

#### 8.1. Fases de la Investigación

El desarrollo de esta investigación se llevará a cabo en 4 fases de acuerdo a los objetivos específicos planteados para lograr el objetivo general, como se observa en la tabla 6.

Tabla 5. Fases del proyecto

Fases	Actividades
Diagnostico en la empresa industrias san judas Ltda.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visitas instalaciones san judas</li> <li>• Realizar Listas de chequeos</li> <li>• Entrevistas al administrador de la empresa</li> <li>• Observación directa en áreas de trabajo.</li> <li>• Análisis de información</li> <li>• Realizar diagnostico</li> </ul>
Medición de la capacidad de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolectar datos históricos</li> <li>• Hojas de vida de los equipos</li> <li>• Hallar capacidad de planta</li> </ul>
Análisis de pronóstico de la demanda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolectar datos históricos de la demanda desde el año 2015.</li> <li>• Determinar el método de pronostico más adecuado de acuerdo a los datos históricos</li> </ul>
Diseño de plan maestro de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir estrategia a implementar</li> <li>• Determinar las características del plan maestro</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

#### 8.2. Tipo de Investigación

Esta investigación realizada en la Empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda., tiene un enfoque mixto puesto que es de carácter cuantitativo, ya que se realizará un pronóstico con el que se pretende medir la demanda futura, así mismo se realizará un plan maestro de producción.

En estos planes se tiene en cuenta los costos de mano de obra, materia prima, etc. Los datos se obtendrán a través de mediciones en cantidades (numéricas) los cuales se analizan por medio de probados métodos estadísticos.



La investigación es de tipo descriptiva, debido a que detalla la situación acerca del estado actual de la empresa en cuanto al problema de falta de planeación de producción, además que en el transcurso del proyecto se describe paso a paso cada una de las características, limitaciones y puntos críticos del mismo.

La investigación es de tipo propositiva, porque se fundamenta en una necesidad de la empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda. Una vez que se tome la información descrita, se realizará una propuesta de soluciones con el fin de superar la problemática de la compañía y mejorar las deficiencias encontradas.

### **8.3. Fuentes de recolección de la información**

#### **8.3.1. Fuentes Primarias.**

- Se tendrá libre acceso a la información, entregada por parte del gerente de la Empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda.
- Consultas a docentes asignados por la Universidad Del Sinú en temas disciplinarios y metodológicos.

#### **8.3.2. Fuentes Secundarias.**

- Tesis relacionadas con el tema y otras bibliografías, consultas en internet, proyectos de investigación relacionados con la temática.

### **8.4. Técnicas e instrumentos de recolección de la información**

Las técnicas utilizadas para la realización de este proyecto son las siguientes:

- Observación directa
- Check list
- Recopilación documental

Las cuales permiten; recolectar datos con el fin de realizar una buena investigación, los instrumentos utilizados son libretas de apuntes y formatos de check list.

El método utilizado inicialmente para realizar el diagnóstico de la empresa fue una visita a la planta de producción en la cual se mantuvo un dialogo con al gerente de la planta, observaciones in situ, revisión de datos de ventas, análisis de causa y efecto aplicación de listas de chequeo, donde se evalúan aspectos como el personal, control de inventario, almacenamiento y la planeación de la producción de igual modo se realizó una Revisión de quejas por parte de clientes potenciales desde el año 2015 hasta 2018.

## Capítulo 9

### 9. Diagnóstico actual de las ventas, productividad y cumplimiento en tiempos de entrega de la Empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda.

#### 9.1. Descripción de la fábrica

La planta de producción cuenta con gran amplitud y sus espacios son adecuados para las actividades operativas realizadas (*Ver Apéndice 1*). Cuenta con 800 metros cuadrados donde se realizan todas las operaciones de transformación, en la parte superior de las paredes cuenta con unos orificios de 5 centímetros los cuales disipan el calor producido en la fábrica. La empresa cuenta con maquinaria tales como: taladro fijo, torno, diferencial 5 ton, fresadora y horno. Toda esta maquinaria es utilizada en la fabricación de sus productos.

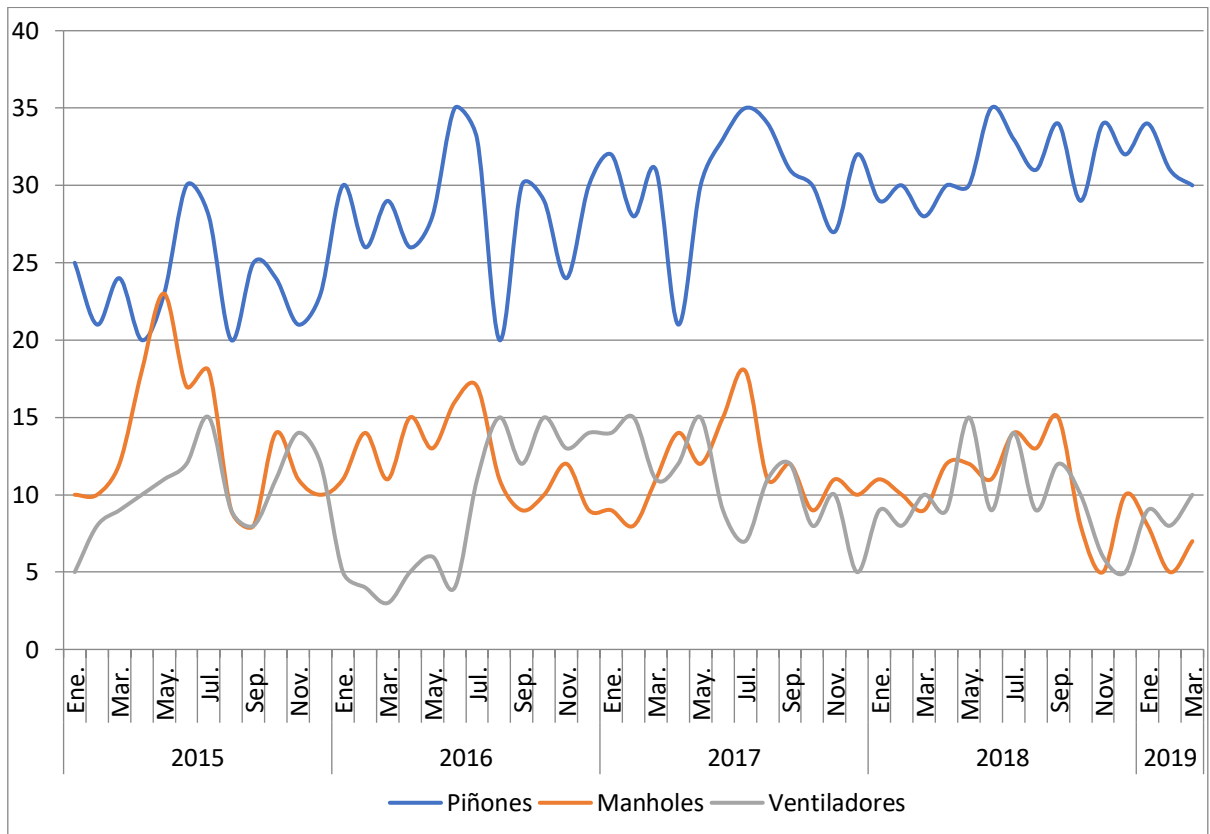
#### 9.2. Productos ofrecidos

La empresa se dedica a la fabricación de tres productos manholes, piñones estándar ref. K20 y ventiladores. Los manholes son placas de registro usadas en alcantarillas, también tienen aplicaciones en estanques de agua. Para el año 2018 las ventas de Manholes en la empresa representaron el 20.7% de las ventas totales. Los piñones son ruedas.

Conductoras de un engranaje. Son fabricados en referencia (estándar k20) con hierro de primera clase, Para el año 2018 las ventas de piñones en la empresa representaron el 60.6% de las ventas totales. Los ventiladores son utilizados en los procesos industriales para transportar aire y gases. Están fabricados para resistir condiciones de operación severas, tales como altas temperaturas. En la empresa industrias san judas se compran las partes de los ventiladores y son armados. Para el año 2018 las ventas de ventiladores en la empresa representaron el 18.6% de las ventas totales.

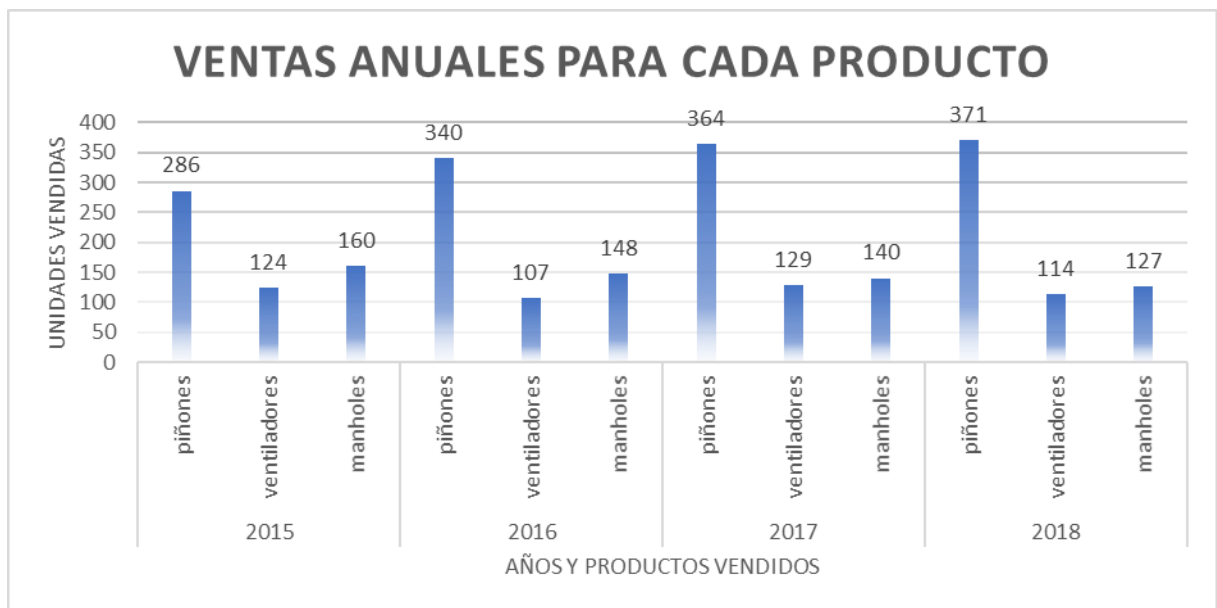
en la figura 10 se detallan los productos ofrecidos con sus respectivas ventas mensuales en el periodo 2015-2018.

Figura 10. Ventas mensuales para cada producto 2015 - 2018



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Participación en ventas anuales desde 2015 a 2018 para cada producto



Fuente: Empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda.

En la figura 10 se pueden observar las ventas anuales para cada producto (piñones, ventiladores y manholes) desde el año 2015 al 2018, se elige desde el año 2015 debido que desde ese año las ventas en la empresa industrias san judas Ltda. Se incrementaron en un 47% con respecto al año anterior tal como se aprecia en la tabla N°2 del presente documento.

Se deja ver que el producto con mayor número de ventas anuales en el periodo 2015-2018 fue piñones aumentando las ventas año tras año. según información suministrada por el gerente de la empresa los piñones han tenido gran auge en ventas ya que la empresa potencialmente competidora cerro sus operaciones a mediados del año 2014 de allí muchos de esos clientes contactaron a industrias san judas para comprar sus piñones.

En consiguiente se puede observar que el segundo producto más vendido son las tapas metálicas manholes desde 2015 a 2018 se observa una diferencia en ventas superior a la venta de ventiladores, pero inferior a la venta de piñones.

### **9.3. Cantidades de productos producidos**

En la Empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda., las cantidades de productos se fabrican mensualmente de manera continua. A continuación, se presenta información sobre la fabricación de cada producto desde el año 2015 hasta 2018.

#### **9.3.1. Análisis venta de piñones.**

Desde el año 2016 las ventas de piñones se ubicaron en el rango de 25 a 35 unidades vendidas mensualmente, el mes de agosto 2016 se presentó un dato de venta atípico (20 unidades vendidas) ya que la maquina fresadora donde se fabrican los piñones sufrió una avería, en el mes de noviembre del mismo año se vendieron 24 unidades esto fue ocasionado igualmente por averías en la maquina fresadora. Para el mes de abril de 2017 se vendieron 21 piñones dato atípico y fue causado igualmente por averías en la maquina fresadora, todas estas fallas en la maquinaria generaron retrasos en la producción. Según información suministrada por el gerente de la empresa desde el mes de mayo de 2017 la maquina fresadora no sufre fallas ya que se le realizo un mantenimiento general de sus componentes internos.

Haciendo un análisis de los datos es posible estudiar las ventas del año 2018, ya que en este periodo de tiempo la maquina fresadora donde se fabrican los piñones no sufrió averías y la operación fue continua durante todo el año. Las ventas en este periodo se ubicaron en un rango de 28 a 35 unidades vendidas mensualmente.

#### **9.3.2. Comparativo ventas de ventiladores y manholes.**

El promedio de ventas mensuales de ventiladores y manholes para el año 2015 fue similar, para el primero fue de 10 ventiladores y para el segundo fue de 13 manholes. Los ventiladores, manholes y piñones no guardan relación en ventas según información suministrada por el gerente de la empresa, es decir el uso industrial que se le da a cada producto no está relacionado de esta manera se puede afirmar que las ventas de estos

productos no dependen entre sí. En el mes de agosto y septiembre de 2015 fue donde se vendieron menos cantidades de ventiladores y manholes esto fue ocasionado porque los operadores encargados de esos procesos renunciaron en dichos meses y ocasionaron retrasos en la producción en los meses siguientes la producción se fue estabilizando paulatinamente mientras los operadores nuevos recibían capacitación.

En el año 2016 en septiembre y diciembre se vendieron 9 manholes esta reducción en ventas fue causada porque el proveedor de materia prima no le cumplió a industrias san judas en la entrega de productos en los tiempos pactados de allí la empresa se quedó sin materia prima en el mes de septiembre y diciembre para producir tapas metálicas manholes. Por su parte la venta de ventiladores desde enero hasta junio fue en promedio 4 unidades en esta fecha se realizaron pocos pedidos por parte de clientes.

Para los años 2017 y 2018 las ventas de manholes y ventiladores fue muy similar mostrando un aumento de venta de manholes en julio de 2017 con 18 manholes y una disminución de venta de ventiladores para esa misma fecha con 7 ventiladores. El gerente de la empresa desconoce los motivos de estas fluctuaciones de demanda.

### 9.3.3. Participación en ventas año 2018 para cada producto.

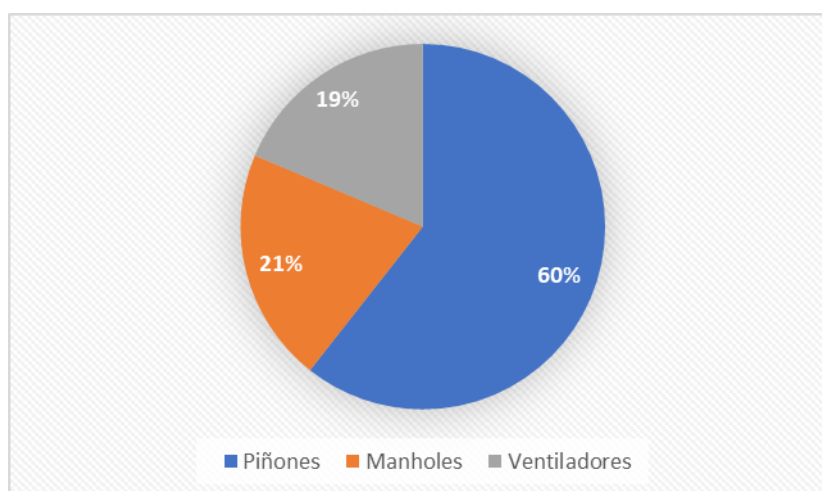
En la siguiente tabla se muestran las ventas anuales del año 2018 para cada producto con su respectivo porcentaje de participación en ventas con el objetivo de mostrar que producto presento mayor demanda en el mercado.

Tabla 6. Participación en ventas año 2018 para cada producto

Producto	(n) Ventas totales	% Representación en ventas
Piñones	371	60%
Manholes	127	21%
Ventiladores	114	19%
Total	612	100%

Fuente: Empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda.

Figura 12. Participación en ventas año 2018 para cada producto



Fuente: Empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda.

Una vez analizado el comportamiento de la demanda para el año 2018 se logra concluir que el producto con mayor participación en el mercado fue piñones el cual represento un 60% de las ventas totales en la empresa industrias san judas.

Una vez analizado el comportamiento de la demanda de los piñones, manholes y ventiladores se hace necesario diagnosticar el comportamiento de las inconformidades en tiempos de entrega para cada producto. Se entenderá por inconformidades en tiempos de entrega a la queja que realizan los clientes a la empresa industrias San Judas cada vez que reciben sus productos fuera de los tiempos pactados.

#### 9.4. Inconformidades de los tiempos de entrega

En la tabla 7 se muestran las ventas totales desde 2015 a 2018 para los piñones y el número de inconformidades anuales.

Tabla 7. Inconformidades por la venta de piñones 2015-2018

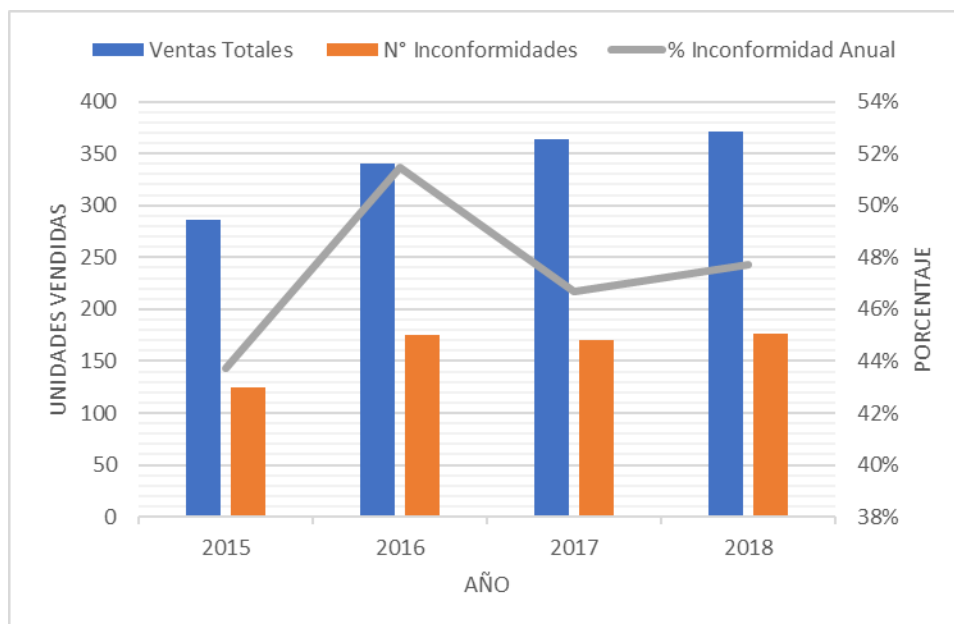
Año	Ventas Totales	N° Inconformidades	% Inconformidad Anual
2015	286	125	44%
2016	340	175	51%
2017	364	170	47%
2018	371	177	48%
Total	1361	647	

Fuente: Elaboración propia

Se puede ver en la figura 13 que el porcentaje de inconformidad generado por tiempos de entrega de piñones oscila entre 44% y 48%. Según información suministrada por el gerente de la empresa indica que las inconformidades en 2016 aumentaron por

haber tenido inconvenientes con la maquinaria lo que llevo al incumplimiento en tiempos de entrega en ese año. En 2018 el porcentaje de inconformidad se ubicó en 48% un punto por encima del año 2017

Figura 13. Inconformidades por la venta de piñones 2015-2018



Fuente: Elaboración propia.

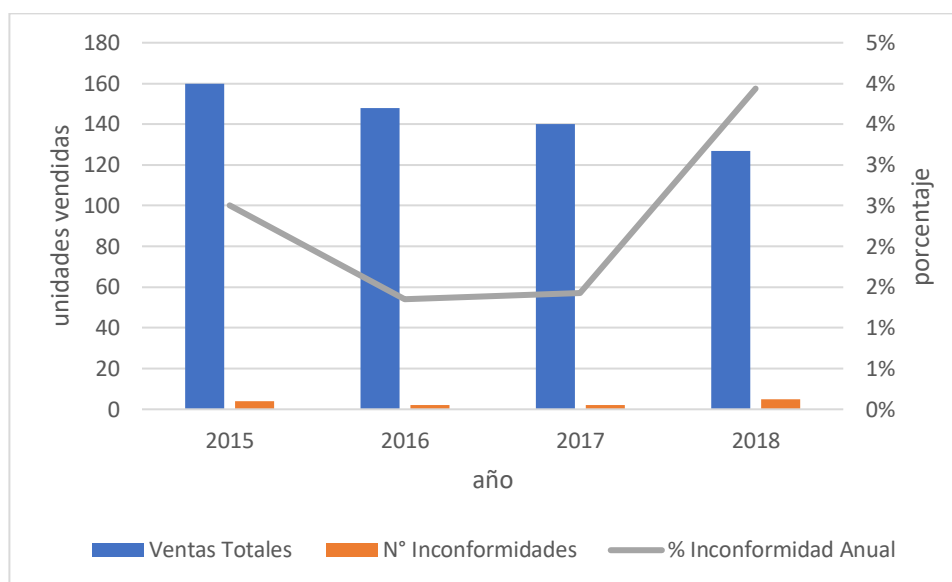
En la tabla 8 se muestran las inconformidades generadas por tiempos de entrega para el producto manholes.

Tabla 8. Inconformidades por la venta de Manholes 2015-2018

Año	Ventas Totales	N° Inconformidades	% Inconformidad Anual
2015	160	4	3%
2016	148	2	1%
2017	140	2	1%
2018	127	5	4%
Total	575	13	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Inconformidades por la venta de Manholes 2015-2018



Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de venta de manholes entre los años 2015 y 2018 oscilo entre 1% y 4% lo que muestra una diferencia significativa con respecto al porcentaje de inconformidades de los piñones que oscilo en ese mismo periodo en 44% y 48%.

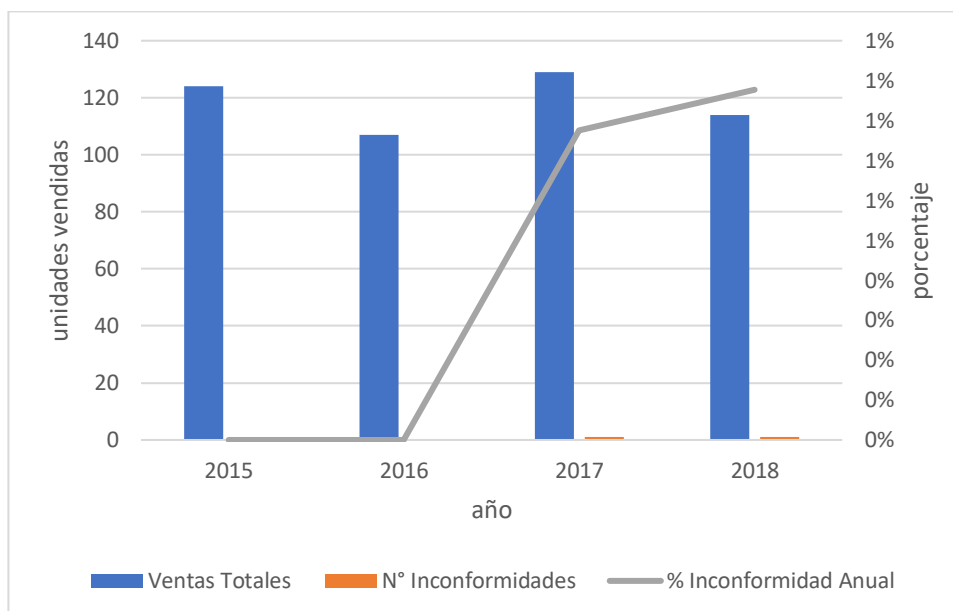
Tabla 9. Inconformidades por la venta de Ventiladores 2015-2018

Año	Ventas Totales	N° Inconformidades	% Inconformidad Anual
2015	124	0	0%
2016	107	0	0%
2017	129	1	1%
2018	114	1	1%
Total	474	2	

Fuente: Elaboración propia.



Figura 15. Inconformidades por la venta de Ventiladores 2015-2018



Fuente: Elaboración propia.

Entre los tres productos, piñones, manholes y ventiladores se puede evidenciar que el producto con menor número de inconformidades presentadas en el periodo en mención fueron los ventiladores con un porcentaje de oscilación entre 0% y 1%. El que presentó mayor número de inconformidades fueron los piñones.

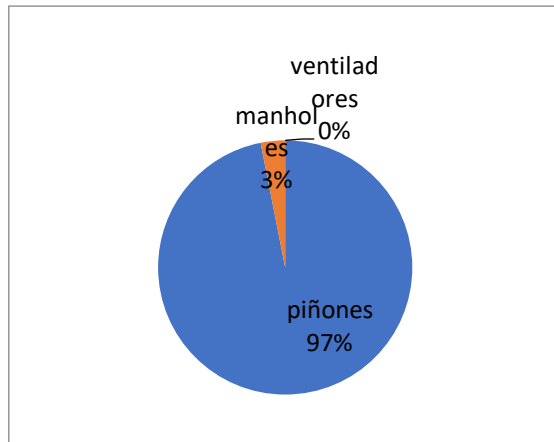
En la tabla 10 se muestran las inconformidades mensuales para cada producto donde se realiza una comparación entre los tres productos encontrando que los "piñones" son quienes presentaron mayor número de inconformidades por el incumplimiento en tiempos de entregas desde el 2015 a 2018.

Tabla 10. Numero de Inconformidades por producto desde 2015 a 2018

Mes	inconformidades en tiempo											
	2015			2016			2017			2018		
	piño	man	vent	piño	man	vent	Piño	man	vent	piño	man	vent
Enero	10	0	0	14	0	0	14	1	1	15	0	0
Febrero	9	1	0	15	0	0	15	1	0	13	0	0
Marzo	11	1	0	15	0	0	14	0	0	14	0	0
Abril	9	1	0	10	1	0	14	0	0	16	0	0
Mayo	10	0	0	15	0	0	14	0	0	16	2	0
Junio	11	0	0	16	0	0	15	0	0	15	1	1
Julio	10	0	0	15	1	0	12	0	0	14	1	0
Agosto	10	1	0	16	0	0	15	0	0	14	1	0
Septiembre	10	0	0	15	0	0	13	0	0	15	0	0
Octubre	11	0	0	14	0	0	15	0	0	15	0	0
Noviembre	12	0	0	14	0	0	16	0	0	16	0	0
Diciembre	12	0	0	16	0	0	13	0	0	14	0	
Totales	125	4	0	175	2	0	170	2	1	177	5	1

Fuente: Elaboración propia.

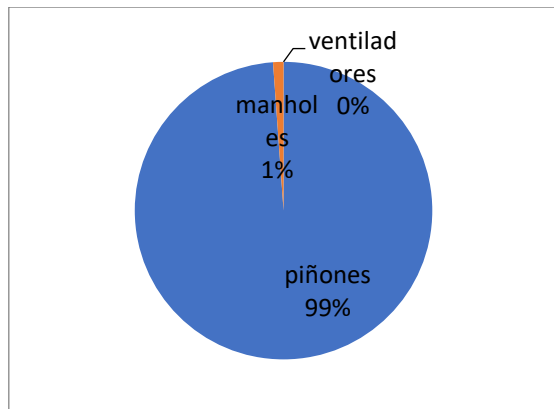
Figura 16. Inconformidad anual año 2015 para cada producto



Fuente: Elaboración propia.

Para el año 2015 el 97% de las inconformidades generadas por incumplimiento en tiempos de entrega fue del producto piñones tal como se observa en la siguiente gráfica, tal como se evidencia en la figura 16.

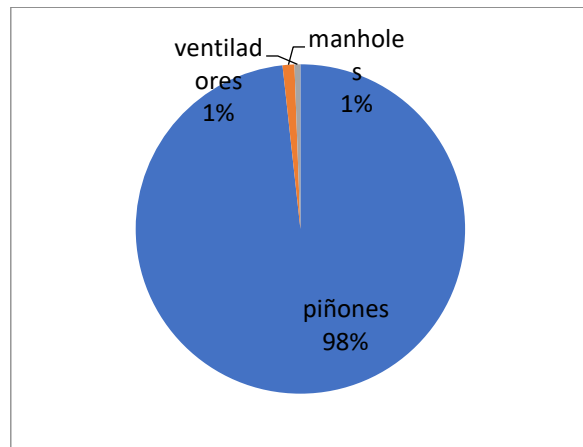
Figura 17. Inconformidad año 2016 para cada producto



Fuente: Elaboración propia.

Para el año 2016 el 99% de las inconformidades generadas por incumplimiento en tiempos de entrega fue del producto piñones, como se evidencia en la figura 17.

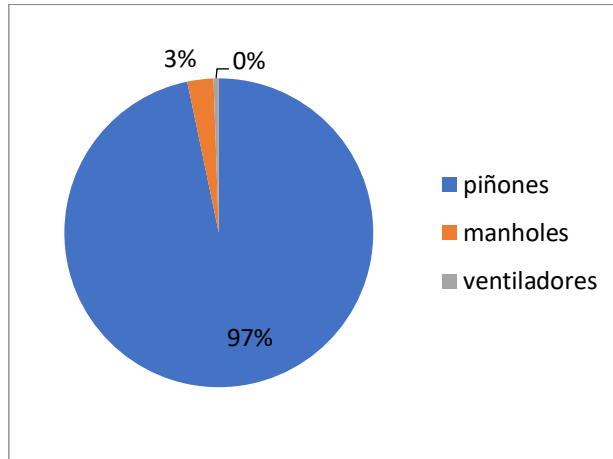
Figura 18. Inconformidad año 2017 para cada producto



Fuente: Elaboración propia.

Para el año 2017 continúan los piñones liderando la lista de inconformidades con 98%, como se evidencia en la figura 18.

Figura 19. Inconformidad año 2018 para cada producto



Fuente: Elaboración propia.

Para el año 2018 las inconformidades generadas por incumplimiento en tiempos de entrega fueron 97% en el producto piñones, tal como se muestra en la figura 19.

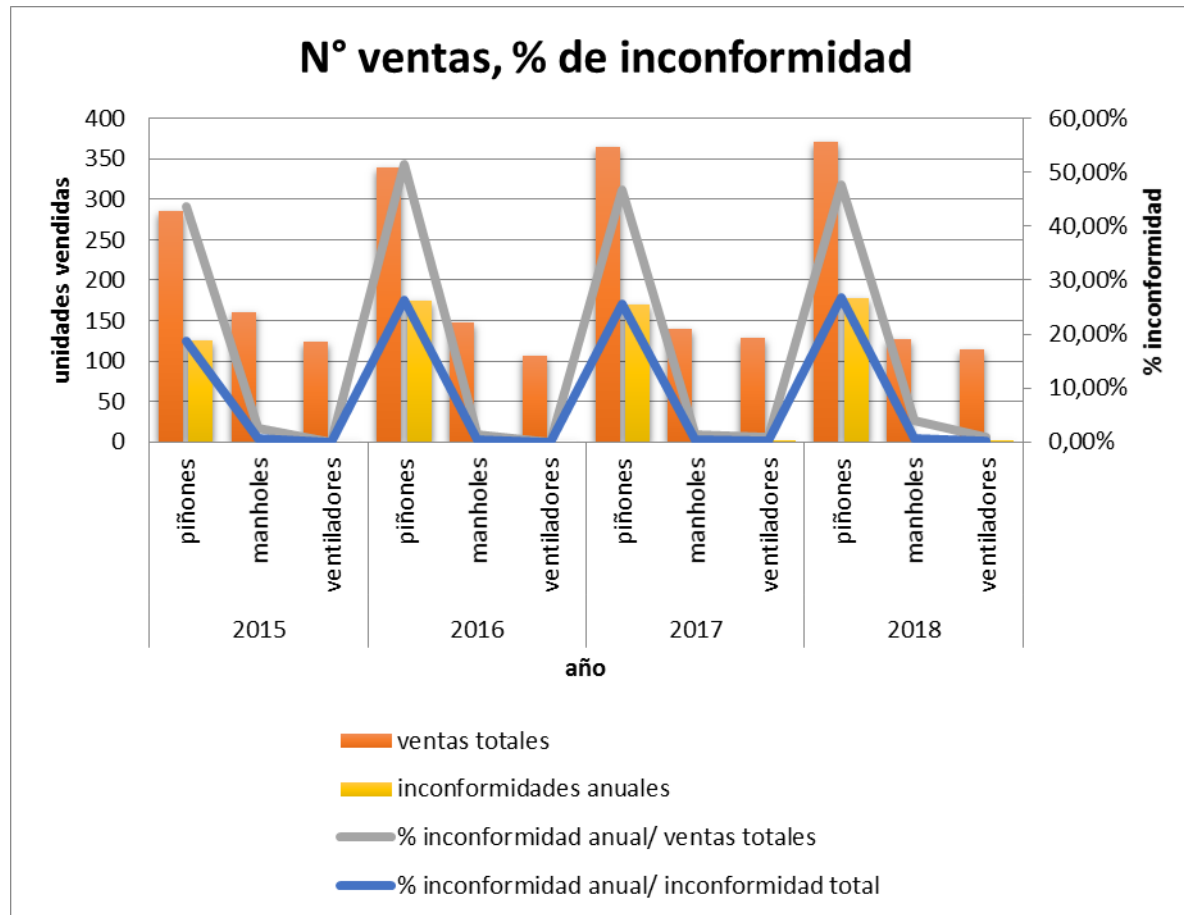
A continuación, en la tabla 11 se muestran las ventas anuales para cada producto (piñones, manholes y ventiladores) su participación porcentual entre la inconformidad anual de cada producto con la inconformidad total del periodo 2015-2018, así mismo se muestra el porcentaje de inconformidad con respecto a las ventas anuales de cada producto.

Tabla 11. Ventas totales - inconformidades totales

año	producto	ventas totales	Inconf. anual	% inconf anual/ inconf total	% inconf anual/ ventas totales
2015	piñones	286	125	18,8%	43,7%
	manholes	160	4	0,60%	2,5%
	ventiladores	124	0	0%	0%
2016	piñones	340	175	26,4%	51,4%
	manholes	148	2	0,30%	1,3%
	ventiladores	107	0	0%	0%
2017	piñones	364	170	25,6%	46,7%
	manholes	140	2	0,30%	1,4%
	ventiladores	129	1	0,15%	0,77%
2018	piñones	371	177	26,7%	47,7%
	manholes	127	5	0,75%	3,9%
	ventiladores	114	1	0,15%	0,87%
	Total ventas	2410	662	100%	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 20. Ventas totales, N° inconformidades, % inconformidad anual/ ventas para cada producto , % inconformidad anual/inconformidad total



Fuente: Elaboración propia.

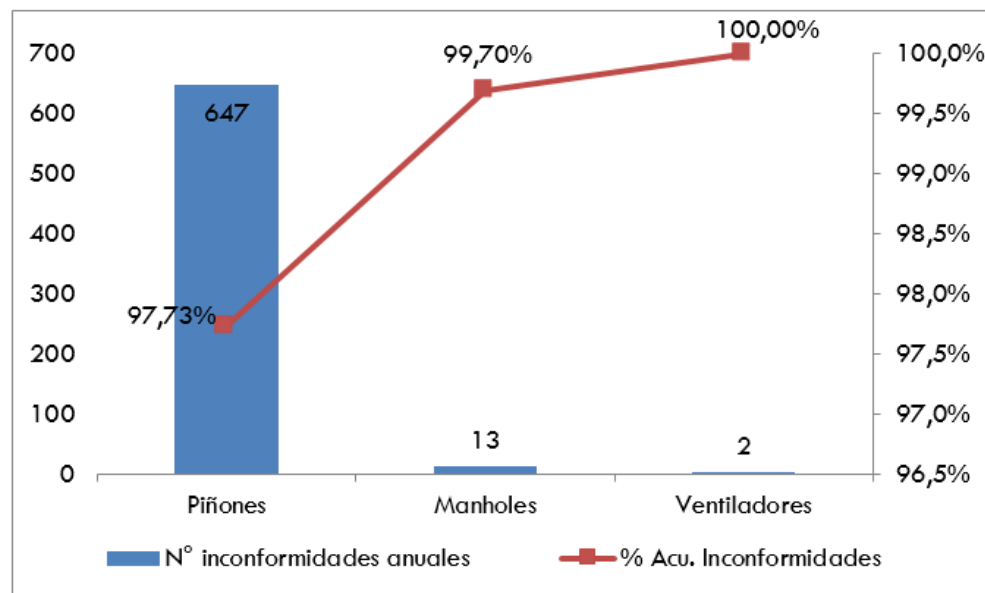
En la figura 20 es posible apreciar que son los piñones quienes tienen mayor número de ventas, mayor número de inconformidades y presentan el porcentaje de inconformidad en tiempos de entrega más alto comparado con los manholes y ventiladores.

Tabla 12. Diagrama de Pareto Inconformidades por las ventas 2015-2018

Rankin	Productos	N° inconformidades anuales	% Inconformidades	% Acu. Ventas
A	Piñones	647	97,73%	97,73%
B	Manholes	13	1,96%	99,70%
C	Ventiladores	2	0,30%	100,00%
	Total	662	100%	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 21. Diagrama de Pareto Inconformidades por las ventas 2015-2018



Fuente: Realizado por los investigadores



El anterior análisis de Pareto muestra que de acuerdo a las inconformidades de cada producto el 97.73% de las quejas provienen del incumplimiento en tiempos de entrega de piñones.

De acuerdo al volumen de ventas de cada producto. Los piñones son quienes tienen mayor número de pedidos y son clasificados en la empresa como un producto tipo A por las grandes ganancias que genera su venta, el producto tipo B son los manholes y por último tipo C los ventiladores. En la siguiente tabla se muestra su clasificación acompañada de sus precios unitarios de venta.

Tabla 13. Costos Unitarios

Producto	Precio unitario COP\$	Clasificación según importancia en ventas y utilidades
Piñones	\$198.000	A
Manholes	\$135.000	B
Ventiladores	\$128.000	C

Fuente: Elaboración propia.

### 9.5. Productividad total para cada producto año 2018.

Con la finalidad de diagnosticar la productividad en temas de costos y ventas de productos en la empresa Industrias San Judas Ltda. Se realizaron los siguientes cálculos de costos de materia prima, mano de obra, costos energéticos, esta productividad fue calculada solo para el año 2018 debido que los años anteriores no se tienen registros y los precios tuvieron variaciones.

La productividad total para cada producto se calculará a través de la siguiente fórmula

$$Pt: \frac{\text{total precio ventas anuales}}{\text{total gastos anuales}}$$

El precio total de ventas anuales será el producto de la multiplicación entre los productos vendidos en el año 2018 y su precio unitario, según información suministrada por el gerente de la empresa el precio de los productos en ese año no presenta variaciones.

Por otro lado se entenderá como total de gastos anuales a la sumatoria de todos los recursos económicos necesarios para producir los productos; mano de obra, materia prima, energía e insumos generales.

A continuación, se presentan los costos de producir en promedio 371 piñones anualmente

Tabla 14. Costos para producir en promedio 371 piñones anuales.

<b>costo</b>	<b>mensual</b>	<b>anual</b>
costo materia prima	\$ 20.000	\$ 240.000
costo mano de obra	\$ 1.500.000	\$ 18.000.000
gastos energéticos	\$ 160.000	\$ 1.920.000
costos insumos generales	\$ 50.000	\$ 600.000
<b>total</b>	<b>\$ 1.730.000</b>	<b>\$ 20.760.000</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 14 se observa que para la fabricación de 371 piñones es necesario invertir en dinero aproximadamente COP 20 760 000 anuales los cuales son repartidos entre costos de materia prima, mano de obra, gastos energéticos y costos de insumos generales.

Tabla 15. Costos de producir en promedio 127 manholes anuales

<b>costo</b>	<b>mensual</b>	<b>anual</b>
costo materia prima	\$ 12.000	\$ 144.000
costo mano de obra	\$ 1.000.000	\$ 12.000.000
gastos energéticos	\$ 45.000	\$ 540.000
costos insumos generales	\$ 25.000	\$ 300.000
<b>total</b>	<b>\$ 1.082.000</b>	<b>\$ 12.984.000</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15 se observa que para la fabricación de 127 manholes anualmente es necesario invertir en dinero COP 12 984 000 anuales.

Tabla 16. Costo de producir en promedio 114 ventiladores anuales

costo	mensual	anual
costo materia prima	\$ 15.000	\$ 180.000
costo mano de obra	\$ 900.000	\$ 10.800.000
gastos energéticos	\$ 25.000	\$ 300.000
costos insumos generales	\$ 25.000	\$ 300.000
total	\$ 965.000	\$ 11.580.000

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16 se observa que Para la fabricación de 114 ventiladores anuales es necesario invertir COP 11 580 000 anuales.

En la tabla 17 se evidencia la productividad de cada producto en temas de costos

Tabla 17. Productividad en costos

producto/cantidad	costo de producción anual	precio unitario de venta	unidades anuales vendidas año 2018	precio de ventas anuales	productividad
piñones (371)	\$ 20.760.000	\$ 198.000	371	\$ 73.458.000	3,54
manholes (127)	\$ 12.984.000	\$ 135.000	127	\$ 17.145.000	1,32
ventiladores (114)	\$ 11.580.000	\$ 128.000	114	\$ 14.592.000	1,26

Fuente: Elaboración propia.

Con una productividad anual de 3.54 los piñones son los productos más rentables de fabricar en la empresa industrias san judas Ltda. Por su parte los manholes y ventiladores muestran productividad inferior a la de piñones ubicándose en 1.32 y 1.26 respectivamente.

### **9.6. Clientes perdidos**

En el año 2017 la empresa industrias san judas Ltda. Perdió dos clientes importantes debido a las inconformidades en tiempos de entrega de productos. Estos clientes fueron Ideas Metálicas y Cotecmar.

Luego de ver el comportamiento anual de las inconformidades por cada producto se realiza un diagrama de Pareto con el objetivo de mostrar el producto que presenta mayor número de inconformidades el cual es prioritario ejecutar un plan de acción sobre él.

A continuación, en la tabla 19, se relacionan el número de pedidos realizados por cada empresa.

Tabla 18. Pedidos por empresa

año	cliente	N° pedidos	inconformidad anual
2015	acuacar	160	4
	marelco	200	74
	socing	200	70
	ideas metálicas	10	6
2016	acuacar	148	2
	marelco	220	84
	socing	215	79
	ideas metálicas	12	12
2017	acuacar	140	2
	marelco	230	70
	socing	200	50
	cotecmar	63	51
2018	acuacar	127	5
	marelco	250	90
	socing	235	88

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 18 es posible apreciar que en el año 2017 la empresa industrias san judas Ltda. Perdió el contrato con uno de sus clientes; ideas metálicas. Según información suministrada por el gerente de la empresa dicho cliente realizaba pocos pedidos por tal motivo no le daban prioridad en la entrega de productos esto ocasiono que ideas metálicas buscara un nuevo proveedor.

En el año 2017 la empresa cotecmar solicito 63 pedidos en el transcurso del año, pero suspendió el contrato con industrias san judas por el alto número de inconformidades generadas por incumplimiento en tiempos de entrega.

Actualmente la empresa cuenta con sus clientes tradicionales (marelco, socing, acuacar) pero el gerente de industrias san judas se encuentra preocupado ya que no tienen una programación de producción que les permita conocer las cantidades de productos que deben fabricar para no incumplir a los clientes en tiempos de entrega.

### 9.7. Producto sobre el cual trabajar

A manera de conclusión se realizará un promedio de ventas anuales e inconformidades del periodo 2015-2018 esto con la finalidad de definir el producto sobre él cual es prioritario ejercer acción.

Promedio de ventas:  $\frac{\text{venta anual de cada producto}}{4 \text{ periodos}}$

Promedio de inconformidades:  $\frac{\text{inconformidad anual de cada producto}}{4 \text{ periodos}}$

A continuación, se lista un resumen de las variables estudiadas en cada producto (piñones, manholes, ventiladores)

Tabla 19. Resúmenes variables de los productos ofrecidos en industrias san judas Ltda.

producto	promedio ventas anuales	promedio inconformidades anuales en tiempos de entrega	productividad año 2018	clasificación ABC
piñones	340	161	3,5	A
manholes	143	8	1,3	B
ventiladores	118	2	1,2	C

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se aprecia en la tabla 19 los piñones son los productos más vendidos en la empresa industrias san judas Ltda. Así mismo tiene mayor número de inconformidades anuales más del 97% de las quejas totales. También se deja ver claramente que en comparación con los manholes y ventiladores la productividad de piñones es superior y es un producto

tipo A por las altas ganancias que le representa a la empresa su venta. De esta manera es prioritario ejercer acciones sobre los piñones.

## Capítulo 10

### 10. Capacidad de la planta de producción del proceso de fabricación de piñones de la Empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda.

#### 10.1. Capacidad de producción

El cálculo de la capacidad de planta en la empresa industrias san judas Ltda. Es de gran importancia ya que permitirá conocer si la empresa con las instalaciones actuales puede satisfacer la demanda de sus clientes.

Inicialmente en la empresa industrias san judas se realizó una medición de tiempos la cual consiste en medir el tiempo que tardan los operadores en fabricar los piñones, esta medición se realiza con el objetivo de identificar si la empresa cuenta con el tiempo suficiente para producir la demanda exigida por sus clientes en cada producto así mismo esta medición es crucial para esta investigación ya que con ella será posible calcular las cantidades de productos que se pueden fabricar en determinados periodos de tiempo.

En la empresa se labora en un turno de 08:00 am a 16:00 pm de lunes a sábado con descanso los días domingo y festivos. Esto muestra que diariamente se trabajan 8 horas y 25 días al mes. Trabajan 4 operadores, 3 de ellos son fijos en cada proceso y hay uno que es auxiliar de todas las operaciones.

A continuación, se muestra una medición de tiempo para el proceso de fabricación de piñones, dicha medición fue realizada por triplicado mostrando valores similares en cada una de las mediciones por tanto se obtuvo un promedio de todas las mediciones y se listan a continuación.



Tabla 20. Medición de tiempos fabricación de Piñones

Departamento: Producción			Estudio N°	2
Operación: Fabricación de Piñones			Hoja N°	2
Maquina: Horno, Torno			Termino	12:20:00
Herramienta De Medición: Cronometro Digital Casio			Comienzo	08:00:00
Método	Pieza	Piñones	Tiempo Transcurrido	04:20:00
Producto:	Numero	2	Operario	Leonel Castro
Piñones estándar K20	Material	Acero al carbono	Ficha N°	
Observado Por	Carolina González			
Fecha	21/03/2019			
Comprobado				
	Descripción De La Actividad	Tiempo Observado (H)	Tiempo Requerido Por La Gerencia (H)	Desviación Estándar
	Recepción Materia Prima	00:45:00	01:00:00	0,0073657
	Corte Materia Prima	00:15:00	00:15:00	0
	Perforación de orificios	00:30:00	00:50:00	0.000345
	Fresado	02:50:00	03:00:00	0,00493502
	Total	04:20:00	6:05:00	
	Tiempo Promedio Por Actividad	01:39:38		

Fuente: Industrias San Judas Ltda.

La eficiencia de la mano de obra es medida por la desviación estándar entre el tiempo observado y el tiempo exigido por el gerente, se puede apreciar que en todas las operaciones el tiempo observado es inferior al tiempo exigido por el gerente, Por tanto, podemos decir que la eficiencia de la mano de obra es de 100% .

En la tabla 20 se observa la medición de tiempo se puede concluir que para la fabricación de un piñón es necesario invertir 4 horas 20 minutos aproximadamente. Teniendo en cuenta este dato se procede a calcular capacidad de producción de la empresa industrias san judas para el producto piñones, esto con la finalidad de establecer si la empresa cuenta con la capacidad para responder a la demanda de sus clientes.

Para el cálculo de la capacidad se realizaron las siguientes formulas:

Capacidad efectiva: capacidad de diseño\* factor eficiencia

Capacidad diseño mensual: #maquinaria\* $\frac{\text{estándar de piñones}}{\text{día}}$ \*días laborados al mes.

Estándar piñones/día:  $\frac{\text{horas trabajadas en el día}}{\text{horas necesarias para producir un piñón}}$

Factor de eficiencia:  $\frac{\text{tiempo de ciclo*unidades entrantes}}{\text{tiempo operativo día}}$

Capacidad real:  $\sum \frac{\text{piñones vendidos año 2018}}{12 \text{ mese}}$

Los indicadores de capacidad serán: utilización y eficiencia, los cuales serán calculados a través de las siguientes formulas.

**Utilización:**  $\frac{\text{capacidad real}}{\text{capacidad de diseño}}$

**Eficiencia:**  $\frac{\text{capacidad real}}{\text{capacidad efectiva}}$

Tabla 21. Resumen capacidad producción de piñones

# maquinaria	estándar piñones/día	días al mes	horas trabajadas al día	capacidad diseño mes	Factor eficiencia	capacidad efectiva	capacidad real
1	1,9	25	8	48	0,94	44,6	31

Fuente: Elaboración propia.

Estándar de piñones: el estándar de piñones muestra que en un día laboral de ocho horas es posible fabricar 1.9 piñones.

Capacidad de diseño mensual: este cálculo indica que la empresa tiene capacidad de diseño mensual de fabricar 48 piñones.

Capacidad efectiva: la capacidad efectiva de la empresa es de 44.6 piñones mensuales.

Capacidad real: este cálculo indica que en el año 2018 el promedio de ventas mensuales fue de 31 piñones, lo cual muestra que la empresa cuenta con la capacidad de fabricar más piñones ya que su capacidad efectiva es de 44.6 piñones.

Tiempo de ciclo: para la fabricación es necesario invertir 4.2 horas

Factor de eficiencia: este factor es de 94% el cual fue calculado multiplicando el tiempo de ciclo por los piñones producidos en un turno de 8 horas, el resultado es dividido entre las horas invertidas. Esto muestra un factor de eficiencia considerablemente bueno.

A manera de conclusión se puede afirmar que la empresa san judas en un turno de 8 horas es capaz de producir 1.9 piñones, esta cifra al ser multiplicada por los días del mes laborados en la empresa (25) obtenemos un resultado de 47 piñones fabricados mensualmente, cabe mencionar que el promedio de ventas mensuales para los piñones desde 2016 al 2018 fue de 31 piñones por mes, mostrando que la empresa cuenta con la capacidad de producción, la maquinaria tiene una utilización del 65% este indicador puede ser aumentado disminuyendo las horas de trabajo al día ya que solo se cuenta con una maquina fabricadora de piñones.

## Capítulo 11

### 11. Método de pronóstico de ventas

#### 11.1. Pronóstico de ventas periodo 2018-2019

##### 11.1.1. Pronóstico de Piñones.

En la tabla N° 23 se relacionan las ventas mes a mes de cada producto (piñones, manholes y ventiladores) desde el año 2015 hasta el 2018.

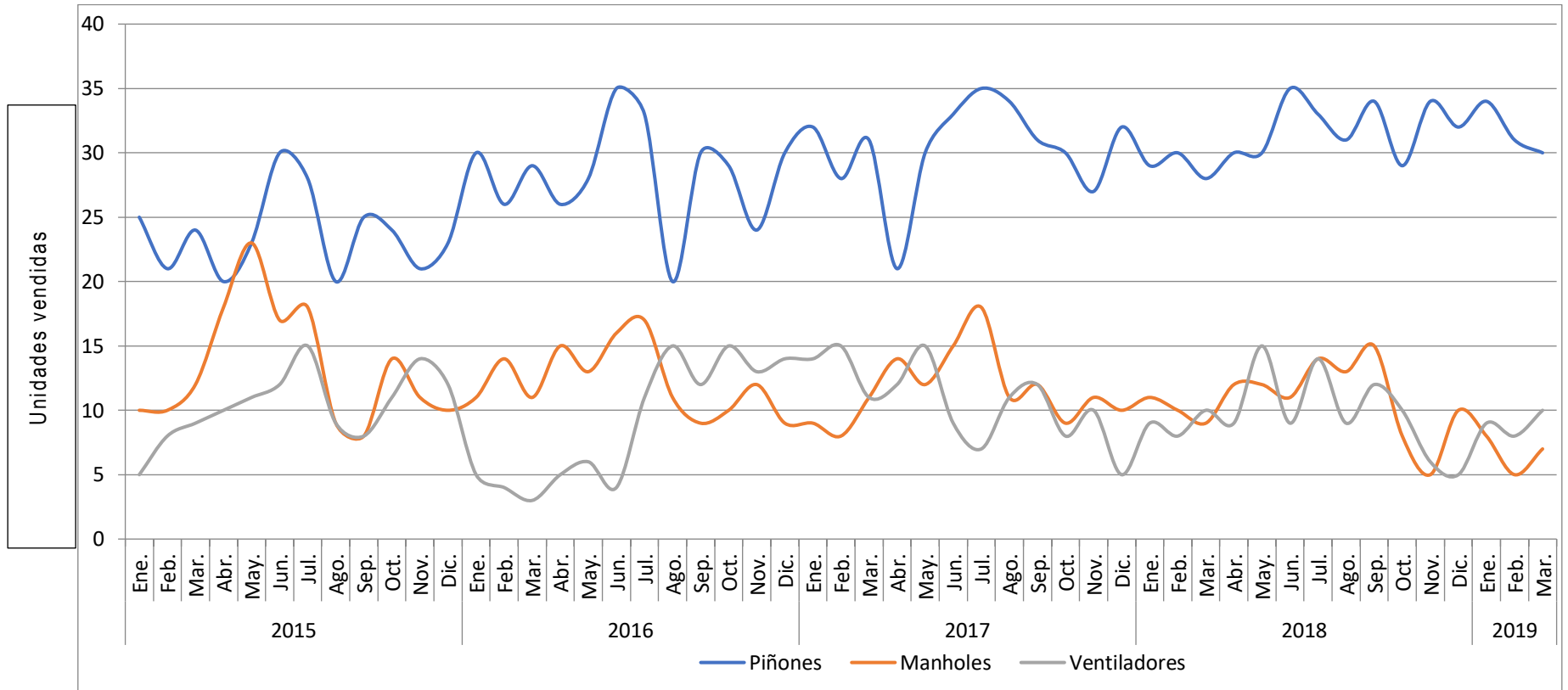
Tabla 22. Ventas mensuales para cada producto desde 2015 a 2018

Mes	Ventas productos / mensual											
	2015			2016			2017			2018		
	piño	manholes	ventiladores	piñones	manholes	ventiladores	Piñones	manholes	ventiladores	piñones	manholes	Ventiladores
Enero	25	10	5	30	11	5	32	9	14	29	11	9
Febrero	21	10	8	26	14	4	28	8	15	30	10	8
Marzo	24	12	9	29	11	3	31	11	11	28	9	10
Abril	20	18	10	26	15	5	21	14	12	30	12	9
Mayo	23	23	11	28	13	6	30	12	15	28	9	10
Junio	30	17	12	35	16	4	33	15	9	35	11	9
Julio	28	18	15	33	17	11	35	18	7	33	14	14
Agosto	20	9	9	20	11	15	34	11	11	31	13	9
Septie	25	8	8	30	9	12	31	12	12	34	15	12
Octubre	24	14	11	29	10	15	30	9	8	29	8	10
Noviem	21	11	14	24	12	13	27	11	10	34	5	6
Diciemb	25	10	12	30	9	14	32	10	5	30	10	8
Totales	286	160	124	340	148	107	364	140	129	371	127	114

Fuente: Empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda.

En la figura 22 se representa gráficamente el comportamiento de las ventas mes a mes de cada producto (piñones, manholes y ventiladores) para el periodo 2015-2018

Figura 22. Ventas mensuales para cada producto periodo 2015 a 2018.



Fuente: Empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda.

### 11.1.1.1. Análisis de demanda de piñones mes a mes 2015-2018.

De la anterior figura 22 es posible observar que los piñones son quienes presentan mayores ventas en unidades para la empresa industrias san judas Ltda. De tal manera se procede a depurar datos de ventas anuales en meses para los piñones.

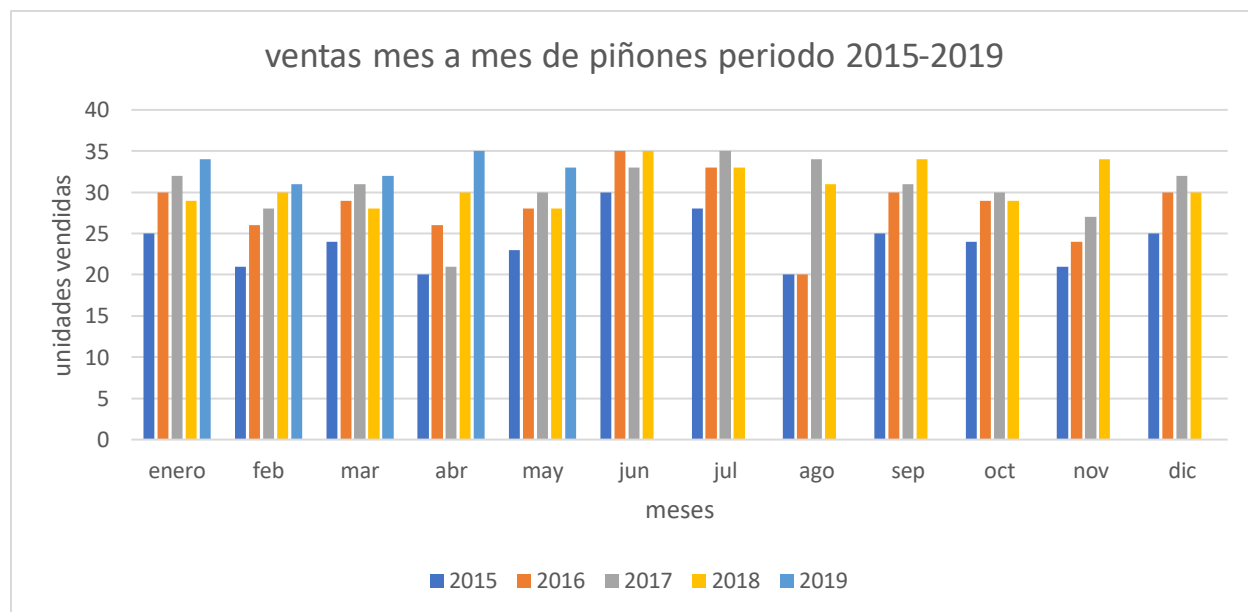
El análisis de los datos se realizó teniendo en cuenta el total de las ventas mensuales en el periodo correspondiente a los años 2015-2018, una vez recolectada la información se plasma en la tabla 23 donde se pueda observar que los meses son la etiqueta principal de los datos; las ventas oscilan en un rango de 20 a 35 piñones por mes.

Tabla 23. Total de ventas de piñones 2015 – 2018

Año Mes	enero	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
2015	25	21	24	20	23	30	28	20	25	24	21	25	286
2016	30	26	29	26	28	35	33	20	30	29	24	30	340
2017	32	28	31	21	30	33	35	34	31	30	27	32	364
2018	29	30	28	30	28	35	33	31	34	29	34	30	371
2019	34	31	32	35	33								165
Promedio	30	27,2	29	25,8	28,8	33,25	32,25	26,25	30	28	26,5	29,3	

Fuente: Empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda.

Figura 22. Comportamiento anual ventas de piñones años 2015-2019.



Fuente: Empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda.

En la figura 22 es posible observar que los años 2018 y 2019 las ventas de piñones fueron estables no se presentaron variaciones significativas. A diferencia de años anteriores (2015-2017) donde las ventas presentaron altas desviaciones y oscilaciones a lo largo del tiempo. Cabe también mencionar que la producción y comercialización de piñones en el 2018 fue continua y no sufrió interrupciones.

#### *11.1.1.1.1. Análisis conceptual.*

Para el análisis del comportamiento de la demanda fue necesario recibir información suministrada por el gerente de la empresa quien respondió acerca de las variaciones en unidades vendidas mes a mes entre los años 2015-2018 para los piñones dicha indagación se resume a continuación.

En la figura N° 22 es posible observar que el año 2015 en los meses de abril y agosto se presentaron las menores ventas del año con 20 unidades vendidas, si bien las ventas de dichos meses no están tan alejadas del promedio de venta mensual de piñones en el año 2015 el cual se ubicó en 23 unidades vendidas esta leve caída en ventas fue ocasionada por paradas no programadas de la maquina fresadora donde son fabricados los piñones. En ese mismo año en el mes de junio fue donde se vendieron mayores cantidades de piñones con 30 unidades. Estas ventas fueron solicitadas por los clientes y la empresa desconoce por qué vendieron más productos esa fecha, con este interrogante es posible proponer en trabajos futuros la necesidad de estudiar detalladamente el comportamiento del mercado con la finalidad de descubrir las causales de las variaciones en las ventas de piñones en el año 2015 de la empresa industrias san judas Ltda.

Para el año 2016 en el mes de agosto se presentó una disminución en venta de 20 piñones repitiendo esta cifra con el año anterior, según información suministrada por el gerente de la empresa en ese mes la maquina fresadora donde se fabrican los piñones volvió a sufrir averías durante una semana lo cual genero retrasos en la producción de ese mes. En contraste el mes donde se registró mayor número de ventas fue junio con 35 unidades, el gerente de la planta desconoce los motivos de este aumento en ventas.

Para el año 2017 el mes de abril presentó menos ventas, esto fue ocasionado nuevamente porque la maquina fresadora donde son fabricados los piñones sufrió averías, demoro fuera de servicio 9 días, al pasar dicho mes la maquina continuo su operación normal y las ventas se normalizaron. El promedio de ventas mensuales para el año 2017 fue de 30 piñones. El histórico de datos hasta el año 2017 no es pertinente analizarlos ya que la maquina fresadora sufrió averías que retrasaron la producción, aunado a esto los operadores no trabajaban 8 horas diarias y la producción no era continua, sino que eran llamados para fabricar los piñones temporalmente y la maquina fresadora sufría de recalentamientos lo que hacía que la producción se detuviese por lapsos de una hora mientras estaba en operación.

En los años 2018 hasta mediados de 2019 la maquina fresadora no ha sufrido averías por tal motivo la producción ha sido continua e ininterrumpida la venta más baja registrada fue de 28 piñones en el mes de mayo 2018 y la más alta 35 piñones en el mes de junio para ese mismo año. Durante ese periodo el promedio mensual de ventas fue de 31 piñones. Este periodo 2018-2019 por ser el periodo donde la maquina fresadora trabajó continuamente sin interrupciones y presentó unas ventas similares mes a mes será pertinente analizar sus componentes de demanda (tendencia y estacionalidad) con el objetivo de proponer teóricamente modelos de pronósticos viables que ayuden a predecir ventas futuras de piñones en la empresa industrias san judas Ltda.

#### *11.1.1.1.1.1. Componentes de demanda periodo 2018-2019.*

Los componentes de la demanda a analizar en el periodo 2018-2019 son tendencia y estacionalidad, la primera mostrara si las ventas han crecido, decrecido o se han mantenido estables en el periodo. La estacionalidad por su parte indicara si la serie de tiempo presenta una variación periódica en el tiempo estudiado.

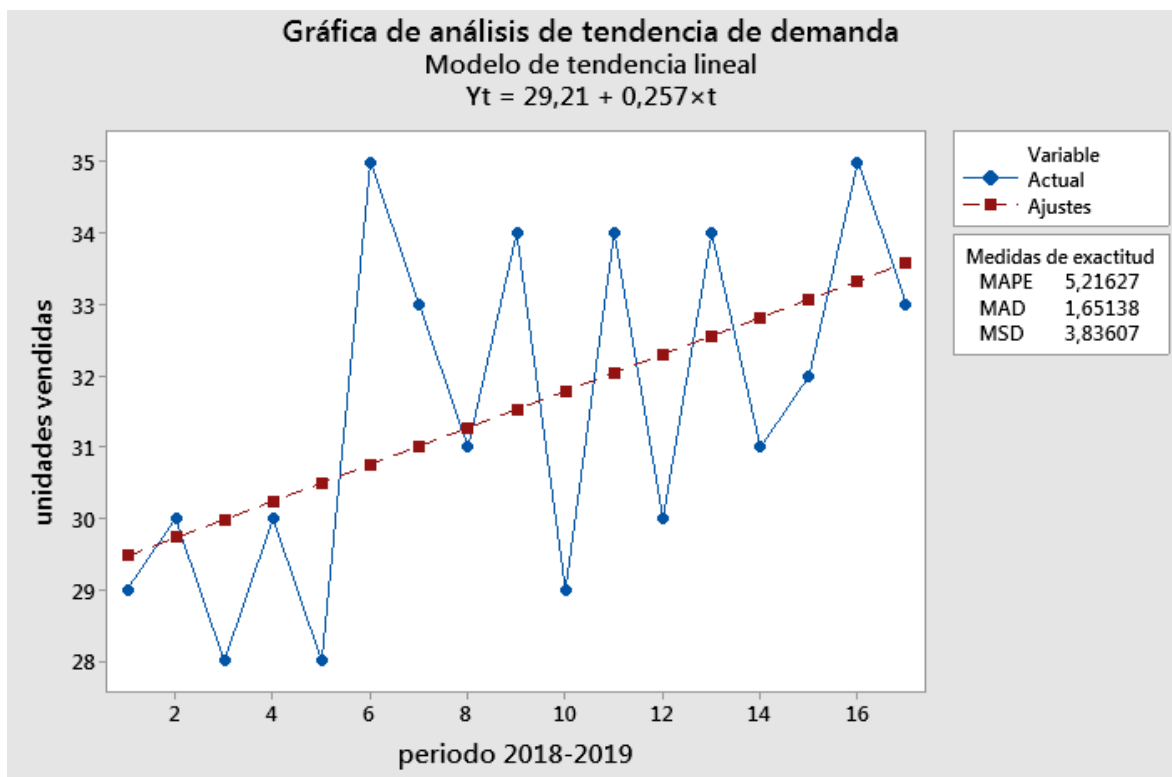
#### *11.1.1.1.1.1.1. Tendencia.*

Durante el año 2018 y los 5 primeros meses del año 2019 la demanda presento una tendencia creciente pasando de 29 piñones vendidos en el mes de enero 2018 a 35 piñones vendidos en el mes de abril de 2019. Durante todo el periodo estudiado el mes de junio de 2018 presento el mayor número de ventas con 35 piñones, luego en los dos meses posteriores las ventas disminuyeron en 33 y 31 respectivamente, si bien esta disminución no es tan grande, pero es importante tenerla en cuenta por el alto precio y ganancias que se obtienen en la empresa industrias san judas por la venta de estos productos. Para los meses de septiembre y noviembre de 2018 las ventas fueron de 34 piñones al igual que en enero de 2019 en estos casos las ventas decaían en el mes inmediatamente siguiente con tendencia creciente la cual se ha mantenido en alza desde octubre de 2018 a mayo de 2019, se puede intuir que la pérdida del cliente cotecmar en el año 2018 ocasiono una leve disminución en ventas. Cabe mencionar que al indagar en la empresa industrias san judas Ltda. Acerca de estas variaciones el gerente desconoce los motivos ya que durante este periodo la maquinaria no sufrió averías, trabajo continuamente y el cliente perdido en el año 2018 no era un cliente potencial.

Con la finalidad de definir el tipo de tendencia que presenta la serie de tiempo (2018-2019). Se utilizó el software estadístico minitab 19 el cual fue elegido por su versatilidad y facilidad de uso. En la figura 23 se presenta el modelo de tendencia lineal.



Figura 23. Análisis de tendencia lineal en piñones medida de enero 2018 a mayo de 2019



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 23 se observa un tipo de tendencia alcista lo cual indica que las ventas en el periodo 2018-2019 tendieron a crecer. El software minitab 19 utiliza una técnica matemática conocida como análisis de regresión para calcular la línea de tendencia (ajustes), donde muestra la dirección.

Las medidas de exactitud indican que tan ajustada esta la línea de tendencia con las ventas reales, dichas medidas serían de gran utilidad a la hora realizar pronósticos de demanda, pero en esta parte solo se observara el tipo de tendencia que presenta la serie de tiempo 2018-2019.

La ecuación que el sistema definió para calcular la línea de tendencia (ajuste) para este modelo de tendencia lineal fue la siguiente:

$$Y_t = 29.21 + 0.257 * t$$

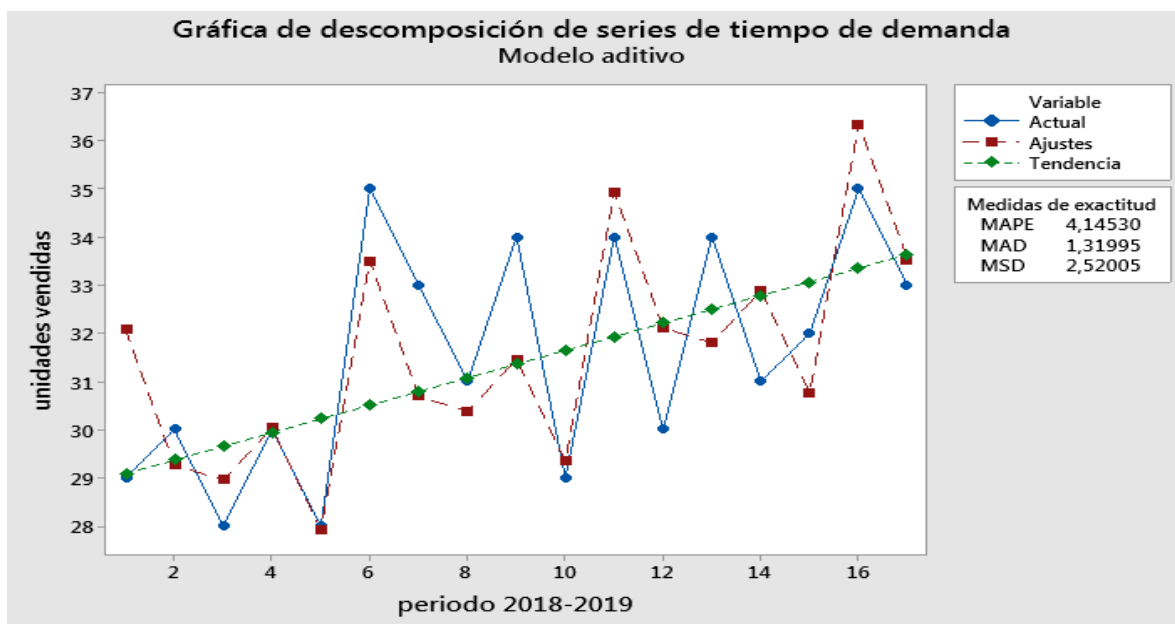
Para este estudio no se analizará la tendencia no lineal entre las cuales se encuentran la cuadrática, polinomial, logarítmica, exponencial y potencial, entre otras, Ya que la serie de tiempo no presenta un comportamiento curvilíneo o parabólico Minitab 19, 2019, no obstante, todos los modelos lineales y no lineales muestran tendencia alcista.

11.1.1.1.1.1.1.1.1.1. *Descomposición serie de tiempo periodo 2018-2019.*

Para realizar la descomposición de la serie de tiempo se analizarán las variaciones estacionales aditiva y la variación estacional multiplicativa la primera supone que la cantidad estacional es una constante sin importar cuál es la tendencia o la cantidad promedio. Por su parte en la variación estacional multiplicativa la tendencia se multiplica por los factores estacionales, de esta manera a medida que aumenta la tendencia aumenta la estacionalidad (Chase, Aquilano & Jacobs 2009).

Teniendo en cuenta que la serie de tiempo tiene patrones estacionales marcados se elige el modelo aditivo para el análisis de la serie de tiempo y el modelo multiplicativo será probado con el objetivo de verificar su eficacia, al final el modelo que obtenga una menor medida de exactitud MAPE sería el adecuado para el análisis de la serie de tiempo.

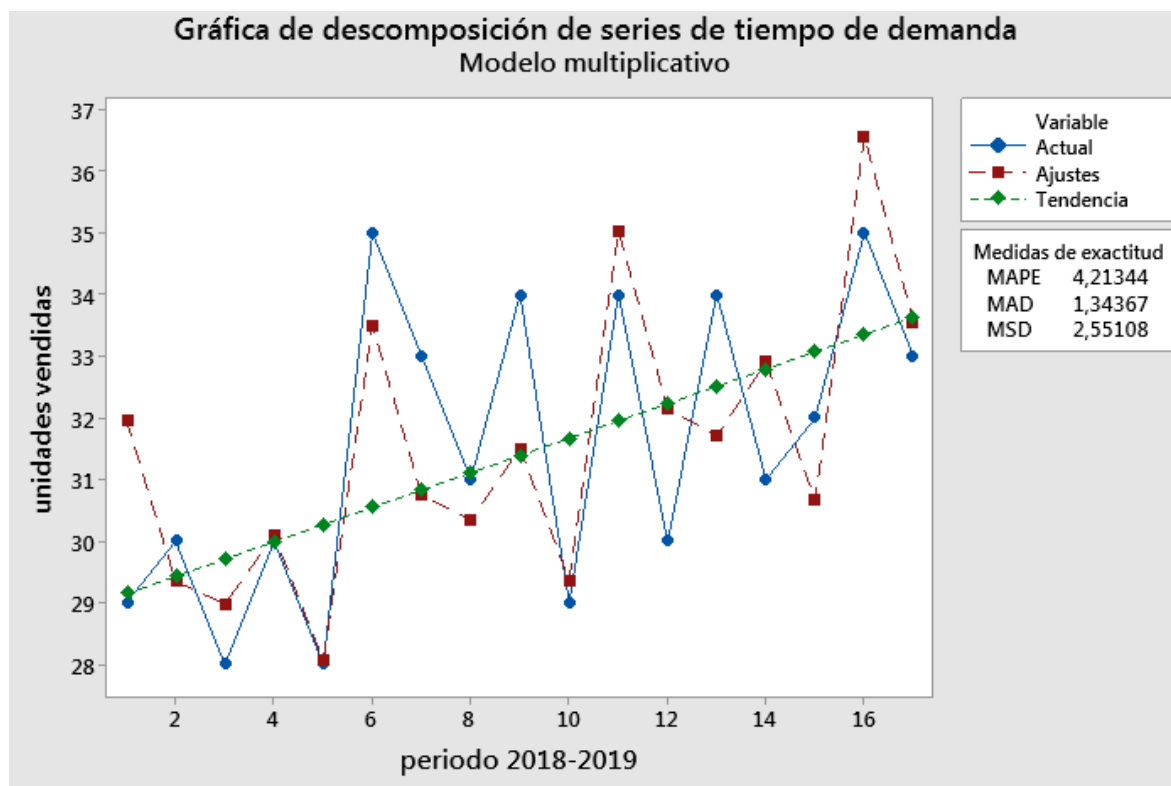
Figura 24. Descomposiciones serie de tiempo modelo aditivo



De la anterior figura 24 a través del modelo aditivo la medida de exactitud MAPE está ubicada en 4.14

A continuación, se muestra la gráfica de descomposición de la serie de tiempo de demanda a través del modelo multiplicativo.

Figura 25. Descomposiciones serie de tiempo modelo aditivo



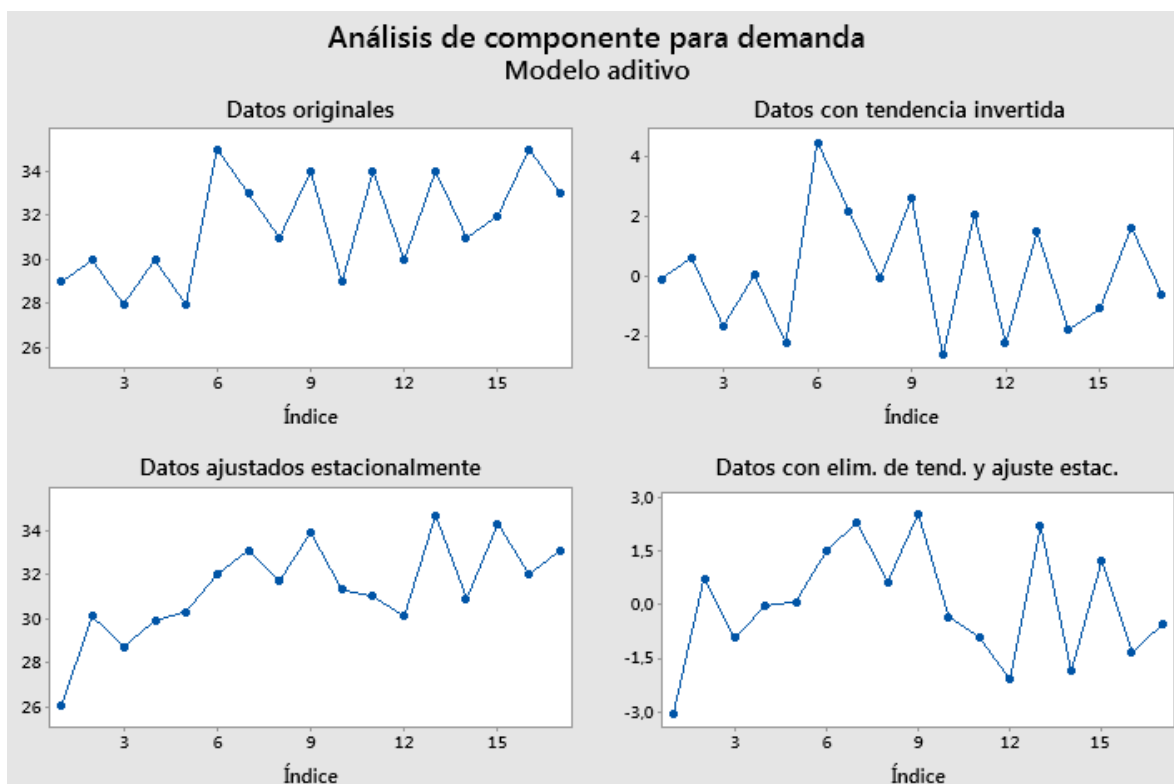
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 25 se observa que la medida de exactitud MAPE para la descomposición de serie de tiempo de demanda a través del modelo multiplicativo es superior al modelo aditivo ubicándose en 4.21. Por tal motivo será pertinente hacer la descomposición de la serie de tiempo a través del modelo aditivo.

En la figura 24 de descomposición de la serie de tiempo por modelo aditivo es posible apreciar que las ventas tienen un patrón estacional marcado. Se realizaron varias pruebas de ajustes en el software minitab 19 y se logró identificar que cada 5 meses la demanda presenta una variación creciente en un mes aumenta y luego en el siguiente mes decrecen, a excepción de los meses de julio y agosto de 2018 donde las ventas decrecieron cada mes y en el año 2019 en los meses de marzo y abril las ventas tuvieron un comportamiento creciente. Esta variación mencionada es medida a través de la exactitud (MAPE) mostrada por el software la cual fue la más mínima 4.14 para la longitud estacional cinco, cabe mencionar que se realizaron varias pruebas usando dos, tres y cuatro longitudes.

A continuación, se analizará el componente para la demanda usando el modelo aditivo.

Figura 26. Análisis componente para demanda modelo aditivo



Fuente: Elaboración propia.

La grafica de Los Datos originales muestra los datos de la serie de tiempo sin sufrir modificaciones.

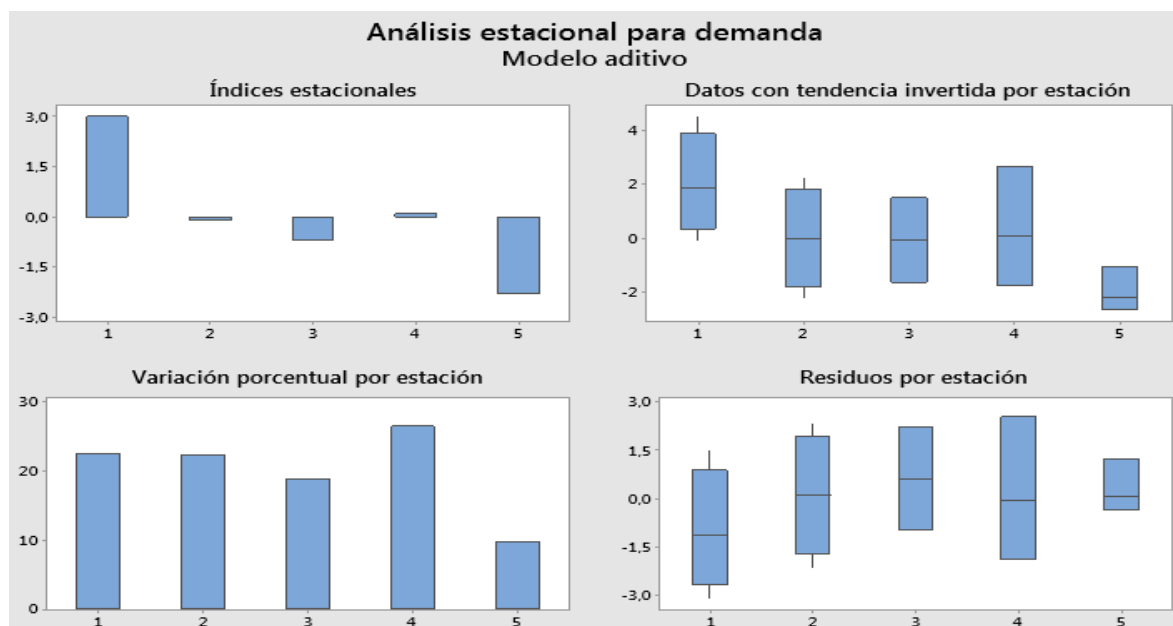
La grafica de Datos con tendencia invertida se les ha eliminado el componente de tendencia, esta grafica muestra las diferencias entre las ventas observadas y los valores de la tendencia. Como la gráfica de datos con tendencia invertida es diferente a la gráfica de datos originales entonces es posible concluir que existe un componente de tendencia en los datos. Tal como indica (software minitab 9)

La grafica de Datos ajustados estacionalmente: a estos datos se les ha eliminado el componente estacional. La grafica representa la diferencia entre las ventas observadas y los valores de tendencia. Como la gráfica de datos ajustados estacionalmente difiere con la gráfica de datos originales, es posible concluir que existe un componente estacional en los datos. Tal como software minitab 19, 2019.

#### 11.1.1.1.1.2. Análisis estacional

El procedimiento de descomposición analiza los índices estacionales y la variación dentro de cada estación de la serie de tiempo. En la figura N°27 se muestra el análisis estacional para la demanda.

Figura 27. Análisis estacional para la demanda, modelo aditivo



Fuente: Elaboración propia.

Índices estacionales: con esta grafica es posible determinar la dirección del efecto estacional, donde se muestra movimientos ascendentes promedios en los dos primeros meses, luego en el mes tercero se registra un movimiento descendente, en el mes cuarto el movimiento fue ascendente y finalmente en el último mes se registró un movimiento descendente.

La grafica de variación de porcentaje por estación muestra que el mes quinto tiene la menor variación porcentual y el mes cuarto presento la mayor variación. La grafica de caja de los datos con tendencia invertida por estación muestra que los meses en que el valor absoluto del efecto estacional es grande tienden a tener menor variación que los meses en que el efecto estacional es más pequeño. La serie de tiempo estudiada 2018-2019 presenta una estacionalidad marcada cada cinco meses.

### 11.1.1.1.1.3. Pronostico conceptualmente propuesto.

Según Chase & Aquilano, 2009 para elegir los métodos de pronósticos apropiados es necesario analizar el monto de datos históricos, patrón de los datos y el horizonte de pronóstico, tal como indica la figura 28.

Figura 28. Guía para seleccionar un método de pronóstico apropiado

Guía para seleccionar un método de pronóstico apropiado			
MÉTODO DE PRONÓSTICO	MONTO DE DATOS HISTÓRICOS	PATRÓN DE LOS DATOS	HORIZONTE DE PRONÓSTICO
Promedio móvil simple	6 a 12 meses, a menudo se utilizan datos semanales	Los datos deben ser estacionarios (es decir, sin tendencia ni temporalidad)	Corto a mediano
Promedio móvil ponderado y suavización exponencial simple	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones	Los datos deben ser estacionarios	Corto
Suavización exponencial con tendencia	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones	Estacionarios y tendencias	Corto
Regresión lineal	De 10 a 20 observaciones; para la temporalidad, por lo menos 5 observaciones por temporada	Estacionarios, tendencias y temporalidad	Corto a mediano

Fuente: Chase & aquilano, 2009

#### 11.1.1.1.1.4. Monto de datos históricos

En la serie de tiempo estudiada se eligieron las ventas mes a mes del año 2018 y los 5 primeros meses del año 2019, teniendo de esta manera 17 datos históricos, este periodo 2018-2019 fue elegido ya que en el mismo la producción fue continua y la maquinaria no sufrió averías.

#### 11.1.1.1.1.5. Patrón de los datos

Tras haber analizado los componentes de demanda para la serie de tiempo 2018-2019 es posible apreciar claramente que los datos tienen una tendencia lineal creciente y también presentan una leve estacionalidad aumentando las ventas cada 5 meses en la serie de tiempo. Al exponer este resultado al gerente de la empresa industrias san judas Ltda. Informa que es posible que cada cinco meses aumenten las ventas por la llegada de buques navales a Cartagena de indias, los cuales compran los piñones para reparar averías en sus equipos. A modo de conclusión es posible detectar en la serie de tiempo 2018-2019 una tendencia creciente y un leve componente estacional marcado cada 5 meses.

#### 11.1.1.1.1.6. Horizonte de pronóstico

El horizonte de pronóstico es a corto plazo, realizando proyecciones a 2 meses ya que es este el máximo plazo que dan los clientes para entregar los pedidos.

#### 11.1.1.1.1.7. Selección de pronóstico conceptualmente

Luego de analizar los componentes de la demanda, patrón de datos y horizonte de pronósticos es posible concluir que los métodos más adecuados para realizar la proyección son: modelo por promedio móvil ponderado, modelo suavización exponencial, regresión lineal.

El modelo de promedio móvil simple según Chase & Aquilano 2009 es óptimo cuando la serie de tiempo tiene estacionalidad sin tendencia, en el caso estudiado la serie contiene ambos componentes de tal manera se realizará una prueba de promedio de datos para (2, 3, 4, 5 meses). Con la finalidad de observar el promedio móvil simple que mejor se ajuste a la serie de tiempo.

##### 11.1.1.1.1.7.1. Pronóstico Promedio móvil simple

Para el cálculo del pronóstico por promedio móvil simple se empleó la siguiente fórmula:

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n}$$

Dónde:

$F_t$  = pronóstico para el siguiente periodo

$n$  = número de periodos para promediar

$A_{t-1}$  = ocurrencia real en el periodo pasado

$A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}$  = ocurrencias reales hace dos periodos, hace tres periodos y así sucesivamente, hasta hace  $n$  periodos.

Para el cálculo del promedio móvil simple se emplearon 2, 3, 4, 5 meses con la finalidad de observar el promedio que mejor se ajusta a las ventas reales de la empresa.

Tabla 24. Cálculos pronostico promedio móvil simple serie de tiempo 2018-2019

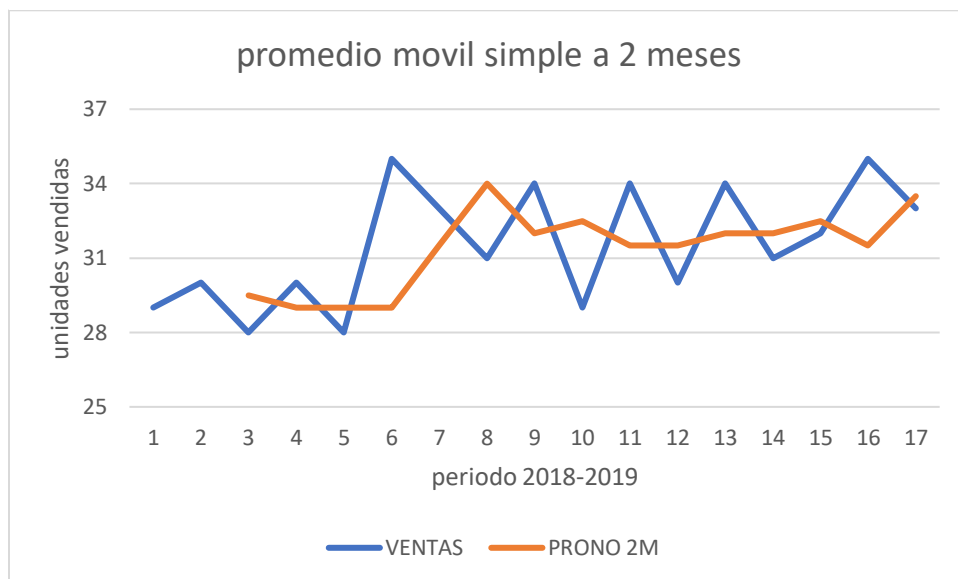
PROMEDIO MOVIL SIMPLE (PMS)					
MESES	VENTAS	PMS 2M	PMS 3M	PMS 4M	PMS 5M
1	29				
2	30				
3	28	29,5			
4	30	29	29,00		
5	28	29	29,33	29,25	
6	35	29	28,67	29	29
7	33	31,5	31,00	30,25	30,2
8	31	34	32,00	31,5	30,8
9	34	32	33,00	31,75	31,4
10	29	32,5	32,67	33,25	32,2
11	34	31,5	31,33	31,75	32,4
12	30	31,5	32,33	32	32,2
13	34	32	31,00	31,75	31,6
14	31	32	32,67	31,75	32,2
15	32	32,5	31,67	32,25	31,6
16	35	31,5	32,33	31,75	32,2
17	33	33,5	32,67	33	32,4
total	536				
promedio	31.53				

En la tabla 24 se muestran las ventas totales de la serie de tiempo las cuales son de 536 piñones vendidos, con un promedio de venta mensual de 31.53 piñones. Se analizaron pronósticos con 2, 3, 4 y 5 meses con el objetivo de identificar el pronóstico que mejor se ajuste al histórico de ventas. A través de un análisis de errores de pronóstico es posible comparar la exactitud de cada uno eligiendo el pronóstico que presente menor error porcentual absoluto medio (MAPE).

A continuación, se muestran las gráficas de pronóstico para proyección de 2 a 5 meses.



Figura 29. Ventas reales vs PMS a 2 meses

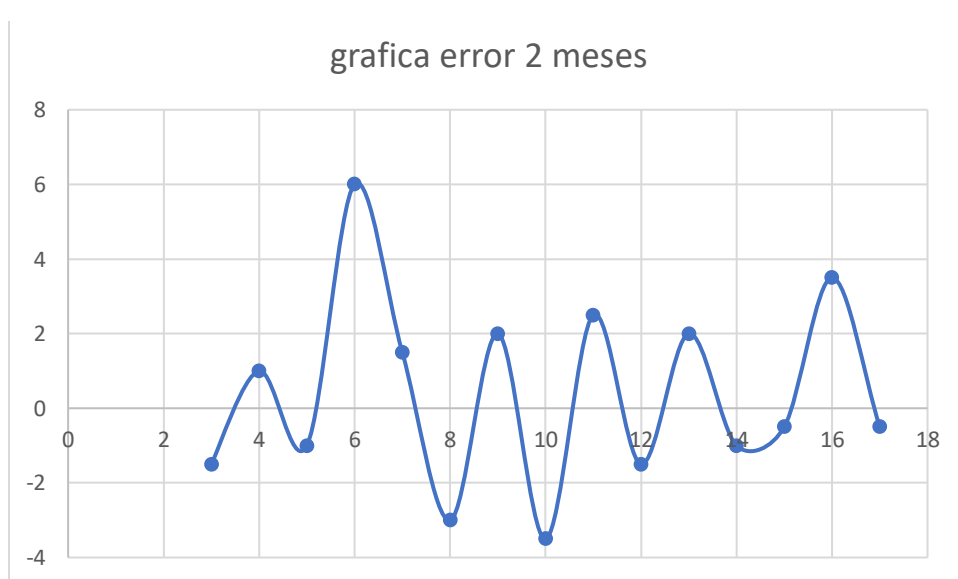


Fuente: elaboración propia.

En la gráfica 29 se observan las ventas reales de la serie de tiempo 2018-2019 (línea azul) vs el pronóstico para cada periodo (línea naranja) se observan diferencias entre las dos líneas.

A continuación, se analizará la gráfica de error periodo vs desviación para dos meses con la finalidad de identificar si el pronóstico se ajusta a los datos para proyecciones futuras.

Figura 30. Error de pronóstico para 2 meses

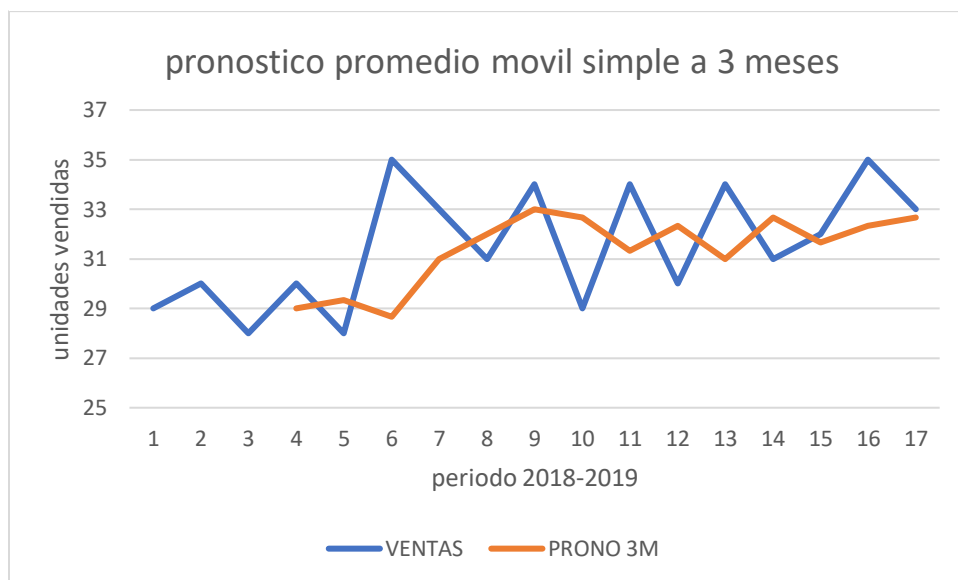


Fuente: elaboración propia

La figura 30 para el periodo seis muestra un bache, pero en el resto de periodos muestra desviaciones alrededor de cero sin una tendencia definida.

A continuación, se analizará el promedio móvil simple para tres meses

Figura 31. Ventas reales vs PMS a 3 meses

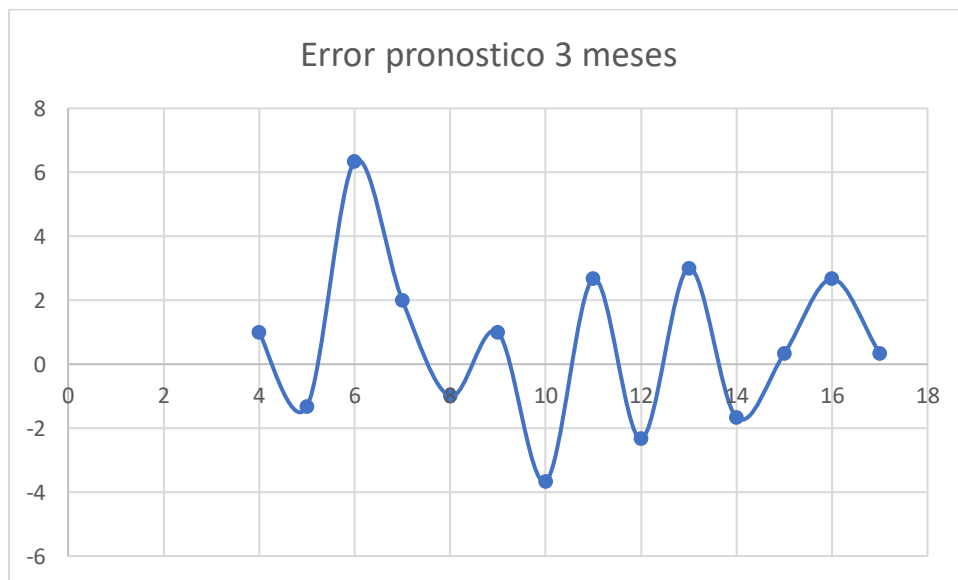


Fuente: elaboración propia.

En la figura 31 se observa un comportamiento del pronóstico similar al pronóstico calculado con 2 meses

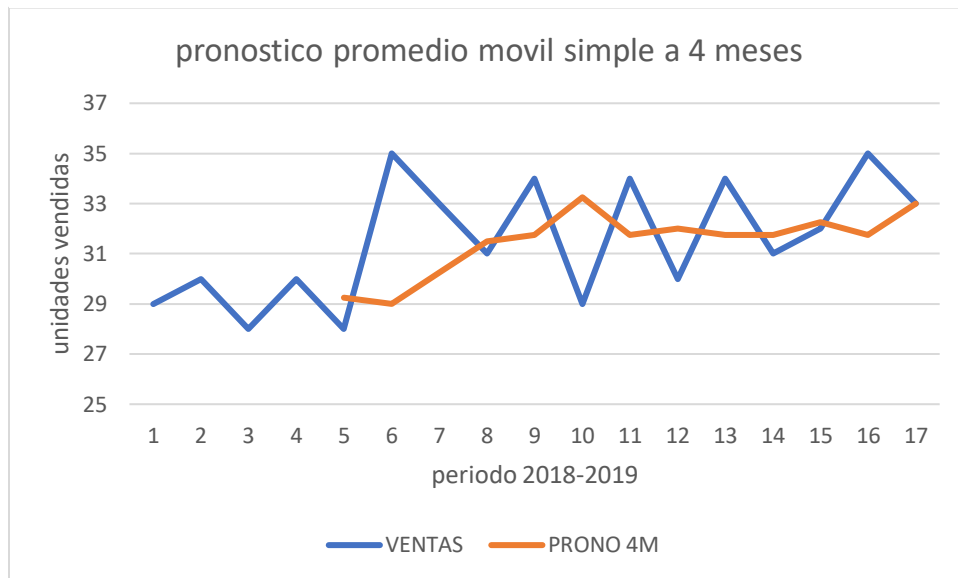
A continuación, se analizará la desviación vs periodo del pronóstico a tres meses

Figura 32. Error de pronostico 3M



La figura 32 muestra un bache en el periodo seis, el resto de periodos muestra datos aleatorios alrededor de cero.

Figura 33. ventas reales vs PMS a 4 meses

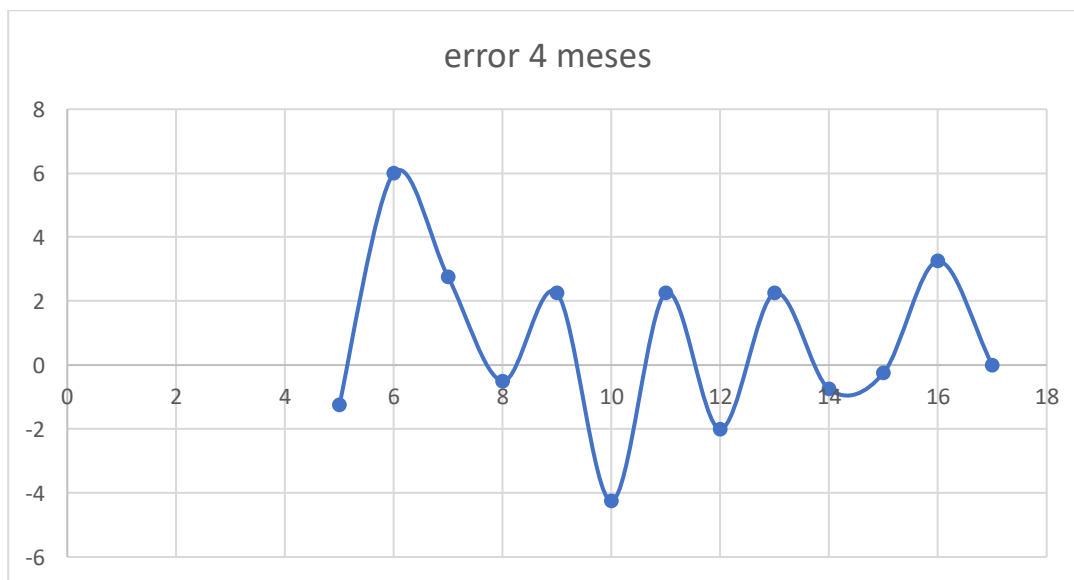


Fuente: elaboración propia

La grafica 33 de pronóstico por promedio móvil simple para cuatro periodos presenta similitud con las gráficas de pronósticos para dos y tres meses.

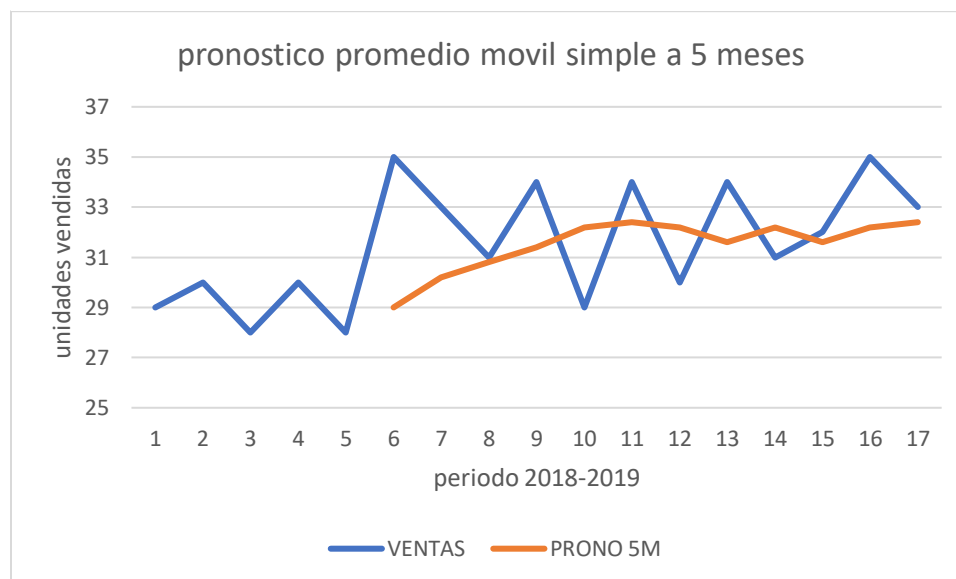
A continuación, se procede a graficar la desviación vs periodo de pronóstico promedio móvil simple para cuatro periodos.

Figura 34. error de pronóstico 4M



En la figura 34 se observa un bache en el periodo seis y otros en el periodo 10 aparte de esto se observa una leve tendencia creciente once al 17 por tal motivo es posible concluir que este método no presenta un buen ajuste con los datos de ventas reales

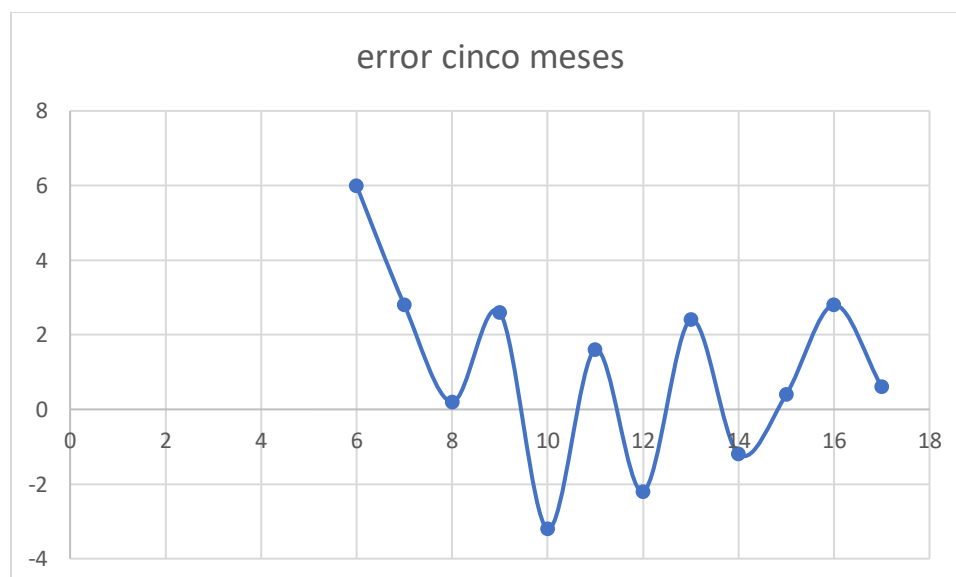
Figura 35. Ventas reales vs PMS a 5 meses



Fuente: elaboración propia

La figura 35 muestra los pronósticos promediados a cinco meses vs las ventas reales del periodo 2018-2019, en esta grafica se observa una línea de pronóstico un poco alejada de los datos de ventas reales. AL igual que las gráficas promediadas con dos, tres y cuatro periodos.

Figura 36. Error de pronostico 5M



En la figura N° 36 se observa una tendencia creciente marcada en los periodos diez, doce, catorce y diecisiete, lo cual indica que los pronósticos no presentan un buen ajuste con los datos de ventas reales.

#### 11.1.1.1.1.7.2. Errores de pronóstico

Con la finalidad de definir el promedio que mejor se ajusta a los datos reales se realizaron análisis de errores de pronósticos, donde se analizaran las medidas; error porcentual absoluto medio (MAPE), desviación absoluta media (MAD), error cuadrático medio (MSE) y señal de rastreo. Al final el pronóstico que arroje el menor error porcentual absoluto medio será el modelo de pronóstico que mejor se ajuste a las ventas reales.

Los errores de pronósticos fueron calculados a través de las siguientes formulas:

$$MAD = \frac{\sum |Real - Pronóstico|}{n}$$

$$MSE = \frac{\sum Error\ de\ pronóstico^2}{n}$$

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n 100 |Real_i - Pronóstico_i|}{n \cdot Real_i}$$

Tabla 25. Medidas de error para promedio móvil simple serie de tiempo 2018-2019

		Periodos de pronósticos			
		Promedio 2M	promedio 3M	Promedio 4M	promedio 5M
medi das de error	MAPE	6,41	6,47	6,55	6,58
	MAD	2.07	2.10	2.13	2.17
	MSE	6,27	6,71	7,22	6,99

Fuente: Elaboración propia.

Tal como muestra la tabla 25 el promedio móvil simple calculado con 2 periodos es quien muestra un mejor ajuste con respecto a las ventas reales. Presenta el menor (MAPE) con 6.41 y en general todas las medidas de error son inferiores para este promedio de dos meses.

En la tabla también es posible concluir que a medida que el número de periodos aumenta el error MAPE también aumenta de esta manera a menor cantidad de periodos promediados el pronóstico tendrá un mejor desempeño.

Con la finalidad de buscar un modelo de pronóstico que se ajuste mejor a los datos de ventas reales, se procederá a probar otros métodos de pronósticos tales como promedio móvil ponderado, suavización exponencial y holt Winter.

#### 11.1.1.1.1.7.2.1. Pronostico promedio móvil ponderado

Para el cálculo del pronóstico por promedio móvil ponderado se utilizó la siguiente formula:

$$F_t = W_1A_{t-1} + W_2A_{t-2} + \dots + W_nA_{t-n}$$

Dónde:

$W_1$  = ponderación dada a la ocurrencia real para el periodo t-1

$W_2$  = ponderación dada a la ocurrencia real para el periodo t-2

$W_n$  = ponderación dada a la ocurrencia real para el periodo t-n

n = Número total de periodos en el pronostico

Las ponderaciones fueron calculadas haciendo uso de la herramienta de análisis de datos solver en el programa Excel donde se minimizo la medida error (MAPE) con la finalidad de obtener ponderaciones que permitan tener un pronóstico de datos acertados a la realidad. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 26. Ponderaciones promedio móvil ponderado

t	w
1	0
2	0,75
3	0,25
SUMA	1

Fuente: Elaboración propia.

La herramienta solver indica el segundo periodo de los tres promediados se le debe dar el mayor peso con 0.75 y que el primer dato de los tres analizados no tendrá significancia. Por su parte al último periodo se le asigna un peso de 0.25.

A continuación, se muestran los pronósticos calculados por el método promedio móvil ponderado

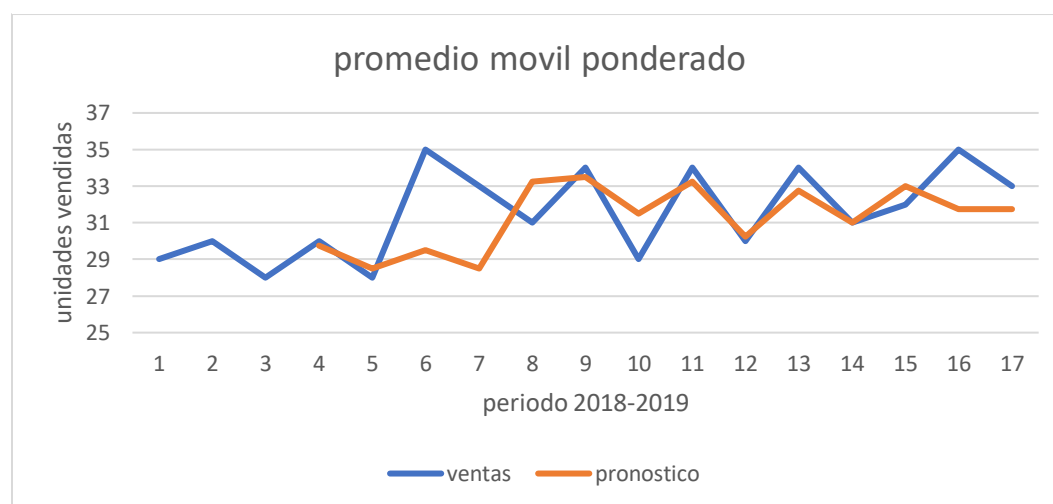
Tabla 27. Promedio móvil ponderado periodo 2018-2019

meses	ventas	pronostico
1	29	
2	30	
3	28	
4	30	29,05
5	28	29,14
6	35	28,86
7	33	31,04
8	31	32,91
9	34	32,62
10	29	32,52
11	34	31,53
12	30	31,85
13	34	31,53
14	31	32,28
15	32	32,10
16	35	31,95
17	33	32,95

Fuente: Elaboración propia.

Luego de realizar el pronóstico por promedio móvil ponderado es necesario graficar el pronóstico con las ventas reales con la finalidad de ver el comportamiento de los mismos.

Figura 37. Pronostico promedio móvil ponderado

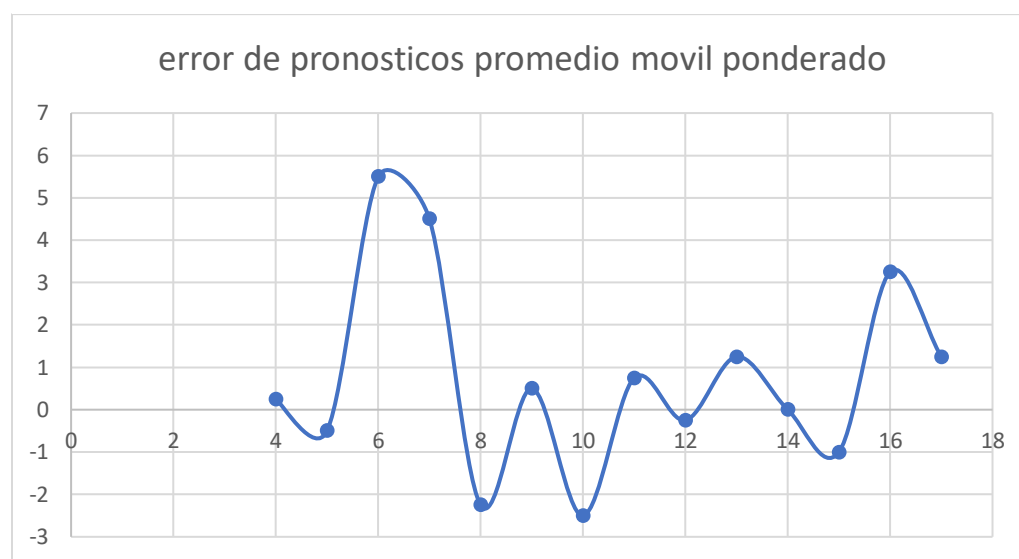


Fuente: elaboración propia

La figura 37 permite observar una similitud entre los pronósticos y las ventas reales, se observa un mejor seguimiento de la línea de pronóstico (naranja) en comparación con los pronósticos por promedio móvil simple.

A continuación, se analizará la gráfica de error de pronóstico con la finalidad de definir qué tan ajustado están los datos reales con los pronosticados

Figura 38. Error de pronóstico promedio móvil ponderado



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 38 se muestran datos aleatorios alrededor de cero con un alto incremento en el periodo seis.

Para conocer con exactitud la precisión de los ajustes es necesario hacer pruebas de error las cuales son relacionadas a continuación:

Tabla 28. Errores de pronóstico para promedio móvil ponderado

promedio móvil ponderado		medida
medi das de	MAPE	5,16
	MAD	1,70
	MSE	5,55

Fuente: Elaboración propia.



En la tabla 28 se observa un error MAPE de 5.16 es más bajo en comparación con el modelo de pronóstico por promedio móvil simple a dos meses, esto indica que este modelo muestra pronósticos más confiables.

#### 11.1.1.1.1.7.2.2. Pronostico suavización exponencial

Para el cálculo de pronóstico por el método suavización exponencial se utilizó la siguiente fórmula.

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

Dónde:

$F_t$  = el pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t

$F_{t-1}$  = el pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo anterior

$A_{t-1}$  = la demanda real para el periodo anterior

$\alpha$  = el índice de respuesta deseado, o la constante de suavización

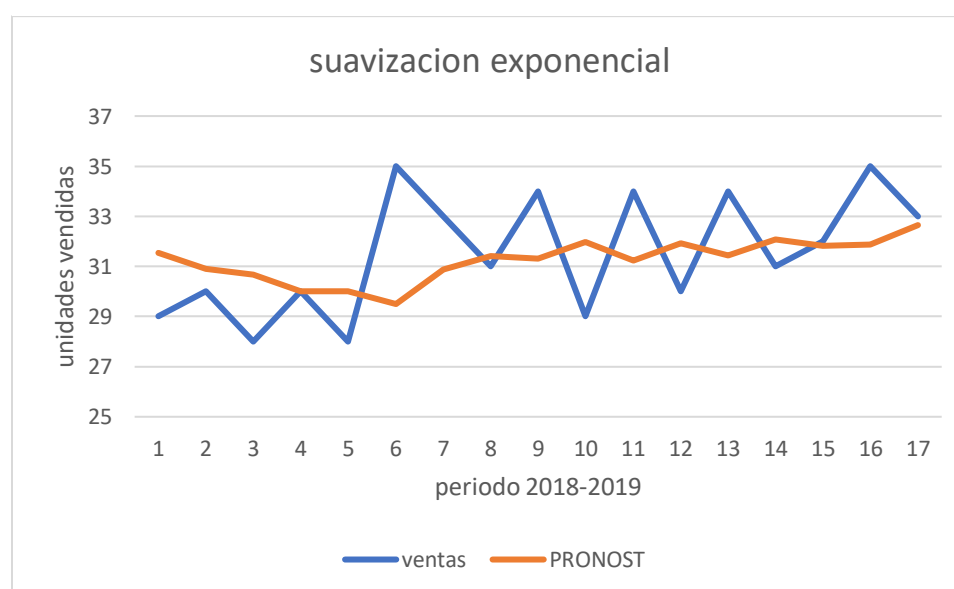
El valor de alfa fue calculado a través de la herramienta solver de Excel minimizando al máximo el error MAPE, al realizar este procedimiento el programa indica que alfa adecuado es 0.25. Los resultados son mostrados a continuación.

Tabla 29. Pronostico suavización exponencial

Meses	Ventas	pronostico
1	29	31,53
2	30	30,89
3	28	30,67
4	30	30,00
5	28	30,00
6	35	29,50
7	33	30,88
8	31	31,41
9	34	31,31
10	29	31,98
11	34	31,23
12	30	31,93
13	34	31,44
14	31	32,09
15	32	31,81
16	35	31,86
17	33	32,65
PROMEDIO	31,53	

Fuente: Elaboración propia.

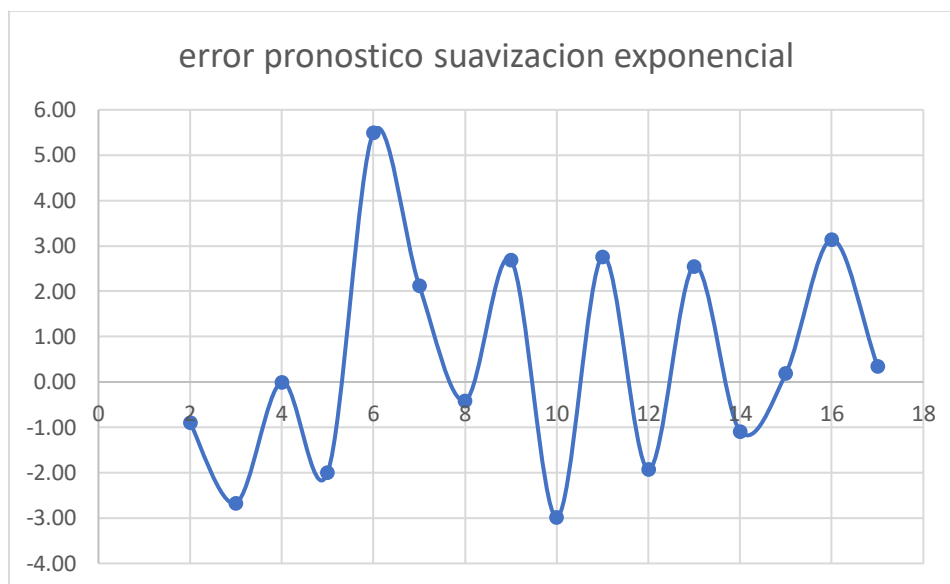
Figura 39. pronostico suavización exponencial



Fuente: elaboración propia

En la figura 39 se observa una línea de pronóstico estable en el tiempo y las ventas reales alrededor, lo cual deja ver que el método es poco confiable para pronosticar, pero es necesario analizar la gráfica de error para observar su comportamiento.

Figura 40. error de pronóstico suavización exponencial



Fuente: elaboración propia.

En la figura 40 se muestran datos aleatorios alrededor de cero, pero los mismos se encuentran muy alejados de cero lo cual es un mal indicio ya que existe alta desviación entre los pronósticos y las ventas reales.

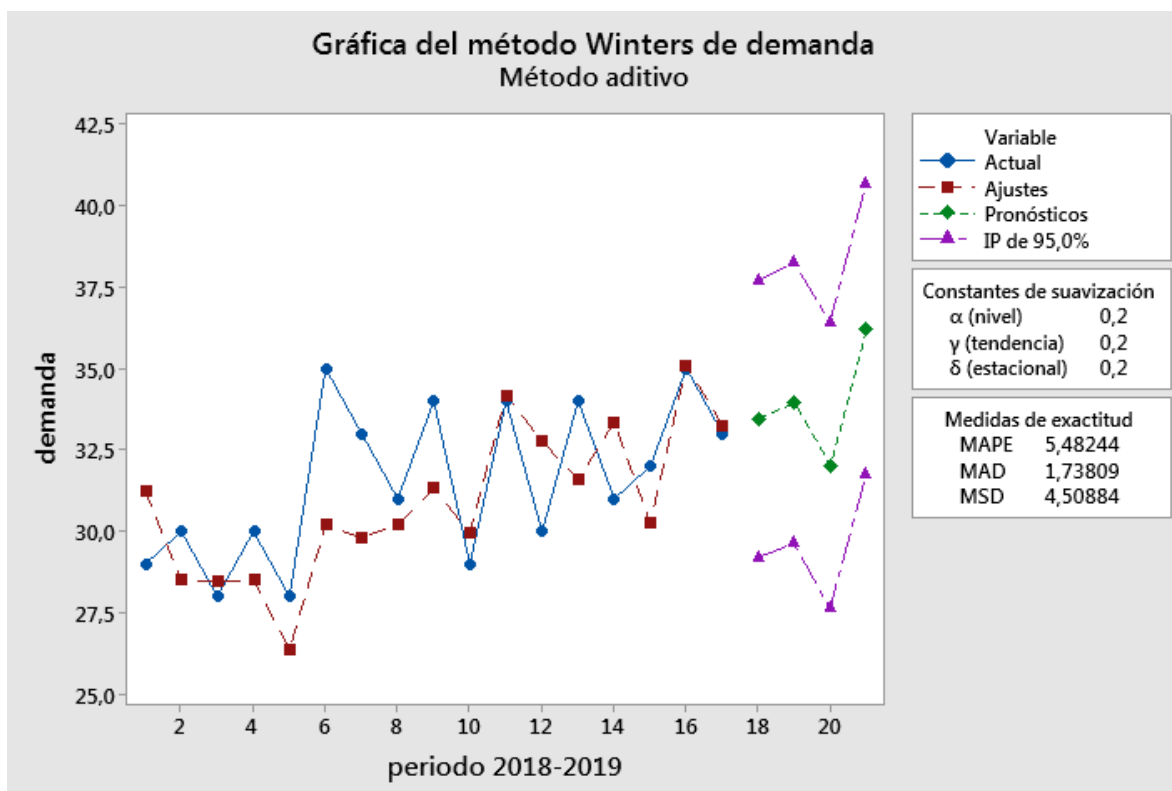
Tabla 30. Medidas de error de pronóstico suavización exponencial

suavización exponencial		
		valor
medidas de error	MAPE	6.1
	MAD	2.00
	MSE	5.76

Fuente: elaboración propia.

Con un error porcentual absoluto medio (MAPE) de 6.1 este método es menos preciso que el modelo de pronóstico por promedio móvil ponderado.

Figura 41. Método holt Winter



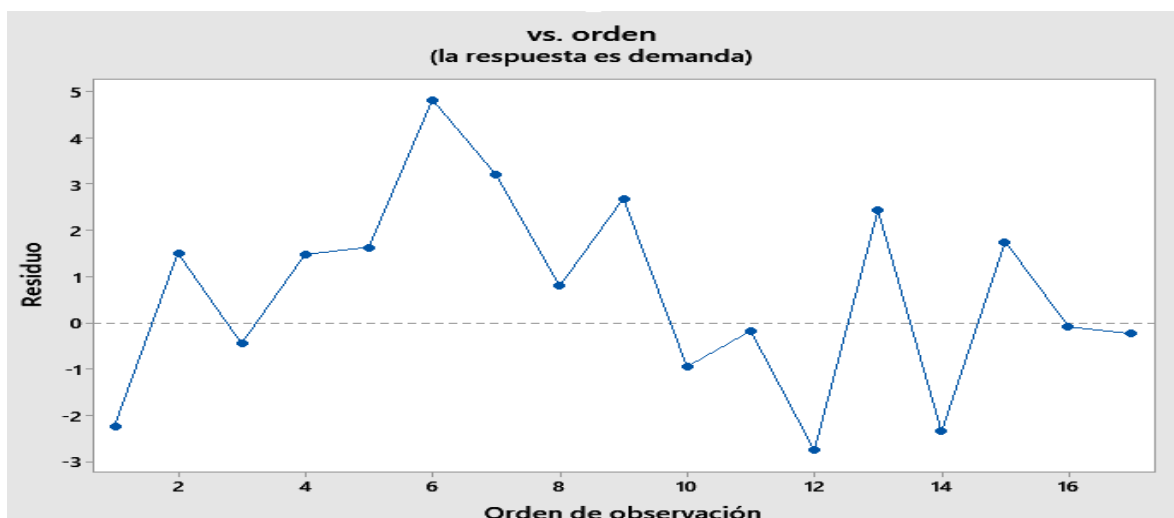
Fuente: elaboración propia

En la figura 41 el software para el pronóstico por el método holt Winter, le dio unas constantes de 0.2 al nivel, 0.2 a la tendencia y 0.2 a la estacionalidad.

La medida de error MAPE su ubico en 5.48 aunque inferior al modelo de suavización exponencial no supera al modelo al error de promedio móvil ponderado ubicado en 5.16.

A continuación, se muestra la gráfica de error de pronóstico para el modelo holt Winter

Figura 42. error de pronostico holt Winter



Fuente: elaboración propia.

En la figura 42 se observan datos aleatorios alrededor de cero sin tendencia con un bache en el periodo seis.

Se realizó una comparación de los errores de pronósticos para cada modelo tal como se muestra en la siguiente tabla 43.

Figura 43. Errores de pronóstico para cada modelo

	promedio simple 2M	promedio ponderado	suavización exponencial	Holt Winter
MAPE	6,41	5,16	6,1	5.48
MSE	6,27	5,55	5,76	4.50
MAD	1,59	1,23	1,65	1.73

En la tabla 43 se observa que los menores errores de pronóstico los obtiene el modelo de promedio móvil ponderado, por otro lado, el modelo de pronóstico que presentó mayor desviación con respecto a las ventas fue el modelo de promedio móvil simple para dos meses, de esta manera es factible concluir que el modelo de promedio móvil ponderado con las ponderaciones especificadas en la tabla 22 este es el modelo que pronosticara con mayor exactitud la demanda futura de piñones en la empresa industrias san judas Ltda.

11.1.1.1.1.7.3. *Propuesta ajustes de pronósticos  
aplicando índices estacionales*

En la presente investigación luego de observar los errores de pronósticos se propone ajustar estacionalmente los mismos con el objetivo de lograr un mejor arreglo y definir el pronóstico que mejor se ajuste a la serie de tiempo estudiada; 2018-2019. Se ajustarán aplicando índices estaciones (*ie*) a los pronósticos antes descritos. La fórmula aplicada es mostrada a continuación:

$$ie = \frac{\text{venta real mensual}}{\text{promedio de ventas serie de tiempo 2018 – 2019}}$$

11.1.1.1.1.7.3.1. *Pronostico promedio móvil simple*

A continuación, se muestran los pronósticos ajustados estacionalmente para los periodos (2, 3, 4,5).

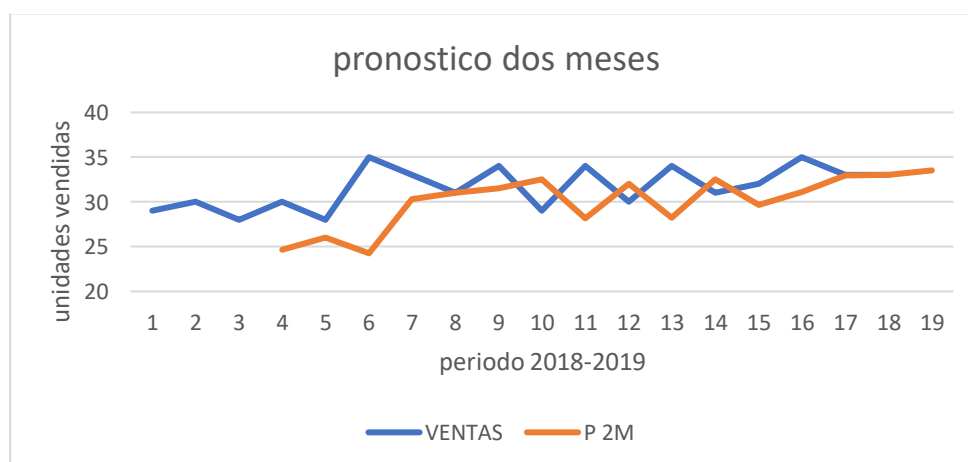
Tabla 31. Promedio móvil simple ajustado con índices estacionales

PROMEDIO MÓVIL SIMPLE										
MES	VENTAS	PMS 2	PMS 3	PMS 4	PMS 5	índice	PMS 2	PMS 3	PMS 4	PMS 5
1	29					0,866				
2	30					0,896				
3	28	29,5				0,837	24,68			
4	30	29	29,00			0,896	25,99	25,99		
5	28	29	29,33	29,25		0,837	24,26	24,54	24,47	
6	35	29	28,67	29	29	1,046	30,33	29,98	30,33	30,33
7	33	31,5	31,00	30,25	30,2	0,986	31,06	30,56	29,82	29,78
8	31	34	32,00	31,5	30,8	0,926	31,49	29,64	29,17	28,53
9	34	32	33,00	31,75	31,4	1,016	32,51	33,52	32,25	31,90
10	29	32,5	32,67	33,25	32,2	0,866	28,16	28,30	28,81	27,90
11	34	31,5	31,33	31,75	32,4	1,016	32,00	31,83	32,25	32,91
12	30	31,5	32,33	32	32,2	0,896	28,23	28,98	28,68	28,86
13	34	32	31,00	31,75	31,6	1,016	32,51	31,49	32,25	32,10
14	31	32	32,67	31,75	32,2	0,926	29,64	30,26	29,41	29,82
15	32	32,5	31,67	32,25	31,6	0,956	31,07	30,28	30,83	30,21
16	35	31,5	32,33	31,75	32,2	1,046	32,94	33,81	33,20	33,67
17	33	33,5	32,67	33	32,4	0,986	33,03	32,21	32,54	31,94
18	33	34	33,33	32,75	33	0,986	33,52	32,86	32,29	32,54
To	569									
Prom	33.47									

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 31 se relacionan los pronósticos ajustados a la serie de tiempo 2018-2019 en la misma es posible observar un cambio en los pronósticos finales con respecto a los originales. Con el objetivo de observar su comportamiento se representarán gráficamente.

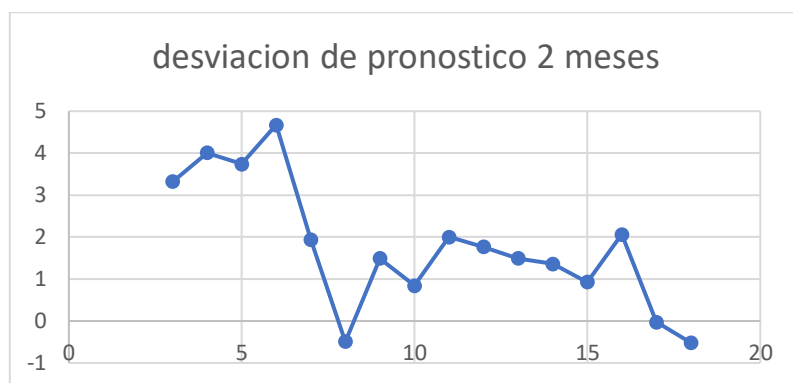
Figura 44. pronóstico promedio móvil simple 2 meses con aplicación de índices de estacionalidad.



Fuente: elaboración propia.

En la anterior grafica se observa una línea de pronostico (línea naranja) un poco separada de la línea de ventas reales con diferencias notadas en los periodos 11 y 13.

Figura 45. error de pronóstico promedio móvil simple 2 meses con aplicación de índices de estacionalidad.

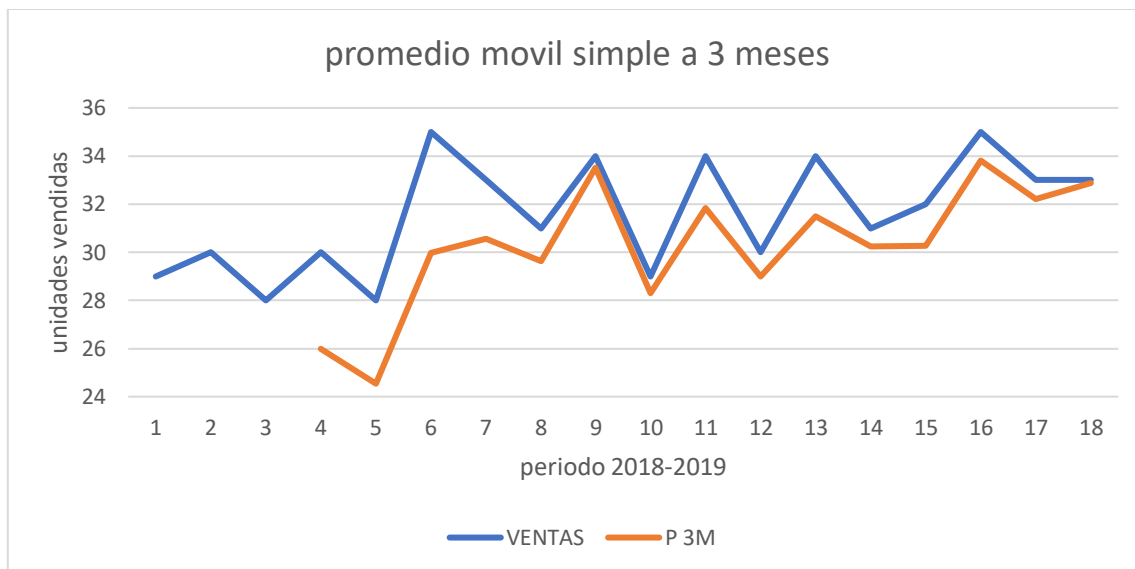


Fuente: elaboración propia.

La figura 45 representa el error de pronostico medida con la desviación estándar, en ella se observan desviaciones en su mayoría positivas.



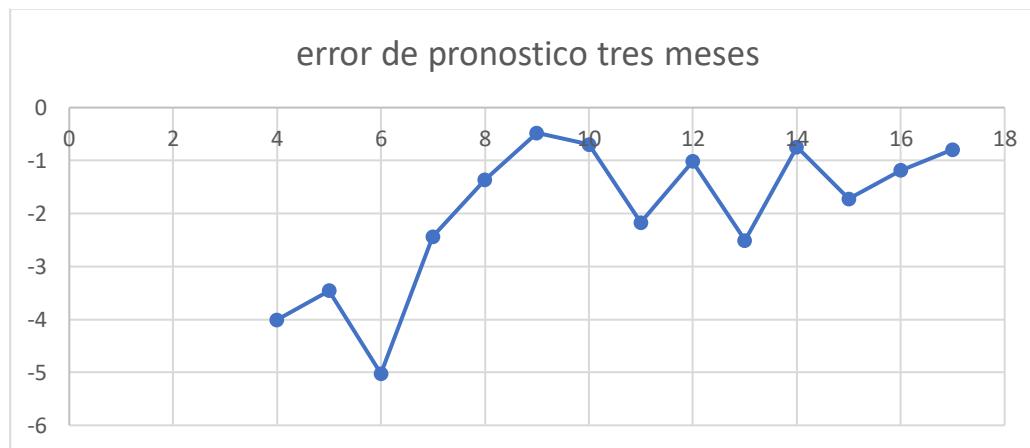
Figura 46. pronóstico promedio móvil simple 3 meses con aplicación de índices de estacionalidad.



Fuente: elaboración propia.

La figura 46 muestra una línea de pronósticos más ajustadas a la línea de ventas en comparación con el pronóstico a 2 meses. Se observa que los pronósticos empiezan a buscar el comportamiento de los datos de ventas reales.

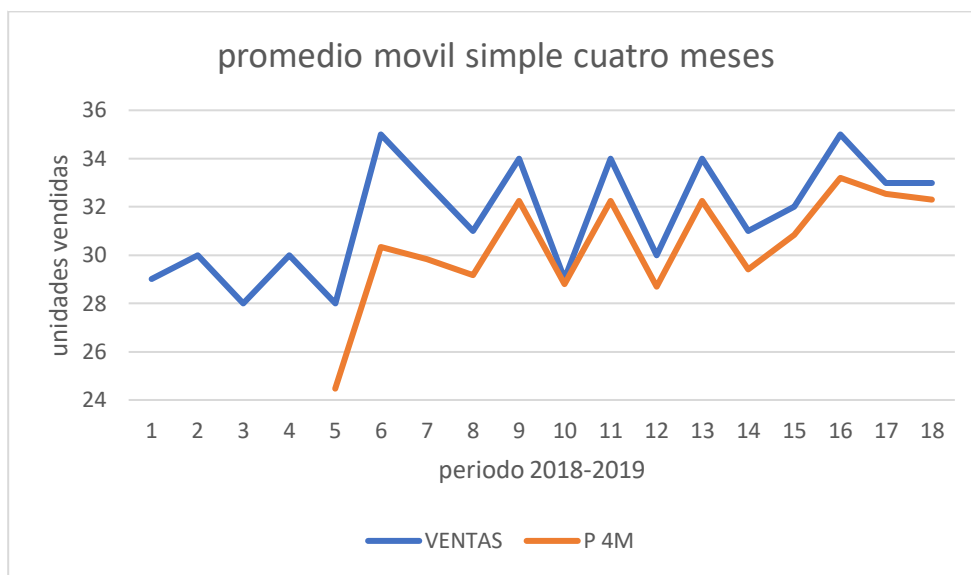
Figura 47. Error de pronóstico 3 meses con aplicación de índices de estacionalidad.



Fuente: elaboración propia.

El anterior gráfico de error de pronóstico para tres meses muestra datos negativos con una máxima desviación de cinco en el periodo seis.

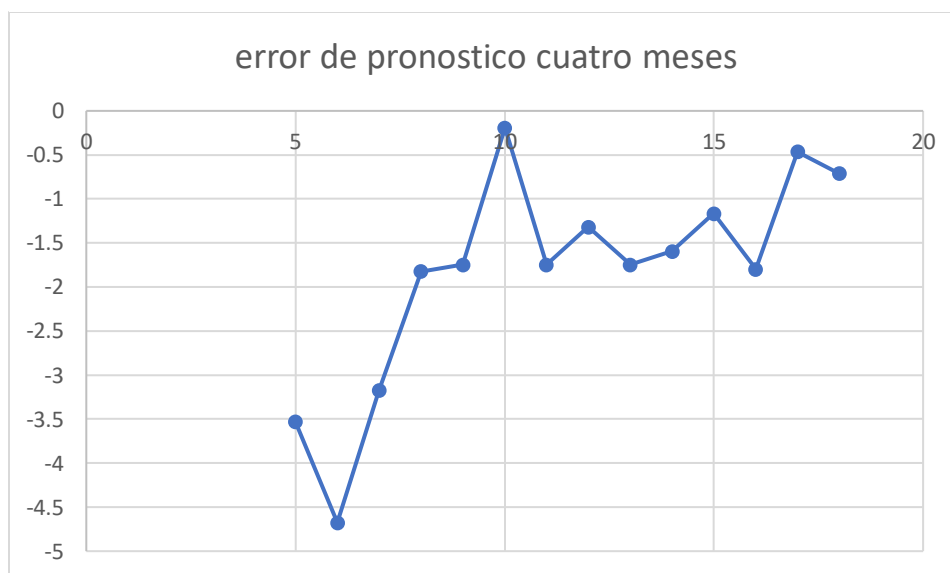
Figura 48. pronóstico promedio móvil simple 4 meses con aplicación de índices de estacionalidad.



Fuente: elaboración propia.

La anterior grafica se observa un ajuste de pronóstico con mejores ajustes que pronósticos por dos y tres meses.

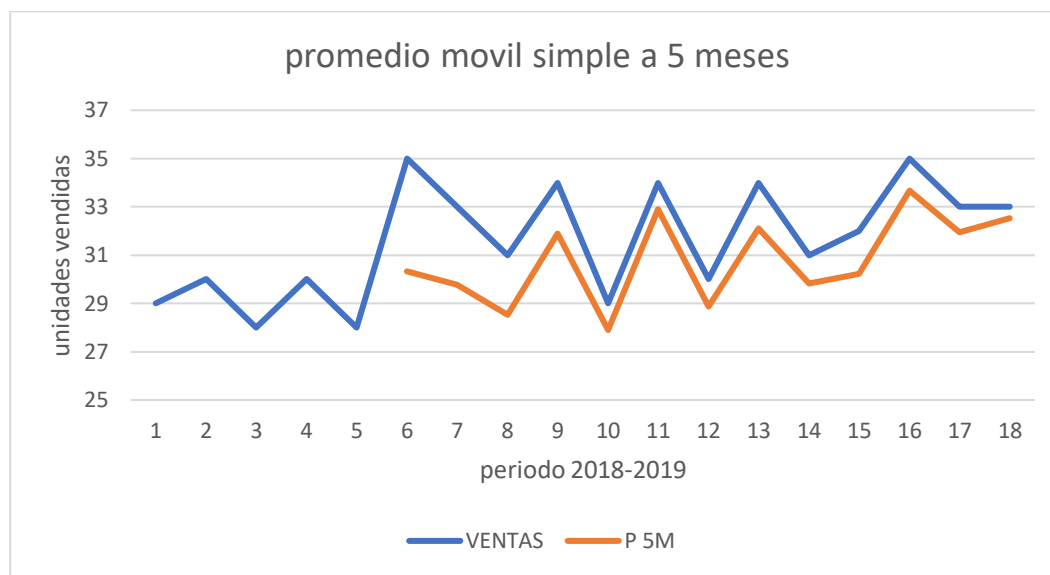
Figura 49. error de pronóstico promedio móvil simple 4 meses con aplicación de índices de estacionalidad.



Fuente: elaboración propia.

En la anterior grafica de error de pronóstico se observan todas las desviaciones negativas.

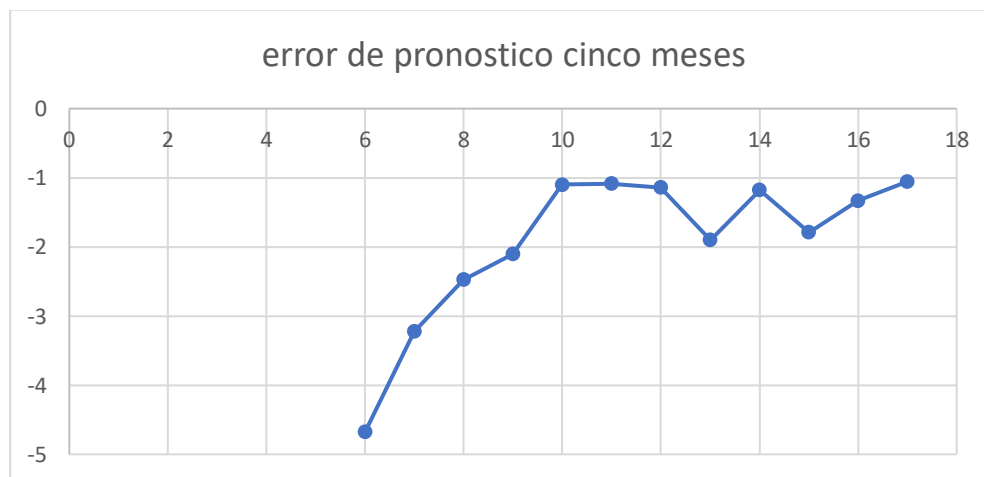
Figura 50. pronostico promedio móvil simple 5 meses con aplicación de índices de estacionalidad.



Fuente: elaboración propia.

A manera de conclusión es posible observar que a medida que se incrementan los periodos para pronosticar se obtiene un mejor ajuste de los mismos. Si bien el promedio móvil simple a cinco meses muestra un mejor ajuste comparándolo con los anteriores periodos.

Figura 51. error de pronostico promedio móvil simple 5 meses con aplicación de índices de estacionalidad.



Fuente: elaboración propia.

La anterior grafica indica que todas las desviaciones son negativas, pero muestra un mejor comportamiento que las anteriores graficas de error, para este periodo desde el mes 5 las desviaciones oscilan entre -1 y -2.

A continuación, se muestra una tabla comparativa con todas las medidas de error que ayudaran a definir cuál promedio presenta mejor ajuste.

Tabla 32. Errores de pronósticos promedio móvil simple con aplicación de índices de estacionalidad.

		Periodos de pronósticos			
		promedio 2M	promedio 3M	promedio 4M	promedio 5M
medidas de error	MAPE	6,11	5,79	5,67	5,50
	MAD	1,92	1,85	1,84	1,81
	MSE	5,40	5,29	4,75	4,44

Fuente: elaboración propia.

En la anterior tabla se observa que el pronóstico que mejor se ajusta a los datos es el promedio a cinco meses ya que presenta el menor MAPE.

#### 11.1.1.1.1.7.3.2. Promedio móvil ponderado con aplicación de índices de estacionalidad.

Para la realización del pronóstico promedio móvil ponderado aplicando índices de estacionalidad se utilizó la herramienta solver de Excel para determinar los pesos adecuados que minimicen la medida de error MAPE. Los pesos son relacionados a continuación:

Tabla 33. Pesos adecuados

t	w
1	0,380114846
2	0,429859423
3	0,190025724
SUMA	1

Fuente: elaboración propia.

Para el periodo uno el peso correspondiente es 0,38 para el segundo periodo 0,42 y para el periodo más reciente 0,19.

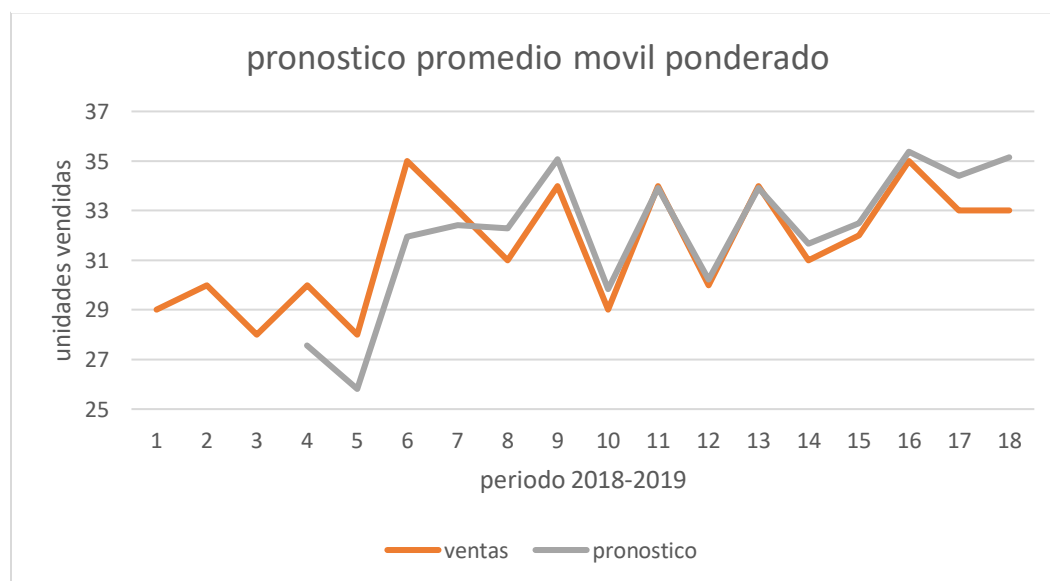
El pronóstico será calculado multiplicando el pronóstico por su respectivo índice de estacionalidad.

Tabla 34. promedio móvil ponderado con aplicación de índices de estacionalidad.

meses	ventas	pronostico	Desviación	índice esta	pronostico
1	29				
2	30				
3	28				
4	30	29,05	0,95	0,95	27,57
5	28	29,14	-1,14	0,89	25,81
6	35	28,86	6,14	1,11	31,95
7	33	31,04	1,96	1,04	32,40
8	31	32,91	-1,91	0,98	32,27
9	34	32,62	1,38	1,08	35,08
10	29	32,52	-3,52	0,92	29,83
11	34	31,53	2,47	1,08	33,91
12	30	31,85	-1,85	0,95	30,23
13	34	31,53	2,47	1,08	33,91
14	31	32,28	-1,28	0,98	31,66
15	32	32,10	-0,10	1,01	32,49
16	35	31,95	3,05	1,11	35,38
17	33	32,95	0,05	1,04	34,40
18	33	33,67	-0,67	1,04	35,15
total	569				
PROMEDIO	31,61				

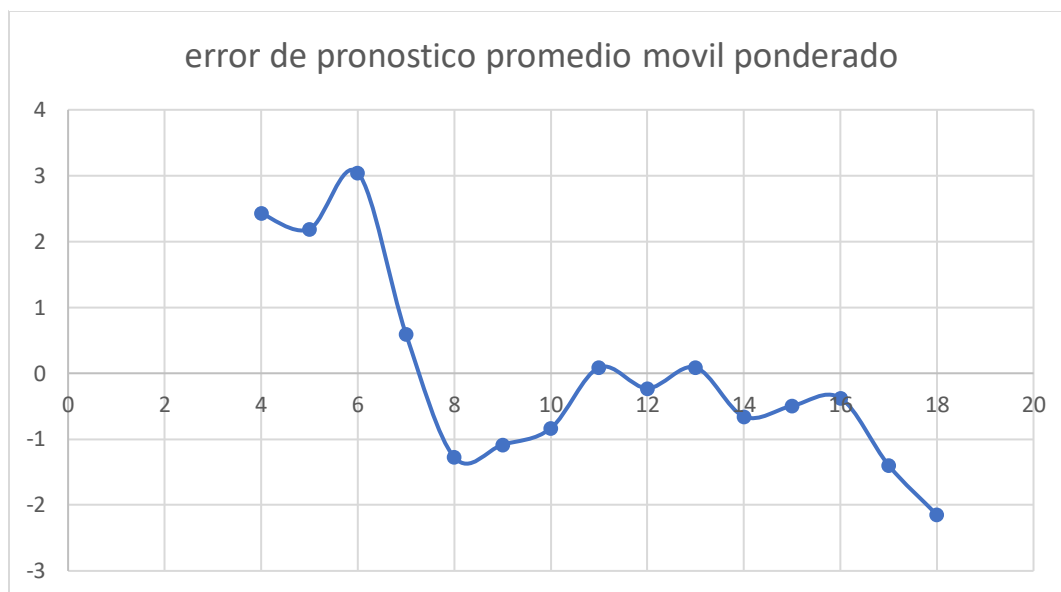
Fuente: elaboración propia.

Figura 52. grafica promedio móvil ponderado con aplicación de índices de estacionalidad.



En la figura 52 se observa una línea de pronóstico bastante ajustada con las ventas reales, la máxima diferencia entre ambas se encuentra en los periodos cinco y seis.

Figura 53. error pronostico promedio móvil ponderado con aplicación de índices de estacionalidad.



Fuente: elaboración propia.

En la figura 53 de error de pronóstico para el modelo de promedio móvil ponderado se observan datos aleatorios alrededor de cero la máxima desviación se encuentra en el periodo seis.

Tabla 35. medidas de error promedio móvil ponderado con aplicación de índices de estacionalidad.

promedio móvil ponderado		
		valor
medidas de error	MAPE	3,56
	MAD	1.13
	MSE	2.09

Fuente: elaboración propia.

El promedio móvil ponderado muestra un mejor ajuste de pronóstico en comparación con el promedio móvil simple. La medida de error MAPE es inferior se ubicó en 3.56 indicando que el modelo presenta una mejor exactitud al pronosticar ventas futuras en la empresa industrias san judas Ltda.

Para el cálculo del pronóstico por el modelo suavización exponencial se utilizó la siguiente formula:

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

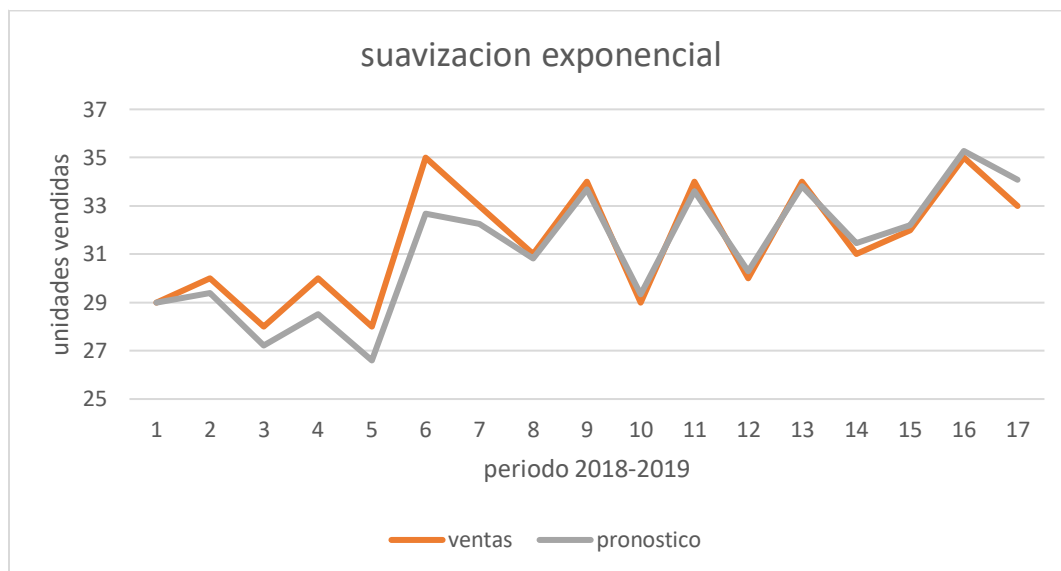
Para obtener el alfa ideal que minimice el error MAPE se usó como referencia el alfa dado en el método de pronóstico suavización exponencial sin la aplicación de índices de estacionalidad el cual fue de 0.25.

Tabla 36. pronóstico suavización exponencial con aplicación de índices de estacionalidad.

MESES	ventas	PRONOS T	índice esta	pronostic o
1	29	31,61	0,92	29,00
2	30	30,96	0,95	29,38
3	28	30,72	0,89	27,21
4	30	30,04	0,95	28,51
5	28	30,03	0,89	26,60
6	35	29,52	1,11	32,69
7	33	30,89	1,04	32,25
8	31	31,42	0,98	30,81
9	34	31,31	1,08	33,68
10	29	31,99	0,92	29,34
11	34	31,24	1,08	33,60
12	30	31,93	0,95	30,30
13	34	31,45	1,08	33,82
14	31	32,09	0,98	31,46
15	32	31,81	1,01	32,21
16	35	31,86	1,11	35,28
17	33	32,65	1,04	34,08
18	33	32,73	1,04	34,17
total	569			
promedi	31,61			

Fuente: elaboración propia.

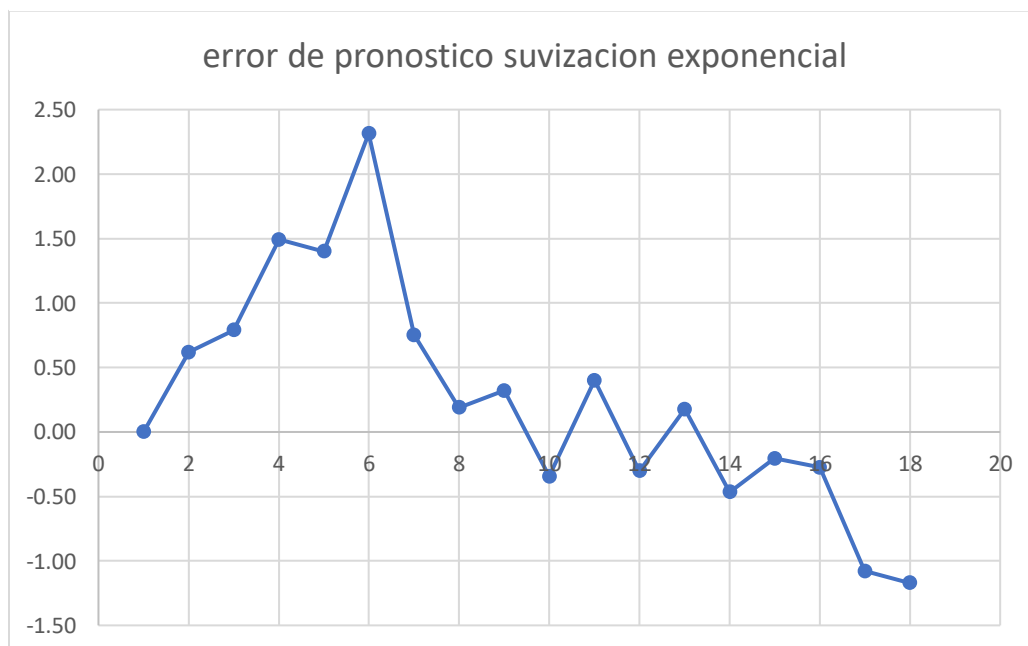
Figura 54. pronóstico suavización exponencial con aplicación de índices de estacionalidad.



Fuente: elaboración propia.

En la anterior grafica se observa un modelo de pronóstico muy bien ajustado al histórico de ventas, se procede a graficar la desviación como medida de error para comparar sus medidas con otros modelos de pronósticos.

Figura 55. error pronostico suavización exponencial con aplicación de índices de estacionalidad.





Fuente: elaboración propia.

En la figura 55 de error de pronóstico se observan desviaciones mínimas en comparación con las anteriores graficas de error presentadas en la presente investigación. La máxima desviación mostrada es de 2.3 en el periodo seis.

Tabla 37. errores de pronostico suavización exponencial con aplicación de índices de estacionalidad.

suavización exponencial ajustado con índices estacionales		
		valor
medi das de error	MAPE	2.29
	MAD	1.17
	MSE	0.85

Fuente: elaboración propia.

El pronóstico por suavización exponencial muestra un buen ajuste con respecto a las ventas reales. Se procede a realizar una tabla resumen con el objetivo de definir el modelo de pronóstico que presenta las menores medidas de error.

Tabla 38. Tabla resumen

	promedio simple 5M con (ie)	promedio ponderado con (ie)	suavización exponencial con (ie)
MAPE	5,5	3,56	2,29
MSE	4,44	2,09	0,85
MAD	1,81	1,13	1,17

Fuente: elaboración propia.

El pronóstico por suavización exponencial ajustado con índices estacionales es el que presenta menor medida de error MAPE. Muestra aún menor medida que el promedio móvil ponderado sin ajustes estacionales. Por tanto este modelo será propuesto para diseñar el plan maestro de producción en la empresa industrias san judas Ltda.

Tabla 39. Pronósticos proyectados a julio y agosto de 2019 por modelo suavización exponencial ajustado con índices estacionales

MESES	ventas	PRONOST	índice esta	pronostico
18	33	32,73	1,04	34,07
19		32,80	1,01	33,11
20		32,60	1,04	34,00

Fuente: elaboración propia.

## Capítulo 12

### 12. Plan Maestro de Producción del proceso de fabricación de los Piñones de la Empresa Industrias Metalmecánica San Judas Ltda.

#### 12.1. Plan maestro de producción

Luego de haber definido el pronóstico que mejor se ajusta a los datos de ventas el cual fue el modelo de suavización exponencial ajustado con índices estacionales, se procede a realizar el diseño del plan maestro de producción para la empresa industrias san judas Ltda.

El plan maestro será diseñado para calcular la producción semanal de piñones, esto con la finalidad que la empresa pueda cumplir con la demanda de sus clientes en los tiempos que ellos lo requieran.

En la tabla 40.se observan los pedidos de clientes para las primeras tres semanas del mes de julio 2019. Los pronósticos para las semanas serán calculados dividiendo el pronóstico mensual entre las cuatro semanas de cada mes.

Tabla 40. Pedidos de clientes mes de julio 2019

	jul-19			
semanas	1	2	3	4
pedidos de clientes	6	8	7	

Fuente: elaboración propia.

#### 12.1.1. Fuentes de demanda

Para el diseño del plan maestro de producción en la empresa industrias san judas Ltda. Se tendrán en cuenta dos fuentes de demanda; las unidades pronosticadas y los pedidos de los clientes.

El MPS son las unidades de piñones que serán necesarias fabricar para suplir la fuente de demanda.

El inventario final para cada semana es calculado a través de la siguiente formula:

$$inven. final = (MPS + inven. inicial) - max valor fuente de demanda$$

Se elegirá el máximo valor entre pedidos y pronósticos como fuente de demanda con la finalidad de satisfacer los requerimientos de los clientes.

El inventario final de cada semana será el inventario inicial de la siguiente semana.

La capacidad promedio de la planta es la capacidad mensual dividida entre las cuatro semanas para conocer la capacidad semanal.

La capacidad instalada es la capacidad de producción mensual con la que cuenta la empresa industrias san judas Ltda. La cual se detalla a continuación en la tabla 41

Tabla 41. información capacidad empresa industrias san judas Ltda.

trabajadores	1
horas trabajadas/día	8
días semana	6
horas semana	48

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 41 se muestran las horas de trabajo semanal con las que cuenta la empresa industrias san judas Ltda. Para satisfacer la demanda de sus clientes. La misma cuenta con 48 horas lo cual sería su capacidad semanal.

La capacidad requerida para cada semana será calculada a través de una regla de tres simples con la finalidad de conocer cuantas horas se necesitan para fabricar los piñones requeridos.

El déficit será la diferencia entre la capacidad instalada y la capacidad requerida, si el déficit es negativo indica que la planta no cuenta con la capacidad de producción y por tanto al finalizar la semana no se lograra satisfacer la demanda de los clientes al presentarse este caso se deben modificar las unidades a fabricar (MPS) en busca de disminuir este déficit o volverlo positivo.

### **12.1.2. Capacidad almacenamiento de la empresa industrias san judas Ltda.**

La empresa industrias san judas Ltda. Cuenta con una bodega de almacenamiento compuesta por dos estanterías las cuales tienen capacidad para almacenar 15 piñones. Los costos relacionados con el almacenamiento de piñones se detallan a continuación:

Tabla 42. Capacidad de almacenamiento

producto	cantidad	precio	costo unitario
costo grasa líquida	1 litro	20000	100
costo envoltura film	20 metros	15000	220

Fuente: elaboración propia.

Los costos de envoltura en film se calcularon midiendo la cantidad de film que se emplea para almacenar un piñón dividido entre los metros totales con los que cuenta la envoltura film.

### 12.1.3. Costos contratación mano de obra

El operador que se encarga de la fabricación de piñones tiene con la empresa industrias san judas Ltda. Un contrato verbal el cual le permite al empleador terminar su contratación sin previo aviso o finalizarlo cuando no haya más actividades por realizar. Los costos asociados con el empleado que fabrica los piñones se relacionan a continuación:

Tabla 43. Costos mano de obra

salario mensual	CPO 1500000
dotación	CPO 100000

Fuente: elaboración propia.

Según información suministrada por el gerente de la empresa en empleado debe pagar la salud y seguridad social del salario mensual devengado, la dotación son elementos como gafas de seguridad, casco y guantes esta dotación es entregada anualmente.

### 12.1.4. Costos de producción

Para esta investigación los costos de producción detallados no fueron posibles obtenerlos ya que el gerente de la empresa los considera como información confidencial prohibida de divulgar.

### 12.1.5. Stock de seguridad

La empresa tiene capacidad para almacenar en su bodega máxima 15 piñones, de acuerdo al comportamiento de la serie de tiempo para el periodo estudiado es posible definir el stock de seguridad en cinco piñones ya que la variación porcentual en el pronóstico de suavización exponencial es de dos piñones. La bodega no se llenará de producto ya que los costos de los materiales pueden variar en el tiempo afectando la productividad la productividad de la misma.

A continuación, se muestra el diseño del plan maestro de producción teniendo en cuenta las consideraciones antes mencionadas.

Tabla 44. diseño de plan maestro de producción industrias San judas Ltda.

PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN EMPRESA INDUSTRIAS SAN JUDAS LTDA.									
		jul-19				ago-19			
semanas		1	2	3	4	1	2	3	4
piñones	inventario inicial	3	5	5	5	3	5	5	5
	piñones pronosticados (suavi. expo)	8	8	8	9	8	8	9	9
	pedidos de clientes	6	8	7					
	inventario final	5	5	5	5	5	5	5	5
	MPS	10	8	8	9	10	8	9	9
	stock de seguridad	5	5	5	5	5	5	5	5
	capacidad promedio de planta	12	12	12	12	12	12	12	12

Fuente: elaboración propia.

Con la finalidad de suplir la demanda de los clientes y aprovechar al máximo los tiempos de producción para las cuatro primeras semanas del mes de julio se deben fabricar 8 piñones mientras que en la última semana se fabricaran 9 piñones para cumplir con los 33 piñones pronosticados en el mes de julio de 2019. Para el mes de agosto se deben fabricar 8 piñones las dos primeras semanas mientras que las dos últimas semanas se deberán fabricar 9 piñones para cumplir con el pronóstico de 34 piñones. se contará con un inventario de seguridad de cinco piñones para satisfacer posibles fluctuaciones en la demanda

A continuación, se relacionan las cantidades de piñones a fabricar (MPS) con la capacidad promedio de planta, también se mostrará el tiempo estándar medido en horas, este es el tiempo necesario para fabricar un piñón.

Tabla 45. relación piñones a fabricar vs capacidad de planta julio de 2019

Semanas	jul-19				tiempo estándar (horas)	total
	1	2	3	4		
piñones MPS	8	8	8	9	4,2	33
capacidad promedio de planta	48	48	48	48		192

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 45 se muestran las cantidades de piñones a fabricar (MPS) para cada semana y la capacidad promedio de la planta medida en horas de trabajo semanal. En la misma se puede observar que la empresa cuenta con 192 horas de trabajo mensual para fabricar las cantidades de piñones requeridas por sus clientes. Visto de otra manera la empresa industrias san judas Ltda. Cuenta semanalmente con 48 horas de trabajo para fabricar entre 8 y 9 piñones en el mes de julio de 2019.

Tabla 46. relación piñones a fabricar vs capacidad de planta agosto de 2019

Semanas	ago-19				tiempo estándar (horas)	total
	1	2	3	4		
piñones MPS	8	8	9	9	4,2	34
capacidad promedio de planta	48	48	48	48		192

Fuente: elaboración propia.

Para el mes de agosto la empresa cuenta con las mismas 48 horas semanales. Se deben producir en las dos primeras semanas 8 piñones y en las dos últimas 9 piñones.

A continuación, se mostrarán las comparaciones en tiempo medido en horas necesarias para cumplir con la demanda de los clientes. Para los meses de julio y agosto de 2019

Tabla 47. relación capacidades de planta y superávit julio de 2019

Semanas	jul-19			
	1	2	3	4
capacidad instalada	48	48	48	48
capacidad requerida	33,6	33,6	33,6	37,8
deficit-superavit	14,4	14,4	14,4	10,2

Fuente: elaboración propia.

Se aprecia que la empresa si cuenta con la capacidad para producir los piñones requeridos por sus clientes durante todas las semanas, con un superávit de 14.4 horas que podrán ser usados por el personal operativo en actividades como alimentación, necesidades fisiológicas, pausas activas, apoyo en otras áreas de la empresa.

Tabla 48. relación capacidades de planta y superávit agosto de 2019

	ago-19			
	1	2	3	4
Semanas	1	2	3	4
capacidad instalada	48	48	48	48
capacidad requerida	33,6	33,6	37,8	37,8
deficit-superavit	14,4	14,4	10,2	10,2

Fuente: elaboración propia.

En el mes de agosto se tendrá un menor superávit por el incremento de nueve piñones en las dos últimas semanas, pero de igual manera este tiempo puede ser invertido en la empresa en otras áreas de producción.



### 13. Conclusiones y Recomendaciones

Con la realización del presente trabajo se ha logrado analizar la planificación de la producción de productos que tienen mayor número de inconformidades (piñones) en la empresa industrias san judas Ltda. Esto debido a los altos números de inconformidades generadas por incumplimiento en tiempos de entrega de productos a sus clientes.

Si bien actualmente la empresa realiza programación de producción cuando tiene los productos fabricados este plan es poco eficiente ya que el área de producción no conoce que cantidades a producir ni que momentos originando que lleguen muchas ordenes de pedidos y el sistema colapse de esta forma en la búsqueda por encontrar un punto de equilibrio de producción nació la necesidad de la elaboración de un plan maestro de producción que permitiera programar la producción de piñones estándar K20 el cual será ocupado por el área de producción como patrón a la hora de planificar sus producciones mensuales.

Se comenzó por una fase de diagnóstico en la cual se conocieron detalles acerca del proceso productivo, maquinaria, puestos de trabajo, costos y diagramas de procesos. Así mismo se logró identificar el producto que presento mayor número de inconformidades, ventas, productividad en el periodo 2015-2018 el cual fue los piñones. En esta fase se realizaron análisis de demanda para el mismo periodo la cual permitió definir el método de pronóstico óptimo a implementar.

Una vez obtenida la capacidad de producción de piñones en la empresa, maquinaria, disponibilidad del personal se pudo comprobar que la empresa cuenta con todos los recursos para poder desarrollar el plan de producción propuesto en esta investigación. Se logró identificar que los altos números de inconformidades por incumplimiento en tiempos de entrega eran producto de una mala programación de la producción, ya que no se conocían las cantidades a producir.

Se utilizó el método de pronóstico suavización exponencial ajustado con índices estacionales con un alfa de 0.25 para calcular las ventas de los meses siguientes julio y agosto de 2019.

Con estos cálculos se pudo diseñar el plan maestro de producción el cual tomo como base el pronóstico de la demanda y sometido a los ajustes de unidades pertinentes.

El diseño de este plan maestro de producción será de gran utilidad para la planificación en todos los sentidos, por un lado, no se fabricarán unidades innecesarias, si bien la empresa tiene la mentalidad de que todo lo que se produzca sirve, los costos de almacenamiento pueden aumentar, por otro lado, si no se fabrican las cantidades necesarias se les incumple a los clientes. Esta es la mayor utilidad que entrega el plan maestro de producción, el poder organizar la producción de las unidades exactas a producir.

## Bibliografía

Cárdenas-Velandia, C. (2015). *Sistema de gestión de la producción para creaciones G.D.M. S.A.S.* (F. d. Industrial, Editor) Recuperado el 5 de Abril de 2019, de Tesis. Universidad Libre: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7852/CardenasVelandiaCamiloErnesto2015.pdf?sequence=1>

Chapman, A. (2006). *Aceptación y atención plena en la terapia conductual: una comparación de la terapia conductual dialéctica y la terapia de aceptación y compromiso.* Recuperado el 5 de Abril de 2019, de Revista. International Journal of Behavioral Consultation and Therapy. Vol. 2, No. 3, : [https://www.researchgate.net/publication/233757619\\_Chapman\\_2006](https://www.researchgate.net/publication/233757619_Chapman_2006)

Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministro.* México: Mc Graw Hill.

Condori-Condori, .. (2007). *Evaluación y propuesta de un sistema de planificación de la producción en una empresa dedicada a la fabricación de perfumes.* (F. d. Industrial, Editor) Recuperado el 5 de Abril de 2019, de Tesis. Pontificia Universidad Católica del Perú: [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/313/CONDORI\\_SANDRA\\_EVALUACI%C3%93N\\_Y\\_PROPOSTA\\_DE\\_UN\\_SISTEMA\\_DE\\_PLANIFICACI%C3%93N\\_DE\\_LA\\_PRODUCCI%C3%93N\\_EN\\_UNA\\_EMPRESA\\_DEDICADA\\_A\\_LA\\_F%C3%81BRICA\\_DE\\_PERFUMES.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/313/CONDORI_SANDRA_EVALUACI%C3%93N_Y_PROPOSTA_DE_UN_SISTEMA_DE_PLANIFICACI%C3%93N_DE_LA_PRODUCCI%C3%93N_EN_UNA_EMPRESA_DEDICADA_A_LA_F%C3%81BRICA_DE_PERFUMES.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Dominguez, J., & otros. (1995). *Dirección de operaciones: aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios.* (12° Ed. ed.). Madrid: McGrawHill.

Gaither, N., & Frazier, G. (2000). *Administración de producción* (6ta Edi ed.). Madrid: Cengage Learning Latim Am.

Gómez-Rabanales, K. (2011). *Elaboración de un plan de control de la producción para incrementar la eficiencia y productividad en una empresa dedicada a la manufactura de colchas y cubrecamas.* (F. d. Industrial, Editor) Recuperado el 5 de Abril de 2019, de Tesis. Universidad Rafael Landivar: [https://www.academia.edu/24263297/UNIVERSIDAD\\_RAFAEL\\_LAND%3%8DVAR](https://www.academia.edu/24263297/UNIVERSIDAD_RAFAEL_LAND%3%8DVAR)

González-Neira, E. (2004). *Propuesta para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Servióptica Ltda.* (F. d. Industrial, Editor) Recuperado el 5 de Abril de 2019, de Tesis. Pontificia Universidad Javeriana: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7118/tesis139.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

González-Ramírez, M. (2013). *Sistema para la planeación de requerimientos de materiales y el control de la producción (MRP).* (P. e. Telecomunicaciones, Editor) Recuperado el 5 de Abril de 2019, de Tesis. Universidad de Manizales: <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/handle/6789/110>

González-Riesco, M. (2006). *Gestión de la producción: cómo planificar y controlar la producción industrial* (1 ed. ed.). Madrid: Ideas propias.

Gutierrez-Macaya, N. (2014). *Diseño del plan maestro de producción para la pesquera Transantartic.* (E. d. Industrial, Editor) Recuperado el 5 de Abril de 2019, de Tesis. Universidad Austral de Chile: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bpmfcig984d/doc/bpmfcig984d.pdf>

Heizer, J., & Render, B. (1997). *Dirección de la producción.* (4ta Edición ed.). Madrid: Decisiones Tácticas.

Hernández-Galán, J. (2010). *Implementación de sistemas de planeación en la producción para la optimización de inventario.* (F. d. Industrial, Editor) Recuperado el 5 de Abril de 2019, de Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México:

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1441/tesis.pdf.pdf?sequence=1>

Huertas-Colmenares, N. (2011). *Planeación, programación y control de la producción en modas profesionales Dany E.U. Bogotá*. (F. d. Industrial, Editor) Recuperado el 5 de Abril de 2019, de Tesis. Universidad Libre:

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9435/Documento%20final.pdf?sequence=1>

Industrias Metálicas Miller. (2015). *Crecimiento de la industria metalmecánica en Colombia*. Recuperado el 28 de Febrero de 2019, de Blog Industrias Metálicas Miller: <http://www.immiller.com/noticias/108-crecimiento-de-la-industria-metalmecanica-en-colombia.html>

Méndez-Martínez, G. (2014). *Propuesta de un modelo de planeación de la Producción para la disminución de faltantes en el proceso de fabricación de pintura Automotiva*. (I. c. investigación, Editor) Recuperado el 5 de Abril de 2019, de Tesis. Instituto Politécnico Nacional: <http://148.204.210.201/tesis/1409766750676Tesisdemaestr.pdf>

Menesses-Parra, S. (2009). *Propuesta para la planeación táctica y operativa del departamento de producción urbano Express*. (P. I. Industrial, Editor) Recuperado el 5 de Abril de 2019, de Tesis. Universidad San Francisco de Quito: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/643/1/93009.pdf>

Morales-Ortega, F. (2012). *Plan maestro de producción para la categoría de carnicería de una cadena de supermercados*. (D. d. empresarial, Editor) Recuperado el 5 de Abril de 2019, de Tesis. Universidad Simón Bolívar: <https://docplayer.es/7735578-Universidad-simon-bolivar-decanato-de-estudios-profesionales-coordinacion-de-ingenieria-de-produccion-y-organizacion-empresarial.html>

Muñoz-Negrón, D. (2009). *Administración de operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocios*. Cengage Learning Editores.

Pau-ICos, J., & Navascués, R. (1998). *Manual de logística integral* (Ilustrada ed.). Ediciones Díaz de Santos.

Peralta, D. (2013). *Plan maestro de producción: qué necesitas para realizarlo*. Recuperado el 5 de Abril de 2019, de Blog Lean Manufacturing: <https://leanmanufacturing10.com/plan-maestro-de-produccion-que-necesitas-para-realizarlo#comments>

Procolombia. (2015). *La industria metalmecánica en Colombia*. Recuperado el 15 de Febrero de 2019, de Blog Procolombia: <http://www.procolombia.co/compradores/es/explore-oportunidades/industria-metalmec-nica>

Procolombia. (2019). Recuperado el 30 de febrero de 2019: <http://www.procolombia.co/compradores/es/explore-oportunidades/industria-metalmec-nica>

Sepúlveda-Hernández, H. (2016). *Diseño de un plan de producción con enfoque en minimización de mermas en el área de panadería de un supermercado*. (E. d. Industrial, Editor) Recuperado el 5 de Abril de 2019, de Tesis. Universidad Austral de Chile.: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/bpmfcis479d/doc/bpmfcis479d.pdf>

Vásquez-Médico, J. (2013). *Propuesta de un sistema de planificación de la producción aplicado a una empresa textil dedicada a la fabricación de calcetines*. (F. d. ingeniería., Editor, & E. I. Industrial, Productor) Recuperado el 5 de Abril de 2019, de Tesis. Pontificia Universidad Católica del Perú: [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4788/VASQUEZ\\_JOSE\\_SYSTEMA\\_PRODUCION\\_EMPRESA\\_TEXTIL\\_CALCETINES.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4788/VASQUEZ_JOSE_SYSTEMA_PRODUCION_EMPRESA_TEXTIL_CALCETINES.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Vertice, E. (2010). *Gestión de calidad. ISO 9001-2008*. Madrid: Publicaciones Verticies.

Vidal-Mugica, R. (2012). *Sistemas de producción*. (B. Academia, Editor) Recuperado el 5 de Abril de 2019, de Unidad de gestión de la producción animal. ICATC. Universidad Austral de Chile: [https://www.academia.edu/14500466/SISTEMAS\\_DE\\_PRODUCION](https://www.academia.edu/14500466/SISTEMAS_DE_PRODUCION)

Villay-Pereira, A. (2013). *Análisis y desarrollo del sistema de planeación y control de la producción en una empresa de confecciones*. (F. d. Industrial, Editor) Recuperado el 5 de Abril de 2019, de Tesis. Universidad Autónoma de Occidente: <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/5333/1/TID01714.pdf>

Villegas-Salazar, J. (2017). *Diseño de un sistema de planeación de la producción en la empresa Confecciones A&J S.A.S.* (F. d. Industrial, Editor) Recuperado el 5 de Abril de 2019, de Tesis. Universidad Autónoma de Occidente.: <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/9485/1/T07155.pdf>

Vollmann, T., & otros. (1995). *Sistema de planificación y control de la producción* (Vol. N°1). Madrid: Tecnologías de gerencia y producción.

## Anexos Evidencias Fotográficas

Figura 56. Desorganización de productos en bodega



Fuente: Empresa Industrias Metalúrgicas San Judas Ltda.

Figura 57. Distribución física



Fuente: Empresa Industrias Metalúrgicas San Judas Ltda.