

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO AL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LA
EMPRESA FORTECMA S.A.S POR MEDIO DE MODELOS HEURÍSTICOS Y
TÉCNICAS OPERACIONALES**

CARLOS ALBERTO CALA HERNANDEZ ID: 311152

JUAN SEBASTIAN CARDENAS MORA ID: 308580

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL

SANTA FÉ DE BOGOTÁ

2018

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO AL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LA
EMPRESA FORTECMA S.A.S POR MEDIO DE MODELOS HEURÍSTICOS Y
TÉCNICAS OPERACIONALES**

CARLOS ALBERTO CALA HERNANDEZ ID: 311152

JUAN SEBASTIAN CARDENAS MORA ID: 308580

**Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Industrial a través del semillero
de investigación CIEMO (Centro de investigación estratégica de producción y
operaciones)**

Director: Carlos Ollivella

Ingeniero Industrial

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL

SANTA FÉ DE BOGOTÁ

2018

Contenido

1	RESUMEN	8
1.1	PALABRAS CLAVES	8
2	INTRODUCCION	9
3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
4	PREGUNTA DE INVESTIGACION	11
5	JUSTIFICACION	12
6	OBJETIVOS	13
6.1	OBJETIVO GENERAL	13
6.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
7	HIPOTESIS	14
8	MARCO TEORICO	15
8.1	DESCRIPCIÓN GRAFICA	15
8.2	SISTEMAS FLEXIBLES DE MANUFACTURA	15
8.3	DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO	17
8.4	PRONOSTICO DE LA DEMANDA	18
8.4.1	Pronostico por patrones estacionales, método estacional multiplicativo	19
8.4.2	Pronostico modelo ARIMA	20
8.4.3	Pronostico por regresión lineal	21
8.5	ESTUDIO DE TIEMPOS	21
8.6	CAPACIDAD DISPONIBLE	24
8.7	INVENTARIOS	25
8.7.1	Inventarios con regresión lineal	27
8.8	PLAN MAESTRO DE PRODUCCION (MPS)	28
8.9	PUNTO DE EQUILIBRIO	29
8.10	FLOW SHOP	30
8.11	DISTRIBUCION EN PLANTA	30
9	MARCO CONCEPTUAL	32
9.1	PRONOSTICOS DE LA DEMANDA	33
9.2	ESTUDIO DE TIEMPOS	34
9.3	CAPACIDAD DISPONIBLE	34
9.4	INVENTARIOS CON REGRESION LINEAL	35

9.5	PUNTO DE EQUILIBRIO.....	36
9.5.1	Punto de equilibrio vs capacidad disponible.....	36
9.6	PLAN MAESTRO DE PRODUCCION (MPS)	36
9.7	FLOW SHOP.....	37
9.8	DISTRIBUCION EN PLANTA.....	37
10	ANTECEDENTES	39
11	METODOLOGIA Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACION	41
11.1	DIAGRAMA DE ISHIKAWA O DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO	41
11.2	PRONÓSTICOS	42
11.2.1	Pronostico por patrones estacionales	42
11.3	ESTUDIO DEL TRABAJO (TIEMPOS ESTÁNDAR)	54
11.4	CAPACIDAD DISPONIBLE	59
11.5	INVENTARIOS CON REGRESION LINEAL.....	67
11.6	MPS (PLAN MAESTRO DE PRODUCCION)	69
11.7	PUNTO DE EQUILIBRIO.....	86
11.8	PUNTO DE EQUILIBRIO vs CAPACIDAD	95
11.9	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	96
11.9.1	Sistema físico actual.....	96
11.9.2	Representación:	98
11.9.3	Sistema Físico Propuesto	99
11.10	FLOW SHOP	101
12	ANALISIS DE RESULTADOS	114
13	CONCLUSIONES	117
14	BIBLIOGRAFÍA	119

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Fuente propia. (2017). Grafico marco teórico.....	15
Ilustración 2. (Ministerio de Sanidad Servicios sociales e igualdad España, 2014). Esquema de diagrama de causa y efecto.....	18
Ilustración 3. Fuente propia. (2017).Estructura planteada para dar solución a las problemáticas.....	32
Ilustración 4. Fuente propia. (2017). Distribución en planta óptima para FORTECMA	38
Ilustración 5. Fuente propia. (2017). Espina de pescado problemáticas del área de producción en FORTECMA S.A.S.....	41
Ilustración 6. Fuente propia. (2017). Grafica de la demanda real contra el pronóstico estacional para cocinas.....	43
Ilustración 7. Fuente propia. (2017). Grafica de la demanda real contra el pronóstico estacional para puertas.....	44
Ilustración 8. Fuente propia. (2017). Grafica de la demanda real contra el pronóstico estacional para closets.....	45
Ilustración 9. Fuente propia. (2017). Grafica de la demanda real contra el pronóstico estacional para muebles de baño.....	46
Ilustración 10. Fuente propia. (2017). Errores de pronostico patrones estacionales Vs Arima.....	50
Ilustración 11. Señal de rastreo para cocinas.....	51
Ilustración 12. Señal de rastreo para puertas.....	52
Ilustración 13. Señal de rastreo para closet.....	52
Ilustración 14. Señal de rastreo para muebles de baño.....	53
Ilustración 15. Fuente propia (2017). Porcentaje de participación de los cuatro productos.....	59
Ilustración 16. Fuente propia (2017). Sistema físico FORTECMA.....	97
Ilustración 17. Fuente propia (2017). Representación del plano de procesos.....	99
Ilustración 18. Fuente propia (2017). Layout propuesto para FORTECMA.....	100
Ilustración 19. Fuente propia (2017). Modelo de flow show.....	101

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Benjamín Niebel (2009). Numero recomendado de ciclos de observación	23
Tabla 2. (Sipper & Bulfin, 1998). Tabla general de modelos de inventarios	27
Tabla 3. Fuente propia. (2017). Pronostico estacional para cocinas.	43
Tabla 4. Fuente propia. (2017). Pronostico estacional para puertas.	44
Tabla 5. Fuente propia. (2017). Pronostico estacional para closets.	45
Tabla 6. Fuente propia. (2017). Pronostico estacional para muebles de baño.	46
Tabla 7. Fuente propia. (2017). Parámetros estadísticos para cocina.	47
Tabla 8. Fuente propia. (2017). Parámetros estadísticos para puertas.	48
Tabla 9. Fuente propia. (2017). Parámetros estadísticos para closets.	48
Tabla 10. Fuente propia. (2017). Parámetros estadísticos para muebles de baño.	49
Tabla 11. Fuente propia. (2017). Tabla de Errores de Pronostico	50
Tabla 12. Comparación de las señales de rastreo de los cuatro productos de los cuatro productos.	51
Tabla 14. Fuente propia. Tabla de variables cálculo de demanda.	60
Tabla 15. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de marzo.	61
Tabla 16. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de abril.	62
Tabla 17. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de mayo.	62
Tabla 18. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de junio.	62
Tabla 19. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de julio.	63
Tabla 20. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de julio.	63
Tabla 21. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de septiembre.	64
Tabla 22. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de octubre.	64
Tabla 23. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de noviembre.	65
Tabla 24. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de diciembre.	65
Tabla 25. Fuente propia (2017). Capacidad mensual para el año 2016.	66
Tabla 26. Fuente propia (2017). Análisis de varianza de un solo factor para capacidad disponible.	67
Tabla 27. Fuente propia (2017). Agrupación de productos para regresión lineal.	68
Tabla 28. Fuente propia (2017). Análisis de varianza regresión lineal.	68
Tabla 29. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción enero.	69
Tabla 30. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción febrero.	69
Tabla 31. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción marzo.	
Tabla 32. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción abril.	
Tabla 33. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción mayo.	70
Tabla 34. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción de junio	71
Tabla 35. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción de julio.	71
Tabla 36. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción de agosto.	71
Tabla 37. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción de septiembre.	72
Tabla 38. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción de octubre.	72
Tabla 39. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción de noviembre.	72
Tabla 40. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción de diciembre.	73
Tabla 41. Fuente propia (2017). MPS mes de enero.	74

Tabla 42. Fuente propia (2017). MPS mes de febrero.	75
Tabla 43. Fuente propia (2017). MPS mes de marzo.....	76
Tabla 44. Fuente propia (2017). MPS mes de abril.	77
Tabla 45. Fuente propia (2017). MPS mes de mayo.....	78
Tabla 46. Fuente propia (2017). MPS mes de junio.	79
Tabla 47. Fuente propia (2017). MPS mes de julio.	80
Tabla 48. Fuente propia (2017). MPS mes de agosto.	81
Tabla 49. Fuente propia (2017). MPS mes de septiembre.	82
Tabla 50. Fuente propia (2017). MPS mes de octubre.	83
Tabla 51. Fuente propia (2017). MPS mes de noviembre.	84
Tabla 52. Fuente propia (2017). MPS mes de diciembre.	85
Tabla 53. Fuente propia (2017). Tabla de costos para cocina.	86
Tabla 54. Fuente propia (2017). Tabla de costos para closet.	87
Tabla 55. Fuente propia (2017). Tabla de costos para puertas.	88
Tabla 56. Fuente propia (2017). Tabla de costos para mueble de baño.....	89
Tabla 57. Fuente propia. Costos Indirectos Mensuales.	90
Tabla 58. Fuente propia (2017). Depreciación de activos.	90
Tabla 59. Fuente propia (2017). Calculo de punto de equilibrio para cocinas.	92
Tabla 60. Fuente propia (2017). Calculo de punto de equilibrio para closets.	92
Tabla 61. Fuente propia (2017). Calculo de punto de equilibrio para puertas.....	93
Tabla 62. Fuente propia (2017). Calculo de punto de equilibrio para muebles de baño.	94
Tabla 63. Fuente propia (2017). Punto de equilibrio Vs Capacidad.	95
Tabla 64. Fuente propia (2017). Punto de equilibrio vs capacidad vs demanda.	96
Tabla 65. Fuente propia (2017). Flow Shop proceso de trazo.....	103
Tabla 66. Fuente propia (2017). Días requeridos para cumplir con el pronóstico.	104
Tabla 67. Fuente propia (2017). Flow Shop para el mes de enero, proceso de despiece. .	105
Tabla 68. Fuente propia (2017). Días requeridos para cumplir con el pronóstico.	106
Tabla 69. Fuente propia (2017). Flow Shop para el mes de enero, proceso de corte.....	107
Tabla 70. Fuente propia (2017). Días requeridos para cumplir con el pronóstico.	108
Tabla 71. Fuente propia (2017). Flow Shop para el mes de enero, proceso de enchape. ...	109
Tabla 72. Fuente propia (2017). Días requeridos para cumplir con el pronóstico.	110
Tabla 73. Fuente propia (2017). Flow Shop para el mes de enero, proceso de armado. ...	111
Tabla 74. Fuente propia (2017). Días requeridos para cumplir con el pronóstico.	112
Tabla 75. Fuente propia (2017). Planeación de días adecuados para el cumplimiento de la demanda.	113
Tabla 76. Fuente propia (2017). Porcentaje de crecimiento para cocinas.....	114
Tabla 77. Fuente propia (2017). Porcentaje de crecimiento para puertas.	115
Tabla 78. Fuente propia (2017). Porcentaje de crecimiento para closets.....	115
Tabla 79. Fuente propia (2017). Porcentaje de crecimiento para muebles.....	116

1 RESUMEN

El trabajo investigativo tiene la finalidad de buscar y analizar diferentes problemáticas que puede afrontar una empresa en las diferentes áreas que la componen y crear estrategias bajo determinadas limitaciones que permitirán la eliminación de las causas que alteran el óptimo funcionamiento en el sistema de producción. Para el caso práctico se tomó como referente a una empresa del sector de bienes dedicada a la elaboración de productos mobiliarios. Se inició con un estudio de campo donde se utilizó una herramienta de calidad, fue fundamental su aplicación ya que se pudo obtener información de las problemáticas evidenciadas en cada área. El área escogida para el estudio fue producción, donde se reflejaron alteraciones que no permitían la flexibilidad del sistema. Una vez definidas las problemáticas se trazó el plan de trabajo dando inicio a la estructura de la metodología a desarrollar, que a modo general, consistía en emplear el modelo matemático apropiado que diera solución final a una determinada problemática. Fue indispensable la recopilación de datos históricos para tener una posible idea acerca de la situación real y comenzar a darles el uso adecuado según los modelos matemáticos que se emplearon en el desarrollo de la investigación. La empresa estará favorecida en la medida que implementen los modelos que se plantearon y que serán expuestos a lo largo de este trabajo, ya que está pensado en el aumento de la productividad y todo lo que conlleva este término como para citar la calidad en los productos, relaciones con los clientes, aumento de los ingresos, prestigio en el sector, acompañado del uso de tácticas operacionales y administrativas modernas.

1.1 PALABRAS CLAVES

Crecimiento, Flexibilidad, Modelos Matemáticos, Productividad.

2 INTRODUCCION

La investigación se lleve a cabo con el interés de examinar la situación real de la empresa FORTECMA S.A.S en relación al componente productivo, analizando las causas que generaban problemas y proponer unas mejoras para pasar de un sistema de producción empírico a uno basado en modelos matemáticos, de fácil apropiación para la toma de decisiones por parte de la gerencia. Se pudo evidenciar la falta de planeación estratégica, ocasionada a partir de la falta de conocimiento interno de las empresas y a la falta de comprensión de las situaciones del mercado provocando dilemas para actuar prontamente y brindar soluciones eficaces. Por tal razón nos vemos en la necesidad intervenir para mejorar las condiciones de las empresas y que este proyecto sirva como referente científico para la construcción de una educación profesional de alta calidad. Se inició con el análisis del sistema productivo, para lo cual se utilizó el diagrama de Ishikawa o comúnmente conocido como espina de pescado. A través de este diagrama se puede plasmar de forma gráfica las causas que generan problemáticas en la empresa o en determinada área que se esté evaluando. La aplicación de los modelos matemáticos comenzó con el pronóstico de demanda por patrones estacionales, para lo cual se utilizaron datos históricos de las unidades vendidas. El pronóstico de demanda es utilizado para conocer o prever las condiciones del mercado y permite que las empresas se anticipen de manera oportuna en la elaboración de productos para satisfacer las unidades demandas por los clientes. Fue indispensable el cálculo del pronóstico para desarrollar otros modelos como los inventarios por regresión lineal, modelo el cual se trabajó por agrupación de familias de productos, se utilizó también para el plan maestro de producción (MPS) en el cual se programa para cada mes y para cada semana la producción teniendo en cuenta la capacidad disponible y los tiempos estándar de los productos. El pronóstico de demanda se aplicó para el modelo de flow shop el cual es utilizado en producción cuando el producto debe pasar por cada uno de los procesos en un orden consecutivo ascendente, optimizando los tiempos de entrega de los productos. Para continuar con la investigación, otro modelo utilizado fue el cálculo de los tiempos estándar, donde primero se debe tomar unos tiempos por cada proceso y determinar el tamaño de muestra que son las veces que se deben tomar los tiempos en cada proceso. La capacidad disponible se puede calcular tanto en unidades como en tiempo, se deben tener en cuenta unas variables como por ejemplo se debe calcular parra cada proceso tomando como referencia los días hábiles, las horas turno entre otros. Por último se realizaron las pruebas estadísticas para validar si los modelos mencionados anteriormente se ajustaban a las condiciones reales de la empresa, en nuestro caso todos los modelos se acoplan a la empresa, cabe mencionar que las pruebas se deben realizar para muestras independientes. Otro de los últimos modelos que se desarrollaron fue el layout que es la distribución en planta y para evidenciar la efectividad de estos modelos se realizó el análisis de crecimiento, donde sí se llegasen a implementar estos modelos el porcentaje de crecimiento para la empresa en estudio será del 50%.

3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente la empresa FORTECMA no cuenta con un sistema de producción establecido por parámetros o modelos matemáticos, sino por el contrario, coordina las actividades de manufactura a través del conocimiento emperico adquirido por la experiencia tanto de sus operarios como del gerente general. Por esta razón se realizó una investigación en la cual se encontraron las problemáticas del área de producción, se usaron herramientas para adecuar el sistema de producción a uno flexible y se hicieron unas respectivas recomendaciones para que se implementaran en la compañía en mención. La empresa fabrica muebles como lo son cocinas integrales, muebles de baño, puertas, y closets entre otros productos

Se encontraron problemas relacionados con la demanda, estandarización de procesos, capacidad disponible inventarios, punto de equilibrio, programación de la producción, distribución de la planta. Este conjunto de problemáticas ocasiona el aumento de los tiempos de entrega de los productos, altos costos, retrasos en la producción y demás.

4 PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Cómo cambiar un sistema de producción emperico a un sistema de producción flexible que se ajuste a cualquier nivel de demanda?

5 JUSTIFICACION

Este proyecto de investigación es realizado con el fin de evaluar los diferentes problemas que se encuentran a través de la cadena de abastecimiento en la empresa FORTECMA, ya que en la evaluación previa se evidencian procesos deficientes en las áreas de producción, administración y despacho, siendo esto un factor importante ya que al no funcionar adecuadamente el proceso, los tiempos de entrega son deficientes y por esta razón los clientes internos y externos presentan insatisfacción y además de ello impide que la empresa tenga un mayor porcentaje de crecimiento y acceso a nuevos mercados.

A parte de evaluar los problemas internos y externos de la compañía también se plantea el diseño de un modelo de sistemas flexibles que permita a la compañía solventar un mayor nivel de demanda según la estacionalidad del mercado y también mejorar los procesos en aras de satisfacer de manera eficiente la demanda con los recursos que actualmente posee la compañía.

Algunos de los modelos sugeridos en las diferentes etapas del proceso para modelar la demanda futura son: Modelo de pronóstico estacional, ya que permite evaluar de manera eficiente cuanto será la demanda a la cual se tendrá que enfrentar la compañía, otro de los modelos sugeridos es el de capacidad disponible el cual permite evidenciar cuantas unidades puede procesar el sistema de producción actual este modelo es uno de los más importantes ya que sin él no se conoce el tiempo de capacidad por máquina-hombre instalada, por otra parte el modelo de estudio de tiempos contribuye a saber el tiempo estándar por unidad de producto, el MPS es otro de los modelos sugeridos ya que con este permite observar a partir de los inventarios y el tiempo estándar los meses en que se presentaran superávit o déficit de producción esto es clave ya que de esta manera permite proponer acciones de mejora en aquellos meses que se presente déficit de capacidad de producción, por consiguiente se diseñó el modelo de inventarios en el cual a partir de las unidades procesadas se diseñó un stock de seguridad que permitiera tener disponibilidad de materiales para los diferentes productos que se realizan en la compañía, por último se propone el modelo de Flow Shop con él la compañía podrá evidenciar como sería su proceso de manera eficaz y como este permitiría tener un mayor porcentaje de crecimiento, estos y otros modelos que en todo el proyecto son sugeridos permitirán que la compañía tenga una mejor visión general de la situación actual y las alternativas de mejora posibles en cada parte del proceso y como estas afectarían positivamente las diferentes áreas del proceso.

6 OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta operacional mediante herramientas heurísticas para la mejora del proceso de producción de la empresa FORTECMA S.A.S

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el estado actual del sistema productivo a través del análisis operacional con el uso de herramientas heurísticas.
- Indagar sobre el uso y aplicación de las herramientas heurísticas aplicables a la mejora y control del proceso productivo por medio del análisis estadístico.
- Generar propuesta que permitan la aplicabilidad de las herramientas heurísticas al proceso productivo.
- Desarrollar un modelo operacional óptimo ajustable a los requerimientos del mercado.

7 HIPOTESIS

A través de la observación y análisis interno y externo de la empresa FORTECMA se encontró variedad de problemáticas que afectan la cadena de abastecimiento, entre los principales se encuentra el sistema de producción empírico dado que este sistema se encuentra basado en criterios de volumen y no en planeación, en segunda medida se encuentra que no están parametrizados factores como inventarios, control de materias primas, tiempos estándar y capacidad disponible lo cual impide que el sistema fluya de manera continua y se pueda adaptar a las necesidades del mercado, es por esta razón que el proyecto va dirigido a proponer un sistema de producción flexible que le permita a la compañía tener un mayor % de crecimiento y que a través de los modelos propuesto se contribuya a la eficiencia y manejo óptimo de los recursos retomando así la pregunta de tesis que se busca resolver: ¿Cómo cambiar un sistema de producción empírico a un sistema de producción flexible que se ajuste a cualquier nivel de demanda?, los modelos propuestos son los siguientes:

Para empezar y validar cuales modelos son de mayor importancia para mejorar la cadena de abastecimiento se encuentra el modelo de pronostico el cual busca mostrar la demanda futura a la cual la empresa se tendrá que adaptar y modificar sus procesos de tal manera que cumpla con la demanda y nunca estén por debajo del punto de equilibrio, entre los modelos utilizados y con mayor grado ajuste se encuentran los siguiente: Arima, regresión lineal y pronostico estacional, todos estos modelos se validaran a través de pruebas estadísticas para muestras independientes, algunas de las pruebas que permitirán validar (H_0 : Ajuste del modelo a la tendencia de los datos), están la prueba T, ANOVA, Comparación de medias y medianas, también el cálculo del error de pronostico y señal de rastreo, cabe destacar que los inventarios propuestos por regresión lineal se validaran por medio de la prueba F y análisis de pruebas independientes, por otra parte para definir el tiempo estándar se busca probar que el modelo de estudio de trabajo por medio del modelo de regresos a cero será el más eficiente y permitirá obtener el tiempo estándar de cada proceso de producto, por otra parte el modelo de capacidad disponible también será clave ya que con él se buscara saber la capacidad de la empresa para afrontar la demanda futura este modelo también se validara a través de pruebas de muestras independientes y análisis estadístico, el modelo MPS y Flow Shop son dos modelos que permitan evidenciar si lo anterior descrito se acopla realmente a las necesidades de la compañía.

8 MARCO TEORICO

8.1 DESCRIPCIÓN GRAFICA

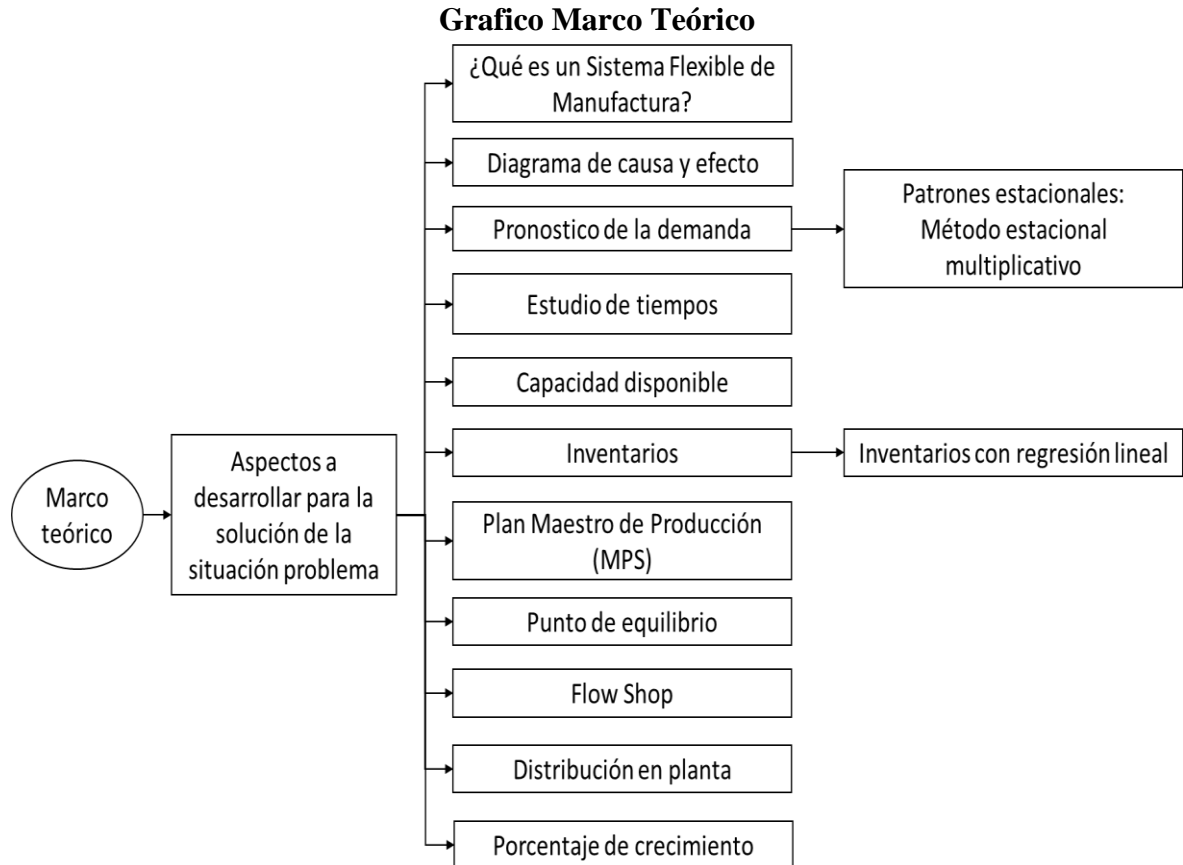


Ilustración 1. Fuente propia. (2017). Grafico marco teórico

8.2 SISTEMAS FLEXIBLES DE MANUFACTURA

Para hablar de un sistema flexible de manufactura es importante traer al contexto actual los avances en materia tecnológica, los avances en sistemas de producción, el alto grado de desempeño del componente humano hablando desde la parte directiva, profesional y operacional para mezclar estos y otros componentes dentro de cada organización dedicada a la producción de bienes y dar como resultado un sistema capaz de adaptarse y cumplir con las necesidades cambiantes de los clientes.

Los Sistemas de Manufactura Flexible es un concepto avanzado en la forma de operar de las empresas donde se evidencian las siguientes características (Rubinfeld, 2004):

- Grupos de trabajo conformados por un determinado número de integrantes, responsables de un proceso completo, orientados a la producción de un bien o servicio.
- Empleados con cualidades poli-funcionales.
- Máximo aprovechamiento de los recursos humanos como de los materiales.
- Competitividad incrementada por resultados rentables, productos o servicios terminados y clientes satisfechos.

Lo anterior son los elementos esenciales presentes en cualquier sistema de producción flexible y por ende son el principal eje para que las organizaciones planteen sus objetivos operacionales basados en dichos principios.

Cabe resaltar que otros autores se basan en el aspecto tecnológico para definir a un sistema flexible de manufactura, por esa razón (Heizer & Render, 2009) afirman: “SMF: Sistema que usa una célula de trabajo automatizada que se controla mediante señales electrónicas desde una instalación de computadora central común” (p. 275). Con lo cual dejan en manifiesto la importancia de la automatización de los procesos, es decir que la celda de trabajo puede cambiar la forma de producción teniendo en cuenta las características de los productos, los materiales y los procesos ya que al depender de las ordenes de una computadora el sistema identifica lo que se debe tener en los grupos de trabajo para comenzar a operar. Vemos estas condiciones tan avanzadas en la producción de autos y como es bien conocido por los profesionales de la ingeniería industrial la empresa más especializada en ese sector es TOYOTA, que ha creado una serie de herramientas para mejorar la calidad y la operación de sus procesos sirviendo como referido para otras organización que ven en ella el alto aumento de la productividad y altos estándares de cumplimiento con sus clientes.

(Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) Afirman:

La flexibilidad, desde una perspectiva estratégica, se refiere a la capacidad de la compañía para ofrecer una amplia variedad de productos a sus clientes. Un elemento muy importante de la capacidad para ofrecer diferentes productos es el tiempo que la compañía necesita para desarrollar un nuevo producto y para transformar sus procesos a efecto de poder ofrecer el nuevo producto. (p. 24).

Aquí se tiene un concepto de flexibilidad basado en el componente estratégico pero que en forma general ubica al concepto de SMF (Sistema Flexible de Manufactura) en lo

que hemos visto hasta el momento y también mencionan una definición ligado al concepto de capacidad: Flexibilidad de la capacidad significa que se tiene la capacidad para incrementar o disminuir los niveles de producción con rapidez, o de pasar la capacidad de producción de forma expedita de un producto o servicio a otro. Esta flexibilidad es posible cuando se tienen plantas, procesos y trabajadores flexibles, así como estrategias que utilizan la capacidad de otras organizaciones. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) (p. 126). Con esta definición hablamos de la velocidad con la cual es sistema se adapta según los requisitos que debe tener un producto y como es bien renombrado para que exista un sistema de producción deben acoplarse en un solo lugar la planta de producción, el proceso y la mano de obra. Cada aspecto tienen su propia flexibilidad, por ejemplo un proceso es flexible cuando puede combinar la rápida adaptación de los equipos y del sistema como tal para realizar productos a bajo costo como se conoce como economía de alcance.

Es importante la aplicación de estos conceptos y demostrar en estudios investigativos como desde la parte educativa estas definiciones pasa de ser teóricas a través de la implementación en la práctica y que mejor si son realizados en nuestro territorio. Por tal razón se desarrolló una investigación en la cual se buscaba comenzar a medir la flexibilidad bajo los parámetros de la curva de costo unitario en dos líneas de ensamble, para lo cual se requiere la recopilación de datos históricos y poder determinar su comportamiento con pruebas estadísticas. (Manyoma, 2011).

Otra de las investigaciones realizadas por estudiantes colombianos con la implementación de redes Petri y algoritmos genéticos para la programación de un sistema flexible de manufactura en la cual se buscaba generar programas de producción activos orientados a la minimización de la tardanza ponderada de los trabajos se analizaron tiempos de alistamiento según la secuencia de las operaciones, estaciones de trabajo en paralelo poco adecuadas y capacidad de almacenamiento limitada. (Caballero & Mejia, 2006). Con este tipo de investigaciones se abarca ampliamente las temáticas planteadas en relación a los SFM.

8.3 DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

Como se mencionó anteriormente la herramienta con la cual se empezó a desarrollar la investigación y que sirvió para abordar las problemáticas fue el diagrama de causa y efecto o comúnmente conocido como espina de pescado que sirve para el análisis de datos proporcionado información relacionada con un problemas y las posibles causas que lo generan.

Una forma de identificar un problema de diseño consiste en crear un diagrama de causa y efecto, que relaciona un problema clave de desempeño con sus posibles causas. Desarrollado originalmente por Kaoru Ishikawa, este tipo de diagrama ayuda a la gerencia

establecer una relación directa entre las desconexiones y las operaciones donde éstas se originan. Las operaciones que no tienen relación alguna con un problema en particular no aparecen en el diagrama. (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008)

Las múltiples aplicaciones que tiene esta herramienta sirve para la recopilación de problemáticas tanto de un área, proceso o de una organización como tal. Este es el caso de una investigación en la cual se implementaba una mejora a través del uso de las siete herramientas de calidad, entre las cuales hace parte el diagrama de causa y efecto. (Gandará, 2014).

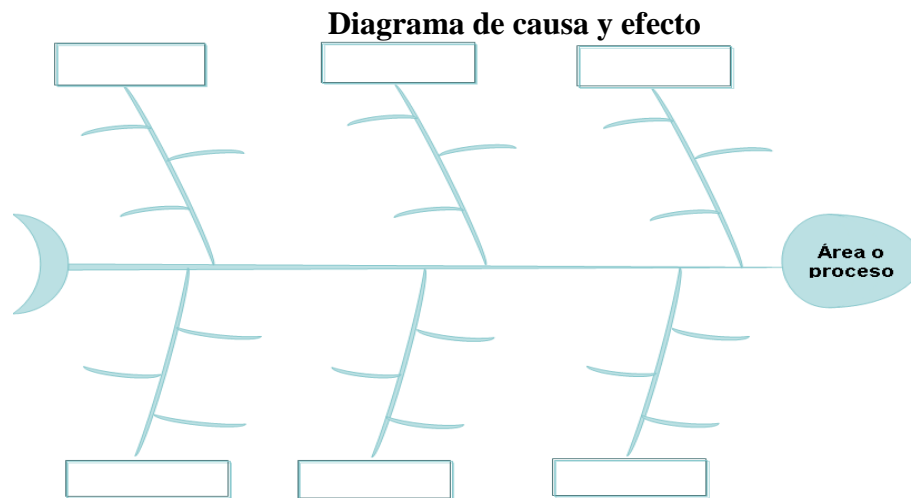


Ilustración 2. (Ministerio de Sanidad Servicios sociales e igualdad España, 2014). Esquema de diagrama de causa y efecto

8.4 PRONOSTICO DE LA DEMANDA

Los pronósticos son de vital importancia para el desarrollo adecuado de cada empresa y el trasfondo que conlleva realizarlos para tener las debidas proyecciones en temas rentables. Todas las áreas funcionales de una organización se ven beneficiadas con el uso de los pronósticos por ejemplo el área de mercadeo pronostica las ventas de un determinado periodo, el área de operaciones o de producción utiliza pronósticos para planear los niveles de elaboración de productos o de servicios, compras por su parte adquiere materiales para la realización detallada de cierto ítem o referencia. Todo el conjunto de áreas que intervienen para que el producto o servicio llegue a las manos del cliente es lo que conocemos como cadena de suministro y la relevancia que tiene en relación a aspectos competitivos puede ocasionar la diferencia en el mercado. Los pronósticos tienen un sinfín

de utilidades. Los pronósticos se describen a partir del comportamiento que tenga de forma gráfica en una determinada serie de tiempo, para tal caso hay pronósticos horizontales que tienen un comportamiento de los datos de forma horizontal, tendencia es cuando los datos incrementan o disminuyen sistemáticamente, estacional son datos que muestran picos y valles de manera consistente y cíclicos cuando los datos reflejan un comportamiento variable en el transcurso de un periodo largo.

Los pronósticos se pueden aplicar a través de los métodos de juicio que tienen la característica de ser cualitativos, pero no son muy recomendables debido al alto grado de fallo, puesto que solo se tienen en consideración en muchos casos opiniones del personal de ventas, de los ejecutivos y en pocas veces se aplica métodos como investigación de mercados.

A la vez tenemos los métodos causales y son los de mayor aplicabilidad pero deben contar con datos históricos para su desarrollo, a lo contrario con los métodos de juicio, los causales son herramientas más avanzadas y ayudan a prever los puntos de cambio en la demanda y consideran periodos de larga duración. Tenemos entre los más conocidos a la regresión lineal donde una variable dependiente está relacionada con una o más variables independientes a través de la ecuación lineal. Existen otro tipo de pronósticos que son muy conocidos, métodos de series de tiempo, entre el cual se encuentran la estimación del promedio y a la vez están inmersos los promedios móviles simples que son utilizados para estimar el promedio en una serie de tiempo ya sea un mes, un año, etcétera. Dentro de este grupo se encuentran los promedios móviles ponderados en el cual todas las demandas tienen la misma ponderación en el promedio $1/n$, la suma de las ponderaciones deberá ser igual a uno (1). Otros modelos de pronósticos son el suavizamiento exponencial y patrones estacionales en los cuales se encuentran el método estacional multiplicativo y el método estacional aditivo. (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008)

Para el caso investigativo se abordó el tipo de pronóstico por patrones estacionales con el método estacional multiplicativo.

8.4.1 Pronostico por patrones estacionales, método estacional multiplicativo.

Los patrones estacionales están formados por movimientos ascendentes o descendentes de la demanda, que se repiten con regularidad, medidos en periodos de menos de un año (horas, días, semanas, meses o trimestres). En este contexto, dichos periodos se llaman estaciones. (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008). Según lo explicado en el libro de Administración de Operaciones de los autores citados anteriormente, un pronóstico de demanda por patrones estacionales es representado en las organizaciones cuando hay una gran fluctuación de los datos en los periodos donde se esté proyectando la demanda, no superior a un año.

Para el caso investigativo se aplicó el método estacional multiplicativo de la siguiente manera:

- Se calculó el promedio simple de la demanda pasada: Se tomó como referencia los datos históricos de las estaciones que para nuestro caso son los meses, pero puede variar según la necesidad del investigador.
- Índice estacional: Es el resultado de la división del promedio general del año sobre cada una de las demandas de cada mes
- El pronóstico para el año proyectado se obtiene multiplicando los valores de la demanda anterior con los índices estacionales.

Es importante tener en cuenta que se pueden utilizar cualquier tipo de pronóstico para calcular la demanda de un periodo en estudio. Dado lo anterior se tiene pronósticos los promedios móviles, el suavizamiento exponencial, el suavizamiento exponencial ajustado a la tendencia, o la regresión lineal.

Dentro del marco profesional y educativo la aplicación de un pronóstico está definida según la necesidad que se tenga, un caso referente es la aplicación de pronósticos en la demanda de productos perecederos dentro de una cadena de frío con el fin de estimar el volumen de almacenamiento para predecir las instalaciones adicionales, los materiales y mano de obra que intervengan en el transporte de estos alimentos. (Juares, Zuñiga, Martinez, & Partida, 2016)

8.4.2 Pronóstico modelo ARIMA

“Los métodos de promedios móviles integrados autorregresivos (ARIMA) relajan la suposición de independencia de las observaciones sucesivas en la serie de tiempo” (Sipper & Bulfin, 1998) (p. 150).

Según la interpretación del autor descrito anteriormente, el modelo ARIMA es utilizado para pronosticar series de tiempo, bajo restricciones de ponderaciones que se le deben dar al periodo en estudio, por ejemplo en un mes y su respectivo dato histórico se debe dar un porcentaje (ponderación) la cual representa una la cantidad de un 100%.

Una de las tantas aplicaciones de este modelo son las siguientes:

(Sipper & Bulfin, 1998) Afirman:

Se han aplicado otros modelos ARIMA para predecir ganancias), servicios telefónicos especiales (Grambsch y Stahel, 1990), incremento en los afiliados al sindicato de trabajadores canadienses (Lin et al., 1992), consumo semanal de electricidad (Ringwood et al., 1993) y el precio de tierras para el cultivo (Tegene y Kuchler, 1994). (p. 150).

8.4.3 Pronostico por regresión lineal

(Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008) Afirman:

Puede definirse la regresión como una relación funcional entre dos o más variables correlacionadas. Se utiliza para pronosticar una variable con base en la otra. Por lo general, la relación se desarrolla a partir de datos observados. Primero es necesario graficar los datos para ver si aparecen lineales o si por lo menos partes de los datos son lineales. La regresión lineal se refiere a la clase de regresión especial en la que la relación entre las variables forma una recta. (p. 483)

Como primera medida para utilizar un pronóstico por este modelo es el comportamiento de los datos históricos, que a modo grafico deben reflejar una recta, su aplicación es utilizada para pronósticos de series de tiempo y para relaciones causales.

Cuando la variable dependiente (que casi siempre es el eje vertical en una gráfica) cambia como resultado del tiempo (trazado como el eje horizontal), se trata de un análisis de serie temporal. Si una variable cambia debido al cambio en otra, se trata de una relación causal (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008) (p. 484).

8.5 ESTUDIO DE TIEMPOS

Los requerimientos para desarrollar un estudio de tiempos deben ser con el fin de crear un nuevo estándar en el trabajo y lo más importante que el operario este familiarizado con el proceso que ha estado desarrollando y que se apliquen las técnicas a cada proceso operativo de la compañía. Dentro del marco de elaboración de un nuevo estándar de tiempos es fundamental definir las responsabilidades que tiene los operarios hasta los jefes o supervisores para trabajar en conjunto y definir la forma de cómo se va a desarrollar la toma de tiempos y los ajustes que se le darán a los proceso bajo los nuevos parámetros establecidos en el estudio que beneficien en primera instancia al operario aumentando la eficacia de las operaciones.

Para llevar a cabo con el estudio de tiempos es indispensable contar con los instrumentos necesarios para sacar la mayor información, estos elementos son un cronometro, una hoja de tiempos y una calculadora. Se deben analizar los procesos en los cuales intervienen para la elaboración del producto, se selecciona al operario con ayuda del supervisor o jefe de línea, el operario deberá demostrar interés y capacidades para desarrollar la actividad, el analista o persona encargada de la toma de tiempos deberá demostrar seguridad para que el operario se sienta tranquilo y si es el caso de tener dudas o preguntas deberá estar dispuesto a responderlas de forma amable. El analista deberá estar en una posición de pie donde pueda observar en su totalidad las tareas que está desarrollando el operario y así obtener los tiempos para consignarlos en la hoja de tiempos, también el analista deberá identificar la técnica de lectura en el cronometro que puede ser con el método de regresos a cero o método continuo. El analista deberá tomar una serie de tiempos con los cuales podrá determinar el tamaño de la muestra exacta de los tiempos con los cuales podrá estandarizar el proceso, según los tiempos de ciclos de los procesos deberá realizar el número de ciclos recomendado. Lo anterior representa una de las formas de realizar el proceso. (Niebel, 1996 Duodecima edicion)

Numero recomendado de ciclos para la toma de tiempos según el tiempo de ciclo

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Tabla 1. Benjamín Niebel (2009). Numero recomendado de ciclos de observación

Otra de las formas es a través del uso de métodos estadísticos a través de la siguiente formula:

$$n = \left(\frac{ts}{k\bar{x}} \right)^2$$

\bar{x} = Promedio de los datos

s = Desviacion Estandar de los datos

k = Fraccion aceptable deseada en %

t = Valor en la tabla t

Posteriormente se debe proporcionar una calificación al operario que desempeña la actividad, proporcionar unas variables de holgura que por lo general son estipuladas gracias a desplazamientos hacia el baño, tomar agua, dentro del estudio se puede presentar una alteración como por ejemplo la ruptura de una herramienta, solicitudes de parte del jefe se consideran como holguras. Para llegar al tiempo estándar se deben tener variables como la calificación del operario, el tiempo total observado, el tiempo normal total, el número de observaciones, el tiempo normal promedio, el porcentaje de holgura y se realiza una serie de cálculos que serán explicados en la sección del marco conceptual.

En una era donde las organizaciones afrontan muchos desafíos, sector productivo debe adaptarse a las condiciones exigentes del mercado por tal razón los beneficios de mantener los procesos estandarizados van a permitir cumplir con productos de alta calidad basados en las buenas practicas operacionales y aquí el componente humano o la mano de obra se hace importante, es por eso que se realizó una investigación en la provincia de Almería en España más específicamente en un invernadero donde se analizaron y estandarizaron veintitrés (23) procesos en un tiempo de estudio de tres años con cincuenta (50) trabajadores. Fue indispensable prever cuáles serían los tiempos utilizados en toda la cadena de suministro para cualquier demanda que se produjera. (Manzano & Garcia, 2009)

8.6 CAPACIDAD DISPONIBLE

“Capacidad de un sistema o recurso para producir una cantidad de producción en un periodo de tiempo específico” (Kalenatic, Lopez, & Gonzalez, 2005) (p. 63)

Se obtiene a partir de la siguiente formula:

$$Cd = \sum_{i=1}^m ni * dh * ht * Nt - (G1 + G2 + G3 + G4)$$

Dónde:

ni = Numero de puestos de trabajo del mismo tipo

dh = Dias habiles

ht = Horas turno

Nt = Numero de turnos

G1 = Horas asociadas al mes por mantenimiento

G2 = Horas asociadas al mes por temas organizacionales

G3 = horas asociadas al mes por eventos no directos al proceso (vacaciones. capacitacion)

G4 = Horas asociadas al mes a factores externos (protestas)

La capacidad disponible sirve para la gestión de la planificación de la producción ya que se involucra en herramientas como el MPS y se puede calcular en variables de tiempo y en unidades.

8.7 INVENTARIOS

(Sipper & Bulfin, 1998) Afirman, que un inventario es: “Una cantidad de bienes bajo el control de una empresa, guardados durante algún tiempo para satisfacer una demanda futura” (p. 219). Según la definición anterior los autores plantean que los inventarios dependiendo su forma tienen la cualidad de servir en función de realizar un bien o un servicio según la demanda prevista para determinado tiempo, cabe resaltar que los inventarios representan un costo ya sea desde el punto de vista de almacenamiento o de productos en proceso o producto terminado.

Tener a disposición una cantidad de inventarios (insumos, materias primas) calculada bajo parámetros matemáticos va a permitir que el flujo operacional no se altere debido a la falta de los mismos, esto representa que en las organizaciones según su sistema de producción, deberán tener una zona destinada al almacenamiento de los inventarios o deberán tener un stock de seguridad para cumplir con cierta demanda. Los factores que rigen el comportamiento de los inventarios están relacionados de modo general con el comportamiento del mercado, es decir, según la variabilidad de los factores externos de la compañía, por tal razón dentro de esta argumentación están ligadas las economías de escala que brindan la posibilidad según un estudio de mercado realizar productos y tenerlos almacenados para cuando el mercado comience su crecimiento y cumplir con los requerimientos en tiempo y servicio. Aquí las organizaciones realizan una inversión alta con el fin de reducir los costos fijos y unitarios y de esta manera producir grandes cantidades reduciendo estos costos. Otro factor relacionado con los inventarios es el suavizamiento de la operación, este factor nos habla de que los inventarios acumulados en periodos donde la demanda es relativamente baja son utilizados para cubrir los periodos de demanda alta, lo cual permite que las empresas produzcan de una manera equilibrada sin tener cantidades elevadas de inventarios almacenados a un ritmo constante.

Bajo estos parámetros hay un factor intrínseco que reúne a los dos factores mencionados anteriormente y es el servicio al cliente ya que las empresas están a la disposición de servir a los clientes brindando una solución a determinada condición y las organizaciones no pueden en un mundo competitivo quedar mal, es decir, no estar a la orden del cliente.

Para entrar más en detalle hablaremos sobre los tipos de inventarios y están divididos en tres apartados.

- **Materias primas (MP):** Son todos los elementos necesarios para conformar un producto o servicio, aquí estos elementos sufren cambios específicos para dar forma al producto, son todas las partes necesarias.

- **Producto en proceso (PEP):** Es incorporar más de dos elementos de las materias primas de forma parcial, es decir todavía no se le ha dado el tratamiento final. Estos van pasando por cada proceso de producción.
- **Producto terminado (PT):** Es la salida final de los productos en proceso, aquí los productos han completado el 100% de su elaboración y cumplen con un conjunto de normas básicas es su composición o estructura que es lo que el cliente percibe.

Tabla general de modelos de inventarios

	Modelos	Demanda a la que aplica	Objetivo	Aplicación
Modelos Estáticos de tamaño de lote	Cantidad Económica a Ordenas (EOQ)	Uniforme	Minimizar el costo	Materia prima Producto terminado Ventas
	Cantidad Económica a Producir (EPQ)	Uniforme	Minimizar el costo	Producción
	Descuentos por cantidad	Uniforme	Minimizar el costo	Materia prima Producto terminado Ventas
	Modelo de artículos múltiples con restricción de recursos	Uniforme	Minimizar el costo	Materia prima Producto terminado Ventas
	Órdenes para múltiples artículos	Uniforme	Minimizar el costo	Materia prima Producto terminado Ventas

Modelo de tamaño de lote dinámico	Reglas simple: -Demanda por periodo -Cantidad a ordenar en el periodo -Lote X Lote	Irregular (para los 3)	Orden conveniente	-Materia prima -Producto en proceso -Producto terminado -Ventas
	Métodos Heurísticos: -Silver Meal -Costo unitario mínimo	Irregular	Costo/periodo Costo/unidad	-Materia prima -Producto en proceso -Producto terminado -Ventas
	Algoritmo de Wagner-Whitin	Irregular	Minimizar el costo total	-Materia prima -Producto en proceso -Producto terminado -Ventas

Tabla 2. (Sipper & Bulfin, 1998). Tabla general de modelos de inventarios

8.7.1 Inventarios con regresión lineal

Para la investigación del proyecto se desarrolló el modelo de inventarios con regresión lineal el cual encaja en el grupo de modelo de tamaño de lote dinámico, reglas simples. Este modelo se desarrolla bajo un entorno de producción especial, el cual, según las características de producción de la compañía en estudio es denominado Make To Order (MTO), ya que la producción se basa en los aspectos de diseño que el cliente especifique para su producto, en un ambiente como el anterior, donde la demanda varía en periodos de tiempo de un mes, es poco usual contar con una cantidad de inventario para la fabricación de los productos, razón por la cual solo se cuenta con un stock de seguridad. Este modelo se desarrolla para los inventarios de materias primas y para un conjunto de productos que compartan las mismas materias en ciertas proporciones, a estos productos se le denomina como familia de productos. Como se mencionó anteriormente los inventarios están sujetos al comportamiento de la demanda es por esto que el tipo de organizaciones que manejan este tipo de inventarios deben considerar la inversión del almacenamiento de materias

primas que no necesitaran si su demanda no es tan alta y deben ordenar a los proveedores las materias según las ordenes de pedido y que a medida que fabriquen van liberando capacidad para ir elaborando sus productos en lo que se conoce como una producción ideal, ya que no cuenta con inventario y tiene un flujo constante de producto en proceso y producto terminado. (Chapman, 2006)

Este modelo tiene su esencia basada en los pronósticos de regresión lineal donde se analiza la relación entre dos variables.

8.8 PLAN MAESTRO DE PRODUCCION (MPS)

Como parte de la planeación de la producción se cuenta con una herramienta muy útil en las empresas manufactureras, para lo cual se requiere calcular la demanda para los periodos operacionales, es decir en días, meses, años, entre otros. Para el modelamiento del MPS se debe contar con una serie de parámetros de fabricación como lo son la capacidad y los tiempos estándar. La capacidad juega un papel muy importante ya que si no se cuenta con los recursos necesarios para llevar a cabo con el cumplimiento de una demanda se tendrán que tomar medidas estratégicas. En síntesis lo que busca el MPS es detallar el plan de fabricación para determinar cuándo y cuantas unidades se van a fabricar bajo los parámetros estipulados anteriormente. Un MPS también considera los inventarios existentes, la disponibilidad de los materiales y los entorno producto-mercado que pueden ser producción por inventario (PPI), producción por pedido (PPP) Y ENSAMBLE POR PEDIDO (EPP), en este caso hablaremos del PPP ya que tiene la característica de no tener un inventario de producto terminado, se pacta con el cliente la fecha de entrega de los pedidos, este tipo de entorno tiene la particularidad de tener gran variabilidad de productos y es difícil que se conozca con anticipación las necesidades de los clientes, otra característica de este entorno es que los productos comparten muchos materiales. (Sipper & Bulfin, 1998)

La elaboración de un plan maestro de producción está muy relacionado con el plan de requerimientos de materiales (**ERP por sus siglas en ingles**).

La metodología para llevar a cabo un MPS es la siguiente:

1. Se distribuye el pronóstico de los productos que elabora la compañía a lo largo de cada mes, es decir en cada semana.
2. Para determinar el inventario se va descontando del inventario de la semana anterior al pronóstico de la semana estipulada.

3. Obtener la capacidad requerida, se obtiene haciendo una suma producto entre los tiempos estándar de cada producto con las unidades finales distribuidas en cada semana y esos valores se suman.
4. Se realiza una diferencia con la capacidad instalada y la capacidad requerida para identificar si hay superávit o déficit
5. Como resultado final se programó la producción en cada mes a lo largo de cada semana en la cuales e pueden hacer ajustes dependiendo si hay tiempo disponible o si falta tiempo para cumplir con la elaboración de los productos establecidos en el pronóstico o en las ventas.

Esta herramienta va a permitir la distribución equilibrada de las jornadas laborales en relación a la producción, a la vez que permite identificar la flexibilidad para hacer más productos si superan los datos de la demanda pronosticada para determinado periodo. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

8.9 PUNTO DE EQUILIBRIO

(Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008) Afirman que el punto de equilibrio es:

Para evaluar una idea que generará un nuevo servicio o producto, o para evaluar el desempeño de uno existente, resulta útil determinar el volumen de ventas con el cual dicho producto o servicio alcanza el punto de equilibrio. El punto de equilibrio es el volumen en el que los ingresos totales son iguales a los costos totales. El uso de esta técnica se conoce como análisis de punto de equilibrio. (p. 26).

Según lo estipulado por los autores anteriormente mencionados, el punto de equilibrio es el instrumento con el cual las organizaciones pueden proyectarse en cuanto las ventas para obtener unas utilidades representadas en ganancias.

Dentro del concepto del punto de equilibrio hay dos aspectos que son trascendentales, costos variables y costos fijos.

- Costo variable: “es la parte del costo total que varía directamente con el volumen de producción: costos por unidad de materiales, mano de obra y, por lo general, cierta fracción de los gastos generales” (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008) (p. 26)
- Costo fijo: es la parte del costo total que permanece constante, independientemente de los cambios en los niveles de producción: el costo anual del alquiler o compra de nuevo equipo e instalaciones (incluyendo depreciación, intereses, impuestos y

seguros); salarios; servicios públicos; y una parte de las ventas o el presupuesto de publicidad. (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008) (p. 26)

El punto de equilibrio se determina a través de la siguiente ecuación:

$$PE = \frac{\text{Costos fijos totales}}{\text{Precio de venta} - \text{Costo variables totales}}$$

8.10 FLOW SHOP

Una de las características principales de un modelo Flow Shop es el orden continuo de los procesos por los cuales el producto deberá pasar desde su etapa inicial hasta la final, es decir que los procesos y productos tienen una relación de secuencias. (Reeves, 1995)

Su aplicación es conocida en empresas donde manejan un volumen de producción no tan elevado y que tiene procesos definidos para ensamblar en cada estación los productos y su proceso es continuo. Su idea principal es ajustar los recursos disponibles para optimizar los tiempos de entrega de los productos a los clientes, también busca adecuarse a la fase de programación de la producción ya que por la variabilidad de productos se puede diseñar un proceso adecuado a las necesidades del cliente, siguiendo sin importar estos requerimientos el orden consecutivo de los procesos.

8.11 DISTRIBUCION EN PLANTA

Niebel (1996) afirma: “El objetivo principal de la distribución eficaz de una planta consiste en desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número deseado de productos con la calidad que se requiere y a bajo costo” (p. 86)

Ubicar la maquinaria de una forma determinada para que el operario puede realizar la manipulación de la misma y disponer del material para su respectivo proceso derivan del proceso de localización de la planta, saber que se va a producir, como se va a producir y como se va a vender son las razones por las cuales distribuir la planta para obtener unos costos bajos.

Se cuentan con dos tipos de distribuciones, las varían en su practicidad, tenemos en primera la distribución por producto o en línea recta y la distribución por funciones o por procesos. En la primera, la maquinaria se ubica para que el flujo de las operaciones sea el mismo sin importar el producto que se esté produciendo. Aquí se debe tener en cuenta variables como el nivel de desempeño de los empleados. Para la segunda, se suelen agrupar en instalaciones similares los procesos, es decir, que si se tiene en un macro proceso un subproceso de corte en los cuales hay tres máquinas, se agrupan en una sola parte de la planta, proporcionando un aspecto de orden y limpieza. Una de las virtudes de contar con un tipo de distribución de esta manera es facilitarle el proceso de aprendizaje de un nuevo empleado ya que va a estar rodeado de personal altamente capacitado. (Niebel, 1996 Duodecima edición)

Dentro de los tipos descritos anteriormente hay uno componentes de los mismos, dentro de los cuales tenemos el movimiento del material, del hombre de la maquinaria, material y del hombre, del material y de la maquinaria, del hombre y la maquinaria y el movimiento de los tres. (Muther, Distribución en planta, 1970)

9 MARCO CONCEPTUAL

Para el diseño y validación de los modelos propuestos cabe enfatizar directamente en los modelos y sus bases teóricas ya que sin estas es imposible validar si los modelos aplicados son realmente los que requiere la empresa FORTECMA para adaptar sus procesos a un sistema de manufactura flexible dado que como se menciona anteriormente se requiere proponer el paso de un sistema tradicional o emperico de manufactura a un sistema que pueda adaptarse a las necesidades vigentes del mercado y de esta manera volverse altamente competitiva y que permita tener un mayor porcentaje de crecimiento en cuanto a volúmenes de ventas y productividad.

Para comenzar se realizó una evaluación macro de los procesos de la compañía en los cuales se encontraron errores y deficiencias, las cuales con los siguientes modelos planteados se buscó darles una solución óptima a las problemáticas mencionadas al inicio del proyecto. A continuación se muestra la estructura planteada para dar solución y una trazabilidad a la mejora de los procesos internos y externos de la empresa.



Ilustración 3. Fuente propia. (2017). Estructura planteada para dar solución a las problemáticas.

9.1 PRONOSTICOS DE LA DEMANDA

Para comenzar con el análisis y mejora en la empresa FORTECMA se tomaron los registros históricos de demanda en los cuales se pudo observar la demanda a la cual se tuvo que enfrentar la empresa en el año 2015 y los cuales fueron base para el análisis y evaluación de pronósticos, dado que la empresa no cuenta actualmente con un pronóstico y que sus cálculos están basados en ficticios y especulaciones que en realidad no representan una planificación adecuada de la demanda.

En primera medida se realizó el modelo de pronóstico por regresión lineal en el cual se tomaron los datos históricos y se pudo identificar las variables que rodean e identifican al modelo según entre estas variables se encuentran las dependientes que permiten identificar la variable deseada a pronosticar y también las independientes que son aquellas que influyen directamente en la variable dependiente y por ende es aquella que determina la causa de los resultados observados en los históricos, la fórmula utilizada para realizar pronósticos con regresión es la siguiente: $Y = a + bX$, uno de los objetivos principales de el analisis por regresión lineal es encontrar los valores de a y b que minimicen la suma de desviaciones cuadráticas de los puntos en el grafico. (Krajewski, Ritzman, Malhotra, 2008)

En segunda medida se encuentra el modelo ARIMA el cual se deriva en un modelo auto regresivo, integrado y medias móviles por sus siglas en inglés (Autorregresive Integrated Moving Averde), según Santiago de la Fuente los pasos para realizar el modelo de pronóstico ARIMA son: “Recogida de Datos, Representación Gráfica, Transformación previa de la serie, eliminación de la tendencia, identificación del modelo, estimación de los coeficientes del modelo, contraste de validez del modelo, análisis de los errores y predicción”, para realizar el paso de predicción se utiliza algunas herramientas de Excel como la XLSTAT que permite describir un valor como una función lineal de los datos históricos al azar este pronóstico posee ciertas característica que le permite adaptarse e incluir componentes estacionales que se acoplan a una tendencia, este modelo permitió en el estudio realizar una comparativa con respecto a la demanda real y obtener los estadísticos que permitieron descartar dicho modelo, dado que según datos y análisis por prueba T y ANOVA y medias, no se acepta la distribución para un nivel de confianza del 95%. (Fernández, s.f.)

El tercer modelo que se aplicó en el desarrollo y análisis del proyecto es el modelo de pronóstico por patrones estacionales ya que según Krajewski, Ritzman, Malhotra “Los patrones estacionales están formados por movimientos ascendentes y descendientes de la demanda, que se repiten con regularidad, medidos en periodos de menos de un año”. (Krajewski, Ritzman, Malhotra, 2008)

Para este pronóstico se realizó la prueba estadística t, ANOVA Y Análisis de medias que permitieron determinar que dicho modelo se ajusta a la demanda y tiene una inflexión inferior a comparación de los otros modelos, además posee el menor % de error lo cual indica que el comportamiento y tendencia de los datos se encuentra ajustada.

Con la realización de estos modelos se pudo dar una conclusión contundente sobre el modelo de pronóstico que debe ser utilizado en la empresa para cada una de las estaciones del año con el fin de optimizar y tener una mayor eficiencia en los procesos.

9.2 ESTUDIO DE TIEMPOS

Por otra parte, se realizó el estudio del trabajo en la empresa FORTECMA dado que los procesos se encuentran improvisados y no hay estaciones de trabajo definidas tampoco hay una base que permita definir el tiempo de fabricación para cada familia de productos, es por esto que para este estudio se tomó en base a una muestra significativa para la estandarización de cada uno de los procesos con el fin de obtener el tiempo estándar, ya que como dice Niebel “ Para desarrollar el centro de trabajo eficiente es el establecimiento de estándares de tiempo”. (Niebel, 2009)

Por otra parte, la utilización del modelo de regresos a cero permitió evidenciar el tiempo estándar que se requiere en cada uno de los procesos ya que Según Niebel “El método de regresos a cero tiene ventajas y desventajas ya que según la creencia de que en los estudios en los que predominan los elementos largos se adaptan mejor a las lecturas con regresos a cero”. (Niebel, 2009)

Con este estudio se pudo identificar cual era el cuello de botella y también obtener una base verídica que permitiera decir los tiempos de espera por cada proceso lo cual es imprescindible ya que de esta manera se pueden obtener plazos de entrega de productos y también volver más eficiente el proceso permitiendo evaluar el desempeño y carga laboral de cada empleado.

9.3 CAPACIDAD DISPONIBLE

Para continuar el siguiente paso que fue indispensable para la evaluación y mejora de los procesos es la Capacidad disponible la cual es utilizada con el fin saber el tiempo y las unidades a las cuales la empresa tiene capacidad de afrontar según sus horas por turno, numero de máquinas y personas por estación de trabajo y horas asociadas a mantenimiento y otras las cuales definirán el parámetro de capacidad ya que según Kalenatic, “La capacidad disponible es inferior a la capacidad instalada y depende de las condiciones de

producción, administración y organización y es calculada según los días hábiles, # de turnos y considera las variables de pérdidas de tiempo asociadas a y otros factores externos”. (Kalenatic, López, Gonzales, 2005)

La capacidad disponible que se tendrá para el año 2016 en FOTRECMA la cual está dada en horas mensuales, está también puede ser representada en minutos y en cantidades de productos como se observa en la siguiente tabla y gráfica

Cabe destacar que esta capacidad disponible contribuye en gran medida a los modelos anteriormente mencionados ya que con el pronóstico y el estudio del trabajo se puede evaluar cómo y cuándo empezar a producir determinado producto, pero el MPS que más adelante se dará enfoque a este modelo que reúne todos estos modelos, por otra parte la capacidad se evaluó a través del modelo de una prueba estadística de análisis de varianza de un factor que permitió aprobar dicho modelo dado que el valor crítico de $F <$ que el F donde H_0 : Es la validación del modelo, la fuente para el cálculo de este fue Excel utilizando herramientas de análisis de datos en donde se puede realizar el cálculo y análisis de varianza de un factor.

9.4 INVENTARIOS CON REGRESION LINEAL

Por otra parte, se realizaron los inventarios por regresión que como bien se menciona anteriormente el método consiste en pronosticar las unidades que se requerirán en producción a partir del análisis de la demanda, este método fue utilizado con el fin de evitar productos en stock ya que eso implicaba la utilización de bodegas industriales lo cual incurriría en aumento de costos y lo que se busca con este proyecto es no alterar el sistema implementando alternativas de mejora que hagan variar los recursos económicos de la compañía. Volviendo al tema de inventarios por regresión las variables utilizadas son las siguientes Y: cantidad de materia prima agrupada por familias las cuales son la unión de los materiales de los 4 productos, y para X: el # asignado a cada familia de productos, la base principal para la validación de este modelo es H_0 : validación del modelo, se validó que es verídico dado que el valor crítico de F es menor que el F calculado para un nivel de confianza del 95%, a continuación se anexa la tabla que permite identificar el pronóstico vs la demanda real del producto.

Con este pronóstico se pudo evidenciar la tendencia y la cantidad de materias primas requeridas para el proceso lo cual permite que se evalúen a corto, mediano y largo plazo las existencias de insumos para producir determinado producto, cabe destacar que la base para el cálculo de este pronóstico es Excel con la capacidad de realizar inventarios por el método de regresión. (Krajewski, Ritzman, Malhotra, 2008)

9.5 PUNTO DE EQUILIBRIO

Por consiguiente, el siguiente modelo que fue muy importante a la hora de observar el comportamiento al cual la empresa tiene que prestarle principal atención es al punto de equilibrio, ya que sin una valoración de costos no se puede saber cuántas unidades de producción son necesarias para que la empresa continúe pueda continuar y sea autosostenible ya que según Kevin Hagen “En el punto de equilibrio los ingresos son iguales a los gastos y por lo tanto en este punto no hay ganancia ni pérdida”. (Hagen, s.f.)

9.5.1 Punto de equilibrio vs capacidad disponible.

Cabe destacar que el punto de equilibrio sirve como referencia ya que sin él no se puede realizar una planificación y tampoco desarrollar las actividades a las cuales se dedica la empresa, este ítem también fue utilizado con el fin de evaluar si la capacidad disponible se adapta al punto de equilibrio ya que si el punto de equilibrio es mayor a la capacidad estaríamos errando en los modelos, dado que esto no fue así el punto de equilibrio cubre en sus totalidad las necesidades de la empresa y el pronóstico de la demanda demuestra que estamos por encima de este lo cual indica que la empresa tendrá un mayor % de crecimiento si acopla sus procesos a un sistema de producción flexible. (Krajewski, Ritzman, Malhotra, 2008)

9.6 PLAN MAESTRO DE PRODUCCION (MPS)

Para continuar uno de los modelos que permitieron evaluar y realmente proponer un sistema de manufactura flexible es el plan maestro de producción en cual según Sipper “Un plan maestro de producción constituye un plan para fabricar y se compone por el inventario existente, las restricciones de capacidad, disponibilidad de materiales y tiempo de producción”. (Sipper, Bulfin, 1998)

Por lo tanto en el diseño del plan maestro de producción para FORTECMA se tuvieron en cuenta estos cuatro aspectos que son imprescindibles para saber, cuando y como producir el sistema utilizado es uno llamado “Ensamble por pedido”, el pronóstico utilizado fue fundamental ya que con este se pudo identificar la demanda futura y de esta manera acoplar los 4 tipos de productos a la capacidad disponible semanal, por otra parte el estudio de tiempos permitió establecer junto con la capacidad disponible el nivel de flujo del sistema y flexibilidad según la familia de productos ya que con esto se pudo estimar que meses o semanas se presentara superávit (Tiempos de producción ocioso) o déficit (Tiempos de producción faltantes) para la producción y también tomar decisiones acertadas para acoplar el sistema a la demanda de manera tal que se pueda satisfacer las necesidades del mercado sin incurrir en costos y gastos para la compañía, cabe destacar que este modelo

es uno de los más importantes en todas las fases del proyecto ya que con este se mide la capacidad del sistema y se pueden tomar decisiones más acertadas sobre niveles de producción y también capacidad de planta.

9.7 FLOW SHOP

Una de las características principales de un modelo Flow Shop es el orden continuo de los procesos por los cuales el producto deberá pasar desde su etapa inicial hasta la final, es decir que los procesos y productos tienen una relación de secuencias. (Reeves, 1995)

Su aplicación es conocida en empresas donde manejan un volumen de producción no tan elevado y que tiene procesos definidos para ensamblar en cada estación los productos y su proceso es continuo. Su idea principal es ajustar los recursos disponibles para optimizar los tiempos de entrega de los productos a los clientes, también busca adecuarse a la fase de programación de la producción ya que por la variabilidad de productos se puede diseñar un proceso adecuado a las necesidades del cliente, siguiendo sin importar estos requerimientos el orden consecutivo de los procesos.

9.8 DISTRIBUCION EN PLANTA

Para terminar el último modelo que permitió mejorar el sistema de la empresa se encuentra la distribución en planta y el layout que fue realizado con el fin de reducir los tiempos entre procesos, dado que en la empresa actualmente cuenta con un sistema de producción U y otros en O es decir no se encuentra estandarizado y además que entre las diferentes etapas del proceso se encuentran zonas de almacenamiento y desperdicios lo cual impide que el proceso sea continuo, la propuesta para tener un sistema en línea en forma de U es el siguiente que en las zonas donde se arrojan desperdicios, aserrín, insumos y materias primas sean movidas al proceso 3, a continuación se puede observar el Layout final con el cual la empresa tendrá un mejor rendimiento.

Ya que según Richard Muther “Dentro del proceso de organización racional de la producción que se impone en nuestros mercados para lograr calidades y precios competitivos, ocupa un lugar destacado la distribución en planta” (Muther, Distribución en Planta, 1970).

Modelo de distribución en planta adecuado

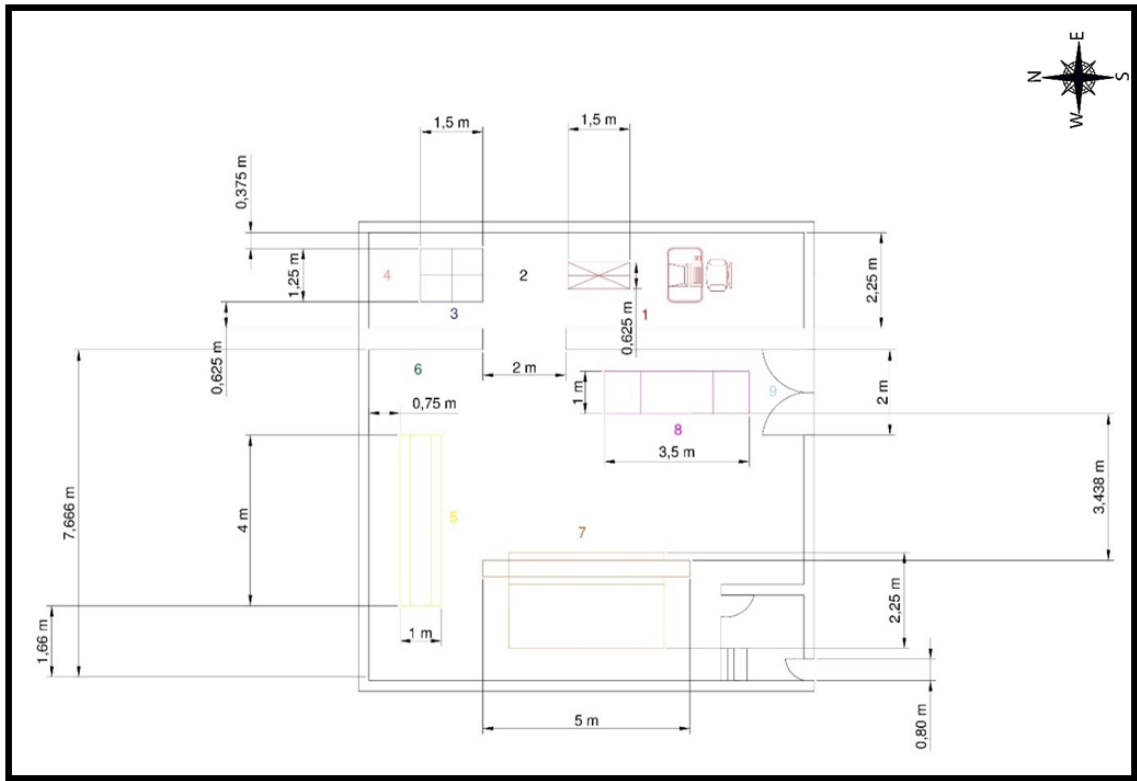


Ilustración 4. Fuente propia. (2017). Distribución en planta óptima para FORTECMA

Para terminar con el desarrollo de los modelos y darle cabida específicamente a cada uno de ellos se encuentra el % de crecimiento el cual fue muy importante en la evaluación final sobre las estrategias de implementación propuestas en este proyecto dado que este % involucra todos lo anterior mencionados desde la demanda hasta el Flow Shop dado que aquí se ve el beneficio obtenido a partir de la implementación de la estrategias propuestas de mejora evidenciando que al pasar de un modelo tradicional a uno flexible se reducen los días de trabajo para fabricar determinados productos permitiendo que la empresa pueda innovar y adaptar sus procesos a cualquier nivel o nuevo tipo de demanda, Cabe destacar que la base para el cálculo del % de crecimiento es días establecidos con el método Flow Shop/Días requeridos actualmente para cumplir con la demanda para cada familia de productos evidenciando así un 50% de crecimiento para la empresa.

10 ANTECEDENTES

Un caso referente en la mejora de los sistemas productivos es el estudio y aplicación de: “Implementación de un sistema de gestión de la calidad para mejoras en la empresa” (Herrera, 2012) quien aplicó los fundamentos de la ISO 9001 en el sistema de producción de la empresa A Canadá, que se encarga de la producción y comercialización de identificadores de activos, la aplicación de esta norma se logró la mejora en los tiempos de respuesta y los niveles de servicio para la atención de los clientes.

En un segundo trabajo se realizó una “Metodología de mejoramiento en el desempeño de sistemas de producción. Aplicaciones en PYMES de la confección” (Solazo, Bravo, & Giraldo, 2012) en el estudio se desarrolló una metodología para la selección y jerarquización de las prioridades competitivas, el estudio se llevó a cabo en las cinco Pymes de la ciudad de Manizales (Colombia) donde se logró un incremento del 10% en el índice de efectividad de una Pyme con el peor desempeño en temas de prioridades competitivas. Esta investigación es de gran aporte ya que no solamente se aplica una metodología de mejoramiento a una sola empresa, al contrario, se aplicó a un sector de la economía como el de la confección y el gran impacto que tuvo el alcance del proyecto deja las puertas abiertas para seguir investigando y aplicando conceptos al mejoramiento de las finanzas de las empresas colombianas.

Una tercera investigación se realizó para el “Diseño de un sistema de producción específico para operaciones en mercados emergentes” (Gudiño & Gaston, 2011), esta investigación se llevó a cabo con la identificación de factores de éxito relacionados con los modelos canónicos de producción del estilo japonés y su posible aplicación a los sistemas operacionales similares de una empresa manufacturera en México. En conclusión la aplicación de este proyecto es para el progreso en materias como calidad, seguridad, ambiente laboral que puede ser ejecutado y aplicado por cualquier organización mentalizada en el mejoramiento continuo de los procesos.

Estas investigaciones se relacionan con la investigación planteada en el presente trabajo, ya que nos motiva como profesionales a buscar la solución de problemáticas de los sistemas que conforman a una empresa, en este caso la producción, se tiene que seguir investigando acerca de la aplicación adecuada de los modelos heurísticos para tener unos resultados altamente certeros.

Como bien se ha descrito anteriormente, la empresa en estudio es el ejemplo claro de muchas organizaciones que fabrican sin tener unos parámetros establecidos relacionados con la producción y lo más importante es que los gerentes no conocen a fondo como es el adecuado funcionamiento que debería tener su empresa. Con la recolección de la información se diseñaron las estrategias más adecuadas para identificar y dar solución al

problema planteado bajo los parámetros teóricos y modelos matemáticos que van a lograr reunir unas estrategias proponiendo de esta manera las posibles soluciones a los problemas más relevantes en el área de producción de FORTECMA S.A.S.

11 METODOLOGIA Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

La metodología de la investigación comenzó con la elaboración del diagrama de causa y efecto del área de producción para recopilar la información necesaria acerca de las dificultades del sistema que impiden el adecuado funcionamiento de la empresa.

A continuación se describen las problemáticas en sus respectivas líneas

11.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA O DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

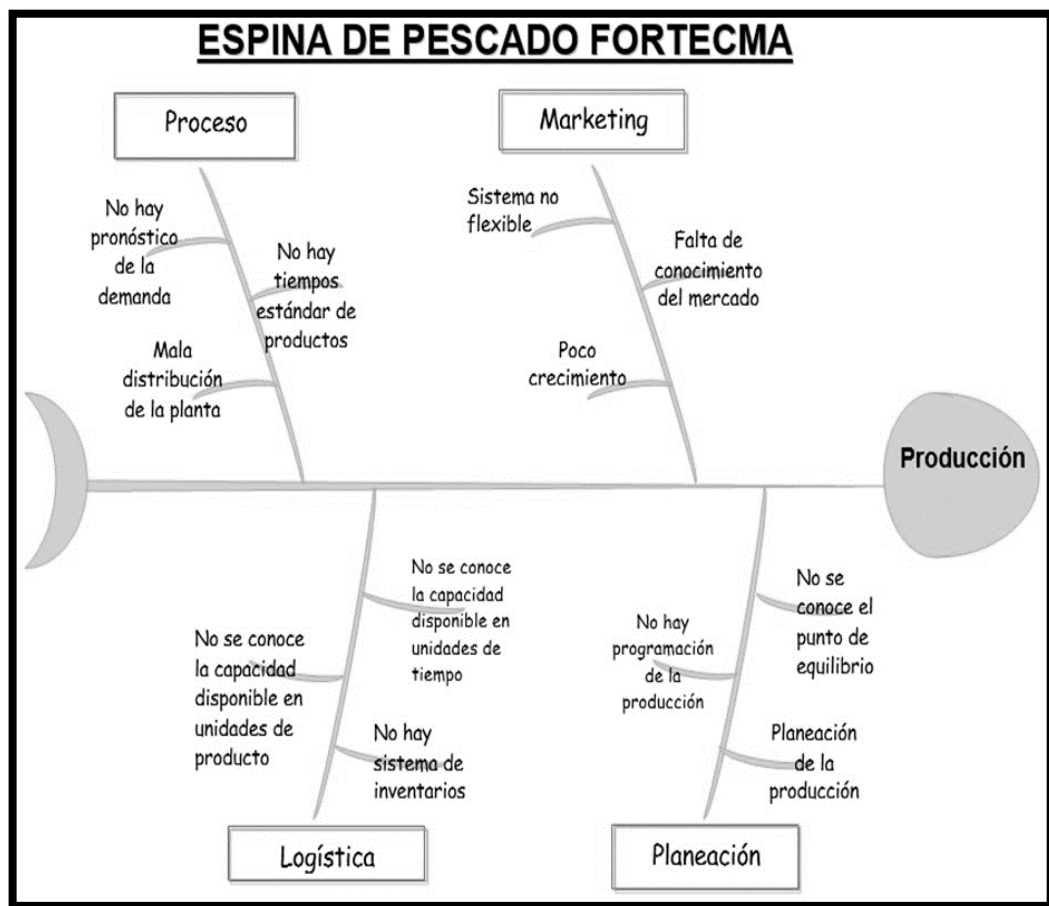


Ilustración 5. Fuente propia. (2017). Espina de pescado problemáticas del área de producción en FORTECMA S.A.S

11.2 PRONÓSTICOS

11.2.1 Pronostico por patrones estacionales

Para llevar a cabo la investigación se abordó de manera inicial la búsqueda de pronósticos que permitieran tener un referente para la producción en cada uno de los meses es por esto que se realizó el cálculo de los pronósticos por diferentes métodos para cada una de las familias de productos, por medio de pronósticos de patrones estacionales multiplicativos se obtuvo un resultado que permitió validar que dicho modelo cumple con las características necesarias para el cálculo de la demanda futura en la empresa FORTECMA, ya que según Krajewski & Ritzman & Malhotra “Los patrones estacionales están formados por movimientos ascendentes y descendientes de la demanda, que se repiten con regularidad, medidos en periodos de menos de un año” lo cual como se observa en el gráfico de “Demanda vs Pronostico” es evidente ya que el comportamiento de los datos presentan esta tendencia como la que describe Krajewski, Ritzman & Malhotra.

Pronostico para cocinas

pronostico cocinas		precio		1800000	
Mes	DEMANDA y	precio x	unidades	indice estacional	pronostico
Enero	6	10800000	6	1	6
Febrero	7	12600000	7	1	8
Marzo	6	10800000	6	1	6
Abril	5	9000000	5	1	4
Mayo	8	14400000	8	1	10
Junio	6	10800000	6	1	6
Julio	7	12600000	7	1	8
Agosto	5	9000000	5	1	4
Septiembre	8	14400000	8	1	10
Octubre	6	10800000	6	1	6
Noviembre	7	12600000	7	1	8
Diciembre	7	12600000	7	1	8
			sumatoria	78	
			promedio	6,5	

Tabla 3. Fuente propia. (2017). Pronostico estacional para cocinas.

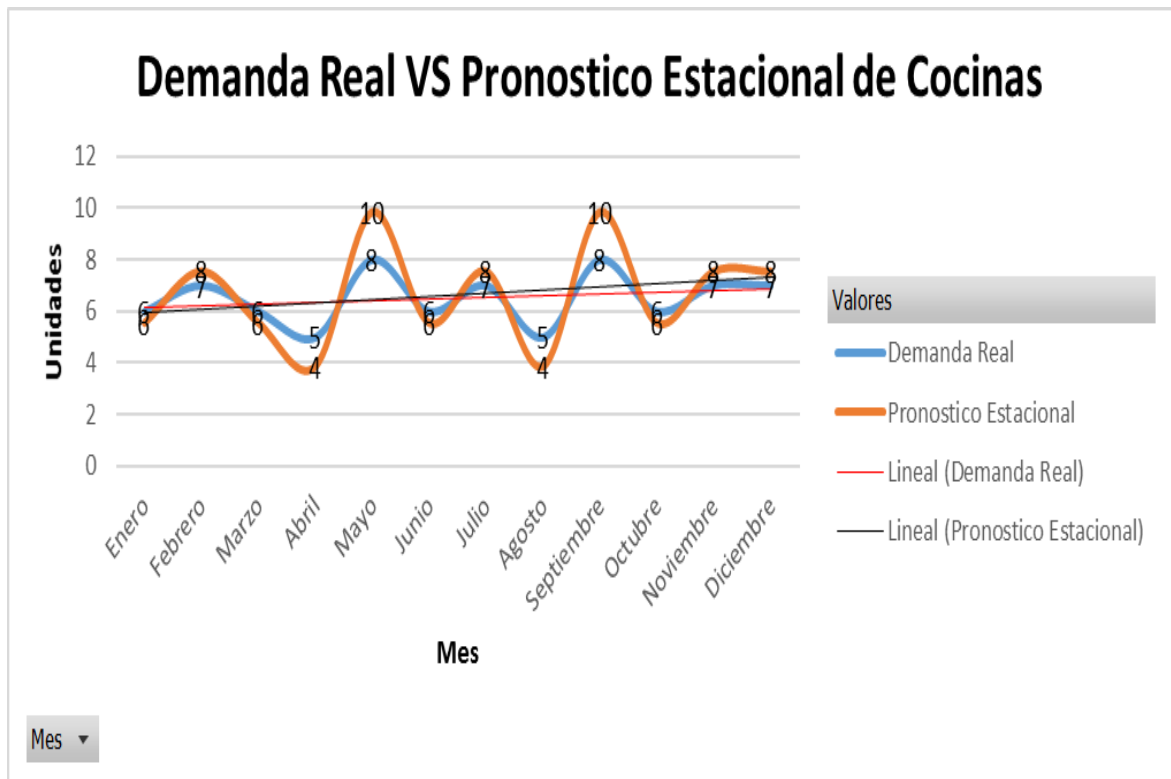


Ilustración 6. Fuente propia. (2017). Grafica de la demanda real contra el pronóstico estacional para cocinas.

Pronostico para puertas

pronostico puerta	precio 450000			indice	
Mes	Demanda y	precio x	unidades	estacional	pronostico
Enero	13	5850000	13	1	11
Febrero	14	6300000	14	1	13
Marzo	14	6300000	14	1	13
Abril	15	6750000	15	1	15
Mayo	18	8100000	18	1	21
Junio	15	6750000	15	1	15
Julio	18	8100000	18	1	21
Agosto	16	7200000	16	1	17
Septiembre	17	7650000	17	1	19
Octubre	14	6300000	14	1	13
Noviembre	16	7200000	16	1	17
Diciembre	15	6750000	15	1	15
		sumatoria	185		
		promedio	15		

Tabla 4. Fuente propia. (2017). Pronostico estacional para puertas.

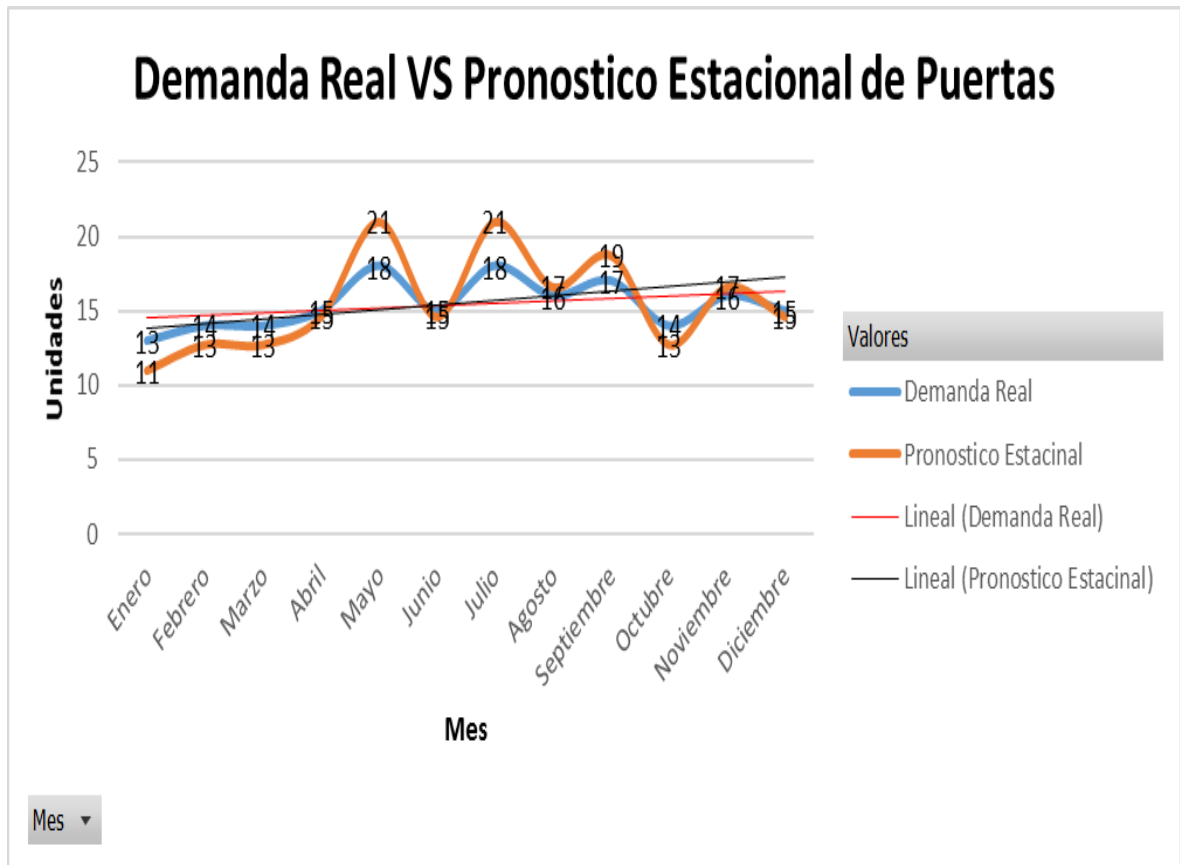


Ilustración 7. Fuente propia. (2017). Grafica de la demanda real contra el pronóstico estacional para puertas.

Pronostico para closet

pronostico closet		precio 1728000			
Mes	Demanda y	precio x	unidades	indice estacional	pronostico
Enero	11	19008000	11	1	13
Febrero	9	15552000	9	1	8
Marzo	13	22464000	13	1	18
Abril	9	15552000	9	1	8
Mayo	8	13824000	8	1	7
Junio	11	19008000	11	1	13
Julio	8	13824000	8	1	7
Agosto	7	12096000	7	1	5
Septiembre	9	15552000	9	1	8
Octubre	10	17280000	10	1	10
Noviembre	8	13824000	8	1	7
Diciembre	12	20736000	12	1	15
			sumatoria	115	
			promedio	10	

Tabla 5. Fuente propia. (2017). Pronostico estacional para closets.

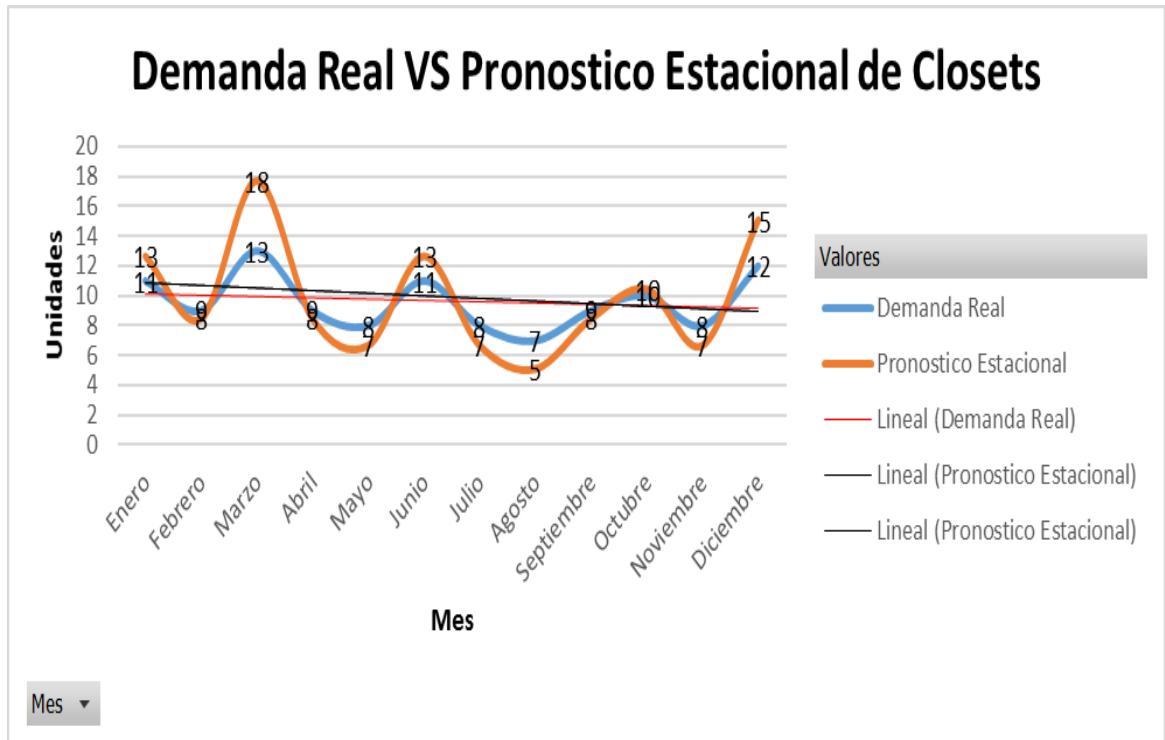


Ilustración 8. Fuente propia. (2017). Grafica de la demanda real contra el pronóstico estacional para closets.

Pronostico para mueble de baño

pronostico mueble de baño		precio 400000			
Mes	Demanda y	precio x	unidades	indice estacional	pronostico
Enero	10	4000000	10	1	11
Febrero	9	3600000	9	1	9
Marzo	8	3200000	8	1	7
Abril	10	4000000	10	1	11
Mayo	7	2800000	7	1	5
Junio	10	4000000	10	1	11
Julio	8	3200000	8	1	7
Agosto	9	3600000	9	1	9
Septiembre	7	2800000	7	1	5
Octubre	11	4400000	11	1	13
Noviembre	11	4400000	11	1	13
Diciembre	9	3600000	9	1	9
sumatoria			109		
promedio			9		

Tabla 6. Fuente propia. (2017). Pronostico estacional para muebles de baño.

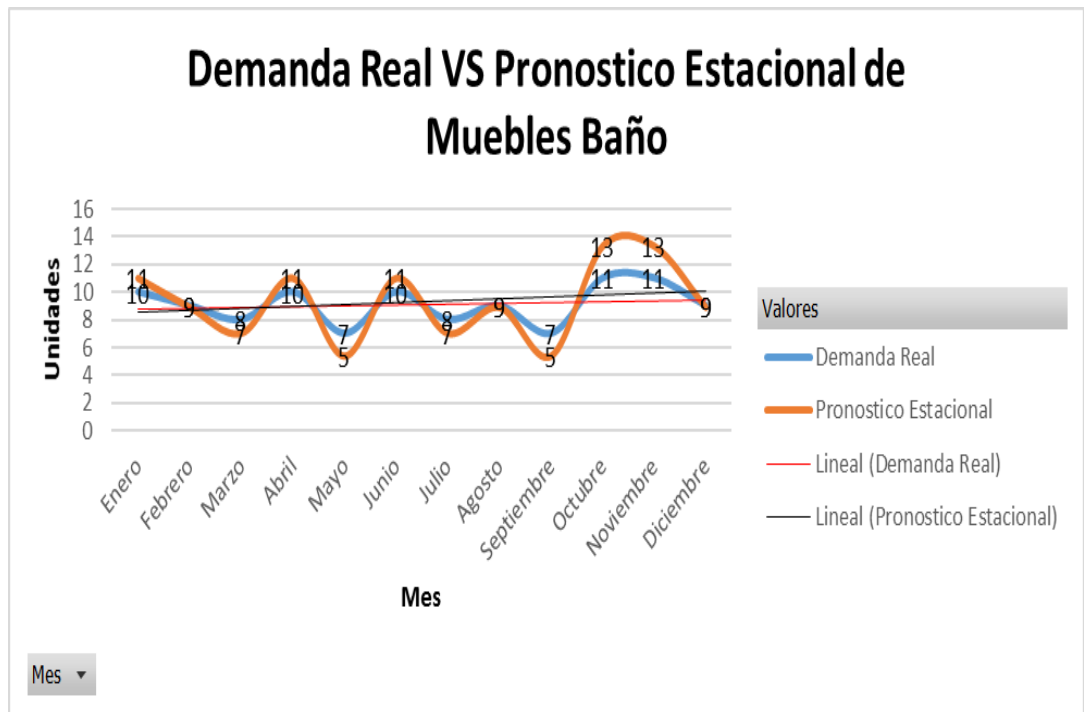


Ilustración 9. Fuente propia. (2017). Grafica de la demanda real contra el pronóstico estacional para muebles de baño.

Los pasos para realizar este pronóstico son los siguientes:

1. Calcular la demanda promedio por estación.
2. Dividir la demanda real en cada estación entre la demanda promedio.
Que la demanda de abril es 14% mayor que la demanda promedio por mes.
3. Sumar los índices estacionales.
4. Multiplique la demanda promedio por el índice estacional. (Krajewski, Ritzman, Malhotra, 2008)

Las pruebas estadísticas que avalan que este modelo es el que se requiere para la empresa FORTECMA se encuentran el análisis por medio de la comparación de dos muestras independientes con la comparación de medias y medianas y prueba t y arrojo los siguientes resultados para un nivel de confianza del 95%.

Parámetros estadísticos para cocina

	<i>historica</i>	<i>pronosticada</i>
Recuento	12	12
Promedio	6,5	7,0
Desviación Estándar	1,0	2,0
Coefficiente de Variación	15,3846%	28,5714%
Mínimo	5,0	4,0
Máximo	8,0	10,0
Rango	3,0	6,0
Sesgo Estandarizado	0	0
Curtosis Estandarizada	-0,539972	-0,539972

suponiendo varianzas iguales: $t = -0,774597$ valor-P = 0,446824

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Tabla 7. Fuente propia. (2017). Parámetros estadísticos para cocina.

La base para el cálculo se vale del STATGRAPHICS

Se concluye que el modelo de cocinas se ajusta ya que el valor crítico de p es mayor que el t calculado por lo cual no se rechaza para hipótesis nula para un alfa de 0,05 lo que prueba que este modelo es el indicado ya que H_0 : Validación del modelo y además a esto se concluye que no hay diferencias significativas entre las dos medias y medianas de las dos muestras.

Parámetros estadísticos para puertas

	<i>historica</i>	<i>pronosticada</i>
Recuento	12	12
Promedio	15,4167	15,8333
Desviación Estándar	1,62135	3,24271
Coefficiente de Variación	10,5169%	20,4803%
Mínimo	13,0	11,0
Máximo	18,0	21,0
Rango	5,0	10,0
Sesgo Estandarizado	0,578646	0,578646
Curtosis Estandarizada	-0,564483	-0,564483

suponiendo varianzas iguales: $t = -0,398122$ valor- $P = 0,694377$

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Tabla 8. Fuente propia. (2017). Parámetros estadísticos para puertas.

Parámetros estadísticos para closet

	<i>historica</i>	<i>pronosticada</i>
Recuento	12	12
Promedio	9,58333	9,91667
Desviación Estándar	1,83196	3,94181
Coefficiente de Variación	19,1161%	39,7494%
Mínimo	7,0	5,0
Máximo	13,0	18,0
Rango	6,0	13,0
Sesgo Estandarizado	0,753149	1,26888
Curtosis Estandarizada	-0,45592	-0,101432

suponiendo varianzas iguales: $t = -0,265649$ valor- $P = 0,792983$

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Tabla 9. Fuente propia. (2017). Parámetros estadísticos para closets.

Parámetros estadísticos para mueble de baño

	<i>historica</i>	<i>pronosticada</i>
Recuento	12	12
Promedio	9,08333	9,16667
Desviación Estándar	1,37895	2,75791
Coefficiente de Variación	15,1811%	30,0863%
Mínimo	7,0	5,0
Máximo	11,0	13,0
Rango	4,0	8,0
Sesgo Estandarizado	-0,249242	-0,249242
Curtosis Estandarizada	-0,709062	-0,709062

suponiendo varianzas iguales: $t = -0,0936213$ valor-P = 0,926257

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Tabla 10. Fuente propia. (2017). Parámetros estadísticos para muebles de baño.

Se concluye que el modelo de pronóstico utilizado es el adecuado dado que en ninguno de los pronósticos se rechaza H_0 siendo su base H_0 : validación del modelo.

Por otra parte, una forma de validar que los modelos son los necesarios en la implementación del modelo se encuentra el error de pronóstico y señal de rastreo con el cual se comparan los modelos Arima y Pronósticos estacionales con el fin de observar aquellos que sobre estiman la demanda y cual señal de rastreo refleja un comportamiento estacional

Entre las medidas para validar si el modelo elegido es el correcto fueron utilizadas las algunas menciones ya que según Krawjesky y Malhotra se calculan los errores a partir de medidas como el CFE, MSE, Desviación Estándar, MAD, MAPE sus fórmulas son las siguientes:

$CFE = \sum E_t$: Medida de error total del pronóstico que evalúa el sesgo del pronóstico

$MSE = \frac{\sum E_t^2}{n}$: Medida de Dispersión de los errores de pronóstico

Desviación Estándar: Medida de Dispersión de los errores de pronostico

$$MAD = \frac{\sum |E_t|}{n}$$

: Medida de Dispersión de los errores de pronostico

$$MAPE = \frac{(\sum |E_t| / D_t)(100)}{n} \text{ (expresado como porcentaje)}$$

: relaciona

el error de pronóstico con el nivel de la demanda, y es útil para colocar el desempeño del pronóstico en su perspectiva correcta

Por otra parte se encuentra la señal de rastreo que es una medida que permite ver si el pronóstico está previendo con precisión los cambios reales de la demanda

$$\text{Señal de rastreo} = \frac{CFE}{MAD}$$

A continuación, se encuentran los cálculos realizados para el error de pronóstico y señal de rastreo, aparte de esto se encuentra el versus de Arima Vs Pronostico estacional

Errores de Pronostico		
Tipo	Patrones Estacionales	ARIMA
Cocinas	12,8	10,2
Puertas	8,6	8,5
closet	15,8	14,7
mueble de baño	12,1	12,0

Tabla 11. Fuente propia. (2017). Tabla de Errores de Pronostico

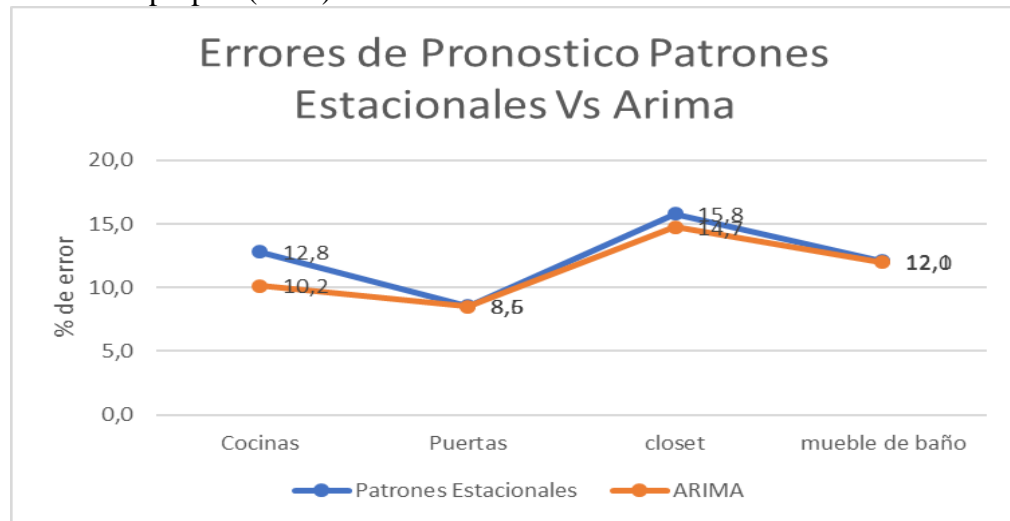


Ilustración 10. Fuente propia. (2017). Errores de pronostico patrones estacionales Vs Arima.

Señal de Rastreo Cocinas		Señal de Rastreo Puertas		Señal de Rastreo Closet		Señal de Rastreo Mueble De Baño	
Estacional	Arima	Estacional	Arima	Estacional	Arima	Estacional	Arima
1	-1	1	-1	-1	1	-1	1
-0,15	-0,28	2	-2	-0,99	1,72	-1,7	2
0,79	-0,79	3	-3	-2,52	2,87	0,04	0,25
2,35	-3,14	4	-4	-2,81	3,83	-1,29	1,14
-0,34	-2,1	1,24	-1,71	-2,21	2,78	0,67	-0,95
0,19	-1,27	1,71	-2,36	-3,18	3,8	-0,41	-0,7
-0,49	-0,91	-0,37	-0,48	-2,5	3,08	0,6	-1,59
0,93	-2,58	-0,81	-0,29	-1,34	1,07	0,78	-2,2
-1,15	-1,56	-1,93	0,76	-1,1	0,64	2,44	-4,13
-0,69	-0,73	-1,11	-0,32	-1,48	1,12	-0,06	-2,54
-1,34	-0,32	-1,6	0,15	-0,57	0,17	-2,03	0,25
-2,03	1,17	-1,4	-0,21	-2,45	1,88	-2,12	0,86

Tabla 12. Comparación de las señales de rastreo de los cuatro productos de los cuatro productos.

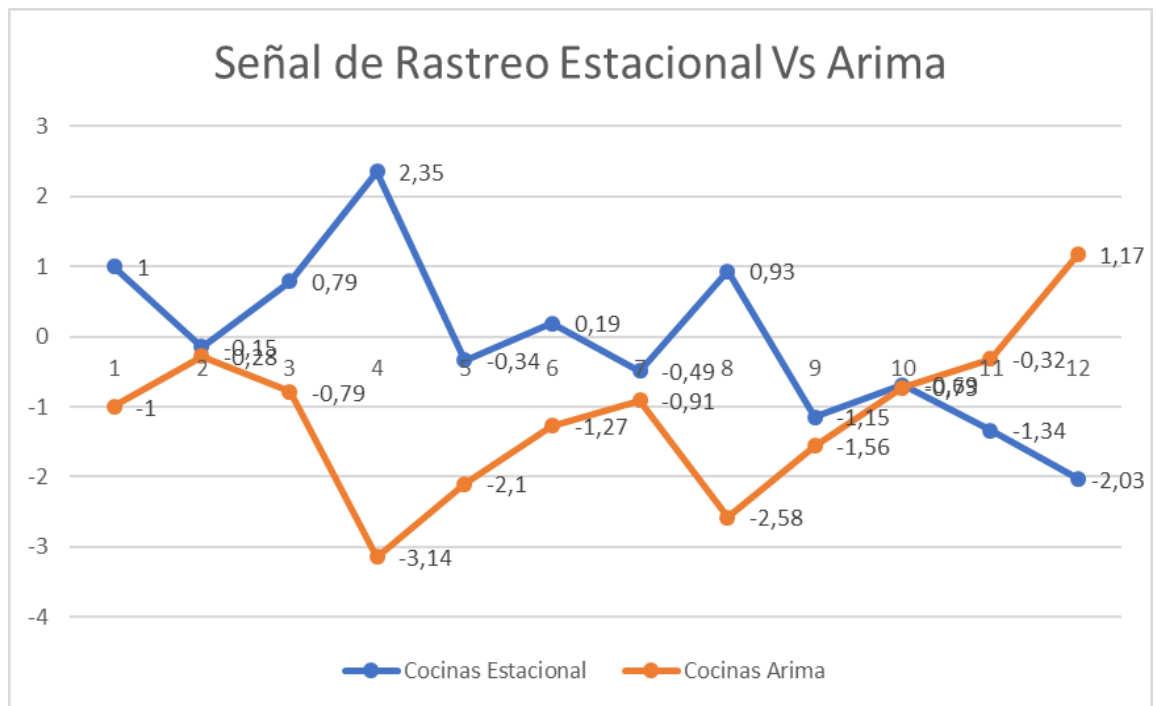


Ilustración 11. Señal de rastreo para cocinas.

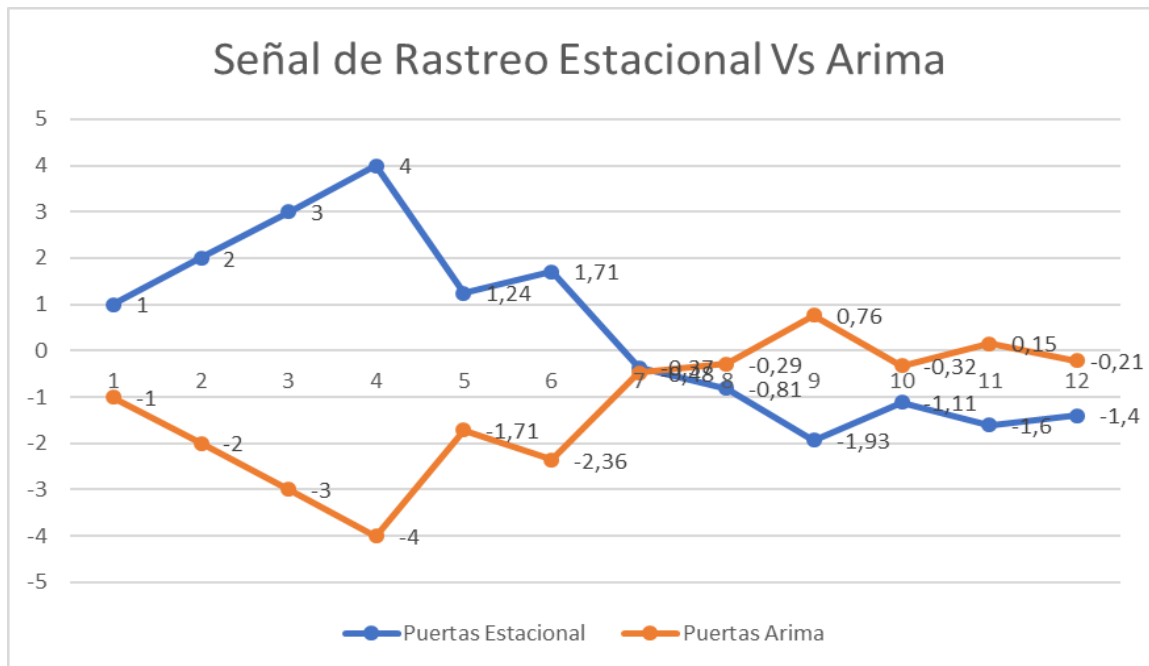


Ilustración 12. Señal de rastreo para puertas.

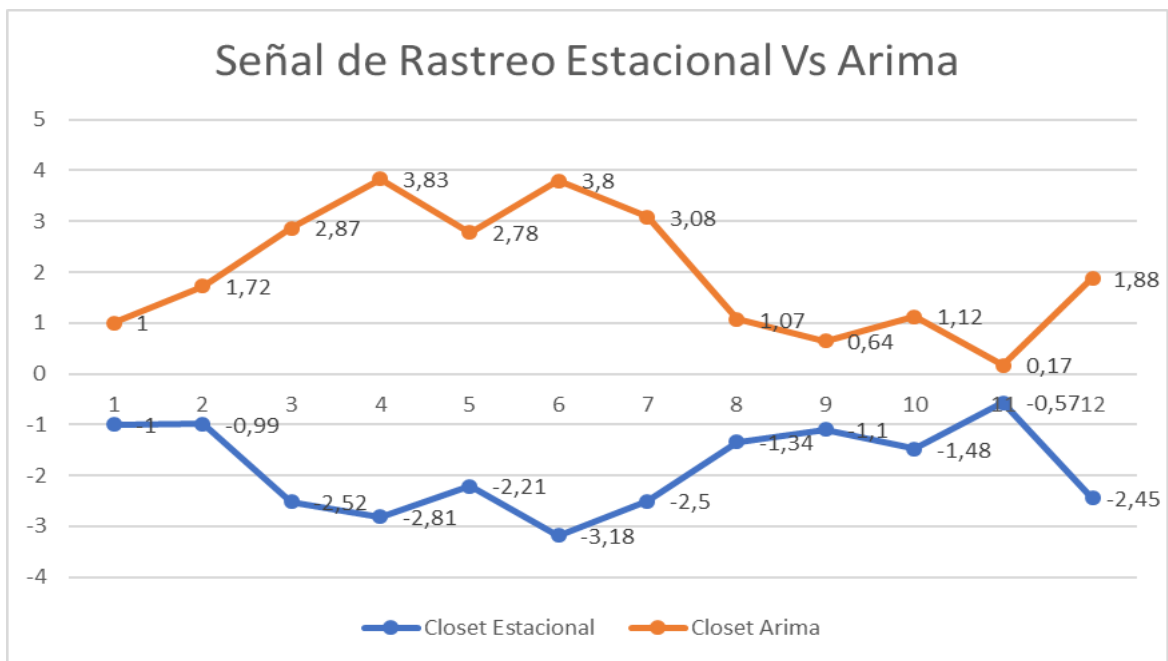


Ilustración 13. Señal de rastreo para closet.

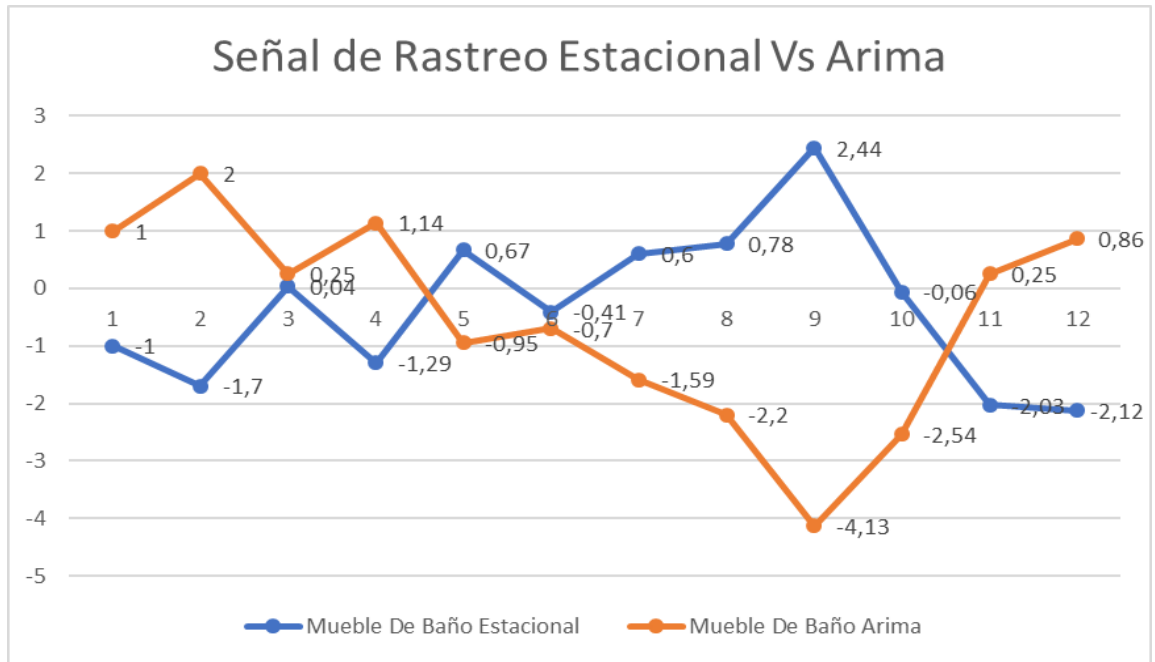


Ilustración 14. Señal de rastreo para muebles de baño.

Como se puede observar en las diferentes graficas de errores de pronósticos y señales de rastreo para patrones estacionales se observa que posee un comportamiento creciente y decreciente, para el Arima también se observa dicho comportamiento pero lo que hace diferenciar entre el uno y el otro es que el Arima en mayor parte de los casos sobrestima la demanda manteniendo un ciclo de crecimiento y generando mayores costos, en tanto a patrones estacionales en algunos casos la sobrestima y en otros tiene un comportamiento por debajo de la demanda pero es evidente que en la mayor parte de los casos el comportamiento estacional la suma de los errores tiene una mayor tendencia a cero por lo cual el modelo de pronóstico es el óptimo para el cálculo de la demanda. (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008)

11.3 ESTUDIO DEL TRABAJO (TIEMPOS ESTÁNDAR)

El estudio del trabajo es quizá uno de los modelos más importantes para FORTECMA dado que a partir de este se pueden obtener los tiempos estándar por proceso y saber cuáles de ellos son los que representan un cuello de botella que impiden el flujo continuo de la producción el estudio del trabajo y tiempos se realizó en aras de descubrir el tiempo para producir una unidad determinada de producto y también poder estandarizar cada uno de los procesos.

Según Niebel “El estudio de tiempos sirve para desarrollar el centro de trabajo eficiente y a través de este establecer estándares de tiempos”. En primera medida se calculó se evaluó cuál de los modelos de toma de tiempo es el más acorde a la toma inicial y se eligió regresos a cero ya que permite ver el proceso individualizado sin pérdidas u holguras de tiempo, el segundo paso fue realizar el tamaño de muestra con el fin de determinar cuántas tomas eran necesarias, por último, se realizaron las tomas y ponderaciones, lo que arrojó el sistema fue lo siguiente.

Calculo de tiempo estándar para closet

										estudio numero:1				fecha:				pagina:1 de 1			
										operación:closet				operador: EJ				observador:			
numero de elemento y descripción		trazo				despiece				corte				enchape				armado			
nota	ciclo	c	lc	to	tn	c	lc	to	tn	c	lc	to	tn	c	lc	to	tn	c	lc	to	tn
	1	95		27	26	90		19	17,1	100		50	50	100		18	18	90		355	319,5
	2	85		24	20	85		20	17	90		58	52,2	90		20	18	90		351	315,9
	3	80		21	17	90		15	13,5	95		53	50,35	80		16	12,8	95		370	351,5
	4	90		29	26	95		18	17,1	90		54	48,6	85		21	17,85	100		358	358
	5	95		30	29	90		20	18	80		60	48	80		20	16	85		360	306
	6	100		24	24	80		15	12	85		60	51	90		21	18,9	80		365	292
	7	90		28	25	85		15	12,75	80		57	45,6	95		22	20,9	90		375	337,5
	8	85		31	26	90		19	17,1	90		58	52,2	90		18	16,2	100		370	370
	9	90		27	24	95		16	15,2	90		58	52,2	90		18	16,2	90		360	324
	10	95		32	30	100		15	15	100		58	58	100		19	19	80		370	296
Resumen																					
to total	27,3				17,2				56,6				19,3				363,4				
calificacion																					
tn total	248				154,75				508,15				173,85				3270,4				
num.observaciones	10				10				10				10				10				
tn promedio	25				15,475				50,815				17,385				327,04				
%holgura	10				10				10				10				10				
tiempo estandar elemental	27,247				17,0225				55,8965				19,1235				359,744				
num. De ocurrencias	1				1				1				1				1				
tiempo estandar	27,247				17,0225				55,8965				19,1235				359,744				
tiempo estandar total (suma del tiempo estándar para todos los elementos)																			479,0335		
Elementos extraño					verificación de tiempos					Resumen de Holguras											
sim	lc1	lc2	to	descripción	tiempo de terminación		5:10.0 PM		necesidades personales				4								
A					tiempo de inicio		8:20.00 AM		fatiga basica				4								
B					tiempo transcurrido		570		fatiga variable				2								
C					ttae	60		especial				0									
D					ttde	90		% de holgura total				10									
E					tiempo verificado total		150		Observaciones:												
F					tiempo efectivo		483,8														
G					tiempo inefectivo		0														
Verificación de calificación					tiempo registrado total		633,8														
tiempo sintético					tiempo no contabilizado		63,8														
tiempo observado					%		% de error de registro		0,1												

Tabla 13. Fuente propia. (2017). Tabla de tiempos estándar para closet.

Calculo de tiempo estándar para mueble de baño

														estudio numero:2				fecha				pagina:1 de 1			
														operación:mueble				operador: EJ				observador:			
numero de elemento y descripcion		trazo				despiece				corte				enchape				armado							
nota	ciclo	c	lc	to	tn	c	lc	to	tn	c	lc	to	tn	c	lc	to	tn	c	lc	to	tn				
	1	90		10	9	80		12	9,6	90		23	20,7	80		12	9,6	85		70	59,5				
	2	85		8	6,8	90		10	9	90		18	16,2	90		16	14,4	90		65	58,5				
	3	90		9	8,1	90		11	9,9	85		22	18,7	90		16	14,4	95		57	54,15				
	4	90		9	8,1	100		14	14	80		20	16	85		14	11,9	90		72	64,8				
	5	100		10	10	90		10	9	100		20	20	90		15	13,5	100		60	60				
	6	85		10	8,5	80		12	9,6	90		20	18	95		12	11,4	90		66	59,4				
	7	90		12	10,8	85		13	11,05	85		19	16,15	95		13	12,35	80		68	54,4				
	8	90		9	8,1	100		12	12	80		19	15,2	100		12	12	85		60	51				
	9	95		8	7,6	80		12	9,6	90		19	17,1	90		16	14,4	100		69	69				
	10	100		8	8	90		13	11,7	100		19	19	80		15	12	90		66	59,4				
Resumen																									
to total	9,3				11,9				19,9				14,1				65,3								
calificacion																									
tn total	85				105,45				177,05				125,95				590,15								
num.observaciones	10				10				10				10				10								
tn promedio	8,5				10,545				17,705				12,595				59,015								
%holgura	10				10				10				10				10								
tiempo estandar elemental	9,35				11,5995				19,4755				13,8545				64,9165								
num. De ocurrencias	1				1				1				1				1								
tiempo estandar	9,35				11,5995				19,4755				13,8545				64,9165								
tiempo estandar total (suma del tiempo estándar para todos los elementos)																		119,196							
Elementos extraño					verificacion de tiempos					Resumen de Holguras															
sim	lc1	lc2	to	descripcion	tiempo de terminacion		5:15.00 PM		necesidades personales				4												
A					tiempo de inicio		8:10.00 AM		fatiga basica				4												
B					tiempo transcurrido		565		fatiga variable				2												
C					ttae	60			especial				0												
D					ttde	90			% de holgura total				10												
E					tiempo verificado total		150																		
F					tiempo efectivo		120,5																		
G					tiempo inefectivo		0																		
Verificacion de calificacion					tiempo registrado total		270,5																		
tiempo sintetico					tiempo no contabilizado		294,5																		
tiempo observado					%	% de error de registro		0,5		Observaciones:															

Tabla 14. Fuente propia. (2017). Tabla de tiempos estándar para mueble de baño.

Calculo de tiempo estándar para cocina

														estudio numero:3				fecha				pagina:1 de 1			
														operación:cocina				operador: EJ				observador:			
numero de elemento y descripcion		trazo				despiece				corte				enchape				armado							
nota	ciclo	c	lc	to	tn	c	lc	to	tn	c	lc	to	tn	c	lc	to	tn	c	lc	to	tn				
	1	100		59	59	100		20	20	90		77	69,3	90		27	24,3	100		480	480				
	2	90		59	53,1	90		19	17,1	85		76	64,6	90		24	21,6	90		470	423				
	3	85		60	51	95		18	17,1	90		85	76,5	95		22	20,9	80		455	364				
	4	90		55	49,5	90		20	18	95		82	77,9	100		25	25	85		463	393,6				
	5	90		56	50,4	80		19	15,2	90		85	76,5	85		24	20,4	80		467	373,6				
	6	95		57	54,2	85		17	14,45	80		85	68	80		28	22,4	90		450	405				
	7	85		53	45,1	80		20	16	85		74	62,9	90		28	25,2	95		475	451,3				
	8	90		58	52,2	90		20	18	90		74	66,6	100		28	28	90		472	424,8				
	9	100		55	55	90		18	16,2	95		78	74,1	90		30	27	90		465	418,5				
	10	100		52	52	100		19	19	100		85	85	80		24	19,2	100		474	474				
Resumen																									
to total	56,4				19				80,1				26				467,1								
calificacion																									
tn total	521,4				171,05				721,4				234				4207,7								
num.observaciones	10				10				10				10				10								
tn promedio	52,14				17,105				72,14				23,4				420,77								
%holgura	10				10				10				10				10								
tiempo estandar elemental	57,354				18,8155				79,354				25,74				462,847								
num. De ocurrencias	1				1				1				1				1								
tiempo estandar	57,354				18,8155				79,354				25,74				462,847								
tiempo estandar total (suma del tiempo estándar para todos los elementos)																		644,1105							
Elementos extraño						verificacion de tiempos						Resumen de Holguras													
sim	lc1	lc2	to	descripcion		tiempo de terminacion		5:10.00 PM		necesidades personales		4													
A						tiempo de inicio		8:20.00 AM		fatiga basica		4													
B						tiempo transcurrido		570		fatiga variable		2													
C						ttae	60			especial		0													
D						ttde	90			% de holgura total		10													
E						tiempo verificado total		150		Observaciones:															
F						tiempo efectivo		648,6																	
G						tiempo inefectivo		0																	
Verificacion de calificacion						tiempo registrado total		798,6																	
tiempo sintetico						tiempo no contabilizado		228,6																	
tiempo observado						%		% de error de registro		0,4															

Tabla 15. Fuente propia. (2017). Tabla de tiempos estándar para cocina.

Calculo de tiempo estándar para puerta

														estudio numero:4		fecha		pagina:1 de 1			
														operación:puerta		operador: EJ		observador:			
numero de elemento y descripcion		trazo				despiece				corte				enchape				armado			
nota	ciclo	c	lc	to	tn	c	lc	to	tn	c	lc	to	tn	c	lc	to	tn	c	lc	to	tn
	1	100		19	19	90		15	13,5	80		61	48,8	85		18	15,3	80		120	96
	2	95		15	14,3	90		11	9,9	90		65	58,5	90		18	16,2	90		112	100,8
	3	90		18	16,2	85		13	11,05	90		69	62,1	95		17	16,15	90		120	108
	4	85		15	12,8	80		14	11,2	100		72	72	90		20	18	85		116	98,6
	5	90		19	17,1	100		17	17	90		80	72	100		17	17	90		119	107,1
	6	80		16	12,8	90		17	15,3	80		64	51,2	90		17	15,3	95		118	112,1
	7	90		17	15,3	85		19	16,15	85		77	65,45	80		18	14,4	95		115	109,3
	8	100		16	16	80		10	8	100		68	68	85		19	16,15	100		114	114
	9	90		20	18	90		13	11,7	80		70	56	100		17	17	90		119	107,1
	10	90		18	16,2	100		15	15	90		62	55,8	90		17	15,3	80		117	93,6
Resumen																					
to total	17,3				14,4				68,8				17,8				117				
calificacion																					
tn total	157,6				128,8				609,85				160,8				1046,55				
num.observaciones	10				10				10				10				10				
tn promedio	15,76				12,88				60,985				16,08				104,655				
%holgura	10				10				10				10				10				
tiempo estandar elemental	17,336				14,168				67,0835				17,688				115,1205				
num. De ocurrencias	1				1				1				1				1				
tiempo estandar	17,336				14,168				67,0835				17,688				115,1205				
tiempo estandar total (suma del tiempo estándar para todos los elementos)																		231,396			
Elementos extraño					verificacion de tiempos					Resumen de Holguras											
sim	lc1	lc2	to	descripcion	tiempo de terminacion		5:20.00 PM			necesidades personales		4									
A					tiempo de inicio		8:10.00 AM			fatiga basica		4									
B					tiempo transcurrido		570			fatiga variable		2									
C					ttae	60				especial		0									
D					ttde	90				% de holgura total		10									
E					tiempo verificado total		150			Observaciones:											
F					tiempo efectivo		235,3														
G					tiempo inefectivo		0														
Verificacion de calificacion					tiempo registrado total		385,3														
tiempo sintetico					tiempo no contabilizado		184,7														
tiempo observado					%	% de error de registro		0,3													

Tabla 16. Fuente propia. (2017). Tabla de tiempos estándar para puerta.

Tiempos Estándar en Minutos	
Cocina	644,1105
Mueble	119,196
Puerta	231,396
Closet	479,0335

Tabla 17. Fuente propia. (2017). Tabla de tiempos estándar de los cuatro productos.



Ilustración 15. Fuente propia (2017). Porcentaje de participación de los cuatro productos.

Estos tiempos estándar fueron muy importantes en la mejora de los procesos ya que a partir de ellos se pudo saber a qué nivel de flujo se mueven cada uno de los procesos y también las familias de productos, también se puede saber cuál es el producto que tiene mayor tiempo de ocupación de máquinas que en este caso es la cocina.

11.4 CAPACIDAD DISPONIBLE

La capacidad disponible junto con los tiempos estándar es uno de los factores más importantes que toda empresa manufacturera debe conocer ya que a partir de estos se puede saber el nivel de capacidad que se posee para las máquinas y la planta en general según Kalenatic “La capacidad disponible depende de las condiciones de producción, administración y organización, se calcula en función de días hábiles, # de turnos y su longitud y considera las pérdidas de tiempos por factores internos y externos de la compañía

$$Cd = \sum_{i=1}^m ni * dh * ht * Nt - (G1 + G2 + G3 + G4)$$

Dónde:

ni = Numero de puestos de trabajo del mismo tipo

dh = Dias habiles

ht = Horas turno

Nt = Numero de turnos

G1 = Horas asociadas al mes por mantenimiento

G2 = Horas asociadas al mes por temas organizacionales

G3 = horas asociadas al mes por eventos no directos al proceso (vacaciones. capacitacion)

G4 = Horas asociadas al mes a factores externos (protestas)

Tabla 13. Fuente propia. Tabla de variables cálculo de demanda.

La formulación de esto arroja la capacidad disponible para el año 2016 las siguientes unidades por mes:

Capacidad para el mes de enero

CAPACIDAD PARA EL MES DE ENERO												
Proceso	ni=numero de puestos de trabajo del mismo	dh=dias habiles	ht=horas turno	nt=numero de turnos	G1=horas asociadas/mes al mantenimiento	G2	G3	G4	cd/mes	cd/semana	cd en minutos/semana	
trazo	1	24	10	1	1	1	1	2	235 horas/mes	59	3525	
despiece	1	24	10	1	1	1	1	2	235 horas/mes	59	3525	
corte	1	24	10	1	1	1	1	2	235 horas/mes	59	3525	
enchape	1	24	10	1	1	1	1	2	235 horas/mes	59	3525	
armado	1	24	10	1	1	1	1	2	235 horas/mes	59	3525	
											17625	

Tabla 18. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de Enero.

Capacidad para el mes de febrero

CAPACIDAD PARA EL MES DE FEBRERO													
Proceso	puestos de trabajo del mismo tipo(procesos)	dh=dias habiles	ht=horas turno	nt=numero de turnos	asociadas/mes al mantenimiento	G2	G3	G4	cd/mes		cd/semana	cd en minutos/semana	
trazo	1	25	10	1	1	1	1	2	245	horas/mes	61	3675	
despiece	1	25	10	1	1	1	1	2	245	horas/mes	61	3675	
corte	1	25	10	1	1	1	1	2	245	horas/mes	61	3675	
enchape	1	25	10	1	1	1	1	2	245	horas/mes	61	3675	
armado	1	25	10	1	1	1	1	2	245	horas/mes	61	3675	
												18375	

Tabla 19. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de febrero.

Capacidad para el mes de marzo

CAPACIDAD PARA EL MES DE MARZO													
Proceso	ni=numero de puestos de trabajo del mismo tipo(procesos)	dh=dias habiles	ht=horas turno	nt=numero de turnos	G1=horas asociadas/mes al mantenimiento	G2	G3	G4	cd/mes		cd/semana	cd en minutos/semana	
trazo	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525	
despiece	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525	
corte	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525	
enchape	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525	
armado	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525	
												17625	

Tabla 14. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de marzo.

Capacidad para el mes de abril

CAPACIDAD PARA EL MES DE ABRIL												
Proceso	ni=numero de puestos de trabajo del mismo tipo(procesos)	dh=dias habiles	ht=horas turno	nt=numero de turnos	G1=horas asociadas/mes al mantenimiento	G2	G3	G4	cd/mes		cd/semana	cd en minutos/semana
trazo	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825
despiece	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825
corte	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825
enchape	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825
armado	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825
												19125

Tabla 15. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de abril.

Capacidad para el mes de mayo

CAPACIDAD PARA EL MES DE MAYO												
Proceso	ni=numero de puestos de trabajo del mismo tipo(procesos)	dh=dias habiles	ht=horas turno	nt=numero de turnos	G1=horas asociadas/mes al mantenimiento	G2	G3	G4	cd/mes		cd/semana	cd en minutos/semana
trazo	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525
despiece	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525
corte	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525
enchape	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525
armado	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525
												17625

Tabla 16. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de mayo.

Capacidad para el mes de junio

CAPACIDAD PARA EL MES DE JUNIO												
Proceso	ni=numero de puestos de trabajo del mismo tipo(procesos)	dh=dias habiles	ht=horas turno	nt=numero de turnos	G1=horas asociadas/mes al mantenimiento	G2	G3	G4	cd/mes		cd/semana	cd en minutos/semana
trazo	1	25	10	1	1	1	1	2	245	horas/mes	61	3675
despiece	1	25	10	1	1	1	1	2	245	horas/mes	61	3675
corte	1	25	10	1	1	1	1	2	245	horas/mes	61	3675
enchape	1	25	10	1	1	1	1	2	245	horas/mes	61	3675
armado	1	25	10	1	1	1	1	2	245	horas/mes	61	3675
												18375

Tabla 17. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de junio.

Capacidad para el mes de julio

CAPACIDAD PARA EL MES DE JULIO														
Proceso	ni=numero de puestos de trabajo del mismo tipo(procesos)	dh=dias habiles	ht=horas turno	nt=numero de turnos	G1=horas asociadas/mes al mantenimiento	G2	G3	G4	cd/mes	cd/semana	cd en minutos/semana			
trazo	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525		
despiece	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525		
corte	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525		
enchape	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525		
armado	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525		
												17625		

Tabla 18. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de julio.

Capacidad para el mes de agosto

CAPACIDAD PARA EL MES DE AGOSTO														
Proceso	ni=numero de puestos de trabajo del mismo tipo(procesos)	dh=dias habiles	ht=horas turno	nt=numero de turnos	G1=horas asociadas/mes al mantenimiento	G2	G3	G4	cd/mes	cd/semana	cd en minutos/semana			
trazo	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825		
despiece	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825		
corte	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825		
enchape	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825		
armado	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825		
												19125		

Tabla 19. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de julio.

Capacidad para el mes de septiembre

CAPACIDAD PARA EL MES DE SEPTIEMBRE												
Proceso	ni=numero de puestos de trabajo del mismo tipo(procesos)	dh=dias habiles	ht=horas turno	nt=numero de turnos	G1=horas asociadas/mes al mantenimiento	G2	G3	G4	cd/mes	cd/mes	cd/semana	cd en minutos/semana
trazo	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825
despiece	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825
corte	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825
enchape	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825
armado	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825
												19125

Tabla 20. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de septiembre.

Capacidad para el mes de octubre

CAPACIDAD PARA EL MES DE OCTUBRE												
Proceso	ni=numero de puestos de trabajo del mismo tipo(procesos)	dh=dias habiles	ht=horas turno	nt=numero de turnos	G1=horas asociadas/mes al mantenimiento	G2	G3	G4	cd/mes	cd/mes	cd/semana	cd en minutos/semana
trazo	1	25	10	1	1	1	1	2	245	horas/mes	61	3675
despiece	1	25	10	1	1	1	1	2	245	horas/mes	61	3675
corte	1	25	10	1	1	1	1	2	245	horas/mes	61	3675
enchape	1	25	10	1	1	1	1	2	245	horas/mes	61	3675
armado	1	25	10	1	1	1	1	2	245	horas/mes	61	3675
												18375

Tabla 21. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de octubre.

Capacidad para el mes de noviembre

CAPACIDAD PARA EL MES DE NOVIEMBRE													
Proceso	ni=numero de puestos de trabajo del mismo tipo(procesos)	dh=dias habiles	ht=horas turno	nt=numero de turnos	G1=horas asociadas/mes al mantenimiento	G2	G3	G4	cd/mes		cd/semana	cd en minutos/semana	
trazo	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525	
despiece	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525	
corte	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525	
enchape	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525	
armado	1	24	10	1	1	1	1	2	235	horas/mes	59	3525	
												17625	

Tabla 22. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de noviembre.

Capacidad para el mes de diciembre

CAPACIDAD PARA EL MES DE DICIEMBRE													
Proceso	ni=numero de puestos de trabajo del mismo tipo(procesos)	dh=dias habiles	ht=horas turno	nt=numero de turnos	G1=horas asociadas/mes al mantenimiento	G2	G3	G4	cd/mes		cd/semana	cd en minutos/semana	
trazo	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825	
despiece	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825	
corte	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825	
enchape	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825	
armado	1	26	10	1	1	1	1	2	255	horas/mes	64	3825	
												19125	

Tabla 23. Fuente propia (2017). Tabla capacidad para el mes de diciembre.

Capacidad en unidades para cada mes

CAPACIDAD EN UNIDADES PARA CADA MES	
ENERO	48
FEBRERO	50
MARZO	48
ABRIL	52
MAYO	48
JUNIO	50
JULIO	48
AGOSTO	52
SEPTIEMBRE	52
OCTUBRE	50
NOVIEMBRE	48
DICIEMBRE	52

Tabla 24. Fuente propia (2017). Capacidad mensual para el año 2016.

Como se puede observar en la tabla la capacidad disponible por mes para fabricar cada uno de los productos tiene un promedio de 50 unidades por mes y de 12 unidades por semana, a continuación, se realiza un comparativo entre capacidad disponible y punto de equilibrio. Para llegar a este cálculo es importante tener presente el tiempo estándar promedio de los cuatro productos el cual dio como resultado 368,434 minutos.

Para validar el procedimiento del cálculo de la capacidad disponible se aplicó la prueba de análisis de varianza, donde se aprueba la hipótesis H_0 ya que el valor crítico de F es menor que el F calculado.

Análisis de varianza de un solo factor para la capacidad disponible

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	12	78	6,5	13		
Columna 2	12	596,443325	49,70361042	3,359022949		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	11199,31172	1	11199,31172	1369,190783	2,62037E-21	4,300949502
Dentro de los grupos	179,9492524	22	8,179511475			
Total	11379,26097	23				

Tabla 25. Fuente propia (2017). Análisis de varianza de un solo factor para capacidad disponible

11.5 INVENTARIOS CON REGRESION LINEAL

Para la realización de este modelo matemático se hizo un análisis de los materiales que tienen en común los cuatro productos escogidos para el estudio, que a continuación se muestran en la tabla, y se agruparon por familias con el fin de tener un stock de seguridad, ya que como se mencionó anteriormente la empresa fabrica por pedido y a la vez solicita a los distribuidores la cantidad de materia prima necesaria para empezar a trabajar en determinado pedido. Decidimos agrupar este inventario de esta manera, para mantener la reducción en costos de almacenamiento y la optimización de los espacios.

Inventarios por regresión lineal

Productos	Cantidad	Referencia		pronostico
laminas(1)	8	unidades		28
bisagras(2)	58	unidades		26
correderas(3)	6	unidades		23
tornillos(4)	4	unidades (cajas)	cajas	20
canto rigido(5)	58	metros		17
soportes(6)	6	unidades		15
entrepaños(7)	3	unidades		12
manijas(8)	10	unidades		9
tubos (9)	4	unidades		7

Tabla 26. Fuente propia (2017). Agrupación de productos para regresión lineal.

También se realizó la respectiva prueba estadística, en este caso un análisis de varianza, para validar que este modelo servía para el caso de estudio, dando como resultado una decisión acertada puesto que el valor crítico de F es menor que el F calculado como se aprecia en la siguiente gráfica, para este modelo también se utilizó la función de regresión lineal que tiene Excel.

Cabe mencionar que el pronóstico es realizado para un periodo de un mes.

Análisis de varianza prueba estadística para inventarios por regresión lineal

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	448,2666667	448,2666667	0,821870926	0,394768291
Residuos	7	3817,955556	545,4222222		
Total	8	4266,222222			

Tabla 27. Fuente propia (2017). Análisis de varianza regresión lineal.

Para este caso la prueba de hipótesis que valida el modelo es la siguiente:

$H_0 =$ Validación del modelo = Valor crítico de F. Se acepta H_0 ya que es menor a F.

11.6 MPS (PLAN MAESTRO DE PRODUCCION)

Para desarrollar este modelo matemático se requiere de la siguiente información:

- Pronostico de cada producto en cada uno de los meses.
- Tiempos estándar de los productos.

Ahora bien, se puede calcular las horas requeridas para la producción del mes, multiplicando las unidades del pronóstico con los tiempos estándar en minutos de los productos y dividiendo en 60 minutos para que dar como resultado las horas requeridas para la elaboración de cada producto. Y también se puede saber cuántos días son los que se requieren para cumplir con determinada orden de trabajo dividiendo.

Planeación de la producción para el mes de enero

Enero	pronostico	%	unidades	Tiempo Estandar	Horas requeridas para la produccion del mes	Dias utilizados para elaborar los productos
producto						
cocina	6	15%	6	644	64,4	8,05
puerta	11	27%	11	231	42,35	5,29375
closet	13	32%	13	479	103,7833333	12,97291667
mueble de baño	11	27%	11	119	21,81666667	2,727083333
produccion total para este mes	41	100%	41		232,35	29,04375

Tabla 28. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción enero.

Planeación de la producción para el mes de febrero

Febrero	pronostico	%	unidades	Tiempo Estandar	Horas requeridas para la produccion del mes	Dias utilizados para elaborar los productos
producto						
cocina	8	21%	8	644	85,86666667	10,73333333
puerta	13	34%	13	231	50,05	6,25625
closet	8	21%	8	479	63,86666667	7,983333333
mueble de baño	9	24%	9	119	17,85	2,23125
produccion total para este mes	38	100%	38		217,6333333	27,20416667

Tabla 29. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción febrero.

Planeación de la producción para el mes de marzo

Marzo	pronostico	%	unidades	Tiempo Estandar	Horas requeridas para la produccion del mes	Dias utilizados para elaborar los productos
producto						
cocina	6	14%	6	644	64,4	8,05
puerta	13	30%	13	231	50,05	6,25625
closet	18	41%	18	479	143,7	17,9625
mueble de baño	7	16%	7	119	13,88333333	1,735416667
produccion total para este mes	44	100%	44		272,0333333	34,00416667

Tabla 30. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción marzo.

Planeación de la producción para el mes de abril

Abril	pronostico	%	unidades	Tiempo Estandar	Horas requeridas para la produccion del mes	Dias utilizados para elaborar los productos
producto						
cocina	4	11%	4	644	42,93333333	5,366666667
puerta	15	39%	15	231	57,75	7,21875
closet	8	21%	8	479	63,86666667	7,983333333
mueble de baño	11	29%	11	119	21,81666667	2,727083333
produccion total para este mes	38	100%	38		186,3666667	23,29583333

Tabla 31. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción abril.

Planeación de la producción para el mes de mayo

Mayo	pronostico	%	unidades	Tiempo Estandar	Horas requeridas para la produccion del mes	Dias utilizados para elaborar los productos
producto						
cocina	10	23%	10	644	107,3333333	13,41666667
puerta	21	49%	21	231	80,85	10,10625
closet	7	16%	7	479	55,88333333	6,985416667
mueble de baño	5	12%	5	119	9,916666667	1,239583333
produccion total para este mes	43	100%	43		253,9833333	31,74791667

Tabla 32. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción mayo.

Planeación de la producción para el mes de junio

Junio	pronostico	%	unidades	Tiempo Estandar	Horas requeridas para la produccion del mes	Dias utilizados para elaborar los productos
producto						
cocina	6	13%	6	644	64,4	8,05
puerta	15	33%	15	231	57,75	7,21875
closet	13	29%	13	479	103,7833333	12,97291667
mueble de baño	11	24%	11	119	21,81666667	2,727083333
produccion total para este mes	45	100%	45		247,75	30,96875

Tabla 33. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción de junio

Planeación de la producción para el mes de julio

Julio	pronostico	%	unidades	Tiempo Estandar	Horas requeridas para la produccion del mes	Dias utilizados para elaborar los productos
producto						
cocina	8	19%	8	644	85,86666667	10,73333333
puerta	21	49%	21	231	80,85	10,10625
closet	7	16%	7	479	55,88333333	6,985416667
mueble de baño	7	16%	7	119	13,88333333	1,735416667
produccion total para este mes	43	100%	43		236,4833333	29,56041667

Tabla 34. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción de julio.

Planeación de la producción para el mes de agosto

Agosto	pronostico	%	unidades	Tiempo Estandar	Horas requeridas para la produccion del mes	Dias utilizados para elaborar los productos
producto						
cocina	4	11%	4	644	42,93333333	5,366666667
puerta	17	49%	17	231	65,45	8,18125
closet	5	14%	5	479	39,91666667	4,989583333
mueble de baño	9	26%	9	119	17,85	2,23125
produccion total para este mes	35	100%	35		166,15	20,76875

Tabla 35. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción de agosto.

Planeación de la producción para el mes de septiembre

septiembre	pronostico	%	unidades	Tiempo Estandar	Horas requeridas para la produccion del mes	Dias utilizados para elaborar los productos
producto						
cocina	10	24%	10	644	107,3333333	13,41666667
puerta	19	45%	19	231	73,15	9,14375
closet	8	19%	8	479	63,86666667	7,983333333
mueble de baño	5	12%	5	119	9,916666667	1,239583333
produccion total para este mes	42	100%	42		254,2666667	31,78333333

Tabla 36. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción de septiembre.

Planeación de la producción para el mes de octubre

Octubre	pronostico	%	unidades	Tiempo Estandar	Horas requeridas para la produccion del mes	Dias utilizados para elaborar los productos
producto						
cocina	6	14%	6	644	64,4	8,05
puerta	13	31%	13	231	50,05	6,25625
closet	10	24%	10	479	79,83333333	9,979166667
mueble de baño	13	31%	13	119	25,78333333	3,222916667
produccion total para este mes	42	100%	42		220,0666667	27,50833333

Tabla 37. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción de octubre.

Planeación de la producción para el mes de noviembre

noviembre	pronostico	%	unidades	Tiempo Estandar	Horas requeridas para la produccion del mes	Dias utilizados para elaborar los productos
producto						
cocina	8	18%	8	644	85,86666667	10,73333333
puerta	17	38%	17	231	65,45	8,18125
closet	7	16%	7	479	55,88333333	6,985416667
mueble de baño	13	29%	13	119	25,78333333	3,222916667
produccion total para este mes	45	100%	45		232,9833333	29,12291667

Tabla 38. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción de noviembre.

Planeación de la producción para el mes de diciembre

Diciembre	pronostico	%	unidades	Tiempo Estandar	Horas requeridas para la produccion del mes	Dias utilizados para elaborar los productos
producto						
cocina	8	17%	8	644	85,86666667	10,73333333
puerta	15	32%	15	231	57,75	7,21875
closet	15	32%	15	479	119,75	14,96875
mueble de baño	9	19%	9	119	17,85	2,23125
produccion total para este mes	47	100%	47		281,2166667	35,15208333

Tabla 39. Fuente propia (2017). Días requeridos para producción de diciembre.

A continuación se evidencia el MPS de todos los meses para el año 2016. Cabe resaltar que en la parte superior están las cuatro semanas del mes, por consiguiente lo que se hace es distribuir de manera aleatoria a gusto del analista el pronóstico de los productos para cada semana, es decir, por ejemplo se tiene el producto C que son las cocinas, en la casilla de pronóstico se distribuye la cantidad demanda restándole una o dos unidades al pronóstico esto con el fin de ajustar el inventario, en la casilla MPS si se distribuyen las unidades reales del pronóstico, como se puede observar en la casilla de inventario los datos son negativos y esto se debe a que a quedado mal distribuido las unidades por eso el MPS ajustado el cual se puede observar por semana la cantidad de productos a fabricar, pero también se debe tener en cuenta la capacidad instalada o la disponible con el fin de analizar si se tiene bastante capacidad para cumplir con las cantidades pronosticadas para dicho periodo. En el caso del mes de enero se tiene un superávit ya que al sumar los datos de estas casilla en las semanas se tiene que van a sobrar 159 minutos en el mes que pueden ser utilizados para distintas tareas.

MPS para Enero

Enero	0	1	2	3	4	TOTAL
PRODUCTO C						
PRONOSTICO		1			4	5
MPS		1			5	6
INV	0	-1	-1	-1	-5	
PRODUCTO P						
PRONOSTICO		8		1		9
MPS		9		1	1	11
INV	0	-8	-8	-9	-9	
PRODUCTO CL						
PRONOSTICO		1	6	4		11
MPS		1	7	5		13
INV	0	-1	-7	-11	-11	
PRODUCTO M						
PRONOSTICO		1	1	7		9
MPS		2	1	7	1	11
INV	0	-1	-2	-9	-9	
CAPACIDAD	3525	3525	3525	3525	3525	

	0	1	2	3	4	TIEMPO ESTÁNDAR
cocina		1			5	644
puerta		9		1	1	231
closet		1	7	5		479
mueble de baño		2	1	7	1	119

INSTALADA	3525	3525	3525	3525		
REQUERIDA	3440	3472	3459	3570	total o sobrante	
SUPERAVI/DEFICT	0	85	53	66	-45	159

Enero	pronostico	%	unidades
producto			
cocina	6	15%	6
puerta	11	27%	11
closet	13	32%	13
mueble de baño	11	27%	11
produccion total	41	100%	41

Tabla 40. Fuente propia (2017). MPS mes de enero.

MPS para Febrero

febrero	4	5	6	7	8	TOTAL
PRODUCTO C						
PRONOSTICO		1	1	1	3	6
MPS		1	1	2	4	8
INV	0	-1	-2	-3	-6	
PRODUCTO P						
PRONOSTICO		6	2		2	10
MPS		7	3		3	13
INV	0	-6	-8	-8	-10	
PRODUCTO CL						
PRONOSTICO		1	2	3		6
MPS		1	3	4		8
INV	0	-1	-3	-6	-6	
PRODUCTO M						
PRONOSTICO		4	3			7
MPS		5	4			9
INV	0	-4	-7	-7	-7	
CAPACIDAD	3675	3675	3675	3675	3675	

	4	5	6	7	8	TIEMPO ESTÁNDAR
cocina		1	1	2	4	644
puerta		7	3		3	231
closet		1	3	4		479
mueble de baño		5	4			119

INSTALADA		3675	3675	3675	3675	
REQUERIDA		3335	3250	3204	3269	total o sobrante
SUPERAVI/DEFICT		0	340	425	471	406
						1642

Febrero	pronostico	%	unidades
producto			
cocina	8	21%	8
puerta	13	34%	13
closet	8	21%	8
mueble de baño	9	24%	9
produccion total	38	100%	38

Tabla 41. Fuente propia (2017). MPS mes de febrero.

MPS para Marzo

marzo	8	9	10	11	12	TOTAL
PRODUCTO C						
PRONOSTICO			2	1	1	4
MPS			2	2	2	6
INV	0	0	-2	-3	-4	
PRODUCTO P						
PRONOSTICO		1	3	3	3	10
MPS		2	4	4	3	13
INV	0	-1	-4	-7	-10	
PRODUCTO CL						
PRONOSTICO		6	4	2	4	16
MPS		7	4	3	4	18
INV	0	-6	-10	-12	-16	
PRODUCTO M						
PRONOSTICO		1		4	2	7
MPS		1		4	2	7
INV	0	-1	-1	-5	-7	
CAPACIDAD	3525	3525	3525	3525	3525	

	8	9	10	11	12	TIEMPO ESTÁNDAR
cocina			2	2	2	644
puerta		2	4	4	3	231
closet		7	4	3	4	479
mueble de baño		1		4	2	119

INSTALADA		3525	3525	3525	3525	
REQUERIDA		3934	4128	4125	4135	total o sobrante
SUPERAVI/DEFICT		0	-409	-603	-600	-610
						-2222

Marzo	pronostico	%	unidades
producto			
cocina	6	14%	6
puerta	13	30%	13
closet	18	41%	18
mueble de baño	7	16%	7
produccion total	44	100%	44

Tabla 42. Fuente propia (2017). MPS mes de marzo.

MPS para Abril

abril	12	13	14	15	16	TOTAL
PRODUCTO C						
PRONOSTICO					3	3
MPS					4	4
INV	0	0	0	0	-3	
PRODUCTO P						
PRONOSTICO		12	1			13
MPS		13	2			15
INV	0	-12	-13	-13	-13	
PRODUCTO CL						
PRONOSTICO			2	3	1	6
MPS			3	4	1	8
INV	0	0	-2	-5	-6	
PRODUCTO M						
PRONOSTICO			4	5		9
MPS			5	6		11
INV	0	0	-4	-9	-9	
CAPACIDAD	3825	3825	3825	3825	3825	

	12	13	14	15	16	TIEMPO ESTÁNDAR
cocina					4	644
puerta		13	2			231
closet			3	4	1	479
mueble de baño			5	6		119

INSTALADA		3825	3825	3825	3825	
REQUERIDA		3003	2494	2630	3055	total o sobrante
SUPERAVIDE/DEFICT		0	822	1331	1195	770
						4118

Abril	pronostico	%	unidades
producto			
cocina	4	11%	4
puerta	15	39%	15
closet	8	21%	8
mueble de baño	11	29%	11
produccion total	38	100%	38

Tabla 43. Fuente propia (2017). MPS mes de abril.

MPS para Mayo

Mayo	16	17	18	19	20	TOTAL
PRODUCTO C						
PRONOSTICO		1	1	2	4	8
MPS		1	2	2	5	10
INV	0	-1	-2	-4	-8	
PRODUCTO P						
PRONOSTICO		9	8	2		19
MPS		10	9	2		21
INV	0	-9	-17	-19	-19	
PRODUCTO CL						
PRONOSTICO		1	1	4		6
MPS		2	1	4		7
INV	0	-1	-2	-6	-6	
PRODUCTO M						
PRONOSTICO			1	2	1	4
MPS			1	2	2	5
INV	0	0	-1	-3	-4	
CAPACIDAD	3525	3525	3525	3525	3525	

	16	17	18	19	20	TIEMPO ESTÁNDAR
cocina		1	2	2	5	644
puerta		9	9	2	1	231
closet		2	1	4		479
mueble de baño			1	2	2	119

INSTALADA		3525	3525	3525	3525	
REQUERIDA		3681	3965	3904	3689	total o sobrante
SUPERAVIDEFICT	0	-156	-440	-379	-164	-1139

Mayo	pronostico	%	unidades
producto			
cocina	10	23%	10
puerta	21	49%	21
closet	7	16%	7
mueble de baño	5	12%	5
produccion total	43	100%	43

Tabla 44. Fuente propia (2017). MPS mes de mayo.

MPS para Junio

junio	20	21	22	23	24	TOTAL
PRODUCTO C						
PRONOSTICO			1	1	3	5
MPS			1	1	4	6
INV	0	0	-1	-2	-5	
PRODUCTO P						
PRONOSTICO		11	1	1	1	14
MPS		12	1	1	1	15
INV	0	-11	-12	-13	-14	
PRODUCTO CL						
PRONOSTICO			5	5	1	11
MPS			6	6	1	13
INV	0	0	-5	-10	-11	
PRODUCTO M						
PRONOSTICO		6			3	9
MPS		7			4	11
INV	0	-6	-6	-6	-9	
CAPACIDAD	3675	3675	3675	3675	3675	

	20	21	22	23	24	TIEMPO ESTÁNDAR
cocina			1	1	4	644
puerta		12	1	1	1	231
closet			6	6	1	479
mueble de baño		7			4	119

INSTALADA		3675	3675	3675	3675	
REQUERIDA		3605	3749	3749	3762	total o sobrante
SUPERAVI/DEFICT		0	70	-74	-74	-87

Junio	pronostico	%	unidades
producto			
cocina	6	13%	6
puerta	15	33%	15
closet	13	29%	13
mueble de baño	11	24%	11
produccion total	45	100%	45

Tabla 45. Fuente propia (2017). MPS mes de junio.

MPS para Julio

JULIO	24	25	26	27	28	TOTAL
PRODUCTO C						
PRONOSTICO		1	1	3	2	7
MPS		1	1	3	3	8
INV	0	-1	-2	-5	-7	
PRODUCTO P						
PRONOSTICO		9	4	7		20
MPS		9	4	7	1	21
INV	0	-9	-13	-20	-20	
PRODUCTO CL						
PRONOSTICO			4		2	6
MPS			4		3	7
INV	0	0	-4	-4	-6	
PRODUCTO M						
PRONOSTICO		5	1			6
MPS		6	1			7
INV	0	-5	-6	-6	-6	
CAPACIDAD	3525	3525	3525	3525	3525	

	24	25	26	27	28	TIEMPO ESTÁNDAR
cocina		1	1	3	3	644
puerta		9	4	7	1	231
closet			4		3	479
mueble de baño		6	1			119

INSTALADA		3525	3525	3525	3525	
REQUERIDA		3437	3603	3549	3600	total o sobrante
SUPERAVI/DEFICT		0	88	-78	-24	-75

Julio	pronostico	%	unidades
producto			
cocina	8	19%	8
puerta	21	49%	21
closet	7	16%	7
mueble de baño	7	16%	7
produccion total	43	100%	43

Tabla 46. Fuente propia (2017). MPS mes de julio.

MPS para Agosto

AGOSTO	28	29	30	31	32	TOTAL
PRODUCTO C						
PRONOSTICO		1	1	1	1	4
MPS		1	1	1	1	4
INV	0	-1	-2	-3	-4	
PRODUCTO P						
PRONOSTICO		4	5	2	5	16
MPS		4	5	2	6	17
INV	0	-4	-9	-11	-16	
PRODUCTO CL						
PRONOSTICO		1	1	2	0	4
MPS		1	1	2	1	5
INV	0	-1	-2	-4	-4	
PRODUCTO M						
PRONOSTICO		4	2	1	1	8
MPS		4	2	1	2	9
INV	0	-4	-6	-7	-8	
CAPACIDAD	3825	3825	3825	3825	3825	

	28	29	30	31	32	TIEMPO ESTÁNDAR
cocina		1	1	1	1	644
puerta		4	5	2	6	231
closet		1	1	2	1	479
mueble de baño		4	2	1	2	119

INSTALADA		3825	3825	3825	3825	
REQUERIDA		2523	2516	2183	2747	total o sobrante
SUPERAVI/DEFICT	0	1302	1309	1642	1078	5331

Agosto	pronostico	%	unidades
producto			
cocina	4	11%	4
puerta	17	49%	17
closet	5	14%	5
mueble de baño	9	26%	9
produccion total	35	100%	35

Tabla 47. Fuente propia (2017). MPS mes de agosto.

MPS para Septiembre

SEPTIEMBRE	32	33	34	35	36	TOTAL
PRODUCTO C						
PRONOSTICO		3	1	2	3	9
MPS		3	1	2	4	10
INV	0	-3	-4	-6	-9	
PRODUCTO P						
PRONOSTICO		5	6	4	3	18
MPS		5	6	4	4	19
INV	0	-5	-11	-15	-18	
PRODUCTO CL						
PRONOSTICO		2	3	2	0	7
MPS		2	3	2	1	8
INV	0	-2	-5	-7	-7	
PRODUCTO M						
PRONOSTICO			2	2		4
MPS			2	3		5
INV	0	0	-2	-4	-4	
CAPACIDAD	3825	3825	3825	3825	3825	

	32	33	34	35	36	TIEMPO ESTÁNDAR
cocina		3	1	2	4	644
puerta		5	6	4	4	231
closet		2	3	2	1	479
mueble de baño			2	3		119

INSTALADA		3825	3825	3825	3825	
REQUERIDA		4045	3705	3527	3979	total o sobrante
SUPERAVIDE/DEFICT	0	-220	120	298	-154	44

septiembre	pronostico	%	unidades
producto			
cocina	10	24%	10
puerta	19	45%	19
closet	8	19%	8
mueble de baño	5	12%	5
produccion total	42	100%	42

Tabla 48. Fuente propia (2017). MPS mes de septiembre.

MPS para Octubre

OCTUBRE	36	37	38	39	40	TOTAL
PRODUCTO C						
PRONOSTICO			1	3	1	5
MPS			1	3	2	6
INV	0	0	-1	-4	-5	
PRODUCTO P						
PRONOSTICO		7	3		2	12
MPS		7	3		3	13
INV	0	-7	-10	-10	-12	
PRODUCTO CL						
PRONOSTICO		2	2	3	2	9
MPS		2	2	3	3	10
INV	0	-2	-4	-7	-9	
PRODUCTO M						
PRONOSTICO		7	5			12
MPS		7	6			13
INV	0	-7	-12	-12	-12	
CAPACIDAD	3675	3675	3675	3675	3675	

	36	37	38	39	40	TIEMPO ESTÁNDAR
cocina			1	3	2	644
puerta		7	3		3	231
closet		2	2	3	3	479
mueble de baño		7	6			119

INSTALADA		3675	3675	3675	3675	
REQUERIDA		3408	3009	3369	3418	total o sobrante
SUPERAVI/DEFICT		0	267	666	306	257
						1496

Octubre	pronostico	%	unidades
producto			
cocina	6	14%	6
puerta	13	31%	13
closet	10	24%	10
mueble de baño	13	31%	13
produccion total	42	100%	42

Tabla 49. Fuente propia (2017). MPS mes de octubre.

MPS para Noviembre

NOVIEMBRE	40	41	42	43	44	TOTAL
PRODUCTO C						
PRONOSTICO			1	4	2	7
MPS			1	4	3	8
INV	0	0	-1	-5	-7	
PRODUCTO P						
PRONOSTICO		6	6	2	2	16
MPS		6	6	2	3	17
INV	0	-6	-12	-14	-16	
PRODUCTO CL						
PRONOSTICO		4	1	1	0	6
MPS		4	1	1	1	7
INV	0	-4	-5	-6	-6	
PRODUCTO M						
PRONOSTICO		2	8		2	12
MPS		2	8		3	13
INV	0	-2	-10	-10	-12	
CAPACIDAD	3525	3525	3525	3525	3525	

	40	41	42	43	44	TIEMPO ESTÁNDAR
cocina			1	4	3	644
puerta		6	6	2	3	231
closet		4	1	1	1	479
mueble de baño		2	8		3	119

INSTALADA		3525	3525	3525	3525	
REQUERIDA		3540	3461	3517	3461	total o sobrante
SUPERAVI/DEFICT	0	-15	64	8	64	121

noviembre	pronostico	%	unidades
producto			
cocina	8	18%	8
puerta	17	38%	17
closet	7	16%	7
mueble de baño	13	29%	13
produccion total	45	100%	45

Tabla 50. Fuente propia (2017). MPS mes de noviembre.

MPS para Diciembre

DICIEMBRE	44	45	46	47	48	TOTAL
PRODUCTO C						
PRONOSTICO		2	2	2	1	7
MPS		2	2	2	2	8
INV	0	-2	-4	-6	-7	
PRODUCTO P						
PRONOSTICO		5	7	2		14
MPS		5	7	3		15
INV	0	-5	-12	-14	-14	
PRODUCTO CL						
PRONOSTICO		1	3	5	5	14
MPS		1	3	5	6	15
INV	0	-1	-4	-9	-14	
PRODUCTO M						
PRONOSTICO		4			4	8
MPS		4			5	9
INV	0	-4	-4	-4	-8	
CAPACIDAD	3825	3825	3825	3825	3825	

	44	45	46	47	48	TIEMPO ESTÁNDAR
cocina		2	2	2	2	644
puerta		5	7	3		231
closet		1	3	5	6	479
mueble de baño		4			5	119

INSTALADA	3825	3825	3825	3825	3825	
REQUERIDA		3398	4342	4376	4757	total o sobrante
SUPERAVI/DEFICT	0	427	-517	-551	-932	-1573

Diciembre	pronostico	%	unidades
producto			
cocina	8	17%	8
puerta	15	32%	15
closet	15	32%	15
mueble de baño	9	19%	9
produccion total	47	100%	47

Tabla 51. Fuente propia (2017). MPS mes de diciembre.

11.7 PUNTO DE EQUILIBRIO

Para el cumplir con el orden de la metodología se estableció calcular el punto de equilibrio y para tal modelo se tuvo que realizar el cálculo de los costos para cada producto como se evidencian a continuación:

Hoja de costeo para cocina

COCINA				
MATERIA PRIMA	UNIDAD DE COMPRA	COSTO UNIDAD DE COMP	UNIDADES UTILIZADAS	COSTO TOTAL
madecor RH	LAMINA	\$ 165.000	2	\$ 330.000
canto rigido	METROS	\$ 4.000	43	\$ 172.000
correderas especiales para cocina	UNIDADES	\$ 50.000	3	\$ 150.000
bisagras	UNIDADES	\$ 2.000	20	\$ 40.000
lamina de fondo	LAMINAS	\$ 60.000	1	\$ 60.000
tornillos	CAJA	\$ 10.000	1	\$ 10.000
sopORTE entrepaño	UNIDADES	\$ 6.000	1	\$ 6.000
manijas	UNIDADES	\$ 4.000	13	\$ 52.000
COSTOS				
Costo Directo Total MP				\$ 820.000
Mano de obra directa Total produ				\$ 7.200.000
mano de obra unitaria				\$ 1.200.000
Costo Directo Total Unidad Coste				\$ 8.020.000
Costo Directo Unitario				\$ 1.336.667
Costo total Unitario				\$ 1.363.258
Precio de venta				\$ 1.947.511

Tabla 52. Fuente propia (2017). Tabla de costos para cocina.

Hoja de costeo para closet

CLOSET				
MATERIA PRIMA	UNIDAD DE COMPRA	COSTO UNIDAD DE COMP	UNIDADES UTILIZADAS	COSTO TOTAL
madecor RH	LAMINAS	\$ 165.000	2	\$ 330.000
Made canto	METROS	\$ 55.000	1	\$ 55.000
bisagras	UNIDADES	\$ 2.000	24	\$ 48.000
correderas	UNIDADES	\$ 10.000	3	\$ 30.000
tornillos	CAJA	\$ 10.000	1	\$ 10.000
tubos	UNIDADES	\$ 3.750	4	\$ 15.000
soporte	UNIDADES	\$ 10.000	1	\$ 10.000
soporte entre paño	UNIDADES	\$ 60.000	1	\$ 60.000
manijas	UNIDADES	\$ 5.000	6	\$ 30.000
lamina de fondo	LAMINAS	\$ 60.000	1	\$ 60.000
COSTOS				
Costo Directo Total MP				\$ 648.000
Mano de obra directa Total produ.				\$ 7.200.000
mano de obra unitaria				\$ 1.200.000
Costo Directo Total Unidad Costeo				\$ 7.848.000
Costo Directo Unitario				\$ 1.121.143
Costo total Unitario				\$ 1.147.734
Precio de venta				\$ 1.713.036

Tabla 53. Fuente propia (2017). Tabla de costos para closet.

Hoja de costeo para puertas

PUERTA				
MATERIA PRIMA	UNIDAD DE COMPRA	COSTO UNIDAD DE COMP	UNIDADES UTILIZADAS	COSTO TOTAL
Estructura interna	UNIDAD DE COMPRA	\$ 40.000	1	\$ 40.000
lamina de madefondo	LAMINA	\$ 70.000	1	\$ 70.000
lamina para marco	LAMINA	\$ 50.000	1	\$ 50.000
madecanto	METROS	\$ 55.000	1	\$ 55.000
bisagras	UNIDADES	\$ 10.000	1	\$ 10.000
chapa	UNIDADES	\$ 30.000	1	\$ 30.000
COSTOS				
Costo Directo Total MP				\$ 255.000
Mano de obra directa Total produ				\$ 7.200.000
mano de obra unitaria				\$ 1.200.000
Costo Directo Total Unidad Coste				\$ 7.455.000
Costo Directo Unitario				\$ 298.200
Costo total Unitario				\$ 324.791
Precio de venta				\$ 463.988

Tabla 54. Fuente propia (2017). Tabla de costos para puertas.

Hoja de costeo para mueble de baño

MUEBLE DE BAÑO				
MATERIA PRIMA	UNIDAD DE COMPRA	COSTO UNIDAD DE COMP	UNIDADES UTILIZADAS	COSTO TOTAL
Madecor	LAMINA	\$ 130.000	1	\$ 130.000
canto rigido	METROS	\$ 2.000	15	\$ 30.000
bisagras	UNIDADES	\$ 2.000	4	\$ 8.000
Lamina de fondo	lamina	\$ 60.000	1	\$ 60.000
tornillos	caja	\$ 10.000	1	\$ 10.000
manijas	UNIDADES	\$ 5.000	2	\$ 10.000
COSTOS				
Costo Directo Total MP				\$ 248.000
Mano de obra directa Total produ				\$ 7.200.000
mano de obra unitaria				\$ 1.200.000
Costo Directo Total Unidad Coste				\$ 7.448.000
Costo Directo Unitario				\$ 297.920
Costo total Unitario				\$ 324.511
Precio de venta				\$ 463.588

Tabla 55. Fuente propia (2017). Tabla de costos para mueble de baño.

Costos Indirectos Mensuales

CIM (Costos Indirectos Mensuales)			
servicios publicos	\$	250.000	
sueldos	\$	1.400.000	
papeleria	\$	50.000	
depreciacion	\$	2.164.167	
total CIM	\$	3.864.167	
TRT (Tiempo Real Trabajado) en horas		1560	n° dias al me 26
CHE (Costo Hora Empresa) \$/horas	\$	2.477	n°al dia 10
Tiempo de elaboracion del producto en horas COCINA		10,735175	n° de operar 6
Tiempo de elaboracion del producto en horas CLOSET		7,9838	
Tiempo de elaboracion del producto en horas PUERTA		3,8566	
Tiempo de elaboracion del producto en horas MUEBLE DI		1,9866	
CIU (Costo Indirecto Unitario) COCINA	\$	26.591	
CIU (Costo Indirecto Unitario) CLOSET	\$	19.776	
CIU (Costo Indirecto Unitario) PUERTA	\$	9.553	
CIU (Costo Indirecto Unitario) MUEBLE DE BAÑO	\$	4.921	

Tabla 56. Fuente propia. Costos Indirectos Mensuales.

Depreciación de activos

Depreciacion	cantidad	valor	% de depreciaci	Depreciacion anual	depreciacion mensual
maquina cortadora	1	\$ 30.000.000	10%	\$ 3.000.000	\$ 250.000
maquina enchapado	1	\$ 100.000.000	10%	\$ 10.000.000	\$ 833.333
computadores	3	\$ 9.000.000	33%	\$ 2.970.000	\$ 247.500
bodega industrial	1	\$ 200.000.000	5%	\$ 10.000.000	\$ 833.333
				depreciacion mensual de los activos fijos \$ 2.164.167	

Tabla 57. Fuente propia (2017). Depreciación de activos.

Para todos los productos la hoja de costeo se trabajó de la siguiente manera

- Costo Directo Total MP= Sumatoria de los costos totales de los materiales.
- Mano de obra directa = Sumatoria del pago de todos los empleados que intervienen en el proceso.
- Mano de obra unitaria= Valor de una nómina de un solo empleado.
- Costo Directo Total Unidad Costeo= Suma del Costo Directo Total MP y la Mano de obra directa Total
- Costo Directo Unitario= Valor anterior dividido en la cantidad de empleados que intervienen en el proceso.
- Costo total Unitario= Costo Directo Unitario más el costo indirecto unitario de cada producto.
- El precio de venta = Costo total Unitario dividido entre 100% menos el porcentaje de utilidad deseada que para este caso fue del 30%.

Para el caso del cálculo de los costos indirectos mensuales se costearon los servicios públicos, sueldos de administración, papelería, depreciación, (para este dato se tomaron las máquinas, computadores y la bodega donde se trabaja, se calculó la depreciación anual y mensual) y se tiene como resultado la suma de estas variables.

Siguiendo con la metodología se calculó:

- El tiempo real trabajado que es la multiplicación del número de días hábiles al mes, el número de horas turno al día y el número de operarios.
- El costo hora empresa es igual a la división del total de costos indirectos mensuales entre el tiempo real trabajado
- Se sacaron los tiempos estándar en horas de los cuatro productos para posteriormente obtener el costo indirecto unitario que es el costo hora empresa multiplicado por tiempo estándar de cada producto.

Punto de equilibrio para cocinas

Punto de equilibrio para el año 2016	PV	UNIDADES A VENDER	CFT	CDU	CVU	PUNTO DE EQUILIBRIO
ENERO	\$ 1.947.511	6	\$ 3.864.167	\$ 1.363.258	\$ 227.210	2
FEBRERO	\$ 1.947.511	8	\$ 3.864.167	\$ 1.029.091	\$ 128.636	2
MARZO	\$ 1.947.511	6	\$ 3.864.167	\$ 1.363.258	\$ 227.210	2
ABRIL	\$ 1.947.511	4	\$ 3.864.167	\$ 2.031.591	\$ 507.898	3
MAYO	\$ 1.947.511	10	\$ 3.864.167	\$ 828.591	\$ 82.859	2
JUNIO	\$ 1.947.511	6	\$ 3.864.167	\$ 1.363.258	\$ 227.210	2
JULIO	\$ 1.947.511	8	\$ 3.864.167	\$ 1.029.091	\$ 128.636	2
AGOSTO	\$ 1.947.511	4	\$ 3.864.167	\$ 2.031.591	\$ 507.898	3
SEPTIEMBRE	\$ 1.947.511	10	\$ 3.864.167	\$ 828.591	\$ 82.859	2
OCTUBRE	\$ 1.947.511	6	\$ 3.864.167	\$ 1.363.258	\$ 227.210	2
NOVIEMBRE	\$ 1.947.511	8	\$ 3.864.167	\$ 1.029.091	\$ 128.636	2
DICIEMBRE	\$ 1.947.511	8	\$ 3.864.167	\$ 1.029.091	\$ 128.636	2

Tabla 58. Fuente propia (2017). Calculo de punto de equilibrio para cocinas.

Punto de equilibrio para closet

Punto de equilibrio para el año 2016	PV	UNIDADES A VENDER	CFT	CDU	CVU	PUNTO DE EQUILIBRIO
ENERO	\$ 1.713.036	13	\$ 3.864.167	\$ 623.468	\$ 47.959	2
FEBRERO	\$ 1.713.036	8	\$ 3.864.167	\$ 1.000.776	\$ 125.097	2
MARZO	\$ 1.713.036	18	\$ 3.864.167	\$ 455.776	\$ 25.321	2
ABRIL	\$ 1.713.036	8	\$ 3.864.167	\$ 1.000.776	\$ 125.097	2
MAYO	\$ 1.713.036	7	\$ 3.864.167	\$ 1.140.919	\$ 162.988	2
JUNIO	\$ 1.713.036	13	\$ 3.864.167	\$ 623.468	\$ 47.959	2
JULIO	\$ 1.713.036	7	\$ 3.864.167	\$ 1.140.919	\$ 162.988	2
AGOSTO	\$ 1.713.036	5	\$ 3.864.167	\$ 1.589.376	\$ 317.875	3
SEPTIEMBRE	\$ 1.713.036	8	\$ 3.864.167	\$ 1.000.776	\$ 125.097	2
OCTUBRE	\$ 1.713.036	10	\$ 3.864.167	\$ 804.576	\$ 80.458	2
NOVIEMBRE	\$ 1.713.036	7	\$ 3.864.167	\$ 1.140.919	\$ 162.988	2
DICIEMBRE	\$ 1.713.036	15	\$ 3.864.167	\$ 542.976	\$ 36.198	2

Tabla 59. Fuente propia (2017). Calculo de punto de equilibrio para closets.

Punto de equilibrio para puertas

Punto de equilibrio para el año 2016	PV	UNIDADES A VENDER	CFT	CDU	CVU	PUNTO DE EQUILIBRIO
ENERO	\$ 463.988	11	\$ 3.864.167	\$ 687.280	\$ 62.480	10
FEBRERO	\$ 463.988	13	\$ 3.864.167	\$ 583.014	\$ 44.847	9
MARZO	\$ 463.988	13	\$ 3.864.167	\$ 583.014	\$ 44.847	9
ABRIL	\$ 463.988	15	\$ 3.864.167	\$ 506.553	\$ 33.770	9
MAYO	\$ 463.988	21	\$ 3.864.167	\$ 364.553	\$ 17.360	9
JUNIO	\$ 463.988	15	\$ 3.864.167	\$ 506.553	\$ 33.770	9
JULIO	\$ 463.988	21	\$ 3.864.167	\$ 364.553	\$ 17.360	9
AGOSTO	\$ 463.988	17	\$ 3.864.167	\$ 448.082	\$ 26.358	9
SEPTIEMBRE	\$ 463.988	19	\$ 3.864.167	\$ 401.921	\$ 21.154	9
OCTUBRE	\$ 463.988	13	\$ 3.864.167	\$ 583.014	\$ 44.847	9
NOVIEMBRE	\$ 463.988	17	\$ 3.864.167	\$ 448.082	\$ 26.358	9
DICIEMBRE	\$ 463.988	15	\$ 3.864.167	\$ 506.553	\$ 33.770	9

Tabla 60. Fuente propia (2017). Calculo de punto de equilibrio para puertas.

Punto de equilibrio para muebles de baño

Punto de equilibrio para el año 2016	PV	UNIDADES A VENDER	CFT	CDU	CVU	PUNTO DE EQUILIBRIO
ENERO	\$ 463.588	11	\$ 3.864.167	\$ 682.012	\$ 62.001	10
FEBRERO	\$ 463.588	9	\$ 3.864.167	\$ 832.476	\$ 92.497	10
MARZO	\$ 463.588	7	\$ 3.864.167	\$ 1.068.921	\$ 152.703	12
ABRIL	\$ 463.588	11	\$ 3.864.167	\$ 682.012	\$ 62.001	10
MAYO	\$ 463.588	5	\$ 3.864.167	\$ 1.494.521	\$ 298.904	23
JUNIO	\$ 463.588	11	\$ 3.864.167	\$ 682.012	\$ 62.001	10
JULIO	\$ 463.588	7	\$ 3.864.167	\$ 1.068.921	\$ 152.703	12
AGOSTO	\$ 463.588	9	\$ 3.864.167	\$ 832.476	\$ 92.497	10
SEPTIEMBRE	\$ 463.588	5	\$ 3.864.167	\$ 1.494.521	\$ 298.904	23
OCTUBRE	\$ 463.588	13	\$ 3.864.167	\$ 577.844	\$ 44.450	9
NOVIEMBRE	\$ 463.588	13	\$ 3.864.167	\$ 577.844	\$ 44.450	9
DICIEMBRE	\$ 463.588	9	\$ 3.864.167	\$ 832.476	\$ 92.497	10

Tabla 61. Fuente propia (2017). Cálculo de punto de equilibrio para muebles de baño.

Para el cálculo del punto de equilibrio es importante calcular los datos anteriormente descritos para empezar a modelar los siguientes datos como se muestran en las tablas anteriores:

- Precio de venta.
- Unidades a vender o pronóstico.
- Costo fijo total.
- Costo directo unitario = (Costo Directo Total Unidad de Costeo/Unidades a vender)+Costo Indirecto Unitario de cada producto.
- CVU= Costo Directo Unitario / Unidades a vender.
- Punto de equilibrio es = Costo fijo Total / (Precio de venta-CVU)

11.8 PUNTO DE EQUILIBRIO vs CAPACIDAD

Como se puede observar en la tabla la capacidad disponible por mes para fabricar cada uno de los productos tiene un promedio de 50 unidades por mes y de 12 unidades por semana, a continuación, se realiza un comparativo entre capacidad disponible y punto de equilibrio.

Punto de equilibrio Vs Capacidad

MES	DEMANDA TOTAL DE LOS 4 PRODUCTOS	PUNTO DE EQUILIBRIO TOTAL DE LOS 4 PRODUCTOS	CAPACIDAD EN UNIDADES PARA CADA MES	% PARTICIPACIÓN CD/PE	SUPER AVIT CAPACIDAD
Ene	40	24	48	201%	101%
Feb	38	24	50	206%	106%
Mar	43	26	48	183%	83%
Abr	38	24	52	219%	119%
May	43	37	48	130%	30%
Jun	44	23	50	215%	115%
Jul	42	26	48	186%	86%
Ago	34	25	52	210%	110%
Sep	42	37	52	141%	41%
Oct	42	23	50	216%	116%
Nov	44	23	48	211%	111%
Dic	46	24	52	218%	118%
TOTALES Y % CRECIMIENTO	497	314	596	190%	90%

Tabla 62. Fuente propia (2017). Punto de equilibrio Vs Capacidad.

Punto de equilibrio Vs Capacidad Vs Demanda

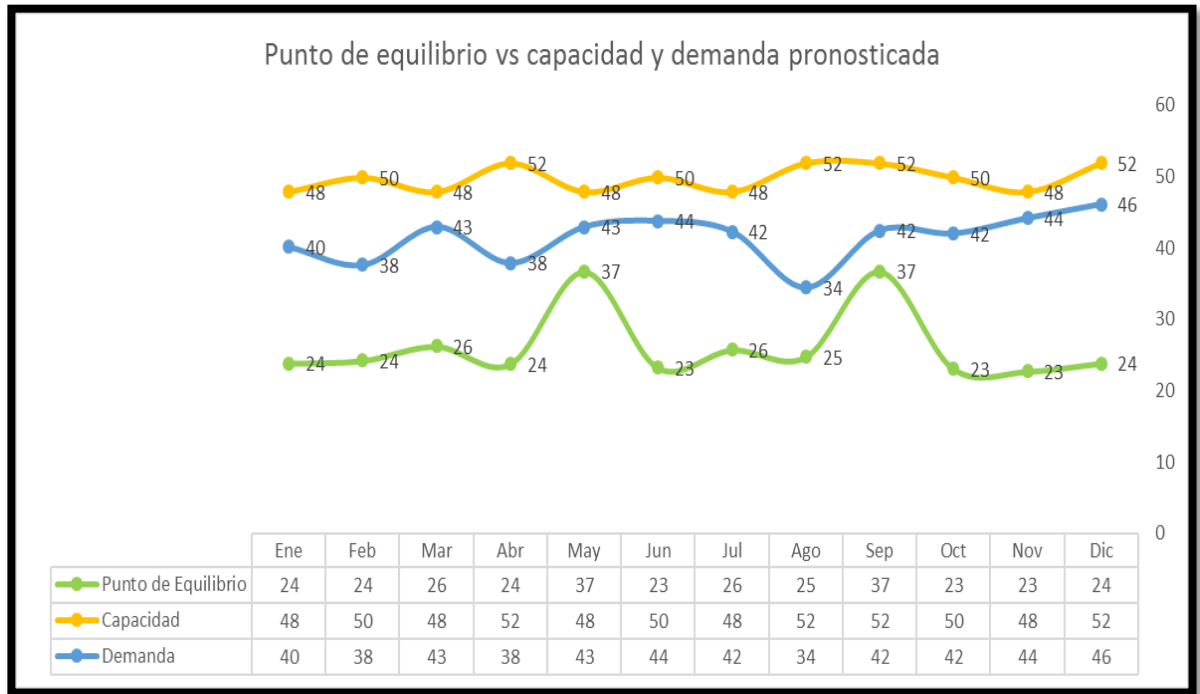


Tabla 63. Fuente propia (2017). Punto de equilibrio vs capacidad vs demanda.

Como bien se observa en el gráfico y la tabla el punto de equilibrio se encuentra por debajo de la capacidad lo cual indica que hay capacidad para producir más artículos, cabe destacar que hay superávit que se puede ser un % de crecimiento del 90% dado que si se alcanzara la demanda que exige la capacidad la empresa tendría una mayor ganancia y por ende en un periodo de un año mayor crecimiento

11.9 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La distribución en planta es quizá otro de los factores más importantes para una compañía dado que si la empresa no cuenta con una distribución definida puede incurrir en tiempos ociosos que le impiden alcanzar su máxima productividad es por esto que se buscó realizar una distribución en planta y mejorar el sistema físico actual

11.9.1 Sistema físico actual

Esta imagen representa la distribución de planta actual de la empresa FORTECMA

Distribución en planta actual

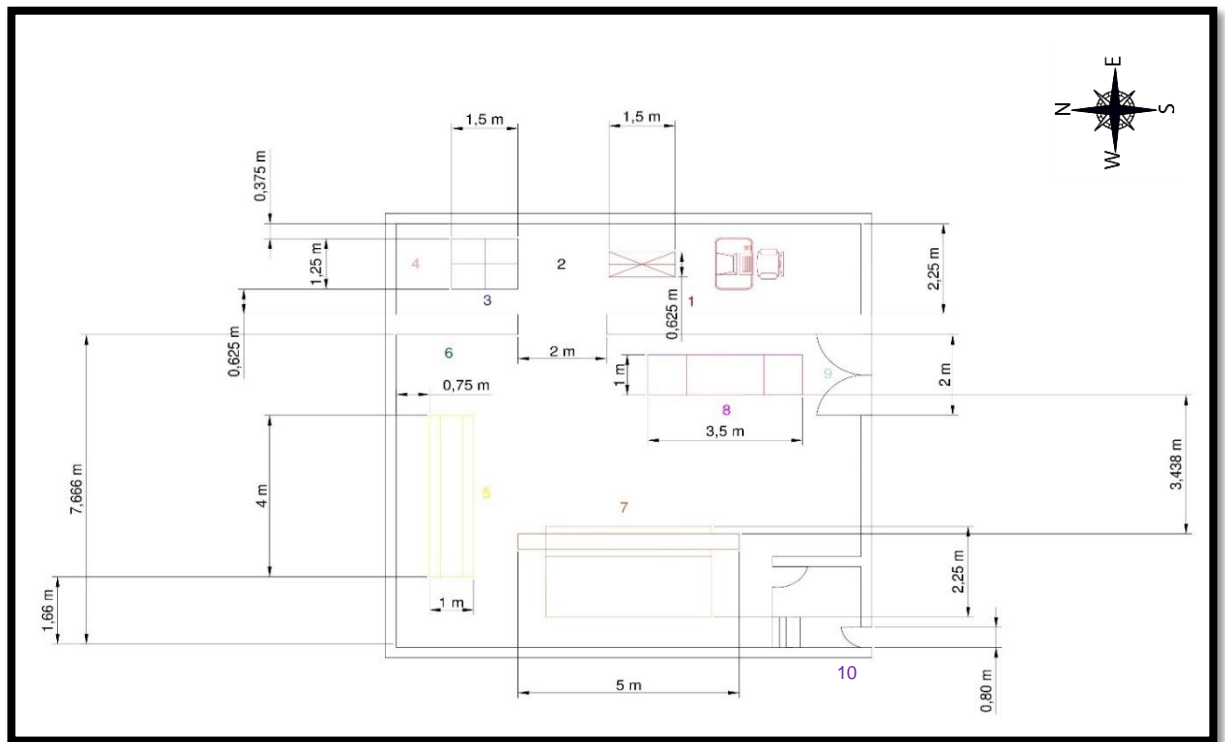


Ilustración 16. Fuente propia (2017). Sistema físico FORTECMA.

1. Proceso de trazo y desperdicios
2. Producto en proceso
3. Proceso de Despiece
4. Aserrín sobrante
5. Máquina cortadora
6. Insumos y materias primas
7. Máquina de enchape su dirección contraria a las manijas del reloj
8. Puesto de Trabajo de Armado

9. Despacho de Productos Terminados

10. Entrada y salida del personal contando con los casilleros, baño y escaleras de subida.

11.9.2 Representación:

A continuación, se puede observar el recorrido entre los procesos que intervienen en la fabricación de los diferentes productos tales como cocina, puerta, mueble de baño, closet.

Proceso de producción

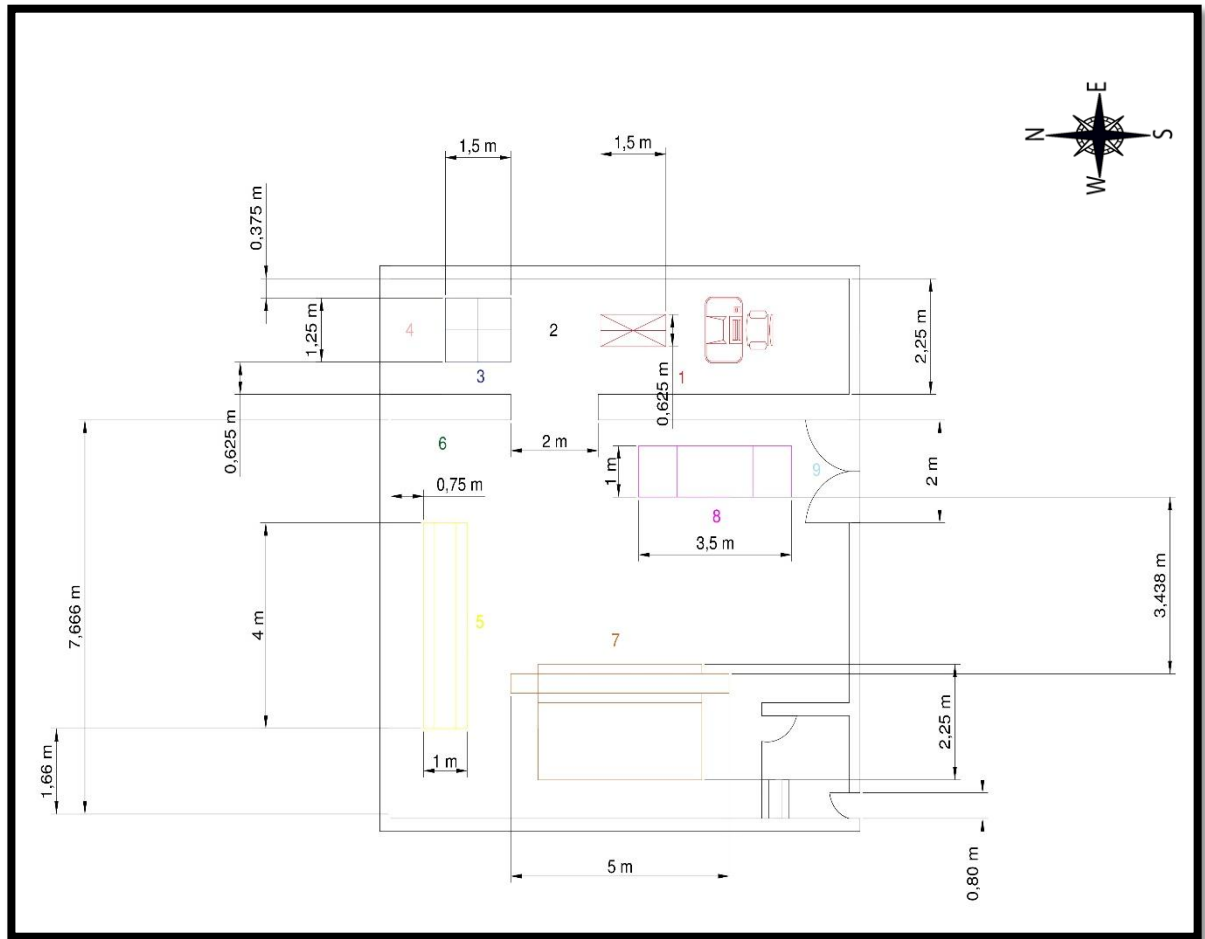


Ilustración 17. Fuente propia (2017). Representación del plano de procesos.

Actualmente los procesos de trazo, Despiece están en línea, los procesos de Corte, Enchape y el de armado se encuentran en forma de U, siendo el total del proceso un proceso en forma de O, El contar con material sobrante y materias primas y desperdicios entre las áreas de producción dificulta el tránsito y desplazamiento de la materia prima y producto en proceso ya que no hay un flujo continuo entre las líneas de producción, esto representa una desventaja para la organización ya que esto conlleva a que se demore la operación ya que los procesos 1, 3, 5, 7, 8 son de vital importancia en la producción.

11.9.3 Sistema Físico Propuesto

A continuación, se presenta el Layout de FORTECMA, con las siguientes mejoras

Layout propuesto

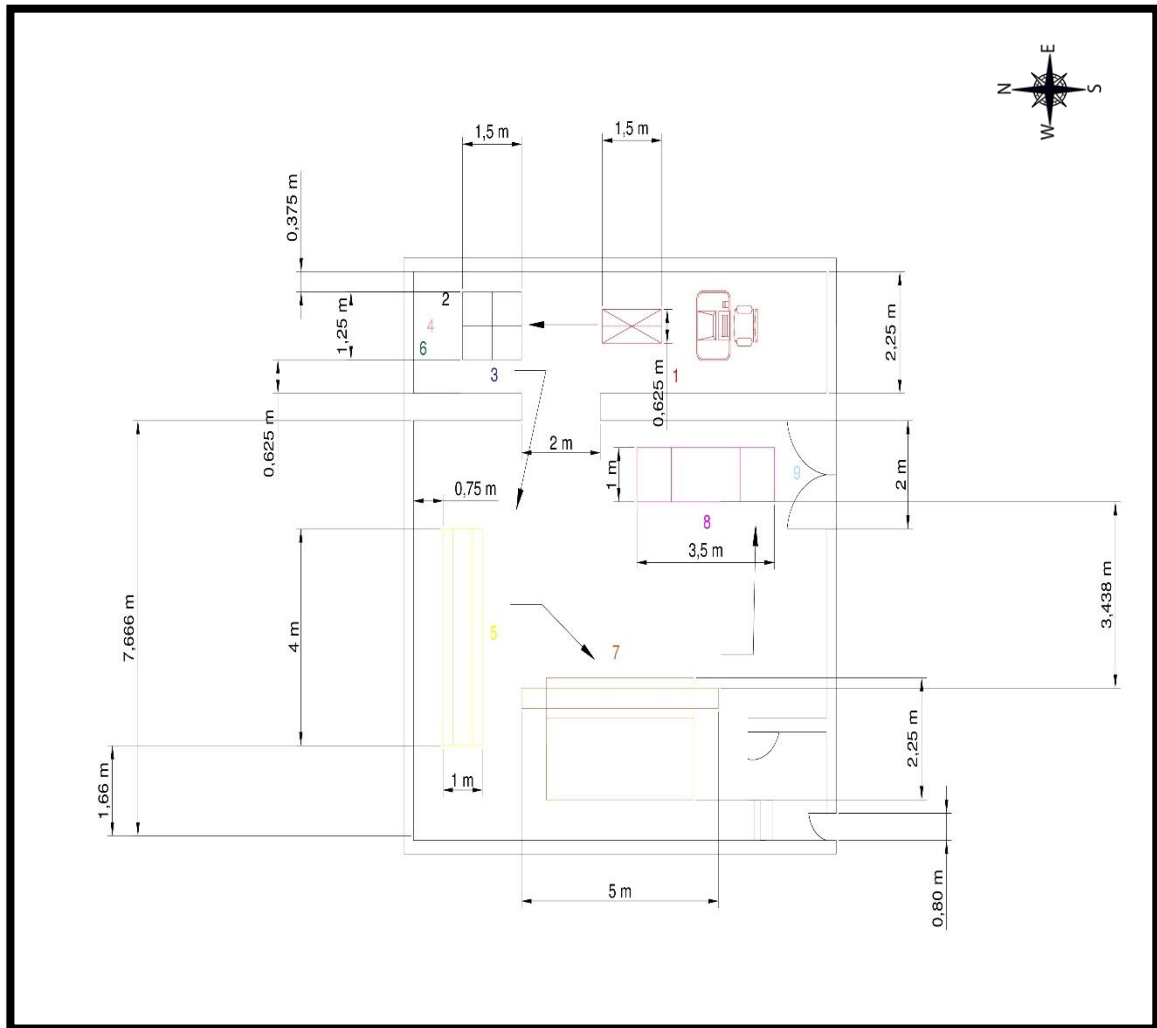


Ilustración 18. Fuente propia (2017). Layout propuesto para FORTECMA.

Las Mejoras propuestas para que el flujo sea continuo en la empresa FORTECMA es que el proceso, 1: Donde se arrojan desperdicios en la planta, 2: Producto en proceso, 4: Aserrín sobrante, y 6: Insumos y materias primas, sean movidos al proceso 3 ya que esto representa el mayor problema en la industria ya que no se contaba con un sitio de almacenamiento para los productos e impedía así el flujo del proceso, otro de los factores que propone esta redistribución es que los desperdicios y aserrín sobrante sean movidos a unas canecas en donde se podrá depositar cada uno de estos desperdicios separándolos según su categoría, lo cual fomentaría que el flujo fuese ininterrumpido en estas áreas permitiendo el fácil acceso de los operarios a los puestos de trabajo.

11.10 FLOW SHOP

La programación de tareas o producción actualmente es uno de los aspectos que toda empresa productora o de servicios debe tener ya que sin esto es imposible evidenciar si lo que se está realizando en la operación está cumpliendo con los tiempos estándar y diferentes factores que pueden afectar directamente a la empresa.

Para entrar más a fondo del por qué el uso del Flow Shop en FORTECMA se han tenido en cuenta los modelos realizados del MPS, inventarios, tiempo estándar y pronósticos ya que con estos se puede realizar el modelo de programación Flow Shop y también brindar una primera idea sobre los tiempos promedio y secuenciación por etapas de proceso, ya que FORTECMA no posee esta estandarización la idea con esto es brindar una alternativo sobre la programación optima de producción que se tendría que realizar para que el proceso en la empresa sea más efectivo y logre brindar un valor agregado a la manufactura de productos.

El modelo Flow utilizado en la empresa está ligado a un sistema Flow Shop Flexible en donde existe un numero de máquinas en serie ya que el proceso es continuo y no paralelo ya que este se modela como un sistema de colas y este se opera bajo un sistema FIFO es decir primeros en entrar primeros en salir.

El modelo se puede describir por medio de la siguiente gráfica:

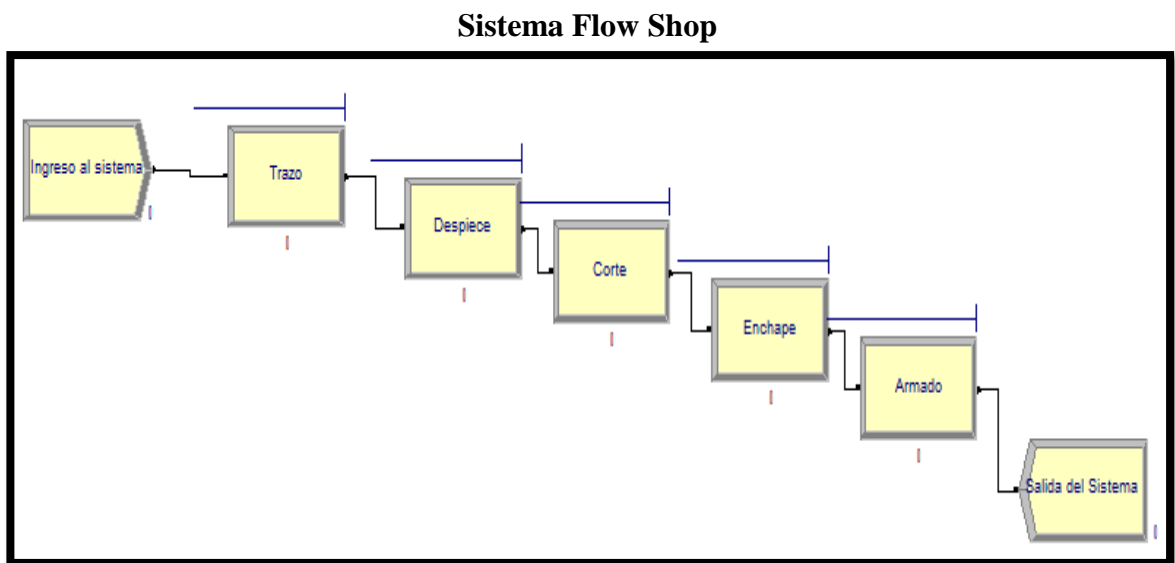


Ilustración 19. Fuente propia (2017). Modelo de flow show.

Los resultados arrojados por el modelo Flow Shop utilizado fueron eficientes ya que redujeron la cantidad de tiempo empleados en los diferentes procesos, por lo cual se logró obtener una mayor flexibilidad en el sistema de la empresa. (Sanchez Gutierrez, 2009)

A continuación se coloca el ejemplo para el mes de enero de 2016 y que se modelaron igual para todos los demás meses:

Flow Shop para el mes de enero, proceso de trazo

PRONOSTICO	cocina	6				
	puerta	11				
	closet	13				
	mueble de baño	11				
MES	ENERO		10 HORAS	0,416667		
DIAS LABORALES	24					
TRAZO						
	p	r	d	C	F	L
TAREA	TIEMPO PROCESAMIENTO	TIEMPO DE LIBERACIÓN	FECHA DE ENTREGA	TIEMPO DE TERMINACIÓN	TIEMPO DE FLUJO	RETRASO DEL TRABAJO
cocina	0,039829167	0	0,416667	0,039829167	0,039829167	-0,376837833
puerta	0,012038889	0	0,416667	0,012038889	0,012038889	-0,404628111
closet	0,018921528	0	0,416667	0,018921528	0,018921528	-0,397745472
mueble de baño	0,006493056	0	0,416667	0,006493056	0,006493056	-0,410173944
TTF (tiempo total de flujo Cocina):	0,039829167					
TTF (tiempo total de flujo Puerta):	0,012038889					
TTF (tiempo total de flujo Closet):	0,018921528					
TTF (tiempo total de flujo Mueble):	0,006493056					
Utilización cocina	100%					
Utilización puerta	100%					
Utilización closet	100%					
Utilización mueble	100%					
Retraso del trabajo cocina	- 0,3768378333	adelanto				
Retraso del trabajo puerta	- 0,4046281111	adelanto				
Retraso del trabajo closet	- 0,3977454722	adelanto				
Retraso del trabajo mueble	- 0,4101739440	adelanto				

Tabla 64. Fuente propia (2017). Flow Shop proceso de trazo.

Plan de trabajo trazo

cocina	
DIAS NECESARIOS	0,2
HORAS NECESARIAS	5,7
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,2

puerta	
DIAS NECESARIOS	0,132427778
HORAS NECESARIAS	3,17826667
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,132427778

closet	
DIAS NECESARIOS	0,245979861
HORAS NECESARIAS	5,903516674
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,245979861

mueble de baño	
DIAS NECESARIOS	0,071423616
HORAS NECESARIAS	1,714166784
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,071423616

Tabla 65. Fuente propia (2017). Días requeridos para cumplir con el pronóstico.

Flow Shop para el mes de enero, proceso de despiece

MES	ENERO				10 HORAS	0,416667
DIAS LABORALES	24					
DESPIECE						
	p	r	d	C	F	L
TAREA	TIEMPO PROCESAMIENTO	TIEMPO DE LIBERACIÓN	FECHA DE ENTREGA	TIEMPO DE TERMINACIÓN	TIEMPO DE FLUJO	RETRASO DEL TRABAJO
cocina	0,013066319		0/0,416667	0,013066319	0,013066319	-0,403600681
puerta	0,009838889		0/0,416667	0,009838889	0,009838889	-0,406828111
closet	0,011821181		0/0,416667	0,011821181	0,011821181	-0,404845819
mueble de baño	0,008055208		0/0,416667	0,008055208	0,008055208	-0,408611792
TTF (tiempo total de flujo Cocina):	0,013066319					
TTF (tiempo total de flujo Puerta):	0,009838889					
TTF (tiempo total de flujo Closet):	0,011821181					
TTF (tiempo total de flujo Mueble):	0,008055208					
Utilización cocina	100%					
Utilización puerta	100%					
Utilización closet	100%					
Utilización mueble	100%					
Retraso del trabajo cocina	- 0,4036006806					adelanto
Retraso del trabajo puerta	- 0,4068281111					adelanto
Retraso del trabajo closet	- 0,4048458194					adelanto
Retraso del trabajo mueble	- 0,4086117917					adelanto

Tabla 66. Fuente propia (2017). Flow Shop para el mes de enero, proceso de despiece.

Plan de trabajo despiece

cocina	
DIAS NECESARIOS	0,1
HORAS NECESARIAS	1,9
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,1

puerta	
DIAS NECESARIOS	0,108227778
HORAS NECESARIAS	2,597466667
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,108227778

closet	
DIAS NECESARIOS	0,153675347
HORAS NECESARIAS	3,688208335
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,153675347

mueble de baño	
DIAS NECESARIOS	0,088607292
HORAS NECESARIAS	2,126575
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,088607292

Tabla 67. Fuente propia (2017). Días requeridos para cumplir con el pronóstico.

Flow Shop para el mes de enero, proceso de corte

MES	ENERO				10 HORAS	0,416667
DIAS LABORALES	24					
CORTE						
	p	r	d	C	F	L
TAREA	TIEMPO PROCESAMIENTO	TIEMPO DE LIBERACIÓN	FECHA DE ENTREGA	TIEMPO DE TERMINACIÓN	TIEMPO DE FLUJO	RETRASO DEL TRABAJO
cocina	0,055106944		0,416667	0,055106944	0,055106944	-0,361560056
puerta	0,046585764		0,416667	0,046585764	0,046585764	-0,370081236
closet	0,038817014		0,416667	0,038817014	0,038817014	-0,377849986
mueble de baño	0,013524653		0,416667	0,013524653	0,013524653	-0,403142347
TTF (tiempo total de flujo Cocina):	0,055106944					
TTF (tiempo total de flujo Puerta):	0,046585764					
TTF (tiempo total de flujo Closet):	0,038817014					
TTF (tiempo total de flujo Mueble):	0,013524653					
Utilización cocina	100%					
Utilización puerta	100%					
Utilización closet	100%					
Utilización mueble	100%					
Retraso del trabajo cocina	- 0,361560056					adelanto
Retraso del trabajo puerta	- 0,370081236					adelanto
Retraso del trabajo closet	- 0,377849986					adelanto
Retraso del trabajo mueble	- 0,403142347					adelanto

Tabla 68. Fuente propia (2017). Flow Shop para el mes de enero, proceso de corte.

Plan de trabajo corte

cocina	
DIAS NECESARIOS	0,3
HORAS NECESARIAS	7,9
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,3

puerta	
DIAS NECESARIOS	0,512443403
HORAS NECESARIAS	12,29864167
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,512443403

closet	
DIAS NECESARIOS	0,504621181
HORAS NECESARIAS	12,11090833
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,504621181

mueble de baño	
DIAS NECESARIOS	0,148771181
HORAS NECESARIAS	3,570508334
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,148771181

Tabla 69. Fuente propia (2017). Días requeridos para cumplir con el pronóstico.

Flow Shop para el mes de enero, proceso de enchape

MES ENERO 10 HORAS 0,416667

DIAS LABORALES 24

ENCHAPE						
	p	r	d	C	F	L
TAREA	TIEMPO PROCESAMIENTO	TIEMPO DE LIBERACIÓN	FECHA DE ENTREGA	TIEMPO DE TERMINACIÓN	TIEMPO DE FLUJO	RETRASO DEL TRABAJO
cocina	0,017875		0,416667	0,017875	0,017875	-0,398792
puerta	0,012283333		0,416667	0,012283333	0,012283333	-0,404383667
closet	0,013280208		0,416667	0,013280208	0,013280208	-0,403386792
mueble de baño	0,009621181		0,416667	0,009621181	0,009621181	-0,407045819
TTF (tiempo total de flujo Cocina):	0,017875					
TTF (tiempo total de flujo Puerta):	0,012283333					
TTF (tiempo total de flujo Closet):	0,013280208					
TTF (tiempo total de flujo Mueble):	0,009621181					
Utilización cocina	100%					
Utilización puerta	100%					
Utilización closet	100%					
Utilización mueble	100%					
Retraso del trabajo cocina	- 0,3987920000		adelanto			
Retraso del trabajo puerta	- 0,4043836667		adelanto			
Retraso del trabajo closet	- 0,4033867917		adelanto			
Retraso del trabajo mueble	- 0,4070458194		adelanto			

Tabla 70. Fuente propia (2017). Flow Shop para el mes de enero, proceso de enchape.

Plan de trabajo enchape

cocina	
DIAS NECESARIOS	0,1
HORAS NECESARIAS	2,6
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,1

puerta	
DIAS NECESARIOS	0,135116666
HORAS NECESARIAS	3,242799991
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,135116666

closet	
DIAS NECESARIOS	0,172642708
HORAS NECESARIAS	4,143424999
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,172642708

mueble de baño	
DIAS NECESARIOS	0,105832986
HORAS NECESARIAS	2,539991667
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,105832986

Tabla 71. Fuente propia (2017). Días requeridos para cumplir con el pronóstico.

Flow Shop para el mes de enero, proceso de armado

MES	ENERO				10 HORAS	0,416667
DIAS LABORALES	24					
ARMADO						
	p	r	d	C	F	L
TAREA	TIEMPO PROCESAMIENTO	TIEMPO DE LIBERACIÓN	FECHA DE ENTREGA	TIEMPO DE TERMINACIÓN	TIEMPO DE FLUJO	RETRASO DEL TRABAJO
cocina	0,321421528		0,416667	0,321421528	0,321421528	-0,095245472
puerta	0,079944792		0,416667	0,079944792	0,079944792	-0,336722208
closet	0,249822222		0,416667	0,249822222	0,249822222	-0,166844778
mueble de baño	0,045080903		0,416667	0,045080903	0,045080903	-0,371586097
TTF (tiempo total de flujo Cocina):	0,321421528					
TTF (tiempo total de flujo Puerta):	0,079944792					
TTF (tiempo total de flujo Closet):	0,249822222					
TTF (tiempo total de flujo Mueble):	0,045080903					
Utilización cocina	100%					
Utilización puerta	100%					
Utilización closet	100%					
Utilización mueble	100%					
Retraso del trabajo cocina	- 0,095245472					adelanto
Retraso del trabajo puerta	- 0,336722208					adelanto
Retraso del trabajo closet	- 0,166844778					adelanto
Retraso del trabajo mueble	- 0,371586097					adelanto

Tabla 72. Fuente propia (2017). Flow Shop para el mes de enero, proceso de armado.

Plan de trabajo armado

cocina	
DIAS NECESARIOS	1,9
HORAS NECESARIAS	46,3
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	1,9

puerta	
DIAS NECESARIOS	0,879392708
HORAS NECESARIAS	21,105425
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,879392708

closet	
DIAS NECESARIOS	3,247688889
HORAS NECESARIAS	77,94453333
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	3,247688889

mueble de baño	
DIAS NECESARIOS	0,495889931
HORAS NECESARIAS	11,90135833
DIAS TRABAJADOS	24
HORAS TRABAJADAS AL DIA	0,495889931

Tabla 73. Fuente propia (2017). Días requeridos para cumplir con el pronóstico.

Planeación de días adecuados para cumplir con el pronóstico de los cuatro productos para el mes de enero

COCINA TOTAL	
DIAS NECESARIOS TOTALES	3
HORAS NECESARIAS TOTALES	64
HORAS TRABAJADAS AL DIA TOTALES	3

PUERTA TOTAL	
DIAS NECESARIOS TOTALES	2
HORAS NECESARIAS TOTALES	42
HORAS TRABAJADAS AL DIA TOTALES	2

CLOSET TOTAL	
DIAS NECESARIOS TOTALES	4
HORAS NECESARIAS TOTALES	104
HORAS TRABAJADAS AL DIA TOTALES	4

MUEBLE DE BAÑO TOTAL	
DIAS NECESARIOS TOTALES	1
HORAS NECESARIAS TOTALES	22
HORAS TRABAJADAS AL DIA TOTALES	1

Tabla 74. Fuente propia (2017). Planeación de días adecuados para el cumplimiento de la demanda.

12 ANALISIS DE RESULTADOS

Para analizar la viabilidad de la posible implementación del proyecto en la empresa fue pertinente el análisis de las variables que afectaban el normal funcionamiento en el ámbito productivo. Se utilizaron herramientas para el análisis y la ejecución del modelado de los procesos, el consolidado de lo mejoras se pueden apreciar en los siguientes gráficos:

% DE CRECIMIENTO EN COCINAS

MESES	DEMANADA	TIEMPO ESTANDAR (min)	TIEMPO ESTANDAR EN HORAS	TIEMPO EN HORAS PARA FABRICAR LAS UNIDADES	DIAS REQUERIDOS ACTUALMENTE PARA CUMPLIR CON LAS CANTIDADES	DIAS ESTABLECIDO S A TRAVES DEL MODELO DE FLOW	% DE CRECIMIENTO
ENERO	6	644,1105	11	59	6	3	50%
FEBRERO	8	644,1105	11	81	8	4	49%
MARZO	6	644,1105	11	59	6	3	50%
ABRIL	4	644,1105	11	41	4	2	48%
MAYO	10	644,1105	11	106	11	4	38%
JUNIO	6	644,1105	11	59	6	3	50%
JULIO	8	644,1105	11	81	8	4	49%
AGOSTO	4	644,1105	11	41	4	2	48%
SEPTIEMBRE	10	644,1105	11	106	11	5	47%
OCTUBRE	6	644,1105	11	59	6	3	50%
NOVIEMBRE	8	644,1105	11	81	8	4	49%
DICIEMBRE	8	644,1105	11	81	8	4	49%
PROMEDIO							48%

Tabla 75. Fuente propia (2017). Porcentaje de crecimiento para cocinas.

% DE CRECIMIENTO EN PUERTAS

MESES	DEMANADA	TIEMPO ESTANDAR (min)	TIEMPO ESTANDAR EN HORAS	TIEMPO EN HORAS PARA FABRICAR LAS UNIDADES	DIAS REQUERIDOS ACTUALMENTE PARA CUMPLIR CON LAS CANTIDADES	DIAS ESTABLECIDOS A TRAVES DEL MODELO DE FLOW SHOP	% DE CRECIMIENTO
ENERO	11	231,396	4	42	4	2	47%
FEBRERO	13	231,396	4	49	5	2	41%
MARZO	13	231,396	4	49	5	2	41%
ABRIL	15	231,396	4	56	6	2	36%
MAYO	21	231,396	4	81	8	3	37%
JUNIO	15	231,396	4	56	6	2	36%
JULIO	21	231,396	4	81	8	4	49%
AGOSTO	17	231,396	4	64	6	2	31%
SEPTIEMBRE	19	231,396	4	72	7	3	41%
OCTUBRE	13	231,396	4	49	5	2	41%
NOVIEMBRE	17	231,396	4	64	6	3	47%
DICIEMBRE	15	231,396	4	56	6	3	53%
PROMEDIO							42%

Tabla 76. Fuente propia (2017). Porcentaje de crecimiento para puertas.

% DE CRECIMIENTO EN CLOSET

MESES	DEMANADA	TIEMPO ESTANDAR (min)	TIEMPO ESTANDAR EN HORAS	TIEMPO EN HORAS PARA FABRICAR LAS UNIDADES	DIAS REQUERIDOS ACTUALMENTE PARA CUMPLIR CON LAS CANTIDADES	DIAS ESTABLECIDOS A TRAVES DEL MODELO DE FLOW SHOP	% DE CRECIMIENTO
ENERO	13	479,0335	8	101	10	4	40%
FEBRERO	8	479,0335	8	67	7	3	44%
MARZO	18	479,0335	8	141	14	6	43%
ABRIL	8	479,0335	8	67	7	3	44%
MAYO	7	479,0335	8	53	5	2	38%
JUNIO	13	479,0335	8	101	10	4	40%
JULIO	7	479,0335	8	53	5	2	38%
AGOSTO	5	479,0335	8	41	4	2	49%
SEPTIEMBRE	8	479,0335	8	67	7	3	44%
OCTUBRE	10	479,0335	8	83	8	3	36%
NOVIEMBRE	7	479,0335	8	53	5	3	56%
DICIEMBRE	15	479,0335	8	120	12	5	42%
PROMEDIO							43%

Tabla 77. Fuente propia (2017). Porcentaje de crecimiento para closets.

% DE CRECIMIENTO EN MUEBLES

MESES	DEMANADA	TIEMPO ESTANDAR (min)	TIEMPO ESTANDAR EN HORAS	TIEMPO EN HORAS PARA FABRICAR LAS UNIDADES	DIAS REQUERIDOS ACTUALMENTE PARA CUMPLIR CON LAS CANTIDADES	DIAS ESTABLECIDOS A TRAVES DEL MODELO DE FLOW SHOP	% DE CRECIMIENTO
ENERO	11	119,196	2	22	2	1	46%
FEBRERO	9	119,196	2	18	2	1	56%
MARZO	7	119,196	2	14	1	1	71%
ABRIL	11	119,196	2	22	2	1	46%
MAYO	5	119,196	2	11	1	1	93%
JUNIO	11	119,196	2	22	2	1	46%
JULIO	7	119,196	2	14	1	1	71%
AGOSTO	9	119,196	2	18	2	1	56%
SEPTIEMBRE	5	119,196	2	11	1	1	93%
OCTUBRE	13	119,196	2	26	3	2	76%
NOVIEMBRE	13	119,196	2	26	3	2	76%
DICIEMBRE	9	119,196	2	18	2	1	56%
PROMEDIO							66%

Tabla 78. Fuente propia (2017). Porcentaje de crecimiento para muebles.

Este porcentaje de crecimiento se debe a las mejoras sugeridas ajustando y controlando los procesos operativos con el fin de mantener una dirección encaminada al mejoramiento del nivel de satisfacción del cliente.

Cabe resaltar que fue importante el estudio de otras investigaciones y el fundamento teórico para tomar decisiones adecuadas bajo modelamientos experimentales, consultar de fuentes secundarias de información certeras ya que esas investigaciones también se desarrollaron analizando otras investigaciones. Es importante mencionar que todo el estudio se llevó a cabo con el fin de proponer un sistema de producción acorde a la situación de la empresa, se considera la posibilidad de aplicar estos modelos con el fin de mejorar la condición económica de la empresa FORTECMA.

13 CONCLUSIONES

Para concluir este proyecto en la empresa FORTECMA, debemos evaluar de principio a fin cuales de los modelos fueron aquellos que permitieron proponer una mejor alternativa de mejora y para este hay que destacar algunos de los modelos que fueron de mayor importancia para generar esta idea, para comenzar el modelo que tuvo alta influencia en el proyecto es el diagrama de Ishikawa ya que sin él no se hubieran podido identificar en las diferentes etapas del proceso los problemas que impiden un funcionamiento flexible de toda la cadena de abastecimiento ya con esto se realizó una evaluación más interna sobre los procesos de la compañía y su funcionamiento y a partir de esto surgió la necesidad de utilizar un modelo de pronostico el cual permitiera a la compañía conocer la demanda a la cual tendría que afrontarse en un futuro ya que la empresa no tiene procesos estandarizados, este modelo es pertinente para el desarrollo de las demás metodologías, cabe destacar que el modelo de patrones estacionales fue el que más se aproximó a la demanda real de la compañía ofreciendo con un 95% de confianza que este modelo era el adecuado para la compañía, otros de los modelos que fueron utilizados como el ARIMA y el de regresión no fueron eficientes ya que estos se alejaban de la media y en pruebas estadísticas se demostró que dichos modelos no se aprobaban en la prueba de hipótesis de H_0 en donde el modelo se aprobaba con un 95% de nivel de confianza, cabe destacar que las pruebas utilizadas para validar dicho modelos fueron las pruebas, T, ANOVA, comparación de medias en donde las pruebas fueron tomadas como independientes con el fin de tener un estudio más veras y acertado y de esta manera dar una propuesta sobre el modelo apropiado para estimar la demanda futura.

En consecución a este modelo se evaluó la utilización del estudio del trabajo ya que la compañía no cuenta con un sistema que le brinde la información pertinente sobre cada uno de sus procesos como lo es el tiempo estándar, cuellos de botella y otros factores que permiten tener una mayor visión sobre la producción, es por esto que el modelo propuesto y a su vez utilizado de estudio del trabajo fue el de regresos a cero, ya que con este se tomaron los tiempos por proceso y además de ello estos permitieron dar un vistazo a aquellos cuellos de botella que se presentan en la cadena, cabe destacar que este modelo es también uno de los más importantes ya que con este se puede evaluar el tiempo promedio para sacar cualquier tipo de mueble además de esto la cantidad de productividad que se puede llegar a generar en un día, mes o inclusive un año, cabe destacar que este modelo es el más apropiado para implementar en la compañía dado el volumen y numero de procesos presentes además que representa la realidad que se afronta la empresa al realizar cada producto que le es encomendado.

Por otra parte uno de los modelos más importantes que se sugiero y fue utilizado para FORTECMA es el del cálculo de la capacidad disponible ya que la compañía no cuenta con ningún modelo que le dijera cuantas unidades puede procesar y la mano de obra necesaria para satisfacer las necesidades de la demanda es por esto que el modelo sugerido es uno

utilizado por Dusko Kalenatic que permite calcular por medio de horas de trabajo, maquinaria y personal disponible, también tiempos asociados a reparación, cuanto es la capacidad en tiempo para producir ciertas unidades, el modelo es ampliamente efectivo ya que puede evaluar tanto en unidades como en tiempo la capacidad que se tiene de producción y poder también evidenciarlas en términos de tiempo ya sean, diario, semanal, mensual o inclusive anual, cabe destacar que este modelo permitió tener un mayor margen sobre lo que sucedía en la compañía y de esta manera tomar correctivos en áreas tales como la producción, gerencia y transportes ya que permiten ver la cantidad de productos que pueden ser absorbidos por la capacidad disponible de la planta, este modelo fue validado a través de la utilización de pruebas estadísticas tales como las del pronóstico y fueron usadas con un nivel de confianza del 95%, cabe destacar que el 95% de confianza es utilizado en todas las pruebas ya que es menor el error generado por dichos modelos.

Otro de los modelos que fueron sugeridos y que permiten que la compañía tenga mayor flexibilidad en todo el sistema de la cadena de abastecimiento es el de inventarios por regresión que permitieron evaluar cuanto sería el stock que se tendría que manejar de materiales para la elaboración de cualquiera de las familias de producto, cabe destacar que este modelo no se utiliza para almacenamiento de producto terminadas ya que implicaría más gastos y la compañía maneja un sistema en el cual trabajo por pedido y de esta manera se contribuye a no generar más costos en bodegas o almacenamiento de producto terminado, este modelo se validó por medio de una prueba estadística llamada prueba F con un nivel de confianza del 95% en donde dicho modelo se encuentra dentro del parámetro y su rango le permite ser utilizado en el modelo general de la compañía, cabe mencionar que los modelos anteriormente mencionados son la base en sí para mejorar toda la cadena de abastecimiento y que más adelante se verán reflejados en la unificación y conclusión final de los modelos.

14 BIBLIOGRAFÍA

- Caballero, J., & Mejia, G. (27 de Abril de 2006). *Redes de Petri y algoritmos genéticos, una propuesta para la programación de sistemas de manufactura flexible*. Obtenido de <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/iyu/article/view/912/511>
- Chapman, S. (2006). *Planificación y control de la producción*. Obtenido de <http://profesorpepelo.com/control%20de%20produccion%20libro.pdf>
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministro*. Obtenido de https://www.u-cursos.cl/usuario/b8c892c6139f1d5b9af125a5c6dff4a6/mi_blog/r/Administracion_de_Operaciones_-_Completo.pdf
- Fernández, S. (s.f.). *Universidad Autónoma de Madrid*. Obtenido de Modelo Arima: <http://www.estadistica.net/ECONOMETRIA/SERIES-TEMPORALES/modelo-arima.pdf>
- Gandará, F. d. (Diciembre de 2014). *Herramientas de Calidad y el Trabajo en Equipo para Disminuir la reprobación Escolar*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/944/94432996003.pdf>
- Gudiño, R., & Gaston, M. (Junio de 2011). *ProQuest*. Obtenido de <https://search-proquest-com.ezproxy.uniminuto.edu/docview/874200573/fulltextPDF/1EE6A68E3A1D4BB CPQ/1?accountid=48797>
- Hagen, K. (s.f.). *Grandes Pymes*. Obtenido de Cómo Calcular El Punto De Equilibrio De Su Negocio (Qué Significa Para La Gestión De Su Negocio): <http://www.grandespymes.com.ar/2012/12/26/como-calcular-el-punto-de-equilibrio-de-su-negocio-que-significa-para-la-gestion-de-su-negocio/>
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Administración de operaciones Séptima Edición*. Obtenido de <https://www.academia.edu/15694412/Principios-De-Administraci%C3%B3n-De-Operaciones-7ma-Heizer>
- Herrera, M. M. (19 de Enero de 2012). *Redalyc*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/3374/337428496005/>

- Juares, A., Zuñiga, C., Martinez, J., & Partida, D. (17 de Noviembre de 2016). *Análisis de series de tiempo en el pronóstico de la demanda de almacenamiento de productos perecederos*. Obtenido de <https://search-proquest-com.ezproxy.uniminuto.edu/docview/1854173715/fulltextPDF/458C0A5F60B34A89PQ/1?accountid=48797>
- Kalenatic, D., Lopez, C., & Gonzalez, L. (Octubre de 2005). *Modelo de medicion; analisis, planeacion y programacion de capacidades en un contexto de multiples criterios de desicion*. Obtenido de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/reving/article/view/2718/3929>
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administracion de operaciones. Procesos y cadenas de valores*. Octava Edicion. Mexico: PEARSON EDUCACIÓN.
- Manyoma, P. C. (Diciembre de 2011). *MEDICIÓN DE LA FLEXIBILIDAD EN MANUFACTURA*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/1492/149222630004.pdf>
- Manzano, F., & Garcia, A. (Febrero de 2009). *TÉCNICAS DE ESTUDIO DE TIEMPOS PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA MANO DE OBRA EN EL CULTIVO DE TOMATE (Solanum lycopersicum L.) DE INVERNADERO*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952009000300006&script=sci_arttext
- Ministerio de Sanidad Servicios sociales e igualdad España. (2014). *Esquema de diagrama causa y efecto*. Obtenido de https://www.seguridaddelpaciente.es/resources/documentos/tutorial_gestion_de_riesgos/espina-de-pescado.doc
- Muther, R. (1970). *Distribucion en planta*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Muther, R. (1970). *Distribución en Planta*. New York: McGrawHill.
- Niebel, B. (1996 Duodecima edicion). *Ingenieria Industrial. Metodos, estandares y diseño del trabajo*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

- Reeves, C. (1995). *A GENETIC ALGORITHM FOR FLOWSHOP SEQUENCING*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Colin_Reeves/publication/222756925_A_genetic_algorithm_for_flowshop_sequencing/links/0deec523701187b6e8000000/A-genetic-algorithm-for-flowshop-sequencing.pdf
- Rubinfeld, H. L. (2004). *Sistemas de manufactura flexible: un enfoque práctico*. Obtenido de <http://www.ebrary.com>
- Sanchez Gutierrez, M. J. (8 de 7 de 2009). *PROPUESTA PARA LA MEJORA DE LA DE PROGRAMACIÓN DE L*. Obtenido de *PROPUESTA PARA LA MEJORA DE LA DE PROGRAMACIÓN DE LOS RECURSOS DE LA POSCOSECHA CON PROCESO TIPO FLOW SHOP HIBRIDO EN LA EMPRESA CI MIRAFLORES S.A.*: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/Tesis245.pdf>
- Sipper, D., & Bulfin, R. (1998). *Planeación y control de la producción*. Mexico: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Solazo, M., Bravo, J., & Giraldo, J. (19 de Noviembre de 2012). *EBSCOhost*. Obtenido de http://bn7wh5mk3f.search.serialssolutions.com/?ctx_ver=Z39.88-2004&ctx_enc=info%3Aofi%2Fenc%3AUTF-8&rft_id=info%3Asid%2Fsummon.serialssolutions.com&rft_val_fmt=info%3Aofi%2Ffmt%3Akev%3Amtx%3Ajournal&rft.genre=article&rft.atitle=Metodologia+de+mejoramiento