



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO

INDUSTRIAL

TEMA:

**“PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA OLIMPHICO SPORTS
DEL CANTÓN CAYAMBE”**

AUTOR: JUAN CARLOS MUÑOZ BERNAL

DIRECTOR: MSC. ING. YAKCLEEM MONTERO SANTOS

IBARRA – ECUADOR

2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1724477755		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Muñoz Bernal Juan Carlos		
DIRECCIÓN:	Tabacundo Barrio La Banda – Calle Isidro Ayora		
EMAIL:	juanqaf@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	2366563	TELÉFONO MÓVIL:	0980740509

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA OLIMPHICO SPORTS DEL CANTÓN CAYAMBE
AUTOR (ES):	Muñoz Bernal Juan Carlos
FECHA:	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Industrial
ASESOR /DIRECTOR:	Msc. Ing. Yakcleem Montero Santos

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **Juan Carlos Muñoz Bernal**, con cédula de identidad Nro. **1724477755**, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 7 días del mes de Enero del 2019

EL AUTOR



Juan Carlos Muñoz Bernal



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Juan Carlos Muñoz Bernal, con cédula de identidad Nro. 172447775-5, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autora de la obra o trabajo de grado denominado: **“PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA OLIMPHICO SPORTS DEL CANTÓN CAYAMBE”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO INDUSTRIAL** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte. Ibarra, a los 7 días del mes de Enero del 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Juan Carlos Muñoz Bernal", is written over a horizontal dashed line.

Juan Carlos Muñoz Bernal

C.C 1724477755



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, Juan Carlos Muñoz Bernal, con cédula de identidad Nro. 172447775-5, declaro bajo juramento que el trabajo con el tema “**PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA OLIMPHICO SPORTS DEL CANTÓN CAYAMBE**”, es de mi autoría; y que éste no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las Leyes de la Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normativa vigente de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 7 días del mes de Enero del 2019

AUTOR

Juan Carlos Muñoz Bernal

C.C 1724477755



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

CERTIFICACIÓN DEL AUTOR

MSc. Yackleem Montero Santos Director del Trabajo de Grado desarrollado por el señor **Juan Carlos Muñoz Bernal**

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Trabajo de grado titulado “**PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA OLIMPHICO SPORTS DEL CANTÓN CAYAMBE**”, ha sido elaborado en su totalidad por el señor **Juan Carlos Muñoz Bernal**, bajo mi dirección, para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, a los 7 días del mes de Enero del 2019

MSc. Yackleem Montero Santos

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a las personas mas importantes en mi vida mis padres, quienes han sido mi mayor motivo para sobresalir ante los problemas enseñándome que en la vida podrán presentarse muchas dificultades pero con esmero y trabajo todo será mejor. Inculcandome siempre valores y principios recordándome que el mejor regalo de la vida es la oportunidad de vivirla.

A mis Hermanos y Familia por brindarme su apoyo incondicional en los momentos que mas lo necesitaba ya que sin ustedes este no seria posible y a todos quienes de una u otra forma formaron parte de este sueño guiándome siempre por el mejor camino.

Juan Muñoz

AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermanos, familia y amigos por todo el apoyo brindado hacia mí para la culminación de mi carrera Universitaria. Un sincero agradecimiento por todo lo que han hecho para que pueda cumplir este gran sueño

A la Universidad Técnica del Norte, especialmente a la Carrera de Ingeniería Industrial, por darme la oportunidad de aprender y crecer profesionalmente.

Al MsC Ing. Yakleem Montero Santos por ser un gran profesional, siempre guiándome hacia la excelencia académica.

Al señor David Simbaña Gerente propietario de Olimphico Sports, quien confió en mí y me abrió las puertas de su empresa para permitirme realizar este trabajo de grado.

A mis amigos, amigas y demás familiares por haber formado parte de este gran proyecto de vida agradecido infinitamente con todos, fue una experiencia muy especial.

Juan Muñoz

RESUMEN

El presente trabajo de titulación se realizó en la industria Textil Olimphico Sports ubicada en el cantón Cayambe Provincia de Pichincha. En empresa objeto de estudio surgió la necesidad de mejorar el Sistema de Planificación de Producción a mediano plazo, a través de herramientas descritas en las diferentes bibliografías. Para el diagnóstico del sistema de producción se analizó el coeficiente de operaciones fijadas y el coeficiente de carga en cada operación con el fin de verificar el tipo de sistema de producción posee Olimphico Sports, además, se calculó las exigencias técnico organizativas capacidad de reacción y flexibilidad, finalmente se determinó cuales son las principales causas que inciden la planificación de la producción. El pronóstico es el principal insumo para la planificación de la producción, este se elaboró una base de datos que contiene la familia camisetas y la familia uniformes basándose en los pedidos recolectados de los tres años anteriores, utilizando para ello el software Forecast Pro. Una vez que se realizó los respectivos pronósticos se procedió a elaborar el plan agregado a nivel de cada familia tomando en cuenta varias estrategias con el fin de buscar la mejor opción de planificación. Posteriormente se desagregó la familia camisetas en: camisetas sport, camisetas sublimadas y camisetas tipo polo, la otra familia no era necesario se desagregó debido a que el Plan Maestro trabaja a nivel de producto. Para el procesamiento estadístico y verificación del comportamiento de los productos en cuanto a los pedidos por periodo se utilizó el Software IBM SPSS versión 21.0. Finalmente se muestra la fiabilidad del sistema de producción y varios indicadores, con la cual se pudo corroborar la factibilidad de aplicar la propuesta de planificación de la producción.

Palabras claves

Plan agregado, plan maestro de producción, pronóstico de la demanda, balance carga capacidad

ABSTRACT

The present work was carried out in the textile industry Olimphico located in the canton of Cayambe, province of Pichincha. In the company studied, the need arose to improve the Production Planning System in the medium term, through the tools described in the different bibliographies. For the diagnosis of the production system, the coefficient of fixed operations and the load coefficient in each operation were analyzed to verify the type of production system owned by Olimphico Sports, in addition to the organizational technical requirements, reaction capacity and flexibility. Finally, it was determined which are the main causes that affect the planning of the production. The forecast is the main input for production planning, this is a database that contains family and family uniforms based on the orders collected from the previous three years, using Forecast Pro software. When the respective forecasts were made, the aggregate plan was elaborated at the level of each family, taking into account several strategies to find the best planning option. Later, the family was divided into t-shirts: sports shirts, sublimated t-shirts and polos, the other family was not necessary because the Master Plan works at the product level. IBM SPSS software version 21.0 was used for statistical processing and verification of product behavior in terms of orders per period. Finally, the reliability of the production system and several indicators are shown, with which the feasibility of applying the production planning proposal can be corroborated.

Keywords

Aggregate Production Plan, master production schedule, forecasting of demand, load capacity

INDICE

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	ii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO	iv
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	iv
DECLARACIÓN	v
CERTIFICACIÓN DEL AUTOR.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INDICE	xi
INDICE DE TABLAS.....	xv
INDICE DE ANEXOS.....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
1. Generalidades.....	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Problema	1
1.3 Objetivos	2
1.4 Alcance.....	2
1.5 Justificación (Teórico, Metodológico, Tecnológico, Social, Político):	3
1.5.1. Teórico.....	3
1.5.2. Socio político.....	3
CAPÍTULO II	4
2. Marco Teórico.....	4
2.1. Los sistemas de producción	4

2.1.1.	Clasificación de los sistemas de producción	5
2.1.2.	Caracterización de los sistemas de producción	6
2.2.	La Administración de Operaciones	2
2.3.	Inicio de la Administración de Operaciones	2
2.3.1.	Toma de decisiones en las operaciones	5
2.3.2.	Planificación, ejecución y control de la producción.....	8
2.3.3.	Enfoque jerárquico en la planificación y control de la producción.....	8
2.4.	Planeación agregada.....	12
2.4.1.	Estrategias de la planeación agregada	13
2.4.1.1.	Estrategias Puras	13
2.4.1.2.	Estrategias Mixtas.....	14
2.4.2.	Costos asociados a la planificación de la producción	14
2.4.3.	Estrategias de planeación agregada: ventajas y desventajas	15
2.5.	Plan maestro de producción	16
2.5.1.	Programación de operaciones.....	19
2.6.	Diseño del sistema de pronósticos	20
2.6.1.	Técnicas cualitativas.....	21
2.6.1.1.	Lineamientos para usar Pronósticos mediante técnicas cualitativas.....	21
2.6.2.	Técnicas cuantitativas.....	21
2.6.3.	Suavización exponencial	21
2.6.3.1.	Suavización exponencial ajustada a la tendencia	22
2.6.4.	Selección del método para elaborar pronósticos	23
2.6.4.1.	Indicadores de precisión en los pronósticos	23
2.6.4.2.	Error porcentual medio absoluto (MAPE).....	24
2.6.4.3.	Desviación media absoluta (MAD)	24

2.6.4.4.	Error cuadrático medio (MSE)	24
2.6.4.5.	Desviación estándar	25
2.6.4.6.	El Criterio Bayesiano de Información (BIC).....	25
2.6.4.7.	Criterios de selección de métodos con series de tiempo.....	26
2.7.	Procedimiento de diagnóstico para los sistemas de gestión de la producción.	26
2.7.1.	Caracterización de la empresa.	27
2.7.2.	Factores Externos	27
2.7.3.	Factores Internos	27
CAPÍTULO III.....		29
3.	Diagnóstico del sistema de producción en la Empresa Textil Olimphico Sports.....	29
3.1.	Caracterización de la empresa Olimphico Sports	29
3.2.	Descripción del proceso productivo.....	34
3.3.	Clasificación del sistema de producción.....	36
3.3.1.	Flexibilidad.....	38
3.4.	Diagnóstico	39
3.4.1.	Análisis FODA	39
3.5.	Descripción de la gestión de producción actual.....	40
CAPÍTULO IV		41
4.	Elaboración del Plan Agregado y Plan Maestro de Producción en la Empresa Olimphico Sports	41
4.1.	Introducción	41
4.2.	Plan Agregado de producción	41
4.2.1.	Cálculo de las necesidades del producto	42
4.2.2.	Balance anual de carga y capacidad	43
4.2.3.	Plan agregado de producción	46

4.2.4. Plan Maestro de Producción.....	48
4.3. Análisis de los resultados.....	49
Nivel de Servicio al cliente	52
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de sistemas productivos	6
Tabla 2 Importancia de la Administración de Operaciones	4
Tabla 3 Decisiones de diseño y utilización de operaciones	6
Tabla 4 Decisiones críticas de la Administración de Operaciones	7
Tabla 5 Alternativas de planeación agregada: ventajas y desventajas	15
Tabla 6 Resumen de Cuatro Métodos Importantes de Planeación Agregada	16
Tabla 7 Clasificación del Sistema de Producción	28
Tabla 8 Principales proveedores de Olimphico Sports	31
Tabla 9 Personal Olimphico Sports	32
Tabla 10 Funciones del personal Olimphico Sports	33
Tabla 11 Costos de producción	34
Tabla 12 Equipos Olimphico Sports	36
Tabla 13 Matriz relación producto – operaciones.....	37
Tabla 14 Resumen eventos en series de tiepo.....	43
Tabla 15 Operaciones del proceso productivo.....	44
Tabla 16 Gastos de tiempos y análisis del representante tipo por familia	44
Tabla 17 Resumen cuantitativo de los errores en los pronósticos de los productos tipo A	50
Tabla 18 Variación plan Agregado Base - Plan Agregado Reajustado	50
Tabla 19 Análisis de los indicadores.....	51

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 La Administración de Operaciones como Función	5
Figura 2 Proceso de Planeación de la Producción	11
Figura 3 Fases en la determinación del plan agregado	13
Figura 4 Proceso de elaboración de un Plan Maestro de Producción	17
Figura 5 Cálculo del inventario proyectado.....	18
Figura 6 Proceso del Diagnóstico del Sistema de Gestión de la Producción	27
Figura 7 Mapa de procesos Empresa Olimphico Sports.....	31
Figura 8 Organigrama Funcional Olimphico Sports.....	32
Figura 9 Clasificación del Sistema de Producción de Olimphico Sports	36
Figura 10 Análisis FODA	39
Figura 11 Estrategias	40
Figura 13 Solución experta serie de tiempo Total de ventas	72
Figura 14 Solución experta serie de tiempo uniformes sublimados	74
Figura 15 Solución experta serie de tiempo camisetas	76

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Métodos de Pronósticos Cualitativos.....	58
Anexo 2 Ubicación Geográfica Olimphico Sports	59
Anexo 3 Diagrama de operaciones del proceso productivo Olimphico Sports	60
Anexo 4 Layout Empresa Olimphico Sports	61
Anexo 5 Diagrama de la gestión de producción actual	62
Anexo 6 Clasificación ABC Empresa Olimphico Sports	63
Anexo 7 Serie de tiempo para el total de ventas (Enero 2015 - Dic. 2017) u/mes.....	64
Anexo 8 Serie de tiempo para la familia uniformes (Enero 2015 – Dic. 2017) u/mes.....	65
Anexo 9 Serie de tiempo para la familia camisetas (Enero 2015 – Dic. 2017) u/mes	66
Anexo 10 Análisis de los patrones en los datos para el total de ventas.....	67
Anexo 11 Análisis de los patrones en los datos de la familia Uniformes.....	68
Anexo 12 Análisis de los patrones en los datos de la familia camisetas	69
Anexo 13 Base de datos.....	70
Anexo 14 Reporte de pronósticos para el total de ventas.....	71
Anexo 15 Reporte de pronósticos para el total de ventas uniformes sublimados.	73
Anexo 16 Reporte de pronósticos para el total de ventas camisetas	75
Anexo 17 Balance de carga y capacidad	77
Anexo 18 Plan Agregado de producción familia Uniformes.....	78
Anexo 19 Plan Agregado de producción familia Camisetas	79

Anexo 20 Plan Maestro Uniformes Sublimados	80
Anexo 21 Plan Maestro Familia Camisetas.....	80
Anexo 22 Plan Aproximado de capacidad.....	83

CAPÍTULO I

1. Generalidades

1.1 Tema

Planificación de la producción en la empresa OLIMPHICO SPORTS del cantón Cayambe.

1.2 Problema

A nivel mundial la Industria textil es el nombre que se da al sector de la economía dedicado a la producción de ropa, tela, hilo, fibra y productos relacionados. Los textiles son productos de consumo masivo que se venden en grandes cantidades. La industria textil genera gran cantidad de empleos directos e indirectos y tiene un peso importante en la economía mundial. Es uno de los sectores industriales que más controversias genera, especialmente en la negociación de tratados comerciales internacionales, debido principalmente a su efecto sobre las tasas de empleo y a la gran cantidad de demanda que posee". (Bancos, 2010)

A nivel Nacional el sector textil es el segundo del Ecuador que genera más empleo, con 174 125 puestos de trabajo que representan el 21 % de los que produce la industria manufacturera del país según el Ministro de Industria y Productividad, Santiago León. Las ventas del sector textil fueron de USD 1 313 millones en 2016 y representaron el 5 % del sector manufacturero, señaló el titular de esa cartera, quien agregó que se trata de un área prioritaria para la economía nacional, que supuso el 8 % del producto interno bruto (PIB) industrial entre 2007 y 2015. (Comercio, 2017)

A nivel Regional Olimphico Sport es una importante industria textil de la zona 2 del país, ubicada en la ciudad de Cayambe, que desde hace más de 25 años, se dedica a la manufactura, distribución, venta de ropa deportiva e implementos deportivos, de diferentes tipos de tejidos, diseños, colores, según el requerimiento del cliente. Mediante los registros de producción que Olimphico Sport posee, se ha detectado los siguientes problemas:

- Retraso en la fecha de entrega de pedidos hacia los clientes lo cual afecta el prestigio de la empresa.
- La programación y planificación de la producción se realiza de manera empírica.

Esta problemática causa un impacto negativo tanto para la empresa, como para los clientes debido a que en ocasiones existe un déficit de materia prima, por lo que hay mayor tiempo ocioso tanto de las máquinas como de los operarios. En otros casos, hay falta o exceso de inventario de producto terminado. A los clientes causa insatisfacción al recibir sus pedidos incompletos o fuera de las fechas establecidas.

1.3 Objetivos

Objetivo General.

- Planificar la producción a mediano y corto plazo en la industria textil Olimphico Sports mediante el diseño del Plan Maestro de Producción.

Objetivos Específicos

- Análisis del estudio bibliográfico, acerca de las tendencias actuales que permiten diseñar un modelo del Plan Maestro de Producción para empresas manufactureras.
- Determinar la situación actual de la empresa Olimphico Sport, mediante herramientas que establezcan los principales problemas que afectan la planificación de la producción. Establecer las variables que afectan actualmente el proceso productivo de la empresa Olimphico Sports.
- Diseñar el Plan Maestro de Producción en la Empresa Olimphico Sports.
- Elaborar una comparación de los indicadores productivos entre la situación actual versus el diseño del Plan Maestro de Producción.

1.4 Alcance

El presente trabajo influye en el análisis del proceso productivo en la empresa Olimphico Sports. Posteriormente se realizará el proceso de planificación de la producción en Olimphico Sports mediante el diseño del Plan Agregado, la obtención de datos se lo realizará en los meses de abril, mayo del 2018. Luego se diseñará el Plan Maestro de Producción en los meses de Junio, Julio, Agosto se obtendrá los datos pertinentes, estos tiempos pudiesen variar en cuanto a la demanda del mercado.

1.5 Justificación (Teórico, Metodológico, Tecnológico, Social, Político):

1.5.1. Teórico

El problema a resolver visto desde el punto teórico da inicio con la administración de operaciones en base a que se relaciona directamente con la producción, entrega de bienes y servicios de valor para clientes de la empresa. Posteriormente se abordará la Planificación de ventas y operaciones o Planificación agregada lo cual consiste establecer el nivel óptimo entre el índice de producción, nivel de la mano de obra e inventario con lo que se lograra reducir al mínimo los costos de los recursos empleados para cubrir la demanda.

1.5.2. Socio político

Esta investigación brinda un gran aporte a la sociedad ya que impulsara a la empresa tanto en lo económico como en lo productivo, puesto que la empresa generará estabilidad laboral, nuevos campos de empleo en la zona 2 del país. Los beneficiarios directos son: la empresa, ya que mediante el Plan Maestro de Producción permitirá a la empresa brindar un producto a tiempo a sus clientes con lo cual podrá competir en varios aspectos como: respuesta rápida con lo que será más rentable.

Los trabajadores, porque podrán obtener un incentivo económico por la rentabilidad de la misma, estabilidad en su trabajo y la reducción de esfuerzos en el desempeño de sus actividades laborales.

CAPÍTULO II

2. Marco Teórico

2.1. Los sistemas de producción

Para dar inicio con los sistemas de producción se debe tener en cuenta el concepto de producción y de sistema según varios autores lo definen de la siguiente manera:

Producción: Proceso de conversión, donde determinados insumos se convierten en productos (bien o servicio) y luego se transforman en efectivo (se venden) con el propósito de adquirir más recursos y mantener activo el proceso de conversión. (Everett, 1991)

Producción: Es el proceso de transformación técnica y económica en condiciones de un diseño racional, planificado y controlado de unos “inputs” o factores de producción (mano de obra, tecnología, materias primas, información, maquinarias, instalaciones y energía) en “outputs” o productos resultantes (bienes materiales y(o) servicio), que provoca un incremento de utilidad o valor destinados a satisfacer una necesidad de los clientes (Medina León, Nogueira Rivera, Pérez Navarro, & Quintana Tápanes, 2002)

Sistema: Es aquel que se encuentra constituido por una serie de dos o más elementos de cualquier clase (conceptos, ideas, objetos, personas), cumpliéndose que cada parte influye sobre el todo pero de forma aislada respecto a los demás componentes del sistema. Además, cada posible subsistema tiene las mismas propiedades que el sistema que lo contiene. (Cuervo, 1994)

Sistema: Es el conjunto natural o artificial de elementos, propiedades y relaciones que pertenecientes a la realidad objetiva, actúan de forma coordinada para lograr un fin u objetivo. Cada parte o subsistema posee las mismas propiedades del sistema, influye sobre el resto y de esta interrelación surgen nuevas propiedades que no poseen los elementos por separado. El sistema está delimitado por factores biológicos teóricos o físicos y su existencia del sistema está asociada a condiciones de espacio y tiempo. (Medina León, Nogueira Rivera, Pérez Navarro, & Quintana Tápanes, 2002)

Una vez que se tenga en cuenta el concepto de sistema y producción se podrá entender el concepto de sistema de producción según:

Según (Companys Pascual, 1995) afirma que el sistema de producción es el conjunto de elementos materiales que realizan la transformación (y que en el fondo son una parte de las “entradas”) . Las entradas están compuestas esencialmente por trabajo humano, energía, materiales, dinero en forma generalmente de maquinaria e instalaciones, sin hacer a un lado la información tanto en forma de conocimiento tecnológico (“know-how”) y tecnología propiamente dicha (ingeniería del producto y de los procesos) como de conocimiento de gestión y de datos sobre la situación del entorno y del sistema productivo.

2.1.1. Clasificación de los sistemas de producción

(Companys Pascual, 1995) Establece una clasificación de los sistemas productivos que está ligada a su estructura intrínseca y a la forma de elaborar su reacción frente a las solicitudes del entorno El hace referencia a los sistemas productivos reuniéndolos en 4 tipos fundamentales.

Manufacturero: En función de la creación física de bienes. Aquí se incluyen sistemas de extracción, fabricación, montaje y construcción.

Transporte: Analizando el cambio de ubicación, este se subdivide en el transporte aéreo, el terrestre, y el marítimo.

Suministro: Teniendo en cuenta el cambio que pueda ocurrir en el diseño, lo analiza en la distribución, el almacenaje, la venta y el corretaje.

Servicio: Esta clasificación es en correspondencia con el grado de contacto y el conocimiento específico, subdividiéndose en alto contacto y bajo contacto. Las clasificación antes expuestas está realizada desde los puntos de vista de la complejidad del fenómeno (suministro y transporte) y el carácter del producto obtenido (manufactura y servicio) (Companys Pascual, 1995)

Las características de cada sistema se puede evidenciar en la tabla 1

Tabla 1*Tipos de sistemas productivos*

Tipos de sistemas	Características	Ejemplos
Manufacturero: Extracción Fabricación Montaje Construcción	Creación física de bienes (utilidad de la forma)	Minería,refinería, agricultura, textil, autos, construcción, componentes, medicamentos, electrodomésticos, etc.
Transporte: Aéreo Terrestre Maritimo	Cambio de ubicación (utilidad lugar)	Líneas aéreas, ferrocarril, taxis, autobuses, camiones, buques, etc.
Suministro: Distribución Almacenaje Detalle Brokering	Cambio de propiedad (utilidad posesión)	Comercio al detalle, supermercado grandes almacenes, depósitos, mercancías, gasolineras, etc
Servicios Específicos	Tratamiento de algo o de alguien (utilidad estado)	Gobierno, iglesia, hospital, centro sanitario, educación, hotel, banco restaurante, comunicación, diversión, etc.

Fuente Companys Pascual 1995**Elaborado por:** Juan Muñoz

2.1.2. Caracetrización de los sistemas de producción

La forma mas común de caracterizar los sistemas de producción los expone (Portuondo Pichardo, 1987)

- Variedad del producto
- Materias primas y materiales.
- Operaciones en la fabricación.
- Máquinas y herramientas.
- Calificación de los obreros.
- Costo de producción.

En base a estos factores se puede definir el tipo de producción como: Unitaria, seriada (pequeña, mediana y grande) y masiva.

Producción masiva: Se caracteriza por una nomenclatura reducida y un gran volumen de producción de artículos elaborados ininterrumpidamente durante largo tiempo, en el transcurso del cual, en la mayoría de cada uno de los puestos de trabajos se ejecuta la misma operación tecnológica.

Producción seriada: Se caracteriza por una nomenclatura limitada de artículos elaborados periódicamente, por lotes que se repiten.

Producción unitaria: Producción que se caracteriza por una amplia nomenclatura de artículos elaborados por unidades o en pequeños lotes los cuales como regla no se repiten. (Taboada Rodriguez, 1998)

2.2. La Administración de Operaciones

La administración se la puede definir como el diseño, operación y mejoramiento de los sistemas que crean y proporcionan los productos y servicios primarios de una empresa. Al igual que el marketing y las finanzas, la Administración de Operaciones es un campo funcional de negocios con claras responsabilidades de administración de línea, se ocupa de la gestión de todo un sistema que produzca un bien o preste un servicio. Producir un artículo como una chamarra de nailon Supplex para hombre (parka), o dar un servicio como una cuenta de teléfono celular, comprende una compleja serie de procesos de transformación. (Chase & Jacobs, 2014)

Según (Render, Heizer, & Barry, 2009) menciona que la Administración de Operaciones es la serie de actividades que crean valor en forma de bienes y servicios al transformar los recursos en productos. En todas las organizaciones hay actividades de producción de bienes y servicios. En las empresas industriales, las actividades de producción de bienes son bastante obvias. En ellas se ve la producción de un bien tangible, como un televisor Sony o una motocicleta Harley Davidson.

2.3. Inicio de la Administración de Operaciones

El campo de la dirección de operaciones es relativamente joven, pero su historia es rica e interesante. Nuestras vidas y la disciplina de dirección de operaciones han ido mejorando por las innovaciones y contribuciones de numerosas personas. Se atribuye a Eli Whitney (1800) la primera

popularización de los componentes intercambiables, lo que consiguió a través de la normalización y el control de calidad. En un contrato que firmó con el gobierno de Estados Unidos para la fabricación de 10.000 mosquetes, pudo exigir un precio especial, puesto que los componentes de los mosquetes eran intercambiables. Frederick W. Taylor (1881), padre de la dirección científica, realizó importantes contribuciones en la selección de personal, planificación y control, y estudio de movimientos, así como en el actualmente popular campo de la ergonomía. (Render, Heizer, & Barry, 2009)

Otra de las aportaciones de Taylor fue su convencimiento de que la dirección debía asumir más responsabilidades en:

- Asignar el puesto adecuado a los trabajadores.
- Facilitar la formación adecuada.
- Proporcionar métodos adecuados de trabajo y herramientas.
- Establecer incentivos justos por el trabajo que se iba a realizar.

El control de calidad es otra importante contribución histórica en el campo de la dirección de operaciones. Walter Shewhart (1924), aplicó sus conocimientos de estadística a la necesidad del control de calidad, sentando las bases del muestreo estadístico en el control. W. Edwards Deming (1950) pensaba, como Frederick Taylor, que la dirección debía mejorar el entorno de trabajo y los procesos productivos para mejorar la calidad. La dirección de operaciones seguiría progresando con las contribuciones de otras disciplinas, como la ingeniería industrial y la dirección científica. Estas disciplinas, junto con la estadística, la dirección de empresas y la economía, han contribuido sustancialmente a incrementar la productividad de las empresas. (Render, Heizer, & Barry, 2009)

Contribuciones especialmente importantes a la Administración de Operaciones provienen de la tecnología de la información, que se define como el procesamiento sistemático de datos para obtener información. La tecnología de la información —con los enlaces inalámbricos, internet y el comercio electrónico— está reduciendo costos y acelerando la comunicación. (Render, Heizer, & Barry, 2009, pág. 9). La disciplina de la Administración de Operaciones ha mejorado por las innovaciones y contribuciones de muchos autores. En la Tabla 2 se menciona la importancia que tiene la Administración de Operaciones en un ámbito global. (Render, Heizer, & Barry, 2009)

Tabla 2

Importancia de la Administración de Operaciones

Administración de Operaciones	<p>La AO es una de las tres funciones principales de cualquier organización y se relaciona integralmente con el resto de las funciones empresariales. Todas las organizaciones comercializan (venden), financian (contabilizan) y producen (operan), y es importante saber cómo funciona la actividad de AO. Estudiamos cómo se organizan las personas para efectuar la tarea productiva.</p> <p>Estudiamos AO porque queremos saber cómo se producen los bienes y servicios. La función de producción es el segmento de nuestra sociedad que crea los productos y servicios que usamos.</p> <p>La AO ayuda a comprender lo que hacen los administradores de operaciones. Si usted entiende lo que hacen, podrá desarrollar las habilidades necesarias para convertirse en uno de ellos. Esto le ayudará a explorar las numerosas y lucrativas oportunidades de desarrollo que existen en la carrera de AO.</p> <p>La AO es una parte muy costosa de una organización. Un gran porcentaje del ingreso de la mayoría de las empresas se gasta en la función de AO. De hecho, la AO proporciona una gran oportunidad para que la organización mejore su rentabilidad y eleve su servicio a la sociedad.</p>
--------------------------------------	---

Fuente: (Heizer & Render, 2009)

Elaborado por: Juan Muñoz

En la administración de operaciones, las decisiones requieren individuos que conozcan a fondo la ciencia de la administración, la tecnología de la información y, con frecuencia, alguna de las ciencias biológicas o físicas. En este libro se estudian las diversas formas en que un estudiante puede prepararse para emprender su carrera en administración de operaciones. (Render, Heizer, & Barry, 2009, pág. 9)

En la figura 1 se verifica que las operaciones son simplemente una serie de funciones que realiza la organización. En muchos de los casos se debe asignar cada función a una dirección por separado con lo que la dirección asume la responsabilidad de ciertas actividades. Sin embargo las funciones están relacionadas entre sí por lo que su correcto cumplimiento es esencial para el cumplimiento de las metas de la organización. (Gómez & Gonzáles, 2010)



Figura 1 La Administración de Operaciones como Función. (Fuente: Gómez & Gonzáles, 2010)

Elaborado por: Juan Muñoz

Por ultimo (Chase & Jacobs, 2014) menciona las “5 P” que componen la Dirección de operaciones:

- Persona (Mano de obra, fuerza laboral)
- Partes (Materiales e insumos)
- Plantas (Edificios, equipos e instalaciones)
- Planeación (Sistemas de Planificación y Control)
- Procesos (Fases de producción)

Los administradores de operaciones son los responsables de la producción de los bienes o servicios de las organizaciones. Los administradores de operaciones toman decisiones que se relacionan con la función de operaciones y los sistemas de transformación que se utilizan (Rungtusanatham, Schroeder, & Goldstein, 2005)

2.3.1. Toma de decisiones en las operaciones

La toma de decisiones es un aspecto esencial de toda actividad administrativa, hay que tomar en cuenta que los detalles específicos varían dependiendo de la situación que se presente, por lo general, comprende cuatro pasos básicos: (1) reconocer y definir con claridad el problema; (2) recopilar la información necesaria para analizar las posibles alternativas; (3) seleccionar la

alternativa más atractiva, y (4) implementar la alternativa seleccionada. (Krajewski, Larry, & Malhotra, 2008)

En la tabla 3 se muestra las decisiones de diseño y utilización en operaciones.

Tabla 3

Decisiones de diseño y utilización de operaciones

Decisiones de diseño y utilización en operaciones		
Categoría de decisiones	de Decisiones de diseño (estratégico)	Decisiones de uso
Proceso	Selección del tipo de proceso, Selección del equipo	Análisis del flujo del proceso, Provisión del mantenimiento del equipo
Capacidad	Determinación de la ubicación de las instalaciones Fijación de los niveles de la fuerza de trabajo	Decisiones sobre el tiempo extra. Subcontratistas programación
Inventarios	Fijación del nivel general de inventarios Diseño del control de inventarios Decisión de dónde conservar al inventario	Decidir cuánto y cuándo ordenar
Fuerza de trabajo	Diseño de puestos Selección del sistema de compensación Diseño del reglamento de trabajo	Supervisión Establecimiento de estándares de trabajo
Calidad	Establecimiento de estándares de calidad Definición de la organización para la calidad	Decisión sobre la cantidad de inspecciones Control de la calidad para cumplir con las especificaciones

Fuente: (Heizer & Render , 2009, pág. 7)

Elaborado por: Juan Muñoz

Es decir, en esta tabla se agrupan las decisiones en categorías funcionales y se analiza la interrelación en lugar de la secuencia.

El proceso de administración consiste en planear, organizar, asignar personal, dirigir y controlar. Los administradores de operaciones aplican este proceso de administración a las decisiones que toman en función de la AO (Render, Heizer, & Barry, 2009, pág. 7)

Las 10 decisiones estratégicas principales de la Administración de Operaciones se muestran en la tabla 4

Tabla 4

Decisiones críticas de la Administración de Operaciones

Áreas de decisión	Algunas preguntas a responder
Diseño del producto y servicio	¿Qué producto debemos ofrecer? ¿Cómo debemos diseñar estos productos o servicios?
Gestión de calidad	¿Quién es el responsable de la calidad? ¿Cómo definimos la calidad que queremos en nuestro bien o servicio?
Diseño de proceso y planificación de capacidad	¿Qué proceso necesitarán estos productos y en qué orden? ¿Qué equipo y tecnología son necesarios para estos procesos?
Localización	¿Dónde situaremos las instalaciones? ¿En qué criterio nos basaremos para elegir la localización?
Diseño de la organización	¿Cómo organizaremos la instalación? ¿Qué tamaño deberá tener para cumplir el plan
Recursos humanos y diseño del trabajo	¿Cómo proporcionar un entorno de trabajo razonablemente bueno? ¿Cuánto se puede esperar que produzcan nuestros empleados?
Gestión de abastecimiento	¿Deberíamos fabricar determinado componente o comprarlo?
Inventario, planificación de necesidades de material y JIT	¿Cuántos inventarios de artículos debemos llevar? ¿Cuánto debemos pedir?

Programación intermedia, ¿Es una buena idea subcontratar la producción? ¿Es mejor
planificación a corto plazo y despedir a gente o mantenerles en nómina en los períodos
planificación del proyecto de ralentización?

Mantenimiento ¿Quién se hace responsable del mantenimiento?

Fuente: (Heizer & Render , 2009)

Elaborado por: Juan Muñoz

Los administradores de operaciones implementan estas 10 decisiones identificando las tareas clave y el personal necesario para alcanzarlas. Sin embargo, la implementación de decisiones está influida por una diversidad de aspectos, los cuales incluyen la proporción de bienes y servicios de un producto (Render, Heizer, & Barry, 2009)

El administrador de operaciones que desarrolla sistemas que responden con rapidez tiene una ventaja competitiva sostenible y pueden incrementar la productividad. Si, se toma decisiones efectivas en estas diez áreas de Administración de Operaciones proporciona una oportunidad para lograr: la diferenciación, el bajo costo y respuesta. (Render, Heizer, & Barry, 2009, pág. 35)

2.3.2. Planificación, ejecución y control de la producción.

La confección del plan para la asimilación de la producción futura y el perfeccionamiento de la producción actual o corriente comienza con la determinación de las tareas de preparación que son necesarias desarrollar para tales propósitos, empezando por la elaboración del diseño y la tecnología del artículo y terminando con su puesta en la producción. Cuando se planifica la preparación de la producción se establecen los responsables, los ejecutores, el volumen de los trabajos y el plazo de ejecución (fecha de inicio y fecha de culminación). Para las tareas relacionadas con las preparaciones constructivas y tecnológicas el volumen de trabajo se expresa en hombres y en unidades físicas, el volumen de trabajo para el utillaje tecnológico se expresa en horas-normas y en unidades físicas (Chapman, 2006)

2.3.3. Enfoque jerárquico en la planificación y control de la producción.

Las actividades productivas, y muy especialmente la planificación y control, deben seguir un enfoque jerárquico que permita la coordinación entre los objetivos, planes y actividades de los niveles estratégicos, tácticos y operativos. Ello quiere decir que cada uno perseguirá sus propias

metas, pero teniendo siempre en cuenta las del nivel superior, de las cuales dependen, y las del nivel inferior, a las que restringen. (Domínguez Machuca, 1995)

Los tipos de planificación que tienen lugar en un entorno productivo, ordenados de acuerdo al horizonte de planificación, en orden decreciente, al que afectan las decisiones, responden a diferentes horizontes; estratégicos, tácticos y operativos. Según (Domínguez Machuca, 1995) la Planeación Empresarial consta de tres etapas.

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

A medida que el proceso de planeación pasa del plan de producción a la ejecución, cada plan de nivel inferior debe ser factible. Cuando alguno de estos planes no lo es, se usa la retroalimentación hacia el nivel inmediato superior para hacer los ajustes necesarios. Una de las principales fortalezas de los programas MRP es su capacidad para determinar con exactitud la factibilidad de un programa dentro de las restricciones de capacidad agregada. Este proceso de planeación puede generar excelentes resultados. El plan de producción establece los límites superior e inferior para el programa de producción maestro.

Los niveles de planificación utilizan distintos tipos de unidades, que de menor a mayor grado de agregación, podemos distinguir (Domínguez Machuca, 1995)

- Componentes, cada una de las partes que integran un producto final.

- Productos, el bien o servicio, resultado final del proceso de producción que será distribuido a los consumidores.
- Familias, un grupo de productos o servicios que tienen similares requerimientos de demanda, así como necesidades de procesamiento, trabajo y materias comunes.
- Tipos, grupos de familia que comparten una misma tendencia de comportamiento en su demanda.

La planificación de recursos, representan una verdadera filosofía de gestión integrada y jerárquica. Una de las principales razones de la rápida adopción de dichos sistemas ha sido que posibilitan la creación de una base de datos centralizada e informatizada y la coordinación de las distintas funciones de la firma, lo cual es esencial para dirigir correctamente una empresa. El resultado de este proceso de planeación de la producción es el programa de producción maestro. El programa de producción maestro comunica qué se requiere para satisfacer la demanda y cumplir con el plan de producción. Este programa establece qué artículos hacer y cuándo hacerlos: desagrega el Plan Agregado de producción. Mientras que el Plan Agregado de producción se establece en términos generales como familias de productos, o toneladas de acero, el programa de producción maestro se establece en términos de productos específicos. En la figura 2 se muestra el proceso de planeación agregada. (Domínguez Machuca, 1995)

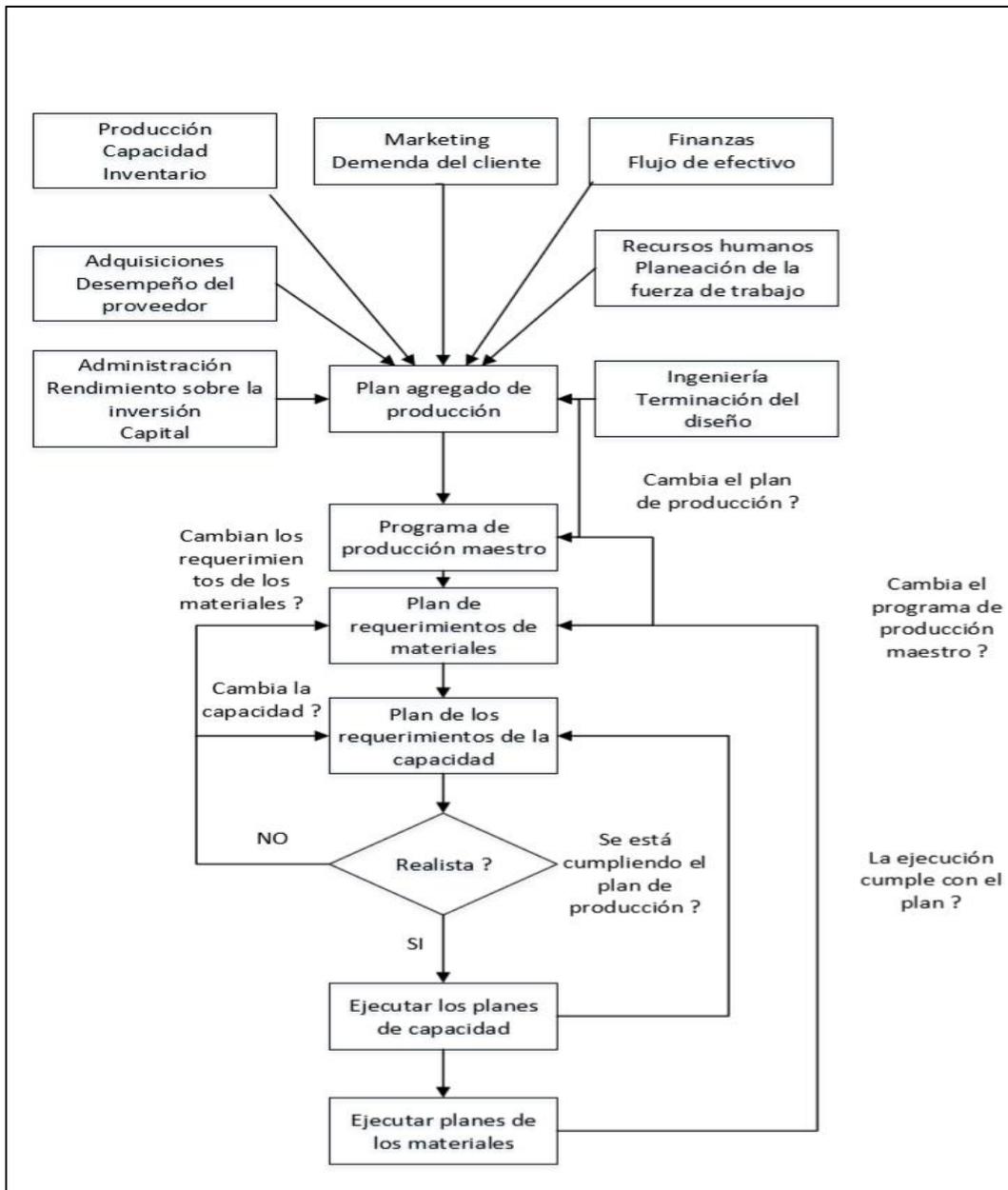


Figura 2 Proceso de Planeación de la Producción (Fuente: Render, Heizer, & Barry, 2009)

Elaborado por: Juan Muñoz

En resumen, dichos niveles jerárquicos son: planeación estratégica de la producción, planeación agregada de la producción, planeación maestra de la producción, planeación de componentes y la planificación detallada, en el nivel de ejecución.

2.4. Planeación agregada

La planeación agregada tiene como objetivo especificar la combinación óptima entre índice de producción, nivel de la mano de obra e inventario y reducir al mínimo los costos de los recursos empleados para cubrir la demanda (Chase & Jacobs, 2014)

La planeación agregada (también llamada programación agregada) busca determinar la cantidad y los tiempos de producción necesarios para el futuro intermedio, a menudo con un adelanto de 3 a 18 meses. Los administradores de operaciones tratan de determinar la mejor forma de satisfacer la demanda pronosticada ajustando los índices de producción, los niveles de mano de obra, los niveles de inventario, el trabajo en tiempo extra, las tasas de subcontratación, y otras variables controlables. Sin embargo, existen otros aspectos estratégicos más importantes que el costo bajo. Estas estrategias pueden ser suavizar los niveles de empleo, reducir los niveles de inventario, o satisfacer un nivel de servicio alto. (Render, Heizer, & Barry, 2009).

La planeación agregada necesita cuatro elementos:

- Una unidad general lógica para medir las ventas y la producción
- Un pronóstico de demanda para planear un periodo intermedio razonable en estos términos agregados
- Un método para determinar los costos.
- Un modelo que combine los pronósticos y costos con la finalidad de tomar las decisiones de programación apropiadas para el horizonte de planeación

Para implementar un plan agregado de la mejor manera se debe seguir las indicaciones que se muestran en la figura 3.

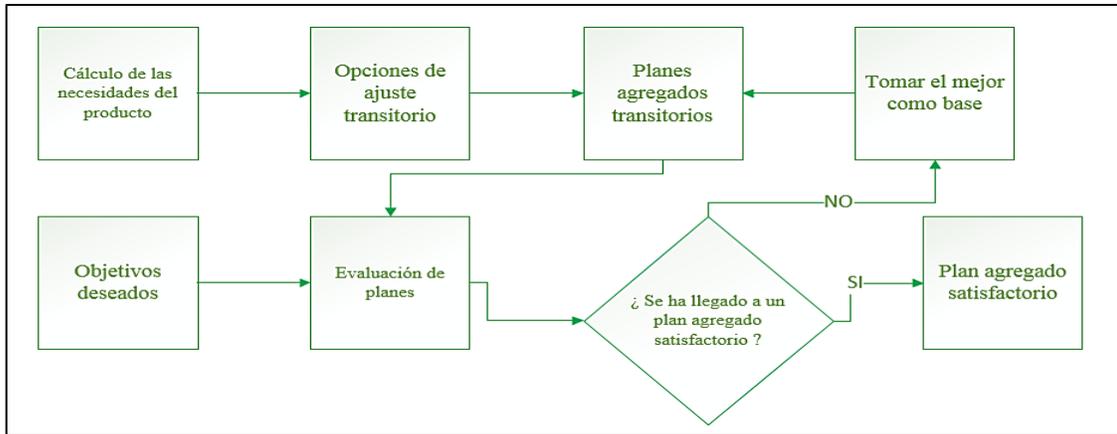


Figura 3 Fases en la determinación del plan agregado (Fuente: Domínguez Machuca)

Elaborado por: Juan Muñoz

2.4.1. Estrategias de la planeación agregada

2.4.1.1. Estrategias Puras

Cambiar los niveles de inventario: Los administradores pueden incrementar el inventario durante periodos de demanda baja para satisfacer la demanda alta en periodos futuros. Al seleccionar esta estrategia, aumentarán los costos asociados con faltantes, seguros, manejo, obsolescencia, robos e inversión de capital. (En general, estos costos se encuentran en un rango de entre un 15% y un 40% del valor anual de un artículo). Por otro lado, cuando la empresa entra en un periodo de mayor demanda, los faltantes quizá provoquen pérdida de ventas, debido a tiempos de entrega potencialmente más largos, y que se ofrezca un servicio más deficiente al cliente.

Variar el tamaño de la fuerza de trabajo mediante contrataciones y despidos: Una forma de satisfacer la demanda es contratar o despedir trabajadores de producción para ajustar las tasas de producción. Sin embargo, los empleados nuevos deben capacitarse y la productividad promedio baja temporalmente mientras se integran a la empresa. Desde luego, nuevas contrataciones o despidos desaniman a todos los trabajadores y pueden conducir a una menor productividad.

Variar las tasas de producción mediante tiempo extra o tiempo ocioso. A veces es posible mantener una fuerza de trabajo constante mientras se varían las horas de trabajo, reduciendo el número de horas trabajadas cuando la demanda baja y aumentándolas cuando sube. Aun así, cuando la demanda sube demasiado, existe un límite en el número realista de horas extra. El pago

de horas extra significa más dinero y el exceso de tiempo extra quizá agote a los trabajadores al grado de disminuir la productividad global. Asimismo, el tiempo extra implica mayores gastos generales para mantener abiertas las instalaciones. Por otra parte, cuando se presenta un periodo de menor demanda, la compañía de alguna manera debe absorber el tiempo ocioso de los trabajadores lo que suele ser un proceso difícil.

Subcontratar: Una empresa puede adquirir capacidad temporal subcontratando el trabajo en los periodos de demanda pico. Sin embargo, la subcontratación tiene varias desventajas. Primero, tal vez sea costosa; segundo, se corre el riesgo de abrir la puerta de su cliente a un competidor; tercero, a menudo es difícil encontrar al subcontratista perfecto, uno que siempre entregue puntualmente un producto de calidad. (Render, Heizer, & Barry, 2009)

2.4.1.2. Estrategias Mixtas

Son la combinación de las estrategias anteriores cuyo fin es reducir el costo total para cubrir la demanda

2.4.2. Costos asociados a la planificación de la producción

Existen cuatro costos relevantes para el plan de producción los cuales se detallan a continuación (Chase & Jacobs, 2014)

Costos de producción básicos, son los costos fijos y variables en los que se incurre al producir un tipo de producto determinado en un periodo definido. Entre ellos se incluyen los costos de la fuerza de trabajos directos e indirectos, así como la compensación regular y de tiempo extra.

Costos asociados con cambios en el índice de producción, los costos típicos en esta categoría son aquellos que comprenden la contratación, la capacitación y el despido del personal. Contratar ayuda temporal es una forma de evitar estos costos.

Costos de mantenimiento de inventario, un componente importante es el costo de capital relacionado con el inventario. Otros componentes son el almacenamiento, los seguros, los impuestos, el desperdicio y la obsolescencia.

Costos por faltantes, por lo regular, son muy difíciles de medir e incluyen costos de expedición, pérdida de la buena voluntad de los clientes y pérdidas de los ingresos por las ventas.

Relacionado con este último otros autores como (Krajewski et al., 2013) lo trata como costo de ventas perdidas y (Schroeder et al., 2011) menciona a este como la pérdida de utilidades resultantes.

2.4.3. Estrategias de planeación agregada: ventajas y desventajas

Según (Render, Heizer, & Barry, 2009) menciona que las estrategias de planeación agregada conlleva varias ventajas y desventajas como se lo muestra en la tabla 5.

Tabla 5

Alternativas de planeación agregada: ventajas y desventajas

Estrategias	Ventajas	Desventajas	Comentarios
Cambiar los niveles de inventario	Los cambios en recursos humanos son graduales o nulos, no hay cambios abruptos en la producción.	Los costos de mantener inventarios se pueden incrementar. Los faltantes pueden ocasionar pérdidas de ventas.	Se aplica principalmente a operaciones de producción, no a las de servicios
Variar el tamaño de la fuerza de trabajo mediante contratación o despidos	Evita los costos de otras alternativas	Los costos por contrataciones, despidos y capacitación pueden ser significativos	Se usa donde el tamaño de la fuerza de trabajo es grande
Variar las tasas de producción mediante tiempo extra u ocioso	Se ajusta a fluctuaciones estacionales sin generar costos de contratación y capacitación.	Primas de tiempo extra, trabajadores cansados, quizá no se satisfaga la demanda.	Permite flexibilidad dentro del plan agregado
Subcontratación	Permite que la producción de la empresa sea flexible y suavizada.	Pérdida del control de la calidad, utilidades reducidas; pérdida de negocios futuros.	Se aplica principalmente en entornos de producción.

Fuente: (Render, Heizer, & Barry)

Elaborado por: Juan Muñoz

De acuerdo con (Domínguez Machuca, 1995) menciona que los múltiples modelos que han sido elaborados para llevar a cabo la planificación agregada, los más sobresalientes son los que se muestran en la tabla 6.

Tabla 6

Resumen de Cuatro Métodos Importantes de Planeación Agregada

Técnica	Métodos de solución	Aspectos Importantes
Métodos gráficos	Prueba y Error	Fáciles de entender y usar. Muchas soluciones; la solución elegida quizá no sea la óptima
Método de transporte de programación lineal	Optimización	Software de programación lineal disponible; permite el análisis de sensibilidad y restricciones nuevas, las funciones lineales pueden no ser realistas
Modelo de coeficientes administrativos	Heurístico	Sencillo y fácil de aplicar; trata de imitar el procesos de toma de decisiones del administrador; usa regresión
Simulación	Parámetros de cambio	Complejo; el modelo puede ser difícil de crear y entender por los administradores

Fuente: Fuente Heizer & Render

Elaborado por: Juan Muñoz

2.5. Plan maestro de producción

La actividad de planificación que permite obtener este tipo de planes suele denominarse programa maestro. En realidad se trata de un proceso que inicia (generalmente) a partir de un pronóstico bastante detallado de los productos, para luego utilizar un conjunto específico de “reglas”, cuyo propósito es permitir que los pedidos reales de los clientes “consuman” dicho pronóstico. Este mecanismo posibilita la traducción de los pedidos reales y proyectados de los clientes en órdenes de producción específicas (que pueden reflejar o no el patrón de compra de los clientes, dependiendo del entorno). (Chapman, 2006)

Elaborado el Plan Agregado, la siguiente fase en el proceso de planificación y control de la producción lleva a la determinación del Plan Maestro, en el cual se detalla cuántos elementos finales se producirán dentro de periodos específicos; es decir, desagrega el plan agregado de producción en productos específicos. Hay que tener en cuenta los siguientes aspectos en la elaboración del plan maestro de producción. (Domínguez Machuca, 1995)

- Las sumas de las cantidades incluidas en el MPS deben ser iguales a las del plan agregado.
- Las cantidades de producción deben asignarse en forma eficiente en el transcurso del tiempo. El planificador debe seleccionar los tamaños de lote para cada tipo de producto, considerando diversos factores económicos, como los costos de preparación para la producción y los costos por mantenimiento de inventario.
- Las limitaciones de capacidad, como, la capacidad de máquinas o mano de obra, el espacio de almacenamiento o el capital de trabajo, pueden determinar las fechas y las cantidades del MPS.

Para elaborar un plan maestro de producción se debe seguir el proceso que se muestra en la figura 4

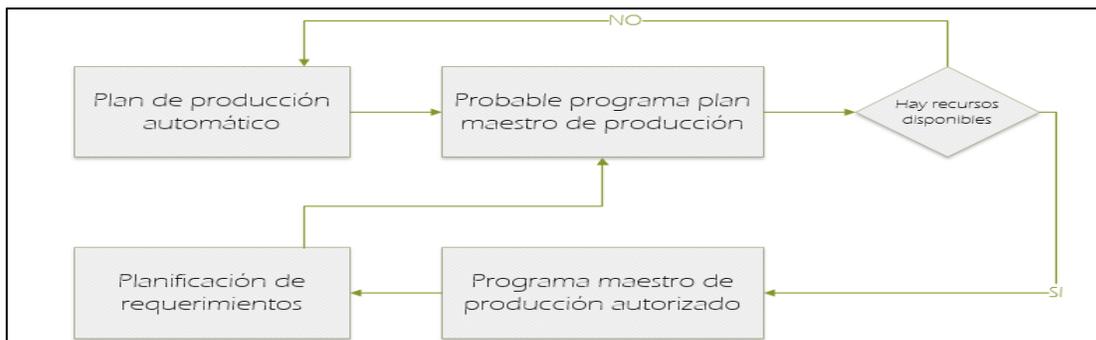


Figura 4 Proceso de elaboración de un Plan Maestro de Producción (Fuente: (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008))

Elaborado por: Juan Muñoz

El área de operaciones deberá crear primero un MPS provisional, que servirá para probar si se puede cumplir el programa con los recursos previstos en el plan agregado (capacidad de máquinas, mano de obra, tiempo extra y subcontratistas). A continuación, operaciones revisa el MPS hasta

que logra formular un programa que satisfaga todas las limitaciones de recursos, o hasta que se convenza de que no es posible desarrollar un programa factible. En este último caso, habrá que revisar el plan de producción para ajustar los requisitos de producción o aumentar los recursos autorizados, una vez revisado esto, se acepta un probable MPS factible. (Krajewski, Larry, & Malhotra, 2008)

Según (Krajewski, Larry, & Malhotra, 2008) afirma que para el desarrollo del Plan Maestro de Producción se debe:

1. Calcular el inventario disponible proyectado: consiste en una estimación de la cantidad de inventario disponible cada semana, una vez que se ha satisfecho la demanda. Para los requerimientos proyectados para una semana, se utilizará el factor que sea mayor: ya sea el pronóstico o los pedidos registrados de los clientes.

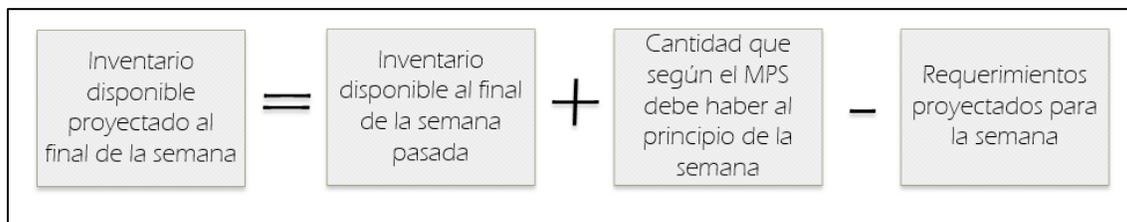


Figura 5 Cálculo del inventario proyectado (Fuente: (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008)

Elaborado por: Juan Muñoz

2. Determinar las fechas y las magnitudes de las cantidades en el MPS: el propósito es mantener un saldo no negativo del inventario disponible proyectado. Cuando se detecten faltantes en el inventario, será necesario programar cantidades adecuadas en el MPS para compensarlos.

Entre las técnicas para programar cantidades adecuadas al MPS tenemos:

- Pedidos lote a lote, consiste en el pedido exacto de la cantidad a producir para una determinada fecha de entrega.
- POQ, consiste en el pedido de las necesidades acumuladas de un cierto intervalo de periodos.
- Mínimo costo unitario, considera la suma del costo de emisión de pedido y el costo de posesión de inventario por unidad.

- Mínimo coste total, considera las emisiones totales de pedido y posesión de inventario.

3. Determinar las cantidades disponibles para promesa: el MPS provee a marketing de información útil para negociar las fechas de entrega con los clientes. La cantidad de elementos finales que marketing puede prometer entregar en fechas específicas se conoce como inventario disponible para promesa (ATP). Se trata de la diferencia entre los pedidos de los clientes ya registrados y la cantidad total que operaciones está planeando producir.

El programa maestro de producción se basa tanto en los pronósticos como en los pedidos que realmente se reciben, puede diferir del plan agregado cuando se suman los diferentes periodos en un mes. Se tendría que revisar hacia arriba el plan agregado, autorizando recursos adicionales para igualar la oferta con la demanda, o reducir las cantidades en el MPS para el mes a fin de ajustarlas al plan agregado. (Krajewski, Larry, & Malhotra, 2008)

2.5.1. Programación de operaciones

La programación de operaciones tiene como objetivo asignar la capacidad o los recursos disponibles (equipo, mano de obra y espacio) a los trabajos, actividades, tareas o clientes a lo largo del tiempo.

Debido a que la programación de operaciones es una decisión de asignación, utiliza los recursos que aportan las decisiones de la planeación agregada; por lo tanto, la programación de operaciones es la última decisión y la más restringida en la jerarquía de las decisiones de planeación de la producción. La programación de operaciones da como resultado un plan basado en fases de tiempo, o programa de actividades. Éste indica lo que habrá de hacerse, cuándo, por quién y con qué equipamiento. La planeación de operaciones debe diferenciarse claramente de la planeación agregada, pues esta última trata de determinar los recursos necesarios mientras que la programación de operaciones asigna los recursos que se consiguieron a través de la planeación agregada de la mejor manera posible para satisfacer los objetivos de operaciones. (Rungtusanatham, Schroeder, & Goldstein, 2005, pág. 309)

Para programar y controlar una operación deben ejecutarse las funciones siguientes. (Chase & Jacobs, 2014, pág. 309)

- Asignar pedidos, equipo y personal a centros de trabajo y otras ubicaciones especificadas. Básicamente, se trata de planeación de capacidad de corto plazo.
- Determinar la secuencia de realización de los pedidos (es decir, establecer las prioridades laborales).
- Iniciar el desempeño del trabajo programado. Es lo que normalmente se llama despachar los pedidos.
- Control del taller (o control de actividades de producción) que involucra :
Revisión del estatus y control del progreso de los pedidos conforme se trabajan.
Expedición de pedidos retrasados y muy importantes.

La programación requiere recopilar datos de diversas fuentes, como pronósticos de demanda o pedidos de clientes específicos, disponibilidad de los recursos con base en el plan de ventas y operaciones y las restricciones concretas de empleados y clientes que deben tomarse en cuenta. (Render, Heizer, & Barry, 2009, pág. 340)

2.6. Diseño del sistema de pronósticos

Según (Armstrong & Green, 2005) una estimación de la demanda futura es muy importante a la hora de conocer de manera clara la posible demanda que tendrá un determinado número y tipo producto para de esta manera tomar decisiones acertadas en el control de los inventarios. En consecuencia, es necesario tener una metodología o sistema de pronósticos claramente definido el cual debe estar relacionado con todas las áreas de la organización, ya que un dato erróneo puede repercutir considerablemente en la organización.

De acuerdo con (Chase & Jacobs, 2014) el pronóstico se puede clasificar en cuatro tipos básicos, los cuales son, cualitativo, análisis de series de tiempo, relaciones casuales y simulación. El análisis de serie de tiempo, que es el que utilizaremos en el presente trabajo de investigación, se enfoca en la idea de que es posible utilizar información o datos relacionados con la demanda anterior para predecir la demanda futura.

2.6.1. Técnicas cualitativas

Estas técnicas cualitativas también llamadas métodos de juicio por en el que nos indica que los datos históricos de ventas pueden existir pero no pueden ser de mucha utilidad en ciertos casos donde se exhibe comportamientos u acontecimientos especiales en los datos pasados o cuando se espera que estos acontecimientos sucedan en un futuro. La descripción de cada método se puede evidenciar en el anexo 1.

2.6.1.1. Lineamientos para usar Pronósticos mediante técnicas cualitativas

La necesidad de usar pronósticos de juicio es muy clara cuando no existen datos cuantitativos que permitan aplicar enfoques de pronóstico también cuantitativos. Sin embargo, los métodos de juicio pueden utilizarse en combinación con enfoques cuantitativos a fin de mejorar la calidad del pronóstico. (Krajewski, Larry, & Malhotra, 2008)

Entre los lineamientos aplicables al uso del juicio para ajustar los pronósticos cuantitativos, figuran los siguientes:

- Ajustar los pronósticos cuantitativos cuando estos tienden a ser imprecisos y la persona que toma las decisiones posee un alto nivel de conocimiento y experiencia.
- Realizar ajustes a los pronósticos cuantitativos para compensar sucesos específicos

2.6.2. Técnicas cuantitativas

En concordancia con (Krajewski, Larry, & Malhotra, 2008) una técnica estadística para hacer proyecciones sobre el futuro que utiliza datos numéricos y experiencia previa para predecir eventos futuros. Los dos tipos principales de predicción cuantitativa utilizados por los analistas de negocios son el método explicativo que intenta correlacionar dos o más variables y el método de series de tiempo que utiliza las tendencias del pasado para hacer pronósticos.

2.6.3. Suavización exponencial

El método de suavizamiento exponenciales un método de promedio móvil ponderado muy refinado que permite calcular el promedio de una serie de tiempo, asignando a las demandas recientes mayor ponderación que a las demandas anteriores. Es el método de pronóstico formal que se usa más a menudo por su sencillez y por la reducida cantidad de datos que requiere. A

diferencia del método de promedio móvil ponderado, que requiere n periodos de demanda pasada y n ponderaciones, el método de suavizamiento exponencial necesita solamente tres datos: el pronóstico del último periodo, la demanda de ese periodo y un parámetro de suavizamiento, alfa (α), cuyo valor fluctúa entre 0 y 1.0. (Krajewski, Larry, & Malhotra, 2008)

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

Donde:

F_t = El pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t

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

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

α = El índice de respuesta deseado, o la constante de suavización.

2.6.3.1. Suavización exponencial ajustada a la tendencia

Según indica (Chase & Jacobs, 2014) que una tendencia hacia arriba o hacia debajo de los datos recabados durante una secuencia de periodos, hace que el pronóstico exponencial siempre quede por debajo o atrás de la ocurrencia real, esto se puede corregir agregando un ajuste a las tendencias, para esto además de la constante de suavización α es necesario la ubicación de una constante de suavización delta (δ), La delta reduce el impacto del error que ocurre entre la realidad y el pronóstico. Este valor de la tendencia inicial puede ser deducido mediante una adivinanza informada o un cálculo basado en los datos pasados observados. La ecuación para calcular el pronóstico incluido la tendencia (FIT, forecast including trend) es:

Ecuación 2. 1. Pronostico incluido la tendencia

$$FIT_t = F_t + T_t$$

Ecuación 2. 2. Pronostico suavizado exponencialmente

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

Ecuación 2. 3. Suavización exponencial ajustada a la tendencia

$$T_t = T_{t-1} + \delta(F_t - FIT_{t-1})$$

Donde:

F_t = El pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t

T_t = La tendencia suavizada exponencialmente para el periodo t

FIT_t = El pronóstico incluido la tendencia para el periodo t

FIT_{t-1} = El pronóstico incluido la tendencia hecha para el periodo anterior

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

α = Constante de suavización

δ = Constante de suavización.

2.6.4. Selección del método para elaborar pronósticos

Según (Krajewski, Larry, & Malhotra, 2008) los principales directivos de las empresas deben tomar en cuenta algunos factores a la hora de seleccionar un método para la elaboración de pronósticos con serie de tiempo. Una consideración importante a tener en cuenta es el desempeño del pronóstico, el cual determina los errores del pronóstico.

2.6.4.1. Indicadores de precisión en los pronósticos

Según (Hanke & Wichern, 2006) los indicadores más utilizados para evaluar la precisión de las técnicas de pronóstico son las siguientes:

El error porcentual media absoluto MAPE, usado para medir la bondad de ajuste dentro de la muestra y desempeño del pronóstico fuera de la muestra.

La desviación media absoluta, MAD, mide la exactitud del pronóstico, promediando las magnitudes de los errores del pronóstico, los valores absolutos de los errores.

El Criterio Bayesiano de Información BIC este conduce a un mejor desempeño del pronóstico fuera de la muestra:

El error cuadrático medio RMSE raíz cuadrada de la media de errores al cuadrado, es calculada como el promedio de los errores al cuadrado.

2.6.4.2. Error porcentual medio absoluto (MAPE)

Según (Krajewski, Larry, & Malhotra, 2008) este tipo de error relaciona el error del pronóstico con el nivel de la demanda real registrada en ese periodo de tiempo, resulta de gran utilidad al momento de determinar el desempeño del pronóstico en su perspectiva correcta, se lo calcula con la siguiente ecuación (el resultado se expresa como porcentaje):

$$MAPE = \frac{[\sum |E_t| / D_t] 100}{n}$$

Donde:

E_t = Error del pronóstico para el periodo t

D_t = Demanda real para el periodo t

n = Número de periodos pronosticados

2.6.4.3. Desviación media absoluta (MAD)

Según (Krajewski, Larry, & Malhotra, 2008) la desviación media absoluta (MAD) representa la media de los errores del pronóstico en una serie de periodos de tiempo, se la calcula mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:

E_t = Error del pronóstico para el periodo t

MAD = Desviación media absoluta

n = Número de periodos pronosticados. (Pág. 541)

2.6.4.4. Error cuadrático medio (MSE)

Según (Krajewski, Larry, & Malhotra, 2008) el error cuadrático medio (MSE) por sus siglas en inglés (Mean Squared Error), mide la dispersión de los errores del pronóstico, y se la calcula de la siguiente manera:

$$MSE = \frac{\sum |E_t|^2}{n}$$

Donde:

E_t = Error del pronóstico para el periodo t

MSE = Error cuadrático medio

n = Número de periodos pronosticados

2.6.4.5. Desviación estándar

Para (Krajewski, Larry, & Malhotra, 2008) la desviación estándar σ , mide la dispersión de los errores del pronóstico, se la calcula mediante la ecuación:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (E_t - \bar{E})^2}{n - 1}}$$
$$\bar{E} = \frac{\sum E_t}{n}$$

Donde:

E_t = Error del pronóstico para el periodo t

\bar{E} = Error del pronóstico promedio

Σ = Desviación estándar

n = Número de periodos pronosticados

2.6.4.6. El Criterio Bayesiano de Información (BIC)

Según (Schwarz, 2006) afirma que el BIC es una herramienta de selección de modelos. Si se estima un modelo en un conjunto de datos determinado (conjunto de entrenamiento), el puntaje BIC da una estimación del rendimiento del modelo en un conjunto de datos nuevo y fresco (conjunto de pruebas). BIC se da por la fórmula:

$$BIC = -2 \ln \hat{L} + k \ln(n)$$

Donde:

\hat{L} = El máximo valor de la función de verosimilitud del modelo

k = El número de parámetros libres a ser estimados.

n = El número de datos u observaciones, o equivalentemente, el tamaño de la muestra

Para usar BIC para la selección de modelos, simplemente elegimos el modelo que da el BIC más pequeño sobre el conjunto de candidatos. BIC intenta mitigar el riesgo de ajuste excesivo introduciendo el término de penalización $d * \log(N)$, que crece con el número de parámetros. Esto permite filtrar modelos innecesariamente complicados, que tienen demasiados parámetros para ser estimados con precisión en un conjunto de datos dado de tamaño N .

2.6.4.7. Criterios de selección de métodos con series de tiempo

Según (Krajewski, Larry, & Malhotra, 2008) las mediciones de los errores proveen información importante para seleccionar el método adecuado de proyección de la demanda ya sea de un producto o de un servicio, además de ayudar a seleccionar los valores más adecuados de los diversos parámetros que requiere el método, como son, n para el método de promedio móvil, las ponderaciones para el método de promedio móvil ponderado y α para el método de suavización exponencial.

Entre los criterios que se aplican para la selección y elaboración del método de pronósticos y sus parámetros respectivos, tenemos:

1. Minimizar los valores de MAD Y MSE, es decir que si son valores pequeños implica que el pronóstico habitualmente se acerca a la demanda real
2. Minimizar el error de pronóstico del último periodo, para esto se calcula un grupo de proyecciones haciendo uso de diferentes modelos o técnicas, y de los resultados obtenidos se selecciona el mejor pronóstico.

2.7. Procedimiento de diagnóstico para los sistemas de gestión de la producción.

La planificación y control de la producción tienen una gran importancia para lograr un alto desempeño productivo, ya que es fundamental para obtener una ventaja competitiva, como son la satisfacción del cliente, respuestas rápidas a los cambios que se producen en el entorno, reducción de los niveles de inventarios, entre otros. Partiendo de lo mencionado anteriormente, se establece realizar un diagnóstico al sistema productivo de la microempresa, usando como herramienta los pasos que se muestran en la figura 6.

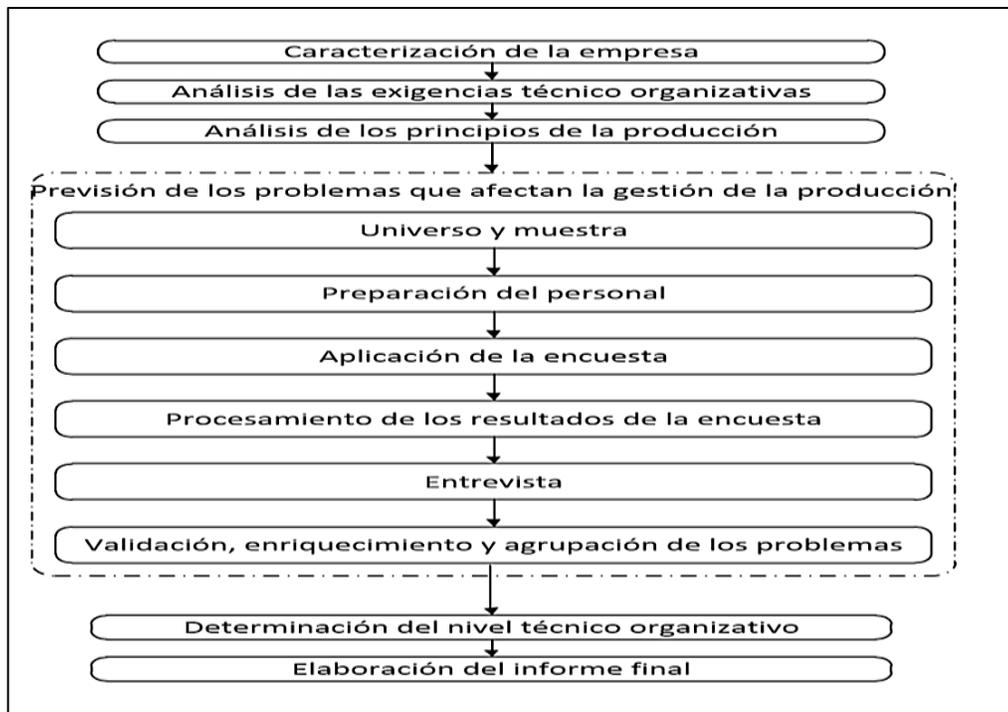


Figura 6 Proceso del Diagnóstico del Sistema de Gestión de la Producción (**Fuente:** (Acevedo Suarez & Rodríguez, 1990)

Elaborado por: Juan Muñoz

2.7.1. Caracterización de la empresa.

Esta fase se inicia realizando una caracterización del objeto de estudio para conocer el funcionamiento y posteriormente como la organización interna responde a su misión. Luego, la trayectoria principal que debe tomar dicha caracterización, está en función de analizar los elementos más importantes que deben ser estudiados, los cuales son los siguientes:

2.7.2. Factores Externos

- Principales clientes. Características y exigencias.
- Principales proveedores. Características y poder de negociación

2.7.3. Factores Internos

- Ubicación de la empresa.
- Tipo de productos.

- Proceso tecnológico.
- Materia prima.
- Estructura organizativa de dirección.
- Descripción de puestos de trabajo.
- Maquinaria, equipo y utensilios.

Con el objeto de enriquecer la valoración sobre el sistema productivo, es importante conocer cuál es la clasificación del sistema productivo como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7

Clasificación del Sistema de Producción

Elemento a analizar		Variante de clasificación						
Relación consumo	producción-	Entrega directa						
		Con cobertura en el ciclo de entrega			Sin cobertura en el ciclo de entrega			
Forma en que se ejecuta el proceso productivo	Por ritmo	Por programas	Frecuencia fija	cantidad fija	Irregular			
Elemento a optimizar	Ciclo de producción	de	Fuerza de trabajo	de	Medios de trabajo	de	Objeto de trabajo	de

Fuente: (Acevedo Suarez & Rodríguez, 1990).

Elaborado por: Juan Muñoz

CAPÍTULO III

3. Diagnóstico del sistema de producción en la Empresa Textil Olimphico Sports

Previo al proceso de mejoramiento de cualquier tipo de empresa, es de vital importancia realizar una evaluación del sistema actual como un todo, de tal forma el impacto que tendrá la propuesta serán significativos. Para el diagnóstico del sistema de producción se seguirá el procedimiento de la figura 6, de la que solo se llevaran a cabo las cuatro primeras fases. Para el procesamiento matemático y estadístico de la información se emplean el Microsoft Excel, versión 2010 y el SPSS, versión 21.0.

3.1. Caracterización de la empresa Olimphico Sports

A nivel Regional Olimphico Sport es una importante industria textil de la zona 2 del país, ubicada en la ciudad de Cayambe, que desde hace más de 25 años, se dedica a la manufactura, distribución, venta de ropa deportiva e implementos deportivos, de diferentes tipos de tejidos, diseños, colores, según el requerimiento del cliente.

- **Misión**

Olimphico Sports es una empresa dedicada a la confección y comercialización de uniformes e implementos deportivos que apoya al cumplimiento de las necesidades de la sociedad en general proporcionando de insumos deportivos para las diferentes disciplinas deportivas satisfaciendo las necesidades y deseos de deportistas.

- **Visión**

En el año 2022 Olimphico Sports será la empresa líder en confección y comercialización de uniformes e implementos deportivos en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo por la calidad en la confección de sus uniformes manteniendo a nuestros clientes satisfechos con su decisión de compra.

Valores

- Respeto
- Liderazgo
- Honestidad
- Compromiso
- Integridad
- Calidad
- Compañerismo
- Innovación

Olimphico Sports empezó con un solo local de confección y otro de distribución los cuales se encuentran en la vivienda del propietario. Posteriormente Olimphico Sports posee tres locales de distribución ubicados en la ciudad de Cayambe, dos de los locales se encuentran en un centro comercial de la ciudad de Cayambe denominado C.C.V.A. “ Centro Comercial de Vendedores Autónomos” y el tercer local en la misma fábrica en la planta baja.

- En la planta de producción laboran 8 trabajadores
- En los dos locales de distribución cuenta con 2 trabajadores
- En el tercer local de distribución que se encuentra en la matriz cuenta con 1 trabajador
- La empresa ha establecido un horario de trabajo el cual corresponde de 8h00 a 13h00 y de 14h00 a 17h00 de lunes a viernes, mientras que los sábados y domingos con un horario de 8h00 a 19h00 y de 8h00 a 14h00 respectivamente solo en los locales ubicados en el centro comercial es decir de comercialización.

Sus principales clientes son:

- Colegio Natalia Jarrin
- Colegio Nelson Torres
- Unidad Educativa Salesiana.
- Público en general del Cantón Cayambe
- Público en general del Cantón Pedro Moncayo
- Cadena Ferretera “Ferrigonz”
- Microempresas Cantón Cayambe/ Pedro Moncayo

Olimphico Sports posee proveedores de materias primas tanto de Pichincha como de Imbabura debido a que por la variación de los precios debe buscar uno que se ajuste para cada tipo de producto.

Tabla 8

Principales proveedores de Olimphico Sports

PROVEEDOR	TIPO DE TELA	PRODUCTO
Textiles Padilla	Tela Quiana	Uniformes Deportivos
Shinatex	Muisne	Pantaloneta Suspensorio
Texprint	Etiquetas	Etiquetas
Ribel	Elasticos/Cordones	Confección En General
Enkador	Hilo Poliester	Confección En General
Servimac	Hilo Chino	Confección En General
Intela	Tela Pique	Tipo Polo
Intela	Tela Jersey	Tipo Algodón
Intela	Tela Rib	Camisetas Deportivas
Almacenes Puebla	Tela Gamusa	Bandas
Almacenes Puebla	Tela Satin	Bandas

Fuente: Empresa Olimphico Sports

Elaborado por: Juan Muñoz

Para la elaboración de los diversos productos que confecciona Olimphico Sports se desarrollan una serie de procesos como se puede observar en la figura 7

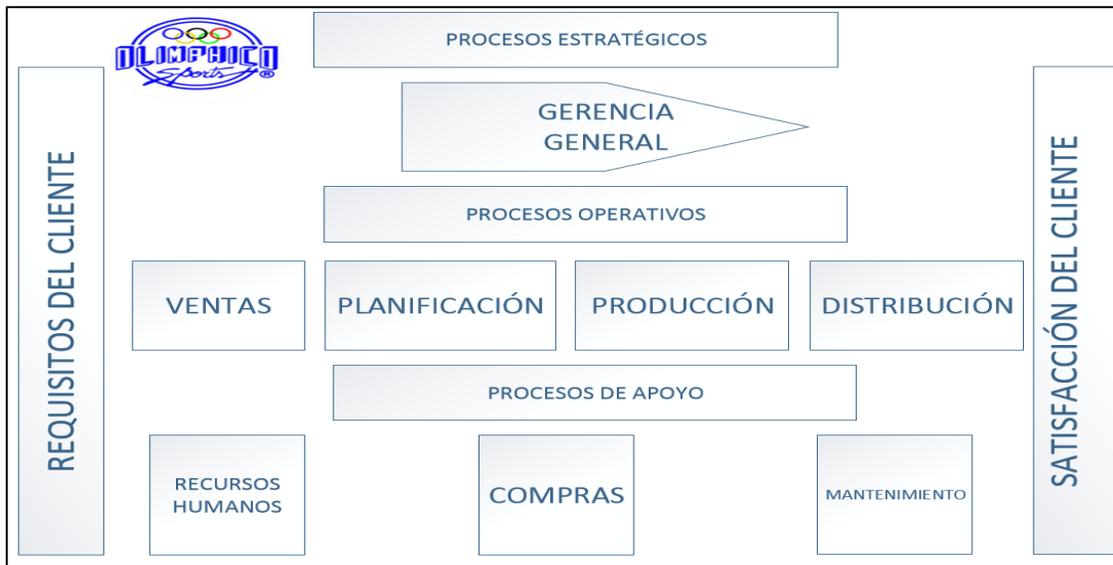


Figura 7 Mapa de procesos Empresa Olimphico Sports (**Fuente:** (Empresa Olimphico Sports)

Elaborado por: Juan Muñoz

Para cumplir con las actividades Olimphico Sports se encuentra estructurado jerárquicamente de la siguiente manera:

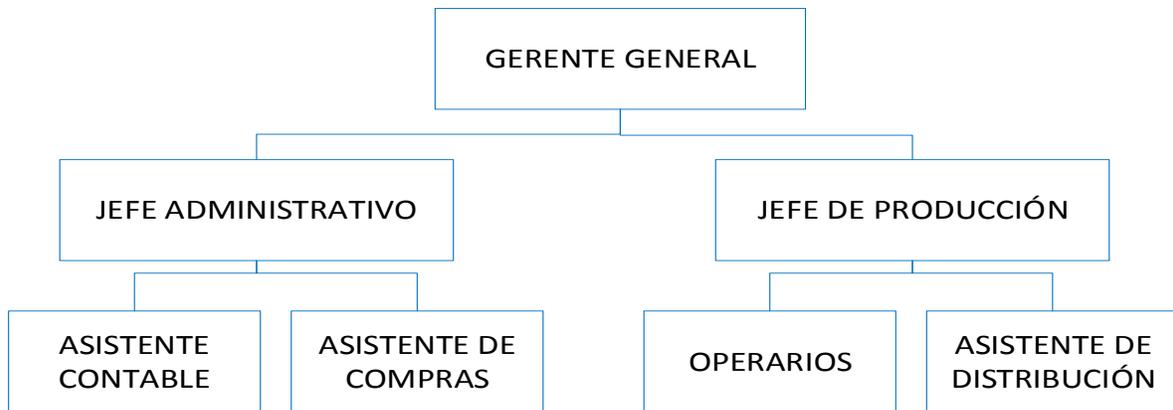


Figura 8 Organigrama Funcional Olimpico Sports (**Fuente:** (Empresa Olimpico Sports))

Elaborado por: Juan Muñoz

Actualmente Olimpico Sports cuenta con 9 trabajadores distribuidos como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9

Personal Olimpico Sports

Área	Número de trabajadores
Gerencia General	1
Administrativo	1
Contable	1
Producción	5
Comercial	2

Fuente: Empresa Olimpico Sports

Elaborado por: Juan Muñoz

Cada puesto de trabajo tiene actividades específicas para la ejecución del proceso productivo, las actividades se detallara en la tabla 10.

Tabla 10*Funciones del personal Olimphico Sports*

PUESTO DE TRABAJO	FUNCIONES
Gerente Propietario	Planificación de la producción, vigilancia de las diferentes áreas y locales que conforman Olimphico Sports
Jefe administrativo	Llevar de manera correcta todo lo referente al área contable, brindando los recursos financieros para la producción de los diversos productos que ofrece Olimphico Sports
Asistente contable	Declaraciones SRI, verificación de facturas por pagar, por cobrar.
Asistente de compras	Adquirir insumos que se requiere para los diversos procesos productivos, comerciales y de distribución.
Jefe de producción	Supervisión de los diversos procesos de confección.
Operario de diseño	Diseñar los modelos a estampar, sublimar según los requerimientos del cliente
Operario de corte	Provisionar su puesto de trabajo con los insumos necesarios para la ejecución de sus tareas, realizar los debidos cortes de tela para luego ser confeccionados
Operario de Sublimación	Solicitar los diseños en papel CAD para luego sublimar sobre la tela el mismo, verificar que no existe desperfectos en la sublimación caso contrario reprocesarlo.
Operarios confección	Confeccionar todas las prendas a entregar, cumpliendo siempre los estándares que posee Olimphico Sports
Operario de planchado y empacado	Verificar que las prendas cumplan con los requerimientos de los clientes, realizar un planchado a la prenda con el fin de quitar las arrugas y darle forma para posteriormente ser empacadas.
Operarios de distribución	Venta de los productos que se produce en Olimphico Sports

Fuente: Empresa Olimphico Sports**Elaborado por:** Juan Muñoz

Como se muestra en la tabla 11 Olimphico Sports cuenta con unos costos de producción eficientes debido a que posee proveedores de materia prima e insumos que le brinda descuentos de acuerdo a la cantidad que solicite, por lo que el precio del producto terminado es accesible a todo tipo de cliente.

Tabla 11

Costos de producción

PRODUCTO	COSTO DE PRODUCCIÓN
Uniformes sublimados	11,80
Camisetas tipo polo	4,60
Camiseta Sport	3,10
Camiseta sublimada	6,10
Pantalóneta económica	2,40
Bandas	5,20

Fuente: Empresa Olimphico Sports

Elaborado por: Juan Muñoz

Las diversas actividades que se originan en el proceso productivo de Olimphico Sports desde la recepción de materia prima hasta la distribución del producto final varían en cuanto en secuencia y tiempo según el producto a realizarse. A continuación se describe de una manera general el proceso.

3.2. Descripción del proceso productivo

Olimphico Sports posee un proceso productivo conformado por 7 como se lo puede evidenciar en el anexo 3, con las cuales confecciona sus diversos productos, los productos que ofrece Olimphico Sports varían en cuanto operaciones, tiempos, tipo de tela. Dichas operaciones se las realizan en la segunda planta de la matriz de Olimphico Sports.

Diseño (OP1): En esta operación es primordial mirar la hoja de pedido por parte del cliente, en esta se especifica los requerimientos que desea el mismo, en el caso de sublimado se realiza el diseño para posteriormente ser impreso y así enviar los diseños al área de corte, luego se emitirá la orden de producción en la que se detallara el tipo de tela y demás insumos con su respectiva cantidad a utilizarse para el cumplir con el pedido.

Corte (OP2): En esta operación se recibe la tela por metros según la orden de producción para luego ser transformada en piezas según los parámetros enviados por el área de diseño. El corte se lo realiza en moldes de cartón. También se reciben los demás insumos que intervienen para la confección del tipo del tipo de producto, como broches, cuellos, hilos, mangas, suspensorios, elásticos, etc. En. En el caso de que las prendas a confeccionar sean sublimadas también se recibirá

los diseños en papel CAD los cuales serán cortados según la talla. En este proceso desechos de tela, suspensorios, hilos, los cuales son recolectados para su posterior venta.

Sublimado (OP3): La sublimación se la realiza según el pedido del cliente, una vez que se obtienen las piezas cortadas de tela según las tallas conjuntamente con los diseños cortados en papel CAD. Previamente se deberá configurar la plancha según los parámetros del fabricante. Una vez que ya se encuentre lista la plancha, se coloca la prenda de tela sobre la plancha y sobre ella el diseño a sublimar. Finalmente se obtiene la prenda sublimada la cual no sufre daños en la calidad de imagen al ser usada. En este proceso se genera como desechos el papel del diseño de sublimación por prenda.

Confección (OP4): En esta operación se recibe todas las pizas cortadas, sublimadas, hilos, elásticos, suspensorios, botones, cuellos, tirillas, cordones, puños.

Luego según el tipo de prenda se procede a la confección generalmente se inicia con la unión del frente con su respectivo posterior, las maquinas que intervienen son la overlock, recta, recubridora, tirilladora, según el tipo de prenda.

Control de calidad (OP5): Una vez que se obtienen las prendas confeccionadas se realiza un control de calidad, el cual consiste en mirar que las costuras sean correctas, que no existan hilos desprendidos, en el caso de que la prenda conlleve botones se mira que estén correctamente pegados, en el caso de pantalonetas que los suspensorios y los cordones estén correctamente adheridos a la pantaloneta. En el supuesto caso de que existan fallas en el diseño sublimado se procederá a realizar otra prenda debido a que no se puede corregir el mismo, de igual manera si existen fallas de costuras se deberá regresar la prenda al área de confección para que sean corregidas.

Planchado y almacenado (OP6): En esta operación se recibe las prendas que ya están listas, es decir que no tengan desperfectos en su diseño, el planchado consiste en quitar las arrugas que contiene la prenda. Finalmente las prendas que están listas se las empaca en fundas transparentes con sus respectivos códigos y tallas para luego ser transportadas a los locales de distribución.

Tabla 12

Equipos Olimphico Sports

MAQUINARIA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Plotter	Mediante esta máquina se puede obtener el diseño impreso en papel CAD.	1
Sublimadora	Su función es impregnar la imagen que se encuentre en el papel CAD en la prenda por medio de calor, los parámetros como tiempo y calor varían según el tipo de tela a sublimar.	1
Máquina Overlock	Su función es primordial al inicio de la confección, debido a que une las piezas cortadas mediante puntadas.	3
Maquina Recta	Esta máquina se utiliza para realizar puntadas rectas o en patrones. Su función es sujetar y mover la tela bajo la aguja de coser para formar el patrón de la puntada.	2
Máquina Recubridora	Su principal función es realizar respuntes por lo general en los cuellos de las camisetas.	2
Maquina Tirilladora	Su función es cubrir las costuras en la parte superior de la prenda	1
Plancha termo estampadora	Su función es estampar los diversos diseños que la prenda lo requiere, previamente se la debe calentar y configurar el tiempo de estampado según la prenda.	2
Plancha de vapor	Su principal función es alisar las prendas de vestir quitando así las arrugas.	1

Fuente: Empresa Olimphico Sport

Elaborado por: Juan Muñoz

3.3. Clasificación del sistema de producción.

El sistema de producción de Olimphico Sports se clasifica según la figura 9.

Elemento a analizar	Variante de clasificación				
Relación producción-consumo	Entrega directa				Contra existencias
	Con cobertura en el ciclo de entrega		Sin cobertura en el ciclo de entrega		
Forma en que se ejecuta el proceso productivo	Por ritmo	Por programas			Por pedidos
		Frecuencia fija	Cantidad fija	Irregular	
Elemento a optimizar	Ciclo de producción	Fuerza de trabajo	Medios de trabajo	Objeto de trabajo	Otros

Figura 9 Clasificación del Sistema de Producción de Olimphico Sports (**Fuente:** (Empresa Olimphico Sports))

Elaborado por: Juan Muñoz

El sistema se clasifica como de entrega directa al cliente, sin cobertura en el ciclo de entrega debido a que se realiza con el cliente una entrega aproximadamente igual al tiempo de producción. El sistema funciona contra pedidos de los clientes, es decir el cliente emite su orden de compra según los requerimientos que posea y luego se despacha los pedidos al área de producción. Los elementos a optimizar son el ciclo de producción lo cual se refiere al tiempo que existe para cumplir los pedidos dentro del tiempo establecido con el cliente y el objeto de trabajo como parte del ahorro de las materias primas y materiales que se emplean.

Para clasificar el sistema de producción de acuerdo al nivel de flexibilidad se emplea el Método del coeficiente de operaciones fijadas (Kof). Dichos datos se obtienen de la tabla 11, en la que se muestra una matriz de relación producto-operaciones en dicha matriz se ha utilizado el número 1 para indicar que el producto pasa por la operación O_n . El cálculo se lo puede evidenciar en la tabla 13.

Tabla 13

Matriz relación producto – operaciones

PRODUCTO	O1	O2	O3	O4	O5	O6
Uniformes sublimados	1	1	1	1	1	1
Uniformes sencillos	1	1		1	1	1
Camisetas tipo polo	1	1		1	1	1
Camiseta Sport	1	1		1	1	1
Camiseta sublimada	1	1	1	1	1	1
Pantalóneta económica	1	1		1	1	1
Pantalónetas de baño		1		1	1	1
Bandas económicas	1	1		1	1	1
Pantalón llano		1		1	1	1
Licra deportiva	1	1		1	1	1
Bandas de gamusa	1	1		1	1	1
Delantales	1	1		1	1	1
Chompas	1	1		1	1	1
SUBTOTAL	11	13	2	13	13	13
TOTAL	65					

Fuente: Empresa Olimphico Sports

Elaborado por: Juan Muñoz

$$Kof = \frac{O}{P} =$$

Donde:

O: Piezas operaciones diferentes

P: Cantidad de operaciones.

$$Kof = \frac{65}{6} = 10,83$$

De acuerdo con (Schroeder, 1984) el resultado obtenido en cuanto al coeficiente de operaciones fijadas, el sistema se clasifica como mediana serie debido a que cuenta con poca variedad de operaciones en sus productos. Según (Krajewski, Larry, & Malhotra, 2008), también puede clasificarse como producción por lotes debido a que su línea de producción es similar en todos los tipos de productos con una variación mínima en algunas operaciones. Para afianzar (Schroeder, 1984) considera a Olimphico Sports como producción por lotes puesto a que posee una variedad alta de productos, el tipo de mercado es personalizado y finalmente su volumen de producción es bajo.

Otras características de la producción por lotes según (Schroeder, 1984) es que la mano de obra debe ser especializada y en el proceso productivo que posee Olimphico Sports principalmente en el proceso de confección los obreros deben estar altamente capacitados puesto que operan varias maquinas. Finalmente cabe mencionar que el capital con que Olimphico Sports trabaja es de mediana inversión debido a que su maquinaria de confección no es moderna, pero si cumple con los objetivos de producción que es entregar a sus clientes productos de calidad y a tiempo.

3.3.1. Flexibilidad.

Olimphico Sports cuenta con una fuerza de trabajo altamente flexible debido a que todos los operarios están capacitados para poder ejecutar cualquier operación dentro del proceso productivo. Como se menciona anteriormente la empresa posee un sistema de producción en mediana serie La flexibilidad de los medios de trabajo será calculada según la cantidad de productos que puedan ser ejecutados con los equipos existentes. Para el cálculo de la flexibilidad se deberá basarse en la figura 10 en la que se muestra las operaciones que implican el uso de equipos.

Las operaciones que requieren equipos son : (O1, O2, O3, O4, O6)

$$Fmt = \left(1 - \frac{1}{6}\right) + \left(1 - \frac{1}{6}\right) + \left(1 - \frac{1}{2}\right) + \left(1 - \frac{1}{6}\right) + \left(1 - \frac{1}{5}\right)$$

$$Fmt = 0,76$$

El resultado obtenido es propicio del sistema mediana serie debido a que presenta alta flexibilidad de los medios de trabajo con un 76%.

3.4. Diagnóstico

3.4.1. Análisis FODA

Olimphico Sports en la actualidad posee grandes competidores en el Cantón Cayambe pese a ello sigue posicionado en el mercado por sus productos de calidad en cuanto a presdas, uniformes, camisetas, etc. En la figura 11 se puede apreciar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la empresa.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Empresa privada • Posicionamiento en el mercado por mas de 25 años. • Variabilidad de productos con su respectiva calidad. • Cuenta con mano de obra capacitada 	<ul style="list-style-type: none"> • Convenios con empresas de prestigio y colegios del cantón Cayambe • Crecimiento en el mercado local • Cuenta con dos puntos de distribución • Personalización de productos
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo aprovechamiento de la materia prima. • Planificación empírica basada en la experiencia del Gerente propietario. • Retrasos en la entrega de los pedidos. • Retrasos en la entrega de materia prima 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios tecnológicos. • Crecimiento de pequeñas empresas por la facilidad de créditos. • Precios elevados • Escenario socio económico con una alta inflación.

Figura 10 Análisis FODA **Fuente:** (Empresa Olimphico Sports)

Elaborado por: Juan Muñoz

Dentro de las debilidades descritas los retrasos en la entrega de los pedidos causa una insatisfacción en los clientes y el bajo aprovechamiento de la materia prima conllevan a que la empresa no puede crecer organizacionalmente, con el fin de minimizar estas debilidades se

presenta estrategias DO cuyo objetivo es aprovechar las oportunidades que posee para erradicar las debilidades, se lo puede evidenciar en la figura 12.

<p style="text-align: center;">ESTRATEGIAS DO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Convenios con empresas de prestigio y colegios del cantón Cayambe • Crecimiento en el mercado local • Personal capacitado. • Cuenta con dos puntos de distribución • Personalización de productos
<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p>	<p style="text-align: center;">ESTRATEGIAS</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo aprovechamiento de la materia prima e insumos. • Planificación empírica basada en la experiencia del Gerente propietario. • Retrasos en la entrega de los pedidos. • Retrasos en la entrega de materia prima 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la producción con el fin de utilizar eficazmente la materia prima e insumos. D1,01 • Implementación del sistema de planificación de la producción. D2,02

Figura 11 Estrategias (Fuente): Propia

3.5. Descripción de la gestión de producción actual

Olimphico Sports produce sus productos bajo pedido, pero al poseer locales de distribución debe abastecer a los mismos de los diversos productos por lo que se debe producir en base a datos históricos que poseen los operarios de distribución. Una vez que se obtienen los datos históricos se realiza un pronóstico, el cual está a cargo del Gerente Propietario, posteriormente el Gerente emite las órdenes de producción hacia el jefe de producción, luego verifica si existe la materia prima e insumos necesarios para lograr con la producción requerida, en caso de que no existan problemas se da inicio al proceso productivo, en el caso de que exista algún problema se informara al Gerente Propietario por lo que deberá dar una solución lo más pronto posible, gráficamente se lo puede evidenciar en el anexo 5.

CAPÍTULO IV

4. Elaboración del Plan Agregado y Plan Maestro de Producción en la Empresa Olimphico Sports

4.1. Introducción

Para dar inicio a la elaboración del plan agregado y plan maestro de producción se toma en cuenta los procedimientos de la figura 2 y 3 respectivamente. Para la elaboración de los planes se utiliza como herramienta a Excel, así como los pronósticos se los elabora utilizando el software Forecast Pro versión 4.0, conjuntamente con el SPSS versión 21.0.

4.2. Plan Agregado de producción

Previamente a la elaboración del plan agregado se realizó una clasificación ABC en la que se tomo en cuenta los productos que confecciona Olimphico Sports como insumo de este proceso se debe tomar en cuenta las ventas durante 3 años, cabe recalcar que algunos productos no contaban con este requisito por ende no se los tomo en cuenta.

- Clasificación A: El 66,67% de los artículos representan el 89,2% de las ventas totales con un total de 198.171 USD.
- Clasificación B: El 16,67% de los artículos representan el 8,6% de las ventas totales con un total de 19.201 USD.
- Clasificación C: El 16,67 de los artículos representan el 2,2% de las ventas con un total de 4822 USD.

De esta clasificación se determina los productos para el proceso de planificación de la producción es decir los de tipo A, los cuales se presentan en el anexo 6, estos productos son los que tienen una mayor incidencia económica en cuanto a los costos de producción.

Para elaborar la planeación agregada se tiene en cuenta la metodología que se muestra en la figura 3. En cuanto al cálculo de las necesidades del producto se toman como base los datos históricos de las ventas que posee Olimphico Sports.

4.2.1. Cálculo de las necesidades del producto

Recolección de datos

La recolección de datos consiste en registrar las ventas mensuales de cada tipo de producto por el lapso de tres años con el fin de obtener como datos históricos un total de 36 datos por producto debido a que la herramienta Forecast Pro así lo requiere. En el caso del producto que posee Olimphico Sports la información se la obtiene en unidades al mes. Las ventas que se producen son representativas en cuanto a la demanda dado que la facturación se ejecuta generalmente dentro del mes en el que se realiza el pedido.

Revisión de patrones de datos

En el anexo 8 se muestra la serie de tiempo de la familia uniformes en el que se observa que las ventas tienden a disminuir notablemente en los meses de Febrero, Junio, Octubre, debido a que por ser uniformes deportivos los campeonatos duran aproximadamente de 2 a 3 meses. En los meses de Abril, Agosto y Diciembre, se puede evidenciar que existen picos de ventas por ende se podría pensar que existe estacionalidad cuatrimestral.

Finalmente en el anexo 9 se evidencia la serie de tiempo de la familia camisetas la cual posee una tendencia positiva en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre por lo que se podría decir que posee una estacionalidad anual en los 3 últimos meses del año, por otro lado tiende a disminuir sus ventas notablemente a inicios del año esto se podría justificar debido a que en el fin de año las ventas son realmente altas.

Los resultados de los análisis de autocorrelación del total de ventas que se puede apreciar en el anexo 10 en el que se observa que para los 12 periodos calculados no existen coeficientes de autocorrelación significativos mediante el estadístico de Box-Ljung, Además, estos se comportan de forma aleatoria alrededor del valor cero para un nivel de significación del 5%, lo cual se demuestra mediante la prueba de hipótesis correspondiente.

Pronósticos de periodos futuros

Para pronosticar las ventas totales en Olimphico Sports de cada producto, se realiza una base de datos como se puede evidenciar en el anexo 13 la que contiene los datos históricos en cuanto a

las ventas desde el 2015 al 2017. Posteriormente la base de datos es importada al software Forecast Pro el cual nos brinda la mejor solución tomando en cuenta el mejor método de pronósticos que se ajuste a los datos pero dicha solución se la puede evidenciar en los anexos 14-15-16 para las ventas, uniformes y camisetas respectivamente en estos anexos se presenta errores muy altos en el MAD y el MAPE además de presentar problemas de autocorrelación de los errores de pronóstico en el estadístico de Ljung-Box, por lo que es necesario identificar datos atípicos para así crear eventos basándose en la realidad de la empresa, cabe mencionar que para la creación de los eventos se tuvo en cuenta +/- 2 desviaciones estándar y hasta 6 iteraciones. Los eventos creados se los puede mirar en la tabla 14

Tabla 14
Resúmen eventos en series de tiempo

DATOS ATÍPICOS	VALOR	CAUSA DE ORIGEN	EVENTO
Agosto 2016	953	Pedido extra por cliente nuevo	Pedido extra
Abril 2017	858	Pedido extra por cliente nuevo	Pedido extra
Septiembre 2017	1050	Remodelación de locales de distribución	Remodelación
Noviembre 2017	952	Remodelación de locales de distribución	Remodelación
Diciembre 2017	1235	Remodelación de locales de distribución	Remodelación

Fuente: Empresa Olimphico Sports

Posterior al ingreso de eventos en el software Forecast Pro, los resultados de pronósticos generados por la solución experta en cuanto al total de ventas hace referencia a la selección del método de pronóstico de suavización exponencial sin tendencia y con estacionalidad aditiva, mientras que para los uniformes sublimados la solución experta que nos brinda el software es sin tendencia, estacionalidad aditiva y nivel constante. Finalmente para las camisetas muestra una solución experta con un modelo de suavización exponencial, sin tendencia y estacionalidad aditiva, todas estas soluciones muestran una disminución de los valores del MAD y el MAPE debido a la creación de eventos.

4.2.2. Balance anual de carga y capacidad

Previo a la elaboración del Plan Agregado de Producción se debe realizar un balance de carga y capacidad, dicho balance es anual cuyo fin es verificar si la empresa podrá cumplir con total de pedidos pronosticados, el balance de carga esta compuesto por:

- Operaciones: El proceso productivo con que cuenta Olimphico Sports para el cumplimiento de sus productos esta compuesto por:

Tabla 15

Operaciones del proceso productivo

OPERACIÓN	NÚMERO DE TRABAJADORES	NÚMERO DE EQUIPOS
Diseño		2
Sublimado	1	1
Corte	1	2
Confección	2	5
Control de calidad		
Planchado y almacenado	1	1

Fuente: Empresa Olimphico Sports

Elaborado por: Juan Muñoz

- Nomenclatura de productos: los productos que se toman en cuenta en el balance de carga son aquellos que en la clasificación ABC representan el 89,2% es decir los productos A.
- Normas de gasto de tiempo: Olimphico Sports cuenta con tiempos ya establecidos en las distintas operaciones del proceso productivo y representante tipo en cada operación.

Tabla 16

Gastos de tiempos y análisis del representante tipo por familia

Producto	Operación						
	Diseño (h/u)	Corte (h/u)	Sublimado (h/u)	Confección (h/u)	Control de calidad (h/u)	Planchado y almacenado (h/u)	Tiempo de ciclo (h/u)
Uniformes Sublimado	0,45	0,15	0,12	0,60	0,04	0,10	1,46
Familia Uniformes	0,45	0,15	0,12	0,60	0,04	0,10	1,46
Camiseta Sport	0,05	0,08	0,00	0,18	0,02	0,03	0,36
Camiseta Sublimada	0,19	0,08	0,05	0,28	0,02	0,03	0,65

Camiseta tipo polo	0,06	0,08	0,00	0,20	0,02	0,03	0,39
Familia Camisetas	0,10	0,08	0,01	0,22	0,02	0,04	0,47
Representante tipo	0,28	0,12	0,06	0,41	0,03	0,07	0,93

Fuente: Empresa Olimphico Sports

Elaborado por: Juan Muñoz

- Regimen laboral: Es de 240 días laborables al año se labora 8 hora diarias de lunes a viernes y un solo turno de trabajo cabe recalcar que las operaciones control de calidad y planchado trabajan 5 y 4 horas respectivamente.
- Definición de nivel de organización: El proceso productivo es considerado medianaserie. También puede clasificarse como producción por lotes debido a que su línea de producción es similar en todos los tipos de productos con una variación mínima en algunas operaciones.
- Definición del punto fundamental: La operación que limita el proceso productivo en Olimphico Sports es la confección debido a que es la que mas valor agrega al producto y también por ser la que requiere mas equipos de trabajo.

La interaccion de todos estos puntos nos brinda el balance de carga y capacidad que se muestra en el anexo 17 cuyos resultados mas relevantes son:

La operación cuello de botella es la de confección para todo tipo de productos productos, coincidiendo con el punto fundamental y con la que limita la capacidad productiva.

Los porcentajes de utilización de cada una de las operaciones se acoplan al sistema de producción mediana serie.

El coeficiente de proporcionalidad es adecuado para un 80,37%, lo cual se podría mejorar mediante la operación de sublimado puesto que no es aprovechada al 100%.

Los resultados del balance de carga y capacidad muestran que es posible cumplir con el plan de producción para los meses a planificar es decir Agosto y Septiembre

4.2.3. Plan agregado de producción

Olimphico Sports en el caso de que no pueda cumplir con la producción sigue una estrategia de nivelación de la fuerza de trabajo con horas extras, de esta manera Olimphico Sports logra cumplir con los pedidos. Se realizaran dos planes agregados, uno para cada familia de producción como se muestra en el anexo 18 y para la familia camisetas se lo puede verificar en el anexo 19.

Plan agregado familia Uniformes

Inventario inicial: El inventario inicial es de 0 unidades

Días hábiles por mes: Se refiere a los días de trabajo establecidos por la empresa en este caso de de lunes a viernes, 5 días a la semana por todos los meses del año.

Horas de producción disponible: Se obtiene multiplicando los días laborables al mes por 8 horas diarias de trabajo que son destinadas para los productos A, por el número de trabajadores disponibles.

Producción de turno regular: Esta producción se obtiene dividiendo las horas de producción disponibles entre las horas por unidad requeridas por producto. Es decir el valor calculado anteriormente el cual hace referencia al representante tipo familia con tiempo por unidad de 1,46 h/u, mientras que para la familia camisetas se toma un representante tipo familia de 0,67

Pronóstico de la demanda: Se determinó en epígrafes anteriores.

Unidades disponibles antes del tiempo extra: Es el inventario inicial mas la producción en turno regular menos el pronóstico de la demanda. Un valor negativo indica que no se puede cumplir con la demanda, por lo que es necesario producir unidades en tiempo extra.

Costo del tiempo regular: Para determinar el costo por concepto de salario en tiempo regular se toma en cuenta el salario básico como referencia, el cual es de 386 dólares al mes, del cual un

9,45% es destinado para el Seguro Social. Además se debe tener en cuenta se laboran 8 horas diarias.

Salario de un trabajador que corresponde a la elaboración de los productos A

$$386 \frac{\$}{mes} * 1,0945 * \frac{176 \frac{h}{mes}}{176 \frac{h}{mes}} = 422,48 \frac{\$}{mes - trabajador}$$

Costo en tiempo regular

$$422,48 \frac{\$}{mes - trabajador} * 5 trabajadores = 2112,39 \frac{\$}{mes}$$

Unidades producidas en tiempo extra: Es igual a las unidades disponibles antes del tiempo extra en valor absoluto, y siempre por debajo de la capacidad de producción en tiempo extra, cabe recalcar que los obreros pueden laborar máximo 2 horas por motivos de transporte y horas suplementarias, para una producción de 91 uniformes como máximo.

Costo del tiempo extra: Se calcula multiplicando las horas destinadas para la elaboración de los productos A en tiempo extra, la hora extra es equivalente a un 50% por encima de la hora de trabajo en tiempo regular.

Salario de la hora en tiempo regular:

$$\frac{386 \frac{\$}{mes}}{160 \frac{h}{mes}} * 1,0945 = 2,6405 \frac{\$}{h}$$

Salario de la hora en tiempo extra:

$$2,6405 \frac{\$}{h} * 1,5 = 3,960 \frac{\$}{h}$$

Inventario final: Es el número de unidades que se obtienen restando el pronóstico de la demanda con la producción en turno regular, que este a su vez se convierte en inventario inicial del próximo periodo.

Costo de mantenimiento de inventario: Este costo se lo calcula como la suma de todos los gastos que se encuentran implícitos en cuanto al inventario, gastos de energía eléctrica, depreciación de la bodega de producto terminado, gastos de almacenamiento, dividido para la existencia media de inventario, dando un resultado de 0,08 ctvs por unidad.

4.2.4. Plan Maestro de Producción

El plan maestro de producción se lo desarrolla para las dos familias que posee Olimphico Sports, la familia uniformes esta compuesta por un solo producto que es uniformes sublimados, mientras que la familia camisetitas esta compuesta por tres productos; camiseta sport, camiseta sublimada, camiseta tipo polo. El plan maestro para los uniformes sublimados se lo puede mirar en el anexo 20 mientras que para la familia camisetitas se puede mirar en el anexo 21 que se encuentra conformado por 3 productos.

Se emplea un horizonte de tiempo correspondiente a la semana de trabajo durante los meses de Agosto y Septiembre del 2018.

Inventario inicial: Corresponde a la cantidad de unidades existentes de cada uno de los productos existentes en inventario al final del mes de Julio del 2018.

Pronóstico: Se determina sobre la base del pronóstico mensual calculado anteriormente, dividido para cuatro semanas que tiene el mes.

Pedidos de los clientes: Se calcula sobre la base de los pedidos en firme de los clientes. Se debe tener en cuenta que estos pedidos podrán ingresar al Plan Maestro de Producción siempre que sean inferiores al inventario disponible para promesa.

Cantidad en el MPS: Se determina bajo una política de lote a lote, de acuerdo a la capacidad de producción realizada en tiempo regular o en tiempo regular más horas extras, respectivamente. La decisión de la segunda alternativa se va tomando de acuerdo a la recepción de pedidos.

Inventario final: El inventario final correspondiente a cada semana se lo obtiene mediante la suma de la cantidad en el Plan Maestro de Producción y el inventario disponible proyectado de la semana anterior, finalmente se restara los pedidos de los clientes.

Inventario disponible para promesa: Se determina de la diferencia entre los pedidos registrados y la cantidad de producción según el tipo de producto. Este inventario permite controlar las promesas de productos a realizar con los clientes. En el caso de Olimphico Sports no aplica debido a que el tipo de producción es bajo pedido es decir solo se cumple con la cantidad exacta de pedidos.

La validez del MPS se puede demostrar en base al Plan Aproximado de Capacidad que se muestra en el anexo 22, en este balance se puede apreciar la capacidad requerida según el MPS versus la capacidad disponible planificada y bajo las condiciones planteadas en el Plan Agregado. En los meses de Agosto y Septiembre simplemente se trabajo en tiempo regular debido a que los pedidos no excedieron la capacidad estándar disponible

4.3. Análisis de los resultados.

La factibilidad de aplicación del proceso de Planificación de la Producción desarrollado se analiza desde varios puntos de vista como: metodológico, fidelidad en el cálculo de pronósticos y la confianza que brinda el proceso de planificación hacia el propietario para el cumplimiento de los pedidos por parte de los clientes.

Con relación a la fidelidad en el cálculo de pronósticos puede decirse que la empresa posee los pronósticos para los meses finales del año 2018 los cuales son confiables debido a que fueron calculados en el Software Forecast Pro y son coherentes con la realidad de los pedidos que posee la empresa.

Un resumen cuantitativo de los errores de los pronósticos en los meses de planificación es decir Agosto y Septiembre del 2018 para los productos clasificados como tipo A se puede apreciar en la tabla 17.

Tabla 17

Resumen cuantitativo de los errores en los pronósticos de los productos tipo A

Variables	UM	Agosto		Septiembre	
		Uniformes Sublimados	Camisetas	Uniformes Sublimados	Camisetas
Pronóstico	(u/mes)	94	961	136	995
Demanda Real	(u/mes)	87	907	142	962
Error	(u/mes)	7	54	6	33
Costo de Materias Primas y Materiales promedio	(USD/uni)	11,80	4,60	11,80	4,60
Costos adicionales totales	(USD/mes)	82,6	248,4	70,8	151,80
Total	(USD/mes)		553,6		

Fuente: Empresa Olimphico Sports

Elaborado por: Juan Muñoz

Los pronósticos tienen una diferencia entre el Plan Agregado de Producción y el Plan Maestro de Producción, con lo cual se debe realizar un reajuste en el primer Plan Agregado de Producción. Como medida de mejora se tomó una hora adicional de trabajo en los meses de Agosto y Septiembre, debido a que en el caso de los uniformes sublimados era suficiente con los tiempos ya establecidos, mientras que en las camisetas no era suficiente el tiempo regular para satisfacer las ventas, las variaciones de dichos planes se los muestra en la tabla 18.

Tabla 18

Variación plan Agregado Base - Plan Agregado Reajustado

Variable s	UM	COSTO PLAN AGREGADO BASE		COSTO PLAN AGREGADO REAJUSTADO SEGÚN MPS		Δ	
		Uniforme s	Camisetas	Uniforme s	Camisetas	Uniforme s	Camisetas
Periodo	Mes	Agosto-Septiembre	Agosto-Septiembre	Agosto-Septiembre	Agosto-Septiembre	Agosto-Septiembre	Agosto-Septiembre
Costo tiempo regular	(USD/mes)	3380	4224	3380	4224	-	-

Costo horas extras	(USD/mes)	0	1781,57	0	2188,70	-	22%
Costo de inventario	(USD/mes)	16	0	14	0	-12,5%	-

Elaborado por: Juan Muñoz

Con el fin de verificar la eficiencia del proceso de planificación se procedió a realizar un balance de carga y capacidad del proceso productivo en el que se tomo como datos la producción real de los meses de Agosto y Septiembre del 2018, para posteriormente diferenciarlo con el volumen de producción de los mismos meses pero del año anterior 2017. En el balance se verifican las variaciones de los porcentajes de utilización en cada proceso productivo, como indicadores principales se cálculo del coeficiente de proporcionalidad cuyo objetivo es asegurar la correspondencia entre las capacidades productivas de todos los eslabones del proceso productivos con lo que busca evitar desproporciones en los mismos eslabones. El porcentaje de utilización de las capacidades productivas en cada eslabón. La productividad laboral es decir horas/trabajador este indicador muestra la capacidad de producir un artículo en un tiempo determinado. Finalmente se calculó la ritmicidad de la producción la cual tuvo por objetivo expresar una determinada regularidad en el trabajo del sistema tomando como datos la cantidad de pedidos de los productos, así como como las ventas planificadas y entregadas. Las variaciones de estos indicadores se muestra en la tabla 19.

Tabla 19

Análisis de los indicadores

PERIODO VARIABLE	2017	2018	Δ
Diseño	38,94%	42,73%	9,73%
Corte	28,21%	29,81%	5,67%
Sublimado	14,23%	16,01%	12,50%
Confección	31,97%	34,34%	7,41%
Control de calidad	20,82%	22,36%	7,39%
Planchado y Almacenado	71,41%	75,52%	5,75%
Coeficiente de proporcionalidad	87,99%	86,11%	-2,13%

Elaborado por: Juan Muñoz

Ritmicidad de la Producción

Para calcular la ritmicidad se toma en cuenta las cantidades pedidas como las ventas planificadas y las cantidades entregadas a los clientes.

$$Kr_{\text{Agosto-septiembre}} = \frac{2186}{2284}$$

$$Kr_{\text{Agosto-septiembre}} = 95,70\%$$

En este caso la producción sigue una tendencia favorable de este indicador aunque ello no excluye su chequeo sistemático, la pequeña variación hacia el 100% se debe a los errores mencionados en epígrafes anteriores con respecto a los pronósticos.

Fiabilidad

La fiabilidad del sistema se la puede considerar desde el punto de vista en que los artículos confeccionados fueron entregados a tiempo hacia los clientes.

$$F_{\text{Agosto-septiembre}} = \frac{\text{Unidades cumplidas en fecha}}{\text{Total de unidades solicitadas}} * 1 - \frac{\text{Unidades devueltas con problemas de Q}}{\text{Total de unidades solicitadas}}$$

$$F_{\text{Agosto-septiembre}} = \frac{2284}{2284} * 1 - \frac{25}{2284}$$

$$F_{\text{Agosto-septiembre}} = 98,9\%$$

Se puede verificar en base a estos indicadores que el sistema de planificación es eficiente ya que los mismos muestran satisfactorios resultados en la entrega de los pedidos a tiempo y que existe una mínima variación entre las ventas planificadas y los pedidos receptados.

Nivel de Servicio al cliente

Para calcular el Nivel de servicio al cliente se debe tomar en cuenta la cantidad de pedidos reclamados por calidad y la cantidad de pedidos retrasados

$$NSC_{\text{Agos/Sept}} = \left[1 - \frac{25}{2284} \right] * \left[1 - \frac{0}{2284} \right]$$

$$NSC_{\text{Agos/Sept}} = 98\%$$

De este resultado se puede mencionar que la empresa posee un nivel de servicio eficiente en cuanto a la cantidad que produce ya que tan solo un 0,2% del total de productos entregados es devuelto por problemas de calidad, cabe recalcar que dichos problemas no requieren de un reproceso costoso.

CONCLUSIONES

- Para la construcción del Marco Teórico se recopiló información de varias fuentes bibliográficas, con el fin brindar una correcta planificación de la producción siguiendo las metodologías de una manera jerárquica.
- El diagnóstico de la empresa permitió clasificar el sistema de producción en gran serie, existiendo poca variedad de productos, sin cobertura en el ciclo de entrega, también se detectaron las deficiencias en el proceso de planificación de la producción, demostrado bajos índices en la utilización de los recursos que posee y en la entrega del producto final hacia los clientes.
- La planificación se inició con una clasificación ABC la que permitió verificar que productos de la empresa tienen mayor incidencia económica.
- En los meses en que se realizó la planificación se logró aumentar la utilización de las capacidades productivas a un 50,87% y el coeficiente de proporcionalidad disminuyó a 75,73% además se determinó la fiabilidad del sistema dando como resultado un 98% lo cual significa que la empresa es competente dentro del plazo de entrega hacia los clientes. Finalmente se calculó la ritmicidad y el nivel de servicio al cliente dando un valor equivalente a un 92% y 98% respectivamente lo cual es muy satisfactorio en cuanto al proceso de planificación.

RECOMENDACIONES

- Implementar el Sistema de Planificación de la Producción (MPS) en los meses en que se tiene conocimiento que existe mayor demanda de productos.
- Realizar un estudio de tiempos y movimientos con el fin de disminuir o eliminar movimientos innecesarios en el área productiva para tener un mayor índice productivo.
- Verificar la posibilidad de satisfacer la demanda en los colegios del cantón ya que con una correcta planificación sería posible.
- Analizar los indicadores productivos que posee la empresa, con aras de encontrar mejoras en la organización.
- Al momento de realizar los pronósticos tener en cuenta que la base de datos se la debe realizar en base a los pedidos que posee la empresa con el fin de poder satisfacer la demanda

BIBLIOGRAFÍA

- Armstrong, S., & Green, K. (2005). *Demand Forecasting: Evidence Based Methods*. Monash University, Department of Econometrics and Business Statistics. Camberra: Scott Armstrong and Kesten Green. Retrieved Abril 29, 2016
- Bancos, S. d. (2010, Diciembre). *Estudio del Sector Industrial - Superintendencia de Bancos Guatemala*. Retrieved from file:///C:/Users/User/Downloads/Estudio%20del%20Sector%20Textil%20-%20Vestuario,%20referido%20a%202010-12.pdf
- Chapman, S. N. (2006). *Planificación y Control de la Producción*. México: Pearson Educación.
- Chase, R. B., & Jacobs, R. F. (2014). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros*. México: Mc Graw Hill.
- Comercio, E. (2017, Marzo 15). Sector textil es el segundo de Ecuador que genera más empleo. *El Comercio*.
- Companys Pascual, R. &. (1995). *Organización de la Producción y Diseños de Sistemas*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Croston, J. (1972). *Forecasting and Stock Control for Intermittent Demands*. Londres: Palgrave Macmillan Journals.
- Cuervo, A. (1994). *Introducción a la Administración de la Empresa*. Madrid: Civitas. S.A.
- Domínguez Machuca, J. A. (1995). *Dirección de Operaciones*. Madrid: McGraw-Hill.
- Dyntar, J., & Gros, I. (n.d.). *Spare Parts Distribution System Management*. The International Journal of Transport & Logistics.
- Everett, E. (1991). *Administración de la Producción y las Operaciones. Conceptos, Modelos y Funcionamiento*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Gómez, R. C., & Gonzáles, D. (2010). *El Sistema de Producción y Operaciones*. España: Prentice Hall.
- Hanke, J. E., & Wichern, D. w. (2006). *Pronósticos en los negocios*. México: Préntice Hall Iberia.

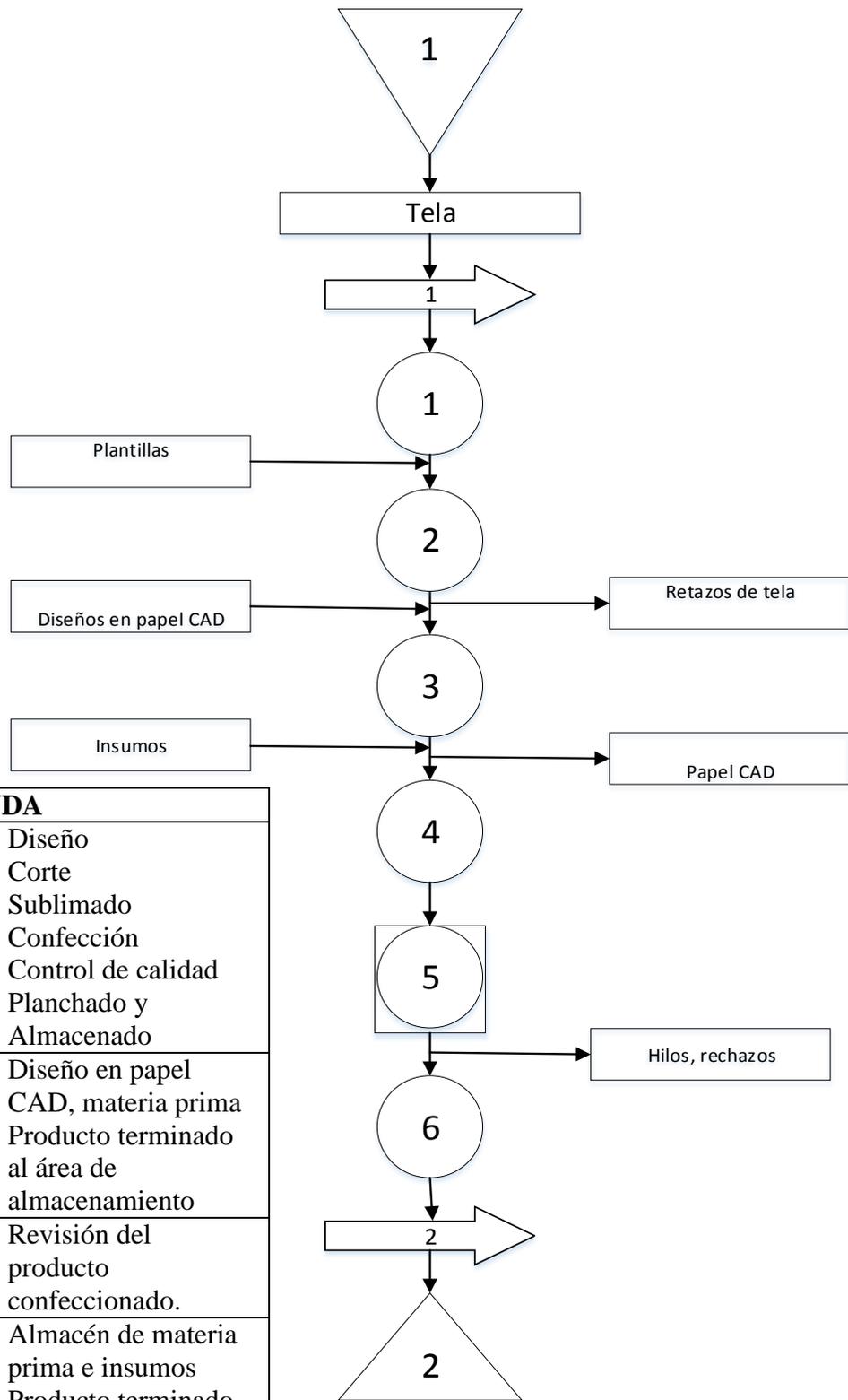
- Hyun Lee, S. (2013). *Demand Forecasting*. Industrials Engineering & Management Systems Research Center. Hong Kong: Seung Hyun Lee. Retrieved Abril 29, 2016, from <http://www.iems.co.kr/CPL/lecture/part3/3.%20Demand%20Forecasting.pdf>
- Krajewski, L., Larry, R., & Malhotra, M. (2008). *Administración de Operaciones*. México: Pearson Educación.
- Medina León, A., Nogueira Rivera, D., Pérez Navarro, A., & Quintana Tápanes, L. (2002). *La empresa como sistema productivo. Criterios para la caracterización y clasificación*. Matanzas.
- Microsoft. (n.d.). *Sistemas de Producción*. Bolivia.
- Portuondo Pichardo, F. M. (1987). *Economía de Empresas Industriales*. Habana: Pueblo y Educación.
- Render, Heizer, J., & Barry. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. México: Pearson Educación.
- Ricardo, S. F. (1997). *Producción, Organización y Administración en el Umbral del Tercer Milenio*.
- Rungtusanatham, Schroeder, & Goldstein. (2005). *Administración de Operaciones*. México: Mc Graw Hill.
- Schroeder, R. (1984). *Administración de Operaciones*. México: Mc Graw Hill.
- Schwarz, G. (2006). *Estimating the dimension of a model*. Annals of Statistics 6 (2).
- Taboada Rodriguez, C. (1998). *Organización y Planificación de la Producción*. Cuba: Pueblo y Educación.

ANEXOS

Anexo 1 Métodos de Pronósticos Cualitativos

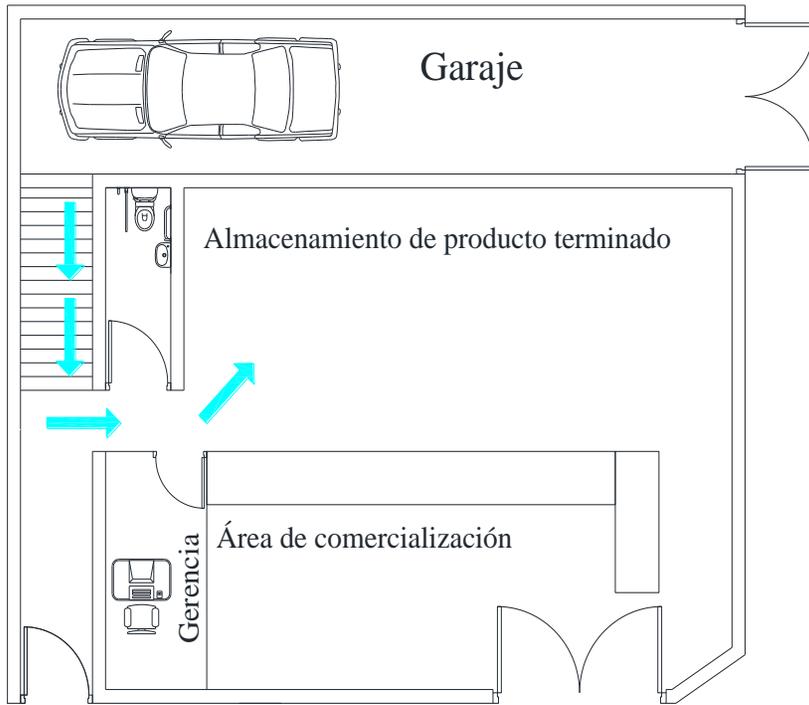
Métodos por series de tiempo	Descripción del método	Usos	Exactitud			Identificación del punto de retorno	Costo relativo	Referencias
			A corto plazo	A mediano plazo	A largo plazo			
Delphi	Pronóstico desarrollado mediante un grupo de expertos que responden a preguntas en rondas sucesivas. Las respuestas anónimas retroalimentan en cada ronda a todos los participantes. Se pueden usar entre tres y seis rondas para llegar a un consenso sobre el pronóstico.	Pronóstico de ventas a largo plazo para planeación de capacidad o instalaciones. Pronósticos tecnológicos para evaluar cuándo pueden presentarse los cambios tecnológicos.	Regular a muy buena	Regular a muy buena	Regular a muy buena	Regular a buena	Medio a alto	North y Pyke, Basu y Schroeder
Estudios de mercado	Grupos, cuestionarios, pruebas de mercado o estudios que se usan para obtener datos sobre las condiciones del mercado.	Pronósticos de las ventas de la compañía, de grupos de productos importantes o de productos individuales	Muy buena	Buena	Regular	Regular a buena	Alto	Bass, King y Pessemier
Analogía de los ciclos de vida	Predicción basada en la fase de introducción, crecimiento y saturación de los productos similares. Aprovecha la curva de crecimiento de las ventas en forma de S	Pronósticos de ventas a largo plazo para planeación de capacidad o instalaciones.	Mala	Regular a buena	Regular a buena	Mala a regular	Medio	Spencer, Clark y Hoguet
Juicio Informado	Pronósticos que pueden hacer un grupo o un individuo basándose en sus experiencias, intuición o hechos relacionados con la situación. No se usa un método riguroso.	Pronósticos de ventas totales y de productos individuales	Mala a regular	Mala a regular	Mala a regular	Mala a regular	Bajo	

Anexo 3 Diagrama de operaciones del proceso productivo Olimphico Sports

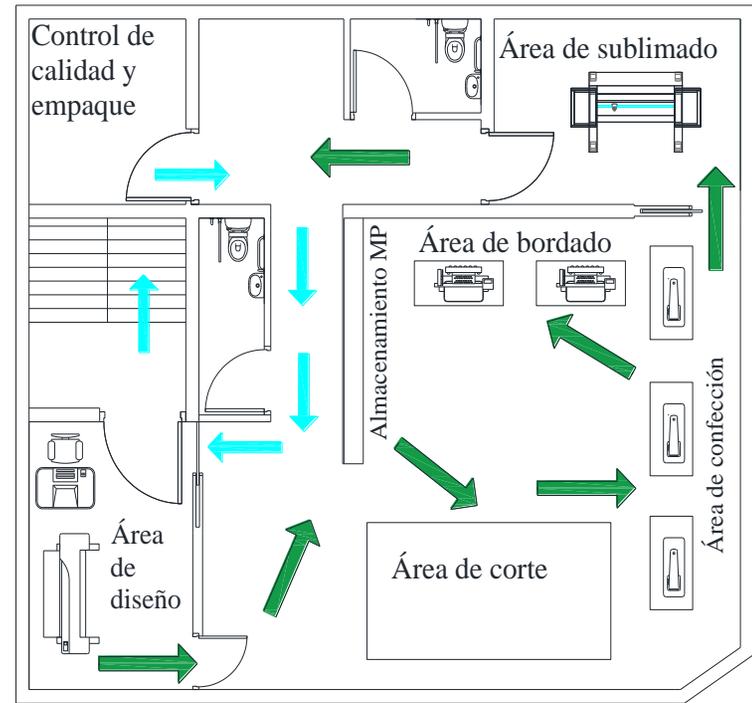


LEYENDA	
Operaciones	1. Diseño 2. Corte 3. Sublimado 4. Confección 5. Control de calidad 6. Planchado y Almacenado
Transporte	1. Diseño en papel CAD, materia prima 2. Producto terminado al área de almacenamiento
Operación-Inspección	1. Revisión del producto confeccionado.
Almacenamiento	1. Almacén de materia prima e insumos 2. Producto terminado

Anexo 4 Layout Empresa Olimphico Sports

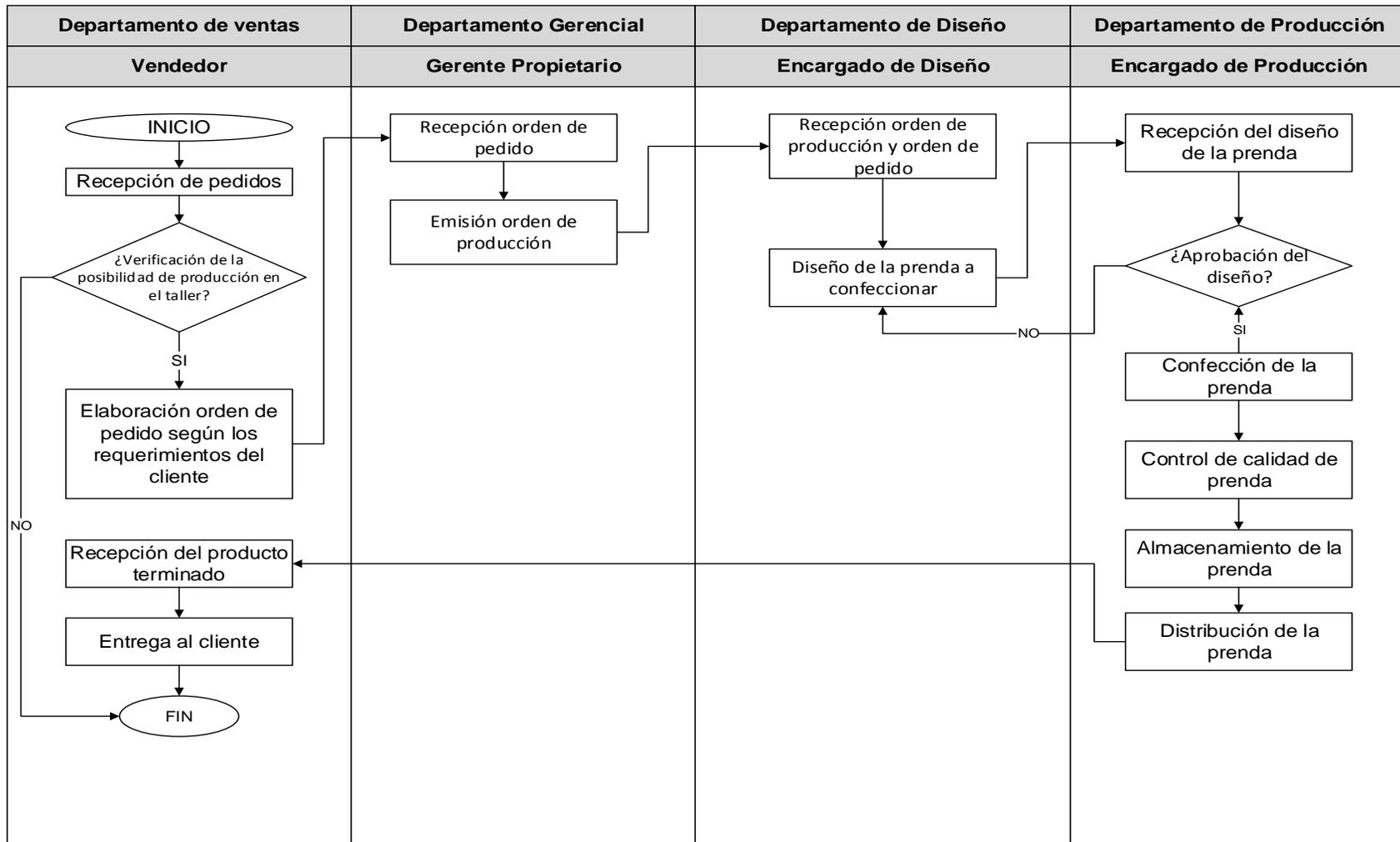


Planta baja



Segunda planta

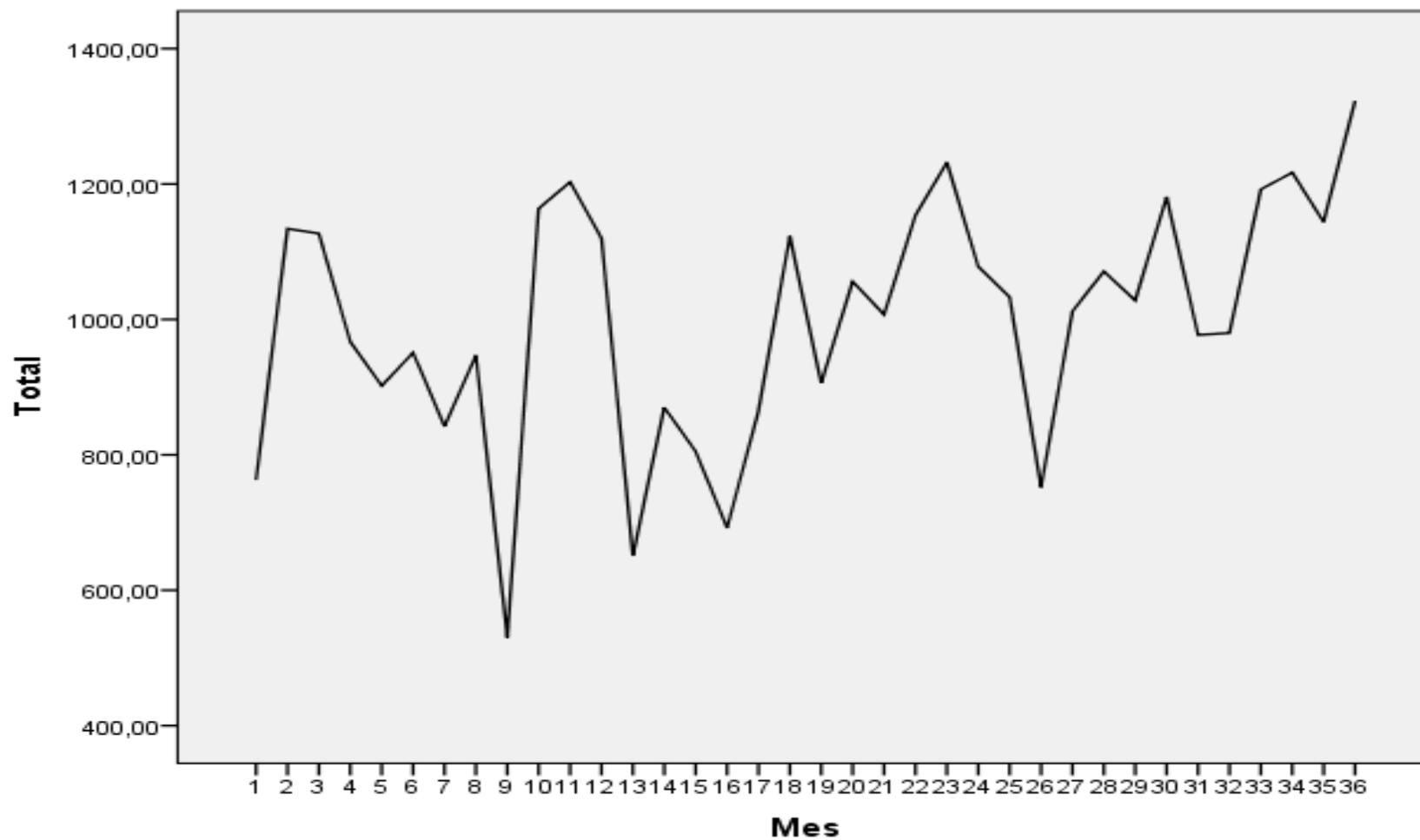
Anexo 5 Diagrama de la gestión de producción actual



Anexo 6 Clasificación ABC Empresa Olimphico Sports

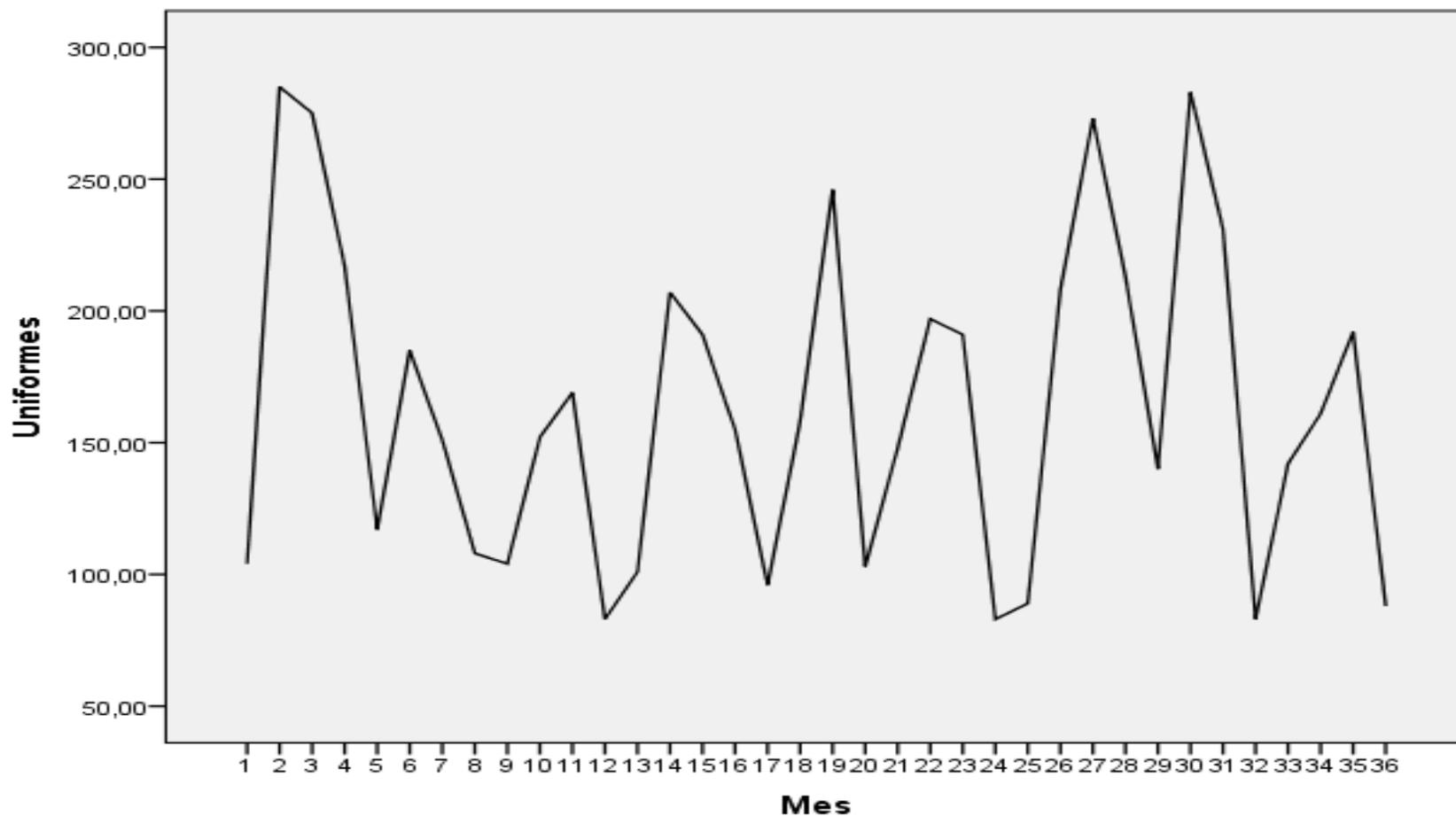
Número	Artículos	Consumo Total En Unidades	Costo Unitario	Consumo En Dolares	Porcentaje Del Consumo Total En Dólares	Porcentaje Acumulado	Clasificación Abc
1	Uniformes Sublimados	5929,0	11,8	69784	31,4	31,4	A
3	Camiseta Sport	14625,0	3,1	45776	20,6	52,0	
4	Camiseta Sublimada	7759,0	6,1	47563	21,4	73,4	
2	Camisetas Tipo Polo	7686,0	4,6	35048	15,8	89,2	
5	Pantalónetas Económica	8034,0	2,4	19201	8,6	97,8	B
6	Bandas	922,0	5,2	4822	2,2	100,0	C
			33,2	222194,7	100,0		

Anexo 7 Serie de tiempo para el total de ventas (Enero 2015 - Dic. 2017) u/mes



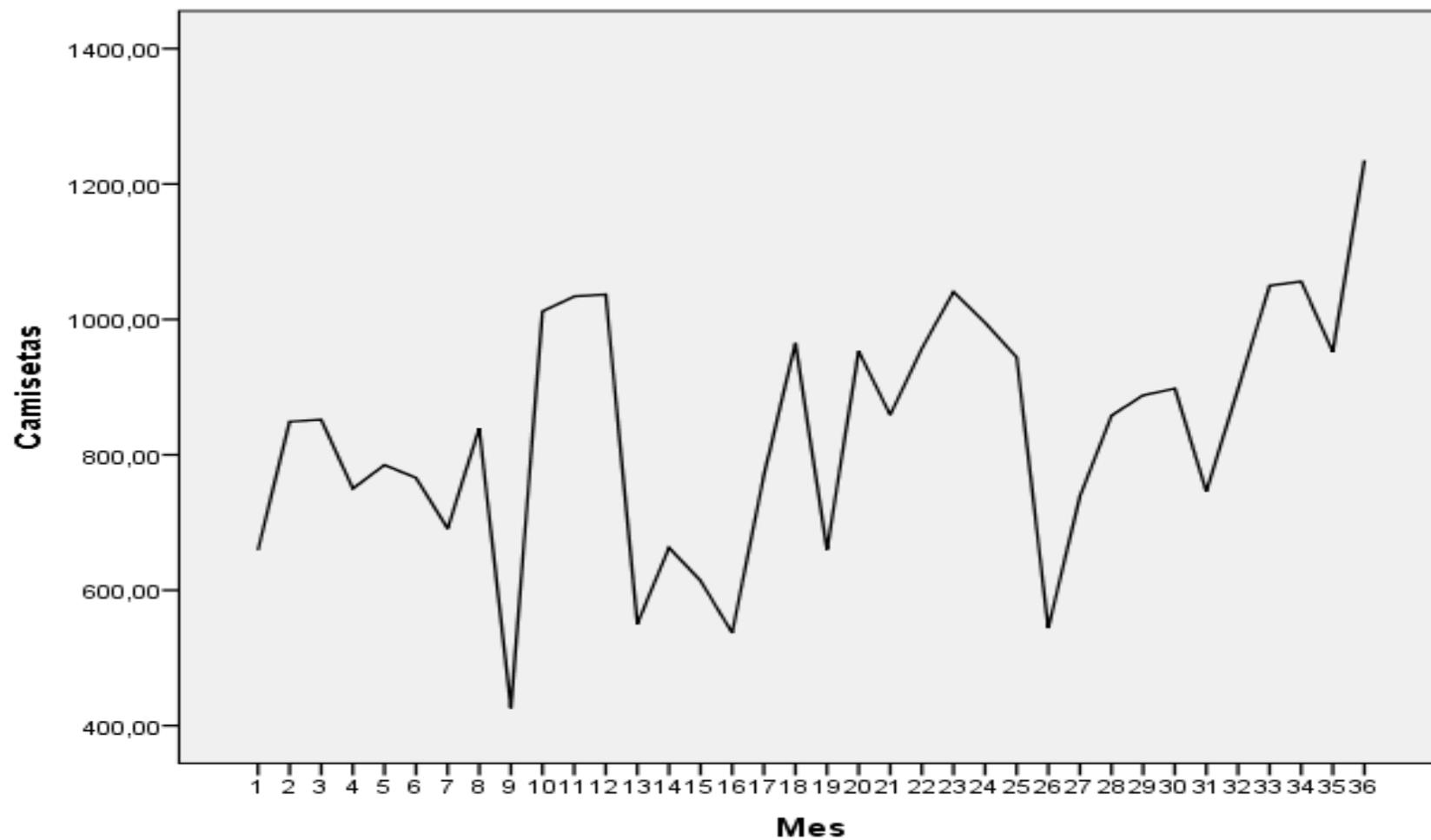
Fuente: IBM SPS

Anexo 8 Serie de tiempo para la familia uniformes (Enero 2015 – Dic. 2017) u/mes



Fuente: IBM SPS

Anexo 9 Serie de tiempo para la familia camisetas (Enero 2015 – Dic. 2017) u/mes



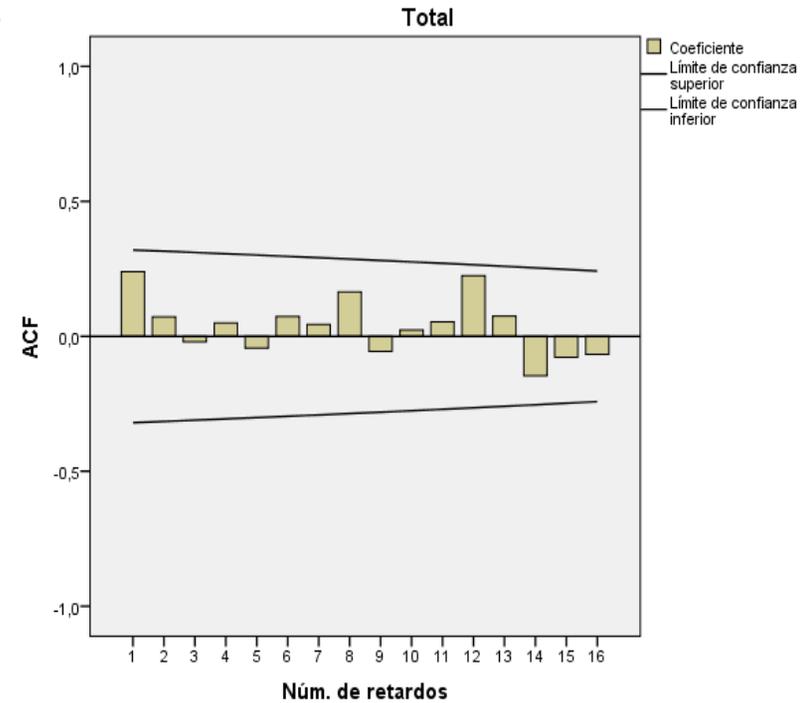
Fuente: IBM SPS

Anexo 10 Análisis de los patrones en los datos para el total de ventas

Autocorrelaciones

Serie: Total

Retardo	Autocorrelación	Típ. Error ^a	Estadístico de Box-Ljung		
			Valor	gl	Sig. ^b
1	,239	,160	2,237	1	,135
2	,072	,158	2,447	2	,294
3	-,020	,155	2,464	3	,482
4	,049	,153	2,567	4	,633
5	-,043	,151	2,651	5	,754
6	,073	,148	2,896	6	,822
7	,044	,146	2,987	7	,886
8	,165	,143	4,310	8	,828
9	-,056	,140	4,467	9	,878
10	,023	,138	4,495	10	,922
11	,054	,135	4,652	11	,947
12	,225	,132	7,530	12	,821
13	,074	,130	7,860	13	,853
14	-,146	,127	9,187	14	,819
15	-,078	,124	9,583	15	,845
16	-,067	,121	9,891	16	,872



$$H_0: \rho_{12} = 0 \quad RC: t \leq -t_2^\alpha; n - 1 \quad t = \frac{0,225}{0,132} = 1,70$$

$$H_1: \rho_{12} \neq 0 \quad o t > t_2^\alpha; n - 1$$

Se cumple la RC: $1,70 > 1,96$. No se rechaza H_0 por lo que r_{12} no es significativo

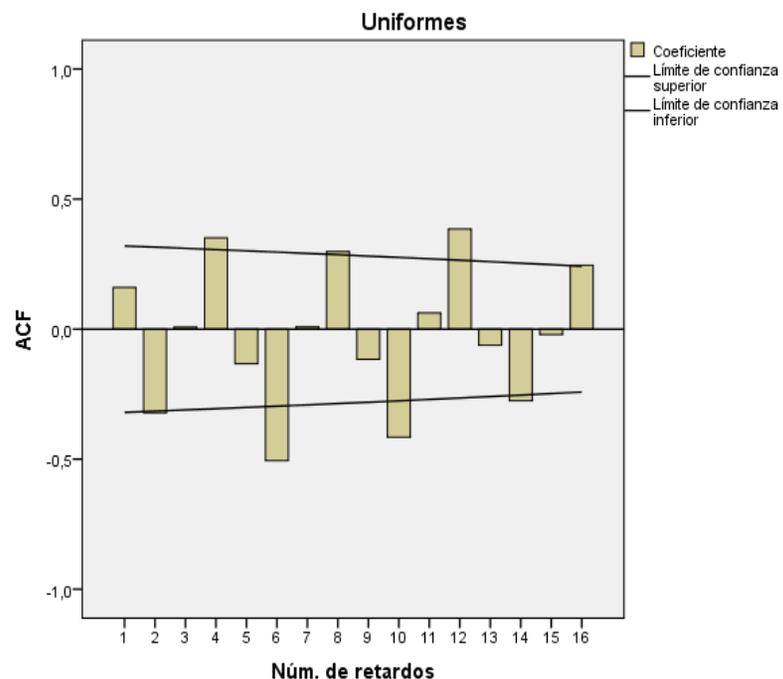
Anexo 11 Análisis de los patrones en los datos de la familia Uniformes

Serie: Uniformes

Retardo	Autocorrelación	Típ. Error ^a	Estadístico de Box-Ljung		
			Valor	gl	Sig. ^b
1	,160	,160	1,004	1	,316
2	-,322	,158	5,175	2	,075
3	,008	,155	5,178	3	,159
4	,351	,153	10,436	4	,034
5	-,133	,151	11,216	5	,047
6	-,506	,148	22,870	6	,001
7	,009	,146	22,873	7	,002
8	,298	,143	27,226	8	,001
9	-,116	,140	27,907	9	,001
10	-,415	,138	36,983	10	,000
11	,062	,135	37,196	11	,000
12	,385	,132	45,652	12	,000
13	-,062	,130	45,879	13	,000
14	-,275	,127	50,586	14	,000
15	-,021	,124	50,615	15	,000
16	,245	,121	54,731	16	,000

a. El proceso subyacente asumido es la independencia (ruido blanco).

b. Basado en la aproximación chi cuadrado asintótica.



$$H_0: \rho_{12} = 0 \quad RC: t \leq -t_2^\alpha; n-1 \quad t = \frac{0,385}{0,132} = 2,91$$

$$H_1: \rho_{12} \neq 0 \quad o \quad t > t_2^\alpha; n-1$$

Se cumple la RC: $2,91 > 1,96$. Se rechaza H_0 por lo que r_{12} es significativo

Anexo 12 Análisis de los patrones en los datos de la familia camisetas

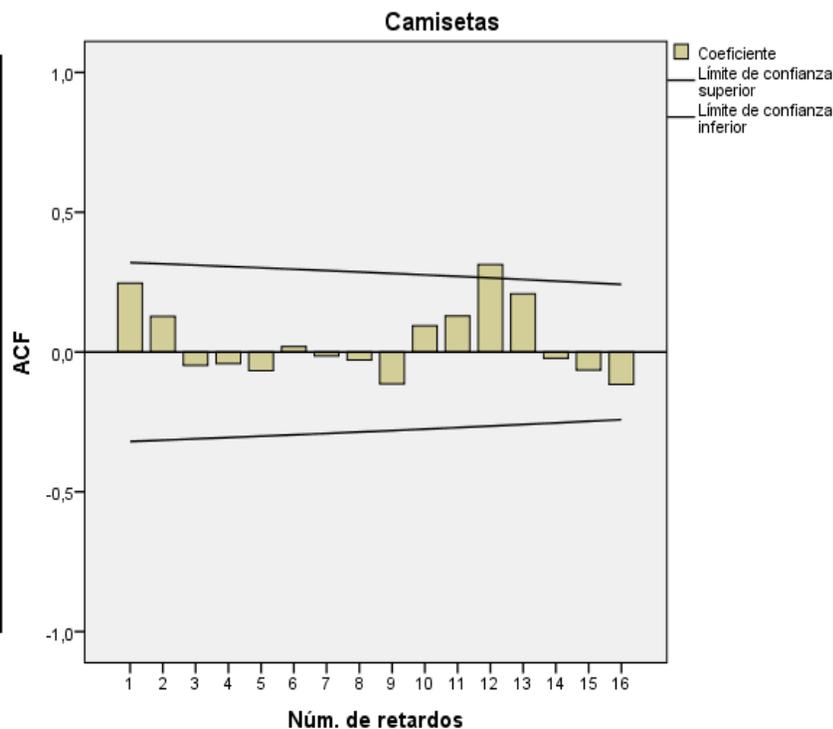
Autocorrelaciones

Serie: Camisetas

Retardo	Autocorrelación n	Típ. Error ^a	Estadístico de Box-Ljung		
			Valor	gl	Sig. ^b
1	,246	,160	2,371	1	,124
2	,127	,158	3,020	2	,221
3	-,047	,155	3,114	3	,374
4	-,042	,153	3,187	4	,527
5	-,067	,151	3,384	5	,641
6	,019	,148	3,401	6	,757
7	-,014	,146	3,411	7	,845
8	-,028	,143	3,450	8	,903
9	-,114	,140	4,108	9	,904
10	,094	,138	4,570	10	,918
11	,129	,135	5,475	11	,906
12	,313	,132	11,053	12	,524
13	,208	,130	13,621	13	,401
14	-,023	,127	13,653	14	,476
15	-,065	,124	13,925	15	,531
16	-,116	,121	14,850	16	,536

a. El proceso subyacente asumido es la independencia (ruido blanco).

b. Basado en la aproximación chi cuadrado asintótica.



$$H_0: \rho_{12} = 0 \quad RC: t \leq -t_2^\alpha; n-1 \quad t = \frac{0,313}{0,132} = 2,37$$

$$H_1: \rho_{12} \neq 0 \quad o t > t_2^\alpha; n-1$$

Se cumple la RC: $2,37 > 1,96$. Se rechaza H_0 por lo que r_{12} es significativo

Anexo 13 Base de datos

	Familia uniformes (u)	Familia camisetas (u)
Inicio de periodo	1	1
Periodos por año	12	12
Periodos por ciclo	12	12
ene-15	104	659
feb-15	285	849
mar-15	275	852
abr-15	217	750
may-15	117	785
jun-15	185	766
jul-15	151	691
ago-15	108	839
sep-15	104	426
oct-15	152	1012
nov-15	169	1034
dic-15	83	1037
ene-16	101	642
feb-16	207	663
mar-16	191	614
abr-16	155	537
may-16	96	769
jun-16	158	965
jul-16	246	660
ago-16	103	953
sep-16	148	859
oct-16	197	957
nov-16	191	1041
dic-16	83	995
ene-17	89	944
feb-17	208	544
mar-17	273	739
abr-17	213	858
may-17	140	888
jun-17	283	898
jul-17	231	746
ago-17	83	897
sep-17	142	1050
oct-17	161	1056
nov-17	192	952
dic-17	88	1235

Elaborado por: Juan Muñoz

Anexo 14 Reporte de pronósticos para el total de ventas

Reporte de pronósticos para Total

Total

Análisis Experto

Utilizando una lógica basada en reglas de FPRO he limitado la selección entre Suavización exponencial y Box-Jenkins.

Realicé una prueba a una muestra para seleccionar entre estas dos familias de modelos.

El MAD acumulado en la muestra para Suavización exponencial fue 136 y para Box-Jenkins fue 220.

La prueba rolada sobre la muestra usó un horizonte máximo de 6 y generó para cada método 21 pronósticos.

Basado en el MAD acumulado más bajo, utilicé suavización exponencial.

Detalles del modelo

Advertencia - los pronósticos mostrados representan valores obtenidos de abajo hacia arriba (bottom-up), y no los valores obtenidos usando el modelo mostrado

Selección Experta

Suavización exponencial: sin tendencia y estacionalidad aditiva

NA(0,165; 0,344)

Componente	Peso parámetro de suavización	Valor final
Nivel	0,1653	1098
Estacional	0,3444	

Indices estacionales

Ene - Mar	-144,1	-87,31	-3,507
Abr - Jun	-55,13	-43,08	90,67
Jul - Sep	-78,76	-11,47	-66,74
Oct - Dic	127,9	135,5	136,1

Estadísticas de la muestra

Tamaño muestra	36	No. parámetros	2
Media	999,97	Desv. estándar	180,98
R-Cuadrada Aj.	0,29	Durbin-Watson	1,89
Ljung-Box(18)	9,0 P=0,04	Error de pronóstico	153,02
BIC	164,28	MAPE	0,1321
RMSE	148,71	MAD	120,8

Datos de pronósticos

Fecha	2,5 Inf.	Pronóstico	Trimestral	Anual	97,5 Sup.
2018-Ene	568	890			1212
2018-Feb	524	851			1177
2018-Mar	644	974	2715		1305
2018-Abr	618	953			1288
2018-May	626	965			1304
2018-Jun	780	1123	3041		1467
2018-Jul	588	936			1283
2018-Ago	648	999			1350
2018-Sep	681	1036	2971		1392
2018-Oct	833	1192			1551
2018-Nov	814	1177			1540
2018-Dic	857	1225	3593	12320	1592
Total		12320			
Promedio		1027			
Mínimo		851			
Máximo		1225			

Existencias de Seguridad

T. Anticipación	DDTA	97,5 E.S.	Valor a Re-ordenar
1	890	322	1212
2	1741	494	2235
3	2715	621	3336
4	3668	725	4393
5	4633	817	5449
6	5756	899	6655
7	6691	974	7665
8	7690	1044	8734
9	8727	1109	9836
10	9919	1171	11089
11	11095	1229	12325
12	12320	1285	13605

DDTA = Demanda Durante Tiempo Anticipación (pronósticos acumulados)

E. de Seg = Límites de confianza acumulados para el T. Anticipación

Valor a Re-ordenar = DDTA + E. de Seg

Datos atípicos agregados

Conforme a la configuración no hay datos atípicos para este ítem

Ajustes

No existen ajustes para este ítem



Figura 12 Solución experta serie de tiempo Total de ventas (Fuente: Forecast Pro)

Anexo 15 Reporte de pronósticos para el total de ventas uniformes sublimados.

Reporte de pronósticos para Uniformes

Uniformes

Total > Uniformes

Análisis Experto

Utilizando una lógica basada en reglas de FPRO he limitado la selección entre Suavización exponencial y Box-Jenkins.

Realicé una prueba a una muestra para seleccionar entre estas dos familias de modelos.

El MAD acumulado en la muestra para Suavización exponencial fue 11 y para Box-Jenkins fue 52.

La prueba rolada sobre la muestra usó un horizonte máximo de 6 y generó para cada método 21 pronósticos.

Basado en el MAD acumulado más bajo, utilicé suavización exponencial.

Detalles del modelo

Selección Experta

Suavización Exponencial: sin tendencia, estacionalidad aditiva - nivel constante

NA-CL(0,000; 0,492)

Componente	Peso parámetro de suavización	Valor final
Nivel	0,0001	166
Estacional	0,4925	

Indices estacionales

Ene - Mar	-70,73	54,42	81,08
Abr - Jun	29,27	-43,69	59,62
Jul - Sep	51,52	-72,46	-30,47
Oct - Dic	2,228	19,56	-80,35

Estadísticas de la muestra

Tamaño muestra	36	No. parámetros	1
Media	164,69	Desv. estándar	62,03
R-Cuadrada Aj.	0,65	Durbin-Watson	1,17
Ljung-Box(18)	39,4 P=1,00	Error de pronóstico	36,68
BIC	38,01	MAPE	0,1424
RMSE	36,17	MAD	26,47

Datos de pronósticos

Fecha	2,5 Inf.	Pronóstico	Trimestral	Anual	97,5 Sup.
2018-Ene	21	95			170
2018-Feb	146	220			295
2018-Mar	173	247	563		322
2018-Abr	121	195			270
2018-May	48	122			197
2018-Jun	151	226	543		300
2018-Jul	143	218			292
2018-Ago	19	94			168
2018-Sep	61	136	447		210
2018-Oct	94	168			243
2018-Nov	111	186			260
2018-Dic	11	86	439	1992	160
Total		1992			
Promedio		166			
Mínimo		86			
Máximo		247			

Existencias de Seguridad

T. Anticipación	DDTA	97,5 E.S.	Valor a Re-ordenar
1	95	75	170
2	316	105	421
3	563	129	692
4	758	149	907
5	880	167	1047
6	1106	183	1288
7	1323	197	1521
8	1417	211	1628
9	1553	224	1776
10	1721	236	1956
11	1906	247	2153
12	1992	258	2250

DDTA = Demanda Durante Tiempo Anticipación (pronósticos acumulados)

E. de Seg = Límites de confianza acumulados para el T. Anticipación

Valor a Re-ordenar = DDTA + E. de Seg

Datos atípicos

Conforme a la configuración no hay datos atípicos para este ítem

Ajustes

No existen ajustes para este ítem

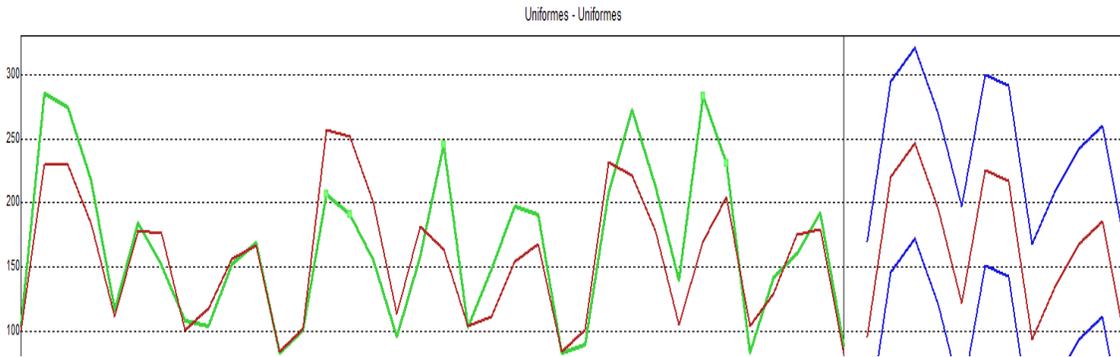


Figura 13 Solución experta serie de tiempo uniformes sublimados (Fuente Forecast Pro)

Anexo 16 Reporte de pronósticos para el total de ventas camisetas

Reporte de pronósticos para Camisetas					
Camisetas					
Total > Camisetas					
Detalles del modelo					
Uno o más datos atípicos fueron detectados pero no corregidos para este ítem					
Definido por el usuario					
Suavización exponencial: sin tendencia y estacionalidad aditiva					
NAA(0,257; 0,406; 0,453)					
Ajustes aditivos para eventos en _Calendario01					
Componente	Peso parámetro de suavización	Valor final			
Nivel	0,2572	914,1			
Estacional	0,4062				
Eventos	0,4528				
Indices estacionales					
Ene - Mar	-225,3	-72,2	-89,21		
Abr - Jun	-94,3	-10,62	-29,57		
Jul - Sep	-145,2	46,84	80,6		
Oct - Dic	146,3	142,5	250,2		
Código de evento	Índice				
Mantenimiento	-384,9				
Pedido extra	138,5				
Vacaciones	-281,2				
Estadísticas de la muestra					
Tamaño muestra	36	No. parámetros	3		
Media	835,28	Desv. estándar	180,24		
R-Cuadrada Aj.	0,79	Durbin-Watson	1,61		
Ljung-Box(18)	29,8	P=0,96	Error de pronóstico 81,81		
BIC	90,94	MAPE	0,0763		
RMSE	78,33	MAD	62,2		
Datos de pronósticos					
Fecha	2,5 Inf.	Pronóstico	Trimestral	Anual	97,5 Sup.
2018-Ene	510	689			867
2018-Feb	658	842			1026
2018-Mar	635	825	2355		1015
2018-Abr	625	820			1015
2018-May	703	903			1104
2018-Jun	679	884	2608		1090
2018-Jul	558	769			980
2018-Ago	745	961			1176
2018-Sep	774	995	2724		1215
2018-Oct	835	1060			1285
2018-Nov	827	1057			1286
2018-Dic	930	1164	3281	10969	1399
Total		10969			
Promedio		914			
Mínimo		689			
Máximo		1164			
Existencias de Seguridad					
T. Anticipación	DDTA	97,5 E.S.	Valor a Re-ordenar		
1	689	178	867		
2	1531	286	1817		
3	2355	364	2719		
4	3175	427	3602		
5	4079	482	4561		
6	4963	532	5495		
7	5732	577	6309		
8	6693	619	7312		
9	7688	658	8346		
10	8748	695	9443		
11	9804	731	10535		
12	10969	764	11733		
DDTA = Demanda Durante Tiempo Anticipación (pronósticos acumulados)					
E. de Seg = Límites de confianza acumulados para el T. Anticipación					
Valor a Re-ordenar = DDTA + E. de Seg					
Datos atípicos					
Estado	Detectado				
Fecha	Valor atípico	V. corregidos.	Delta		
2016-Ago	953	821	132		
2017-Abr	858	670	188		
2017-Sep	1050	910	140		
2017-Nov	952	1097	-145		
2017-Dic	1235	1070	165		
Ajustes					
No existen ajustes para este ítem					

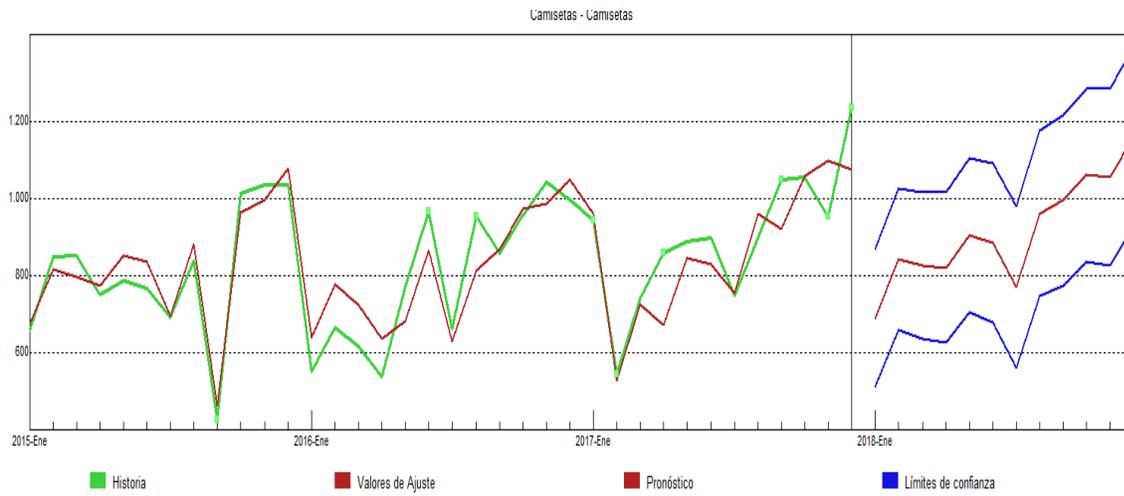


Figura 14 Solución experta serie de tiempo camisetas (Fuente: Forecast Pro)

Anexo 18 Plan Agregado de producción familia Uniformes

PLAN AGREGADO INDUSTRIA TEXTIL OLIMPHICO SPORTS UNIFORMES SUBLIMADOS													
	Enero	febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Costo Total
Inventario inicial	0	86	14	0	0	51	0	0	87	115	136	115	
Días hábiles por mes	22	18	22	21	21	21	22	22	20	23	20	20	
Horas de producción disponibles (h/mes)	264	216	264	252	252	252	264	264	240	276	240	240	
Producción en turno regular (h/u)	181	148	181	173	173	173	181	181	164	189	164	164	
Pronóstico de la demanda (u/mes)	95	220	247	195	122	226	218	94	136	168	186	86	
Unidades disponibles antes del tiempo extra (u/mes)	86	14	-52	-22	51	-3	-37	87	115	136	115	193	
Unidades producidas en tiempo extra (u/mes)	0	0	52	22	0	3	37	0	0	0	0	0	
Inventario final	86	14	0	0	51	0	0	87	115	136	115	193	
Costo del tiempo regular (USD/mes)	1690	1690	1690	1690	1690	1690	1690	1690	1690	1690	1690	1690	20278,90
Costo del tiempo extra (USD/mes)	0	0	861	368	0	46	611	0	0	0	0	0	1885,28
Costo de Inventario (USD/mes)	7	1	0	0	4	0	0	7	9	11	9	15	63,69

Costo Total	33826,22
--------------------	----------

Anexo 20 Plan Maestro Uniformes Sublimados

Producto:	Uniformes Sublimados	Política de pedido:				L*L			
		Tiempo de espera:				1 sem.			
Cantidad disponible:	0	Agosto				Septiembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Inventario inicial		0	0	0	0	0	0	0	0
Pronóstico		23	24	23	24	34	34	34	34
Pedidos de los clientes		20	27	26	14	38	31	28	45
Cantidad en el MPS		23	27	26	24	38	34	34	45
Inicio del MPS	23	27	26	24	38	34	34	45	0
Inventario final		0	0	0	0	0	0	0	0
Inventario disponible para promesa		0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 21 Plan Maestro Familia Camisetas

Producto:	Camiseta Sport	Política de pedido:				L*L			
		Tiempo de espera:				1 semana			
Cantidad disponible:	0	Agosto				Septiembre			
	0	1	2	3	4	1	2	3	4
Inventario inicial		0	0	0	0	0	0	0	0
Pronóstico		97	97	97	98	133	133	132	131

Pedidos de los clientes		85	102	97	76	118	112	145	98
Cantidad en el MPS		97	102	97	98	133	133	145	131
Inicio del MPS	97	102	97	98	133	133	145	131	0
Inventario final		0	0	0	0	0	0	0	0
Inventario disponible para promesa		0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 1 Plan Maestro de producción Camiseta Sublimada mes de Agosto y Septiembre

Producto:	Camiseta Sublimada	Política de pedido:				L*L			
Cantidad disponible:	0	Tiempo de espera:				1 semana			
		Agosto				Septiembre			
	0	1	2	3	4	1	2	3	4
Inventario inicial		0	0	0	0	0	0	0	0
Pronóstico		63	63	63	62	45	45	44	43
Pedidos de los clientes		65	49	65	56	53	68	54	43
Cantidad en el MPS		65	63	65	62	53	68	54	43
Inicio del MPS	65	63	65	62	53	68	54	43	0
Inventario final		0	0	0	0	0	0	0	0
Inventario disponible para promesa		0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 2 Plan Maestro de producción Camiseta Tipo Polo mes de Agosto y Septiembre.

Producto:	Camiseta Tipo Polo	Política de pedido:				L*L			
Cantidad disponible:	0	Tiempo de espera:				1 semana			
		Agosto				Septiembre			
	0	1	2	3	4	1	2	3	4
Inventario inicial		0	0	0	0	0	0	0	0
Pronóstico		81	80	80	80	73	73	72	71

Pedidos de los clientes		82	76	83	71	59	76	58	78
Cantidad en el MPS		82	80	83	80	73	76	72	78
Inicio del MPS	82	80	83	80	73	76	72	78	0
Inventario final		0	0	0	0	0	0	0	0
Inventario disponible para promesa		0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 22 Plan Aproximado de capacidad

	PRODUCTOS	PERIODOS							
		1	2	3	4	5	6	7	8
MPS	Uniformes Sublimados	27	26	24	38	34	34	45	0
	Camisetas Sport	102	97	98	133	133	145	131	0
	Camisetas Sublimadas	63	65	62	53	68	54	43	0
	Camisetas Tipo Polo	80	83	80	73	76	72	78	0
CARGA									
DISEÑO	Carga Uniformes Sublimados	12,15	11,70	10,80	17,10	15,30	15,30	20,25	0,00
	Carga Camisetas Sport	5,10	4,85	4,90	6,65	6,65	7,25	6,55	0,00
	Carga Camiseta Sublimada	11,97	12,35	11,78	10,07	12,92	10,26	8,17	0,00
	Carga Camiseta Tipo Polo	4,80	4,98	4,80	4,38	4,56	4,32	4,68	0,00
	Plan De Capacidad	34,02	33,88	32,28	38,20	39,43	37,13	39,65	0,00
	Capacidad Estándar Disponible	35	35	35	35	35	35	35	35
	Desviación	0,98	1,12	2,72	-3,20	-4,43	-2,13	-4,65	35,00
	Desviación Acumulada	0,98	2,10	4,82	1,62	-2,81	-4,94	-9,59	25,41
CORTE	Carga Uniformes Sublimados	4,05	3,90	3,60	5,70	5,10	5,10	6,75	0,00
	Carga Camisetas Sport	8,16	7,76	7,84	10,64	10,64	11,60	10,48	0,00
	Carga Camiseta Sublimada	5,04	5,20	4,96	4,24	5,44	4,32	3,44	0,00
	Carga Camiseta Tipo Polo	6,40	6,64	6,40	5,84	6,08	5,76	6,24	0,00
	Plan De Capacidad	23,65	23,50	22,80	26,42	27,26	26,78	26,91	0,00
	Capacidad Estándar Disponible	35	35	35	35	35	35	35	35
	Desviación	11,35	11,50	12,20	8,58	7,74	8,22	8,09	35,00
	Desviación Acumulada	11,35	22,85	35,05	43,63	51,37	59,59	67,68	102,68
SUBLIMADO	Carga Uniformes Sublimados	3,24	3,12	2,88	4,56	4,08	4,08	5,40	0,00
	Carga Camisetas Sport	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Carga Camiseta Sublimada	3,15	3,25	3,10	2,65	3,40	2,70	2,15	0,00
	Carga Camiseta Tipo Polo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Plan De Capacidad	6,39	6,37	5,98	7,21	7,48	6,78	7,55	0,00

	Capacidad Estándar Disponible	35	35	35	35	35	35	35	35
	Desviación	28,61	28,63	29,02	27,79	27,52	28,22	27,45	35,00
	Desviación Acumulada	28,61	57,24	86,26	114,05	141,57	169,79	197,24	232,24
CONFECCIÓN	Carga Uniformes Sublimados	16,20	15,60	14,40	22,80	20,40	20,40	27,00	0,00
	Carga Camisetas Sport	18,36	17,46	17,64	23,94	23,94	26,10	23,58	0,00
	Carga Camiseta Sublimada	17,64	18,20	17,36	14,84	19,04	15,12	12,04	0,00
	Carga Camiseta Tipo Polo	16,00	16,60	16,00	14,60	15,20	14,40	15,60	0,00
	Plan De Capacidad	68,20	67,86	65,40	76,18	78,58	76,02	78,22	0,00
	Capacidad Estándar Disponible	38	38	38	38	38	38	38	38
	Desviación	-30,70	-30,36	-27,90	-38,68	-41,08	-38,52	-40,72	37,50
	Desviación Acumulada	-30,70	-61,06	-88,96	-127,64	-168,72	-207,24	-247,96	-210,46
	CONTROL DE CALIDAD	Carga Uniformes Sublimados	1,08	1,04	0,96	1,52	1,36	1,36	1,80
Carga Camisetas Sport		1,63	1,55	1,57	2,13	2,13	2,32	2,10	0,00
Carga Camiseta Sublimada		1,26	1,30	1,24	1,06	1,36	1,08	0,86	0,00
Carga Camiseta Tipo Polo		1,60	1,66	1,60	1,46	1,52	1,44	1,56	0,00
Plan De Capacidad		5,57	5,55	5,37	6,17	6,37	6,20	6,32	0,00
Capacidad Estándar Disponible		25	25	25	25	25	25	25	25
Desviación		19,43	19,45	19,63	18,83	18,63	18,80	18,68	25,00
Desviación Acumulada		19,43	38,88	58,51	77,34	95,97	114,77	133,46	158,46
PLANCHADO Y ALMACENADO	Carga Uniformes Sublimados	2,7	2,6	2,4	3,8	3,4	3,4	4,5	0
	Carga Camisetas Sport	5,1	4,85	4,9	6,65	6,65	7,25	6,55	0
	Carga Camiseta Sublimada	3,15	3,25	3,1	2,65	3,4	2,7	2,15	0
	Carga Camiseta Tipo Polo	4	4,15	4	3,65	3,8	3,6	3,9	0
	Plan De Capacidad	14,95	14,85	14,4	16,75	17,25	16,95	17,1	0
	Capacidad Estándar Disponible	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
	Desviación	5,05	5,15	5,60	3,25	2,75	3,05	2,90	20,00
	Desviación Acumulada	5,05	10,19	15,79	19,04	21,78	24,83	27,73	47,72