



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL

TEMA:

“PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN A MEDIANO PLAZO EN LA EMPRESA
TAVY SPORT DEL CANTÓN ANTONIO ANTE”

AUTOR(A): LOMAS ROSERO CARINA YOCONDA

DIRECTOR: MSC. ING. ERIK OROZCO CRESPO

IBARRA- ECUADOR

2018



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:	040176592-0		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Lomas Rosero Carina Yoconda		
DIRECCIÓN:	Bolívar, Av. Luis A. Mantilla y Alejandro Armas		
EMAIL:	cylomasr@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2287-395	TELÉFONO	2287395
		MÓVIL:	0986766681

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN A MEDIANO PLAZO EN LA EMPRESA TAVY SPORT DEL CANTÓN ANTONIO ANTE”
AUTOR (ES):	Lomas Rosero Carina Yoconda
FECHA:	2018 abril 10
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Industrial
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Erik Orozco Crespo

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **Lomas Rosero Carina Yoconda**, con cédula de identidad Nro. **040176592-0**, en calidad de autora 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

La autora 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 10 días del mes de abril de 2018

EL AUTOR:



.....

Lomas Rosero Carina Yoconda



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Lomas Rosero Carina Yoconda, con cédula de identidad Nro. 040176592-0, 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 A MEDIANO PLAZO EN LA EMPRESA TAVY SPORT DEL CANTÓN ANTONIO ANTE”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERA 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 10 días del mes de abril de 2018

.....
Lomas Rosero Carina Yoconda

C.C 0401765920



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

DECLARACIÓN

Yo, Lomas Rosero Carina Yoconda, con cédula de identidad Nro. 040176592-0, declaro bajo juramento que el trabajo de grado con el tema **“PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN A MEDIANO PLAZO EN LA EMPRESA TAVY SPORT DEL CANTÓN ANTONIO ANTE”**, corresponde a mi autoría y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Además, a través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Ibarra, 10 de abril del 2018

AUTOR:

.....
Lomas Rosero Carina Yoconda
C.C: 0401765920



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

MSc. Erik Orozco Crespo Director del Trabajo de Grado desarrollado por la señorita estudiante **LOMAS ROSERO CARINA YOCONDA**

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Trabajo de grado titulado “**PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN A MEDIANO PLAZO EN LA EMPRESA TAVY SPORT DEL CANTÓN ANTONIO ANTE**”, ha sido elaborado en su totalidad por la señorita estudiante **Lomas Rosero Carina Yoconda** bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniera 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, 10 de abril del 2018

MSc. Erik Orozco Crespo

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

Este trabajo le dedico a mi madre Amparo, quien ha sido mi luz y guía en mi vida con su amor y apoyo incondicional, fortaleciendo mi espíritu y dándome el valor para luchar día a día.

A mi padre que lo llevo siempre en mi mente y corazón, que desde el cielo me cuida y ha sido mi inspiración para alcanzar mis sueños.

Carina Lomas

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por apoyarme incondicionalmente.

A la Universidad Técnica del Norte, en especial a la Carrera de Ingeniería Industrial, por ser un segundo hogar en donde aprendí, a formarme profesional y personalmente.

Al MsC. Erik Orozco Crespo por guiar el desarrollo de este trabajo con vocación y amor a la docencia.

A la Sra. Tavita Vásquez propietaria de Tavy Sport, quien abrió las puertas de su institución para y permitirme realizar el presente trabajo.

A los verdaderos amigos, con quienes compartí mi vida universitaria.

Carina Lomas

ÍNDICE

DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
ÍNDICE	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I.....	1
1. Generalidades	1
1.1. Tema.....	1
1.2. Problema	1
1.3. Objetivos	2
1.4. Justificación.....	3
1.5. Alcance.....	4
CAPÍTULO II	5
2. Marco Teórico	5
2.1. Introducción	5
2.2. Administración de Operaciones	6
2.2.2. Los sistemas de producción.....	11
2.2.3. Filosofía de gestión de los sistemas de producción.....	11
2.2.4. Planificación, ejecución y control de la producción.	12
2.2.5. Enfoque jerárquico de la planificación de la producción.....	13
2.2.6. Análisis producto proceso.	15
2.2.7. Requerimientos del sistema de planificación de la producción.	19
2.3. Generalidades sobre los pronósticos	30
CAPÍTULO III.....	37
3. Diagnóstico del sistema de producción en la Empresa Tavy Sport.....	37
3.1. Caracterización general de la empresa textil Tavy Sport.....	37
3.1.3. Clasificación del sistema de producción	48

3.2. Diagnóstico	50
3.2.1. Análisis FODA.....	50
3.2.2 Descripción de la gestión de la producción actual	54
CAPÍTULO IV	56
1. Elaboración del Plan Agregado y Plan Maestro de Producción en la Empresa Textil Tavy Sport.....	56
4.1 Introducción	56
4.2 Plan Agregado de Producción.....	56
4.2.1 Definición de la nomenclatura de productos a planificar.....	56
4.2.2 Cálculo de las necesidades	57
4.2.3 Balance anual de carga y capacidad.....	60
4.2.4 Plan agregado de producción	63
4.3 Plan Maestro de Producción.....	65
4.4 Análisis de los resultados	66
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA.....	73
ANEXOS.....	75

ÌNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Resumen hist3rico de la administraci3n de operaciones.....	6
Tabla 2	Características del proceso.....	17
Tabla 3	Métodos de resoluci3n de Plan Agregado.....	23
Tabla 4	Métodos de resoluci3n Plan Maestro de Producci3n.....	28
Tabla 5	Principales clientes de la empresa.....	38
Tabla 6	Principales proveedores Tavy Sport.....	39
Tabla 7	Líneas de producci3n Tavy Sport.....	40
Tabla 8	Personal Empresa Tavy Sport.....	41
Tabla 9	Descripci3n de funciones por puesto de trabajo de la Empresa Tavy Sport.....	41
Tabla 10	Equipos que intervienen en el proceso productivo.....	46
Tabla 11	Matriz relaci3n producto – operaciones.....	48
Tabla 12	Costos de producci3n.....	53
Tabla 13	Resumen eventos en serie de tiempos.....	59
Tabla 14	Porcentaje de desagregaci3n.....	60
Tabla 15	Operaciones del proceso productivo.....	61
Tabla 16	Gastos de tiempos y análisis del representante tipo por familia.....	61
Tabla 17	Repercusi3n de los errores de pron3sticos para los meses de enero y febrero ..	68
Tabla 18	Variaci3n Plan Agregado Base – Plan Agregado Reajustado.....	68
Tabla 19	Análisis de indicadores.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Hilo conductor para construcción del marco teórico.....	5
Figura 2 Operaciones como función	9
Figura 3 Enfoque jerárquico Planificación y Control de la Producción	14
Figura 4 Matriz producto- proceso.....	16
Figura 5 Punto de penetración de la orden.....	19
Figura 6 Entorno de planificación de la producción	19
Figura 7 Proceso de elaboración del Plan Agregado	20
Figura 8 Proceso de elaboración de un Plan Maestro de Producción	25
Figura 9 Planificación y control de la producción	29
Figura 10 Proceso del pronóstico.....	31
Figura 11 Organigrama funcional Tavy Sport	40
Figura 12 Mapa de proceso Tavy Sport	43
Figura 13 Análisis FODA	51
Figura 14 Estrategias Debilidades-Oportunidades.....	52
Figura 15 Proceso de planificación actual	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Selección técnicas de pronósticos	75
Anexo 2 Ubicación geográfica Tavy Sport.....	76
Anexo 3 Diagrama de operaciones del proceso productivo Tavy Sport.....	77
Anexo 4 Layout Tavy Sport.....	78
Anexo 5 Diagrama Ishikawa.....	79
Anexo 6 Clasificación ABC.....	80
Anexo 7 Análisis de los patrones en los datos	81
Anexo 8 Pronóstico de períodos futuros	85
Anexo 9 Análisis estadístico descriptivo de la variable porcentaje	90
Anexo 10 Balance de carga y capacidad anual	92
Anexo 11 Plan agregado anual de producción.....	93
Anexo 12 Plan Maestro de Producción.....	95
Anexo 13 Plan de capacidad (enero y febrero)	98

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Empresa Textil Tavy Sport, surgió de la necesidad de mejorar el Sistema de Planificación de la Producción a mediano plazo, mediante la implementación de herramientas apropiadas que se encuentran descritas en las diferentes bibliografías. Este trabajo de grado tuvo como objetivo general Planificar la Producción a mediano plazo en Tavy Sport del cantón Antonio Ante.

Para el diagnóstico del Sistema de Producción se realizó mediante herramientas como diagrama Causa - Efecto, matriz FODA detectando las fortalezas, debilidades y causas que inciden en la inadecuada Planificación de la Producción.

El pronóstico es el principal insumo en el proceso de Planificación de la Producción, se elaboró para serie de tiempo total, basado en el histórico de ventas de tres años para los productos que se centran en la clasificación A. Una vez obtenido este, se desarrolló el Plan Agregado anual para posteriormente se desagregó en el Plan Maestro de Producción para cada producto (34PLL,34PTL, 34CON, 32CON,35CA, 34BL).

Se utilizaron herramientas informáticas que facilitaron el procesamiento matemático y estadístico de la información el SPSS versión 21.0, Microsoft Excel versión 2010, Minitab 17 y Forecast Pro.

Cabe mencionar que este último proporcionó el pronóstico para el año 2018, el cual la empresa desconocía. En la culminación de este trabajo se demuestra la factibilidad de aplicar las herramientas seleccionadas, facilitando la toma de decisiones en el proceso de Planificación de la Producción a mediano plazo y la incidencia en los indicadores de productividad, fiabilidad del sistema, estabilidad, y porcentaje de utilización de los recursos.

Palabras Clave

Planificación de la Producción- Pronóstico-Forecast Pro-Plan Agregado-MPS.

ABSTRACT

This research was conducted at the textile company Tavy Sport, it arose from the need to improve the production planning system in the medium term, through the implementation of appropriate tools that are described in the different bibliographies. This degree work had as general objective to plan the production in medium term in Tavy Sport in the “Antonio Ante” canton.

First, for the diagnosis of the production system were used tools such as: Ishikawa diagram, and the SWOT matrix in order to detect the main problems and causes that cause an inadequate production planning.

The prognosis is the main input in the production planning process, it was developed for Total time series, based on the historical three-year sales for products that focus on A classification. Once this was obtained, the annual aggregate plan was developed, later it was discarded in the production master plan for each product (34PLL, 34PTL, 34CON, 32CON, 35CA, 34BL).

In this research were used computer tools which eased the mathematical and statistical processing of the information SPSS version 21.0, Microsoft Excel version 2010, Minitab 17 and Forecast Pro.

It should be mentioned that the latter provided the prediction for the year 2018, which the company was unaware of. The culmination of this work demonstrates the feasibility of applying the selected tools, facilitating decision-making in the medium-term production planning process and the impact on productivity indicators, reliability of the system, stability, and actual resources utilization.

Key words

Production planning- Forecasts -Forecast Pro-Plan Agregat- MPS.

CAPÍTULO I

1. Generalidades

1.1. Tema

Planificación de la producción a mediano plazo en la empresa TAVY SPORT del cantón Antonio Ante

1.2. Problema

El campo industrial se encuentra en constante innovación en sus estructuras administrativas, productivas y de mercadeo para llegar a liderar y mantenerse en el mercado, motivo por el cual las empresas se han visto obligadas a realizar estudios en todos los estamentos de las empresas y uno de los factores más críticos es la parte productiva.

Tavy Sport es una importante empresa del sector Textil en el Cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura y Zona 1 del Ecuador. Actualmente se enfrenta con problemas en los niveles de productividad dentro de sus procesos productivos, causados por varios factores que originan efectos negativos; entre ellos se destacan: la crisis petrolera que surgió a inicios del año, el incremento de precios de las materias primas utilizadas en la elaboración de prendas de vestir, trámites de exportación de insumos, malas prácticas de manufactura y la introducción de competencia en el mercado ecuatoriano desde los países vecinos Colombia y Perú con los factores de la devaluación de peso colombiano y del sol peruano.

A esto se añade que la planificación de la producción se realiza de forma empírica, la cual de conjunto con la inexistencia de un Sistema de Gestión de la Calidad adecuado originan los problemas siguientes:

Exceso de volumen en inventarios de materia prima y sobreproducción, como consecuencia de la falta de fiabilidad en el sistema, ya que se compra mayor cantidad de materia prima de la requerida para producción. A demás se observó grandes cantidades de producto terminado debido a problemas de calidad, mismos que ocasionan llevar a cabo reprocesos que necesitan

correcciones en un 18% y un 12% de prendas rechazadas, que son devueltas constantemente por varias razones como el diseño, corte, estampado, confección, control de calidad, empaque y distribución no son los adecuados.

Otro problema que aqueja a la empresa es la distribución inequitativa en los eslabones productivos generando subutilización de los mismos, especialmente en la operación de confección, evidenciándose la acumulación de piezas que constituyen una prenda.

Ante tales exigencias, Tavysport ve necesario mejorar sus prácticas de planificación de la producción, con el fin de mejorar los niveles de productividad por encima de un 80% representada en (horas/hombre), a través del empleo de nuevas herramientas que se adapten a las condiciones de la empresa y que conlleven a alcanzar los fines planteados.

1.3. Objetivos

Objetivo General

- Planificar la producción a mediano plazo en la empresa TAVY SPORT del Cantón Antonio Ante de la provincia de Imbabura, mediante la utilización de herramientas científicamente argumentadas que incidan de forma positiva en la productividad.

Objetivos Específicos

- Realizar la revisión bibliográfica en base a los diferentes aspectos relacionados con el problema resolver, con la finalidad de construir el marco teórico de la investigación.
- Diagnosticar la situación actual en Tavy Sport, que permita identificar los problemas que afectan la gestión productiva de la empresa.
- Planificar la producción a mediano plazo, mediante la aplicación de los procedimientos de Plan Agregado y Plan Maestro de Producción derivados de la revisión bibliográfica y que conlleven al mejoramiento de la productividad en Tavy Sport.

1.4. Justificación

Frente a la situación mundial donde el petróleo dejó de ser la fuente de sustentabilidad económica de toda nación, los gobiernos de turno a nivel mundial se han visto en la necesidad de fortalecer a otros sectores productivos, para convertirse en fuentes de ingresos sostenibles en las bases económicas de toda nación. Los sistemas productivos experimentados en países desarrollados exigen en la actualidad en los mercados mundiales y nacionales, mejorar y superar estos sistemas para generar una competitividad en el mercado.

La industria textil ecuatoriana enfrenta dificultades como son, la competencia desleal, el contrabando, la falta de acuerdos internacionales que faciliten la exportación y las importaciones de productos de bajo costo. Por ejemplo, uno de los asuntos claves es la exportación, sobre todo por la falta de tratados de libre comercio con EE. UU y la Unión Europea, donde están los principales consumidores de ropa. Y el inconveniente se agrava debido a que Perú y Colombia, los grandes competidores del textil ecuatoriano, sí cuentan con este tipo de acuerdos internacionales (Cevallos, 2014). Estos tres países anteriormente mencionados tienen al sector textil y de la confección como sector estratégico y de desarrollo del territorio

En nuestro país el sector textil se encuentra asentado en todas las provincias y cantones del territorio nacional, tomando en cuenta que existe mayor concentración de producción de hilos, telas, cueros, prendas de vestir y calzado en algunos cantones. Delimitando el espacio del proyecto de investigación se ha escogido el cantón Antonio Ante, con su cabecera cantonal Atuntaqui, el cual es un referente del sector textil de la confección en la Zona 1 del territorio Nacional.

En Atuntaqui existen grandes, medianas y pequeñas empresas que se dedican a la confección de prendas de vestir en materiales textiles similares con una cadena de producción repetitiva y altos costos de producción, provocando una competencia interna mas no externa. Por tal

motivo, Ecuador se ha visto en la necesidad de reconocer la importancia del aumento de la capacidad productiva en el proceso de desarrollo económico, a través de políticas de estado que fomenten el cambio de la matriz productiva, diversificando el conocimiento y la innovación como elementos del cambio, que figura en el plan Nacional de Desarrollo en su objetivo número cinco “Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria” (CNP, 2017-2021).

Al no tener un sistema de producción establecido con las necesidades de cada una de las empresas se dificulta tener una independencia de producción y de ventas del producto, el cual dependerá de otros actores que manejan el mercado, colocando condiciones adversas al productor. Por tal motivo se pretende planificar la producción a mediano plazo en la empresa Tavy Sport del Cantón Antonio Ante con la utilización de herramientas científicamente argumentadas, que les permitirá reducir o mantener bajos inventarios, minimizar los costos de los recursos requeridos para la producción y satisfacer la demanda en un periodo determinado; lo cual incidirá directamente en el nivel de satisfacción del cliente y su productividad.

1.5. Alcance

El presente trabajo pretende demostrar los beneficios de una adecuada planificación de la producción, si se logra disminuir los problemas mencionados con anterioridad.

Además, el proceso de planificación de la producción abarcará, a nivel de Plan Agregado, todos los meses del año 2018 y a nivel de Plan Maestro de Producción los meses de enero y febrero del mismo año. Estos meses pudieran ser sustituidos por otros dos meses en aras de dar mayor actualidad en el desarrollo del presente proyecto.

CAPÍTULO II

2. Marco Teórico

2.1. Introducción

En la figura 1 se evidencia la secuencia para el desarrollo del marco teórico, se inicia con los problemas generales acerca de la administración de operaciones, su evolución histórica y su relación con el subsistema de producción. A continuación, se pasa a abordar la planificación y control de la producción bajo un enfoque jerárquico por cada uno de los niveles de planificación, enfatizando en los procesos de Planeación Agregada y Plan Maestro de Producción. También, se analiza el tema de pronósticos como insumo fundamental al proceso de Planificación y Control de la Producción. Finalmente, se profundiza un procedimiento general para el diagnóstico de la gestión productiva.

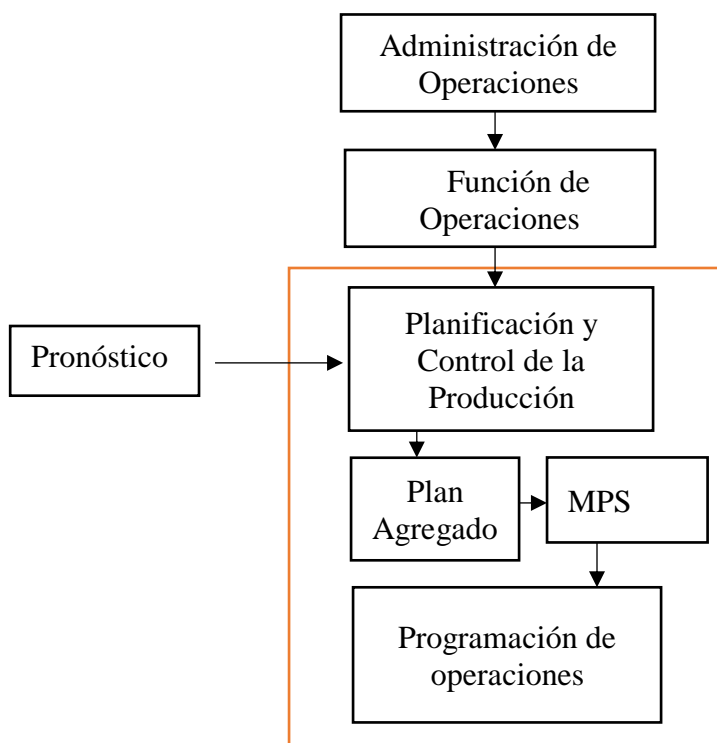


Figura 1 Hilo conductor para construcción del marco teórico (Fuente: Elaboración propia)

2.2. Administración de Operaciones

Se puede afirmar que la Administración de Operaciones ha existido desde que el hombre ha producido bienes y servicios para satisfacer sus necesidades, su historia es rica e interesante. La disciplina de la administración de operaciones ha mejorado con las contribuciones más importantes e impulsos primordiales de autores como: Eli Whitney, Frederick W. Taylor, Henry L. Gantt y Frank y Lillian Gilbreth; entre los más destacados. Con esta base, existen diversas áreas importantes que han contribuido al desarrollo evolutivo de la administración de la producción y de las operaciones resumidas en la tabla 1 (Villalobos, 2006):

Tabla 1
Resumen histórico de la administración de operaciones

Fecha aproximada	Contribución	Protagonista de la contribución
1776	Especialización de la mano de obra en la manufactura	Adam Smith
1799	Partes intercambiables, contabilidad de costos	Eli Whitney y otros
1832	División del trabajo por habilidad, asignación de puestos por habilidad, fundamentos del estudio de tiempos.	Charles Babbage
1900	Administración científica se diseñan estudios de tiempos y movimientos; división de la planeación y de las actividades de operación	Frederick W. Taylor
1901	Técnicas de programación para empleados, maquinas puestos en el área de manufactura	Henry L. Gantt
1915	Tamaño de lote económico en el control de inventarios	F. W Harris
1931	Aplicación de la inferencia estadística en la calidad del producto; graficas de control de calidad	Walter A. Shewart
1935	Aplicación del muestreo estadístico en el control de calidad y planes de inspección por muestreo	H.F Dodge y H.G Roming
1940	Aplicaciones de la investigación de operaciones en la Segunda Guerra Mundial	P.M.S Blacket y otros.
1946	Las computadoras digitales	Jhon Mauchly y J. P Eckert George B. Dantzing

1947	La programación lineal	Dantzing y William Orchard
1950	La programación matemática, procesos no lineales y estocásticos	A Charnes, W. W Cooper, H. Raiffa
1951	Computadora digital comercial, posibilidad de hacer cálculos en gran escala	Sperry Univac
1960	Comportamiento organizacional, continuación del estudio de las personas en su medio de trabajo	L. Cummings, L. Porter
1970	Integración de las operaciones en las estrategias de sistemas globales. Aplicación de las computadoras en la manufactura, en la programación y control, y la planeación de requerimientos de materiales (MRP)	W. Skinner J. Orlick and O. Wright
1980	Aplicación de las técnicas japonesas de calidad productividad; Robótica, diseño con la ayuda de la computadora y manufactura con ayuda de la computadora (CAD/CAM)	W.E Deming y J. Juran

Fuente:(Adam & Ebert, 1991)

En la Administración de Operaciones surgieron avances debido a las contribuciones de otras disciplinas, integradas coherentemente en los más altos niveles de estrategia y de política organizacional a fin de ofrecer un liderazgo preciso, no diverso y fragmentado, hoy en día la función operacional tiene un renovado papel como elemento estratégico fundamental para la satisfacción de las necesidades de los consumidores.(Adam & Ebert, 1991)

Para definir la administración de operaciones se analiza los conceptos por diferentes autores, entre las más relevantes se encuentran:

- Se define como el diseño, operación y mejoramiento de los sistemas que crean y proporcionan los productos y servicios primarios de una empresa. La administración de operaciones provee una manera sistemática de considerar los procesos organizacionales. (Jacobs & Chase, 2014)
- El diseño, dirección y control sistemáticos de los procesos que transforman los insumos en servicios y productos para los clientes internos y externos. (Krajewski et al., 2013)

- La administración de operaciones es la disciplina que estudia la planeación, organización, dirección y control de las operaciones productivas. (Negrón, 2009)

Además, se conceptualiza el termino operaciones que va conjuntamente con la definición de administración de operaciones:

- Es el conjunto de actividades que se relacionan con la creación de bienes y servicios mediante la transformación de insumos en productos. (Heizer & Render, 2009)
- Son las actividades necesarias para producir los bienes y servicios que ofrecen las empresas y las organizaciones dedicadas a la producción de manufacturas y servicios. (Negrón, 2009)

Una vez analizado los conceptos anteriores, se define a los administradores de operaciones:

- Los administradores de operaciones recuren a muchas áreas de habilidades, usan el análisis cuantitativo para resolver problemas, el conocimiento de sistemas de información para manejar grandes cantidades de datos, los conceptos del comportamiento organizacional como ayuda para diseñar trabajos y conocimiento de diversos métodos de negocios para extraer ideas útiles sobre localización de instalaciones, tecnología y administración de inventarios. (Carro & Gonzales, 2010)

Es decir, la administración de operaciones es la responsable de la producción y de la entrega de bienes o servicios de valor para los clientes de la organización. Los administradores de operaciones toman decisiones para administrar el proceso de transformación que convierte los insumos en los productos terminados o los servicios deseados. (Schroeder et al., 2011)

2.2.1. Función de operaciones.

Las operaciones son una función fundamental en la compañía en conjunto con la de mercadotecnia y las finanzas, estas áreas se interesan en un aspecto particular de la responsabilidad o de la toma de decisiones en una organización, su finalidad es la de encontrar

una o varias ventajas competitivas para la compañía, cuanto más diferenciadas de la competencia y más sostenibles, mejor. La función de operaciones se encarga de transformar una entrada de materia prima en un producto elaborado, con un valor agregado que en el inicio del proceso no tenía y que es algo apreciado por el cliente. (Management, 2011)

En la figura 2 se muestra que las operaciones son una de las múltiples funciones que realiza la organización. Por lo general suele designarse una dirección para cada una de las funciones, sin embargo, muchas de estas funciones están relacionadas entre sí, por lo que la coordinación y la comunicación efectiva son esenciales para alcanzar las metas de una organización.

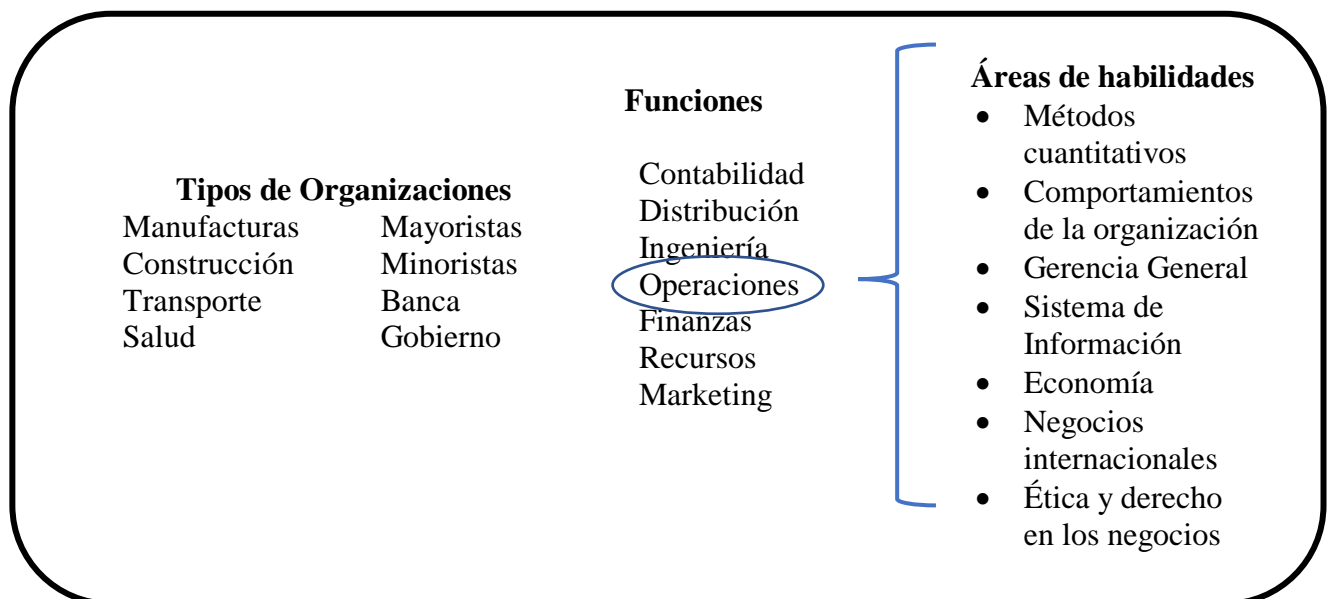


Figura 2 Operaciones como función (Fuente: (Carro & Gonzales, 2010)

En la mayoría de empresas el área de operaciones es responsable de la transformación real de los insumos en productos o servicios terminados, por lo cual los gerentes de operaciones recurren a muchas áreas de habilidades, conforme se describe a continuación:

Según el pensamiento de Noori y Radford (1997), las áreas de habilidades de la Dirección de Operaciones están conformadas por:

- Calidad, estrategia y organización de las operaciones para competir.
- Administración de la demanda. Productos de calidad

- Estrategias de capacidad, proceso y operaciones
- Planeamiento y control
- Costos orientados al usuario
- Mirada hacia el futuro de las operaciones

Ricardo F. Solana, en su libro “Producción- su organización y administración en el umbral del tercer milenio”, realiza la siguiente clasificación del alcance de las tareas de las operaciones.

- El sistema de producción
- Estrategia
- Táctica
- Logística
- Control superior y desarrollo

Finalmente, Chase & Jacobs, quienes hablan de la “5p” que componen la Dirección de Operaciones

- Personas, la fuerza laboral
- Plantas, lugares donde se produce
- Partes, los materiales
- Procesos, equipo y tecnología
- Planeación, sistemas de planificación, información y control.

Los sistemas de planificación y control, los procesos de información para operar el sistema estas funciones relativas al producto que revisten mayor relevancia desde el punto de vista de las operaciones son costo, calidad y entrega; mientras que a las relativas al sistema de producción son flexibilidad, confiabilidad, perdurabilidad y seguridad.(Carro & Gonzales, 2010)

2.2.2. Los sistemas de producción.

Un sistema de producción puede ser visto como un conjunto de actividades dentro del cual la creación del valor puede ocurrir. En un extremo del sistema están los inputs. En el otro extremo están los outputs. Conectando a ambos están una serie de operaciones o procesos, almacenajes e inspecciones. Esto es necesario para operar en forma efectiva, tener sistemas que le permitan lograr eficientemente el tipo de producción que realiza. Estos consisten en mano de obra, equipos y procedimientos diseñados para combinar los materiales y procesos que constituyen sus operaciones de manufactura. (Linarte, 2011)

(Robles, 2013) refiere que los sistemas productivos se pueden clasificar según diversos criterios. Una primera clasificación es según el carácter tangible o intangible del producto, otra posibilidad es según el tipo de producto y el proceso, también según el volumen y variedad de productos manufacturados y por último clasificarlos según el flujo de materiales.

2.2.3. Filosofía de gestión de los sistemas de producción.

La gestión de producción es la responsable en una organización, ya sea de negocios o servicios, de la producción de bienes y servicios.

Adelso Díaz (1993) plantea que "la gestión de la producción se ha convertido en un arma fundamental para la mejora de la competitividad en las que se hayan inmersas la mayoría de las empresas", por otra parte, la gestión de la producción es un conjunto de responsabilidades y de tareas que deben ser satisfechas para que las operaciones de la producción sean realizadas respetando las condiciones de calidad, plazo y costo que se desprenden de los objetivos de la empresa. (Avgrafoff, 1995).

(Carvajal, 2013) plantea que entre las filosofías de gestión mayormente aplicadas en las empresas de la producción son:

La Planificación de Requerimientos de Material o (*Material Requirement Planning*) MRP básicamente proporciona un programa de la producción y de los abastecimientos, de acuerdo

con los pronósticos de ventas con la compañía, los estándares de producción y los tiempos de entrega de los proveedores. Además, es válido aclarar que grandes empresas como Good Year dedicada a la producción de neumáticos y 3M Corporation una multinacional dedicada a investigar, desarrollar, manufacturar y comercializar tecnologías diversificadas han implementado dicha metodología en sus empresas obteniendo resultados satisfactorios.

También se describe la filosofía Justo a Tiempo que se traduce en un sistema que tiende a producir justo lo que se requiere, cuando se necesita, con excelente calidad y sin desperdiciar recursos del sistema, como ejemplo de la aplicación de esta filosofía tenemos a Toyota y General's Motors organizaciones que fabrican y comercializan autos mundialmente, con un enfoque a esta filosofía como un proceso de mejora continua, esto lo consiguen mediante la implantación de varias técnicas y mediante la reorganización de distintas funciones ya existentes.

Además, (Galeano, 2006) establece que la Teoría de las Restricciones, es un modelo sistémico de gestión. Sistémico significa que ve a la organización como un sistema y no como una suma de partes. Todo sistema productivo, y cualquier organización se centran en generar valor con un coste y tienen un tiempo de respuesta. Empresas como Ford Motor Company e IMUSA, han implementado este modelo obteniendo una óptima operatividad de sus sistemas e incrementando su tasa de generación de valor.

2.2.4. Planificación, ejecución y control de la producción.

Las actividades productivas y de manera especial la planificación y control de la producción deben conceptualizarse, descrito por los siguientes autores:

- Se trata de proyectar el futuro deseado, los medios necesarios y las actividades a desarrollarse para conseguirlo. (J. Domínguez Machuca, M. Alvarez Gil, M. Domínguez Machuca, S. García González, & A. Ruiz Jiménez, 1995)

- La planeación es proceso de definición de la cantidad y cronología de la producción sobre un rango de tiempo determinado, ajustando la tasa de producción, empleo, inventarios, horas extras, subcontratación y otras variables controlables.(Villalobos, 2006)

Por lo que se podría concluir que la Planificación, Ejecución y Control de la Producción es un proceso por el cual se planea los recursos necesarios para llegar a la demanda pronosticada en un cierto horizonte de tiempo, en otras palabras, es el conjunto de actividades con el objetivo de adecuar la capacidad existente con las necesidades derivadas de la demanda a satisfacer.(Paredes Roldán, 2001)

2.2.5. Enfoque jerárquico de la planificación de la producción.

Para el alcance de la misión y visión organizacional, toda empresa debe diseñar un proceso de planificación que garantice y simplifique las tareas y actividades necesarias para tal fin. Dicho proceso debe ser coherente, sistemático y que enlace los distintos niveles jerárquicos de la misma. El proceso debe integrar verticalmente los objetivos estratégicos, tácticos y operativos, las áreas funcionales de la empresa deben relacionarse horizontalmente. En la figura 3, se muestra el enfoque jerárquico de un sistema de planificación y control de la producción.

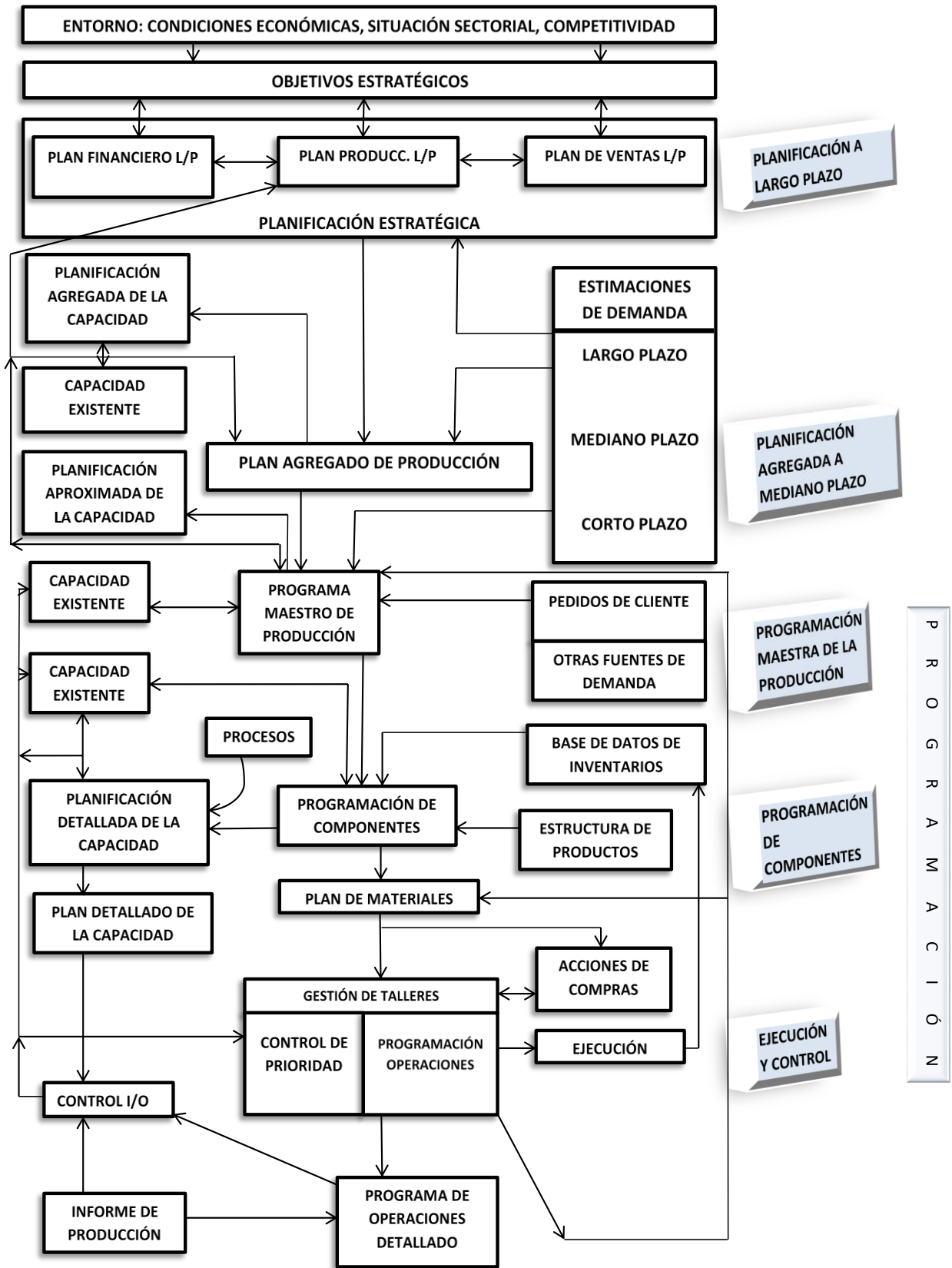


Figura 3 Enfoque jerárquico Planificación y Control de la Producción (Fuente : (J. A. Domínguez Machuca, 1995)

Para que la planificación se pueda llevar a cabo, se requiere como input la demanda pronosticada, cuya información se utiliza en la elaboración del plan de producción, plan agregado de producción y del programa maestro de producción.

Los niveles de planificación utilizan distintos tipos de unidades, que de menor a mayor grado de agregación, podemos distinguir (J. Domínguez Machuca et al., 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.

2.2.6. Análisis producto proceso.

Es una representación gráfica en la cual se establece una clasificación de los procesos productivos, de acuerdo con el volumen de producción y la flexibilidad. (Jacobs & Chase, 2014) menciona que una estructura del flujo del proceso se refiere a la forma en la que un fabricante organiza el flujo de material utilizando uno o más tipos de procesos. De esta manera, (Hayes & Wheelwright, 1984) identifican los siguientes tipos de proceso:

- *Taller de trabajo*, se refiere a la producción de pequeños lotes de una gran cantidad de productos diferentes, la mayoría de los cuales requiere una diferente serie de procedimientos.

- *Taller de lote*, en este caso ya existe una línea de productos más estandarizada y lo único que varía son pequeñas modificaciones en alguna de las partes del producto. De la misma manera, el trabajo es más estandarizado.
- *Línea de ensamble o cadena de montaje*, se refiere a la producción de diferentes tipos de componentes que se van trasladando de una estación a otra a un ritmo estándar y siguiendo una secuencia necesaria de producción.
- *Flujo continuo*, en este caso, la producción es más automatizada y los productos no varían en su forma, es decir, estos casi siempre siguen siendo los mismos.

De esta manera, los tipos de proceso anteriormente descritos se podrían clasificar en la figura 4, la cantidad de producción y el nivel de complejidad.

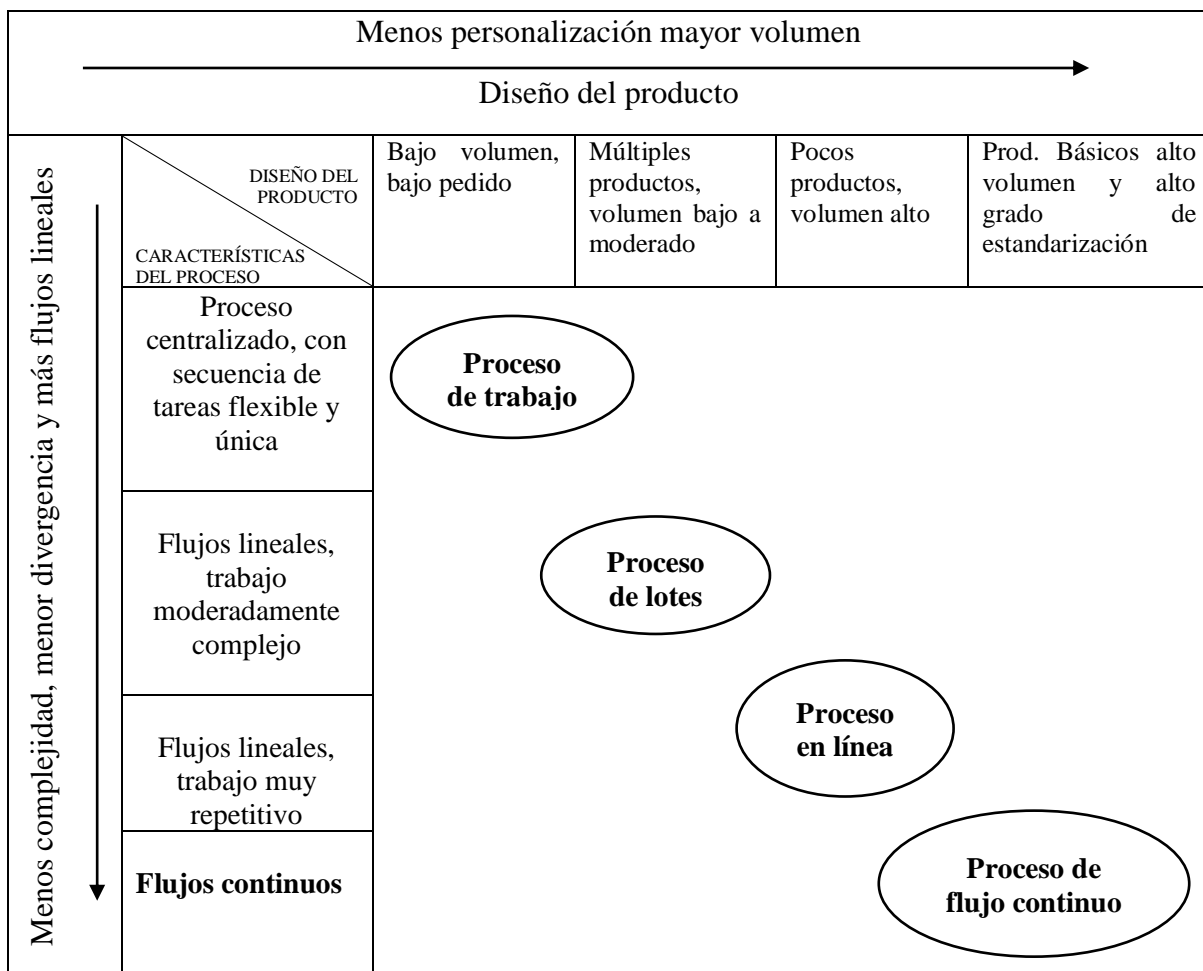


Figura 4 Matriz producto- proceso (Fuente: Krajewski, 2013)

Es importante considerar a la flexibilidad de los recursos en todo proceso productivo, ya que esto le garantizará a la empresa si es que tiene la capacidad suficiente para cumplir con la demanda pronosticada.

Con el objeto de argumentar la valoración sobre el sistema productivo, es necesario conocer cuál es la clasificación del mismo como se describe en la tabla 2.

Tabla 2
Características del proceso

Características del producto	Continuo y líneas de ensamble	Lote y talleres de trabajo	Proyecto
TIPO DE ORDEN			
	Continuo o lote	Lote	Una sola unidad
Flujo del producto	Secuenciado	Discontinuo	Ninguno
Variedad del producto	Baja	Alta	Muy alta
Tipo de mercado	En masa	Personalizado	Único
Volumen	Alto	Mediano a bajo	Una sola unidad
MANO DE OBRA			
Habilidades	Bajo	Alto	Alto
Tipo de tarea	Repetitivo	No rutinario	No rutinario
Remuneración	Mediana	Alta	Alta
CAPITAL			
Inversión	Alta	Mediana	Mediana
Inventario	Bajo	Alto	Pequeño
Equipo	Para propósitos especiales	Para propósitos generales	Para propósitos generales

OBJETIVOS

Flexibilidad	Baja	Mediana	Alta
Costo	Bajo	Medio	Alto
Calidad	Conformidad	Conformidad	Conformidad
Entrega	Puntual	Puntual	Puntual

Fuente: (Schroeder et al., 2011)

Otra decisión fundamental para las operaciones es la manera en que las ordenes de los clientes se abastecen, ya sea que el producto deba elaborarse de acuerdo con las especificaciones de una orden, ensamblarse de conformidad con las especificaciones de una orden que se produzca para almacenarse en un inventario. Existen ventajas y desventajas de cada una de estas situaciones:

- *Make to stock* (producción para almacenamiento), puede brindar un servicio más rápido a los clientes por medio de la entrega de órdenes que estén en el inventario a costos más bajos.
- *Make to order* (producción a la orden), entraña una flexibilidad más alta de personalización del producto, su servicio relativamente rápido. Además, el ciclo de producción y el cumplimiento de la orden empiezan con el pedido del cliente.
- *Assemble to order* (ensamblado a la orden), es como un híbrido este hace posible un servicio relativamente rápido y también es flexible.

El tipo de orden del cliente, sea este de producción para almacenamiento, producción a la orden o ensamblado a la orden, determina el *punto de penetración de la orden* en la cadena de suministro donde está vinculado con la orden específica del cliente.

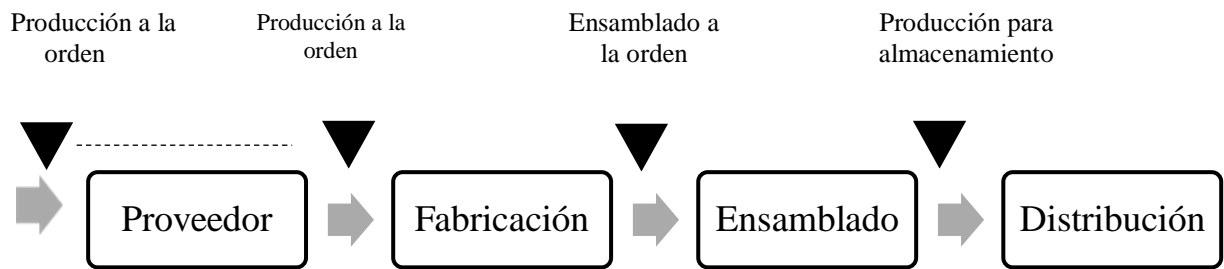


Figura 5 Punto de penetración de la orden (Fuente: (Schroeder, Goldstein, & Rungtusanatham, 2011)

En la figura 5 se muestra las cuatro posibilidades para la ubicación del punto de penetración de la orden. (Schroeder et al., 2011)

2.2.7. Requerimientos del sistema de planificación de la producción.

En la figura 6 se muestra los factores internos y externos que constituyen el entorno de planificación de la producción. En general, el medio externo se encuentra fuera del control directo del responsable del plan, pero en algunas empresas es posible manejar la demanda del producto. Mediante una cooperación estrecha entre marketing y operaciones, con las actividades promocionales y la reducción de precios que se crean durante periodos de recesión. Por el contrario, cuando la demanda es alta, es posible reducir las actividades promocionales y elevar los precios para maximizar los ingresos obtenidos de los productos o servicios que la empresa tiene la capacidad de proporcionar.



Figura 6 Entorno de planificación de la producción (Fuente: (Jacobs & Chase, 2014)

Los factores internos mismos difieren en cuanto a la capacidad para controlarlos. Por lo general, la capacidad física (planta y equipo) es casi fija en el corto plazo; a menudo, existen limitaciones en los cambios de mano de obra; no siempre es posible incrementar la capacidad física, y es probable que la alta gerencia limite la cantidad de dinero relacionada con los inventarios. Aun así, siempre hay cierta flexibilidad al manejar estos factores, y los responsables de planificar la producción pueden aplicar una de las estrategias de planificación de la producción, o una combinación de ellas.

2.2.8. Plan Agregado de Producción.

El Plan Agregado de Producción, convierte los planes de negocios anuales y trimestrales en extensos planes sobre la fuerza de trabajo y la producción para un plazo intermedio (de 3 a 18 meses). El objetivo del Plan Agregado de operaciones es reducir al mínimo el costo de los recursos necesarios para cubrir la demanda durante ese periodo.

Como también, especificar la combinación óptima de índice de producción, nivel de la fuerza de trabajo e inventario a la mano. El índice de producción se refiere al número de unidades terminadas por unidad de tiempo, el nivel de la fuerza de trabajo es el número de trabajadores necesario para la producción. El inventario a la mano es el inventario no utilizado que quedó del periodo anterior. (Jacobs & Chase, 2014). Para implementar un plan agregado adecuado se debe seguir las indicaciones en la figura 7.

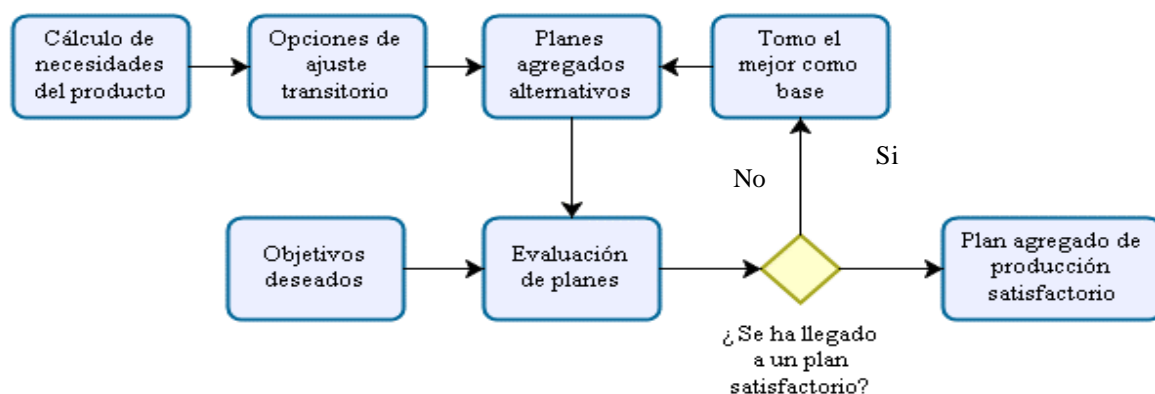


Figura 7 Proceso de elaboración del Plan Agregado (Fuente: Krajewski et al., 2013)

Chase & Jacobs(Jacobs & Chase, 2014) menciona que, en esencia, hay tres estrategias de planificación de producción, que comprenden cambios en el tamaño de la mano de obra, horas de trabajo, inventario y acumulación de pedidos.

- *Estrategia de ajuste*, igualar el índice de producción con el índice de pedidos contratado y despedir empleados conforme varía el índice de pedidos. El éxito de esta estrategia depende de tener un grupo de candidatos a los que se les pueda capacitar con rapidez y de dónde tomar empleados cuando aumente el volumen de pedidos.
- *Mano de obra estable, horas de trabajo variables*, variar la producción ajustando el número de horas trabajadas por medio de horarios laborales flexibles u horas extra. Al variar el número de horas, es posible igualar las cantidades de la producción con los pedidos.
- *Estrategia de nivel*, mantener una mano de obra estable con un índice de producción constante. La escasez y el superávit se absorben mediante la fluctuación de los niveles de inventario, pedidos acumulados y ventas perdidas.

Cuando solo se utiliza una de estas variables para absorber las fluctuaciones de la demanda, se conoce como estrategia pura; dos o más estrategias combinadas constituyen una estrategia mixta. Es de recalcar que las estrategias mixtas son más frecuentes en la industria.

- *Subcontratación*, además de estas estrategias, los gerentes también pueden subcontratar parte de la producción. Esta estrategia es similar a la de ajuste, pero las contrataciones y despido se cambian por la decisión de subcontratar o no.

Dada la naturaleza y funciones del Plan Agregado, la elección del plan más adecuado deberá tener en cuenta, al menos los siguientes factores: las limitaciones del entorno, las políticas de la empresa, los costes y la satisfacción del cliente (J. Domínguez Machuca et al., 1995).

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

Para la resolución del problema de la planificación agregada de la producción, la mayoría de los métodos se pueden clasificar en tres grupos: en primer lugar, métodos de comparación de alternativas; en segundo lugar, métodos que utilizan reglas de decisión; y por último métodos basados en modelos de programación matemática como se muestra en la tabla 3. (Boiteux, Corominas Subias, & Lusa García, 2007).

Tabla 3
Métodos de resolución de Plan Agregado

MÉTODO	CARACTERÍSTICAS	AUTOR
Métodos de comparación de alternativas		
Método Gráfico	Propone un método de la producción agregada a lo largo de un periodo de tiempo, mediante una gráfica en la que relaciona cantidad de producción con tiempo.	Buffa E.S. y Sarin R.K. (1992) Mize J.H. et al. (1971) Chase R.B. et al. (2000) Davis M.M. et al. (2001) Krajewski L.J. y Ritzman L.P. (2005) Companys R. y Corominas A. (1989) Dominguez M. J. et al. (1995)
Hoja de cálculo	Es una herramienta para desarrollar un plan, comparar el plan obtenido con otros planes y, por último, modificarlo según se requiera hasta estar satisfechos con los resultados.	Heizer J. y Render B. (2001) Mize J.H. et al. (1971) Davis M.M. et al. (2001) Krajewski L.J. y Ritzman L.P. (2005) Companys R. y Corominas A. (1989)
Métodos con reglas de decisión		
LDR	El método se basa en el desarrollo de una función cuadrática de los costes asociados con la nómina regular, cambios en la cantidad de producción, stock, horas extras, nuevas contrataciones y despidos, de la cual se obtienen, derivando e igualando a cero para minimizar el coste total.	Holt C.C. et al. (1960) Buffa E.S. (1968a) Chase R.B. et al. (2000) Hax A.C. (1978) Eilon S. (1982) Fogarty D.W. et al. (1991) Companys R. y Corominas A. (1989) Dominguez M. J. et al. (1995) Heizer J. y Render B. (2001)
Coeficientes gerenciales	Trata matemáticamente un modelo en el que aparecen una función objetivo y unas restricciones con dichas variables, a uno descriptivo en el que se busca la forma en que los expertos agregan, informaciones disponibles para transformarlas en decisiones	Buffa E.S. y Taubert W. H. (1972) Chase R.B. et al. (2000) Krajewski L.J. y Ritzman L.P. (2005) Companys R. y Corominas A. (1989) Dominguez M. J. et al. (1995)
Métodos de programación lineal		
Método de transporte	Método el cual propone como origen los binomios formados por la alternativa de producción (producción en horas regulares, en horas extras y subcontratación) y el periodo en que se produce; y como destino los periodos a los a los que asignará la entrega de dichas producciones.	Buffa E.S. y Taubert W. H. (1972) Chase R.B. y Aquilano N.J. (1992) Krajewski L.J. y Ritzman L.P. (2005) Fogarty D.W. et al. (1991) Dominguez M. J. et al. (1995) Heizer J. y Render B. (2001)
SDR	La construcción del modelo de costes o beneficios lo más real posible, expresándolo en la forma de una subrutina de computadora que tenga la capacidad de calcular el coste asociado con cualquier conjunto dado de valores de las variables de decisión.	Buffa E.S. y Taubert W. H. (1972) Chase R.B. y Aquilano N.J. (1992) Hax A.C. (1978) Krajewski L.J. y Ritzman L.P. (1987) Fogarty D.W. et al. (1991) Blocher J.D. y Chand S. (1992) Heizer J. y Render B. (2001)

Programación lineal	La programación lineal (PL), la programación lineal entera (PLE) y la programación lineal entera mixta (PLEM) constituyen herramientas muy poderosas para resolver los modelos de planificación agregada.	Chase R.B. y Aquilano N.J. (1992) Johnson L. y Montgomery (1974) Krajewski L.J. y Ritzman L.P. (2005) Larrañeta J. et al. (1988) Fogarty D.W. et al. (1991) Companys R. y Corominas A. (1989) Blocher J.D. y Chand S. (1992) Dominguez M. J. et al. (1995) Heizer J. y Render B. (2001) Miranda G. F. et al. (2005)
---------------------	---	--

Fuente:(Boiteux et al., 2007)

2.2.9. Plan Maestro de Producción.

Dentro del aspecto táctico la clave de la programación maestra, eficaz en cualquier negocio, es la estructura apropiada de las listas de materiales y la selección el nivel correcto en las listas, por lo cual se define (J. Domínguez Machuca et al., 1995) al MPS (Master Plan Schedule) como la herramienta del cual depende la programación de componentes y, con ella, la de personal, equipos, compra de materiales necesarios para llevarlo a cabo.

El objetivo de MPS es formalizar el Plan de Producción y lo convierte en requerimientos específicos de materias primas y capacidad. Entonces deben ser evaluadas las necesidades de mano de obra, materia prima y equipo para cada trabajo. Por esto, el MPS maneja la producción entera y el sistema de inventarios estableciendo metas de producción específicas y respondiendo a la retroalimentación de todo el flujo de operaciones.(Villalobos, 2006)

El MPS debería tener suficiente estabilidad como para que la fabricación pudiese garantizar su ejecución y suficiente flexibilidad como para obtener una respuesta competitiva ante posibles cambios de la demanda, por lo cual se debe seguir el siguiente proceso detallado en la figura 8.

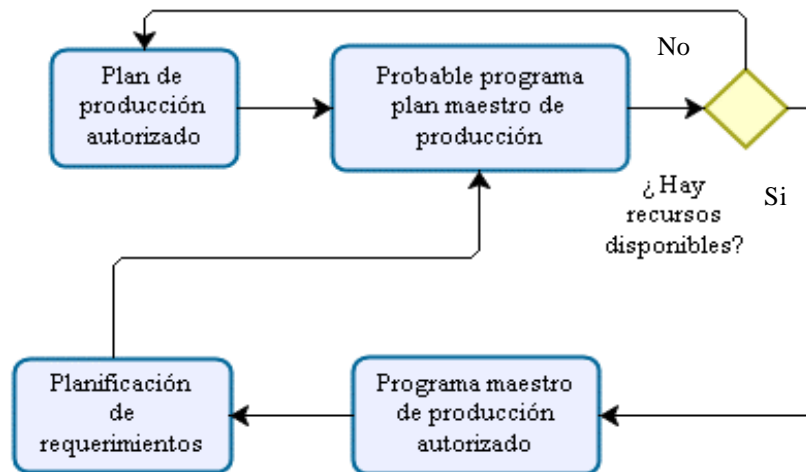


Figura 8 Proceso de elaboración de un Plan Maestro de Producción (Fuente: (Krajewski, Manoj, & Ritzman, 2013))

- Calcular los inventarios disponibles proyectados

El primer paso consiste en calcular el inventario disponible proyectado, que es una estimación de la cantidad de inventario disponible cada semana, una vez que se ha satisfecho la demanda:

$$\left(\begin{array}{l} \text{Inventario disponible} \\ \text{proyectado al final} \\ \text{de esta semana} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{l} \text{Inventario disponible} \\ \text{al final de la} \\ \text{semana pasada} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{l} \text{Cantidad que segun el MPS} \\ \text{debe haber al} \\ \text{principio de semana} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{l} \text{Requerimientos} \\ \text{proyectados} \\ \text{para esta semana} \end{array} \right)$$

Es posible que en algunas semanas no aparezca en el MPS una cantidad para un producto ya que existe un inventario suficiente.

- Determinar las fechas y la magnitud de las cantidades en el MPS

La meta de determinar las fechas y la magnitud de las cantidades en el MPS es mantener un saldo no negativo del inventario disponible no proyectado. Cuando se detectan faltantes en el inventario será necesario programar cantidades adecuadas en el MPS para compensarlos. Es decir, conocer la técnica de dimensionamiento de lote y el lead time de los mismos.

Entre estas técnicas, tenemos las siguientes:

- *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 coste 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.
- *Determinar las cantidades disponibles para promesa (ATP: available to promise inventory)*

Información que el MPS le suministra a marketing y cuyas cantidades se pueden prometer en nuevos pedidos.

$$ATP = (\text{Cantidad en el MPS}) - (\text{Pedido de los clientes})$$

Dentro de las estrategias a tomar en cuenta en el MPS (Carro & Gonzales, 2010), menciona las siguientes:

- *Estrategia de fabricación para stock*, la empresa focalizada en el producto tiende a usar esta estrategia en la cual mantiene los ítems en stock de productos terminados para el despacho inmediato de los mismos.
- *Estrategia de ensamble por órdenes* permite elaborar productos con distintas opciones cambiando unos pocos ensambles o componentes después de que las ordenes han sido recibidas.
- *Estrategia de fabricación por órdenes*, esta brinda a la empresa una oportunidad de tener un alto grado de personalización de los productos.

En el MPS existen costos implícitos los cuales se detallan a continuación

- *Congelación del MPS*, el programa maestro de producción es el fundamento de todos los programas de elementos finales, subunidades, componentes y materiales.
- Los cambios al MPS suelen ser costosos, sobre todo si se alteran las cantidades del MPS que deberán completarse pronto.

- Los incrementos en una cantidad del MPS llegan a causar desabasto de materiales, demoras en las entregas a los clientes y costos excesivos de expedición.
- Las reducciones en las cantidades del MPS pueden dar lugar a que una parte de los materiales o componentes se quede sin utilizar (por lo menos hasta que vuelvan a necesitarse) y que se use capacidad valiosa para crear productos que no se necesitan.

Se producen costos similares cuando se modifican las fechas pronosticadas en las cuales se necesitarán las distintas cantidades del MPS. Por estas razones, muchas empresas, en particular las que aplican una estrategia de fabricación para mantener en inventario y concentran sus esfuerzos en las operaciones de bajo costo, acostumbran congelar la parte de su MPS que corresponde al corto plazo; es decir, no permiten que se le hagan cambios.

Conciliación del MPS, con los planes de ventas y operaciones En virtud de que el programa maestro de producción se basa tanto en los pronósticos como en los pedidos que realmente se reciben, puede diferir del plan de ventas y operaciones cuando se suman los diferentes periodos en un mes, la gerencia tendría que revisar hacia arriba el plan de ventas y operaciones, autorizando recursos adicionales para igualar la oferta con la demanda, o reducir las cantidades en el MPS a fin de ajustarlas al plan de ventas y operaciones.

Los programas maestros de producción son la base de las actividades de la planta y los proveedores, por lo que deben estar sincronizados con los planes de ventas y operaciones para garantizar que las decisiones de planificación de la empresa se implementen realmente de manera continua.

Con respecto a las técnicas existentes para desagregar el Plan Agregado y traducirlo a un MPS, se han desarrollado algunos modelos analíticos y de simulación ver tabla 4 los cuales, a juicio de los autores citados, adolecen de los mismos problemas de la planificación agregada, siendo los de mayor uso por parte de los empresarios, los métodos de prueba y error.(Sarache, 2003)

Tabla 4
Métodos de resolución Plan Maestro de Producción

MÉTODO	CARCATERÍSTICA	AUTOR
Método de corte y ajuste	Pone a prueba diversas distribuciones de la capacidad para los productos en un grupo hasta que se determine una combinación satisfactoria	Monks, (1991)
Métodos de programación matemática	Modelos de optimización que permiten la minimización de los costos.	Domínguez Machuca,(1995)
Métodos heurísticos	Al igual que en la planeación agregada, permiten llegar a soluciones satisfactorias, aunque no óptimas	Schroeder, (1992) Narasimhan ,(1996)
Planificación de capacidad usando factores agregados (CPOF, Capacity Planning Using Overall Factors).	Método basado en la utilización de los datos históricos de la producción de los productos finales para definir factores de utilización.	Vollmann (1997)
Listas de capacidad (Capacity Bills).	Esta técnica permite calcular, con criterios objetivos, las cargas que va a provocar el PMP en los diferentes Centros de Trabajo	Vollmann (1997)
Perfiles de recursos (Resource profiles).	Esta técnica intenta corregir uno de los inconvenientes básicos de las Listas de Capacidad	Vollmann (1997)

Fuente:(Sarache, 2003)

2.2.10. Planes y controles de capacidad.

El objetivo principal de la planeación de la capacidad es asegurarse que la capacidad esté disponible para cumplir con los planes de producción, la capacidad debe estar disponible en los períodos de tiempo correctos para que la producción pueda completarse en las fechas correctas ver figura 9. Si la capacidad disponible no es suficiente entonces deben cambiarse los planes y adaptarse a la capacidad que se tenga. Sin la provisión adecuada o el reconocimiento de que existe capacidad en exceso, los beneficios de los sistemas de planeación de control de manufactura no pueden alcanzarse completamente.

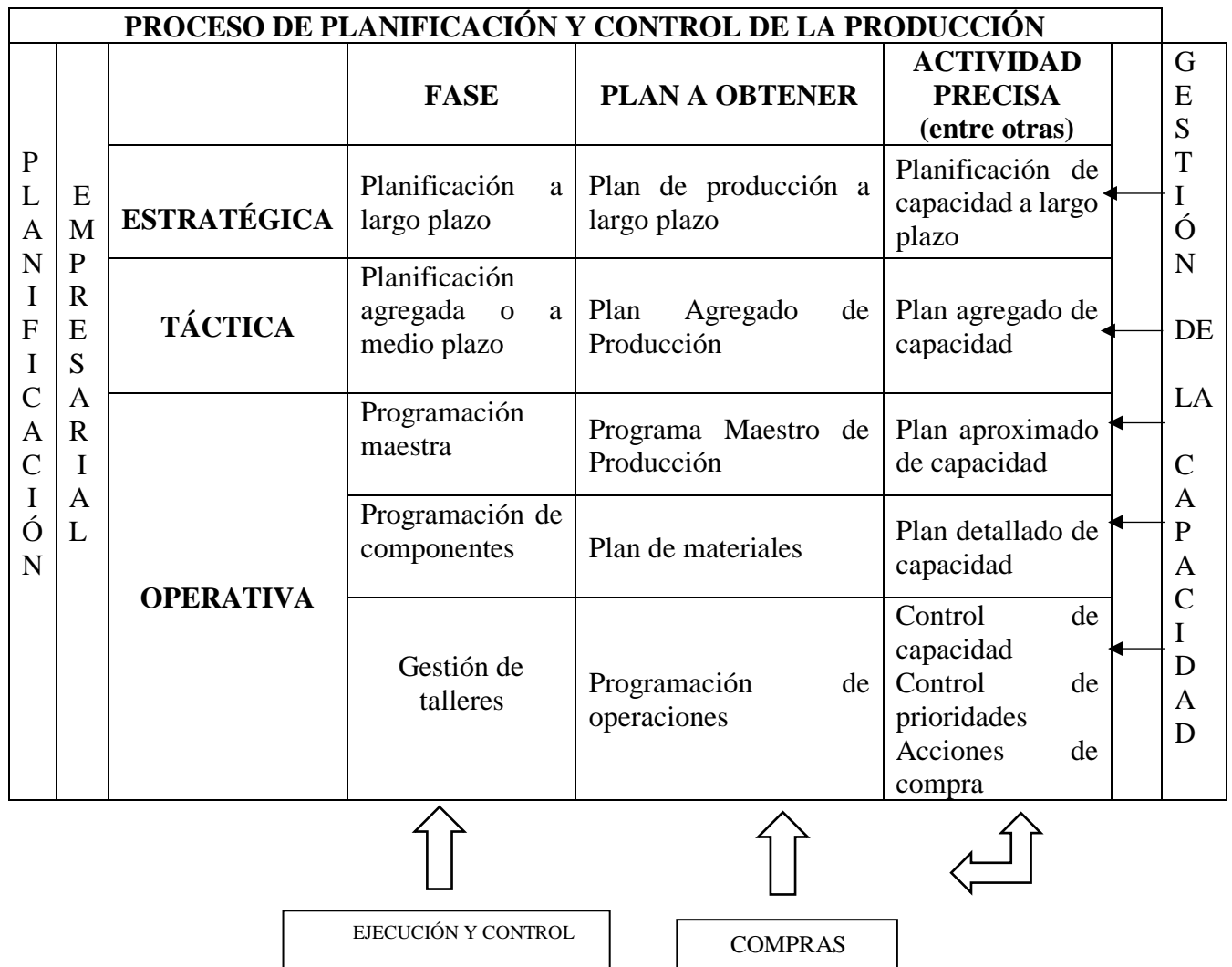


Figura 9 Planificación y control de la producción (Fuente: (J. A. Domínguez Machuca et al., 1995)

Las técnicas de planeación de la capacidad utilizando factores agregados (CPOF), esta técnica está basada en datos de contabilidad y en un enfoque para planear la capacidad a grosso modo y hacer sobre una base manual. Los datos de entrada vienen del MPS, este procedimiento está basado sobre factores de planeación derivados de estándares o datos históricos. Cuando estos factores son aplicados a los datos del MPS, los requerimientos en horas/máquina y horas/ hombre pueden estimarse.(Durazo, 2006).

2.3. Generalidades sobre los pronósticos

Según (Heizer & Render, 2009) pronosticar es la ciencia y arte de predecir los eventos futuros. Puede implicar datos históricos y su proyección hacia el futuro mediante algún tipo de modelo matemático, puede ser una predicción subjetiva o intuitiva.

De la misma manera (Chapman, 2006) enuncia la definición básica de la formulación de pronósticos es una técnica para utilizar experiencias pasadas con la finalidad de predecir expectativas del futuro. Sin importar el pronóstico del sistema este es necesario para toda organización ya que contribuye a estimar el comportamiento futuro de alguna variable ya sea a corto, mediano o largo plazo, es el punto de partida para la planeación. Principalmente los pronósticos son importantes por qué permiten realizar una correcta planeación de nuevas instalaciones, planificar la producción y programar la fuerza de trabajo. Con lo anterior es importante saber también que, para fines administrativos que tengan como objetivo una mejor planeación en la empresa puede ser esta pública o privada, el proceso del pronóstico y sus resultados deben presentarse de forma eficaz a fin de que sean utilizados en el proceso de toma de decisiones en la organización, justificando siempre los resultados en base a un costo-beneficio.

Las organizaciones emplean tres tipos principales de pronósticos al planear sus operaciones futuras. (Heizer & Render, 2009)

- *Pronósticos económicos*, abordan el ciclo del negocio al predecir tasas de inflación, suministros de dinero y otros indicadores de planeación.
- *Pronósticos tecnológicos*, se refieren a los índices de progreso tecnológico, que pueden dar lugar a nuevos productos.
- *Pronósticos de demanda*, son proyecciones de la demanda de productos o servicios de la compañía. Estos también se conocen como *pronósticos de ventas* y ayudan a

orientar a los sistemas de producción, capacidad y programación de la empresa, y sirven como factores en la planeación financiera, marketing y personal.

2.3.1. Procedimiento para pronosticar.

Diferentes son los procedimientos y pasos a seguir encontrados en la bibliografía consultada y relacionados con la actividad de los pronósticos. Pero de una manera u otra los autores coinciden en una serie de pasos generalizadores y que se pueden apreciar en la figura 10 a manera de ejemplo se pueden mencionar los más utilizados, los cuales son los siguientes. (Hanke & Reitsch, 2000)

- Recopilación de los datos
- Reducción o condensación de los datos
- Construcción del modelo
- Extrapolación del modelo, pronóstico en sí

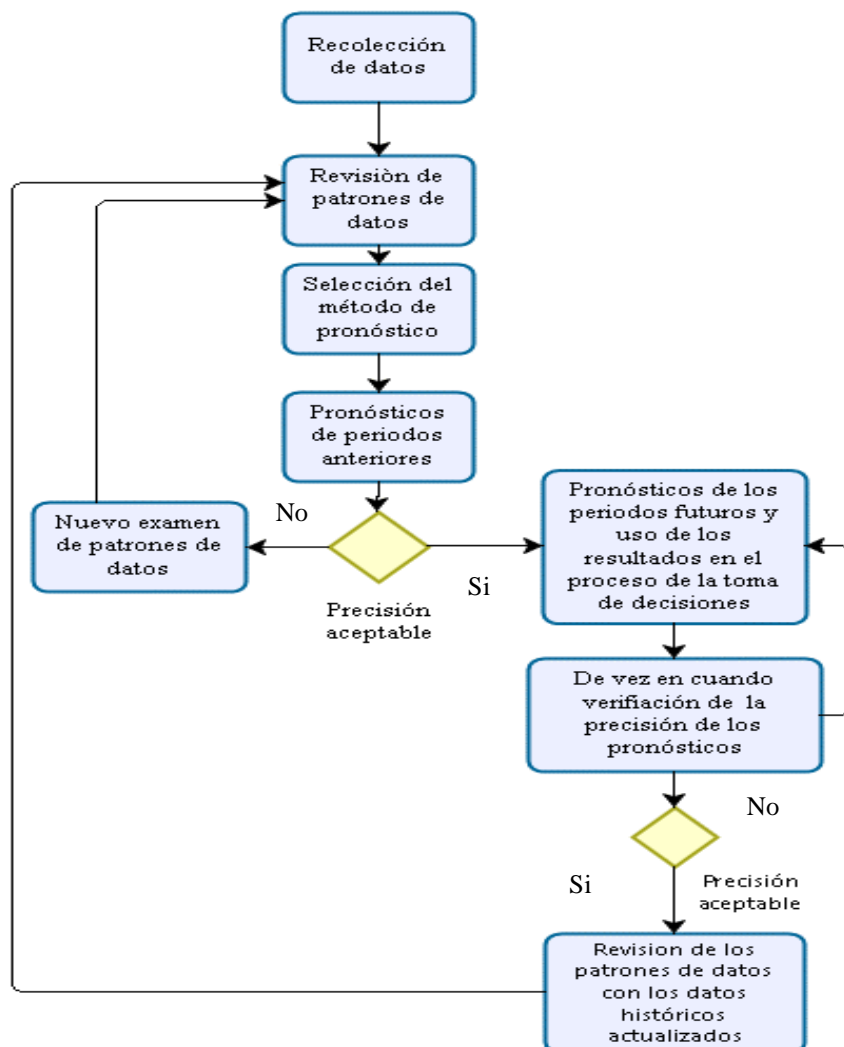


Figura 10 Proceso del pronóstico (Fuente: (Hanke & Reitsch, 2000)

En el primer paso se debe realizar la recolección de los datos del pasado que más relación tengan con el pronóstico que se realizará, los datos deben reunir ciertas características que son indispensables como: los datos deben ser confiables y precisos con la debida atención a su precisión, deben ser pertinentes, consistentes y periódicos de esta forma tener la seguridad de que la previsión del futuro se acerque al comportamiento que tendrá la variable objeto de estudio.

En el segundo paso a los datos recogidos se les realizará un análisis y se decidirá si son pertinentes o no, dado que con frecuencia existen pocos o muchos datos y esto puede traer consigo la reducción de la precisión del pronóstico. De conjunto con esto se analizarán las características intrínsecas de ellos dentro de la serie de tiempo de manera tal que se posea un mayor entendimiento de los datos, así como de las variaciones de los mismos con la finalidad de garantizar una acertada proyección hacia el futuro.

Para esto se realiza un análisis visual de los patrones de los datos, como también un análisis de los datos a través del correlograma ya que en ocasiones en una serie de tiempo acontece, que los valores que toma una variable en el tiempo no son independientes entre sí, sino que un valor determinado depende de los valores anteriores, lo cual contribuye a medir la dependencia de las variables y a identificar el comportamiento de la serie de tiempos. Una herramienta útil para identificar el comportamiento de las series de tiempo es la aplicación de pruebas no paramétricas que no es más que una prueba de hipótesis que no requiere que la distribución de la población sea caracterizada; en este punto se ve necesario mencionar los componentes de las series temporales que según (Hanke & Reitsch, 2000) son las siguientes.

- Tendencia es el componente de largo plazo que representa el crecimiento o disminución en la serie sobre un periodo amplio.
- Componente cíclico, es la fluctuación en forma de onda alrededor de la tendencia.

- Estacionalidad se refiere a un patrón de cambio que se repite a sí mismo año tras año.
- Aleatoriedad mide la variabilidad de las series de tiempo después de retirar los otros componentes.

El análisis anterior sugiere que se consideren varios factores en la selección de un método para pronosticar. La consideración primordial en la selección de un método para pronosticar es que los resultados deben facilitar el proceso de toma de decisiones a los gerentes de la organización. Si se pueden reconocer patrones de tendencia, cíclicos o estacionales, entonces se deben seleccionar las técnicas que sean capaces de extrapolar efectivamente tales patrones. En el anexo 1, se describe los aspectos a considerar para la selección de estas técnicas entre ellas se encuentra el patrón de datos, el horizonte de tiempo, tipo de modelo y requerimientos mínimo de datos.

El horizonte de tiempo de un pronóstico tiene una relación directa con la selección de la técnica para pronosticar. En pronósticos de corto y mediano plazos, se puede aplicar una gama de técnicas cuantitativas. Sin embargo, conforme aumenta el horizonte del pronóstico, varias de estas técnicas se vuelven menos adecuadas, lo descrito se realiza con la finalidad de dar cumplimiento al tercer paso.

El cuarto paso lleva consigo, la construcción del modelo que más se ajusta a los patrones, que con frecuencia se debe establecer un balance entre un enfoque de pronóstico que ofrezca ligeramente más precisión y un enfoque sencillo que sea fácil de entender y ganar el apoyo de quienes toman las decisiones, de manera que lo utilicen efectivamente. El último paso es el procesamiento de los datos en el modelo seleccionado, ya después de haber sido los mismos recolectados y reducidos y de haber confirmado que son los adecuados y que se seleccionó el mejor modelo de pronóstico.

2.3.2. Pronóstico con Forecast Pro.

Forecast Pro es un software de pronósticos de negocios, especializada en la generación de pronósticos para los negocios. Esta herramienta está orientada a la planeación de la demanda, a través de técnicas de análisis que mejoran las proyecciones de planeación y control de inventarios, producción, finanzas, ventas, marketing y comercialización.(IOSA, 2016).

Este programa brinda al usuario una amplia variedad de técnicas estadísticas de pronósticos, desde muy simples hasta muy sofisticadas. Todas ellas tratan de capturar la distribución estadística y pronostican el futuro ajustando modelos cuantitativos de patrones históricos. Cinco de las metodologías son univariantes, es decir, que están basadas solamente en la historia de la variable: (Stellwagen & Goodrich, 2003)

- *Los promedios móviles simples*, son ampliamente usados en los negocios, en la mayoría de los casos es muy fácil de implantar. Sin embargo, es realmente apropiado para conjuntos de datos muy cortos e irregulares.
- Las rutinas *de ajuste de la curva* son usadas para ajustar los datos a una línea recta, curva cuadrática, curva exponencial o crecimiento de la curva. Estos métodos no son adaptables y no son muy recomendables.
- *El modelo de demanda intermitente de Croston*, está diseñado para datos donde la demanda de un periodo dado es frecuentemente cero.
- Los modelos *de suavización exponencial* son aplicables en muchas ocasiones, son también ampliamente usados por su simplicidad, exactitud y facilidad de uso. Su robustez los hace ideales aun cuando los datos son cortos y/o volátiles.
- *Box- Jenkins* es un método estadístico más elaborado que suavización exponencial, trabaja capturando las correlaciones históricas de los datos y extrapoliándolas.

Para obtener la solución experta del software, con la aplicación de su amplia gama de técnicas de pronóstico se debe seguir los siguientes pasos

- Construir la base de datos
- Especificar el formato de datos y las opciones
- Abrir la base de datos
- Crear el argumento
- Seleccionar el método de pronóstico
- Ejecutar el pronóstico

Una vez que se ha formulado el reporte de pronóstico es necesario analizar los resultados del reporte del pronóstico; una vez que los datos han sido analizados en la gráfica de los pronósticos se evidencia los datos históricos, el pronóstico, valores de ajuste, intervalos históricos y los límites de confianza. Además, se observa los detalles del modelo en donde se da información acerca de la solución experta, componentes, índices estacionales y códigos de eventos. Además el programa detalla la estadística de la muestra entre los principales los errores que pueden surgir

- BIC este conduce a un mejor desempeño del pronóstico fuera de la muestra
- MAPE medida del error absoluto en porcentaje, usado para medir la bondad de ajuste dentro de la muestra y desempeño del pronóstico fuera de la muestra.
- RMSE raíz cuadrada de la media de errores al cuadrado, es calculada como el promedio de los errores al cuadrado.
- MAD media de la desviación absoluta, es calculado como el promedio de los errores sin signo.

Datos de los pronósticos en donde se da las cantidades del período pronosticado, mensualmente, trimestralmente y anual, como también valores totales, promedio, máximos y mínimos. En la siguiente fila podemos observar los valores de existencias de seguridad, demanda durante el tiempo de anticipación, límites de confianza acumulados y puntos de

reorden. Y por final evidenciar los ajustes realizados como creación de eventos y ajustes realizados al pronóstico.

Finalmente cabe mencionar algunas de las aplicaciones de este software en la realización de pronósticos como son los de éxitos surgidos en el país del software de pronósticos Forecast Pro. Frito-Lay, Inc, Oberto Sausage, Great Well y Fidelity Investments, las mencionadas compañías dan testimonio de que Forecast Pro es una de las herramientas más rápidas y precisas de pronóstico, usándola desde la planificación/programación hasta llegar a la proyección de ingresos por parte del equipo ejecutivo, además de contribuir a reducir los errores de pronóstico a un solo dígito.

CAPÍTULO III

3. Diagnóstico del sistema de producción en la Empresa Tavy Sport

3.1. Caracterización general de la empresa textil Tavy Sport

Una de las principales actividades económicas en la ciudad de Atuntaqui es la confección y comercio, debido a que varias empresas y microempresas se dedican a la confección y comercialización de prendas de vestir. Entre ellas se destaca Tavy Sport, la cual está ubicada en la ciudad de Atuntaqui en las calles Av. Julio Miguel Aguinaga y Arturo Pérez y Pérez frente a la Unión Nacional de Educadores según anexo 2, cuenta con un área total de 60 m². La misión y visión de la empresa se describe en los párrafos siguientes respectivamente.

- **Misión**

“Diseñar, confeccionar, y ofrecer ropa deportiva de dama, caballeros y niños de calidad atendiendo las necesidades del cliente a través de políticas de crédito que a la vez aseguren la liquidez y rentabilidad de la empresa, contribuyendo al desarrollo empresarial en beneficio de la organización y la sociedad.”

Fuente: Empresa Tavy Sport

- **Visión**

“Tavy Sport En los próximos cinco años será una empresa textil, estable sólida y de reconocimiento regional, con una administración eficiente, que busque la satisfacción de necesidades del cliente siendo la primera opción del mercado para sus consumidores, con personal altamente capacitado aprovechando al máximo sus recursos”.

Fuente: Empresa Tavy Sport

Tavy Sport trabaja con valores corporativos que son los orientadores del clima y cultura organizacional, estos se concretan en los siguientes.

- *Responsabilidad*, actuamos responsablemente frente a nuestras obligaciones, para con la empresa, el cliente y la sociedad, cumpliendo con las expectativas y exigencias de los mismos y permitiéndonos cumplir nuestras metas y objetivos.
- *Cultura de servicio*, refleja el entusiasmo, la vocación y el sentido de satisfacción propio por la asistencia a los demás. Mediante la afectividad, cordialidad, respeto y amabilidad en el trato con nuestros clientes, compañeros y socios comerciales.
- *Trabajo en equipo*, para ofrecer al cliente los mejores resultados buscando la excelencia todo el personal es altamente calificado, capacitado y especializado en su labor.
- *Transparencia*, es la base de la relación con los clientes y proveedores, garantizando la integridad, el respaldo y seguridad.

Tavy Sport a pesar de enfrentar en los últimos tiempos una difícil situación económica ha implementado estrategias para mantener su nivel de ventas y fidelizar a sus clientes ofertando precios competitivos, actualmente cuenta con dos puntos de distribución que están ubicados en Atuntaqui y en Quito; sus principales clientes se detallan a continuación en la tabla 5:

Tabla 5
Principales clientes de la empresa

FERIAS	ALMACENES	CLIENTES PRINCIPALES
Ciudad de Tulcán	Punto de venta Atuntaqui	Mundo del Jean
Ciudad de Quito	Punto de venta Quito	Almacenes El Globo
Ciudad de Ambato		Sr. Hugo Ugalde- Quito
		Sra. Verónica Díaz- Cuenca
		Sr. Boris Morejón- Cuenca
		Sra. Emperatriz Delgado- Cuenca
		Sr. Hugo Celly - Cuenca

Fuente: Empresa Tavy Sport

El 65% de su producción se destina a las ferias que se llevan a cabo de manera semanal en las ciudades antes mencionadas, y dentro de este porcentaje se envía también para su detalle a los dos puntos de venta con los que la empresa cuenta en la ciudad de Atuntaqui y Quito.

La adquisición de materias primas crea necesariamente relaciones entre el mercado y los proveedores. Es de destacar que en el caso de estudio el poder de negociación lo tiene los proveedores ya que este impacta en los costos y competitividad de las Pymes, que no son, por lo general, compradoras de grandes volúmenes de insumos, mercadería o materias primas. Dentro de los principales proveedores de materia prima de la empresa se encuentran los siguientes descritos en la tabla 6.

Tabla 6
Principales proveedores Tavy Sport

MATERIA PRIMA	CÓDIGO	PROVEEDOR	CIUDAD
Tela Diadora	01DI	TexPadilla	Sangolqui
Tela Fleace Lycra	01FL	SJ Jersey	Atuntaqui
Tela Chelsea	01TLCH	TexPadilla	Sangolqui
Tela Varias	01TL	PAT PRIMO Comercializadora	Atuntaqui
Tela Varias	01TL	RomaJow CIA. LTDA	Quito
Tela Varias	01TL	Indutexma	Otavalo
Hilos de coser	02HICO	ProserTexa	Quito
Hilos de bordar	02HIBO	ProserTexa	Quito
Elástico	02EL	Confecciones Anny	Atuntaqui
Cierres	02CI	Zippersa	Atuntaqui
Papel Sublimación	03PAS	3D Digital	Quito
Papel para diseño	03PAD	3D Digital	Quito
Tinta	03TI	Screen	Ibarra

Fuente: Empresa Tavy Sport

La cartera de productos que Tavy Sport produce en la actualidad se detalla en la tabla 7, estos corresponden a un similar proceso de producción, lo diferenciado son aquellos *ítems* que son sometidos a un proceso de sublimado.

Tabla 7
Líneas de producción Tavy Sport

PRODUCTO	CÓDIGO	MATERIA PRIMA
Pantalón Llano	34PLL	Felace Lycra- Tela Natty
Pantalón Leggings	34PTL	Felace Lycra- Tela Natty
Conjunto Dama	34CON	Lycra deportiva
Pantalón Niña	32PAN	Felace Lycra-Tela Natty
Conjunto Niña	32CON	Lycra deportiva-Tela Chalsea
Conjunto Caballero	35CON	Tela Diadora
Conjunto Niño	33COKD	Tela Diadora
Camisetas Niño	33CA	Tela Chalsea
Camisetas Niña	32CA	Tela Chalsea
Camisetas deportivas	35CA	Tela Chalsea
Blusa Dama	34BL	Tela Punto

Fuente: Empresa Tavy Sport

Para funcionar correctamente, Tavy Sport cuenta con una estructura organizacional que se detalla en la figura 11, esta transmite en forma gráfica y objetiva a los integrantes de la organización y a las personas vinculadas como está compuesta la empresa además permite entender las relaciones, dependencias y conexiones en las unidades de trabajo.

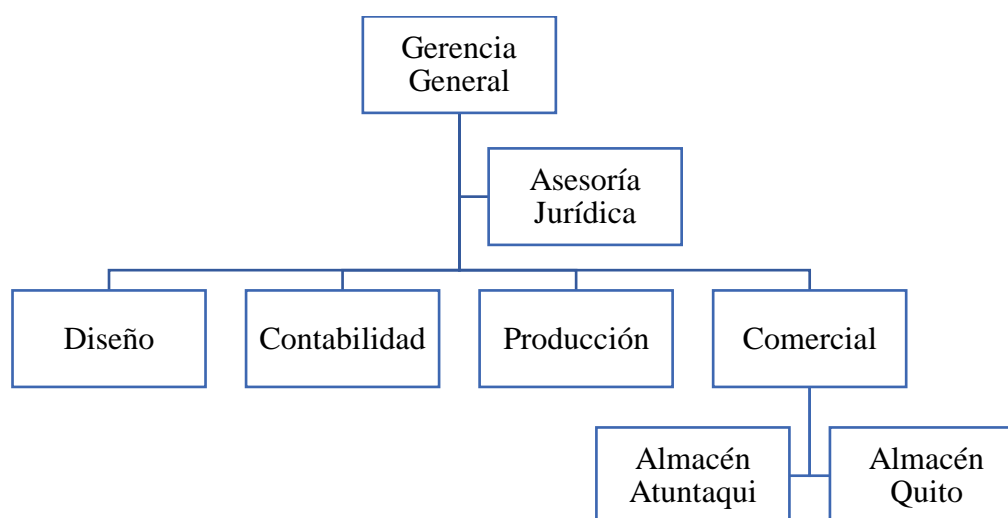


Figura 11 Organigrama funcional Tavy Sport (Fuente: Empresa Tavy Sport)

Actualmente la empresa se encuentra trabajando con 12 personas distribuidos como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8

Personal Empresa Tavy Sport

ÁREA	NÚMERO DE TRABAJADORES
Gerencia General	1
Contabilidad	1
Diseño	1
Producción	7
Comercial	2

Fuente: Empresa Tavy Sport

Un aspecto relevante es definir las tareas que se van a realizar en un determinado puesto de trabajo, los trabajadores son responsables de la toma de decisiones, resolver problemas y realizar tareas que conlleven a la consecución de los objetivos de la organización. Estas funciones se detallan en la tabla 9.

Tabla 9

Descripción de funciones por puesto de trabajo de la Empresa Tavy Sport

Cargo	Funciones
Gerente General	Vigilar, cumplir y hacer cumplir las disposiciones internas, además es la encargada de resolver los asuntos relacionados con las diferentes áreas y aprobar o desaprobado los diferentes planteamientos que se presenten.
Asesoría Jurídica	Brindar su servicio profesional en cuanto a la solución de conflictos legales, que en la mayoría de los casos son conflictos laborales o tributarios. Es contratado por la empresa ocasionalmente y jerárquicamente y depende del gerente propietario.
Departamento de contabilidad	Planificar, organizar y coordinar todas las actividades relacionadas con el área contable con el objetivo de obtener las consolidaciones y estados Financieros requeridos para la empresa

Jefe de Producción	Supervisar las líneas de producción durante todo el proceso, realizar la atención a los proveedores, además de estar a cargo del correcto funcionamiento y de que se cumpla el plan de trabajo establecido, también cumple funciones de control de calidad de las prendas terminadas.
Diseñador	Diseñar prendas de vestir para damas y niña de acuerdo a las necesidades de los clientes, con las medidas exactas de acuerdo a las tallas y modelo para que al momento de ser cortadas no exista ningún inconveniente.
Operario de Corte	Controlar los trazos y los cortes que se realizan a las prendas los mismos que deben tener las medidas exactas. Aprovechar al máximo la tela evitando gran cantidad de desperdicios. Solicitar la tela necesaria para la confección. También realiza actividades para el empaque y etiquetado de las prendas.
Operario Confección	Confeccionar las prendas previamente diseñadas y cortadas, para lo que se usarán las máquinas adecuadas para un producto de calidad. También realiza actividades para el empaque y etiquetado de las prendas.
Vendedor	Ofrecer un servicio eficiente mediante el asesoramiento en la adquisición de los productos a los clientes en cuanto a talla, modelos, colores, calidad. Además, deberá resolver cualquier inquietud que tenga el cliente en cuanto a los productos que ofrece la fábrica.

Fuente: Empresa Tavy Sport

3.1.1. Mapa de procesos.

Los procesos conforman la estructura medular de toda organización, en el caso de Tavy Sport las tareas que se realizan día tras día están ligadas a uno o a muchos procesos que siempre se relacionan entre sí y deben tener como objetivo intrínseco cumplir con la misión y visión de la organización.

Es importante tener en cuenta la estructura del mapa de procesos, en este caso consideramos específicamente, los procesos estratégicos cuya responsabilidad es de la Gerencia General y la Asesoría Jurídica, a continuación, se describe la cadena de valor en donde se centran los procesos de compras, diseño, producción, control de calidad y ventas.

Finalmente, los procesos de apoyo, los cuales son necesarios para el soporte de la cadena de negocios, en este caso son mantenimiento y contabilidad, quedando constituido en la figura 12.

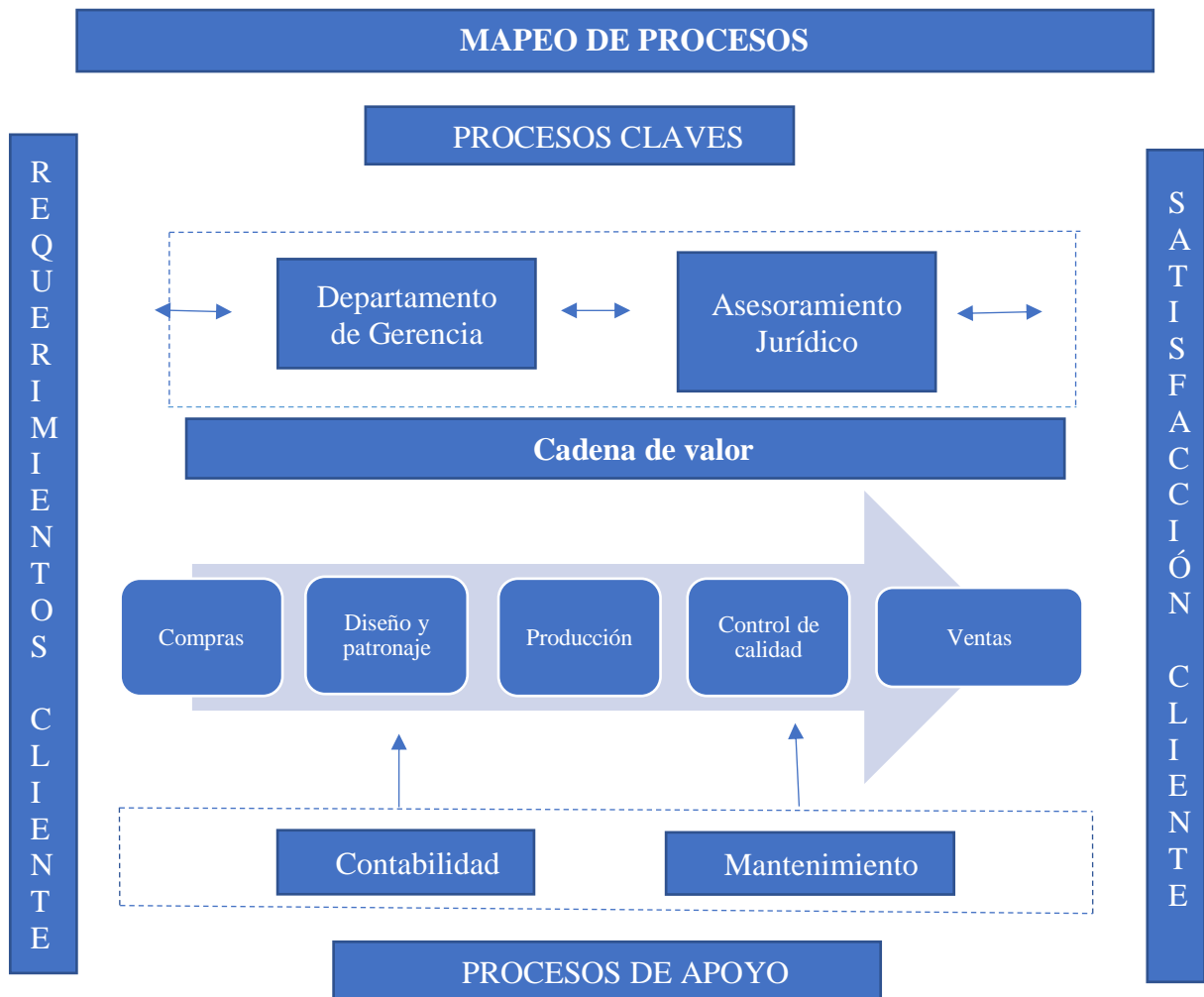


Figura 12 Mapa de proceso Tavy Sport (Fuente: Empresa Tavy Sport)

Toda actividad que se desarrolla en la organización, debe ser vista como parte de un proceso, el mismo que se interrelaciona con otros procesos para la consecución de objetivos, el cual debe estar orientado al incremento del nivel de servicio al cliente.

3.1.2. Descripción del proceso productivo.

La empresa, realiza un proceso productivo para la fabricación de línea deportiva para damas, caballeros y niños, en tela fleace lycra, cabe mencionar que dentro de estas líneas de producción sus productos estrellas de fabricación son pantalón llano y pantalón leggings. Estos últimos representan un 50% de los ingresos de la empresa, el OTIDA relacionado a este producto es el que se muestra en el anexo 3 y cuyas operaciones principales son las descritas a continuación:

- Operación de corte (OP1): en la operación de corte se transforma la tela acabada en piezas componentes de una prenda, en conformidad con las especificaciones técnicas enviadas por el área de diseño. Este proceso, tiene cuatro subprocesos: reposo de la tela, tendido de la tela, corte y clasificación de los componentes para su posterior costura. Como insumo para esta operación tenemos la plantilla de corte que se realiza a través del software AUDACES, el cual es encargado de brindar el máximo aprovechamiento de la tela, la maquinaria más utilizada es la cortadora vertical.
- Sublimado (OP2): El proceso de sublimación se utiliza para estampar sobre poliéster u otras fibras sintéticas, los diseños que provienen del área de diseño y patronaje mismos que son impresos en papel CAD, se utiliza para piezas de prendas por ejemplo los conjuntos de dama y niños, busos de niña o en casos se sublima toda la prenda como pueden ser camisetas deportivas. Luego de su impresión estos son transportados al taller en donde se procede al corte de estos patrones, luego se procede a ubicar en las planchas la pieza a sublimar conjuntamente con su diseño para ser sometido a una temperatura de 200°C durante un tiempo de 30 segundos en donde el diseño quedara permanentemente impreso en la tela por lo que se puede lavar sin dañar la calidad de la imagen. Cabe recalcar que es necesario la impresión de un diseño por cada prenda a sublimar. La empresa cuenta con una maquina

sublimadora semiautomática, y como salida de esta operación se obtiene el papel del patrón el cual es usado con fines de reciclaje.

- **Confección (OP3):** en esta operación una vez que llega los insumos como son piezas cortadas, piezas sublimadas, hilos, cierres, botones, elásticos entre otros se inicia la transformación de las mismas en prendas, siguiendo una secuencia de actividades que se llevan a cabo en máquinas overlock, recta y recubridora esta depende del tipo de prenda. En esta área se cuenta con 3 operarias las cuales realizan un proceso completo por cada prenda.
- **Etiquetado y control de calidad (OP4):** una vez que se encuentra las prendas terminadas pasa al control de calidad en donde se realiza una inspección visual en la costura del producto, se efectúa cortes de hilos, limpieza de impurezas endógenos al proceso. Una vez que la prenda pasa este subproceso se lleva a cabo el etiquetado que se cumple de dos maneras dependiendo de la prenda una con la pistola de aguja en la etiqueta se encuentran las indicaciones de tratamiento de la prenda como especificaciones de talla, precio y material de las que están fabricada, y también el código del sistema que se le da a cada producto. El otro procedimiento se realiza por medio de una plancha en donde se aplica temperatura y se imprime en la prenda de manera permanente la marca de las prendas conjuntamente con su slogan, por lo general esta última se realiza en conjuntos de damas.
- **Empaque (OP5):** en esta sección las prendas ya confeccionadas, inspeccionadas y etiquetadas, se dobla y se coloca dentro de bolsas plásticas transparentes para la visualización de sus diseños, se clasifican por tallas para luego ser transportadas en gavetas hacia el área de almacenamiento que se encuentra en la segunda planta, para su posterior distribución.

A estas operaciones se añade transportes y almacenamientos que se resumen en la leyenda del mismo anexo, este proceso se lleva a cabo en el layout que se observa en el anexo 4.

La infraestructura de Tavy Sport se dispone de tres plantas para la realización de su actividad productiva las cuales se disponen de la siguiente manera, la planta baja donde se encuentra ubicada el área de producción, aquí se realiza la transformación del objeto de trabajo y además se encuentra el área de almacenamiento de tela e insumos.

En la segunda planta se localiza el área de diseño y patronaje el cual provee el plantillaje para dar inicio al proceso de producción, como también se encuentra las máquinas para realizar la impresión de patrones y diseños que van destinados para la operación de corte y sublimado. En este espacio también se encuentra el punto de almacenamiento de producto terminado, el cual es distribuido en sacos para los diferentes puntos de venta y clientes.

El área administrativa, se encuentra en la tercera planta

donde se toman las decisiones más importantes de la organización, se realizan reuniones de trabajo, administración de recursos, y también la oficina de producción en donde los operarios se pueden acercar a despejar novedades de las ordenes de producción, en el anexo 4 se describe gráficamente lo descrito anteriormente.

Los equipos que se emplean en el proceso productivo, se detallan en la tabla 10 donde se especifican el tipo, la descripción y la cantidad.

Tabla 10
Equipos que intervienen en el proceso productivo

TIPO DE EQUIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Cortadora Vertical	Se usa para cortar todo tipo de tela, a diferentes alturas de corte, una vez se encuentren sobre la mesa de corte, la tela es extendida manualmente.	3

Sublimadora	Se usa para transferir la tinta del papel por medio de calor a la tela, pasando de estado sólido a estado gaseoso.	2
Máquina Recta	Se utiliza para realizar costuras cerradas con un máximo de tres agujas. Actualmente de las 5 máquinas existentes se usan dos de ellas.	5
Máquina Ojaladora	Estas son utilizadas para realizar los hojaldres y una vez hechos la misma máquina los corta de manera automática.	1
Máquina Botonera	Estas máquinas son utilizadas para hacer puntos, pueden hacer costuras pespuntes y centradas.	1
Máquina Overlock	Son utilizadas para evitar que las costuras se deshilachen ya que realizan puntadas sobre las costuras. De la misma manera se trabaja con dos de ellas.	5
Máquina Recubridora	Estas máquinas son utilizadas para hacer puntos, pueden hacer costuras pespuntes y centradas.	3
Plancha termo estampadora	Su función es muy simple ya que esta se calienta y aprieta, pueden regular temperatura y el tiempo que la plancha y la base se juntan para realizar el estampado. En especial es usada para el estampado de etiquetas.	1
Plotters	Son usados para la impresión de patrones y plantillas para el inicio del proceso productivo.	2
Cortadora Láser	Es usada especialmente para el corte de etiquetas y telas especiales.	1

Fuente: Empresa Tavy Sport

La maquinaria utilizada en la confección de prendas de vestir, debido a la disminución en sus ventas ocasionada por la inestabilidad económica del país actualmente se trabaja con 2 máquinas rectas, 2 máquinas overlock, una máquina ojaladora y una máquina botonera.

El sistema de producción, en sus inicios en el año 2003 el trabajo se realizaba de manera artesanal en donde se manejaba un personal de 7 trabajadores, se trabajaba bajo una modalidad de registro de compras y ventas. Luego en el año 2013 en vista del aumento de sus ventas la

empresa incrementó la maquinaria, infraestructura y mano de obra en donde ya su gerente propietaria se convirtió en una persona natural obligada a llevar contabilidad lo cual implica ya la adquisición de un sistema contable como es FireSoft que brinda servicios como control inventarios tanto de producto terminado como de insumos y materia prima, facturación, registro de compras, registro de ventas, ordenes de producción, aunque este último se sigue llevando en hojas de cálculo de Excel 2013. Asimismo, en el área de diseño del producto utiliza un software llamado AUDACES, el cual permite un máximo aprovechamiento de tela con el objetivo de producir mayor número de piezas y evitar desperdicios.

Para el área de Control y Planificación se lleva los registros a través de hoja de cálculo de Excel 2013 y en casos se usan registros físicos. La comunicación entre la gerencia y las demás áreas es vía telefónica y a través de la red en la que se encuentra conectados cada área de trabajo.

3.1.3. Clasificación del sistema de producción

Para la clasificación del sistema productivo de la empresa se emplea una matriz de relación producto – operaciones, misma que se observa en la (tabla 11) en ella se indica las líneas de producción con su respectivo proceso productivo. Además, se muestra la flexibilidad del proceso indicando el grado en que la organización y la tecnología permiten llevar a cabo el proceso de producción ante las diversas afectaciones que se presentan desde el entorno, sin necesidad de reorganizaciones o reestructuraciones del proceso productivo.

Tabla 11
Matriz relación producto – operaciones

FAMILIA	CÓDIGO	PRODUCTO	O1	O2	O3	O4	O5
Pantalón Dama	34TLL	Pantalón llano	1		1	1	
	34PTL	Pantalón leggins	1		1	1	
Conjunto Dama	34COD	Pantalón llano – Chompa	1	1	1	1	1
		Pantalón leggins – Chompa	1	1	1	1	1
		Pantalón Niña	32PAN	Pantalón llano	1		1

		Pantalón leggins	1		1	1	
Conjunto Niña	32CON	Pantalón llano – Chompa	1	1	1	1	1
		Pantalón leggins – Chompa	1	1	1	1	1
Conjunto Caballero	35COC	Pantalón llano – Chompa	1	1	1	1	1
		Pantalón llano – Chompa	1	1	1	1	1
Conjunto Niño	33COKD	Camiseta sublimada – llana	1	1	1	1	1
Camisetas Niño	33CA	Camiseta sublimada - llana	1	1	1	1	1
Camisetas Niña	32CA	Camiseta sublimada	1	1	1	1	
Camisetas	35CA	Blusa	1	1	1	1	1
Blusa Dama	34BL						
SUBTOTAL			14	10	14	14	9
TOTAL					61		

Fuente: Empresa Tavy Sport

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

Donde:

O: piezas operaciones diferentes.

P: cantidad de operaciones.

$$Kof = \frac{61}{5} = 12,2$$

Dicha matriz arroja un valor de 12,2 bajo el concepto de este indicador según la clasificación de Taboada Rodríguez, (1998) podemos concluir que el sistema productivo se encuentra en mediana serie, para afianzar este concepto y ligar la teoría estudiada según (Hayes & Wheelwright, 1984), Tavy Sport es considerada, como producción en lotes ya que su línea de productos es más estandarizada y lo único que varía son pequeñas modificaciones en alguna de las partes del producto.

Otro punto muy importante a analizar es el propuesto por (Krajewski et al., 2013) y (Schroeder et al., 2011) en el que nos permite identificar a Tavy Sport dentro de un proceso productivo en lotes.

Dentro de la mano de obra, los operarios de la empresa deben contar con una alta capacitación para desarrollar las habilidades en los procesos especialmente en confección ya que utiliza diferentes máquinas, cabe mencionar que sus tareas son no rutinarias. Además, es importante mencionar que el capital con que Tavy Sport trabaja es de mediana inversión debido a la adquisición de maquinaria, el cual es usado para propósitos generales, los cuales van de la mano con los objetivos de la empresa, que es entregar a sus clientes productos de calidad y a tiempo.

(Schroeder et al., 2011) propone un análisis donde se toma en cuenta el tipo de orden del cliente, Tavy Sport trabaja contra pedido, lo cual determina el punto de penetración de la orden, entraña una flexibilidad más alta de personalización del producto, su servicio relativamente rápido. Además, el ciclo de producción y el cumplimiento de la orden empiezan con el pedido del cliente para el inicio de su proceso productivo.

3.2. Diagnóstico

3.2.1. Análisis FODA.

La industria textil ecuatoriana se encuentra atravesando problemas económicos muy graves, causando una baja en el nivel de ventas y la reducción en el número de compradores afectando la producción, Tavy Sport sigue manteniendo su actividad económica con la calidad que suele caracterizar todos los productos que la organización oferta. En la figura 13, se puede apreciar la matriz con las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la empresa:

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Empresa privada legalmente constituida. • Sólido prestigio empresarial alcanzado en 14 años. • Cuenta con una amplia nomenclatura de productos, y personalización de los mismos. • Ubicación estratégica, que facilita el acceso a materia prima e insumos 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta posibilidad de crecimiento en el mercado local y nacional • Venta del producto en las diferentes ferias semanales que se realizan en Quito, Ambato, Tulcán. • Cuenta con dos puntos propios de distribución. • Acceso a mano de obra capacitada • Contratos con instituciones a nivel local.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo aprovechamiento de recursos • Retrasos en la entrega de los pedidos de los clientes. • Herramientas empíricas basadas en la experiencia para la gestión de actividades en la empresa. • Subcontratación de producción que afecta a la calidad de los productos. • Ineficiente control de los inventarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Por ser una marca reconocida mantienen altos precios en sus productos, compitiendo en un entorno de precios más bajos, destacándose los productos de Perú y Colombia. • Escenario socio económico con una alta inflación. • Velocidad en cambios tecnológicos de los competidores. • Posibilidad de que empresas con mayor capacidad de producción asuman los pedidos de sus clientes.

Figura 13 Análisis FODA (Fuente: Tavy Sport)

Dentro de las debilidades mencionadas se destacan el bajo aprovechamiento de los recursos y los retrasos en la entrega de los pedidos de los clientes, y dada las características de la empresa este último es uno de los principales problemas a enfrentar. Por tal motivo se enfoca en el cuadrante de DO (Debilidades- Oportunidades), con la finalidad de definir estrategias que conlleven a minimizar dichas debilidades aprovechando las oportunidades del ambiente exterior detallada en la figura 14.

ESTRATEGIAS DO	<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Alta posibilidad de crecimiento en el mercado local y nacional 2. Acceso a mano de obra capacitada 3. Contratos con instituciones a nivel local. 4. Venta del producto en las diferentes ferias semanales que se realizan en Quito, Ambato, Tulcán. 5. Cuenta con dos puntos propios de distribución.
<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Retrasos en la entrega de los pedidos de los clientes 2. Bajo aprovechamiento de recursos 3. Herramientas empíricas basadas en la experiencia para la gestión de actividades en la empresa. 4. Subcontratación de producción que afecta a la calidad de los productos. 	<p style="text-align: center;">ESTRATEGIAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Planificar la producción, con la finalidad de incrementar la utilización eficiente y eficaz de los recursos disponibles para la producción. D2, O2 2. Establecer un plan de producción equilibrando la capacidad y la producción, mismo que conlleve a un impacto positivo en el nivel de productividad y cumplimiento en plazos de entrega. D1, O3 3. Utilización de herramientas y metodologías actuales que encaminen a la implementación de Sistema de Planificación y Control de la Producción. D3, O1

Figura 14 Estrategias Debilidades-Oportunidades (Fuente: Elaboración propia)

Dentro de la mayor amenaza que Tavy Spot enfrenta está marcada por los altos costos de producción que se muestran en la tabla 12 en los productos, debido a que es una marca reconocida, la calidad de materia prima y la personalización en los diseños de los mismos, además de una alta influencia de la competencia por productos sustitutos de precios más bajos.

Tabla 12
Costos de producción

PRODUCTO	CÓDIGO	COSTO DE PRODUCCIÓN
Pantalón Llano	34TLL	7,90 USD
Pantalón Leggins	34PTL	7,60 USD
Conjunto Dama	34COD	19,86 USD
Pantalón Niña	32PAN	4,00 USD
Conjunto Niña	32CON	10,37 USD
Conjunto Caballero	35COC	15,39 USD
Conjunto Niño	33COKD	9,01 USD
Camisetas Niño	33CA	3,85 USD
Camisetas Niña	32CA	3,85 USD
Camisetas	35CA	3,30 USD
Blusa Dama	34BL	5,58 USD
COSTO DE PRODUCCIÓN PROMEDIO		8,24 USD

Fuente: Empresa Tavy Sport

Se determina que el costo promedio de producción es de 8,24 USD, del cual un 83% del mismo se recae en material primas y materiales, estos datos son obtenidos por medio del Área Comercial de la empresa ya que tienen dichos costos establecidos.

Para mayor claridad se resumen en el diagrama causa efecto del anexo 5, los problemas que afectan a la empresa como consecuencia de la carencia de Sistema de Planificación de la Producción.

3.2.2 Descripción de la gestión de la producción actual

Tavy Sport trabaja en su mayoría contra pedido, sin embargo, una parte de sus productos también son destinados para ser distribuidos en sus puntos de venta, en este caso la producción se realiza en base a un pronóstico empírico tomando como insumo los históricos de ventas de cada almacén. La persona encargada de determinar las cantidades que se van a producir es la gerente propietaria quien da esta información al jefe de producción, persona que asume el proceso que a continuación se describe ver figura 15, tomando en cuenta ciertos aspectos como costo de materia prima, porcentaje de tela a utilizarse, insumos como cierres, hilos, elásticos, etiquetas de cartón, plásticas adhesivas y etiqueta de especificaciones que se somete a un proceso de sublimación. También se realiza un cálculo de los costos indirectos de fabricación, mano de obra y de fabricación, luego de este proceso pasa a ser verificada y aprobada por la gerente general de la empresa.

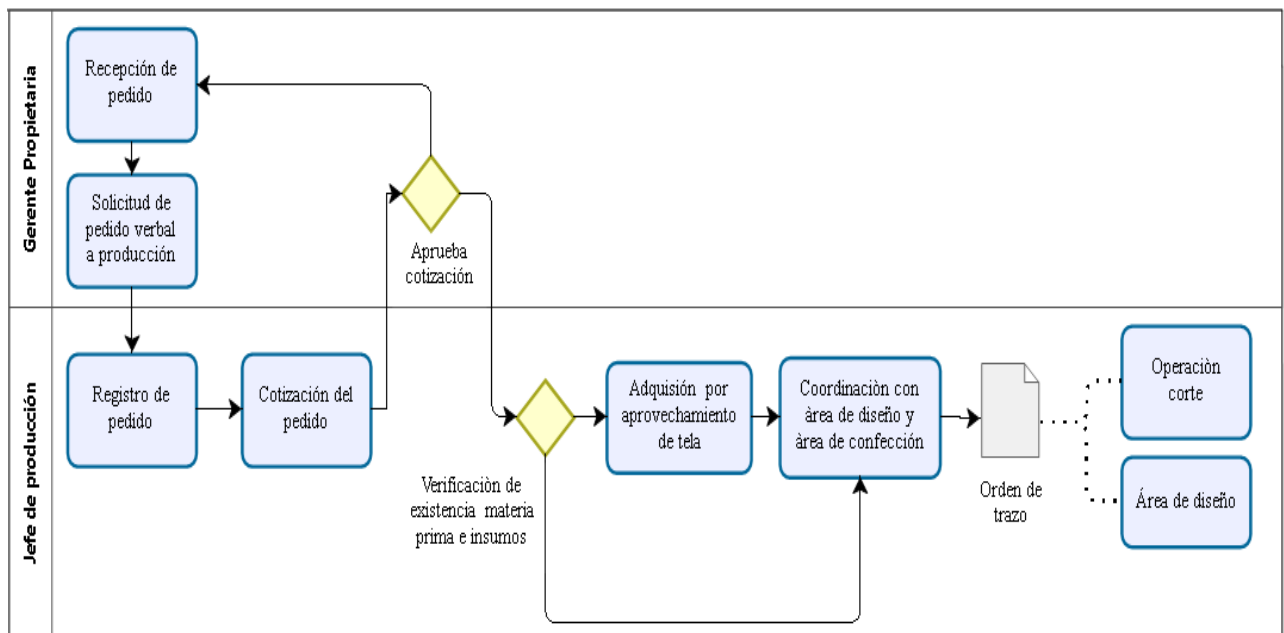


Figura 15 Proceso de planificación actual (Fuente: Empresa Tavy Sport)

Este proceso se lleva a cabo de manera verbal, entre la gerente y la persona encargada de producción y el registro del pedido el cual se realiza de manera manual es enviado a las otras áreas como son diseño en caso de que el pedido requiera de sublimación o directamente a corte

para que inicie su proceso de confección. Asimismo, la producción se maneja casi siempre por prioridades, es decir, que el cliente requiere la entrega de los pedidos con anterioridad a la fecha acordada.

Luego, se define un cronograma para producción diaria, el jefe de producción asigna trabajos a cada una de las operaciones, en ocasiones es mal distribuido ya que se producen esperas especialmente entre la operación de corte y confección observando la acumulación de partes de prendas en los puestos de trabajo. El control se realiza para cada operación de manera visual, corrigiendo aspectos como costuras, manipulación del objeto de trabajo, color de hilos entre otros. Finalmente, conforme se vayan cumpliendo los pedidos pasan al área de etiquetado y empaque, dependiendo de las cantidades es la misma persona encargada de producción quien ingresa la cantidad de producto terminado al sistema para su posterior distribución o entrega al cliente.

Asimismo, la planta cuenta con gente experimentada en la producción de este tipo de productos, sin embargo, su capacidad actual no abastece para asumir todos los pedidos motivo por el cual se ve necesario recurrir a la subcontratación que sería a un 20% de su producción, en esta actividad Tavy Sport se encarga de entregar materia prima, diseños e insumos y los talleres de maquilado son quienes se encargan de la confección de las prendas.

Otro de los puntos importante es que la jefa de producción asume todo el proceso de organización planificación y control de la producción. Solo verifica los niveles de existencia de materias primas en inventario antes de que se ejecute el proceso, más con anterioridad.

Con todos los antecedentes descritos en cuanto a la gestión actual de las actividades de la empresa, se considera inadecuada debido a la falta de un programa de producción acorde a los pedidos de los clientes. De lo anterior se desprende la inexistencia de una planificación efectiva de los recursos disponibles, así como deficientes mecanismos de control, que contribuya a cumplir con los plazos de entrega y elevar el nivel de servicio al cliente.

CAPÍTULO IV

1. Elaboración del Plan Agregado y Plan Maestro de Producción en la Empresa Textil

Tavy Sport

4.1 Introducción

Para el desarrollo de este capítulo se comienza con una clasificación ABC, permitiendo identificar los artículos que tienen un impacto importante a nivel global y de esta forma se prioriza y se centra los esfuerzos en ellos. Esto constituye el insumo principal para el desarrollo del proceso de planificación de la producción; para la confección de los planes a mediano plazo se siguen los procedimientos de las figuras 7 y 8. Se utiliza el Excel como herramienta fundamental para la elaboración de dichos planes. En el caso específico de los pronósticos se sigue el procedimiento de la figura 9, de dicho procedimiento se emplea el primer paso relacionado con la recolección y análisis de patrones, el resto del pronóstico se realiza con los pasos que sugiere el manual del Forecast Pro., de conjunto con el SPSS versión 21.0.

4.2 Plan Agregado de Producción

4.2.1 Definición de la nomenclatura de productos a planificar.

Para la determinación de los artículos medulares que deben ser planificados se realiza una Clasificación ABC. Las familias y sus artículos correspondientes son los mencionados en el anexo 6, debido a que estos son los más demandados y se producen de manera relativamente constante durante todos los meses del año. En el mismo anexo puede observarse la siguiente clasificación:

- Clasificación A: el 55% de los *ítems* con códigos 34TLL, 34PTL, 34COD, 32CON. 35 CA y 34BL representan el 85% de las ventas totales que acumulan hasta 142.401,00 USD.
- Clasificación B: el 18% de los *ítems* con códigos 23CA Y 35CON representa el 10% de las ventas totales que acumulan hasta 1.1498,00 USD.

- Clasificación C: el 27% de los *ítems* con códigos 32CA, 33CA Y 32PAN representa el 5% de las ventas totales que acumulan hasta 5.500,00 USD.

De esta clasificación ABC se toman los productos clasificados como A para todo el proceso de planificación de la producción y que incluye a los pronósticos. Es de destacar que ninguna familia se concentra en un único grupo de clasificación.

4.2.2 Cálculo de las necesidades

Recolección de datos

Se registra la información de las ventas mensuales de cada producto desde enero del 2015 hasta diciembre del 2017. La unidad de medida utilizada es en unidades por mes. Puede considerarse que las ventas facturadas son representativas de la demanda, dado que la facturación se ejecuta generalmente dentro del mes en el que se realiza el pedido.

Revisión de patrones de datos

La serie de tiempo total es la que se muestra en el anexo 7, en la que se observa una clara tendencia negativa y no se destacan períodos que demuestren estacionalidad en los datos.

En el autocorrelograma que es una representación gráfica de los índices de autocorrelación, para dicha serie de tiempo se observa como los coeficientes de autocorrelación comienzan siendo significativos y decaen el nivel cero en la medida que se incrementan los períodos de desfase hasta el desfase 12.

Tavy Sport en el año 2015 tuvo una mejora en sus productos, debido a la calidad y a la innovación constantes de su cartera de productos. En el mismo año se implementaron las ventas por catálogo y sus productos fueron distribuidos a nivel nacional: Tulcán, Lago Agrio, Ibarra, Atuntaqui, Quito y Ambato. Esta estrategia fue notable con altos niveles de ventas en el 2015, que no fueron mantenidas en los períodos siguientes, debido por una notable economía nacional decreciente y los bajos precios de los productos sustitutos. Por estos motivos los directivos

toman medidas emergentes para mantenerse en el mercado, como es la disminución de la producción, fundamentalmente en el año 2017.

En una primera diferenciación para eliminar esta tendencia se obtiene que los coeficientes de autocorrelación se mantienen dentro de los límites de control, por lo que no son significativos. Lo anterior se corrobora mediante el estadístico de Box-Ljung, genera que para los dieciséis primeros períodos de desfase dichos coeficientes no son significativos para un nivel de significación del 5%. 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 rachas correspondiente. Posterior a estas pruebas puede decirse que no se observa ningún otro patrón en la serie de tiempo Total.

Pronóstico de períodos futuros

Para el pronóstico por medio de Forecast Pro se construye la base de datos con la serie de tiempo total, tal y como se muestra en el anexo 7, la cual es importada al software y en el que se emplea la solución experta.

Los resultados con la solución experta para la serie de tiempo denotan la selección de la suavización exponencial sin tendencia, con estacionalidad aditiva y nivel constante. Es de destacar que este modelo sólo explica el 5% de la variabilidad de la serie de tiempo, origina altos niveles de error en el MAD y el MAPE, además de presentar problemas de autocorrelación de los errores de pronóstico en el estadístico de Ljung-Box. Debido a esto se hacen necesarios algunos ajustes basados en la realidad de la empresa y que permitan mejorar el pronóstico a realizar. En primer lugar, se identifican datos atípicos en la serie para ± 2 desviaciones estándar y hasta 6 iteraciones, los cuales pueden ser asociados a eventos sucedidos en las ventas de la empresa. Para ello se crean tres eventos que se concretan en pedidos extras, producción para reabastecimiento de locales y vacaciones. En la tabla 13 se detallan las características y períodos en los que suceden estos eventos.

Tabla 13
Resumen eventos en serie de tiempos

DATOS ATÍPICOS	VALOR	CAUSA DE ORIGEN	EVENTO
Enero 2015	3.788	Pedido extra por cliente en venta de catálogo	Pedido extra
Abril 2015	4.838	Producción para satisfacer demanda en festividades por día de la madre	Pedido extra
Mayo 2015	4.856	Producción para satisfacer demanda en festividades por día de la madre	Pedido extra
Octubre 2015	4.908	Producción para abastecimiento de los 8 locales que, en ese año se encontraban distribuidos en varios puntos del país y que actualmente se redujeron a dos puntos de venta.	Producción para reabastecimiento de locales
Diciembre 2016	3.162	Producción para satisfacer pedido de cliente en Tulcán, por festividades navideñas.	Pedido extra
Enero 2017	148	Este evento se da debido a que las vetas en este mes disminuyen y se decide parar la producción y dar a los trabajadores las vacaciones que en la ley rigen.	Vacaciones

Fuente: Empresa Tavy Sport

Posterior a la introducción de estos eventos, los resultados del pronóstico generados por la solución experta demuestran que el modelo de suavización exponencial sin tendencia y con estacionalidad aditiva llega a explicar hasta el 75% de la variabilidad de la serie de tiempo. La prueba de Ljung-Box arroja la no existencia de autocorrelación en los errores de los pronósticos para 18 períodos de desfase. Se disminuyen los valores del MAD y el MAPE hasta los valores de 506 unidades y 65.84%, respectivamente.

Determinación de los porcentajes para la desagregación

De la serie histórica total, y considerando cada una de las series históricas de los productos de Clasificación A, se obtiene la variable de escala siguiente:

P_i : porcentaje que representa el producto i respecto al total de unidades vendidas al mes.

Los resultados del análisis descriptivo de esta variable para cada uno de los productos son los que se muestran en el anexo 8. Los análisis se realizan de forma integral a partir de la media, media recortada (5%), los estimadores robustos para la media, mediana, moda y forma de la distribución de los datos. Los porcentajes resultantes se muestran en la tabla 14.

Tabla 14
Porcentaje de desagregación

Producto	Código	Porcentaje de desagregación
Pantalón Leggings	PTL34	55%
Pantalón Llano	PLL34	45%
Conjunto Dama	CON34	57%
Conjunto Niña	CON32	43%
Camiseta Deportiva	CA35	22%
Blusa Dama	BL34	78%

Fuente: IBM SPS

Estos porcentajes constituyen uno de los insumos principales para el proceso de desagregación del Plan Agregado al Plan Maestro de Producción, además de considerarse en el Balance de Carga y Capacidad.

4.2.3 Balance anual de carga y capacidad

Previo al desarrollo del Plan Agregado se realiza un balance de carga y capacidad para determinar si de forma anual la empresa puede asimilar el volumen de producción que se ha pronosticado. Los insumos para este balance son los que siguen:

- Operaciones: las operaciones, cantidad de trabajadores y el número de equipos son los que se muestran en la tabla 15.

Tabla 15
Operaciones del proceso productivo

Operación	Número de Trabajadores	Número de equipos
Corte	1	1
Sublimado	1	1
Confección	4	6
Etiquetado y empaque	1	-

Fuente: Empresa Tavy Sport

- Nomenclatura de productos: es la determinada en la Clasificación ABC, para un total de seis productos determinados en la Clasificación A, los que representan el 85% de las ventas totales en unidades.
- Normas de gasto de tiempo: cabe recalcar que la empresa cuenta con las normas de tiempo ya establecidas estas se describen en la tabla 16, para cada producto, familia de productos y representante tipo en cada operación.

Tabla 16
Gastos de tiempos y análisis del representante tipo por familia

Operación Producto	Corte (h/u)	Confección (h/u)	Sublimado (h/u)	Etiquetado y empaque (h/u)	Tiempo de ciclo (h/u)
Pantalón Llano	0,03	0,07	0,00	0,03	0,13
Pantalón Leggings	0,03	0,08	0,00	0,03	0,14
Familia Pantalón	0,06	0,07	0,00	0,03	0,16
Conjunto Dama	0,10	0,64	0,02	0,11	0,87
Conjunto Niña	0,10	0,45	0,02	0,09	0,65
Familia Conjunto	0,10	0,54	0,02	0,10	0,067
Camisetas	0,04	0,20	0,02	0,05	0,31

Blusas	0,04	0,26	0,02	0,06	0,38
Familia Camisetas	0,04	0,23	0,03	0,05	0,35
Representante tipo	0,09	0,42	0,02	0,07	0,60

Fuente: Empresa Tavy Sport

- Régimen laboral: es de 246 días laborales en el año 2018, de los cuáles el 85% serán destinados a la producción de los ítems clasificados como A. Se añade que laboran a razón de 8 horas al día, de lunes a viernes. La operación de sublimado trabaja a medio tiempo, para 4 horas laborables al día.
- Definición de nivel de organización: el proceso productivo es de mediana serie, como se describió en el capítulo anterior, a partir de los cual se asume que los eslabones productivos no deben exceder el 75% de utilización por razones organizativas y de planificación de los mismos.
- Definición del punto fundamental: se concentra en la operación de confección ya que es la que más valor le agrega al objeto de trabajo, además de ser la más compleja desde el punto de vista tecnológico.

La interacción de todas estas entradas da como resultado el balance de carga y capacidad que se muestra en el anexo 10, y cuyos resultados más relevantes son:

- La producción posible y afectada por el nivel de organización del proceso es capaz de asimilar el plan de producción para el 2018.
- La operación cuello de botella es la de confección para toda la nomenclatura de productos, coincidiendo con el punto fundamental y con un coeficiente de pérdida nulo.
- Los porcentajes de utilización de las operaciones están acordes al comportamiento histórico del proceso productivo, además de ser lógicos para un proceso con características de mediana serie.

- El coeficiente de proporcionalidad es adecuado para un 81%, detectando una operación de sublimado con posibilidades de mejoras.

4.2.4 Plan agregado de producción

La empresa sigue una estrategia de nivelación de la fuerza de trabajo, con horas extras y subcontratación de la producción. Emplea este mismo orden lógico, es decir, cuando el volumen de producción no puede ser asimilado en tiempo regular se determina pasar a trabajar horas extras y si aún no alcanza el fondo de tiempo se pasa a subcontratar producción. Para su confección se asumen los ajustes que se describen en el tema y que se muestran en el anexo 11.

Inventario Inicial: el inventario inicial de 1.114 unidades.

Días hábiles por mes: se refiere a los días de trabajo establecidos de lunes a viernes, 5 días a la semana durante todos los meses del año.

Horas de producción disponibles: se obtiene multiplicando los días hábiles al mes por 8 horas de trabajo diarios, por los 7 trabajadores disponibles, por el 85% de productos de clasificación A y por el 75% de nivel de organización de la producción. Este último porcentaje refleja otras causas que pueden afectar al fondo productivo total.

Producción de turno regular: esta producción se obtiene dividiendo las horas de producción disponibles entre las horas por unidad requeridas por producto. Este último se obtiene a través del análisis del representante tipo determinado en el tópico anterior, con un tiempo por unidad de 0,6 h/u.

Pronóstico de la demanda: determinada en tópicos anteriores.

Unidades disponibles antes del tiempo extra: es el inventario inicial más la producción en turno regular menos el pronóstico de la demanda. Un valor negativo indica que no se puede satisfacer la demanda en toda su magnitud, por lo que será necesario producirlas en tiempo extra.

Costo del tiempo regular: para determinar el costo por concepto de salario en tiempo regular se toma como referencia una Remuneración Mínima Vital de 386 dólares al mes, aproximadamente, el cual mediante un pago por rendimiento que se paga a razón de 0,037 ctvs. el minuto. A lo anterior se añade un 9.45% de seguridad social.

Tiempo extra de las unidades: los operarios sólo pueden laborar hasta 2 horas máximas por concepto de horas suplementarias, para una producción máxima en ese tiempo de 420 unidades al mes.

Costo del tiempo extra y horas suplementarias: la empresa paga las horas extras y suplementarias de la misma manera que las horas regulares, aunque el Código de Trabajo en el art. 45 contempla que en el trabajo a rendimiento se tomarán en cuenta para el recargo de la remuneración las unidades de obra ejecutadas durante las horas excedentes de las ocho obligatorias; en tal caso, se aumentará la remuneración correspondiente a cada unidad en un cincuenta por ciento en horario diurno o en un ciento por ciento en horario nocturno o fines de semana.(Comisión de Legislación y Codificación, 2005)

Unidades subcontratadas: se realizan en la maquilación que consiste en entregar piezas cortadas e insumos a terceros para que ejecuten la operación de confección. La cantidad a subcontratar oscila en dependencia de la demanda de la empresa, que por lo general es hasta 463 unidades al mes como máximo.

Costo de la subcontratación: está determinado por el costo de producción en tiempo regular más un 2% que se cancela por concepto de uso de energía eléctrica en los centros de maquilación.

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 período.

Costo de mantenimiento de inventario: este costo se calcula en base a la estimación de los gastos en energía eléctrica, salario de la persona encargada de bodega, arriendo de la infraestructura y costo del material para la manipulación en bodega del producto terminado. La suma de todos estos costos es dividida para la existencia media en inventario, dando un resultado de 0,06 ctvs. por unidad.

Posterior a la elaboración de varios planes agregados alternativos y de presentación a la gerencia de la empresa, resultó el Plan Agregado de producción que se muestra en el propio anexo 11, el cual genera un costo total para esta estrategia de 24. 853,25 USD. En el Plan Agregado son de destacar los períodos de abril-mayo y noviembre-diciembre en el empleo de horas extras y subcontratación, debido a que las ventas se incrementan debido al día de las madres y las festividades navideñas, respectivamente.

4.3 Plan Maestro de Producción

El MPS se desarrolla para las tres familias y los ocho ítems que la componen (ver anexo 12). Se emplea un horizonte de tiempo correspondiente a la semana laborable, durante los meses de enero y febrero de 2018. Asimismo, cabe resaltar que se asumió que cada mes tiene 4 semanas y que la producción mensual está dividida equitativamente en todas las semanas.

Inventario Inicial: se corresponde con la cantidad de unidades de cada uno de los productos existentes en la bodega al cierre de diciembre de 2017.

Pronóstico: se determina sobre la base del pronóstico mensual dividido para la cantidad de semanas en el mes y desagregados según la tabla 13.

Pedidos de los clientes: se calculan sobre la base de los pedidos en firme de los clientes. Estos pedidos entran al MPS siempre y cuando 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 en tiempo regular, en tiempo regular más las horas extras y estas dos alternativas

más la de subcontratación, según sea el caso. La decisión de una u otra alternativa se va tomando en la medida que se receptan los pedidos.

Inventario final: el inventario para el final de la semana se obtiene de la suma de la cantidad en el MPS el inventario disponible proyectado de la semana anterior y restándole los pedidos de los clientes. Con este inventario se comienza la semana siguiente.

Inventario disponible para promesa: se trata como la diferencia entre los pedidos de los clientes ya registrados y la cantidad total que producción planea producir. Permite controlar las promesas a realizar con los clientes.

La viabilidad del MPS se demuestra mediante el Plan Aproximado de Capacidad que se muestra en el anexo 13. En él se compara la capacidad requerida según el MPS con la capacidad disponible planificada y bajo las condiciones planteadas en el Plan Agregado, que en el caso de los meses de enero y febrero es de trabajar en tiempo regular. Se observa como las desviaciones son positivas indicando que en cada semana en cuestión no se precisa más capacidad y que la planificada en tiempo regular es suficiente para enfrentar los pedidos receptados de los clientes. Lo anterior es corroborado mediante las desviaciones acumuladas.

4.4 Análisis de los resultados

La factibilidad de aplicación del proceso de Planificación de la Producción desarrollado se analiza desde tres aristas: el punto de vista metodológico, la precisión alcanzada en los pronósticos y la efectividad del proceso de planificación desarrollado.

En la perspectiva metodológica con el presente trabajo se aporta a la empresa los procedimientos metodológicos existentes en la literatura para el desarrollo de la Planeación Agregada y del MPS, además de aportar algunas herramientas como pronósticos, clasificación ABC, serie de tiempos, generación de base de datos claves para el control de la capacidad de producción en cada uno de los niveles de planificación. La Planeación Agregada contribuye

con la determinación de los principales costos para una estrategia de nivelación de la fuerza de trabajo, con horas extras y subcontratación. La confección del MPS y su Plan Aproximado de Capacidad permite determinar las cantidades a producir todas las semanas, controlar la recepción de pedidos de los clientes sobre la base de la capacidad del proceso, así como, los volúmenes de inventarios existentes. Posterior a la aprobación del MPS, se proponen los mecanismos para determinar la influencia del mismo en el Plan Agregado de Producción, específicamente, en los principales costos como costo de tiempo regular, costo de horas suplementarias, subcontratación y mantenimiento de inventario. Todo lo anterior apoya y facilita la toma de decisiones en todo el sistema, no sólo desde la perspectiva productiva, sino también desde el punto de vista financiero.

El trabajo con los pronósticos genera la base de datos con el pasado más reciente es decir los años 2015, 2016 y 2017 de las ventas históricas para todos los productos, base de datos con la que la empresa no contaba. Además, se aportan los pronósticos para el 2018 por medio del software Forecast Pro, así como, las principales características de la serie de tiempo. Se demuestra que los pronósticos deben realizarse de arriba hacia abajo a partir de un proceso de desagregación y que los pronósticos de los ítems individuales sólo se empleen como mecanismo de control y comparación con el proceso de desagregación que se realice, lo anterior dada la inexactitud de los mismos. La clasificación ABC realizada con el último año de las ventas permite centrar la atención del proceso de planificación en los principales productos que mayores niveles de ingresos le aportan a la empresa.

Un resumen de la repercusión de los errores de pronósticos para los meses de enero y febrero de 2018 se muestra en la tabla 17, en la que se evidencia un costo total de 2.093,73 USD, visto este como costos adicionales a la empresa.

Tabla 17*Repercusión de los errores de pronósticos para los meses de enero y febrero*

	UM	Enero	Febrero
Pronóstico	(u/mes)	1233	1345
Demanda Real	(u/mes)	938	1337
Error	(u/mes)	295	8
Costo de materias primas y materiales promedio	(USD/mes)	6,91	6,91
Costos adicionales totales	(USD/mes)	2.038,45	55,28
Total	(USD/período)	2.093,73	

Fuente: Elaboración propia

Los pronósticos a su vez tienen su repercusión en las divergencias existentes entre el Plan Agregado de Producción y el MPS, que conllevan a la realización de reajustes en el primero. En la tabla 18 se observan disminuciones de un 5% y de un 68% en el costo de tiempo regular y en el costo de mantenimiento de inventario, respectivamente. Estos recursos planificados e inmovilizados se traducen en un costo para la empresa. Además, estas disminuciones en los costos se deben a la disminución de las ventas reales de la empresa respecto al pronóstico realizado.

Tabla 18*Variación Plan Agregado Base – Plan Agregado Reajustado.*

COSTOS	UM	COSTO PLAN AGREGADO BASE	COSTO PLAN AGREGADO REAJUSTADO SEGÚN MPS	Δ
Período	Mes	Enero- Febrero	Enero-Febrero	
Costo tiempo regular	(USD/mes)	3.170,16 USD	3.021,68 USD	-5%
Costo de horas extras	(USD/mes)	- USD	- USD	-%
Costo de subcontratación	(USD/mes)	- USD	- USD	-%
Costo de inventario	(USD/mes)	126,36 USD	39,90 USD	-68%

Fuente: Elaboración propia

Para medir otros indicadores de eficiencia del proceso de planificación se realiza un balance de carga y capacidad asumiendo la producción real de enero y febrero de 2018 como el volumen de producción y se compara con el mismo período de 2017. Sobre la base de estos datos se analizan las variaciones en los porcentajes de utilización de cada uno de los eslabones productivos, el

coeficiente de proporcionalidad, la utilización de las capacidades productivas y la productividad vista como la cantidad de horas-hombres por trabajador. Todos estos resultados se muestran la tabla 19, en donde se comparó los porcentajes de utilización de los meses de enero y febrero del 2017 contra el año 2018 para todas las operaciones, así como también el coeficiente de proporcionalidad que indica la correspondencia entre las capacidades productivas de todos los eslabones productivos y a su vez plantea la necesidad de evitar cuellos de botella, el porcentaje de utilización de las capacidades productivas y la productividad representada en (horas/hombre) para los dos períodos.

Se destaca el incremento positivo en las variaciones de todos los indicadores propuestos, con excepción del coeficiente de proporcionalidad. Se obtiene un incremento en el uso de los recursos, específicamente los relacionados con el uso de la capacidad de producción (78%) y el incremento de la productividad del sistema (69%). La disminución del coeficiente de proporcionalidad en un 11% se debe al cambio en la estructura de los volúmenes de producción, que en el caso del 2018 disminuyen la correspondencia entre los diferentes eslabones productivos. Se debe aclarar que estos resultados positivos se deben exclusivamente a la metodología empleada para la planificación.

Tabla 19
Análisis de indicadores

Período	2017	2018	Δ
Corte	28%	42%	50%
Confección	27%	48%	78%
Sublimado	7%	11%	57%
Etiquetado y empaque	28%	44%	57%
Coeficiente de proporcionalidad	84%	75%	-11%
Utilización de las capacidades productivas	36%	64%	78%
Productividad	57	96	68%

Fuente: Elaboración propia

La fiabilidad del sistema se determina como la cantidad de unidades cumplidas dentro del plazo de entrega comprometido con los clientes y con la calidad requerida. Además, se

determina la estabilidad de la producción semanal en cuyo cálculo sólo se consideran las semanas de la 4 a la 7.

Fiabilidad:

$$F_{ene-feb/2018} = \frac{\text{Unidades cumplidas en fecha}}{\text{Total de unidades solicitadas}} * \left(1 - \frac{\text{Unidades devueltas con problemas de Q}}{\text{Total de unidades solicitadas}} \right)$$

$$F_{ene-feb/2018} = \frac{2207}{2207} * \left(1 - \frac{44}{2207} \right)$$

$$F_{ene-feb/2018} = 98\%$$

Estabilidad:

$$E_{ene-feb/2018} = 1 - \frac{8.5}{410}$$

$$E_{ene-feb/2018} = 98\%$$

El comportamiento de estos dos indicadores se considera excelente. Por un lado, la probabilidad de cumplir en fecha y con calidad con las unidades solicitadas es de un 98%. Por otro, el MPS elaborado conduce a que la cantidad de unidades totales producidas semanalmente se comporte a un 98% de estabilidad, lo cual estabiliza el uso de las capacidades productivas.

CONCLUSIONES

- Se realizó una minuciosa revisión bibliográfica, como fundamento para el desarrollo del problema planteado y la construcción del marco teórico, del cual se derivan las metodologías aplicadas.
- El proceso de caracterización y diagnóstico, permitió clasificar el proceso productivo de Tavy Sport en mediana serie, bajo un sistema productivo en lotes y contra pedido. Además, permitió detectar falencias en el proceso de planificación ligado a la inexistencia de un Sistema de Control y Planificación de la Producción, que contribuya a mejorar los niveles de utilización de los recursos y un nivel de servicio al cliente.
- El Plan de Planificación de la Producción propuesto para el año 2018, permitió el cálculo y análisis de indicadores de eficiencia como el coeficiente de proporcionalidad dando como resultado un 81% a nivel del Plan Agregado Anual, como también el incremento de la utilización de las capacidades productivas a un 64% y el nivel de productividad medida en horas / hombre a un 96% con referencia al año 2017. Como indicadores de eficacia se midió la fiabilidad del sistema y la estabilidad del mismo arrojando un 98% para ambos, estos resultados positivos se deben exclusivamente al proceso de planificación desarrollado.
- El pronóstico realizado es la base para la planificación de la producción, este se desarrolló a través de un modelo de Suavización Exponencial, identificando una tendencia negativa en la serie de tiempo producto de la inestabilidad de las ventas. Además, se realizó un análisis de la repercusión de los errores de pronósticos para los meses de enero y febrero de 2018, visto como costos adicionales de 2.093,73 USD, como también las divergencias existentes entre el Plan Agregado de Producción y el MPS, con disminuciones de un 5% y de un 68% en el costo de tiempo regular y en el costo de mantenimiento de inventario, respectivamente.

RECOMENDACIONES

- Aplicar el Sistema de Planificación propuesto en los meses de abril, mayo y diciembre en donde se estima picos en la demanda.
- Enriquecer los métodos cuantitativos de pronósticos desarrollados en este trabajo con métodos cualitativos basados en criterios de expertos, cuyo resultado conjunto sea verificado en la práctica.
- Fortalecer el trabajo de la empresa hacia los factores que determinan el nivel de utilización de la capacidad de producción, específicamente dirigir los esfuerzos hacia la demanda y cuota de mercado.
- Verificar mensualmente los indicadores propuestos en el análisis de resultados y analizar la dinámica de los mismos.
- Continuar con el proceso de planificación, aplicando un posible MRP, como un sistema de Planificación y Control de la Producción y llevarlo a un corto plazo, de conjunto secuenciar la producción identificando las reglas de prioridad que mejor se ajusten a la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- (CNP), C. N. d. P. (2017-2021). Plan Nacional de Desarrollo. In S. N. d. P. y. Desarrollo (Ed.). Ecuador.
- Adam, E. E., & Ebert, R. J. (1991). *Administración de la producción y las operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento*: Prentice Hall.
- Avgraffoff, B. (1995). Sistemas de Gestión de la Producción. In *Procesos y Gestión de la Producción* (Vol. 5). Madrid: Ibérico Europa de Ediciones, S.A.
- Boiteux, O. D., Corominas Subias, A., & Lusa García, A. (2007). Estado del arte sobre planificación agregada de la producción.
- Carro, R., & Gonzales, D. (2010). El Sistema de Producción y Operaciones. In González, Gómez, & Daniel. (Eds.), (Vol. 1, pp. 13). Argentina: Universidad Nacional del Mar de Plata.
- Carvajal, G. J. C. (2013). Definición actual de producción gestión y evolución.
- Cevallos, J. (2014). Problemas en el sector textil ecuatoriano. *Gestión, Economía y Sociedad*, 23,24.
- Chapman, S. N. (2006). *Planificación y Control de la Producción*: Pearson educación.
- Código de Trabajo, 10 (2005).
- Código de Trabajo, 10 (2005).
- Domínguez Machuca, J., Alvarez Gil, M., Domínguez Machuca, M., García González, S., & Ruiz Jiménez, A. (1995). Dirección de operaciones. *Aspectos tácticos y*
- Domínguez Machuca, J. A., Alvarez Gil, M., Domínguez Machuca, M. A., García González, S., & Ruiz Jiménez, A. (1995). Dirección de operaciones. *Aspectos tácticos y operativos*.
- Durazo, F. R. (2006). *Sistema de información gerencial para la empresa avanzada*. Universidad de Sonora, México.
- Galeano, D. R. (2006). *Técnicas del Sistema de Gestión de Producción en las empresas manufactureras en el sector de protección infantil en la ciudad de Bogotá*. Universidad de San Buenaventura, Colombia.
- Hanke, J., & Reitsch, M. (2000). *Estadística para negocios*: IRWIN.
- Hayes, R. H., & Wheelwright, S. C. (1984). Restaurando nuestra ventaja competitiva: compitiendo a través de la fabricación.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). Principios de Administración de Operaciones. In (Séptima Edición ed.). México: Pearson Educación.

- IOSA. (2016). Investigación de Operaciones S.A.
- Jacobs, R., & Chase, R. (2014). *Administración de Operaciones*: McGraw-Hill Higher Education.
- Krajewski, L. J., Manoj, K., & Ritzman, L. (2013). Administración de operaciones: Procesos y cadena suministro. In (10 ed.). México: Pearson Education.
- Linarte, A. (2011). Sistema de Producción.
- Management, D. d. M. e. S. C. (2011). Supply Chain Mangment. Retrieved from
- Negrón, D. F. M. (2009). *Administración de operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocios*: Cengage Learning Latin America.
- Paredes Roldán, J. (2001). Planificación y Control de la Producción. In. Ecuador: Instituto de Investigaciones Universidad de Cuenca.
- Robles, F. (2013). Clasificación de los sistemas de producción: Características principales.
- Sarache, W. A. (2003). Proceso de planificación, programación y control de la producción. In. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Schroeder, R., Goldstein, S., & Rungtusanatham, M. (2011). Administración de Operaciones: Conceptos y Casos Contemporáneos México, D, F. In: Mc Graw Hill.
- Stellwagen, E., & Goodrich, R. (2003). Manual Forecast Pro. In (4 ed.). USA: Business Forecast Systems.
- Villalobos, N. C. (2006). Gestión de la Producción y Operaciones. In C. O. Althaona (Ed.): EDUMED.

ANEXOS

Anexo 1 Selección técnicas de pronósticos

	PATRÓN DE DATOS	HORIZONTES EN EL TIEMPO	TIPO DE MODELO	REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE DATOS	
				NO ESTACIONALES	ESTACIONALES
No formales	ST, T, S	S	TS	1	
Promedio simple	ST	S	TS	30	
Promedios móviles	ST	S	TS	4-20	
Atenuación exponencial	ST	S	TS	2	
Atenuación exponencial lineal	T	S	TS	3	
Atenuación exponencial cuadrática	T	S	TS	4	
Atenuación exponencial estacional	S	S	TS		2*L
Filtración adaptiva	S	S	TS		5*L
Regresión simple	T	I	C	10	
Regresión múltiple	C, S	I	C	10*V	
Descomposición clásica	S	S	TS		5*L
Modelos de tendencia exponencial	T	I, L	TS	10	
Ajuste de curva-S	T	I, L	TS	10	
Modelos de Gompertz	T	I, L	TS	10	
Curvas de crecimiento	T	I, L	TS	10	
Census II	S	S	TS		6*L
Box-Jenkins	ST, T, C, S	S	TS	24	3*L
Indicadores principales	C	S	C	24	24
Modelos econométricos	C	S	C	30	
Regresión múltiple de series de tiempo	T, S	I, L	C		6*L

Fuente: Hanke y Winchern (2010, p.80)

Patrón de datos: ST, estacionarios; T, con tendencia; S, estacional; C, cíclicos.

Horizontes en el tiempo: S, corto plazo (menos de tres meses); I, mediano plazo; L, largo plazo.

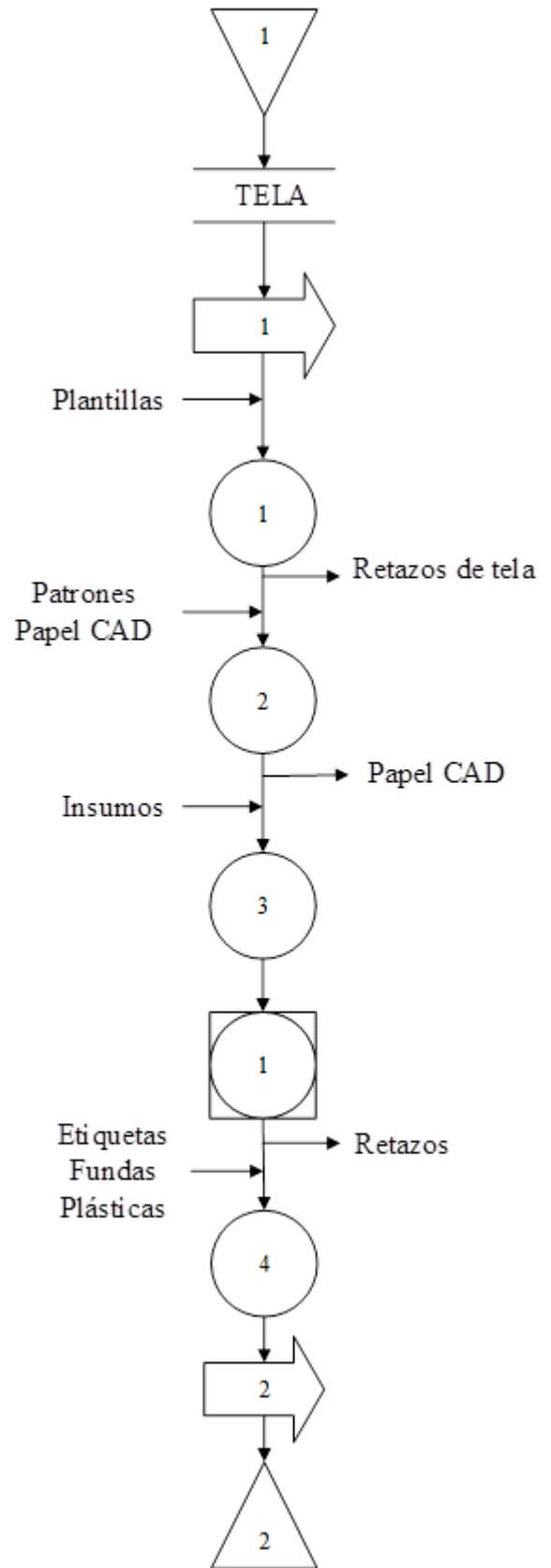
Tipo de modelo: TS, serie de tiempo; C, causal.

Estacionales: L, longitud de la estacionalidad

Anexo 3 Diagrama de operaciones del proceso productivo Tavy Sport

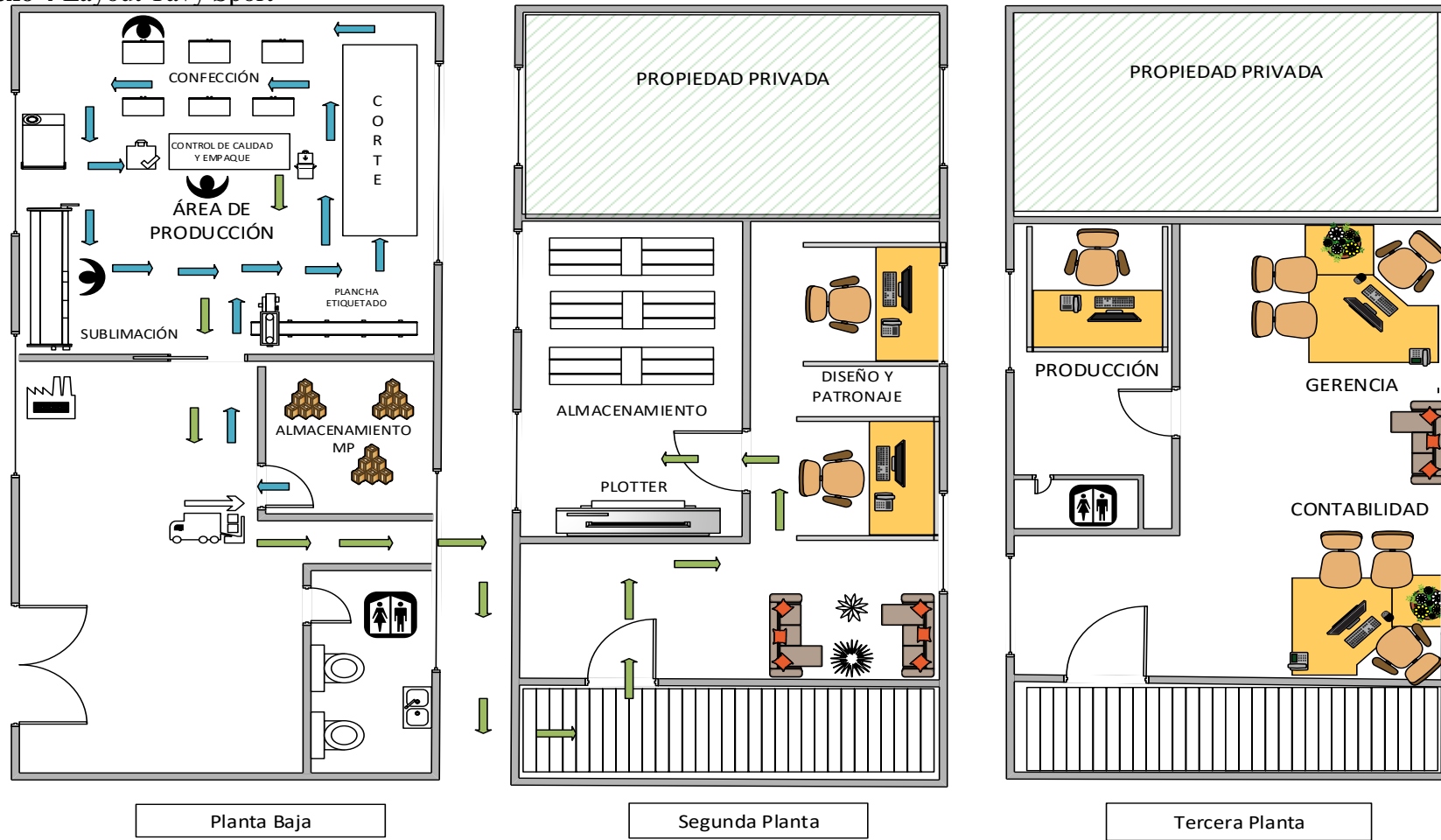
O	T	I	D	A
4	2	1	0	2

LEYENDA	
Operaciones	1. Corte 2. Sublimado 3. Confección 4. Empaque
Transporte	1. Manual patrones en rollos 2. Producto terminado área de almacenamiento
Operación-Inspección	1. Se revisa el producto terminado y se coloca etiqueta
Almacenamiento	1. Almacén de materia prima e insumos 2. Perchado producto terminado



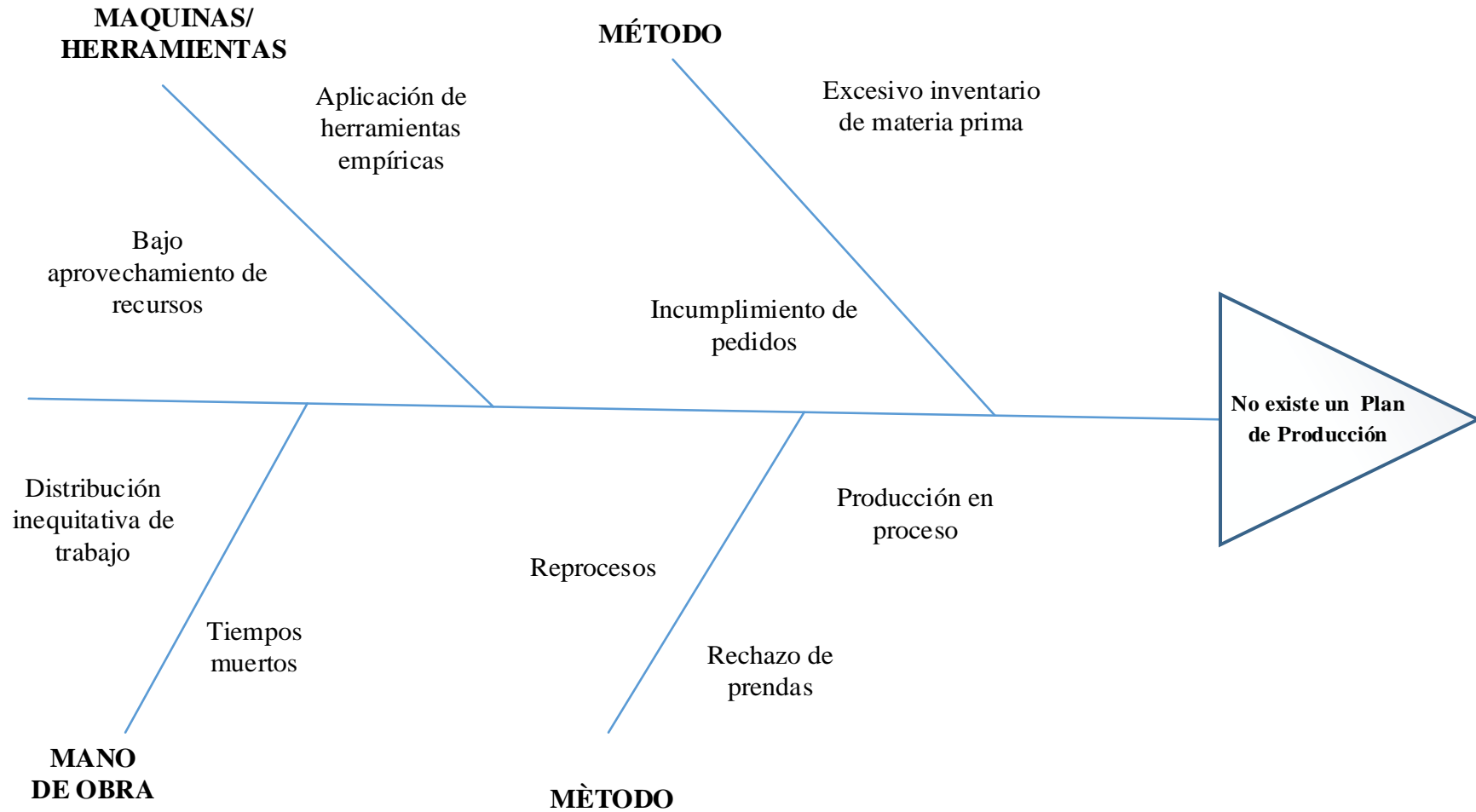
Fuente: Empresa Tavy Sport
Elaborado por: Carina Lomas

Anexo 4 Layout Tavy Sport



Fuente: Empresa Tavy Sport
Elaborado por: Carina Lomas

Anexo 5 Diagrama Ishikawa



Fuente: Empresa Tavy Sport
Elaborado por: Carina Lomas

Anexo 6 Clasificación ABC

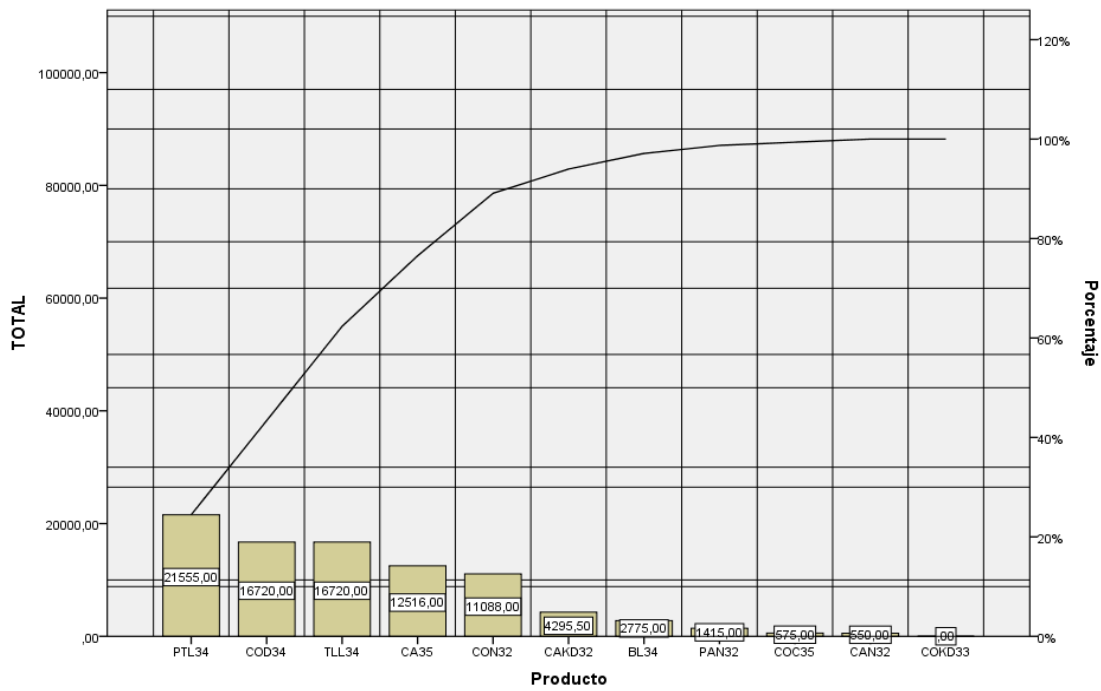
Tabla 1 Clasificación ABC

Rango del producto por ventas (a)	Producto	Ventas proyectadas del artículo	Ventas acumuladas	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Clasificación ABC
1	Conjunto Dama	60.656,00 USD	60.656,00 USD	33,40%	33%	A
2	Pantalón Leggings	25.868,00 USD	86.524,00 USD	16,23%	50%	
3	Pantalón Llano	19.715,00 USD	106.239,00 USD	12,37%	62%	
4	Camisetas Deportivas	14.516,00 USD	120.755,00 USD	9,11%	71%	
5	Conjunto Niña	11.344,00 USD	132.099,00 USD	7,12%	78%	
6	Blusa Dama	10.302,00 USD	142.401,00 USD	6,46%	85%	
7	Camiseta Niño	6.678,50 USD	149.079,50 USD	5,60%	90%	B
8	Conjunto Caballero	4.820,00 USD	153.899,50 USD	4,10%	94%	
9	Pantalón Niña	2.520,00 USD	156.419,50 USD	2,50%	97%	
10	Camiseta Niña	1.980,00 USD	158.399,50 USD	2,00%	99%	C
11	Conjunto Niño	1.000,00 USD	159.399,50 USD	1,00%	100%	
	TOTAL	159.399,50 USD	1.425.871,50 USD	100,00%		

Fuente: Empresa Tavy Sport

Elaborado por: Carina Lomas

Figura 1 Diagrama de Pareto por producto Empresa Tavy Sport



Fuente: Empresa Tavy Sport

Elaborado por: Carina Lomas

Anexo 7 Análisis de los patrones en los datos

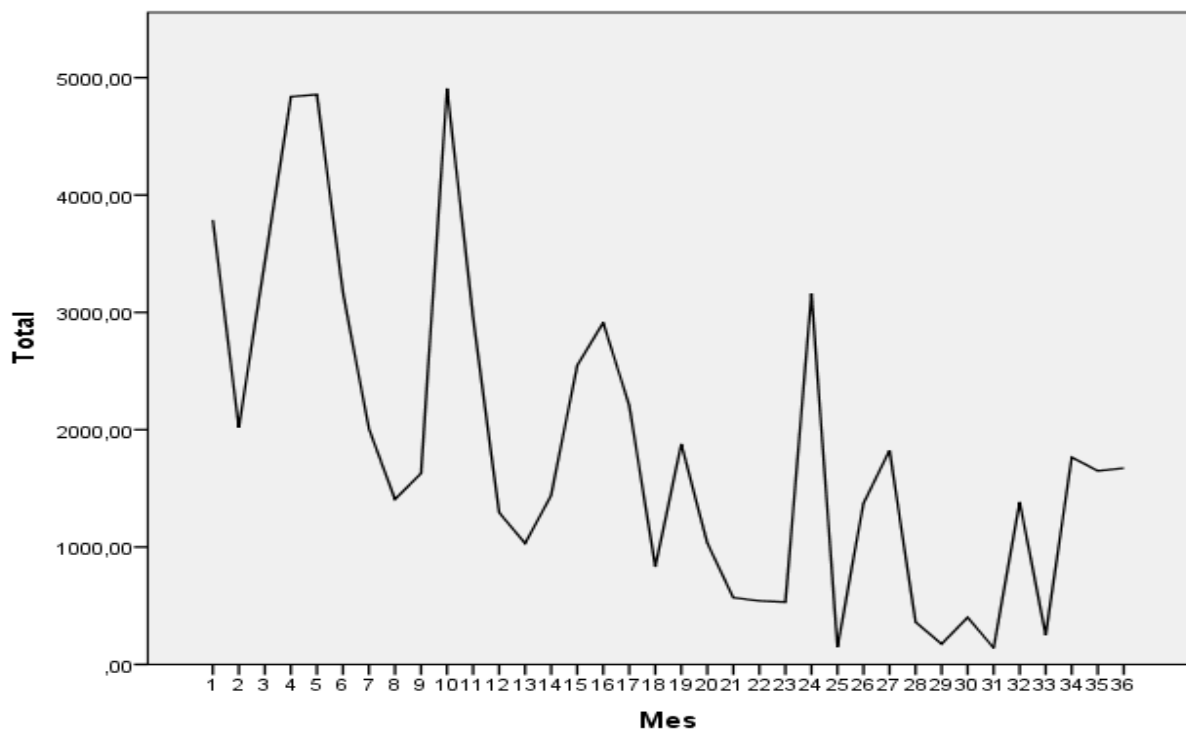


Figura. 1 Serie de tiempo para el total de ventas enero 2015 - diciembre 2017 (u/mes) (Fuente: IBM SPS)

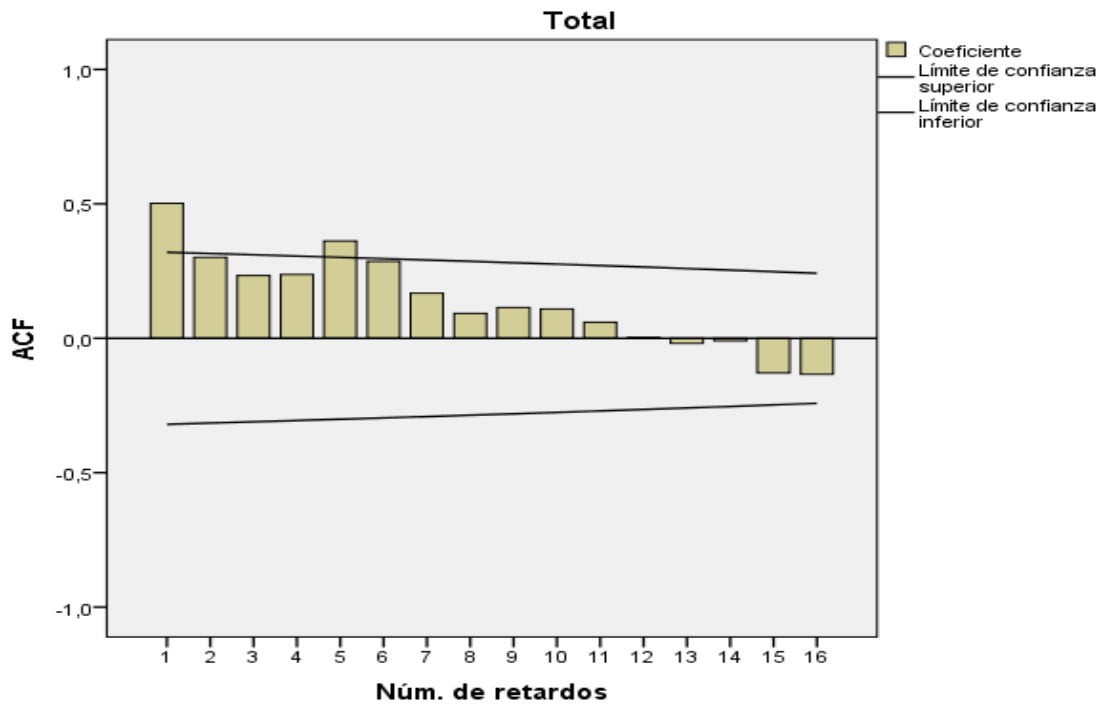


Figura. 3 Autocorrelograma ventas totales (Fuente: IBM SPS)

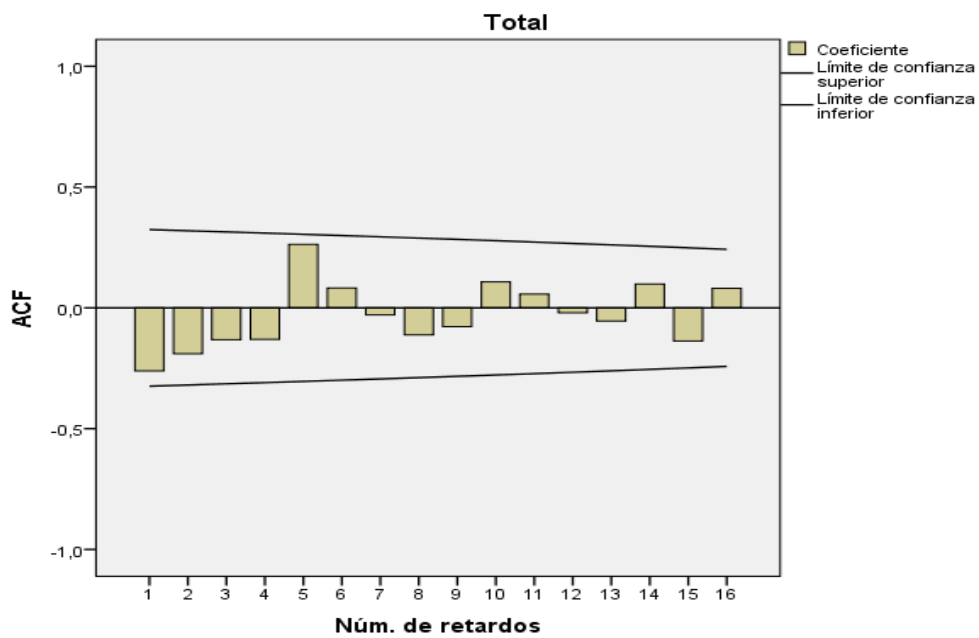


Figura. 2 Correlograma después de una primera diferenciación (Fuente: IBM SPS)

Tabla. 1

Tabla de índices de autocorrelación para ventas totales

Autocorrelaciones

Serie: Total

Retardo	Autocorrelación	Típ. Error ^a	Estadístico de Box-Ljung		
			Valor	gl	Sig. ^b
1	-,261	,162	2,592	1	,107
2	-,190	,160	4,008	2	,135
3	-,132	,157	4,708	3	,194
4	-,130	,155	5,419	4	,247
5	,263	,152	8,402	5	,135
6	,082	,150	8,702	6	,191
7	-,029	,147	8,742	7	,272
8	-,112	,144	9,345	8	,314
9	-,078	,142	9,644	9	,380
10	,107	,139	10,243	10	,419
11	,057	,136	10,417	11	,493
12	-,020	,133	10,441	12	,577
13	-,054	,130	10,615	13	,643
14	,099	,127	11,215	14	,669
15	-,137	,124	12,434	15	,646
16	,081	,121	12,883	16	,681

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

b. Basado en la aproximación chi cuadrado asintótica.

$H_0: \rho_{k=1}; \rho_{k=16} = 0$ Coeficientes de autocorrelación no significativos

$H_1: \rho_{k=1}; \rho_{k=16} \neq 0$ Coeficientes de autocorrelación son significativos

Estadístico: $Sig = 0,681$

Región Crítica: $0,0681 < 0,05$

No se cumple la región crítica, no se rechaza H_0 , por lo que los coeficientes de autocorrelación no son significativos para los primeros 16 períodos de desfase.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La secuencia de valores definida por Coeficientes de autocorrelación de residuos $\leq 0,000$ y $>0,000$ es aleatoria.	Prueba de ejecución de una muestra	1,000	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05

Figura. 4 Prueba de aleatoriedad para la serie total (Fuente: IBM SPS)

H_0 : Los coeficientes de autocorrelación se comportan de forma aleatoria alrededor de valor cero

H_1 : Los coeficientes de autocorrelación no se comportan de forma aleatoria alrededor de valor cero

Estadístico: $Sig = 1,000$

Región Crítica: $1 < 0,05$

No se cumple la región crítica, no se rechaza H_0 , por lo que los coeficientes de autocorrelación se comportan de forma aleatoria alrededor de valor cero.

Anexo 8 Pronóstico de períodos futuros

Tabla 1 Base de datos

Starting Period	1
Periods Per Year	12
Periods Per Cycle	12
ene-15	3788
feb-15	2018
mar-15	3433
abr-15	4838
may-15	4856
jun-15	3168
jul-15	2007
ago-15	1407
sep-15	1628
oct-15	4908
nov-15	2961
dic-15	1294
ene-16	1032
feb-16	1443
mar-16	2547
abr-16	2914
may-16	2205
jun-16	832
jul-16	1878
ago-16	1033
sep-16	569
oct-16	542
nov-16	531
dic-16	3162
ene-17	148
feb-17	1374
mar-17	1823
abr-17	361
may-17	174
jun-17	401
jul-17	140
ago-17	1383
sep-17	250
oct-17	1915
nov-17	1911
dic-17	1673

Fuente: Empresa Tavy Sport

Reporte de pronósticos para TOTAL (u)					
TOTAL (u)					
TOTAL (u)					
Los niveles jerárquicos son: TOTAL (u)					
Análisis Experto					
Utilizando una lógica basada en reglas de FPRO he limitado la selección entre Suavización exponencial y Box-Jenkins.					
Realizaré una prueba a una muestra para seleccionar entre estas dos familias de modelos.					
El MAD acumulado en la muestra para Suavización exponencial fue 495 y para Box-Jenkins fue 908.					
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; 0,092)					
Componente	Peso parámetro de suavización	Valor final			
Nivel	0,0001000	1,747			
Estacional	0,09202				
Indices estacionales					
Ene - Mar	-87,66	-101,4	331,5		
Abr - Jun	371,0	242,2	-168,9		
Jul - Sep	-223,0	-248,3	-452,7		
Oct - Dic	265,9	-18,14	89,52		
Estadísticas de la muestra					
Tamaño muestra	36	No. parámetros	1		
Media	1.848,53	Dev. estándar	1.354,82		
R-Cuadrada Aj.	0,02	Durbin-Watson	0,89		
Ljung-Box(18)	48,6 P=1,00	Error de pronóstico	1.344,34		
BIC	1.393,18	MAPE	174,95%		
RMSE	1.325,54	MAD	1.023,47		
Datos de pronósticos					
Fecha	2,5 Inf.	Pronóstico	Trimestral	Anual	97,5 Sup.
2018-Ene	0	1.659			4.390
2018-Feb	0	1.645			4.376
2018-Mar	0	2.078	5.383		4.809
2018-Abr	0	2.118			4.848
2018-May	0	1.989			4.720
2018-Jun	0	1.578	5.685		4.308
2018-Jul	0	1.524			4.254
2018-Ago	0	1.498			4.229
2018-Sep	0	1.294	4.316		4.025
2018-Oct	0	2.013			4.743
2018-Nov	0	1.729			4.459
2018-Dic	0	1.836	5.578	20.961	4.567
Total		20.961			
Promedio		1.747			
Mínimo		1.294			
Máximo		2.118			
Existencias de Seguridad					
T. Anticipación	DDTA	97,5 E.S.	Punto Re-orden		
1	1.659	2.731	4.390		
2	3.305	3.862	7.166		
3	5.383	4.730	10.113		
4	7.501	5.462	12.962		
5	9.490	6.106	15.596		
6	11.067	6.689	17.757		
7	12.591	7.225	19.816		
8	14.090	7.724	21.814		
9	15.384	8.192	23.576		
10	17.396	8.636	26.032		
11	19.125	9.057	28.182		
12	20.961	9.460	30.421		
DDTA = Demanda Durante Tiempo Anticipación (pronósticos acumulados)					
E. de Seg = Límites de confianza acumulados para el T. Anticipación					
Punto Re-orden = DDTA + E. de Seg					
Ajustes					
No existen ajustes para este ítem					

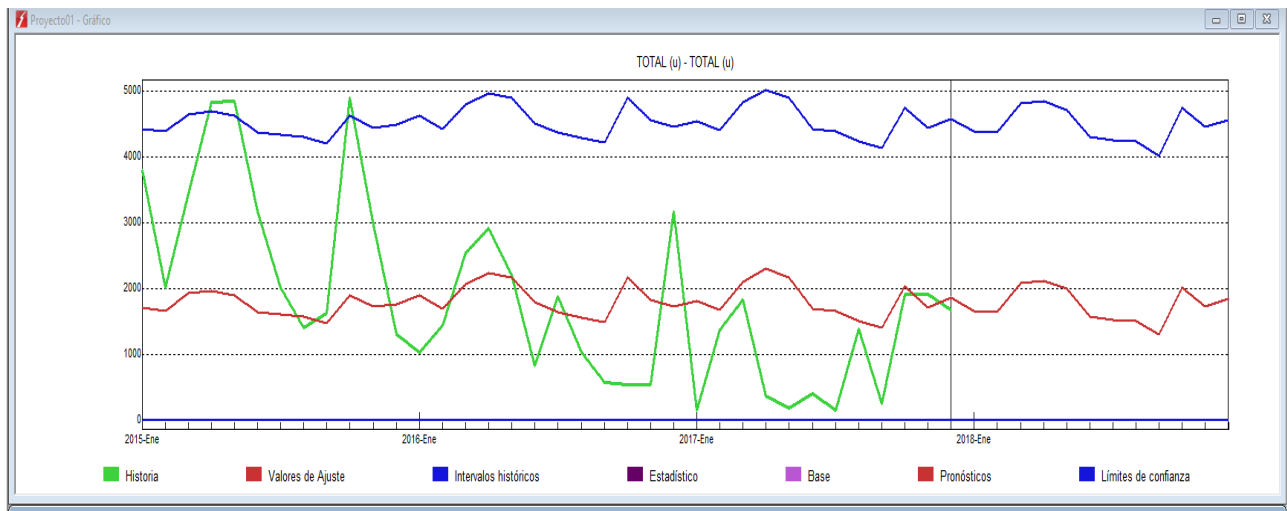


Figura. 5 Solución experta serie de tiempo Total sin eventos (Fuente: Forecast Pro)

Category	Fecha	Valor atípico	V. corregidos.	Delta	Estado
TOTAL (u)	2015-Ene	3.788	1.968	1.820	Detectado
TOTAL (u)	2015-Abr	4.838	2.900	1.938	Detectado
TOTAL (u)	2015-May	4.856	1.974	2.882	Detectado
TOTAL (u)	2015-Oct	4.908	1.897	3.011	Detectado
TOTAL (u)	2016-Dic	3.162	999	2.163	Detectado
TOTAL (u)	2017-Ene	148	2.557	-2.409	Detectado

Figura. 6 Detección de datos atípicos (Fuente: Forecast Pro)

TAVY SPORT PRONOSTICO - Reporte de Pronóstico

Reporte de pronósticos para TOTAL (u)

TOTAL (u)
TOTAL (u)

Los niveles jerárquicos son: TOTAL (u)

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(0,348; 0,200; 1,000)

Ajustes aditivos para eventos en _Calendario01

Componente	Peso parámetro de suavización		Valor final
Nivel	0,3484		1.518
Estacional	0,1999		
Eventos	1,000		
Indices estacionales			
Ene - Mar	-285,4	-173,2	639,6
Abr - Jun	278,8	47,27	-89,72
Jul - Sep	-112,4	-128,9	-553,4
Oct - Dic	126,9	342,9	-92,26

Código de evento	Indice
Pedido extra catálogo	978,5
Producción extra temporada	2.083
Producción extra temporada	2.125
Producción abastecimiento locales	2.772
Pedido extra cliente Tulcán	2.348
Temporada baja	-716,4

Estadísticas de la muestra

Tamaño muestra	36	No. parámetros	3
Media	1.848,53	Desv. estándar	1.354,82
R-Cuadrada Aj.	0,75	Durbin-Watson	1,61
Ljung-Box(18)	26,2 P=0,91	Error de pronóstico	677,96
BIC	753,62	MAPE	65,84%
RMSE	649,10	MAD	506,14

Datos de pronósticos

Fecha	5,0 Inf.	Pronóstico	Trimestral	Anual	95,0 Sup.
2018-Ene	0	1.233			2.472
2018-Feb	32	1.345			2.658
2018-Mar	776	2.158	4.736		3.540
2018-Abr	349	1.797			3.245
2018-May	55	1.565			3.076
2018-Jun	0	1.428	4.791		3.000
2018-Jul	0	1.406			3.035
2018-Ago	0	1.389			3.075
2018-Sep	0	965	3.760		2.705
2018-Oct	0	1.645			3.438
2018-Nov	17	1.861			3.706
2018-Dic	0	1.426	4.932	18.219	3.320
Total		18.219			
Promedio		1.518			
Mínimo		965			
Máximo		2.158			

Existencias de Seguridad

T. Anticipación	DDTA	95,0 E.S.	Punto Re-orden
1	1.233	1.240	2.472
2	2.578	2.081	4.659
3	4.736	2.669	7.405
4	6.533	3.149	9.682
5	8.098	3.565	11.663
6	9.527	3.938	13.464
7	10.932	4.278	15.210
8	12.322	4.593	16.914
9	13.286	4.888	18.174
10	14.931	5.165	20.097
11	16.793	5.429	22.222
12	18.219	5.681	23.899

DDTA = Demanda Durante Tiempo Anticipación (pronósticos acumulados)

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

Punto Re-orden = DDTA + E. de Seg

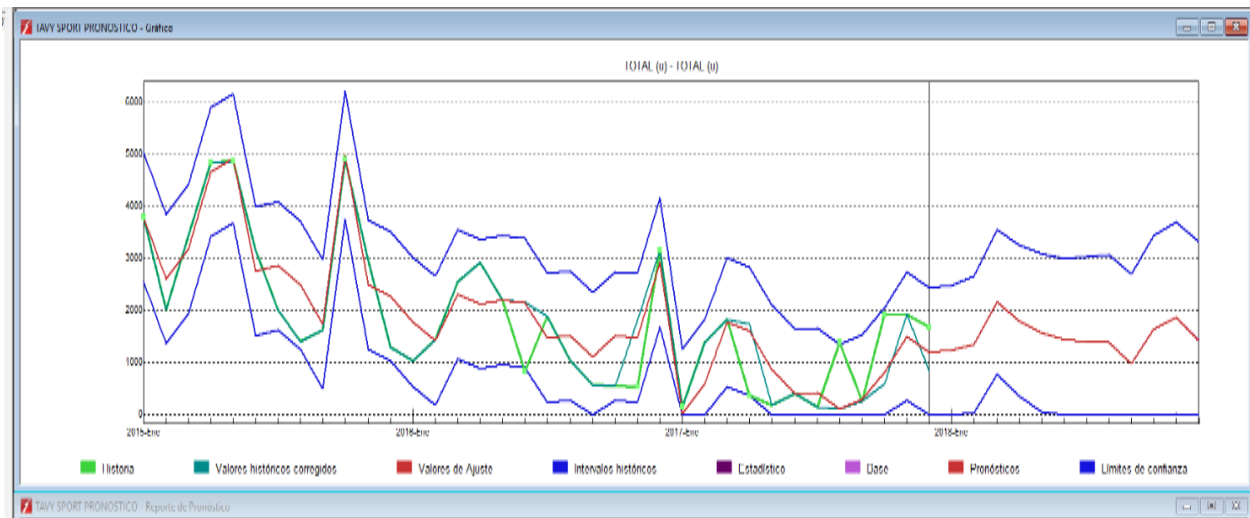


Figura. 7 Solución experta serie de tiempo Total con eventos (Fuente: Forecast Pro)

Anexo 9 Análisis estadístico descriptivo de la variable porcentaje

Figura 1 Descriptivos

Descriptivos			Estadístico	Error tip.
PPTL34	Media		,5150	,04030
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	,4332	
		Límite superior	,5968	
	Media recortada al 5%		,5167	
	Mediana		,5350	
	Varianza		,058	
	Desv. típ.		,24181	
	Mínimo		,00	
	Máximo		1,00	
	Rango		1,00	
	Amplitud intercuartil		,20	
	Asimetría		-,629	,393
	Curtosis		,953	,768
PPLL34	Media		,4017	,03680
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	,3270	
		Límite superior	,4764	
	Media recortada al 5%		,3947	
	Mediana		,4550	
	Varianza		,049	
	Desv. típ.		,22081	
	Mínimo		,00	
	Máximo		1,00	
	Rango		1,00	
	Amplitud intercuartil		,23	
	Asimetría		-,030	,393
	Curtosis		1,073	,768
PCON34	Media		,5697	,05686
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	,4543	
		Límite superior	,6851	
	Media recortada al 5%		,5775	
	Mediana		,5900	
	Varianza		,116	
	Desv. típ.		,34114	
	Mínimo		,00	
	Máximo		1,00	
	Rango		1,00	
	Amplitud intercuartil		,62	
	Asimetría		-,149	,393
	Curtosis		-1,128	,768
PCON32	Media		,3469	,05198
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	,2414	
		Límite superior	,4525	
	Media recortada al 5%		,3329	
	Mediana		,3850	
	Varianza		,097	
	Desv. típ.		,31190	
	Mínimo		,00	
	Máximo		1,00	
	Rango		1,00	
	Amplitud intercuartil		,60	
	Asimetría		,274	,393
	Curtosis		-1,153	,768

PCA35	Media		,1661	,05082
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	,0629	
		Límite superior	,2693	
	Media recortada al 5%		,1300	
	Mediana		,0000	
	Varianza		,093	
	Desv. típ.		,30492	
	Mínimo		,00	
	Máximo		1,00	
	Rango		1,00	
	Amplitud intercuartil		,23	
	Asimetría		1,896	,393
	Curtosis		2,346	,768
PBL34	Media		,5839	,07461
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	,4324	
		Límite superior	,7354	
	Media recortada al 5%		,5932	
	Mediana		,7800	
	Varianza		,200	
	Desv. típ.		,44767	
	Mínimo		,00	
	Máximo		1,00	
	Rango		1,00	
	Amplitud intercuartil		1,00	
	Asimetría		-,409	,393
	Curtosis		-1,761	,768

Fuente: IMB SPS

Estimadores-M^e

	Estimador-M de Huber ^a	Biponderado de Tukey ^b	Estimador-M de Hampel ^c	Onda de Andrews ^d
PPTL34	,5398	,5558	,5514	,5562
PPLL34	,4271	,4446	,4249	,4442
PCON34	,5910	,5774	,5784	,5773
PCON32	,3297	,3380	,3416	,3381
PCA35
PBL34	,7380	,8363	,6890	,8477

a. La constante de ponderación es 1,339.

b. La constante de ponderación es 4,685.

c. Las constantes de ponderación son 1,700, 3,400 y 8,500.

d. La constante de ponderación es $1,340 \cdot \pi$.

e. No se pueden calcular algunos estimadores-M debido a que la distribución se centra sobre todo en la mediana.

Figura 2 Estimadores Robustos (Fuente: IMB SPS)

Anexo 10 Balance de carga y capacidad anual

Artículo	Volumen de producción (art/año)	Gasto de tiempo (h/u)				Cij Capacidad Productiva (u/año)				Cap. De Prod (art/año) Ci	Prod. pos(u/año) Ci'	Prod. Afectado nivel de organización	kp
		Corte	Confección	Sublimado	Etiquetado y empaque	Corte	Confección	Sublimado	Etiquetado y empaque				
Pantalón Llano	4919	0,03	0,068	0,00	0,03	8787	7661	16524	8526	7661	7661	5746	0,000
Pantalón Leggings	6012	0,03	0,08	0,00	0,03	10740	9363	20196	10421	9363	9363	7023	0,000
Conjunto Dama	3115	0,10	0,64	0,02	0,11	5565	4852	10465	5400	4852	4852	3639	0,000
Conjunto Niña	2350	0,10	0,45	0,02	0,09	4198	3660	7895	4074	3660	3660	2745	0,000
Camisetas	401	0,04	0,20	0,02	0,05	716	624	1346	695	624	624	468	0,000
Blusas	1421	0,04	0,26	0,02	0,06	2538	2213	4774	2463	2213	2213	1660	0,000
Fj (h/año)		1673	6691	408	1673								
Ni*Tij (h/año)		936	4296	121	965								
bj		1,79	1,56	3,36	1,73								
U [%]		56%	64%	30%	58%								
Kp (%)		81%											

Fuente: Empresa Tavy Sport
Elaborado por: Carina Lomas

Anexo 11 Plan agregado anual de producción

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
Inventario Inicial	1114	1190	916	8	0	0	0	0	0	225	0	0	
Días hábiles por mes	22	18	21	21	21	21	22	22	20	23	20	20	
Hora de producción disponibles (h/mes)	785	643	750	750	750	750	785	785	714	821	714	714	
Producción en turno regular (h/u)	1309	1071	1250	1250	1250	1250	1309	1309	1190	1369	1190	1190	
Pronóstico de la demanda (u/mes)	1233	1345	2158	1797	1565	1428	1406	1389	965	1645	1861	1426	
Unidades disponibles antes del tiempo extra (u/mes)	1190	916	8	-540	-316	-179	-97	-80	225	-52	-671	-236	
Unidades producidas en tiempo extra (u/mes)	0	0	0	420	316	179	97	80	0	52	420	236	
Unidades subcontratadas (u/mes)	0	0	0	120	0	0	0	0	0	0	251	0	
Inventario final	1190	916	8	0	0	0	0	0	225	0	0	0	
Costo del tiempo regular (USD/mes)	1.743,59 USD	1.426,57 USD	1.664,33 USD	1.664,33 USD	1.664,33 USD	1.664,33 USD	1.743,59 USD	1.743,59 USD	1.585,08 USD	1.822,84 USD	1.585,08 USD	1.585,08 USD	19.892,75 USD

Costo del tiempo extra (USD/mes)	0 USD	0 USD	0 USD	932,40 USD	701,52 USD	397,38 USD	215,34 USD	177,60 USD	0 USD	115,44 USD	932,40 USD	523,92 USD	3.996,00 USD
Costo de subcontratación (USD/mes)	0,04 USD	0,04 USD	0,04 USD	266,44 USD	0,04 USD	0,04 USD	0,04 USD	0,04 USD	0,04 USD	0,04 USD	557,26 USD	0,04 USD	824,15 USD
Costo de inventario (USD/mes)	71,40 USD	54,96 USD	0,48 USD	0 USD	0 USD	0 USD	0 USD	0 USD	13,50 USD	0 USD	0 USD	0 USD	140,34 USD
												TOTAL	24.853,25 USD

Fuente: Empresa Tavy Sport

Tabla 3 Plan maestro de producción del producto CON34 mes de enero y febrero

Producto:	Conjunto Dama				Política de pedido:	L*L			
Cantidad disponible:	256				Tiempo de espera:	1 semana			
	Enero				Febrero				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
Inventario Inicial	256	179	91	0	0	0	0	0	
Pronóstico	53	53	53	53	57	57	57	57	
Pedidos clientes	77	88	100	100	50	25	80	45	
Cantidad en el MPS	0	0	9	100	57	57	80	57	
Inicio del MPS	0	9	100	57	57	80	57	0	
Inventario Final	179	91	0	0	0	0	0	0	
Inventario disponible para promesa	179	91	0	0	0	0	0	0	

Tabla 4 Plan maestro de producción del producto CON32 mes de enero y febrero

Producto:	Conjunto Niña				Política de pedido:	L*L			
Cantidad disponible:	265				Tiempo de espera:	1 semana			
	Enero				Febrero				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
Inventario Inicial	265	225	95	55	16	0	0	0	
Pronóstico	40	40	40	40	43	43	43	43	
Pedidos clientes	0	130	0	0	50	16	50	12	
Cantidad en el MPS	0	0	0	0	34	43	50	43	
Inicio del MPS	0	0	0	34	43	50	43	0	
Inventario Final	225	95	55	16	0	0	0	0	
Inventario disponible para promesa	225	65	55	16	0	0	0	0	

Tabla 5 Plan maestro de producción del producto CA35 mes de enero y febrero

Producto:	Camiseta				Política de pedido:	L*L			
Cantidad disponible:	7				Tiempo de espera:	1 semana			
	Enero				Febrero				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
Inventario Inicial	7	0	0	0	0	0	0	0	
Pronóstico	7	7	7	7	24	24	24	24	
Pedidos clientes	0	0	22	0	0	22	30	0	
Cantidad en el MPS	0	7	22	7	24	24	30	24	
Inicio del MPS	7	22	7	24	24	30	24	0	
Inventario Final	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inventario disponible para promesa	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla 6 Plan maestro de producción del producto CA35 mes de enero y febrero

Producto:	Blusa Dama				Política de pedido:	L*L			
Cantidad disponible:	116				Tiempo de espera:	1 semana			
	Enero				Febrero				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
Inventario Inicial	116	92	68	44	20	0	0	0	
Pronóstico	24	24	24	24	26	26	26	26	
Pedidos clientes	0	0	0	0	0	30	52	10	
Cantidad en el MPS	0	0	0	0	6	30	52	26	
Inicio del MPS	0	0	0	6	30	52	26	0	
Inventario Final	92	68	44	20	0	0	0	0	
Inventario disponible para promesa	92	68	44	20	0	0	0	0	

Anexo 13 Plan de capacidad (enero y febrero)

	Períodos	1	2	3	4	5	6	7	8
MPS	Pantalón Llano PLL34	0	0	83	125	125	91	125	0
	Pantalón Leggings PTL34	0	86	101	125	125	120	120	0
	Conjunto Dama CON34	0	0	9	100	57	57	80	57
	Conjunto Niña CON32	0	0	0	34	43	50	43	0
	Camisetas CA35	7	22	7	24	24	30	24	0
	Blusas BL34	0	0	0	6	30	52	26	0
	Carga								
CORTE	Carga PLL34	0,00	0,00	2,59	3,90	3,90	2,83	3,90	0,00
	Carga PTL34	0,00	2,68	3,15	3,90	3,90	3,74	3,74	0,00
	Carga CON34	0,00	0,00	0,86	9,58	5,51	5,51	7,67	5,51
	Carga CON32	0,00	0,00	0,00	3,29	4,16	4,79	4,16	0,00
	Carga CA35	0,26	0,87	0,27	0,95	0,95	1,19	0,95	0,00
	Carga BL34	0,00	0,00	0,00	0,25	1,19	2,05	1,04	0,00
	Plan de Capacidad	0,26	3,55	6,87	21,86	19,59	20,11	21,45	5,51
	Capacidad estándar disponible	150	150	150	150	122	122	122	122
	Desviación	149,34	146,05	143	128	103	102	101	117
	Desviación Acumulada	149,34	295,39	438	566	669	771	872	989
SUBLIMADO	Carga PLL34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Carga PTL34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Carga CON34	0,00	0,00	0,15	1,67	0,96	0,96	1,33	0,96
	Carga CON32	0,00	0,00	0,00	0,57	0,72	0,83	0,72	0,00
	Carga CA35	0,11	0,37	0,11	0,40	0,40	0,50	0,40	0,00
	Carga BL34	0,00	0,00	0,00	0,36	1,69	2,93	1,48	0,00
	Plan de Capacidad	0,11	0,37	0,26	3,00	3,77	5,22	3,93	0,96
	Capacidad estándar disponible	75	75	75	75	61	61	61	61

	Desviación	75	74	75	72	57	56	57	60
	Desviación Acumulada	75	149	224	295	353	409	466	526
CONFECCIÓN	Carga PLL34	0,00	0,00	5,60	8,44	8,44	6,13	8,44	0,00
	Carga PTL34	0,00	6,59	7,74	9,58	9,58	9,20	9,20	0,00
	Carga CON34	0,00	0,00	5,77	64,12	36,87	36,87	51,29	36,87
	Carga CON32	0,00	0,00	0,00	15,33	19,40	22,36	19,40	0,00
	Carga CA35	1,29	4,31	1,33	4,71	4,71	5,88	4,71	0,00
	Carga BL34	0,00	0,00	0,00	1,70	7,95	13,77	6,95	0,00
	Plan de Capacidad	1,29	10,91	20,45	103,88	86,94	94,21	99,99	36,87
	Capacidad estándar disponible	598	598	598	598	490	490	490	490
	Desviación	597	587	578	495	403	395	390	453
	Desviación Acumulada	597	1185	1763	2257	2660	3055	3445	3897
ETIQUETADO Y EMPAQUE	Carga PLL34	0,00	0,00	2,25	3,40	3,40	2,47	3,40	0,00
	Carga PTL34	0,00	2,34	2,74	3,40	3,40	3,26	3,26	0,00
	Carga CON34	0,00	0,00	1,02	11,38	6,55	6,55	9,11	6,55
	Carga CON32	0,00	0,00	0,00	0,29	0,37	0,43	0,37	0,00
	Carga CA35	0,36	1,20	0,37	1,31	1,31	1,64	1,31	0,00
	Carga BL34	0,00	0,00	0,00	0,37	1,74	3,02	1,52	0,00
	Plan de Capacidad	0,36	3,54	6,39	20,15	16,76	17,35	18,97	6,55
	Capacidad estándar disponible	150	150	150	150	122	122	122	122
	Desviación	149,24	146,06	143,21	129,45	105,64	105,05	103,43	115,85
	Desviación Acumulada	149,24	295,30	438,51	567,96	673,59	778,64	882,07	997,93