



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

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

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANEAMIENTO DE PRODUCCIÓN PARA LA
EMPRESA SUMAK MIKUY S.C.C.”**

AUTOR: ANTHONY ALEXANDER NOBOA CHULDE

DIRECTOR: MSc. Ing. YAKCLEEM MONTERO SANTOS

IBARRA-ECUADOR

2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100333565-8		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Noboa Chulde Anthony Alexander		
DIRECCIÓN:	Ulpiano Pérez Quiñonez 4-161 y Av. Jaime Roldos		
EMAIL:	aanoboac@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	06-2-956-326	TELÉFONO MÓVIL:	0983738195
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	"DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANEAMIENTO DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA SUMAK MIKUY S.C.C."		
AUTOR (ES):	Noboa Chulde Anthony Alexander		
FECHA:	22/07/2019		
PROGRAMA	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Industrial		
ASESOR / DIRECTOR:	MSc. Ing. Yakcleem Montero Santos		

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, 22 de julio del 2019

AUTOR:

Anthony Alexander Noboa Chulde



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

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Anthony Alexander Noboa Chulde, con cédula de identidad Nro. 100333565-8, 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 autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANEAMIENTO DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA SUMAK MIKUY S.C.C.”** que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO INDUSTRIAL** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autora 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, 22 de julio del 2019

AUTOR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Anthony Alexander Noboa Chulde', written over a horizontal line.

Anthony Alexander Noboa Chulde

C.C: 100333565-8



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

DECLARACIÓN

Yo, Anthony Alexander Noboa Chulde, con cédula de identidad Nro. 100333565-8, declaro bajo juramento que el trabajo de grado con el tema **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANEAMIENTO DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA SUMAK MIKUY S.C.C.”** 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, 22 de julio del 2019

AUTOR:

Anthony Alexander Noboa Chulde

C.C: 100333565-8



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

CERTIFICACIÓN

MSc. Ing. Yackleem Montero Director de Trabajo de Grado desarrollado por el señor estudiante **Anthony Alexander Noboa Chulde**

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Trabajo de grado titulado “**DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANEAMIENTO DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA SUMAK MIKUY S.C.C.**”, ha sido elaborado en su totalidad por el señor estudiante **Anthony Alexander Noboa Chulde** bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniero Industrial. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ing. Yackleem Montero Santos MSc.
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



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

DEDICATORIA

*A Dios, por ser mi guía y mi apoyo durante todo este tiempo, sin Él nada tuviera sentido, y
por darme una maravillosa familia.*

*A mi Abuelita Rosita, por formarme como un hombre de bien, por ser el pilar de fuerza y
dedicación, por enseñarme que la vida tiene sus altibajos y que a pesar de todo da un gran
ejemplo de esfuerzo, siempre estaré agradecido.*

*A mi Tía Viviana, por su amor infinito que día a día llena de amor nuestra familia, por
brindarme sus cuidados y guiarme, gracias por reconocer mis virtudes y corregir mis
errores.*

*A mi Madre Judith, por darme la vida, por su amor que sólo una madre puede dar, por
todas sus oraciones, por buscar lo mejor para mí y porque gracias a ella estoy cumpliendo
esta meta.*

*A mis Tías; Katia y Ely por su cariño, por todo lo que han pasado para cumplir sus
sueños; y me han enseñado que en la vida las personas que verdaderamente te quieren están
junto a ti cuando las necesitas.*

*A mis hermanos; Dayana, Steven por compartir momentos inolvidables, por tenerme
paciencia que siendo menores me dan muchas lecciones de la vida.*

ANTHONY ALEXANDER NOBOA CHULDE



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

AGRADECIMIENTO

A Universidad Técnica del Norte, a Facultad de Ingenierías en Ciencias Aplicadas y a Carrera de Ingeniería Industrial, por darme la oportunidad de aprender y crecer profesionalmente.

A Ing. Yackleem Montero Santos MSc. quien en calidad de tutor fue mi guía profesional, guiándome hacia la excelencia académica.

A Ing. Erik Orozco MSc. e Ing. Israel Herrera MSc., por su constante apoyo en mi trabajo de titulación, guiándome para mejorar cada día.

A Ing. Verónica Acosta Gerente propietario de Sumak Mikuy, quien confió en mí y me abrió las puertas de su empresa para permitirme realizar el trabajo de titulación.

ANTHONY ALEXANDER NOBOA CHULDE

RESUMEN

El trabajo de titulación se realizó en la Empresa Sumak Mikuy S.C.C., con el objetivo de mejorar el Sistema de Planificación de la Producción a mediano plazo, a través del diseño del Plan Agregado de Producción, y desagregándolo en el Plan Maestro de Producción. Para el diagnóstico y caracterización del sistema de producción se analiza el coeficiente de operaciones fijadas y el coeficiente de carga en cada operación con el fin de verificar el tipo de producción que posee la empresa objeto de estudio. Se analizaron las exigencias técnico-organizativas capacidad de reacción y flexibilidad, para determinar las principales causas que inciden en la planificación de la producción. Se inicia con el pronóstico de la demanda, para ello se elabora una base de datos con 36 periodos por cada familia de productos, utilizando para ello el software Forecast Pro. Luego de los pronósticos se procede a elaborar el plan agregado a nivel de cada familia tomando en cuenta varias estrategias con el fin de buscar la mejor opción de planificación. Posteriormente se desagregó la familia mayor demanda en: (UODAG, MDO), y la familia mediana demanda: (MO-DSH, PIÑ-DSH). Se realiza el análisis de correlación de datos, con el fin de validar y verificar el comportamiento de los productos en cuanto a los pedidos por periodo, para esto se utilizó el software IBM SPSS versión 22.0. Finalmente se muestra la fiabilidad del sistema de producción e indicadores de productividad, verificando así, la factibilidad de aplicar la propuesta.

Palabras claves

Planificación de la producción, Pronóstico de la demanda, Balance carga-capacidad, Plan agregado de producción, Plan maestro de producción

ABSTRACT

The degree work was carried out at Sumak Mikuy S.C.C., with the objective of improving the Production Planning System in the medium term, through the design of the Production Aggregate Plan, and disaggregating it in the Production Master Plan. For the diagnosis and characterization of the production system, the coefficient of fixed operations and the load coefficient in each operation are analyzed in order to verify the type of production that the company under study has. The technical-organizational requirements, reaction capacity and flexibility are analyzed in order to determine the main causes affecting production planning. It starts with the forecast of the demand, for it a database is elaborated with 36 periods for each family of products, using for it the software Forecast Pro. After the forecasts, the aggregated plan is elaborated at the level of each family, taking into account several strategies in order to look for the best planning option. Subsequently, the largest demand family was disaggregated into: (UODAG, MDO), and the medium demand family: (MO-DSH, PIÑ-DSH). The data correlation analysis is performed in order to validate and verify the behavior of the products in terms of orders by period, for this IBM SPSS software version 22.0 was used. Finally, the reliability of the production system and productivity indicators are shown, thus verifying the feasibility of applying the proposal.

Keywords: Production planning, Demand forecasting, Load-capacity balance, Aggregate production plan, Master Production Scheduling

ÍNDICE

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	i
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	ii
DECLARACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1 Generalidades	1
1.1 Problema	1
1.2 Objetivo General.....	2
1.3 Objetivos Específicos:.....	2
1.4 Justificación.....	2
1.5 Alcance.....	4
CAPÍTULO II.....	5

2	Marco Teórico	5
2.1	Introducción.....	5
2.2	Administración de operaciones (AO)	5
2.2.1	Función de operaciones.....	6
2.2.2	Toma de decisiones en las operaciones.....	7
2.2.3	Enfoque jerárquico en la planificación y control de la producción	10
2.2.4	Planeación Agregada	13
2.2.5	Plan Maestro de Producción (MPS)	16
2.2.6	Programación de operaciones.....	19
2.3	Pronósticos	21
2.3.1	Diseño del sistema de Pronósticos.....	23
2.3.2	Procedimiento para la realización de los pronósticos.....	26
2.4	Procedimiento de diagnóstico para los sistemas de gestión de la producción	32
2.4.1	Caracterización de la empresa	33
2.4.2	Análisis de las exigencias técnico-organizativas.....	34
2.4.3	Análisis de los principios de la producción.....	37
2.4.4	Precisión y enriquecimiento de los problemas	39
	CAPÍTULO III	41
3	Diagnóstico del Sistema de Producción de la empresa Sumak Mikuy S.C.C.....	41
3.1	Introducción.....	41
3.2	Caracterización de la empresa Sumak Mikuy S.C.C	41

3.2.1	Descripción del proceso productivo.	45
3.2.2	Clasificación del sistema de producción de la empresa Sumak Mikuy S.C.C	47
3.3	Análisis de las exigencias técnico organizativas	49
3.4	Diagnostico.....	50
3.4.1	Análisis FODA	50
3.5	Descripción de la gestión de producción actual	52
3.6	Precisión y enriquecimiento de los problemas que afectan la planificación y control de la producción.....	53
CAPÍTULO IV		55
4.	Elaboración del Plan Agregado y Plan Maestro de Producción de la empresa Sumak Mikuy S.C.C	55
4.1	Introducción	55
4.2	Elaboración de la Planeación Agregada.....	55
4.2.1	Definición de la nomenclatura de productos a planificar	55
4.2.2	Calculo de las necesidades del producto.....	56
4.2.3	Balance anual de carga y capacidad	57
4.2.4	Plan agregado de producción	59
4.3	Plan Maestro de Producción.....	62
4.4	Análisis de los resultados	63
CONCLUSIONES		68
RECOMENDACIONES		69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Decisiones de diseño y utilización en operaciones	8
Tabla 2. Decisiones críticas de la Administración de operaciones	9
Tabla 3. Resumen de cuatro métodos importantes de Planeación Agregada	16
Tabla 4. Clasificación del Sistema de Producción.....	34
Tabla 5. Descripción de funciones del personal de Sumak Mikuy.....	44
Tabla 6. Equipos que intervienen en el proceso productivo.....	47
Tabla 7. Clasificación del sistema de producción de Sumak Mikuy	47
Tabla 8. Matriz relación producto-operación	48
Tabla 9. Operaciones del proceso productivo	58
Tabla 10. Gastos de tiempos y análisis del representante tipo por familia	58
Tabla 11. Repercusión de los errores de pronósticos para el primer trimestre.....	64
Tabla 12. Variación Plan agregado base-Plan agregado reajustado	65
Tabla 13. Análisis de los indicadores.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Hilo Conductor del Marco Teórico	5
Figura 2. Eventos significativos en la administración de operaciones	6
Figura 3. Administración de operaciones como función	7
Figura 4. Esquema de niveles estratégicos, tácticos y operativos de la producción.....	10
Figura 5. Proceso de planeación de la producción	12
Figura 6. Proceso de elaboración del plan agregado	15
Figura 7. Proceso de elaboración del MPS	17
Figura 8: Cálculo del inventario proyectado	18
Figura 9. Planificación y control de la producción.....	21
Figura 10. Proceso de pronósticos	27
Figura 11. Proceso del diagnóstico del sistema de gestión de la producción.....	33
Figura 12. Mapa de Procesos	43
Figura 13. Organigrama funcional Sumak Mikuy	44
Figura 14. Análisis FODA	51
Figura 15. Estrategias DO	52
Figura 16. Diagrama de Pareto principales problemas de planificación de la producción .	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Método de pronósticos por series de tiempo	72
Anexo 2. Selección de técnicas de Pronóstico	73
Anexo 3. Ubicación de la empresa	74
Anexo 4. Layout de la empresa Sumak Mikuy	75
Anexo 5. Nomenclatura de productos Sumak Mikuy	76
Anexo 6. Maquinaria, equipos y utensilios	76
Anexo 7. Diagrama de operaciones del proceso productivo en Sumak Mikuy	77
Anexo 8. Diagrama de la gestión de producción actual	78
Anexo 9. Encuesta para evaluar el proceso de planificación de la producción	79
Anexo 10. Tabulación de la encuesta	81
Anexo 11. Clasificación ABC	84
Anexo 12. Análisis de los patrones en los datos de pedidos familia Mayor-demanda.....	85
Anexo 13. Análisis de los patrones en los datos de pedidos familia Mediana-demanda	86
Anexo 14. Análisis de los patrones en los datos de pedidos totales	87
Anexo 15. Base de datos para pronóstico de períodos futuros.....	88
Anexo 16. Reporte de pronósticos para el total de pedidos de kilogramo	89
Anexo 17. Reporte de pronósticos familia Mayor-demanda, pedidos total.....	91
Anexo 18. Reporte de pronósticos familia Mediana-demanda, pedidos total.....	93
Anexo 19. Balance de carga y capacidad.....	95
Anexo 20. Plan agregado de familia Mayor-demanda	96
Anexo 21. Plan agregado de familia Mediana-demanda	97
Anexo 22. Programación maestra de producción familia Mayor demanda	98
Anexo 23. Programación maestra de producción familia Mediana demanda.....	100
Anexo 24. Plan Aproximado de capacidad	102

CAPÍTULO I

1 Generalidades

1.1 Problema

La constante innovación del campo industrial en sus estructuras administrativas, productivas y de mercadeo, para llegar a liderar y mantenerse en el mercado, hacen en la actualidad que las empresas se vean obligadas a realizar estudios en todos los niveles jerárquicos, y uno de los factores más críticos es la parte productiva.

Sumak Mikuy S.C.C. es una microempresa de la Unión de Organizaciones Campesinas de Cotacachi (UNORCAC), ubicada en el cantón Cotacachi, provincia de Imbabura y Zona 1 del Ecuador. El cultivo de uvilla es uno de los más importantes de la zona, por lo que la microempresa Sumak Mikuy busca dar un valor agregado a los frutos orgánicos que son producidos por los agricultores de la UNORCAC, como es el caso de elaborar uvilla, mortiño, mora, piña deshidratados; entre otros, y comercializar esos productos.

La planta industrial tiene una capacidad para deshidratar 1300 kg de fruta orgánica al mes, pero no está operando al 100%. La planificación de producción se define dentro de cada línea del producto, sus distintas familias, se planifican las ventas, se realizan presupuestos, se seleccionan y establecen contratos con productores de la organización UNORCAC, se contrata la mano de obra.

Debido a la expansión de mercado, la microempresa Sumak Mikuy ha venido enfrentando algunos problemas que afectan el buen desenvolvimiento de la ejecución de la producción, y son los siguientes:

- Limitada coordinación del cultivo de frutas no tradicionales en este sector, que ha ocasionado una sobreproducción de uvilla en ciertas épocas del año.

- Falta de personal capacitado para enfrentar, desde el punto de vista Científico y Técnico, las eventualidades que se puedan presentar en las diferentes funciones de operaciones.
- No hay un buen enfoque en la planificación de la producción, sus ventas son a contra pedido

La situación problemática se concreta en la carencia de un sistema de planificación de la producción a mediano plazo y programación del mismo a corto plazo, y sustentado en herramientas científicamente argumentadas, que permita tomar decisiones acertadas dentro del proceso de planificación de la producción.

1.2 Objetivo General

Planificar la producción a mediano y corto plazo mediante el plan agregado y programa maestro (MPS) en la microempresa Sumak Mikuy S.C.C.

1.3 Objetivos Específicos:

- Realizar la revisión bibliográfica en base a los diferentes enfoques y conceptos relacionados con el planeamiento de producción, plan agregado y MPS, con la finalidad de construir el marco teórico de la investigación.
- Diagnosticar la situación actual en Sumak Mikuy S.C.C; que permita identificar los problemas que afectan la gestión productiva de la microempresa.
- Planificar la producción a mediano y corto plazo, mediante la aplicación de los procedimientos de plan agregado y programación maestra de producción, que conlleven al mejoramiento de la productividad en Sumak Mikuy S.C.C

1.4 Justificación

El consumo creciente de frutas deshidratadas se debe a la tendencia mundial del consumo de alimentos nutritivos y saludables, así como también evitar el desperdicio de frutas. Según Global Industry Analysts (GIA), una firma de investigación de mercado, las frutas

deshidratadas se están convirtiendo en un producto de gran potencial de exportación. El estudio indica que al año 2020 el consumo mundial de frutas deshidratadas crecería a 4 millones de toneladas. En cuanto al consumo, Estados Unidos se ubica entre los principales países compradores mundiales de fruta deshidratada (piña, frutilla, mango, durazno) con el 12,9% del total de sus importaciones. Le siguen, el mercado alemán (8,8%), el ruso (5,8%), el holandés (5,6%), y Reino Unido (5,4%). (Federación de Productores de Frutas de Chile [fedefruta], 2017)

Las empresas dedicadas a la deshidratación de alimentos orgánicos tienen una cadena de producción repetitiva y los costos de producción son altos. 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).

Con el único propósito de generar una mejora continua y un valor agregado ante el campo laboral, las empresas se dirigen hacia la implementación de nuevas metodologías las cuales generen un impacto positivo en sus resultados, en la mayoría de los casos la incertidumbre resultante de la mala planificación y toma de decisiones erróneas se traduce en errores bastante considerables al momento de generar el reabastecimiento de material, control de inventario, registro de ventas, pronósticos de la demanda, etc. A partir de esto se busca la medida correctiva que abarque todo el conjunto de problemas de una manera inteligente mediante un pronóstico de demanda, partiendo de este punto se generará la reprogramación del sistema de abastecimiento y su logística. (PWC, 2011)

El proyecto ayudará a la productividad, competitividad y calidad de los productos nacionales, como también la disponibilidad de servicios conexos y otros insumos, para generar

valor agregado y procesos de industrialización en los sectores productivos con enfoque a satisfacer la demanda nacional y de exportación. (CNP, 2017-2021, p.83)

Es por eso que el presente trabajo de investigación en la microempresa Sumak Mikuy S.C.C; planificará la producción a mediano y corto plazos, 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.

1.5 Alcance

El proceso de planificación de la producción abarcará, a nivel de Plan Agregado, todos los meses del año 2019 y a nivel de Plan Maestro de Producción los meses: julio, agosto, septiembre 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

Un hilo conductor se muestra en la figura 1, que constituye la guía para abordar desde el punto de vista teórico el problema científico a resolver. Se comienza abordando los problemas generales acerca de la administración de operaciones, su evolución histórica y su relación con el subsistema de producción. Luego 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 programación maestra de producción (MPS, Master Production Schedule). Es esencial analizar el tema de pronósticos como insumo fundamental al proceso de planificación y control de la producción.

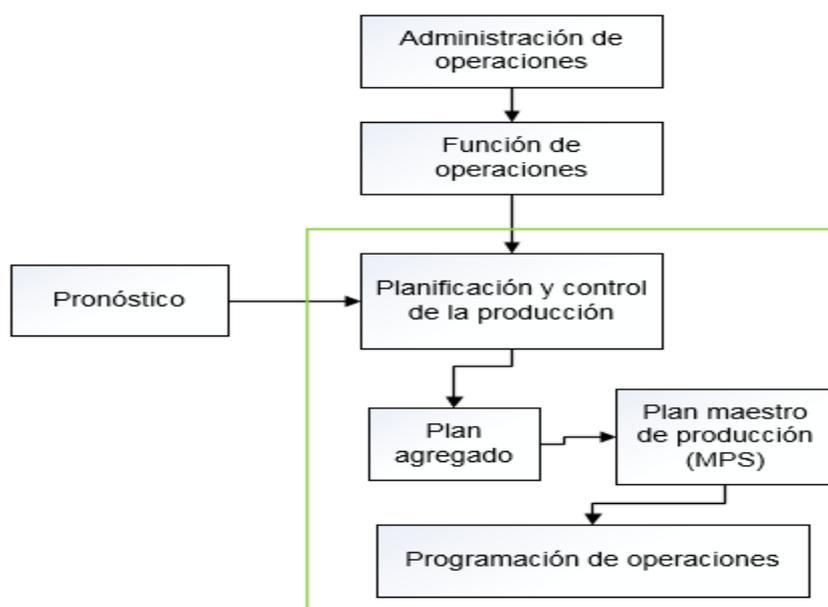


Figura 1. Hilo Conductor del Marco Teórico
Elaborado por: Noboa Anthony

2.2 Administración de operaciones (AO)

La administración de operaciones es un estudio de la toma de decisiones de las distintas áreas de las empresas en función de las operaciones que se desarrollan para obtener un bien o un servicio (Schroeder, Goldstein S., y Rungtusanatham M., 2011; Heizer y Render, 2009).

La AO se la realiza con la finalidad de ofrecer liderazgo preciso en los más altos niveles de estrategia y de política organizacional, en la actualidad es un factor determinante en el grado de satisfacción de los clientes (Everett, 1991).

En la figura 2 se muestra los acontecimientos significativos de la administración de operaciones

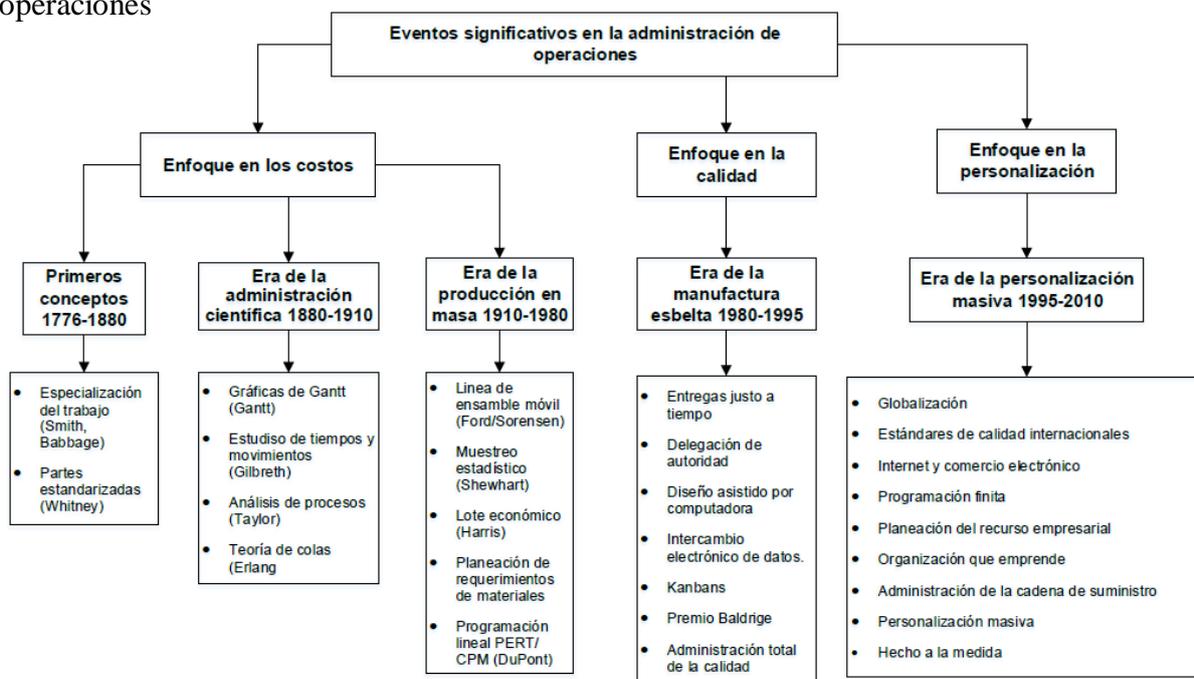


Figura 2. Eventos significativos en la administración de operaciones

Fuente: (Heizer y Render, 2009, pág. 9)

En resumen, 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

En muchos de los casos se debe asignar cada función a una dirección por separado con lo que la dirección asume la responsabilidad de ciertas actividades, estas funciones se encuentran relacionadas entre sí por lo que la comunicación es más efectiva para conseguir las metas de una organización. (Carro & Gonzáles, 2010)



Figura 3. Administración de operaciones como función

Fuente: (Carro & Gonzales, 2010)

Elaborado por: Noboa Anthony

Para Chase, Jacobs, & Aquilano (2014) quienes hablan de la “5p” hablan de la dirección de operaciones, que se compone en:

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

2.2.2 Toma de decisiones en las operaciones.

La toma de decisiones es un aspecto esencial de toda actividad administrativa, por lo general, comprende cuatro pasos básicos:

- 1.- reconocer y definir con claridad el problema
- 2.- recopilar la información necesaria para analizar las posibles alternativas
- 3.- seleccionar la alternativa más atractiva
- 4.- implementar la alternativa seleccionada

Se toma en cuenta que los detalles específicos varían dependiendo de la situación que se presente. (Krajewski et al., 2013)

Al tomar decisiones en operaciones, no se sigue una secuencia particular en la práctica. Existe, sin embargo, la tendencia de que muchas de las decisiones sobre el proceso y la capacidad física precedan a las decisiones que se toman sobre inventarios, fuerza de trabajo y calidad. (Schroeder et al., 2011)

En la siguiente tabla 1 se muestra las decisiones de diseño y utilización en operaciones

Tabla 1

Decisiones de diseño y utilización en operaciones

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

Fuente: (Schroeder et al., 2011, p.10)

Elaborado por: Noboa Anthony

El proceso de administración consiste en planear, organizar, asignar personal, dirigir y controlar. Los administradores de operaciones aplican este proceso de administración a las decisiones que toman en función de la Administración de Operaciones. Se muestran en la tabla 2 las 10 decisiones estratégicas principales de la AO. (Heizer y Render, 2009, p.7)

Tabla 2*Decisiones críticas de la Administración de operaciones*

Áreas de decisión	Algunas preguntas a responder
Diseño del producto y servicio	¿Qué producto debemos ofrecer? ¿Cómo debemos diseñar estos productos o servicios?
Gestión de calidad	¿Quién es el responsable de la calidad? ¿Cómo definimos la calidad que queremos en nuestro bien o servicio?
Diseño de proceso y planificación de capacidad	¿Qué proceso necesitarán estos productos y en qué orden? ¿Qué equipo y tecnología son necesarios para estos procesos?
Localización	¿Dónde situaremos las instalaciones? ¿En qué criterio nos basaremos para elegir la localización?
Diseño de la organización	¿Cómo organizaremos la instalación? ¿Qué tamaño deberá tener para cumplir el plan?
Recursos humanos y diseño del trabajo	¿Cómo proporcionar un entorno de trabajo razonablemente bueno? ¿Cuánto se puede esperar que produzcan nuestros empleados?
Gestión de abastecimiento	¿Deberíamos fabricar determinado componente o comprarlo? ¿Quiénes son nuestros principales proveedores y quién puede quedar integrado en nuestro programa electrónico?
Inventario, planificación de necesidades de material y JIT	¿Cuántos inventarios de artículos debemos llevar? ¿Cuánto debemos pedir?
Programación intermedia, planificación a corto plazo y planificación del proyecto	¿Es una buena idea subcontratar la producción? ¿Es mejor despedir a gente o mantenerles en nómina en los períodos de ralentización?
Mantenimiento	¿Quién se hace responsable del mantenimiento?

Fuente: (Heizer y Render, 2009, p.7)**Elaborado por:** Noboa Anthony

La implementación de decisiones está influida por una diversidad de aspectos, los cuales incluyen la proporción de bienes y servicios de un producto. Por lo general, los administradores de operaciones implementan estas diez decisiones identificando las tareas clave y el personal necesario para alcanzarlas. (Heizer y Render, 2009, p.7)

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

2.2.3 Enfoque jerárquico en la planificación y control de la producción

Se deben seguir un enfoque jerárquico que permita la coordinación entre los objetivos, planes y actividades de los niveles estratégicos, tácticos y operativos. Ello quiere decir que cada uno perseguirá sus propias metas, pero teniendo siempre en cuenta las del nivel superior, de las cuales dependen, y las del nivel inferior, a las que restringen. (Domínguez Machuca, García González, Ruiz Jiménez, & Álvarez Gil, 1995, p.7-8)

Se muestra en la figura 4, los tipos de niveles estratégicos, tácticos y operativos de la producción, ordenados de acuerdo con el horizonte de planificación, en orden decreciente, al que afectan las decisiones.

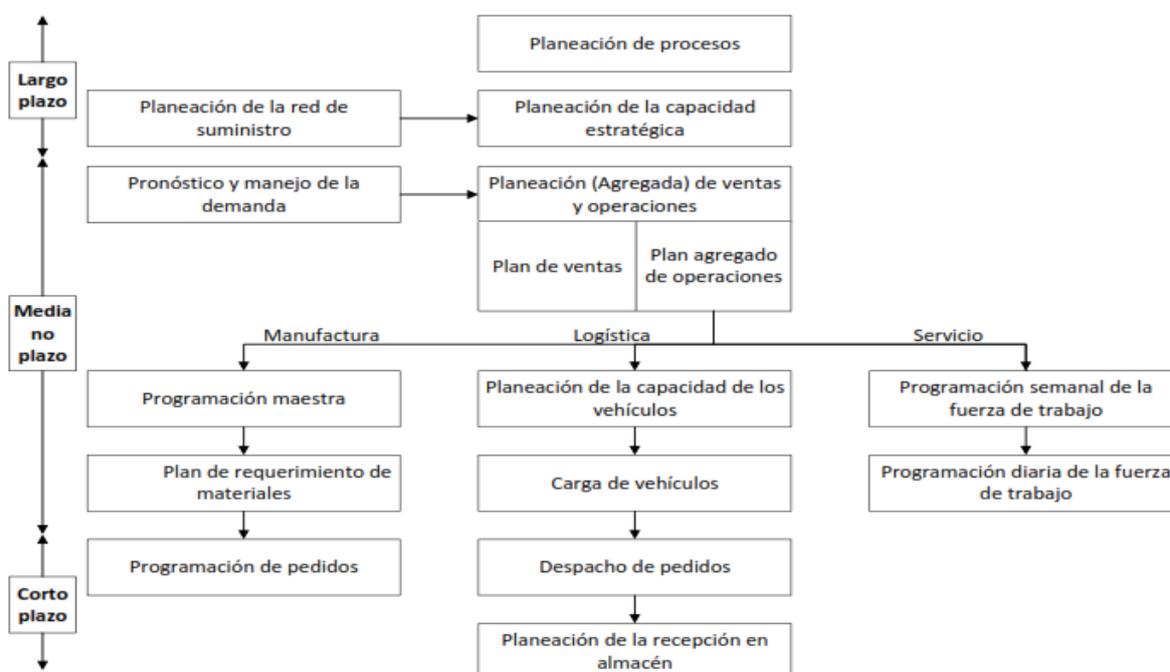


Figura 4. Esquema de niveles estratégicos, tácticos y operativos de la producción

Fuente: (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2014, p.517)

Las dimensiones de tiempo apreciadas en esta figura como largo plazo, mediano plazo y corto plazo equivalen al nivel estratégico, táctico y operativo respectivamente.

Para Chase et al., (2014) el nivel estratégico se enfoca a las decisiones tomadas en función de planear el sistema en un horizonte de largo plazo, por lo general es de 3 a 5 años. Es en este nivel donde se definen la meta (a dónde se va) y la estrategia (saber cómo llegar); éstas pueden ser:

- Diseño del producto (Qué producto o servicio)
- Diseño del proceso (Qué proceso)
- Pronóstico de demanda a largo plazo
- Localización de la organización
- Tamaño de empresa – capacidad
- Distribución en planta (Layout)
- Costo estándar
- Selección de la tecnología y los equipos

En el nivel táctico se enfoca en la planeación del uso del sistema en un horizonte de mediano plazo, puede ir desde 3 hasta 18 meses, y son:

- Pronóstico de la demanda a mediano plazo
- Planeación de la materia prima (Gestión de compras)
- Estrategia a seguir con la Fuerza de Trabajo (Factor Humano)
- Plan de producción a nivel agregado
- Plan de capacidad
- Política de inventarios
- Gestión de calidad
- Mantenimiento

Observando la figura 4, en este nivel se encuentra el Plan Agregado de Producción. Además, se encuentra la programación maestra y la planeación de los requerimientos de material, los cuales, están diseñadas para generar programas detallados que indican el momento en que se necesitan las piezas para las actividades de manufactura.

Nota: El trabajo de investigación se centrará en este nivel, abordando la planificación de la producción a mediano y programación del mismo a corto plazo para la microempresa Sumak Mikuy.

En el nivel operativo se enfoca hacia el funcionamiento del sistema en tiempo real tal que garantice que se cumpla lo previsto en el nivel anterior, en un horizonte de tiempo de semanas y días, pueden ser:

- Asignación de órdenes a puestos.
- Secuencia en la ejecución de las órdenes.

Observando la figura 5, el plan de producción constituye el nivel global de producción en términos generales (familias de productos, horas estándar, volumen en dinero). También posee una variedad de entradas, incluidos planes financieros, capacidades de ingeniería, demanda del cliente, disponibilidad de mano de obra, fluctuaciones del inventario, desempeño del proveedor, y otras consideraciones. Cada una de estas entradas aporta a su manera con el plan de producción.

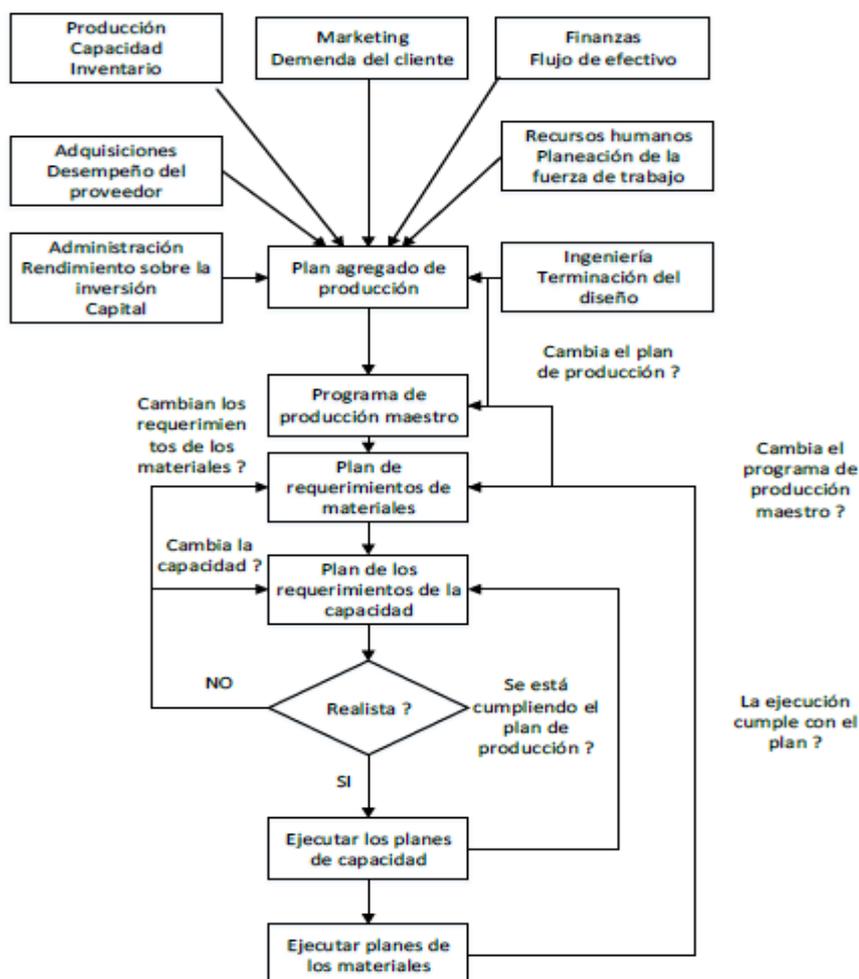


Figura 5. Proceso de planeación de la producción
Fuente: (Heizer & Render, 2009, p.563)

Según Heizer & Render (2009) cuando el proceso de planeación pasa del plan de producción a la ejecución, cada plan de nivel inferior debe ser factible. Cuando alguno de estos planes no lo es, se usa la retroalimentación hacia el nivel inmediato superior para hacer los ajustes necesarios. La etapa que nos llevara desde el plan de producción hasta la ejecución es la planificación agregada, esta fase consiste en establecer en unidades agregadas (familias de productos), para periodos normalmente mensuales.

Para J. A. Domínguez Machuca et al. (1995) la coordinación de la planificación estratégica y de la operativa se puede observar en el plan agregado, pero su detalle no es suficiente para llevar a cabo la planificación operativa, por lo que las distintas familias se descompondrán en productos concretos y los periodos pasaran de meses a semanas, el resultado será el programa maestro de producción. El plan de producción establece los límites superior e inferior para el programa de producción maestro.

En conclusión, el Plan Agregado de producción se establece en términos generales como familias de productos, el Plan Maestro de producción se establece en términos de productos específicos.

2.2.4 Planeación Agregada

Chase et al. (2014) mencionan que el plan agregado de operaciones establece los índices de producción por grupo de productos u otras categorías a mediano plazo (3 a 18 meses). Tiene como propósito principal, 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.

J. Domínguez Machuca et al. (1995) afirman que hay tres estrategias de planeación de la producción, que comprenden cambios en el tamaño de la fuerza de trabajo, las horas de trabajo, el inventario y la acumulación de pedidos.

- *Estrategia de ajuste*, su enfoque es 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 (p.70-71).

Según Chase et al. (2014) en el plan de producción existen cuatro costos y, se detallan a continuación:

- **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. Para estos costos 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:** son aquellos que comprenden la contratación, la capacitación y el despido del personal.
- **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.

En la figura 6, se resume las indicaciones para implementar un plan agregado

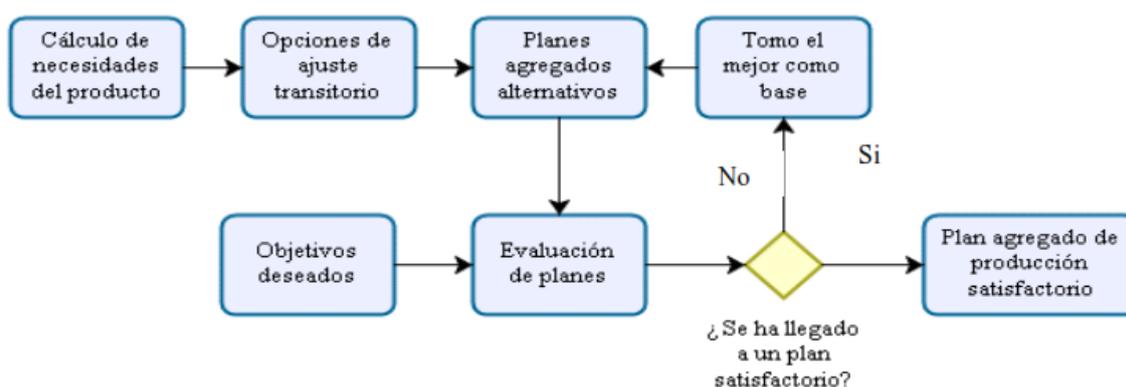


Figura 6. Proceso de elaboración del plan agregado
Fuente (Krajewski et al., 2013)

De acuerdo con varios autores, manifiestan que los múltiples modelos que han sido elaborados para llevar a cabo la planificación agregada, los más sobresalientes son los que se muestran en la tabla 3 (J. Domínguez Machuca et al., 1995, p.73-91; Heizer & Render, 2009, p.533-540).

Tabla 3*Resumen de cuatro métodos importantes de planeación agregada*

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

Fuente: (Heizer y Render, 2009, p. 541).

Elaborado por: Noboa Anthony

2.2.5 Plan Maestro de Producción (MPS)

J. Domínguez Machuca et al., (1995) menciona que en el MPS (Master Plan Schedule) se detalla cuántos elementos finales se producirán dentro de periodos específicos; es decir, desagrega el plan agregado de producción en productos específicos. Hay que tener en cuenta los siguientes aspectos en la elaboración del plan maestro de producción:

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

Según Villalobos, (2006) 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.

Para Krajewski et al., (2013) 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 7.

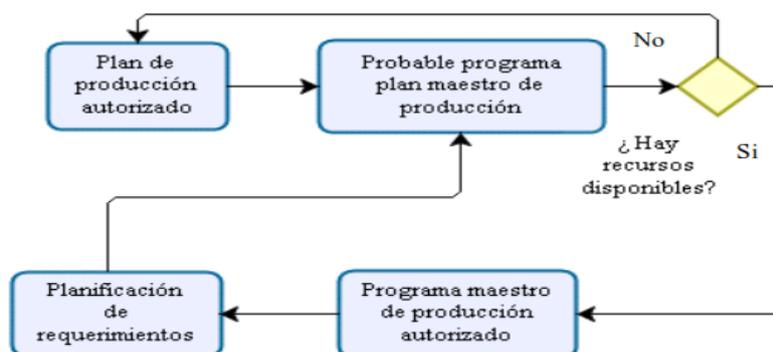


Figura 7. Proceso de elaboración del MPS

Fuente: (Krajewski et al., 2013)

El área de operaciones creará primero un MPS provisional, que servirá para probar si se puede cumplir el programa con los recursos previstos en el plan agregado (capacidad de máquinas, mano de obra, kg en exceso, costo de inventario). Luego operaciones revisan el MPS hasta lograr formular un programa que satisfaga todas las limitaciones de recursos, o hasta convencerse de que no es posible desarrollar un programa factible. En este último caso, habrá que revisar el plan de producción para ajustar los requisitos de producción o aumentar los recursos autorizados, una vez revisado esto, se acepta un probable MPS factible. Los datos reales de desempeño, como los niveles de inventario y los faltantes, serán datos de entrada para elaborar el probable MPS para el siguiente periodo, y así, el proceso de elaboración del

programa maestro de producción se repetirá de un periodo a otro. En el desarrollo del MPS se debe:

- **Calcular el inventario disponible proyectado:** se debe realizar una estimación de la cantidad de inventario disponible cada semana, una vez que se ha satisfecho la demanda, el cálculo se visualiza en la figura 8. Para los requerimientos proyectados para una semana, se utilizará el factor que sea mayor, ya sea el pronóstico o los pedidos registrados de los clientes.

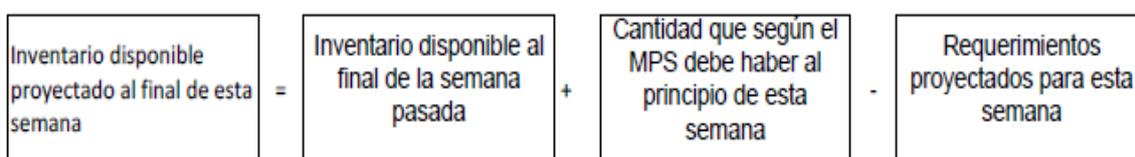


Figura 8: Cálculo del inventario proyectado

Fuente: (Krajewski et al., 2013)

- **Determinar las fechas y las magnitudes de las cantidades en el MPS:** enfocado a mantener un saldo no negativo del inventario disponible proyectado. Cuando se detecten faltantes en el inventario, será necesario programar cantidades adecuadas en el MPS para compensarlos.
- **Determinar las cantidades disponibles para promesa:** el MPS provee a marketing de información útil para negociar las fechas de entrega con los clientes. La cantidad de elementos finales que marketing puede prometer entregar en fechas específicas, esto se conoce como **inventario disponible para promesa (ATP)**, y se trata de la diferencia entre los pedidos de los clientes ya registrados y la cantidad total que operaciones está planeando producir.

El programa maestro de producción se basa tanto en los pronósticos como en los pedidos que realmente se reciben, y si hay diferencias del plan agregado cuando se suman los diferentes periodos en un mes. Se tendría que revisar hacia arriba el plan agregado, autorizando recursos adicionales para igualar la oferta con la demanda, o reducir las cantidades en el MPS para el mes a fin de ajustarlas al plan agregado. (Krajewski et al., 2013)

2.2.6 Programación de operaciones

Schroeder et al., (2011) también la conoce como planeación de operaciones, y es una decisión de asignación que suministra la capacidad o los recursos disponibles (equipo, mano de obra y espacio) a los trabajos, actividades, tareas o clientes a lo largo del tiempo. Esta programación utiliza los recursos que aportan las decisiones de la planeación agregada; por lo tanto, la programación de operaciones es la última decisión y la más restringida en la jerarquía de las decisiones de planeación de la producción. La planeación de operaciones da como resultado un plan basado en fases de tiempo, o programa de actividades, indicando lo que habrá de hacerse, cuándo, por quién y con qué equipamiento. Es fundamental que la planeación de operaciones se diferencie claramente de la planeación agregada, pues esta última trata de determinar los recursos necesarios mientras que la planeación de operaciones asigna los recursos que se consiguieron a través de la planeación agregada de la mejor manera posible para satisfacer los objetivos de operaciones. (p.309)

Según Chase et al. (2014) para programar y controlar una operación deben ejecutarse las funciones siguientes:

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

Según Heizer y Render (2009) la programación requiere recopilar datos de diversas fuentes, como pronósticos de demanda o pedidos de clientes específicos, disponibilidad de los recursos con base en el plan de ventas y operaciones, también se toma en cuenta las restricciones concretas de empleados y clientes. En seguida, requiere la generación de un programa de trabajo para los empleados o un programa de producción para el proceso manufacturero. El programa tiene que coordinarse con los empleados y proveedores para asegurar que todas las restricciones se satisfagan. (p.340)

Para Chase et al., (2014) los objetivos de la programación de operaciones en un centro de trabajo son: 1.- cumplir los plazos, 2.- minimizar el tiempo de demora, 3.- minimizar tiempos o costos de preparación, 4.- minimizar el inventario de los trabajos sin terminar y, 5.- maximizar el aprovechamiento de máquinas y trabajadores, pero no es probable cumplir al mismo tiempo todos esos objetivos, y muchas veces es indeseable. (p.672)

En resumen, el objetivo principal de la planeación de operaciones 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.

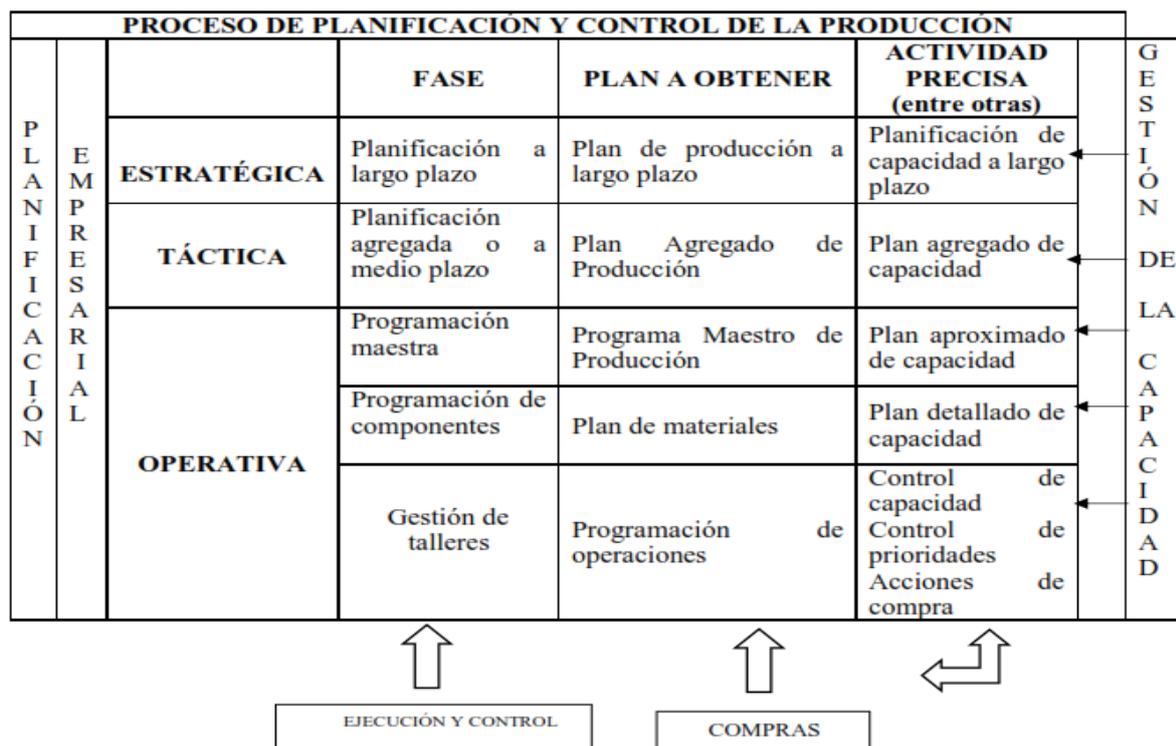


Figura 9. Planificación y control de la producción
Fuente: (J. Domínguez Machuca et al., 1995)

Durazo (2006) resuelve las técnicas de planeación de la capacidad utilizando factores agregados (CPOF) basándose 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.

2.3 Pronósticos

Para Hanke & Reitsch (2000) es el estudio de datos históricos para identificar sus patrones y tendencias fundamentales, para después proyectarlos hacia el futuro como pronósticos.

Según Anderso, Sweeney, & Williams (2000) es el proceso en el cual se recolectan y analizan datos para realizar una estimación de lo que en el futuro ocurrirá con un determinado factor en un entorno incierto, o sea, de forma general, no es más que el arte y la ciencia de

prevenir eventos futuros. Este concepto plantea tres grandes áreas de atención: el plazo de previsión, la variable concreta a prever y la técnica de previsión a utilizar.

Para Box & Jenkins (2001) es usar la mejor información disponible para guiar a través del o los métodos adecuados, las informaciones futuras tendientes al cumplimiento de las metas de la organización.

Para Hanke y Wichern (2010) los pronósticos necesariamente guían las políticas y la planeación en una organización, para esto, es necesario establecer el plan de producción y capacidad. La necesidad de pronósticos está en todas las líneas funcionales, así como en todos los tipos de organizaciones.

Según Schroeder et al., (2011) es un insumo para todos los tipos de planeación y control empresarial, tanto dentro como fuera de la función de operaciones. Además, se usa los pronósticos para la toma de decisiones de operaciones sobre diseño del proceso, planeación de la capacidad e inventarios. Si el pronóstico no es aceptable, en ocasiones se puede diseñar un plan para cambiar el curso de los eventos.

La producción a mediano plazo significará a un periodo entre seis meses y dos años, el marco de tiempo normal para las decisiones de planeación agregada, de presupuestos y otras decisiones de adquisición y aplicación de recursos. En cambio, la producción a corto plazo se referirá a menos de seis meses, donde las decisiones se relacionan con la adquisición de materiales y la programación de trabajos y actividades específicas. Para las decisiones a corto plazo, son suficientes los pronósticos que se extienden a través de los plazos de adquisición o de producción.

Todo proceso de pronóstico sugiere dos reglas esenciales:

1. Debe ser técnicamente correcto y producir predicciones precisas.

2. Y debe ser presentado a la administración con cierta efectividad, de modo de demostrar que serán utilizados en beneficio de la empresa y los resultados estar justificados con base en su costo beneficio.

Para lograr solides en la toma de decisiones a partir del pronóstico de ventas existen dos caminos:

- Desde abajo hacia arriba, para este proceso se establece la demanda con un grado de concreción elevado, e ir agregándolo en unidades superiores para los niveles más altos.
- Desde arriba hacia abajo, que comienza en familias a partir de las cuales se desagrega hasta unidades de producto en los niveles más bajos. Para llevar a cabo este proceso suelen emplearse relaciones de porcentaje basadas en datos históricos y pronósticos más concretos; dichos porcentajes son indicativo del número de unidades de nivel inferior que se encuentran en la unidad del nivel superior.

El pronóstico empresarial incluye el estudio de datos históricos para descubrir sus patrones y tendencias fundamentales. Este conocimiento se utiliza para proyectar los datos a períodos futuros como pronósticos.

Desde el punto de vista conceptual, Hanke & Reitsch (2000) expresan la importancia de diferenciar los términos predicción y pronóstico, de acuerdo a sus criterios, las predicciones se basan meramente en la consideración de aspectos subjetivos dentro del proceso de estimación de eventos futuros, mientras que los pronósticos, se desarrollan a través de procedimientos científicos, basados en datos históricos, que son procesados mediante métodos cuantitativos.

2.3.1 Diseño del sistema de Pronósticos

Existen diferentes tipos de decisiones en las operaciones y distintos requisitos de pronósticos. Se señalan los tres tipos de métodos de pronóstico asociados con estas decisiones: cualitativos, series de tiempo y causales.

Los métodos cualitativos de pronóstico se basan en el criterio administrativo y no usan modelos específicos, son de utilidad cuando existe una falta de datos o cuando los datos históricos no son instrumentos de predicción confiables del futuro.

El análisis de series de tiempo y los pronósticos causales son dos métodos cuantitativos, en esencia los datos históricos se procesan a través de un modelo de series de tiempo o uno causal para llegar a un pronóstico. (Schroeder et al., 2011)

El análisis de serie de tiempo, que es el que utilizaremos en el presente trabajo de investigación, se enfoca en la idea de que es posible utilizar información o datos relacionados con la demanda anterior para predecir la demanda futura. (Chase & Jacobs, 2014)

Una serie de tiempo es una secuencia de observaciones cronológicamente clasificadas que se toman a intervalos regulares para una variable particular. Debemos elaborar gráficas de los datos de demanda u otros tipos de datos sobre una escala de tiempo, estudiar las gráficas para descubrir los modelos y las figuras o los patrones consistentes. Luego, estos patrones se proyectan hacia el futuro. En éste método, las técnicas estadísticas se enfocan completamente en patrones, cambios en los patrones y perturbaciones causadas por influencias aleatorias (ver anexo 1), entre ellas están: (Hanke y Wichern, 2010)

- modelos no formales
- promedios móviles
- suavización exponencial
- modelos matemáticos
- modelo de autocorrelación (Box- Jenkins)

2.3.1.1 Suavización Exponencial

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

diferencia del método de promedio móvil ponderado, que requiere n periodos de demanda pasada y en ponderaciones, el método de suavizamiento exponencial necesita solamente tres datos: el pronóstico del último periodo, la demanda de ese periodo y un parámetro de suavizamiento, alfa (α), cuyo valor fluctúa entre 0 y 1. (Krajewski, Manoj & Ritzman, 2013)

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

Donde:

F_t = El pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t

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

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

α = Índice de respuesta deseado, o la constante de suavización

2.3.1.1.1 Suavización exponencial ajustada a la tendencia

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

Pronostico incluido la tendencia

$$FIT_t = F_t + T_t \quad [2.1]$$

Pronostico suavizado exponencialmente

$$F_t = FIT_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - FIT_{t-1}) \quad [2.2]$$

Suavización exponencial ajustada a la tendencia

$$T_t = T_{t-1} + \delta(A_{t-1} - T_{t-1}) \quad [2.3]$$

Donde:

F_t = El pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t

T_t = La tendencia suavizada exponencialmente para el periodo t

FIT_t = El pronóstico incluido la tendencia para el periodo t

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

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

α = Índice de respuesta deseado, o la constante de suavización

δ = constante de suavización

2.3.2 Procedimiento para la realización de los pronósticos

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

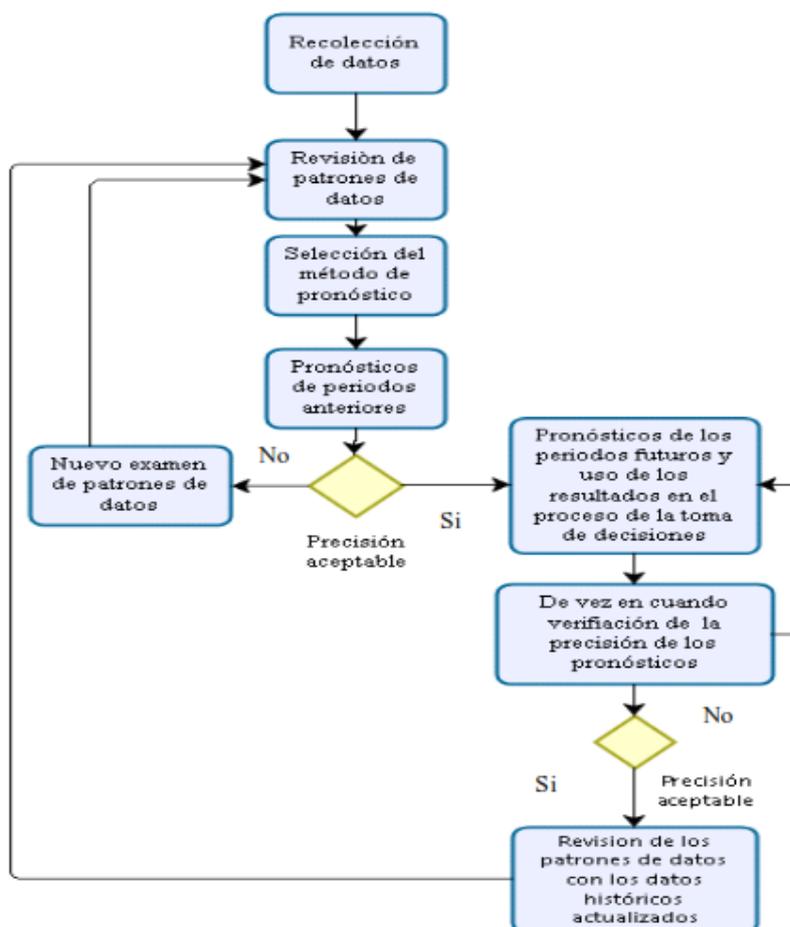


Figura 10. Proceso de pronósticos
Fuente: (Hanke & Reitsch, 2000, pág. 507)

En la figura anterior se observa las posibilidades de retroalimentación y control constantes durante todo el pronóstico, lo que le permite al pronosticador ir tomando decisiones a lo largo de todo el proceso e ir revisando los niveles de precisión que se vayan alcanzando.

2.3.2.1 Revisión de los patrones en los datos.

Presenta interés para el pronosticador los dos tipos de datos. El primer tipo son los datos recopilados en un período único, ya sea una hora, un día, una semana, un mes, o un trimestre. El segundo tipo son las observaciones de datos realizadas a través del tiempo. Cuando todas las observaciones se hacen durante el mismo período, son llamados datos de corte transversal. El objetivo es examinar esos datos y luego extrapolar o extender las relaciones identificadas a una población en general.

Para determinar qué datos serán útiles, se aplican cuatro criterios:

1. Los datos deben ser fidedignos y precisos. Se debe tener mucho cuidado en que los datos se obtengan de una fuente confiable, poniendo especial atención en la exactitud.

2. Los datos deben ser relevantes. Los datos tienen que ser representativos de las circunstancias para las cuales se están usando.

3. Los datos tienen que ser consistentes. Cuando cambian las definiciones relacionadas con la recopilación de datos, se tienen que hacer los ajustes necesarios para conservar la consistencia en los patrones históricos.

4. Los datos deben ser oportunos. Los datos recopilados, resumidos y publicados oportunamente tendrán el mayor valor para el pronosticador. Puede haber muy pocos datos, una historia insuficiente sobre la cual apoyar resultados futuros, o demasiados datos, datos de períodos históricos irrelevantes lejanos en el pasado. (Hanke & Wichern, 2010, pág. 61)

En esta investigación, para el análisis de los patrones se utilizará los métodos de análisis de correlogramas, expresando la relación que hay entre dos variables.

Las rectas de regresión no son relaciones de causa y efecto. Ellas describen relaciones entre las variables. La ecuación de regresión muestra la forma en que una variable se relaciona con el valor y los cambios de otra variable. Otra forma de evaluar la relación entre dos variables consiste en calcular el coeficiente de autocorrelación. Esta medida expresa el grado o la fuerza de la relación lineal. (Hanke & Wichern, 2010, p. 67)

La ecuación que se utiliza para el cálculo de dichos coeficientes es la siguiente:

$$Y_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad [2.4]$$

Donde:

Y_k : Coeficiente de autocorrelación para un desfase de k períodos.

\bar{Y} : Media de los valores de la serie.

Y_t : Observación en el período de tiempo t.

Y_{t-k} : Observación en k períodos anteriores o en el período t-k.

2.3.2.2 Selección del método de pronósticos.

Según Krajewski et al. (2013) los principales directivos de las empresas deben tomar en cuenta algunos factores a la hora de seleccionar un método para la elaboración de pronósticos con serie de tiempo. Una consideración importante a tener en cuenta es el desempeño del pronóstico, el cual determina los errores del pronóstico.

Para Hanke & Wichern (2010) un factor importante que influye en la selección de la técnica de elaboración del pronóstico es la identificación y comprensión de patrones históricos en los datos. Si se reconocen patrones de tendencia, cíclicos o estacionales, entonces se deben seleccionar las técnicas que sean capaces de extrapolar efectivamente tales patrones.

El horizonte de tiempo de un pronóstico tiene una relación directa con la selección de la técnica para pronosticar. Los métodos cualitativos se usan a menudo para los horizontes de tiempo más largos. 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. Las medias, los promedios móviles, la descomposición clásica, y las proyecciones de la tendencia son técnicas cuantitativas adecuadas para horizontes de tiempo de corto y mediano plazos. También las técnicas más complejas de Box-Jenkins y econométricas se recomienda para los periodos corto y mediano plazos. Los gerentes frecuentemente necesitan pronósticos para un tiempo relativamente corto.

Los métodos de suavización exponencial, proyección de tendencia, modelos de regresión y descomposición clásica tienen una ventaja en la selección de pronósticos (ver anexo 2). La efectividad de los métodos para estos casos de prueba excluidos puede determinarse usando una o más de las medidas de precisión definidas. Suponiendo un ajuste de los datos adecuado, el método más exacto es aquel con el menor error de pronóstico. (p. 4)

2.3.2.3 Precisión de los pronósticos

Hay varios métodos cuya finalidad es resumir los errores generados por una técnica específica de pronósticos. La mayoría de estas medidas son el promedio de alguna función de la diferencia entre su valor real observado y su valor pronosticado. Estas diferencias se conocen como residuos.

$$E_t = Y_t - \hat{Y}_t \quad [2.5]$$

Dónde:

E_t : Error del pronóstico para el periodo t

Y_t : Valor real en el período t.

\hat{Y}_t : Valor del pronóstico en el período t.

Hanke & Wichern (2010) declaran que los indicadores más utilizados para evaluar la precisión de las técnicas de pronóstico son las siguientes:

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

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

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

El error cuadrático medio (MSE), es calculada como el promedio de los errores al cuadrado.

La raíz cuadrada del error cuadrado medio (RMSE) mide la dispersión de los errores del pronóstico.

Según Krajewski et al. (2013) la desviación media absoluta (MAD) representa la media de los errores del pronóstico en una serie de periodos de tiempo, se la calcula mediante la siguiente

ecuación:

$$MAD = \frac{\sum |E_t|}{n} \quad [2.6]$$

Dónde:

MAD: Desviación media absoluta

E_t : Error del pronóstico para el periodo t

n: Número de periodos pronosticados.

Según Hanke & Wichern (2010) el error cuadrático medio (MSE) es otro método de elaboración de pronósticos. Cada error o residuo se eleva al cuadrado; luego éstos se suman y se dividen entre el número de observaciones. Este enfoque sanciona errores grandes en la elaboración de pronósticos, ya que los errores están elevados al cuadrado, lo cual es importante porque una técnica que produce errores moderados quizá sea preferible a una que usualmente tenga pequeños errores, pero ocasionalmente produce errores extremadamente grandes, para su cálculo se aplica la siguiente fórmula:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (E_t)^2}{n} \quad [2.7]$$

La raíz cuadrada del error cuadrático medio (RMSE) es otro método de elaboración de pronósticos. Tanto la RMSE como la MSE sancionan los errores grandes, pero tienen las mismas unidades de la serie que se está pronosticando, de modo que su magnitud se interpreta con mayor facilidad. La RMSE se presenta a continuación:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (E_t)^2}{n-1}} \quad [2.8]$$

El error porcentual absoluto medio (MAPE) también es un método de elaboración de pronósticos, y se usa para calcular los errores del pronóstico en términos de porcentajes. Se calcula obteniendo el error absoluto de cada período, dividiendo éste entre el valor real observado en ese período y promediando estos errores porcentuales absolutos.

El resultado final se multiplica por 100%, quedando expresado como porcentaje. La técnica es de gran utilidad cuando los valores son grandes. El MAPE no tiene unidades de medición, es un porcentaje, y sirve para comparar la exactitud de la misma técnica o de otras técnicas en dos series completamente diferentes. Se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|E_t|}{Y_t}}{n} \quad [2.9]$$

El error porcentual medio (MPE), se usa para determinar si el método para pronosticar está sesgado, con pronósticos consistentemente altos o bajos. Se calcula obteniendo el error en cada

período, dividiendo éste entre el valor real de ese período y luego promediando estos errores porcentuales. El resultado usualmente se multiplica por 100 y se expresa como un porcentaje. Si el enfoque del pronóstico no tiene sesgo, el MPE producirá un resultado que esté cercano a cero. Si el resultado es un porcentaje negativo grande, el método de elaboración del pronóstico está sobre estimando consistentemente. Si el resultado es un porcentaje positivo grande, el método de elaboración del pronóstico está subestimando consistentemente. Se espera que esta técnica de elaboración de pronósticos produzca errores relativamente pequeños de manera

consistente.
$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(E_t)}{Y_t}}{n} \quad [2.10]$$

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

$$BIC = -2 \ln \hat{L} + k \ln(n) \quad [2.11]$$

Dónde:

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

k: El número de parámetros libres a ser estimados.

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

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

2.4 Procedimiento de diagnóstico para los sistemas de gestión de la producción

La planificación y control de la producción es esencial para lograr un alto desempeño productivo, ayuda a obtener ventajas competitivas, como son la satisfacción del cliente,

respuestas rápidas a los cambios que se producen en el entorno, reducción de los niveles de inventarios, entre otros. Por lo mencionado anteriormente, se establece realizar un diagnóstico al sistema productivo de la microempresa, usando como herramienta los pasos que se muestran en la figura 11.

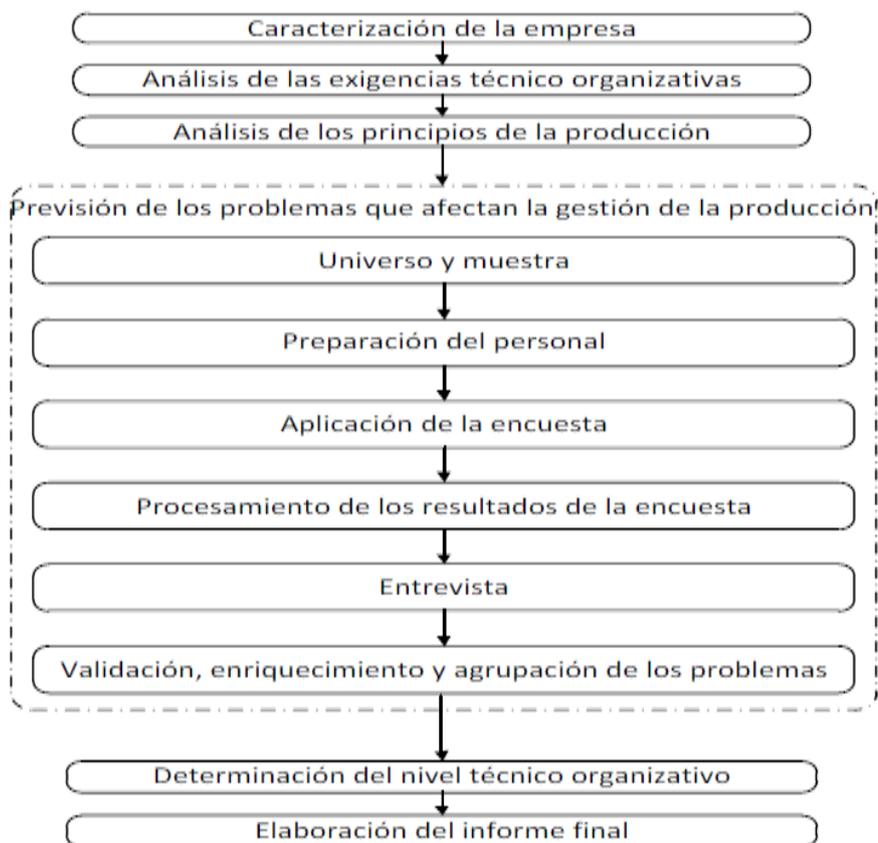


Figura 11. Proceso del diagnóstico del sistema de gestión de la producción
Fuente: (Acevedo Suarez & Rodríguez, 1990)

2.4.1 Caracterización de la empresa

Para conocer el funcionamiento de la microempresa se realiza una caracterización del objeto de estudio, posterior a eso, como la organización interna responde a su misión. Luego, la trayectoria principal que debe tomar dicha caracterización está en función de analizar los elementos más importantes que deben ser estudiados, los cuales son los siguientes:

Factores Externos.

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

Factores Internos.

- Ubicación de la empresa.
- Tipo de productos.
- Proceso tecnológico.
- Materia prima.
- Estructura organizativa de dirección.
- Descripción de puestos de trabajo.
- Maquinaria, equipo y utensilios.

2.4.2 Análisis de las exigencias técnico-organizativas

Con el objeto de enriquecer la valoración sobre el sistema productivo, es importante conocer cuál es la clasificación del sistema productivo como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4

Clasificación del Sistema de Producción

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

Fuente: (Acevedo Suarez & Rodríguez, 1990)

Elaborado por: Noboa Anthony

Una vez definido el tipo de sistema de producción, es necesario que se analicen las exigencias técnico-organizativas, las cuales son:

- ✓ Capacidad de Reacción
- ✓ Flexibilidad
- ✓ Fiabilidad
- ✓ Estabilidad

Capacidad de reacción

Es una exigencia que se vincula a los plazos de entrega de los pedidos, evaluando cuán rápido reacciona la entidad eficientemente ante los cambios de cantidad, surtidos y recursos. Expresa la necesidad de una plena y rápida reacción ante las nuevas exigencias planteadas por el entorno a la organización. Su cumplimiento se puede valorar por el tiempo que media entre el momento

que surge la necesidad de un nuevo pedido hasta que está satisfecha, incluyendo el grado de plenitud en que se satisface.

Capacidad de reacción plan:

$$C_{rp} = \frac{\sum_{i=1}^N (FE_{conv} - FE_{recep})}{N} \quad [2.12]$$

Dónde:

C_{rp} : Capacidad de reacción proyectada

N: Numero de pedidos

FE_{conv} : Fecha de entrega convenida

FE_{recep} : Fecha de recepción del pedido

Capacidad de reacción real:

$$C_{rr} = \frac{\sum_{i=1}^N (FE_{real} - FE_{recep})}{N} \quad [2.13]$$

Donde:

C_{rr} : Capacidad de reacción real

N: Número de pedidos

FE real: Fecha de entrega real del pedido

FE recep: Fecha de recepción del pedido

Flexibilidad

Es el grado en que la organización y la tecnología, permiten llevar a cabo el proceso de producción ante las diversas afectaciones que se presentan, sin necesidad de reorganizaciones o reestructuraciones del proceso productivo. En este aspecto, el medio exige que la capacidad de adaptación de la organización sea tal que los cambios de producción y recursos se realicen en poco tiempo y a un bajo costo. Sin embargo, la misma puede ser analizada desde diferentes puntos de vista, es suficiente enfocarla a partir de los medios de trabajo, el objeto de trabajo y la fuerza de trabajo. Su análisis cuantitativo puede realizarse empleando las expresiones siguientes:

Flexibilidad para la fuerza de trabajo:

$$Fft = \frac{\sum_{i=1}^N \left(1 - \frac{1}{FTfi}\right) Wi}{\sum_{i=1}^N Wi} \quad [2.14]$$

Donde:

Fft: Flexibilidad de la fuerza de trabajo

FTfi: Cantidad de obreros que pueden atender el puesto i o cantidad de puestos que deben ser atendidos por el obrero i

Wi: Índice de importancia del puesto i, fijado por el especialista

N: Cantidad de puestos u obreros

Flexibilidad para los medios de trabajo:

$$Fmt = \frac{\sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{1}{OPti}\right) Wi}{\sum_{i=1}^n Wi} \quad [2.15]$$

Donde:

Fmt: flexibilidad de los medios de trabajo.

OPti: número de operaciones diferentes que puede realizar el puesto i.

Flexibilidad para objeto de trabajo:

$$Fot = \frac{\sum_{i=1}^N \left(1 - \frac{1}{PDoi}\right) Wi}{\sum_{i=1}^N Wi} \quad [2.16]$$

Donde:

Fot: flexibilidad del objeto de trabajo

PDoi: cantidad de piezas diferentes que pueden utilizarse en el servicio i

Flexibilidad integral:

$$Fpp = Fft * Fmt * Fot \quad [2.17]$$

Donde:

Fpp: Flexibilidad del proceso de producción

Fiabilidad

Es la posibilidad de funcionamiento del proceso durante un tiempo determinado sin interrupciones o afectaciones en los surtidos, volumen, costos, calidad, plazos de entrega y otros. Se determina con la siguiente expresión:

$$F = \left[\frac{\text{Cant. pedidos dentro del plazo}}{\text{Total de pedidos}} \right] \left[1 - \frac{\text{Cant. pedidos con reclamación por falta de calidad}}{\text{Total de pedidos}} \right] \quad [2.18]$$

Estabilidad

Es la capacidad del sistema de compensar y/o eliminar las perturbaciones en su funcionamiento. Se valora con base en el comportamiento de los principales indicadores de eficiencia, Se aplica la siguiente expresión:

$$Es = 1 - \frac{S}{\bar{X}} \quad [2.19]$$

Dónde:

Es: Coeficiente de estabilidad

S: Desviación típica muestral

X: Promedio del indicador que se analiza

Dinámica de rendimiento

La organización adoptada debe permitir, por un lado, garantizar una elevación sistemática de la eficiencia de la producción y la competitividad, y por otro, permitir la elevación del contenido de la labor de los trabajadores, el máximo despliegue de sus iniciativas y lograr una activa participación de los mismos en la gestión de la producción. Para su análisis pueden ser utilizados los denominados gráficos de control, aplicados a los diferentes indicadores de eficiencia, de manera que se pueda apreciar la dinámica que sigue el sistema.

2.4.3 Análisis de los principios de la producción

La organización de la producción es aquella que logra la unión total de la fuerza, los medios y el objeto de trabajo, con el alcance de la máxima calidad en el marco del cumplimiento de los planes u objetivos trazados. El cumplimiento de dicho objetivo se alcanza, cuando la organización de la producción cumple determinados requisitos, sobre cuya base se elaboran los principios básicos de la organización de la producción que, para los efectos de un diagnóstico, es suficiente el análisis de los siguientes:

Proporcionalidad

Este principio plantea la necesidad de evitar desproporciones o cuellos de botella en un proceso productivo y puede ser cuantificado a través de la expresión:

$$Kp = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n (X_{max} - X_i)}{n * X_{max}} \right] * 100 \quad [2.20]$$

Dónde:

Kp: Coeficiente de proporcionalidad.

Xi: Porcentaje de utilización del puesto i.

Xmax: Porcentaje de utilización del puesto más utilizado (cuello de botella).

n: Número total de puestos.

Continuidad

Se analiza a partir de los tres elementos fundamentales que intervienen en el proceso productivo: objeto, medios y fuerza de trabajo, planteando la necesidad de reducir al mínimo los tiempos de interrupción de los mismos, en dependencia de las características del sistema de producción analizado. Para su cuantificación se aplican las expresiones siguientes:

Continuidad para el objeto de trabajo:

$$Kco = \frac{\sum_{i=1}^n Tti}{\sum_{i=1}^n Tci} \quad [2.21]$$

Dónde:

Kco: Coeficiente de continuidad para el objeto de trabajo.

Tti: Duración del ciclo tecnológico para el pedido i.

Tci: Duración del ciclo de producción para el pedido i.

n: Número total de pedidos i

Continuidad para la fuerza de trabajo:

$$Kcf = \frac{\sum_{l=1}^n Trl}{\sum_{l=1}^n Fl} \quad [2.22]$$

Dónde:

Trl: Tiempo de trabajo realmente necesario para la categoría ocupacional l.

Fl: Fondo de tiempo para la categoría ocupacional l.

Kcf: Coeficiente de continuidad para la fuerza de trabajo.

Continuidad para los medios de trabajo:

$$Kce = \frac{\sum_{j=1}^n Trj}{\sum_{j=1}^n Fj} \quad [2.23]$$

Donde:

Trj: Tiempo realmente necesario para el puesto j.
 Fj: Fondo de tiempo para el puesto j.
 Kce: Coeficiente de continuidad para los medios de trabajo.

Ritmicidad

Se da cuando en la empresa existe una sincronización en el trabajo de todos los eslabones que participan en el sistema productivo y la dirección de esta se logran hacer iguales volúmenes de producción en iguales intervalos de tiempo o que exista una tendencia a aumentar gradualmente en el tiempo. Para su análisis se utiliza la siguiente expresión:

$$Kr = \frac{\sum_{i=1}^n Prti}{\sum_{i=1}^n Ppi} \quad [2.24]$$

Donde:

Kr: Coeficiente de ritmicidad.
 Prti: Ventas reales que no excede el plan en el período i.
 Ppi: Ventas planificadas en el periodo i.

2.4.4 Precisión y enriquecimiento de los problemas

Con énfasis en evaluar otros aspectos que son difícilmente identificables mediante la aplicación de los anteriores indicadores, se hace necesario consultar, mediante un procedimiento sistemático, las percepciones, observaciones y aportes del factor humano que permitan enriquecer el proceso de diagnóstico, de tal forma, que se pueda precisar de mejor manera los problemas.

Ramos Gómez (2002) emplea un procedimiento recomendado a la hora de dar un diagnóstico en una empresa, y se describe a continuación: (p.71)

1. Seleccionar la muestra de trabajadores a consultar (muestra estadística)
2. Preparar el personal seleccionado (capacitación y concientización)
3. Aplicar el instrumento de recolección de datos
4. Procesar los resultados obtenidos en el paso anterior (indicadores estadísticos)
5. Realización de entrevistas individuales

6. Validación, enriquecimiento y agrupación de los problemas detectados

Como fase final de este procedimiento, es posible definir los resultados principales del proceso de diagnóstico y, especialmente, trazar los cursos de acción que permitan resolver las causas de los problemas detectados. (Sarache et al., 2004)

CAPÍTULO III

3 Diagnóstico del Sistema de Producción de la empresa Sumak Mikuy S.C.C

3.1 Introducción

Antes de iniciar cualquier proceso de mejoramiento es necesaria una correcta evaluación del sistema como un todo y sus particularidades, de tal forma que los cambios propuestos sean de alto impacto. Es por ello que este capítulo se enfoca en analizar aquellos aspectos que permitan caracterizar y evaluar las particularidades del sistema de producción. Para tales fines, se utiliza el procedimiento mostrado en la figura 10, del cual se aplican sólo los cuatro primeros pasos, sin llegar a determinar el nivel de excelencia organizativa industrial.

Para el procesamiento matemático y estadístico de la información se emplean el Microsoft Excel versión 2010, y el SPSS versión 22.0.

3.2 Caracterización de la empresa Sumak Mikuy S.C.C

Es una microempresa agroindustrial comunitaria, legalmente constituida en el 2007. Su objetivo es rescatar y conservar los cultivos nativos agro biodiversos de la zona andina de Cotacachi, con el fin de fortalecer la soberanía alimentaria y la economía familiar campesina. Ha desarrollado sus actividades en cuatro ejes principales:

Medio ambiente: protegen, cuidan y respetan a la Pachamama (Tierra) centro del universo para la cosmovisión indígena, a través de la agricultura orgánica y biodinámica.

Agroindustria: Añaden valor agregado a los cultivos nativos desarrollando productos de alta calidad para el mercado nacional y extranjero.

Agrobiodiversidad: Recuperación de prácticas ancestrales y culturales de conservación de suelos y semillas.

Desarrollo comunitario: Forman parte de nuestra red pequeños agricultores miembros de las comunidades indígenas. La microempresa apoya con asistencia técnica en el manejo óptimo de los costos y la productividad para mejorar los ingresos de las familias involucradas.

MISIÓN

Es una microempresa comunitaria autosustentable perteneciente a las comunidades indígenas de Cotacachi que rescata y conserva los cultivos nativos de la zona andina, buscando ser líder en la producción, transformación y comercialización de cultivos nativos de calidad, dirigidos al mercado interno y externo a través del uso de tecnología adecuada, que permita obtener productos de calidad, manteniendo los conocimientos ancestrales para mejorar la calidad de vida de los miembros de las comunidades indígenas.

VISIÓN

Consolidar la agroindustria incrementando la productividad, posicionando la marca SUMAK MIKUY por medio de sus productos de alta calidad, y constituyendo la red de productores de cultivos nativos del valle interandino de Cotacachi, con capacidad de negociación, constituidas alianzas estratégicas con instituciones de apoyo y/o empresas que faciliten el acceso a servicios y a mercados.

Sumak Mikuy trabaja con valores corporativos que son los orientadores de una 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.

La microempresa produce y oferta actualmente tres tipos de productos, según el rendimiento de la humedad, como se observa en el anexo 5.

A continuación, se menciona algunos de los principales clientes:

- ECUATORIANA DE CHOCOLATES
- CONSORCIO COSECHA VERDE & GREEN
- AOG FOODS S.A.
- PRODUCTOS ELABORADOS BOLÍVAR S.A.
- TIPPYTEA CÍA. LTDA.

Dentro de los principales proveedores de materia prima de la empresa se encuentra los Agricultores de UNORCAC.

La empresa Sumak Mikuy desarrolla una serie de procesos que contribuyen e interactúan entre sí para lograr la elaboración del producto final, como se muestra en la figura 12.



Figura 12. Mapa de Procesos

Fuente: Sumak Mikuy

Elaborado por: Noboa Anthony

La línea de producción requiere del uso de máquinas, equipos y utensilios a lo largo de todo el proceso. Todos estos elementos se encuentran detallados en el anexo 6.

La empresa ha establecido una jornada de trabajo de 8 horas al día, el horario es de 8h00 a 13h30 y de 14h30 a 17h00 de lunes a viernes regularmente. Además, cuando existe mayor

demanda la microempresa contrata a 7 operadores (mujeres de UNORCAC), y pueden llegar a trabajar más horas extras y dependiendo de la necesidad.

La planta de producción de la empresa dispone de un total de 7 trabajadores distribuidos de la siguiente manera: un gerente general, un jefe de producción, un técnico de campo, un contador general financiero, un asistente administrativo, dos operarios

Para coordinar y desarrollar sus actividades y responsabilidades la microempresa Sumak Mikuy se encuentra estructurada jerárquicamente como se muestra en la figura 13.

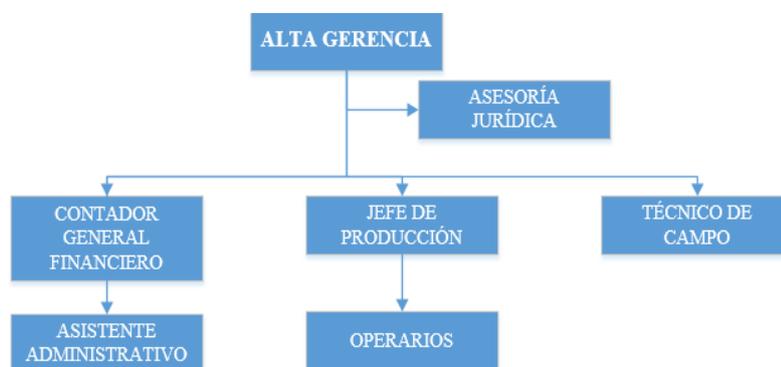


Figura 13. Organigrama funcional Sumak Mikuy
Elaborado por: Noboa Anthony

Las funciones específicas de cada puesto de trabajo son las que se detallan en la tabla 5.

Tabla 5
Descripción de funciones del personal de Sumak Mikuy

Puesto de Trabajo	Funciones
Alta Gerencia	Dirigir, vigilar y controlar el desempeño de todas las áreas de trabajo, realizar los trámites legales de la empresa, innovar, buscar nuevos productos, además es la encargada de aprobar o desaprobar los diferentes planteamientos internos 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.
Contador General Financiero	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
Asistente Administrativo	Comercialización, ventas, recepción de pedidos, inventario, revisar quejas de pedidos incumplidos, controlar el desempeño de los trabajadores y cobranzas, coordinación de actividades con las demás áreas.
Técnico de Campo	Cotizaciones de materia prima, selección de proveedores, compra de materia prima.

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 y control de calidad
Operarios (2)	Operaciones en producción, empaque del producto, transporte de producto.

Fuente: Sumak Mikuy

Elaborado por: Noboa Anthony

3.2.1 Descripción del proceso productivo.

La microempresa, realiza un proceso productivo para la deshidratación de alimentos orgánicos, los productos que ofrece Sumak Mikuy varían de forma mínima en cuanto a operaciones; y considerable en tiempos, materia prima. El OTIDA relacionado a estos productos es el que se muestra en el anexo 7 y cuyas operaciones principales son las descritas a continuación:

Recepción y Pesado (OPI1): se verifica que la materia prima recibida provenga de productores orgánicos, también la limpieza del transporte y ausencia de olores extraños. Se pesa la materia prima en una balanza digital de suelo. Luego se inspecciona de forma visual la textura, sabor y color; se rechaza la fruta no conforme. Para conservar las propiedades organolépticas de la fruta se usa el “cuarto frío”.

Pelado (OP1): se pela la fruta que requiera sacar la cascara, corona, semilla; usando utensilios, se realiza de manera cuidadosa evitando su caída al suelo.

Lavado y desinfectado (OP2): se realiza con agua limpia tratando en lo posible de eliminar las impurezas (residuos del campo, tierra, etc.) y fruta en mal estado. Y se sumerge la fruta en un tanque con una concentración de cloro de 100 ppm por un tiempo de 5 minutos para lograr la eliminación de la mayor parte de microorganismos.

Troceado (OP3): la fruta ubicada en mesas de acero inoxidable se corta en rebanadas cuadradas, rodajas, triángulos, o como el cliente prefiera.

Secado (OP4): se coloca en bandejas con base de malla de acero inoxidable y se introduce en un horno deshidratador a una temperatura de 60°C. Se controla la humedad relativa del aire de secado que no debería ser inferior al 30% en el horno para proteger las propiedades organolépticas de los frutos. Lleva un tiempo de 15 a 20 horas, eso depende de la humedad de la fruta.

Clasificado (OPI 2): Una vez terminada la operación anterior se sacan las bandejas del deshidratador, se colocan en la mesa de trabajo, para clasificar la fruta deshidratada de primera y de segunda categoría se visualiza el color de la fruta seca, la cual debe tener la textura de una pasa; la fruta deshidratada que tenga textura muy suave, textura muy dura, o que esta quemada debe ser rechazada.

Empacado (OP5): La fruta deshidratada clasificada se empaca en fundas etiquetadas de polipropileno y abre- cierra fácil, donde se encuentra las indicaciones y el código del sistema que se da a cada producto. El empacado es uno de los puntos sensibles dentro del proceso ya que posterior a esto no se realiza ningún tratamiento térmico del producto y por consiguiente es necesario tener precaución para evitar la contaminación del mismo, y esto se logra utilizando el equipo de vestimenta necesario, como es mandil limpio, cofia, mascarilla. Luego de empacar el producto en las fundas, se pesan y sellan las mismas para determinar el rendimiento.

A estas operaciones se añade transportes y almacenamientos que se resumen en la leyenda del mismo anexo.

Los equipos que se emplean en el proceso productivo, se detallan en la tabla 6 donde se especifican el tipo, la descripción y la cantidad.

Tabla 6*Equipos que intervienen en el proceso productivo*

Maquinaria	Descripción	Cantidad
Deshidratador	Se usa para deshidratar las frutas a una temperatura de 60°C, una vez ingresada todas las bandejas se cierran las puertas. La capacidad máxima es de 300 kg y 1000 kg de materia prima	2
Balanza digital	Se usa para pesar la materia prima en gavetas o sacos	2
Cuarto Frio	Se mantiene la materia prima fresca y evita la contaminación de la misma. La capacidad máxima es de 3 toneladas de materia prima	1
Selladora de plástico	Sistema de impulso, al presionar, un impulso de voltaje hace que caliente el elemento de forma instantánea y sella la funda	1

Fuente: Empresa SUMAK MIKUY

3.2.2 Clasificación del sistema de producción de la empresa Sumak Mikuy S.C.C

El sistema de producción de la microempresa Sumak Mikuy se clasifica según la Tabla 7.

Tabla 7*Clasificación del sistema de producción de Sumak Mikuy*

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

Fuente: (Acevedo Suarez & Rodríguez, 1990)

Elaborado por: Noboa Anthony

El sistema se clasifica como de entrega directa al cliente y sin cobertura en el ciclo de entrega ya que se pacta con el cliente una entrega aproximadamente igual al tiempo de producción. El sistema funciona contra pedido de los clientes, es decir el cliente emite su orden de compra y la empresa despacha los productos requeridos. Los elementos que se optimizan son el ciclo de

producción o tiempo de la corrida para cumplir los pedidos dentro del tiempo establecido y el objeto de trabajo como parte del ahorro de las materias primas y materiales que se emplean.

Para clasificar el sistema de producción de acuerdo con el nivel de flexibilidad se emplea el método del coeficiente de operaciones fijadas (Kof). Dichos datos se obtienen de la tabla 8, en la que se muestra una matriz de relación producto-operaciones en dicha matriz se ha utilizado el número 1 para indicar que el producto pasa por la operación.

Tabla 8
Matriz relación producto-operación

Código	Producto	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
UODAG	Uvilla deshidratado	1	1	1	1	1	1	1
MDO	Mortiño deshidratado	1		1		1	1	1
MO-DSH	Mora deshidratado	1	1		1	1	1	1
PIÑ-DSH	Piña deshidratado	1	1	1	1	1	1	1
FRU-DSH	Frutilla deshidratado	1	1	1	1	1	1	1
AODM	Ají rojo deshidratado	1	1	1	1	1	1	1
BDG	Banano deshidratado	1	1	1	1	1	1	1
MAN_DSH	Manzana deshidratado	1	1	1	1	1	1	1
DCD	Durazno deshidratado	1	1	1	1	1	1	1
GD	Guayaba deshidratado	1	1	1	1	1	1	1
HJ	Higo deshidratado	1	1	1	1	1	1	1
Subtotal		11	10	10	10	11	11	11
Total		74						

Fuente: Empresa Sumak Mikuy
Elaborado por: Noboa Anthony

$$\text{Kof} = \frac{O}{P} = \frac{74}{7} = 10,57$$

Donde:

O: piezas operaciones diferentes.

P: cantidad de operaciones.

Según la clasificación de Taboada Rodríguez (1998) bajo el método del coeficiente de operaciones fijadas que arroja un valor específico, el sistema de producción se clasifica en mediana serie.

Lo propuesto por Hayes & Wheelwright (1984) nos permite identificar a Sumak Mikuy dentro de un proceso productivo en lotes, debido a que su línea de producción es similar en todos los tipos de productos con una variación mínima en algunas operaciones.

Schroeder et al. (2011) propone un análisis donde se toma en cuenta el tipo de orden del cliente, la microempresa trabaja contra pedido, lo cual determina el punto de penetración de la orden, centra una flexibilidad más alta de personalización del producto, su servicio es 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.

Además del Kof para la clasificación del sistema de producción y corroborando la clasificación del mismo como mediana serie, se calcula el coeficiente de carga (Ccj) en cada operación con la siguiente fórmula, que es de mucha importancia en el balance de carga, se mira en anexo 19.

$$C_{cj} = \sum_{i=1}^n \frac{Pz * N_{tij}}{FPD * N_p}$$

Dónde:

Pz: Kilogramos a producir del tipo i (kg/año)

N_{tij}: Norma de tiempo del producto i en la operación j (h/kg)

FPD: Fondo productivo disponible de un puesto de trabajo (h/año)

N_p: Número de puestos de trabajo

3.3 Análisis de las exigencias técnico organizativas

Capacidad de Reacción

La empresa tiene establecido con sus clientes entre 1 semana laborable como plazo para cumplir con los pedidos. Si se mantiene producto en stock, se entrega en 24 o 48 horas laborables, o el pedido es incumplido si el cliente no acepta que el resto del pedido se despache en los próximos días.

Flexibilidad

La fuerza de trabajo que labora en la microempresa se considera altamente flexible porque todos los operarios están capacitados para poder ejecutar cualquier operación dentro del proceso productivo, solo se requiere el procesamiento de los productos en cada una de las operaciones.

Debido a que el sistema se clasifica en mediana serie, la flexibilidad de los medios de trabajo será valorada y calculada según la cantidad de productos que pueden ser procesados con equipos existentes.

En la tabla 8 se muestra la matriz con todas las operaciones, de las cuales se toma en cuenta solo las operaciones (O1, O5, O7) que implican a los equipos, para calcular lo siguiente:

$$F_{mt} = \left(1 - \frac{1}{4}\right) + \left(1 - \frac{1}{4}\right) + \left(1 - \frac{1}{4}\right)$$

$$F_{mt} = 0,75$$

El resultado corrobora la alta flexibilidad de los medios de trabajo, con 75%, lo cual es propio del sistema en mediana serie.

Estabilidad y dinámica del rendimiento

La estabilidad del costo de producción y de los ingresos totales están fuertemente condicionadas al comportamiento de la demanda. En meses de mayor oferta de fruta orgánica por parte de los agricultores el costo de producción aumenta, así mismo aumentan los ingresos totales. Es por ello que estas variables pueden resultar inestables en el tiempo, pero no son el resultado de la inestabilidad del sistema, sino que dependen de causas externas al mismo, es decir, de los clientes. Por transitividad inciden también en la productividad por trabajador.

3.4 Diagnóstico

3.4.1 Análisis FODA

La gerente de SUMAK MIKUY S.C.C. afirma que, debido al bajo consumo de alimentos orgánicos deshidratados en Ecuador, mantiene su actividad económica con la exportación de productos a España, Italia, Alemania, y otros, con la calidad que suele caracterizar todos los

productos que la organización oferta. Actualmente la empresa se encuentra en el cuadrante de Oportunidades, específicamente el crecimiento en el mercado Nacional, esto se visualiza en la figura 14, y 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. • Posicionamiento en el mercado por más de 11 años. • Amplia variedad de productos con su respectiva calidad • La mano de obra se capacita periódicamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento en el mercado nacional • Vender a diferentes empresas procesadoras de chocolate y granola. • Desarrollo de la gestión productiva con soporte externo. • Interacción con otras áreas
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Alineación de objetivos • Falta de comunicación efectiva • Falta de competencias técnicas amplias en la producción • Herramientas empíricas basadas en la experiencia para la gestión de actividades en la empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor soporte regional • Cambios tecnológicos • Legislación con alta variabilidad en requerimientos

Figura 14. Análisis FODA

Fuente: SUMAK MIKUY

Dentro de las debilidades mencionadas se destacan los retrasos en la entrega de los pedidos de los clientes y las herramientas empíricas basadas en la experiencia para la gestión de actividades, entre otras, conlleva a que la empresa no puede crecer organizacionalmente, con el fin de minimizar estas debilidades se presenta estrategias DO cuyo objetivo es aprovechar las oportunidades que posee para erradicar las debilidades, se lo puede evidenciar en la figura 15.

<p style="text-align: center;">ESTRATEGIAS DO</p>	<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Crecimiento en el mercado nacional 2. Contratos con diferentes Corporaciones de alimentos. 3. Desarrollo de la gestión productiva con soporte externo. 4. Interacción con otras áreas
<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Alineación de objetivos 2. Retrasos en la entrega de los pedidos de los clientes 3. Falta de competencias técnicas amplias en la producción 4. Herramientas empíricas basadas en la experiencia para la gestión de actividades en la empresa. 	<p style="text-align: center;">ESTRATEGIAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Planificar la producción, con el fin de alinear los objetivos e incrementar la utilización eficiente de recursos disponibles. D1, 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. D2, O3 3. Utilización de herramientas y metodologías actuales que encaminen a la implementación de Sistema de Planificación y Control de la Producción. D4, O4

Figura 15. Estrategias DO

Fuente: Elaboración propia

3.5 Descripción de la gestión de producción actual

SUMAK MIKUY S.C.C. trabaja en su mayoría contra pedido, sin embargo, una parte de sus productos también son destinados para ser distribuidos en su punto de venta online, en este caso la producción se realiza en base a un pronóstico empírico tomando como insumo los históricos de ventas del almacén. La persona encargada de determinar las cantidades que se van a producir es el gerente propietario quien da esta información al jefe de producción, luego esta persona verifica si existe la materia prima e insumos necesarios para lograr con la producción requerida, en caso de que no existan problemas se da inicio al proceso productivo, en el caso de que exista algún problema se informara al Gerente por lo que deberá dar una solución lo más pronto posible, gráficamente se lo puede evidenciar en el anexo 8.

3.6 Precisión y enriquecimiento de los problemas que afectan la planificación y control de la producción

Para precisar y enriquecer los problemas que afectan al sistema de gestión de producción se aplica la encuesta que se muestra en el anexo 9 y cuyos resultados se tabularon en el anexo 10. No se requiere calcular la muestra de la población debido a que la nómina es de 7 trabajadores por lo tanto se aplica a todo el personal de la empresa. Para analizar y detectar mejor los problemas de la empresa la encuesta se ha dividido en cuatro secciones: sistema-cliente, sistema de producción, inventario y empresa.

Las preguntas 1 y 2 enfocadas en medir la relación sistema-cliente demuestran que el 43% de trabajadores los pedidos no se cumplen de inmediato y que según el 57% de trabajadores desconocen sobre la situación de los pedidos.

Las preguntas 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 están dirigidas a conocer el sistema de planificación de producción, las cuales muestran valores desfavorables, el 71% de trabajadores desconoce los recursos críticos en el proceso productivo, el 57% desconocen la capacidad de producción y capacidad de producción real.

Las preguntas 10 y 11 están dirigidas a conocer el inventario, las cuales muestran que un 71% de trabajadores desconocen las políticas de inventario.

Las preguntas 12, 13 y 14 dirigidas a constatar los niveles de motivación y preparación del personal, muestran que el 0% de trabajadores les repercute en el trabajo el mejoramiento de los resultados de la organización, y el 86% de trabajadores recibe documentación técnica actualizada.

Un resumen de los principales problemas manifestados en la pregunta 16 son los que siguen:

A. Desconocimiento de los niveles de inventario adecuados, tanto para la materia prima como para el producto terminado.

B. Falta de registro de datos en la microempresa, esto último son los costos de producción, niveles de productividad, planificación de la producción y pronósticos.

C. Falta de estandarización del proceso productivo que conlleva al desconocimiento de todos sus indicadores asociados, como son: los tiempos estándar, capacidad de producción, tiempos de ciclos, ritmo de producción, entre otros.

D. Incumplimiento en fecha y cantidad de los pedidos de los clientes, lo que afecta la imagen de la microempresa.

Los problemas mencionados se tabularon en la gráfica que se muestra en la figura 16, lo cual reafirma la necesidad de realizar un estudio en planificación de la producción.

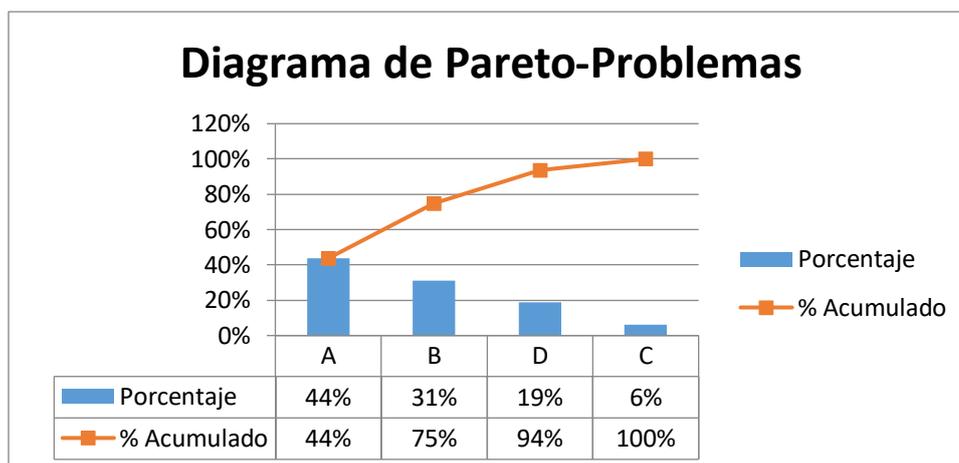


Figura 16. Diagrama de Pareto principales problemas de planificación de la producción
Elaborado por: Noboa Anthony

La gráfica demuestra que los tres principales problemas que afectan al desempeño de la organización son los que tienen que ver con la planificación de la producción. Las causas que originan la inadecuada planificación de la producción son las siguientes:

- No se han realizado estudios de la demanda histórica de la empresa.
- La planificación es empírica, basada en la experiencia del gerente y extremadamente operativa.
- Falta de coordinación de los pedidos entre la empresa y los clientes.
- Falta de integración entre los niveles de planificación de la producción.

CAPÍTULO IV

4. Elaboración del Plan Agregado y Plan Maestro de Producción de la empresa Sumak Mikuy S.C.C

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. Para la elaboración del plan agregado y de la programación maestra de producción se siguen los procedimientos de las figuras 6 y 7, respectivamente. 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 versión 4.0, conjuntamente con el SPSS versión 22.0.

4.2 Elaboración de la Planeación Agregada

4.2.1 Definición de la nomenclatura de productos a planificar

Para la determinación de los productos que deben ser planificados se realiza una clasificación ABC. Las familias y sus artículos correspondientes son los mencionados en el anexo 11, debido a que estos son los más demandados en un tiempo de tres años.

- Clasificación A: el 29% de los ítems con códigos UODAG, MDO representa el 89% de las ventas totales que acumulan hasta 144.213,13 USD
- Clasificación B: el 29% de los ítems con códigos MO-DSH, PIÑ-DSH representa el 6% de las ventas totales que acumulan hasta 303.333,98 USD
- Clasificación C: el 42% de los ítems con códigos FRU-DSH, AODM y BDG representa el 5% de las ventas totales que acumulan hasta 479.542,61 USD

De esta clasificación ABC se toman los productos clasificados como A y B 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 del producto.

Recolección de datos

Para comenzar con el proceso de pronóstico, se recolectan los pedidos mensuales de cada producto de la empresa desde enero del 2016 hasta diciembre del 2018, es decir, tres años de historia como lo requiere el sistema experto Forecast Pro. La unidad de medida utilizada es Kilogramo al mes. Las ventas que se realizan 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

En el anexo 12 observamos un análisis de los patrones en los datos de pedidos para la familia Mayor-demanda. En la figura 1 vemos la serie de tiempo para el total de pedidos (ene-2016 a dic-2018); ahí se aprecia mayores pedidos en jun-2016, sep 2017, y jul-2018; no obstante, hay una tendencia decreciente respecto a los pedidos realizados en los tres últimos años y no se destacan períodos que demuestren estacionalidad en los datos.

En el anexo 13 observamos un análisis de los patrones en los datos de pedidos para la familia Mediana-demanda. En la figura 2 vemos la serie de tiempo para el total de pedidos (ene-2016 a dic-2018); ahí se aprecia menores pedidos en jun-2016, feb 2017, y jun-2018; no obstante, hay una tendencia creciente respecto a los pedidos realizados en los tres últimos años y no se destacan períodos que demuestren estacionalidad en los datos.

Los resultados de los análisis de autocorrelación del total de pedidos que se puede ver en el anexo 14 en el que se observa que para los 12 periodos calculados no existen coeficientes de autocorrelacion significativos mediante el estadístico de Box-Ljung, Además, estos se comportan de forma aleatoria alrededor del valor cero para un nivel de significación del 5%, lo

cual se demuestra mediante la prueba de hipótesis correspondiente. Por la región crítica no se rechaza la hipótesis H_0 , por lo que r_{12} no es significativo.

Pronóstico de periodos futuros

Para pronosticar los pedidos que se harán en SUMAK MIKUY S.C.C, se realiza una base de datos como se puede evidenciar en el anexo 15, la misma que contiene los datos históricos para familias Mayor-demanda y Mediana-demanda en cuanto a los pedidos desde el 2016 al 2018. Luego la base de datos es importada al software Forecast Pro el cual nos brinda la mejor solución tomando en cuenta el mejor método de pronósticos que se ajuste a los datos del total de pedidos. La prueba de Ljung-Box arroja la no existencia de autocorrelación en los errores de los pronósticos para 18 períodos de desfase. Los valores del MAD y el MAPE muestran 153 kg y 22.39%, respectivamente, se evidencia en el anexo 16.

Se toma en cuenta que el modelo de solución experta para el pronóstico de la familia Mayor demanda es suavización exponencial sin tendencia, con estacionalidad aditiva y nivel constante, se mira en anexo 17, y para la familia Mediana-demanda es suavización exponencial simple, sin tendencia, sin estacionalidad, se mira en anexo 18. No se originan altos niveles de error en el MAD y el MAPE, tampoco presentan problemas de autocorrelación de los errores de pronóstico en el estadístico de Ljung-Box, por lo que no es necesario identificar datos atípicos basándose en la realidad de la empresa.

4.2.3 Balance anual de carga y capacidad

Previo al desarrollo del Plan Agregado se realiza un balance de carga y capacidad, que es anual, y se determina si 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 9.

Tabla 9*Operaciones del proceso productivo*

Operación	Número de colaboradores	Número de equipos
Recepción y pesado	2	1
Pelado	2	1
Lavado	2	1
Troceado	3	1
Secado	2	2
Clasificación	2	1
Empaque	2	1

Fuente: SUMAK MIKUY**Elaborado por:** Noboa Anthony

- Nomenclatura de productos: los productos que se toman en cuenta en el balance de carga son aquellos que en la clasificación ABC representan el 95% es decir los productos tipo A y tipo B.
- Normas de gasto de tiempo: SUMAK MIKUY S.C.C cuenta con tiempos ya establecidos en las distintas operaciones del proceso productivo y representante tipo en cada operación, y se muestra en la tabla 10.

Tabla 10*Gastos de tiempos y análisis del representante tipo por familia*

Producto\ Operación	Recepción y Pesado (h/kg)	Pelad o (h/kg)	Lavad o (h/kg)	Trocead o (h/kg)	Secad o (h/kg)	Clasific ación (h/kg)	Empaq ue (h/kg)	Tiemp o de ciclo (h/kg)
UODAG	0,05	0,16	0,04	0,09	0,15	0,10	0,07	0,66
MDO	0,05	0,00	0,04	0,00	0,15	0,07	0,06	0,37
Mayor demanda	0,05	0,08	0,04	0,04	0,15	0,09	0,07	0,52
MO-DSH	0,05	0,12	0,00	0,08	0,15	0,07	0,06	0,53
PIÑ-DSH	0,03	0,07	0,02	0,06	0,10	0,05	0,04	0,37
Mediana demanda	0,04	0,10	0,01	0,07	0,13	0,06	0,05	0,45
Represent ante tipo	0,05	0,09	0,03	0,06	0,14	0,08	0,06	0,49

Fuente: Sumak Mikuy**Elaborado por:** Noboa Anthony

- Régimen laboral: Es de 240 días laborables al año se labora 8 horas diarias de lunes a viernes y un solo turno de trabajo, es de importancia señalar que las operaciones recepción y pesado, pelado, lavado, troceado, clasificación y empaque trabajan con representatividad para obtener las horas por turno de cada operación.
- Definición de nivel de organización: El proceso productivo es considerado mediana serie. También puede clasificarse como producción por lotes debido a que su línea de producción es similar en todos los tipos de productos con una variación mínima en algunas operaciones.
- Definición del punto fundamental: En la empresa Sumak Mikuy la operación que limita el proceso productivo es el secado, ya que es la que más valor agrega al producto, además de ser la más compleja desde el punto de vista tecnológico.

Realizando la interacción de todas estas entradas da como resultado el balance de carga y capacidad que se muestra en el anexo 19, y cuyos resultados más relevantes son:

- 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.
- La producción posible y afectada por el nivel de organización del proceso es capaz de asimilar el plan de producción para el 2019.
- La operación cuello de botella es la de secado para toda la nomenclatura de productos, coincidiendo con el punto fundamental y con un coeficiente de pérdida nulo.
- El coeficiente de proporcionalidad es de 149%, lo cual se podría mejorar mediante la operación de secado.

4.2.4 Plan agregado de producción

La empresa en el caso que no pueda cumplir con la producción sigue una estrategia de nivelación de la fuerza de trabajo, con variación de inventario e inventario agotado. Se

realizarán dos planes agregados, uno para la familia de Mayor-demanda (clasificación A), y otro para la familia de Mediana-demanda (clasificación B).

✓ **Requisitos de la planeación agregada de la producción**

Inventario Inicial: es el inventario a mano del último mes del año 2018, el inventario inicial es 75 kg para familia A y 24 kg para familia B.

Requerimiento de producción: el pronóstico de la demanda se suma con el inventario de seguridad, en nuestro caso no hay inventario de seguridad porque la fabricación es a contra pedido, luego se resta el inventario inicial.

Inventario final: es la suma del inventario inicial y el requerimiento de producción, a esto se resta el pronóstico de la demanda.

✓ **Plan de producción fuerza de trabajo constante; varían inventario e inventario agotado**

Pronóstico de la demanda: se determinó en tópicos anteriores.

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.

Número de trabajadores disponibles: la sumatoria de todos los meses del requerimiento de producción se multiplica con las horas de trabajo requeridas por Kilogramo, a esto, se divide el valor de la sumatoria de días hábiles, multiplicado con ocho horas diarias de trabajo.

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

Producción de turno regular: esta producción se obtiene dividiendo las horas de producción disponible entre las horas de trabajo requeridas por producto. El valor calculado anteriormente el cual hace referencia al representante tipo familia de Mayor-demanda con tiempo de 0,52 h/kg, mientras que para la familia de Mediana-demanda se toma un representante tipo familia de 0,45 h/kg

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

Costos de escasez: el inventario final se multiplica por 0,08 USD, que es el costo de inventario agotado.

Kilogramos en exceso: solo si el inventario final es positivo, se resta con el inventario de seguridad, caso contrario es 0 kilogramos.

Costo de mantenimiento de inventario: este costo se lo calcula como la suma de todos los gastos que se encuentran implícitos en cuanto al inventario, gastos de energía eléctrica, gastos de agua, depreciación de la bodega de producto terminado, gastos de almacenamiento, dividido para la existencia media de inventario, dando un resultado de 0,04 ctvs por kilogramo.

Costo de inventario: el inventario final positivo se multiplica por el costo de mantenimiento de inventario

Costo del tiempo regular: para determinar el costo por concepto de salario en tiempo regular, y teniendo en cuenta se laboran 8 horas diarias, se toma en cuenta el salario básico como referencia, el cual es de 394 USD al mes. A lo anterior se añade 158,8 USD de aportes por ley, dando un valor de 552,80 USD que a la empresa le cuesta pagar a un trabajador. Además, para el costo por hora para un trabajador se toma los días calendario, que es de 30 días.

Salario mensual de un trabajador en la producción:

$$552,80 \text{ USD} - 158,8 \text{ USD} = 394,07 \text{ USD}$$

Costo por hora para un trabajador de productos A y B:

$$\frac{394,07 \text{ USD}}{240 \text{ h}} = 1,64 \frac{\text{USD}}{\text{h}}$$

Posterior a la elaboración de varios planes agregados alternativos y de presentación a la gerencia de la empresa, resultó los Planes Agregados de las familias de mayor y mediana

demanda, se muestra en el anexo 20 y 21, el cual genera un costo total para la estrategia de planificación de 9.263,57 USD y 962,86 USD respectivamente.

4.3 Plan Maestro de Producción

El plan maestro de producción se desarrolla desagregando las dos familias que posee Sumak Mikuy S.C.C en productos, la familia Mayor demanda, compuesta por los productos UODAG y MDO, mientras que la familia Mediana demanda, está compuesta por MO-DSH y PIÑ-DSH. La programación maestra para la familia Mayor demanda se lo puede mirar en el anexo 22 mientras que para la familia Mediana demanda se puede mirar en el anexo 23.

Se emplea un horizonte de tiempo correspondiente a la semana de trabajo durante el tercer trimestre del 2019.

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

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

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

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

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

Inventario disponible para promesa: Se determina de la diferencia entre los pedidos

registrados y la cantidad de producción según el tipo de producto. Este inventario permite controlar las promesas de productos a realizar con los clientes. En el caso de Sumak Mikuy S.C.C no aplica debido a que el tipo de producción es bajo pedido es decir solo se cumple con la cantidad exacta de pedidos.

La validez del MPS se puede demostrar en base al Plan Aproximado de Capacidad que se muestra en el anexo 24, en este balance se puede apreciar la capacidad requerida según el MPS versus la capacidad disponible planificada y bajo las condiciones planteadas en el Plan Agregado.

4.4 Análisis de los resultados

La factibilidad de aplicación del proceso de planificación de la producción desarrollado se analiza desde varios puntos de vista como: metodológico, fidelidad en el cálculo de pronósticos y la efectividad que brinda el proceso de planificación para el cumplimiento de los pedidos.

En el ámbito metodológico 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 variación de inventario e inventario agotado. La creación 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 escasez, costo de tiempo regular, costo

de inventario. Todo lo anterior apoya y facilita la toma de decisiones en todo el sistema, no sólo desde el ámbito productivo, sino también desde el punto de vista financiero.

Con relación a la fidelidad en el cálculo de pronósticos, se genera la base de datos con el pasado más reciente es decir los años 2016, 2017 y 2018 de las ventas históricas para los productos de mayor y mediana producción, base de datos con la que la empresa no contaba. Además, se aportan los pronósticos para el 2019 por medio del software Forecast Pro, así como, las principales características de la serie de tiempo. Los pronósticos de los ítems individuales sólo se empleen como mecanismo de control y comparación con el proceso de desagregación que se realice, lo último debido a la inexactitud de los mismos.

Un resumen cuantitativo de los errores de los pronósticos en los meses de planificación, es decir, tercer trimestre del 2019 para los productos clasificados como mayor y mediana demanda se puede apreciar en la tabla 11, en la que se evidencia un costo total de 2386,28 USD, visto este como costos adicionales a la empresa.

Tabla 11
Repercusión de los errores de pronósticos para el tercer trimestre

Variables	unidad de medida	jul-19		ago-19		sep-19	
		Mayor demanda	Mediana demanda	Mayor demanda	Mediana demanda	Mayor demanda	Mediana demanda
Pronóstico	(Kg/mes)	946	79	502	79	748	79
Demanda real	(Kg/mes)	835	133	402	122	618	170
Error	(Kg/mes)	111	54	100	43	130	91
Costo de Materias Primas y Materiales promedio	(USD/Kg)	6,00	1,81	6,00	1,81	6,00	1,81
Costos adicionales	(USD/mes)	666,00	97,74	600,00	77,83	780,00	164,71
Total	(USD/mes)			2386,28			

Elaborado por: Noboa Anthony

Los pronósticos tienen su diferencia entre el plan agregado de producción y el MPS, que conllevan a la realización de reajustes en el primero. En la tabla 12 se observan aumentos de un 5% y 33% en costo de tiempo regular, aumentos de 5% y 100% en costo de escasez, aumentos de 77% y 80% en costo de inventario; de las familias mayor y mediana demanda, respectivamente. Estos recursos planificados e inmovilizados se traducen en un costo para la empresa.

Tabla 12

Variación Plan agregado base-Plan agregado reajustado

Costos	Unidades de medida	Costo plan agregado base		Costo plan agregado reajustado según MPS		Δ	
		Mayor demanda 3er trimestre	Mediana demanda a 3er trimestre	Mayor demanda 3er trimestre	Mediana demanda 3er trimestre	Mayor demanda a 3er trimestre	Mediana demanda a 3er trimestre
Costo tiempo regular	(USD/mes)	9106,37	957,73	9613,01	1425,30	5%	33%
Costo de escasez	(USD/mes)	155,94	0,00	148,35	8,55	5%	100%
Costo Inventario	(USD/mes)	1,26	5,13	5,43	26,12	77%	80%

Elaborado por: Noboa Anthony

Se realiza un balance de carga y capacidad con el propósito de verificar la eficiencia del proceso de planificación asumiendo la producción real del tercer trimestre de 2019 como el volumen de producción y se compara con el mismo período de 2018. 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; cuyo objetivo es asegurar la correspondencia entre las capacidades productivas de todos los eslabones del proceso productivos con lo que busca evitar desproporciones en los mismos eslabones. La productividad vista como la cantidad de horas-hombres por trabajador, éste indicador muestra la capacidad de producir un artículo

en un tiempo determinado. También se calculó la ritmicidad de la producción la cual tuvo por objetivo expresar una determinada regularidad en el trabajo del sistema tomando como datos la cantidad de pedidos de los productos, así como como las ventas planificadas y entregadas. Las variaciones en los porcentajes de utilización de cada uno de los eslabones productivos se muestran en la tabla 13.

Tabla 13
Análisis de los indicadores

Periodo	2018	2019	Δ
Recepción y pesado	55%	71%	23%
Pelado	55%	71%	23%
Lavado	55%	71%	23%
Troceado	55%	71%	23%
Secado	9%	12%	22%
Clasificación	55%	71%	23%
Empaque	55%	71%	23%
Coefficiente de proporcionalidad	104%	106%	2%

Elaborado por: Noboa Anthony

Ritmicidad de la Producción

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

$$Kr_{3TRM} = \frac{2280}{2433} * 100\% = 93,71\%$$

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

Fiabilidad

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

$$F_{3TRM} = \frac{\text{Kg cumplidos a la fecha}}{\text{Total de Kg solicitado}} * \left(1 - \frac{\text{Kg devueltos, problemas en Calidad}}{\text{Total de Kg solicitado}}\right)$$

$$F_{3TRM}^1 = \frac{2433}{2433} * \left(1 - \frac{20}{2433}\right) * 100\% = 99,18\%$$

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

¹ 3TRM: tercer trimestre

CONCLUSIONES

- Se analizó la bibliografía relacionada con el planeamiento de la producción, para la construcción del marco teórico.
- Se diagnosticó y se caracterizó la empresa Sumak Mikuy, permitiendo clasificar el sistema de producción en mediana serie, bajo un sistema productivo contra pedido y por lotes. Además, permitió detectar falencias en el proceso de planificación de la producción ligado al sistema de control.
- Se realizó el pronóstico de la demanda a través del modelo de Suavización Exponencial, identificando una tendencia ligeramente negativa en la serie de tiempo producto del total de ventas. Además, se analizó la repercusión de los errores de los pronósticos para el tercer trimestre del 2019, visto como costos adicionales de 2386,28 USD, como también las divergencias existentes entre el plan agregado y MPS, con aumentos de 5,27% y 91,06% para el costo de tiempo regular y costo de mantenimiento de inventario, respectivamente.
- Para el tercer trimestre del 2019 en que se realizó la planificación se logró aumentar la utilización de las capacidades productivas a un 63% y el coeficiente de proporcionalidad aumento un 2%. También se determinó la fiabilidad del sistema dando como resultado un 99% lo cual significa que la empresa es competente dentro del plazo de entrega hacia los clientes. Finalmente se calculó la ritmicidad que es de 93,71%, éste valor es óptimo para el proceso de planificación.

RECOMENDACIONES

- Implementar la programación maestra de producción (MPS) en los meses en que se tiene conocimiento que existe mayor demanda de productos.
- 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 los indicadores productivos que posee la empresa, y analizar la dinámica de los mismos.
- Generar variables bien definidas y un minucioso entrenamiento del 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.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2000). *Introducción a los Modelos Cuantitativos para Admisnitración*. Mexico: Editorial Iberoamericana.
- 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.
- Chase, R., Jacobs, R., y Aquilano, N. (2014). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministro*. México: Mc Graw Hill.
- (CNP), C. N. d. P. (2017-2021). Plan Nacional de Desarrollo. In S. N. d. P. y. Desarrollo (Ed.). Ecuador.
- Domínguez Machuca, J., García González, S., Ruiz Jiménez, A., y Álvarez Gil, M. (1995). Dirección de operaciones. *Aspectos tácticos y operativos*. México: Mc. Graw-Hill.
- Durazo, F. R. (2006). *Sistema de información gerencial para la empresa avanzada*. Universidad de Sonora, México.
- Everett, E. (1991). *Administración de la Producción y las Operaciones. Conceptos, Modelos y Funcionamiento*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Fedefruta. (2017). Consumo mundial de frutas deshidratadas sería de 4 millones de toneladas en 2020 | Fedefruta. Extraído el 14 de Junio del 2018, desde <http://fedefruta.cl/consumo-mundial-de-frutas-deshidratadas-seria-de-4-millones-de-toneladas-en-2020/>
- Hanke, J. E., & Reitsch, A. (2000). *Pronóstico en los Negocios* (Quinta ed.). México: Prentice Hall.
- Hanke, J. E., y Wichern, D. W. (2010). *Pronóstico en los negocios* (Novena ed.). México: Pearson Educación.
- Hayes, R. H., & Wheelwright, S. C. (1984). Restaurando nuestra ventaja competitiva: compitiendo a través de la fabricación.
- Heizer, J., y Render, B. (2009). *Principios de Adminstración de Operaciones* (séptima ed.). México: Pearson Education.
- Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra, M. (2013). Administración de operaciones: Procesos y cadena suministro. In (10 ed.). México: Pearson Education.
- Negrón, D. F. M. (2009). *Administración de operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocios*: Cengage Learning Latin America
- PWC. (2011). “Optimizar la cadena de abastecimiento y distribución con comunicación y visibilidad”. Obtenido de <https://www.pwc.com/cl/es/eventos/assets/optimizacion-de-la-cadena-con-comuni-y-visi.pdf>

Ramos Gómez, R. A. (2002). *Procedimientos para la mejora continua y el perfeccionamiento del sistema de planificación y control del servicio de reparación de motores*. Aplicación al caso de la reparación de motores diésel. Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias técnicas. UCLV, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

Sarache, W. A. (2003). Proceso de planificación, programación y control de la producción. In. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Schroeder, R., Goldstein, S., y Rungtusanatham, M. (2011). *Administración de Operaciones: Conceptos y Casos Contemporáneos* México, D, F. In: Mc Graw Hill.

Schwarz, G. (2006). *Estimating the dimension of a model*. Annals of Statistics 6 (2).

Sheila Salgado. (2017). PressReader.com - Periódicos de alrededor del mundo. Extraído el 14 de Junio del 2018, desde <https://www.pressreader.com/costa-rica/productor-agropecuario/20170801/281883003435961>

Suárez, A. (1990). *Proyecto de Organización de las Empresas Industriales*. La Habana: La Haban Editorial.

Villalobos, N. C. (2006). Gestión de la Producción y Operaciones. In C. O. Althaona (Ed.): EDUMED.

ANEXOS

Anexo 1. Método de pronósticos por series de tiempo

Métodos por series de tiempo	Descripción del método	Usos	Exactitud			Identificación del punto de retorno	Costo relativo	Referencias
			A corto plazo	A mediano plazo	A largo plazo			
Promedio móvil	El pronóstico se basa en un promedio aritmético o ponderado de un número de puntos de datos del pasado.	Planeación de corto a mediano plazo para inventario, niveles de producción y programación. Es bueno cuando hay muchos productos	Mala a muy buena	Mala	Muy mala	Mala	Bajo	Neter, Wasserman y Whitmore
Suavización exponencial	Similar al promedio móvil y da un mayor peso exponencial a los datos más recientes. Bien adaptado para usarse con computadoras cuando es necesario pronosticar un gran número de artículos.	Igual que el promedio móvil	Regular a muy buena	Mala a buena	Muy mala	Mala	Medio	Brown, Adam, Wheelwright y Makridakis
Modelos matemáticos	Un modelo lineal o no lineal ajustado con los datos de series de tiempo, normalmente mediante regresión. Incluye las líneas de tendencia, polinomios, logaritmos lineales, series de Fourier, etc.	Igual que el promedio móvil pero con limitaciones debido al costo y a su uso con pocos productos	Muy buena	Regular a buena	Muy mala	Mala	Bajo a medio	
Box-Jenkins	Métodos de auto correlación que se usan para identificar las series de tiempo subyacentes y para ajustar el "mejor" modelo. Se necesitan aproximadamente 60 puntos de datos del pasado.	Limitado debido al costo de los productos que requieren de pronósticos muy exactos a corto plazo.	Muy buena a excelente	Regular a buena	Muy mala	Mala	Medio a alto	Box y Jenkins; Nelson

Fuente: Schoeder (1993, p. 71)

Anexo 2. Selección de técnicas de Pronóstico

	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)

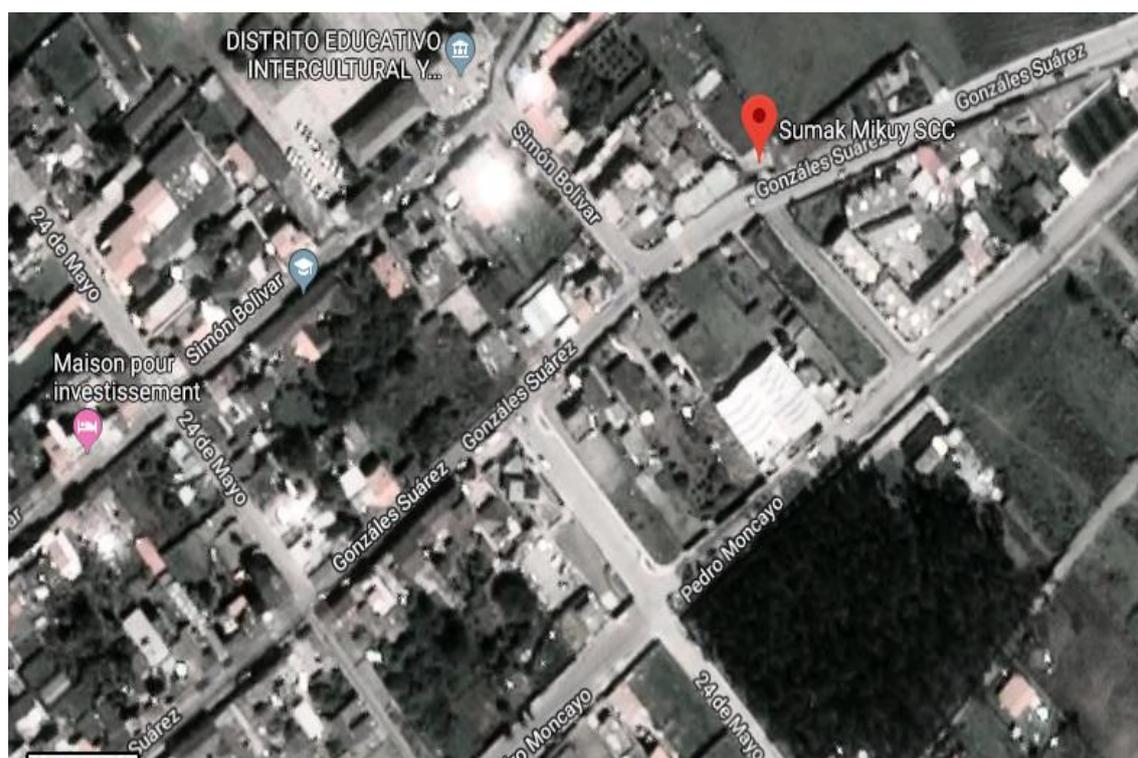
Patrón de datos: ST, estacionarios; T, con tendencia; S, estacional; C, cíclicos.

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.

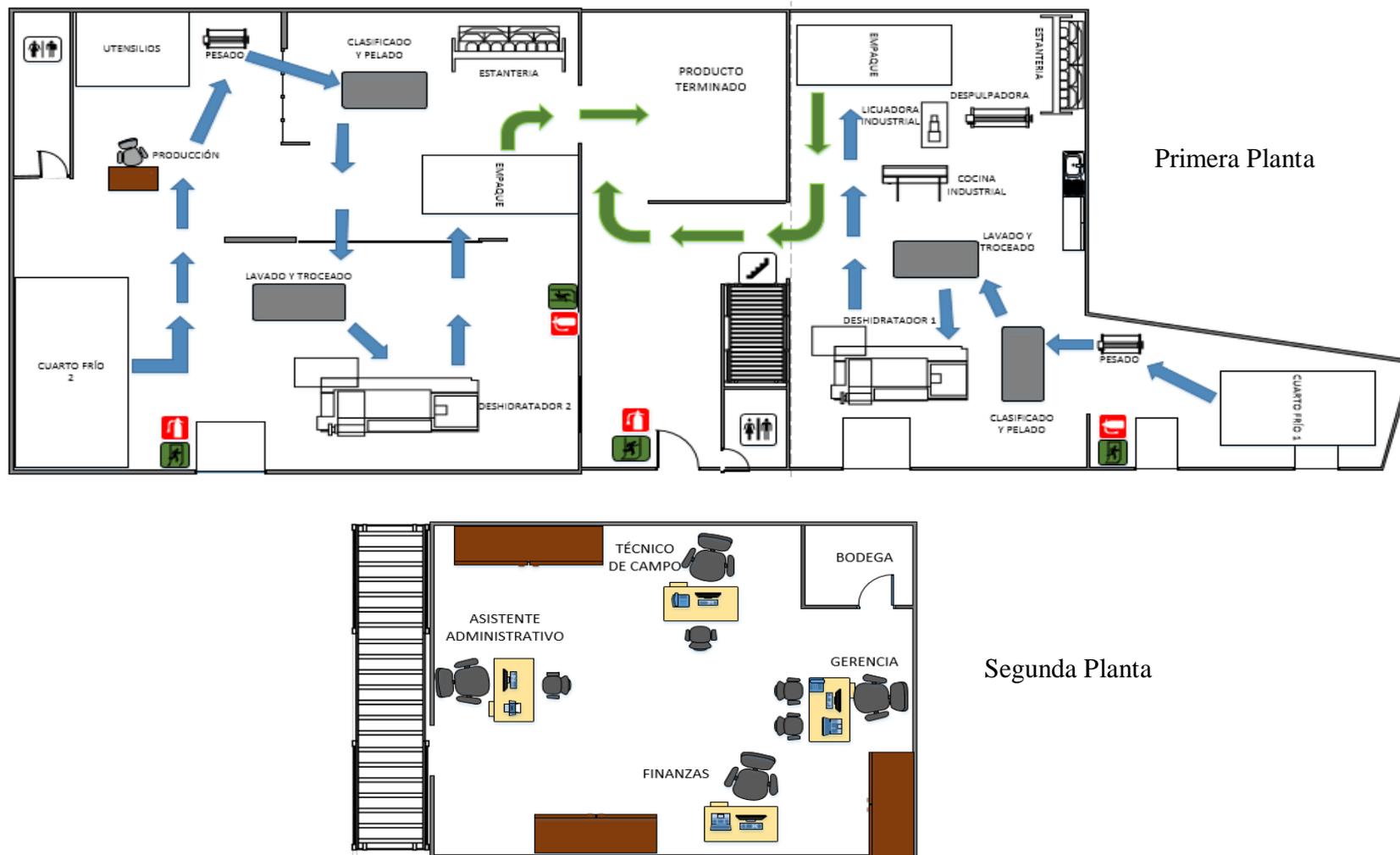
Estacionales: L, longitud de la estacionalidad

Anexo 3. Ubicación de la empresa



Fuente: Google Maps

Anexo 4. Layout de la empresa Sumak Mikuy



Fuente: Empresa Sumak Mikuy
Elaborado por: Noboa Anthony

Anexo 5. Nomenclatura de productos Sumak Mikuy

Clasificación	Código	Descripción
Mayor demanda	UODAG	Uvilla deshidratado
	MDO	Mortiño deshidratado
Mediana demanda	MO-DSH	Mora deshidratado
	PIÑ-DSH	Piña deshidratado
Baja demanda	FRU-DSH	Frutilla deshidratado
	AODM	Ají deshidratado
	BDG	Banano deshidratado

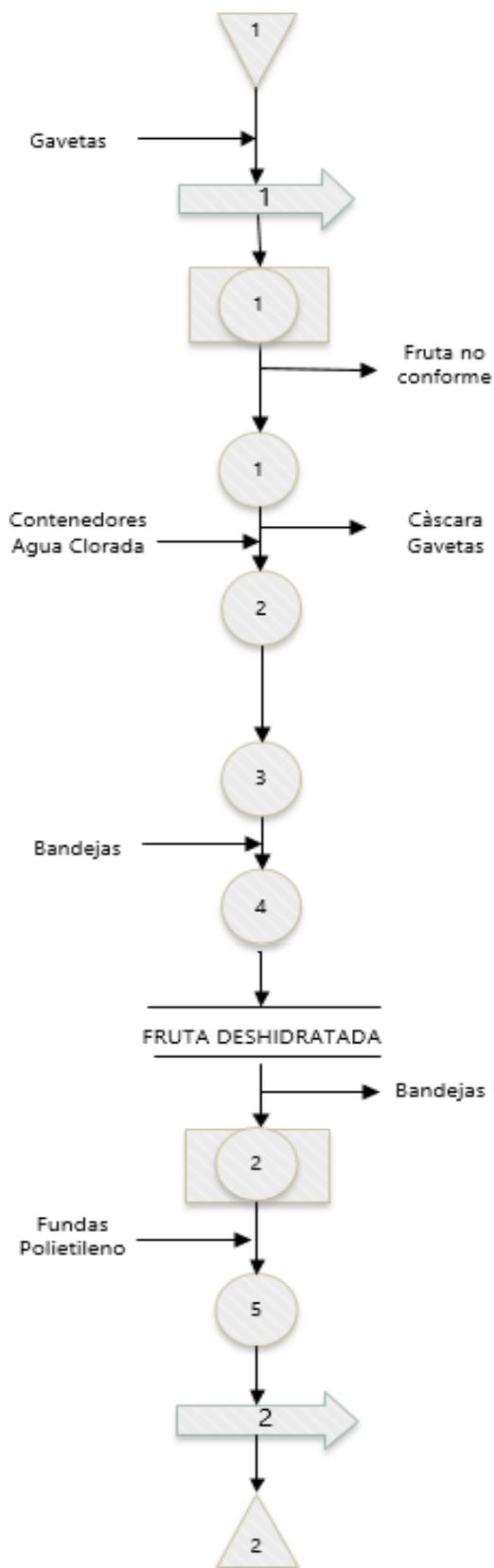
Anexo 6. Maquinaria, equipos y utensilios

MAQUINARIA	
Detalle	N ^a de unidades
Deshidratador	2
Balanza digital	1
Cuarto Frio	2
Selladora de plástico	1
Licuada industrial	1
EQUIPOS	
Detalle	N ^a de unidades
Mesa de acero inoxidable	4
Estantería	2
UTENSILIOS	
Gavetas, cuchillos, recipientes, taburetes, manguera, redes.	

Anexo 7. Diagrama de operaciones del proceso productivo en Sumak Mikuy

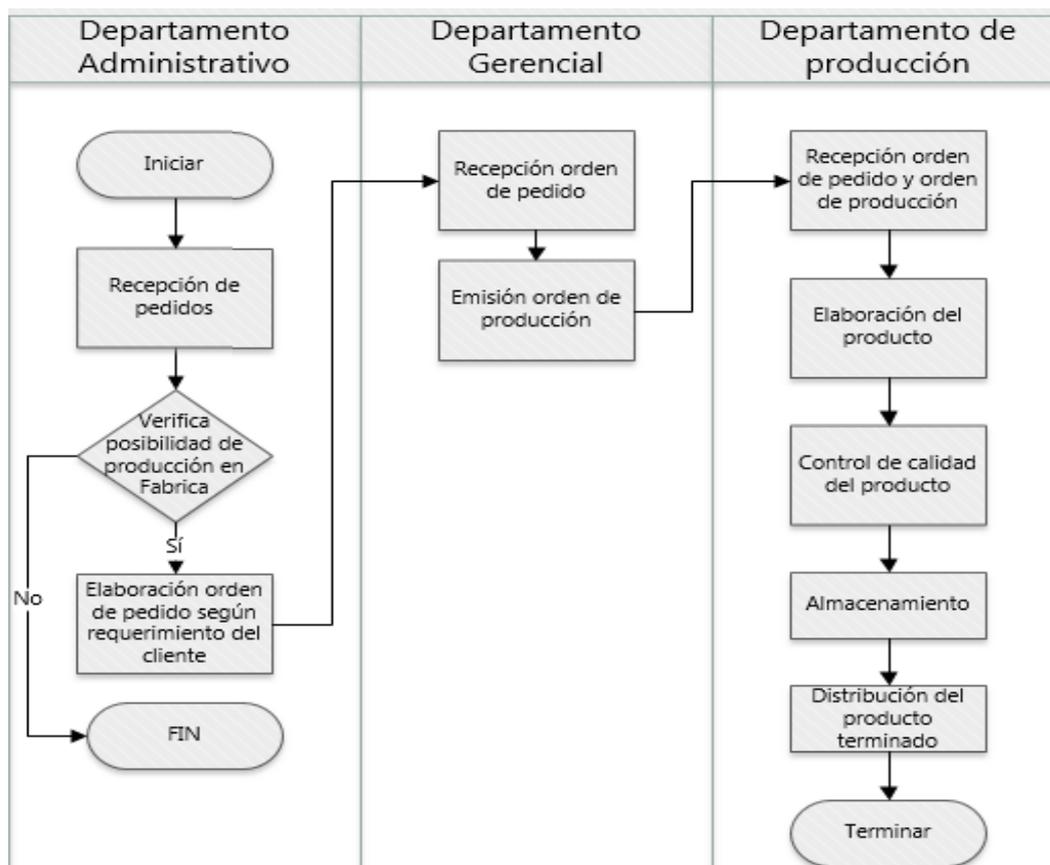
LEYENDA	
Operaciones	1. Pelado 2. Lavado 3. Troceado 4. Secado 5. Empaque
Transporte	1. Materia prima en gavetas o sacos 2. Producto terminado área de almacenamiento
Operación-Inspección	1. Recepción y pesado 2. Clasificación
Almacenamiento	1. Almacén de materia prima 2. Almacén de producto terminado

O	T	I	D	A
5	2	2	0	2



Fuente: Empresa Sumak Mikuy S.C.C
Elaborado por: Noboa Anthony

Anexo 8. Diagrama de la gestión de producción actual



Fuente: Empresa Sumak Mikuy
Elaborado por: Noboa Anthony

Anexo 9. Encuesta para evaluar el proceso de planificación de la producción

<p>La presente encuesta tiene como finalidad detectar los principales problemas que existen en el área de producción y en el puesto de trabajo, para plantear soluciones que permitan eliminar los problemas detectados y con ello proporcionar una mejora significativa a la empresa.</p>		
<p>Marque con una X su categoría ocupacional:</p> <p>Gerente: Jefe de producción: Operario:</p> <p>Otros:</p>		
Preguntas	Opciones	
Sistema-Cliente		SI NO
1.- ¿Considera que cumple los plazos de entrega a su cliente de inmediato? En caso afirmativo especifique el plazo:		
2.- ¿Considera posible dar una respuesta al cliente, sobre la situación de su pedido? En caso afirmativo, especifique el tiempo que demora en dar dicha respuesta:		
Producción		
3.- ¿Conoce los recursos críticos que intervienen en la elaboración de una unidad de producto o en la actividad que realiza? En caso afirmativo especifique tres de estos recursos:		
4.- ¿Conoce la producción real obtenida en diferentes períodos de tiempo? En caso afirmativo especifique: La cuantía incluyendo el periodo de tiempo considerado: El tiempo necesario para obtener esa información:		
5.- ¿Conoce la capacidad de producción del área por la cual responde? En caso afirmativo especifique la cuantía incluyendo el período de tiempo considerado.....		
6.- ¿Existen en su área de trabajo, producciones atrasadas? En caso afirmativo, especifique de cuándo data el mayor atraso:		
7.- ¿Conoce con antelación la tarea diaria que realiza? En caso afirmativo especifique el plazo de antelación:		
8.- ¿Al asignarle una orden de trabajo, dispone de todos los recursos necesarios?		
9.- ¿Considera que determinados pedidos urgentes desordenan su trabajo y le impiden cumplir con otros clientes? En caso afirmativo, especifique si es: Frecuentemente: Poco frecuente:		
Inventario		
10.- ¿Conoce el valor de los inventarios acumulados en la organización? En caso afirmativo especifique su cuantía:		

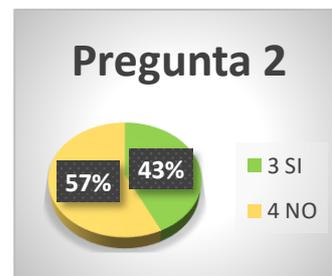
<p>11.- ¿Conoce el valor mínimo de los inventarios necesarios para que funcione su organización? En caso afirmativo especifique su cuantía:</p>		
Empresa		
<p>12.- ¿Repercuten sobre sus condiciones de trabajo, el mejoramiento de los resultados de la organización?</p>		
<p>13.- ¿Existen en la organización proyectos de mejora para el incremento de la competitividad (reducción de <i>stocks</i>, costes, incremento de la flexibilidad y otros)? En caso afirmativo, especifique cuáles:</p>		
<p>14.- ¿Recibe documentación técnica actualizada?</p>		
<p>15.- ¿Qué acceso tiene a los cursos de superación? Bueno: Regular: Malo: No existe:</p>		
<p>16.- Especifique los tres problemas más importantes que en su criterio existen en la Planificación de la Producción de la microempresa.</p>		
<p>17.- Especifique tres posibles soluciones a los problemas anteriores que en su criterio existen en la Planificación de la Producción de la microempresa.</p>		

Anexo 10. Tabulación de la encuesta

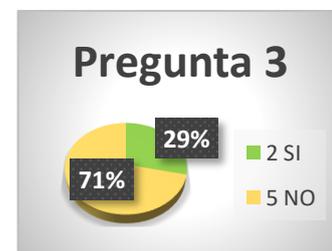
1.- ¿Considera que cumple los plazos de entrega a su cliente de inmediato?		
N° de Trabajadores	Opción	Resultado
4	SI	57%
3	NO	43%



2.- ¿Considera posible dar una respuesta al cliente, sobre la situación de su pedido?		
N° de Trabajadores	Opción	Resultado
3	SI	43%
4	NO	57%



3.- ¿Conoce los recursos críticos que intervienen en la elaboración de una unidad de producto o en la actividad que realiza?		
N° de Trabajadores	Opción	Resultado
2	SI	29%
5	NO	71%



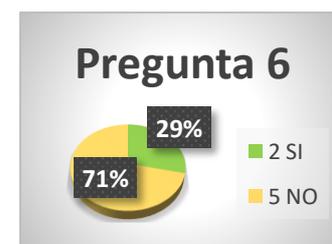
4.- ¿Conoce la producción real obtenida en diferentes períodos de tiempo?		
N° de Trabajadores	Opción	Resultado
3	SI	43%
4	NO	57%



5.- ¿Conoce la capacidad de producción del área por la cual responde?		
N° de Trabajadores	Opción	Resultado
3	SI	43%
4	NO	57%



6.- ¿Existen en su área de trabajo, producciones atrasadas?		
N° de Trabajadores	Opción	Resultado
2	SI	29%
5	NO	71%



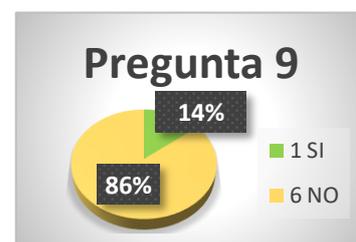
7.- ¿Conoce con antelación la tarea diaria que realiza?		
N° de Trabajadores	Opción	Resultado
7	SI	100%
0	NO	0%



8.- ¿Al asignarle una orden de trabajo, dispone de todos los recursos necesarios?		
N° de Trabajadores	Opción	Resultado
7	SI	100%
0	NO	0%



9.- ¿Considera que determinados pedidos urgentes desordenan su trabajo y le impiden cumplir con otros clientes?		
N° de Trabajadores	Opción	Resultado
1	SI	14%
6	NO	86%



10.- ¿Conoce el valor de los inventarios acumulados en la organización?		
N° de Trabajadores	Opción	Resultado
2	SI	29%
5	NO	71%



11.- ¿Conoce el valor mínimo de los inventarios necesarios para que funcione su organización?		
N° de Trabajadores	Opción	Resultado
2	SI	29%
5	NO	71%



12.- ¿Repercuten sobre sus condiciones de trabajo, el mejoramiento de los resultados de la organización?		
N° de Trabajadores	Opción	Resultado
0	SI	0%
7	NO	100%



13.- ¿Existen en la organización proyectos de mejora para el incremento de la competitividad (reducción de *stocks*, costes, incremento de la flexibilidad y otros)?

Nº de Trabajadores	Opción	Resultado
7	SI	100%
0	NO	0%

Pregunta 13



14.- ¿Recibe documentación técnica actualizada?

Nº de Trabajadores	Opción	Resultado
6	SI	86%
1	NO	14%

Pregunta 14



Anexo 11. Clasificación ABC

Familia	Rango del producto por ventas	Producto	Ventas proyectadas del artículo (USD)	Ventas acumulada (USD)	Frecuencia relativa	Frecuencia Acumulada	Clasificación ABC
Mayor demanda	1	Uvilla DSH	120.702,86	120.702,86	75%	75%	A
	2	Mortiño DSH	23.510,27	144.213,13	15%	89%	
Media demanda	3	Mora DSH	5.306,55	149.519,68	3%	92%	B
	4	Piña DSH	4.294,62	153.814,30	3%	95%	
Baja demanda	5	Frutilla DSH	3.572,08	157.386,38	2%	97%	C
	6	Ají DSH	3.037,93	160.424,31	2%	99%	
	7	Banano DSH	1.307,61	161.731,92	1%	100%	
		TOTAL:	161.731,92	1.047.792,58	100%		

Fuente: Empresa Sumak Mikuy S.C.C

Elaborado por: Noboa Anthony

Anexo 12. Análisis de los patrones en los datos de pedidos familia Mayor-demanda

Figura 1. Series de tiempo para el total de pedidos enero 2016 - diciembre 2018

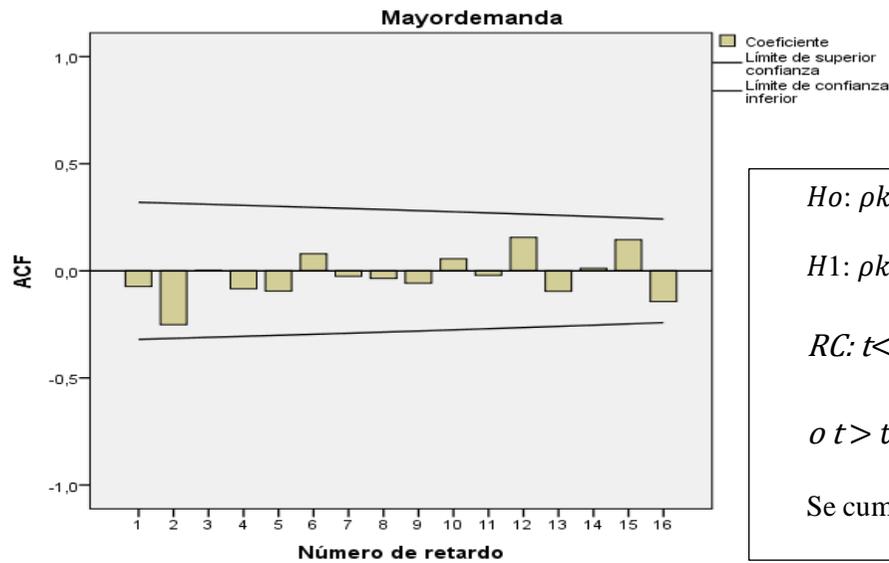
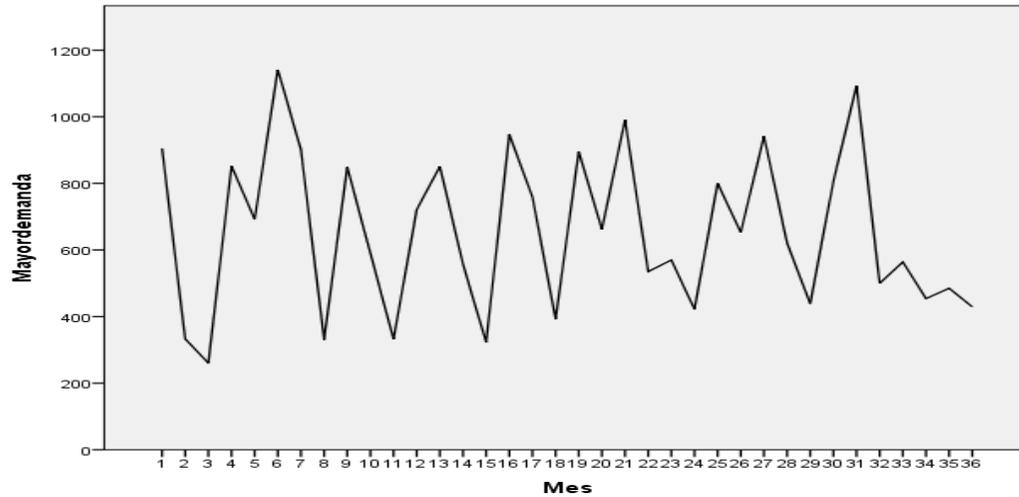


Tabla 1 Tabla de índices de autocorrelación para pedidos

Autocorrelaciones

Serie: Mayordemanda

Retardo	Autocorrelación	Error estándar ^a	Estadístico de Box-Ljung		
			Valor	gl	Sig. ^b
1	-,073	,160	,208	1	,648
2	-,252	,158	2,756	2	,252
3	,001	,155	2,756	3	,431
4	-,084	,153	3,059	4	,548
5	-,095	,151	3,456	5	,630
6	,080	,148	3,746	6	,711
7	-,026	,146	3,777	7	,805
8	-,035	,143	3,837	8	,871
9	-,058	,140	4,006	9	,911
10	,056	,138	4,173	10	,939
11	-,021	,135	4,197	11	,964
12	,156	,132	5,583	12	,936
13	-,095	,130	6,123	13	,942
14	,012	,127	6,132	14	,963
15	,145	,124	7,509	15	,942
16	-,144	,121	8,919	16	,917

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

b. Se basa en la aproximación de chi-cuadrado asintótica.

$H_0: \rho_k=1; \rho_k=12= 0$ Coeficientes de autocorrelación no significativos

$H_1: \rho_k=1; \rho_k=12 \neq 0$ Coeficientes de autocorrelación son significativos

$$RC: t \leq -t_2^\alpha; n-1 \quad t = \frac{0,156}{0,132} = 1,19$$

$$o t > t_2^\alpha; n-1$$

Se cumple la RC: $1,18 > 1,96$. No se rechaza H_0 , por lo que r_{12} no es significativo

Anexo 13. Análisis de los patrones en los datos de pedidos familia Mediana-demanda

Figura 2. Series de tiempo para el total de pedidos enero 2016 - diciembre 2018

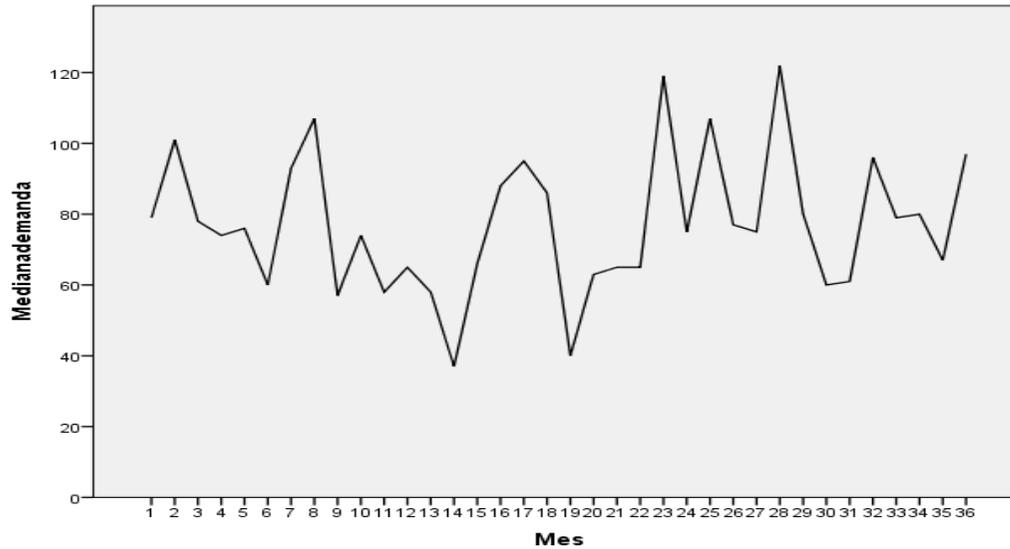


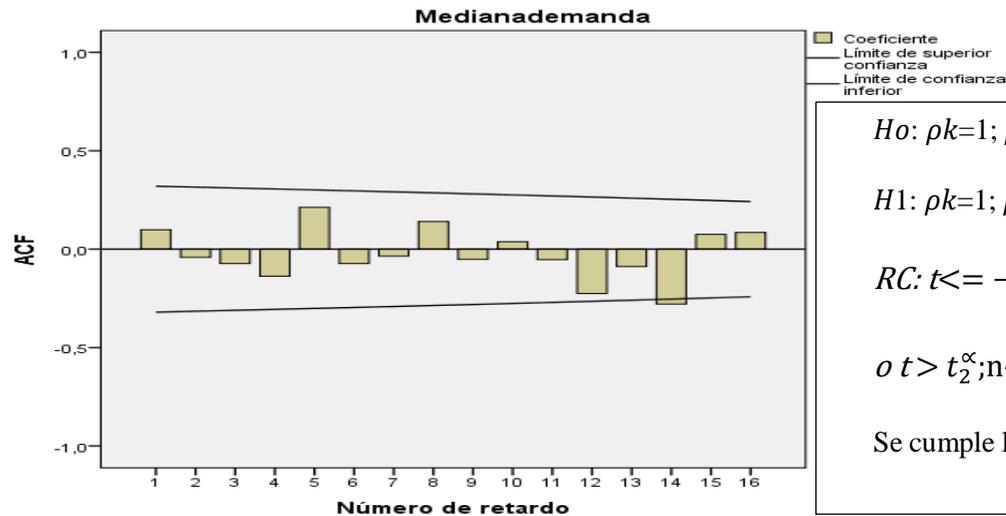
Tabla2 Tabla de índices de autocorrelación para pedidos

Autocorrelaciones

Serie: Medianademanda

Retardo	Autocorrelación	Error estándar ^a	Estadístico de Box-Ljung		
			Valor	gl	Sig. ^b
1	,099	,160	,381	1	,537
2	-,041	,158	,450	2	,798
3	-,073	,155	,672	3	,880
4	-,137	,153	1,474	4	,831
5	,213	,151	3,471	5	,628
6	-,073	,148	3,711	6	,716
7	-,036	,146	3,771	7	,806
8	,140	,143	4,732	8	,786
9	-,052	,140	4,869	9	,846
10	,038	,138	4,945	10	,895
11	-,053	,135	5,100	11	,926
12	-,226	,132	8,003	12	,785
13	-,088	,130	8,462	13	,812
14	-,279	,127	13,294	14	,503
15	,076	,124	13,667	15	,551
16	,085	,121	14,160	16	,587

- a. El proceso subyacente asumido es independencia (ruido blanco).
- b. Se basa en la aproximación de chi-cuadrado asintótica.



$H_0: \rho_k=1; \rho_k=12= 0$ Coeficientes de autocorrelación no significativos

$H_1: \rho_k=1; \rho_k=12 \neq 0$ Coeficientes de autocorrelación son significativos

$RC: t \leq -t_2^\alpha; n-1 \quad t = \frac{-0,226}{0,132} = -1,71$

$o t > t_2^\alpha; n-1$

Se cumple la RC: $-1,71 < -1,96$. No se rechaza H_0 , por lo que r_{12} no es significativo

Anexo 14. Análisis de los patrones en los datos de pedidos totales

Figura 3. Series de tiempo para el total de pedidos enero 2016 - diciembre 2018

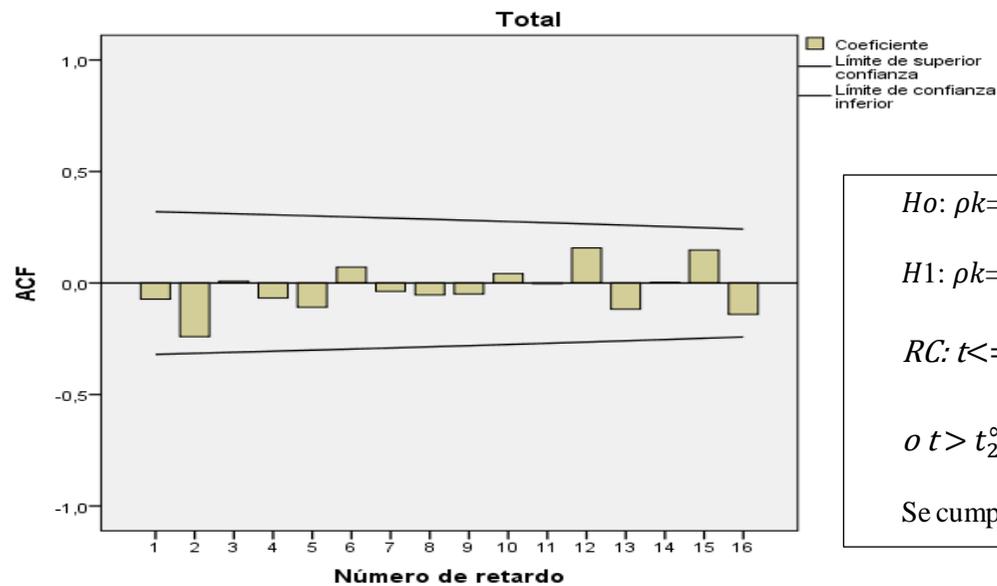
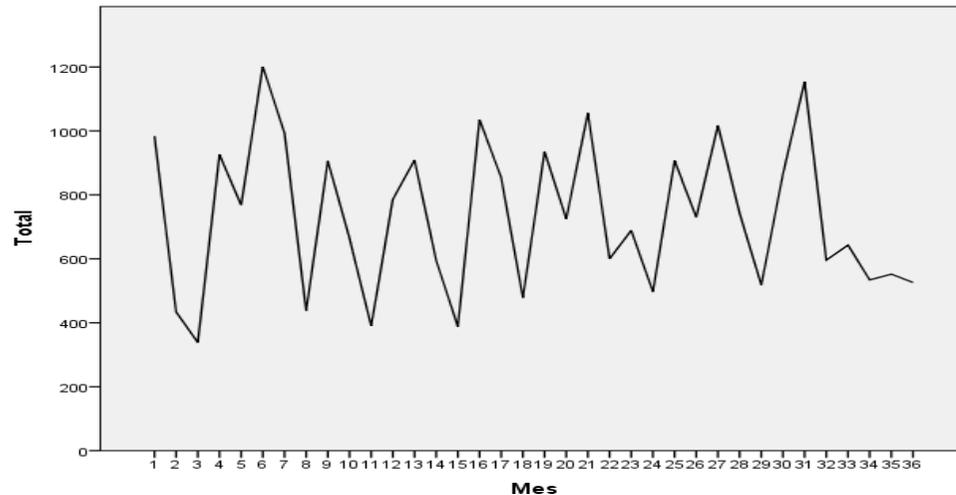


Tabla3 Tabla de índices de autocorrelación para pedidos totales

Autocorrelaciones

Serie: Total

Retardo	Autocorrelación	Error estándar ^a	Estadístico de Box-Ljung		
			Valor	gl	Sig. ^b
1	-,072	,160	,204	1	,652
2	-,241	,158	2,536	2	,281
3	,008	,155	2,539	3	,468
4	-,068	,153	2,734	4	,603
5	-,108	,151	3,253	5	,661
6	,071	,148	3,484	6	,746
7	-,038	,146	3,551	7	,830
8	-,053	,143	3,690	8	,884
9	-,049	,140	3,810	9	,923
10	,042	,138	3,903	10	,952
11	-,004	,135	3,904	11	,973
12	,157	,132	5,317	12	,947
13	-,117	,130	6,137	13	,941
14	,002	,127	6,137	14	,963
15	,148	,124	7,560	15	,940
16	-,141	,121	8,913	16	,917

$H_0: \rho_k=1; \rho_k=12=0$ Coeficientes de autocorrelación no significativos

$H_1: \rho_k=1; \rho_k=12 \neq 0$ Coeficientes de autocorrelación son significativos

$RC: t \leq -t_2^\alpha; n-1 \quad t = \frac{0,157}{0,132} = 1,19$

$o t > t_2^\alpha; n-1$

Se cumple la RC: $1,19 > 1,96$. No se rechaza H_0 , por lo que r_{12} no es significativo

Anexo 15. Base de datos para pronóstico de períodos futuros

Familia	Mayor demanda (Kg)	Mediana demanda (Kg)
Inicio de periodo	1	1
Periodos por año	12	12
Periodos por ciclo	12	12
ene-16	905	79
feb-16	333	101
mar-16	260	78
abr-16	852	74
may-16	692	76
jun-16	1141	60
jul-16	901	93
ago-16	330	107
sep-16	849	57
oct-16	590	74
nov-16	332	58
dic-16	721	65
ene-17	851	58
feb-17	558	37
mar-17	322	66
abr-17	947	88
may-17	759	95
jun-17	392	86
jul-17	895	40
ago-17	662	63
sep-17	991	65
oct-17	535	65
nov-17	570	119
dic-17	422	75
ene-18	800	107
feb-18	653	77
mar-18	942	75
abr-18	621	122
may-18	438	80
jun-18	806	60
jul-18	1093	61
ago-18	500	96
sep-18	564	79
oct-18	454	80
nov-18	485	67
dic-18	429	97

Elaborado por: Noboa Anthony (**Fuente:** Sumak Mikuy S.C.C)

Anexo 16. Reporte de pronósticos para el total de pedidos de kilogramo

Detalles del modelo

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

Selección Experta

Suavización Exponencial: sin tendencia, estacionalidad aditiva - nivel constante

NA-CL(0,000; 0,357)

Componente	Peso parámetro de suavización	Valor final
Nivel	0,0001000	717,9
Estacional	0,3567	

Indices estacionales

Ene - Mar	181,5	-113,3	-83,09
Abr - Jun	139,0	-40,96	92,63
Jul - Sep	289,2	-127,8	100,7
Oct - Dic	-133,6	-167,1	-137,1

Estadísticas de la muestra

Tamaño muestra	36	No. parámetros	1
Media	732,64	Desv. estándar	234,92
R-Cuadrada Aj.	0,27	Durbin-Watson	1,92
Ljung-Box(18)	25,0 P=0,88	Error de pronóstico	200,66
BIC	207,95	MAPE	22,39%
RMSE	197,86	MAD	153,04

Datos de pronósticos

Fecha	2,5 Inf.	Pronóstico	Trimestral	Anual	97,5 Sup.
2019-Ene	542	949			1.357
2019-Feb	274	681			1.089
2019-Mar	299	707	2.337		1.114
2019-Abr	433	841			1.248
2019-May	295	702			1.110
2019-Jun	423	831	2.374		1.238
2019-Jul	695	1.102			1.510
2019-Ago	177	585			992
2019-Sep	413	820	2.508		1.228
2019-Oct	151	559			967
2019-Nov	217	624			1.032
2019-Dic	129	537	1.720	8.939	945
Total		8.939			
Promedio		745			
Mínimo		537			
Máximo		1.102			

Existencias de Seguridad			
T. Anticipación	DDTA	97,5 E.S.	Valor a Re-ordenar
1	949	408	1.357
2	1.631	576	2.207
3	2.337	706	3.043
4	3.178	815	3.993
5	3.880	911	4.792
6	4.711	998	5.710
7	5.814	1.078	6.892
8	6.398	1.153	7.551
9	7.219	1.223	8.442
10	7.778	1.289	9.067
11	8.402	1.352	9.754
12	8.939	1.412	10.351

DDTA = Demanda Durante Tiempo Anticipación (pronósticos acumulados)
E. de Seg = Límites de confianza acumulados para el T. Anticipación
Valor a Re-ordenar = DDTA + E. de Seg

Ajustes
No existen ajustes para este ítem

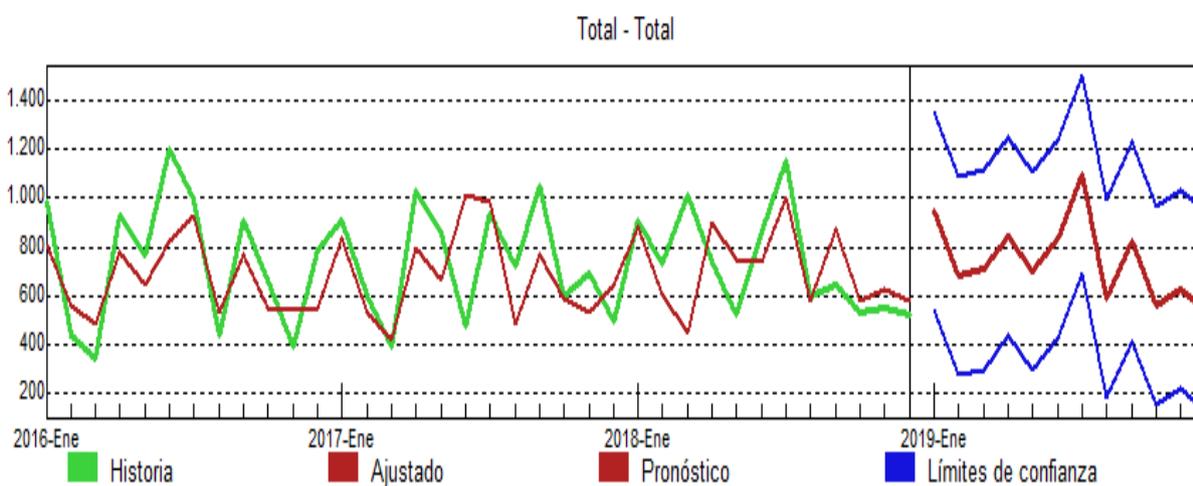


Figura 4. Solución experta serie de tiempo Total de ventas (**Fuente:** Forecast Pro)

Anexo 17. Reporte de pronósticos familia Mayor-demanda, pedidos total

Reporte de pronósticos para Mayor Demanda					
Mayor Demanda					
Total > Mayor Demanda					
Análisis Experto					
Utilizando una lógica basada en reglas de FPRO he limitado la selección entre Suavización exponencial y Box-Jenkins.					
Realicé una prueba a una muestra para seleccionar entre estas dos familias de modelos.					
El MAD acumulado en la muestra para Suavización exponencial fue 144 y para Box-Jenkins fue 192.					
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; 0,366)					
Componente	Peso parámetro de suavización		Valor final		
Nivel	0,0001000		640,0		
Estacional	0,3664				
Indices estacionales					
Ene - Mar	176,2	-105,9	-75,47		
Abr - Jun	119,2	-47,92	101,7		
Jul - Sep	306,4	-138,1	108,2		
Oct - Dic	-131,2	-170,5	-142,7		
Estadísticas de la muestra					
Tamaño muestra	36	No. parámetros	1		
Media	655,42	Desv. estándar	239,32		
R-Cuadrada Aj.	0,26	Durbin-Watson	1,92		
Ljung-Box(18)	24,6 P=0,86	Error de pronóstico	206,26		
BIC	213,75	MAPE	27,02%		
RMSE	203,37	MAD	159,71		
Datos de pronósticos					
Fecha	2,5 Inf.	Pronóstico	Trimestral	Anual	97,5 Sup.
2019-Ene	376	816			1.257
2019-Feb	94	534			974
2019-Mar	124	564	1.915		1.005
2019-Abr	319	759			1.199
2019-May	152	592			1.032
2019-Jun	301	742	2.093		1.182
2019-Jul	506	946			1.387
2019-Ago	62	502			942
2019-Sep	308	748	2.196		1.189
2019-Oct	68	509			949
2019-Nov	29	469			910
2019-Dic	57	497	1.476	7.680	938
Total		7.680			
Promedio		640			
Mínimo		469			
Máximo		946			

Existencias de Seguridad			
T. Anticipación	DDTA	97,5 E.S.	Valor a Re-ordenar
1	816	440	1.257
2	1.350	623	1.973
3	1.915	763	2.677
4	2.674	881	3.555
5	3.266	985	4.251
6	4.008	1.079	5.086
7	4.954	1.165	6.119
8	5.456	1.246	6.701
9	6.204	1.321	7.525
10	6.713	1.393	8.105
11	7.182	1.461	8.643
12	7.680	1.525	9.205

DDTA = Demanda Durante Tiempo Anticipación (pronósticos acumulados)
 E. de Seg = Límites de confianza acumulados para el T. Anticipación
 Valor a Re-ordenar = DDTA + E. de Seg

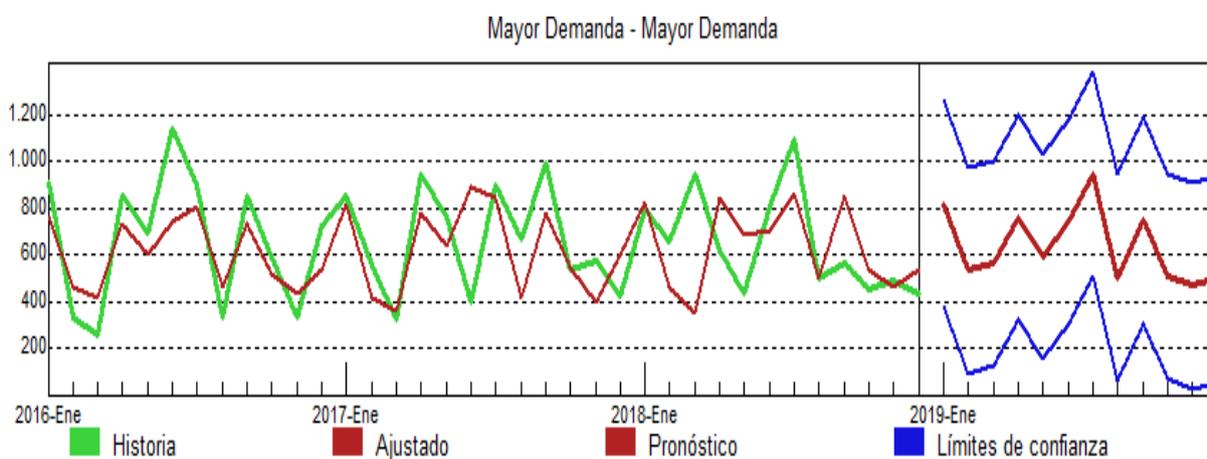


Figura 5. Solución experta serie de tiempo Mayor-demanda (**Fuente:** Forecast Pro)

Anexo 18. Reporte de pronósticos familia Mediana-demanda, pedidos total

Reporte de pronósticos para Mediana Demanda					
mediana Demanda					
Total > Mediana Demanda					
Análisis Experto					
Utilizando una lógica basada en reglas de FPRO he limitado la selección entre Suavización exponencial y Box-Jenkins.					
Realicé una prueba a una muestra para seleccionar entre estas dos familias de modelos.					
El MAD acumulado en la muestra para Suavización exponencial fue 11 y para Box-Jenkins fue 12.					
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 simple: sin tendencia, sin estacionalidad					
NN(0,050)					
Componente	Peso parámetro de suavización		Valor final		
Nivel	0,05000		78,89		
Estadísticas de la muestra					
Tamaño muestra	36	No. parámetros	1		
Media	77,22	Desv. estándar	19,66		
R-Cuadrada Aj.	0,00	Durbin-Watson	1,78		
Ljung-Box(18)	16,0 P=0,41	Error de pronóstico	20,10		
BIC	20,83	MAPE	22,04%		
RMSE	19,82	MAD	15,40		
Datos de pronósticos					
Fecha	2,5 Inf.	Pronóstico	Trimestral	Anual	97,5 Sup.
2019-Ene	38	79			120
2019-Feb	38	79			120
2019-Mar	38	79	237		120
2019-Abr	38	79			120
2019-May	38	79			120
2019-Jun	38	79	237		120
2019-Jul	38	79			120
2019-Ago	38	79			120
2019-Sep	38	79	237		120
2019-Oct	38	79			120
2019-Nov	38	79			120
2019-Dic	38	79	237	947	120
Total		947			
Promedio		79			
Mínimo		79			
Máximo		79			

Existencias de Seguridad			
T. Anticipación	DDTA	97,5 E.S.	Valor a Re-ordenar
1	79	41	120
2	158	59	217
3	237	73	310
4	316	85	400
5	394	95	489
6	473	104	578
7	552	113	665
8	631	121	752
9	710	128	838
10	789	135	924
11	868	142	1.009
12	947	148	1.095

DDTA = Demanda Durante Tiempo Anticipación (pronósticos acumulados)
 E. de Seg = Límites de confianza acumulados para el T. Anticipación
 Valor a Re-ordenar = DDTA + E. de Seg

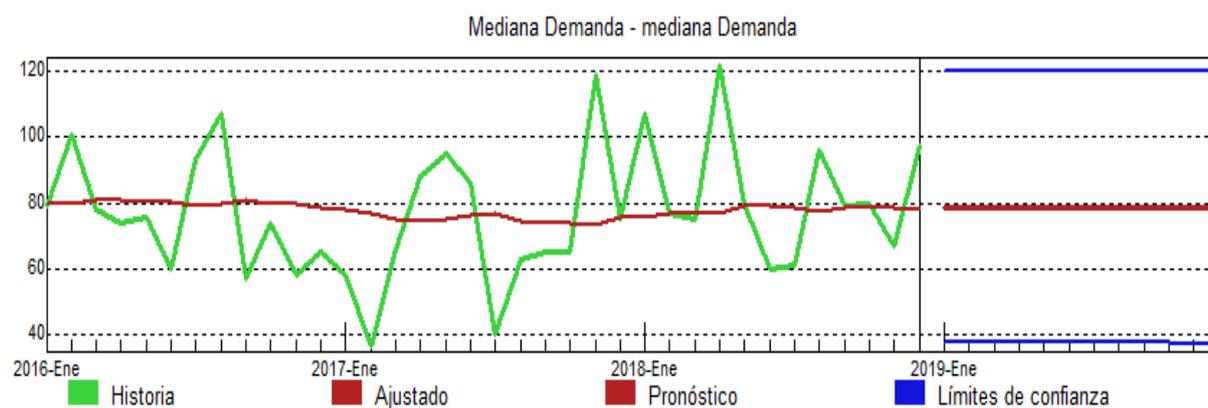


Figura 6. Solución experta serie de tiempo mediana-demanda (**Fuente:** Forecast Pro)

Anexo 19. Balance de carga y capacidad

Artículo	Cantidad de producción (kg/año)	Norma de tiempo (h/kg)							Cij Capacidad Productiva (kg/año)							Capacidad de producción (kg/año) Ci	Producción posible (kg/año) Ci'	kp
		Recepción y Pesado	Pelado	Lavado	Troceado	Secado	Clasificación	Empaque	Recepción y Pesado	Pelado	Lavado	Troceado	Secado	Clasificación	Empaque			
UODAG	6023	0,05	0,16	0,04	0,09	0,15	0,10	0,07	2991	2991	2991	2991	17462	2991	2991	17462	2991	0,83
MDO	1698	0,05		0,04		0,15	0,07	0,06	843	843	843	843	4923	843	843	4923	843	0,83
MO-DSH	834	0,05	0,12		0,08	0,15	0,07	0,06	414	414	414	414	2418	414	414	2418	414	0,83
PIÑ-DSH	385	0,03	0,07	0,02	0,06	0,10	0,05	0,04	191	191	191	191	1116	191	191	1116	191	0,83
Número de equipos		1	1	1	1	2	1	1										
Representatividad		0,11	0,28	0,08	0,16		0,21	0,15										
Horas por turno		0,91	2,26	0,65	1,31	8,00	1,65	1,22										
Turnos		1	1	1	1	1	1	1										
Días al año		240	240	240	240	240	240	240										
Mantenimiento (h/año)						8												
Fj (h/año)		218	542	157	314	3832	397	292										
Ni*Tij (h/año)		439	1091	317	632	1322	799	589										
bj		0,50	0,50	0,50	0,50	2,90	0,50	0,50										
U [%]		201	201	201	201	34	201	201										
QT(h/año)		3866																
Kp (%)		149																

Elaborado por: Noboa Anthony

Fuente: SUMAK MIKUY

Anexo 20. Plan agregado de familia Mayor-demanda

Meses	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	Total
Pronóstico de la demanda (kg/mes)	816	534	564	759	592	742	946	502	748	509	469	497	
Días hábiles	22	18	22	21	21	21	22	22	20	23	20	20	252
Inventario inicial	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Requerimiento de producción (kg/mes)	741	534	564	759	592	742	946	502	748	509	469	497	7603
Inventario Final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Costos													
Costo de mantenimiento del inventario(USD/kg/mes)	0,04												
Horas de trabajo requeridas(h/kg)	0,52												
Costo Inventario agotado	0,08												
Costo del tiempo regular (USD)	2,30												
Salario trabajador (USD)	552,80												
Costo del tiempo extra	3,46												
Plan de producción: fuerza de trabajo constante; varían inventario e inventario agotado													
	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	
Inventario inicial	75	-77	-68	32	-94	-52	-161	-443	-281	-426	-241	-106	
Horas de producción disponibles(h/mes)	345	282	345	329	329	329	345	345	314	361	314	314	
Producción real (kg/mes)	664	543	664	634	634	634	664	664	603	694	603	603	
Inventario final	-77	-68	32	-94	-52	-161	-443	-281	-426	-241	-106	0	
Costo de inventario	- USD	- USD	1,26 USD	- USD	- USD	- USD	- USD	- USD	- USD	- USD	- USD	- 0,00 USD	1,26 USD
Costo de escasez(USD-kg/mes)	6,18 USD	5,45 USD	- USD	7,51 USD	4,18 USD	12,85 USD	35,43 USD	22,49 USD	34,06 USD	19,27 USD	8,51 USD	- USD	155,94 USD
Costo del tiempo regular	795,00 USD	650,45 USD	795,00 USD	758,86 USD	758,86 USD	758,86 USD	795,00 USD	795,00 USD	722,73 USD	831,14 USD	722,73 USD	722,73 USD	9.106,37 USD
													TOTAL: 9.263,57 USD

Anexo 21. Plan agregado de familia Mediana-demanda

Meses	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	Total
Pronóstico de la demanda (kg/mes)	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	
Días hábiles	22	18	22	21	21	21	22	22	20	23	20	20	252
Inventario inicial	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Requerimiento de producción (kg/mes)	55	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	924
Inventario Final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Costos													
Costo de mantenimiento del inventario(USD/kg/mes)	0,04												
Horas de trabajo requeridas(h/kg)	0,45												
Costo Inventario agotado	0,08												
Costo del tiempo regular (primeras ocho horas al día)	2,30												
Salario trabajador (USD)	552,80												
Costo del tiempo extra	3,46												
Plan de producción: fuerza de trabajo constante; varían inventario e inventario agotado													
	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	
Inventario inicial	24	26	13	14	12	10	8	10	12	6	11	6	
Horas de producción disponibles(h/mes)	36	30	36	35	35	35	36	36	33	38	33	33	
Producción real (kg/mes)	81	66	81	77	77	77	81	81	73	84	73	73	
Inventario final	26	13	14	12	10	8	10	12	6	11	6	0	
Costo de inventario	1,03 USD	0,51 USD	0,57 USD	0,49 USD	0,41 USD	0,33 USD	0,40 USD	0,47 USD	0,24 USD	0,45 USD	0,23 USD	- USD	5,13 USD
Costo de escasez(USD-kg/mes)	- USD												
Costo del tiempo regular	83,61 USD	68,41 USD	83,61 USD	79,81 USD	79,81 USD	79,81 USD	83,61 USD	83,61 USD	76,01 USD	87,41 USD	76,01 USD	76,01 USD	957,73 USD
													TOTAL: 962,86 USD

Anexo 22. Programación maestra de producción familia Mayor demanda

Tabla 1 Programación maestra de producción del producto uvilla deshidratada (UODAG) trimestral

Producto: Uvilla DSH	Política de pedido:			L*L								
	Tiempo de espera:			1 semana								
Cantidad disponible: 0	jul-19				ago-19				mar-19			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pronóstico	236	237	236	237	125	126	125	126	187	187	187	187
Pedidos de los clientes	190	190	190	190	80	78	78	79	131	132	129	131
Cantidad en el MPS	236	237	236	237	125	126	125	126	187	187	187	187
Inicio del MPS	237	236	237	125	126	125	126	187	187	187	187	0
Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inventario disponible para promesa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

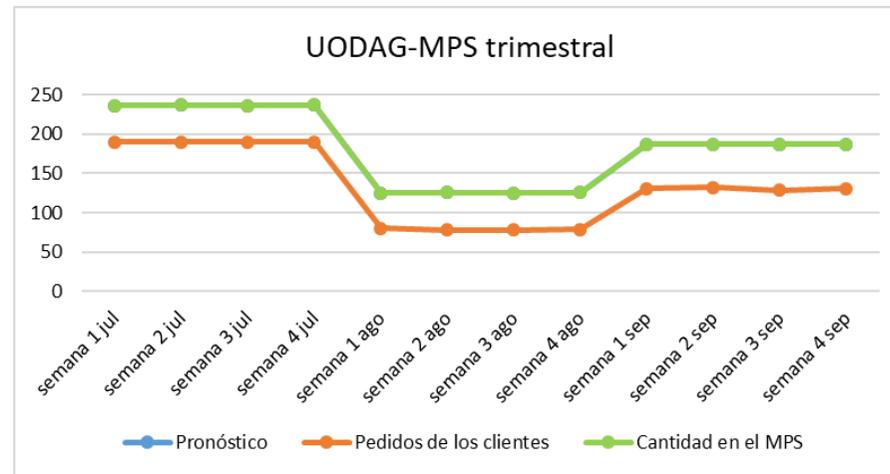
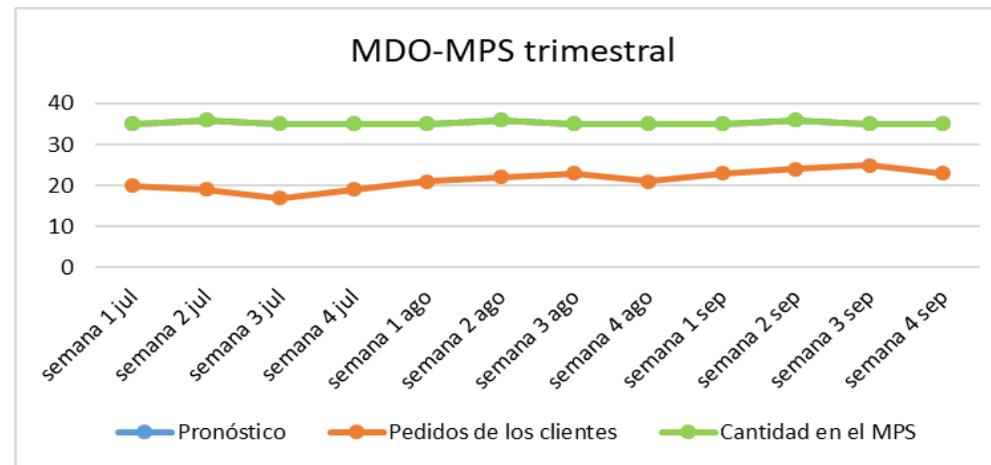


Figura 1. Solución producción semanal de uvilla deshidratada

Tabla 2 Programación maestra de producción del producto mortiño deshidratado (MDO) trimestral

Producto: Mortiño DSH	Política de pedido:				L*L							
	Tiempo de espera:				1 semana							
Cantidad disponible: 0	jul-19				ago-19				sep-19			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pronóstico	35	36	35	35	35	36	35	35	35	36	35	35
Pedidos de los clientes	20	19	17	19	21	22	23	21	23	24	25	23
Cantidad en el MPS	35	36	35	35	35	36	35	35	35	36	35	35
Inicio del MPS	36	35	35	35	36	35	35	35	36	35	35	0
Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inventario disponible para promesa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Figura 2.** Solución producción semanal de mortiño deshidratado

Anexo 23. Programación maestra de producción familia Mediana demanda

Tabla 3 Programación maestra de producción del producto mora deshidratada (MO-DSH) trimestral

Producto: Mora DSH	Política de pedido:				L*L							
	Tiempo de espera:				1 semana							
Cantidad disponible: 0	jul-19				ago-19				sep-19			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pronóstico	21	20	19	19	17	23	20	19	18	21	21	19
Pedidos de los clientes	20	19	17	19	21	22	23	21	23	24	25	23
Cantidad en el MPS	21	20	19	19	21	23	23	21	23	24	25	23
Inicio del MPS	20	19	19	21	23	23	21	23	24	25	23	0
Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inventario disponible para promesa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

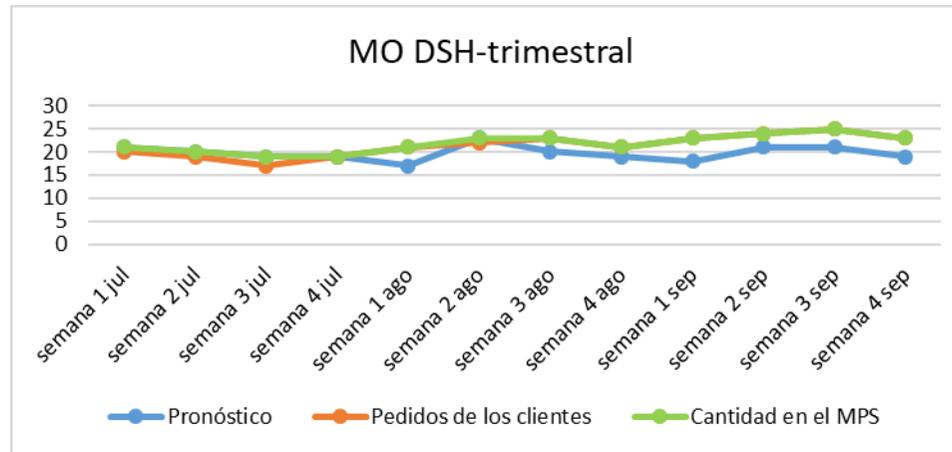


Figura 3. Solución producción semanal de mora deshidratada

Tabla 4 Programación maestra de producción del producto piña deshidratado (PIÑ-DSH) trimestral

Producto: Piña DSH					Política de pedido:	L*L							
Cantidad disponible: 0					Tiempo de espera:	1 semana							
	jul-19				ago-19				sep-19				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pronóstico	19	21	19	20	22	20	19	18	20	23	16	20	
Pedidos de los clientes	15	14	14	15	9	8	9	9	18	18	20	19	
Cantidad en el MPS	19	21	19	20	22	20	19	18	20	23	20	20	
Inicio del MPS	21	19	20	22	20	19	18	20	23	20	20	0	
Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inventario disponible para promesa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

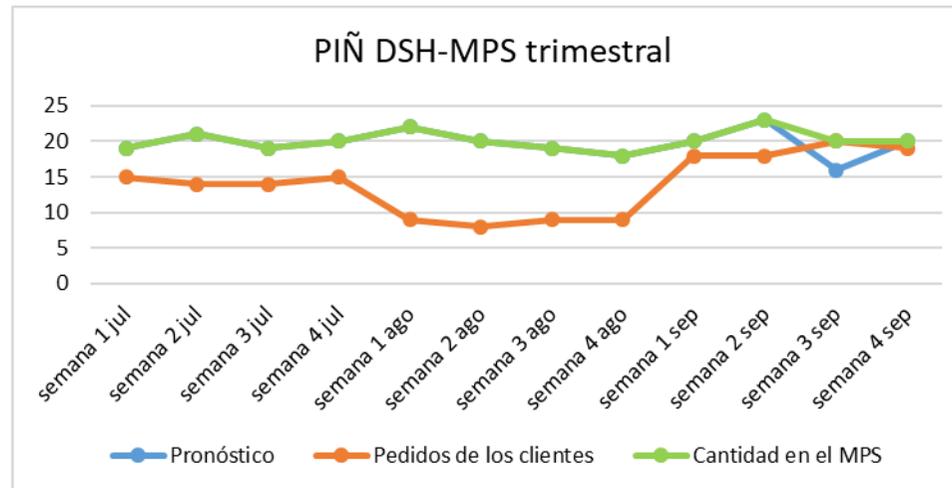


Figura 4. Solución producción semanal de piña deshidratada

Anexo 24. Plan Aproximado de capacidad

	PRODUCTOS	PERIODOS											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MPS	UVILLA DESHIDRATADA	237	236	237	125	126	125	126	187	126	187	187	0
	MORTIÑO DESHIDRATADO	36	35	35	35	36	35	35	35	36	35	35	0
	MORA DESHIDRATADA	20	19	19	21	23	23	21	23	24	25	23	0
	PIÑA DESHIDRATADA	21	19	20	22	20	19	18	20	23	20	20	0
CARGA													
RECEPCIÓN Y PESADO	CARGA UVILLA DSH	11,85	11,80	11,85	6,25	6,30	6,25	6,30	9,35	6,30	9,35	9,35	0,00
	CARGA MORTIÑO DSH	1,80	1,75	1,75	1,75	1,80	1,75	1,75	1,75	1,80	1,75	1,75	0,00
	CARGA MORA DSH	1,00	0,95	0,95	1,05	1,15	1,15	1,05	1,15	1,20	1,25	1,15	0,00
	CARGA PIÑA DSH	0,63	0,57	0,60	0,66	0,60	0,57	0,54	0,60	0,69	0,60	0,60	0,00
	PLAN DE CAPACIDAD	15,28	15,07	15,15	9,71	9,85	9,72	9,64	12,85	9,99	12,95	12,85	0,00
	CAPACIDAD ESTÁNDAR DISPONIBLE	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	DESVIACIÓN	8,97	9,18	9,10	14,54	14,40	14,53	14,61	11,40	14,26	11,30	11,40	24,25
	DESVIACIÓN ACUMULADA	8,97	18,15	27,25	41,79	56,19	70,72	85,33	96,73	110,99	122,29	133,69	157,94
PELADO	CARGA UVILLA DSH	4,74	4,72	4,74	2,50	2,52	2,50	2,52	3,74	2,52	3,74	3,74	0,00
	CARGA MORTIÑO DSH	0,72	0,70	0,70	0,70	0,72	0,70	0,70	0,70	0,72	0,70	0,70	0,00
	CARGA MORA DSH	0,40	0,38	0,38	0,42	0,46	0,46	0,42	0,46	0,48	0,50	0,46	0,00
	CARGA PIÑA DSH	0,21	0,19	0,20	0,22	0,20	0,19	0,18	0,20	0,23	0,20	0,20	0,00
	PLAN DE CAPACIDAD	6,07	5,99	6,02	3,84	3,90	3,85	3,82	5,10	3,95	5,14	5,10	0,00
	CAPACIDAD ESTÁNDAR DISPONIBLE	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
	DESVIACIÓN	33,13	33,21	33,18	35,36	35,30	35,35	35,38	34,10	35,25	34,06	34,10	39,20
	DESVIACIÓN ACUMULADA	33,13	66,34	99,52	134,88	170,18	205,53	240,91	275,01	310,26	344,32	378,42	417,62
LAVADO	CARGA UVILLA DSH	14,22	14,16	14,22	7,50	7,56	7,50	7,56	11,22	7,56	11,22	11,22	0,00
	CARGA MORTIÑO DSH	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CARGA MORA DSH	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CARGA PIÑA DSH	1,47	1,33	1,40	1,54	1,40	1,33	1,26	1,40	1,61	1,40	1,40	0,00
	PLAN DE CAPACIDAD	15,69	15,49	15,62	9,04	8,96	8,83	8,82	12,62	9,17	12,62	12,62	0,00
	CAPACIDAD ESTÁNDAR DISPONIBLE	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	DESVIACIÓN	23,91	24,11	23,98	30,56	30,64	30,77	30,78	26,98	30,43	26,98	26,98	39,60
	DESVIACIÓN ACUMULADA	23,91	48,02	72,00	102,56	133,20	163,97	194,75	221,73	252,16	279,14	306,12	345,72

TROCEADO	CARGA UVILLA DSH	21,33	21,24	21,33	11,25	11,34	11,25	11,34	16,83	11,34	16,83	16,83	0,00
	CARGA MORTIÑO DSH	2,88	2,80	2,80	2,80	2,88	2,80	2,80	2,80	2,88	2,80	2,80	0,00
	CARGA MORA DSH	1,60	1,52	1,52	1,68	1,84	1,84	1,68	1,84	1,92	2,00	1,84	0,00
	CARGA PIÑA DSH	0,63	0,57	0,60	0,66	0,60	0,57	0,54	0,60	0,69	0,60	0,60	0,00
	PLAN DE CAPACIDAD	26,44	26,13	26,25	16,39	16,66	16,46	16,36	22,07	16,83	22,23	22,07	0,00
	CAPACIDAD ESTÁNDAR DISPONIBLE	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	DESVIACIÓN	10,76	11,07	10,95	20,81	20,54	20,74	20,84	15,13	20,37	14,97	15,13	37,20
	DESVIACIÓN ACUMULADA	10,76	21,83	32,78	53,59	74,13	94,87	115,71	130,84	151,21	166,18	181,31	218,51
SECADO	CARGA UVILLA DSH	23,70	23,60	23,70	12,50	12,60	12,50	12,60	18,70	12,60	18,70	18,70	0,00
	CARGA MORTIÑO DSH	3,60	3,50	3,50	3,50	3,60	3,50	3,50	3,50	3,60	3,50	3,50	0,00
	CARGA MORA DSH	2,00	1,90	1,90	2,10	2,30	2,30	2,10	2,30	2,40	2,50	2,30	0,00
	CARGA PIÑA DSH	1,47	1,33	1,40	1,54	1,40	1,33	1,26	1,40	1,61	1,40	1,40	0,00
	PLAN DE CAPACIDAD	30,77	30,33	30,50	19,64	19,90	19,63	19,46	25,90	20,21	26,10	25,90	0,00
	CAPACIDAD ESTÁNDAR DISPONIBLE	78,4	78,4	78,4	78,4	78,4	78,4	78,4	78,4	78,4	78,4	78,4	78,4
	DESVIACIÓN	47,63	48,07	47,90	58,76	58,50	58,77	58,94	52,50	58,19	52,30	52,50	78,40
	DESVIACIÓN ACUMULADA	47,63	95,70	143,60	202,36	260,86	319,63	378,57	431,07	489,26	541,56	594,06	672,46
CLASIFICADO	CARGA UVILLA DSH	9,48	9,44	9,48	5,00	5,04	5,00	5,04	7,48	5,04	7,48	7,48	0,00
	CARGA MORTIÑO DSH	1,08	1,05	1,05	1,05	1,08	1,05	1,05	1,05	1,08	1,05	1,05	0,00
	CARGA MORA DSH	0,80	0,76	0,76	0,84	0,92	0,92	0,84	0,92	0,96	1,00	0,92	0,00
	CARGA PIÑA DSH	0,63	0,57	0,60	0,66	0,60	0,57	0,54	0,60	0,69	0,60	0,60	0,00
	PLAN DE CAPACIDAD	11,99	11,82	11,89	7,55	7,64	7,54	7,47	10,05	7,77	10,13	10,05	0,00
	CAPACIDAD ESTÁNDAR DISPONIBLE	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	DESVIACIÓN	13,01	13,18	13,11	17,45	17,36	17,46	17,53	14,95	17,23	14,87	14,95	25,00
	DESVIACIÓN ACUMULADA	13,01	26,19	39,30	56,75	74,11	91,57	109,10	124,05	141,28	156,15	171,10	196,10
EMPAQUE	CARGA UVILLA DSH	11,85	11,80	11,85	6,25	6,30	6,25	6,30	9,35	6,30	9,35	9,35	0,00
	CARGA MORTIÑO DSH	1,44	1,40	1,40	1,40	1,44	1,40	1,40	1,40	1,44	1,40	1,40	0,00
	CARGA MORA DSH	0,80	0,76	0,76	0,84	0,92	0,92	0,84	0,92	0,96	1,00	0,92	0,00
	CARGA PIÑA DSH	0,42	0,38	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,40	0,46	0,40	0,40	0,00
	PLAN DE CAPACIDAD	14,51	14,34	14,41	8,93	9,06	8,95	8,90	12,07	9,16	12,15	12,07	0,00
	CAPACIDAD ESTÁNDAR DISPONIBLE	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
	DESVIACIÓN	24,69	24,86	24,79	30,27	30,14	30,25	30,30	27,13	30,04	27,05	27,13	39,20
	DESVIACIÓN ACUMULADA	24,69	49,55	74,34	104,61	134,75	165,00	195,30	222,43	252,47	279,52	306,65	345,85