

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



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

TEMA:

“DISEÑO DEL PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN MEDIANTE LA APLICACIÓN DE
ALGORITMOS GENÉTICOS PARA LA EMPRESA MILMALAC S.A”

AUTORA:

Melanny Jhojana Álvarez Tulcán

DIRECTOR:

Ing. Robert Mauricio Valencia Chapi, PhD.

IBARRA

2023



**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 a 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:	0401538426		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Alvarez Tulcán Melanny Jhojana		
DIRECCIÓN:	Ibarra, Imbabura.		
EMAIL:	mjalvarezt@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2257-260	TELÉFONO MÓVIL:	0989508753

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño del plan maestro de producción mediante la aplicación de algoritmos genéticos para la empresa Milmalac S.A.
AUTOR (ES):	Alvarez Tulcán Melanny Jhojana
FECHA: DD/MM/AAAA	14/07/2023
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Industrial.
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Robert Mauricio Valencia Chapi, PhD.

CONSTANCIAS

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

Ibarra, 14 de julio del 2023

LA AUTORA:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Melanny Alvarez', is written over a horizontal dotted line.

Alvarez Tulcán Melanny Jhojana

C. C. 0401538426



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

Yo Ing. Ing. Robert Valencia Chapi, PhD. Director del trabajo de grado desarrollado por la señorita estudiante: **MELANNY JHOJANA ALVAREZ TULCAN** para la obtención del título de Ingeniera Industrial.

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Trabajo de Grado titulado: **“DISEÑO DEL PLAN MAESTRO DE PRODUCCION MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ALGORITMOS GENETICOS PARA LA EMPRESA MILMALAC S.A.”** ha sido elaborado en su totalidad por la señorita estudiante Melanny Jhojana Alvarez Tulcán, bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniera Industrial. Luego de ser revisado, 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 la presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente

Ibarra, 14 de julio del 2023

.....
Ing. Robert Valencia Chapi, PhD
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a las todas personas que han influenciado en la culminación de esta meta.

En primer lugar, a Dios por llenarme de amor, sabiduría y sobre todo por rodearme de grandes personas en este camino,

A mi madre Elena por confiar siempre en mi y permitirme perseguir mis sueños fuera de la ciudad, por sus palabras de aliento que me fortalecían en cada despedida y quien ha sido mi inspiración para alcanzar mi meta.

A mis hermanas Gabriela y Yajaira por ser mis segundas madres, por apoyarme incondicionalmente, moral y económicamente.

A mi sobrina, que sin saber que con cada abrazo me fortalecía y me llenaba de energía para seguir con la lucha de mi sueño.

A mis amigas, Doménica, Leslye, Paola y Abigail. Que semestre tras semestre hemos sido un apoyo mutuo. Ericson, Paúl, Luis y Guillermo. Porque estos 5 años no hubiesen sido igual sin ustedes.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por apoyarme incondicionalmente.

A la Universidad Técnica del Norte, en especial a la Carrera de Ingeniería Industrial, por ser un segundo hogar en estos 5 años, donde aprendí a formarme profesional y personalmente.

Al Ing. Robert Valencia Chapi y la Ing Karen Benavides por guiar el desarrollo de este trabajo con vocación y amor por la enseñanza. Por compartir su pasión y conocimientos. Estoy verdaderamente agradecida.

A todos mis docentes quienes fueron parte de mi formación académica, por inculcarnos el amor por la carrera. Por la enseñanza que me ha inspirado a aprender y crecer.

A la ingeniera Tammy, secretaria por la carrera, quien semestre tras semestres estuvo pendiente de cada uno de los estudiantes que estemos debidamente matriculados y no dejarnos atrás.

A la Sr. Joseph Puthukulangara propietario de Lacteos Milma, quien abrió las puertas de su institución para y permitirme realizar el presente trabajo.

A mis verdaderos amigos, con quienes compartí estos 5 años de mi vida universitaria. Nada hubiese sido igual sin ustedes.

Melanny Alvarez

RESUMEN

El Plan Maestro de Producción es una herramienta importante para las empresas que fabrican múltiples productos o familias de productos. Ayuda a garantizar que la producción esté alineada con la demanda y que la capacidad se utilice de manera eficiente. El objetivo de la presente investigación fue realizar un diseño del plan maestro de producción para la empresa Milmalac.S.A quienes desde 2015 se dedican a la elaboración de diferentes productos descendientes de la leche, como el yogurt, crema de leche, manjar, queso fresco y la especialidad de la empresa, el queso maduro. Siendo la empresa líder en este sector en la zona norte del país. Se evidencio en la empresa que debido a la pandemia sus ventas fueron disminuyendo, así mismo se fue perdiendo la credibilidad ya que la empresa no lograba completar la demanda requerida por los clientes.

Para dar inicio al proyecto se realizó una investigación de la situación actual de la empresa, en la cual se determinó el diagnóstico de esta y del producto estrella en este caso el queso maduro. Se realizó una encuesta a los clientes internos con las posibles causas de la problemática. Mismas que son evaluadas y resueltas en el capítulo 4. El desarrollo del capítulo 4 inicia con la recolecta de los datos referenciales de pedidos, para realizar un pronóstico de demanda mediante los métodos de regresión lineal, K-NN y redes neuronales con entrenamiento por algoritmo genético, las cuales fueron comparadas para elegir el mejor método de pronóstico, de manera que se comparó los errores cuadráticos de cada una, dando como elegido el método de redes neuronales con entrenamiento por algoritmo genético ya que tiene un error mínimo.

Con dicho resultado se realizó la planeación agregada, con los 9 tipos de planeación, para después escoger la mejor estrategia. Dando como mejor estrategia la contratación por persecución. La contratación por persecución tiene un costo mínimo en comparación a las demás estrategias. Con dicha estrategia se realizó el plan maestro de producción.

Con una buena planificación del sistema de Plan de Requerimiento de Materiales se tendría el beneficio de la no existencia de gastos innecesarios y con ello incrementar la capacidad productiva de la empresa, para lo cual será necesario también un rediseño y ampliación de la planta de producción. Eliminando la necesidad de subcontratar a otras empresas y satisfacer la demanda de los clientes.

ABSTRACT

The Master Production Schedule is an important tool for companies that manufacture multiple products or product families. It helps to ensure that production is aligned with demand and that capacity is used efficiently. The objective of the present research was to perform a design of the master production plan for the company Milmalac. S.A since 2015 is engaged in the production of different products descended from milk, such as yogurt, milk cream, manjar, fresh cheese, and the specialty of the company, mature cheese. It is the leading company in this sector in the northern part of the country. It was evident that due to the pandemic, the company's sales were decreasing, as well as its credibility was lost because the company was not able to meet the demand required by customers.

To start the project, an investigation of the current situation of the company was carried out, in which the diagnosis of the company and its star product, in this case, mature cheese, was determined. A survey was made to the internal clients with the possible causes of the problem. Development of chapter 4 begins with the collection of reference data of orders, to make a demand forecast using the methods of linear regression, K-NN, and neural networks with training by genetic algorithm, which was compared to choose the best forecasting method, so that the quadratic errors of each were compared, giving as chosen the method of neural networks with training by genetic algorithm because it has a minimum error.

With this result, aggregate planning was carried out, with the 9 types of planning, to choose the best strategy. The best strategy was recruitment by pursuit. Hiring by pursuit has a minimum cost compared to the other strategies. With this strategy, the master production schedule was made.

With good planning of the Material Requirement Planning system would have the benefit of not having unnecessary expenses and thus increase the productive capacity of the company, for which it will also be necessary to redesign and expand the production plant. Eliminating the need to subcontract to other companies and satisfy customer demand.

Contenido

CAPITULO I	16
1.1. GENERALIDADES.....	16
1.2. Planteamiento del Problema	16
1.3. Objetivos	17
1.3.1. Objetivo General	17
1.3.2. Objetivo Específicos	17
1.4. Alcance	17
1.5. Justificación	18
1.6. Metodología de la Investigación	19
1.6.1. Investigación Documental.....	19
1.6.2. Investigación de Campo	19
1.6.3. Método de Investigación.....	20
1.7. Técnica de Investigación.	20
1.8. Instrumentos	20
CAPITULO II	21
2. MARCO TEORICO.....	21
2.1. Administración de Operaciones	21
2.1.1. Administración de Operación y Cadena De Suministro	22
2.2. Planificación, Ejecución y Control de la Producción	23
2.3. Enfoque Jerárquico de la Planificación de la Producción.....	25
2.4. Análisis Producto Proceso	26
2.5. Toma de Decisiones en las Operaciones.....	28
2.6. Requerimiento del Sistema de Planificación de la Producción	29
2.7. Capacidad de Producción	30
2.7.1. Eficiencia.....	31
2.7.2. Eficacia.....	31
2.8. Generalidades Sobre Pronostico	31
2.8.1. Pronósticos	32
2.8.2. Análisis de Regresión Lineal	35
2.8.3. Errores de Pronóstico	36

2.8.4.	Programación de la Producción	39
2.8.5.	Plan Maestro de Producción	41
2.8.6.	Proceso de Ejecución de un MPS Factible.....	45
2.8.7.	Dimensiones del Plan Maestro de Producción	46
2.8.8.	Algoritmo Genético	48
2.8.9.	Redes Neuronales	49
2.8.10.	Algoritmo Genético en Redes Neuronales.....	50
2.8.11.	K-NN K-Nearest Neighbor	51
CAPITULO III		52
3.	Diagnósticos	52
3.1.	Diagnóstico Situacional de la Empresa.....	52
3.1.1.	Caracterización de la Empresa Milmalac S.A	52
3.1.2.	Localización de la Empresa.....	52
3.1.3.	Misión.....	53
3.1.4.	Visión.....	53
3.1.5.	Valores y Responsabilidades	53
3.1.6.	Estructura Organizacional	55
3.1.1.	Clasificación del Sistema de Producción	55
3.1.2.	Funciones de Cada Puesto de Trabajo	56
3.1.3.	Mapa de Proceso.....	58
3.2.	Diagnóstico del Producto	59
3.2.1.	Descripción de la Producción Actual de la Empresa Milmalac S.A	59
3.2.2.	Productos de la Empresa Milmalac.....	59
3.2.3.	Producto con Mayor Demanda	60
3.2.4.	SIPOC Milmalac S.A	62
3.2.1.	Diagrama de Flujo del Queso Maduro	62
3.2.2.	Descripción del Proceso Productivo.....	63
3.2.3.	Maquinaria	65
3.2.4.	Análisis FODA	66
3.2.5.	Brainstorming.....	67
CAPITULO IV		70
4.	Elaboración del Plan Maestro de Producción Mediante el Uso de Algoritmos Genéticos	70

4.1.	Introducción	70
4.2.	Recolección de Datos	70
4.3.	Pronósticos	71
4.3.1.	Regresión lineal	71
4.3.2.	Algoritmo Genético	74
4.3.3.	K-NN	77
4.4.	Comparación de Pronósticos	78
4.5.	Plan Agregado de Producción	79
4.5.1.	Método de Nivelación	82
4.5.2.	Método de Estacional Bimestral	84
4.5.3.	Método de Persecución	85
4.5.4.	Plan Maestro de Producción	88
4.1.	Plan de Requerimiento de los Materiales (MRP)	91
4.1.1.	Consulta de Inventario	91
4.1.2.	Lista de Materiales	93
4.1.3.	Sistema MRP	96
	Análisis de Resultados	98
	CONCLUSIONES	100
	RECOMENDACIONES	101
	BIBLIOGRAFIA	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Clasificación del sistema de producción de la empresa Milmalac S.A</i>	56
Tabla 2. <i>Descripción de actividades de cada puesto de trabajo</i>	56
Tabla 3. <i>Porcentaje anual de pedidos</i>	60
Tabla 4. <i>Maquinaria de la empresa</i>	66
Tabla 5. <i>Análisis FODA</i>	67
Tabla 6. <i>Calificación de los administrativos de la empresa a las causas principales</i>	68
Tabla 7. <i>Porcentaje acumulado para la gráfica de Pareto</i>	68
Tabla 8. <i>Pedidos por mes de los quesos con mayor demanda</i>	71
Tabla 9. <i>Pronóstico del año 2023 mediante regresión lineal</i>	72
Tabla 10. <i>Evaluación de calidad de la regresión lineal</i>	73
Tabla 11. <i>Demanda aplicada la pendiente de la recta</i>	75
Tabla 12. <i>Clasificación Pronóstico del año 2023 mediante algoritmos genéticos</i>	76
Tabla 13. <i>Evaluación de la calidad</i>	76
Tabla 14. <i>Pronóstico con K-NN</i>	77
Tabla 15. <i>Evaluación de calidad</i>	78
Tabla 16. <i>Tabla comparativa de pronósticos</i>	79
Tabla 17. <i>Datos de la empresa para el plan agregado</i>	79
Tabla 18. <i>Valor de recursos por almacenar</i>	81
Tabla 19. <i>Clasificación Costo por cada unidad faltante</i>	82
Tabla 20. <i>Resumen del método por nivelación</i>	83
Tabla 21. <i>Resumen del método estacional bimestral</i>	84
Tabla 22. <i>Resumen del método por persecución</i>	86
Tabla 23. <i>Plan maestro de producción del queso Cheddar de los primeros 3 meses del año 2023, mediante algoritmos genéticos.</i>	88

Tabla 24. <i>Plan maestro de producción del queso Mozzarella de los primeros 3 meses del año 2023, mediante algoritmos genéticos.</i>	89
Tabla 25. <i>Plan maestro de producción del queso holandés de los primeros 3 meses del año 2023, mediante algoritmos genéticos.</i>	90
Tabla 26. <i>Inventario de productos almacenados</i>	91
Tabla 27. <i>Inventario de materiales almacenados</i>	92
Tabla 28. <i>Lista de ingredientes para la elaboración del queso cheddar</i>	93
Tabla 29. <i>Lista de ingredientes para la elaboración del queso mozzarella</i>	94
Tabla 30. <i>Lista de ingredientes para la elaboración del holandés</i>	95
Tabla 31. <i>Requerimiento de la cantidad de materiales para producir la demanda estimada</i>	96

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. <i>Ubicación exacta de la empresa mediante Google maps.</i>	53
Figura 2. <i>Organigrama estructural de la empresa Milmalac S.A.</i>	55
Figura 3. <i>Mapa de procesos de la empresa Milmalac S.A.</i>	58
Figura 4. <i>Gráfica de pareto de la tabla 3</i>	61
Figura 5. <i>SIPOC de la empresa Milmalac S.A</i>	62
Figura 6. <i>Pareto de las principales causas de la problemática</i>	69
Figura 7. <i>Curva de proyección de los pedidos del año 2022</i>	72
Figura 8. <i>Tendencia del histórico de datos</i>	73
Figura 9. <i>Histórico de datos y el pronóstico calculado.</i>	74
Figura 10. <i>Grafica de tendencia por algoritmos genéticos</i>	76
Figura 11. <i>Grafica de tendencia del pronóstico mediante el método K-NN</i>	78

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Formato de encuesta</i>	106
Anexo 2. <i>Código de regresión lineal para pronostico</i>	107
Anexo 3. <i>Código K NN</i>	109
Anexo 4. <i>Código redes neuronales</i>	111
Anexo 5. <i>Nivelación por subcontratación</i>	113
Anexo 6. <i>Nivelación por horas extras</i>	115
Anexo 7. <i>Nivelación por contrato – despido</i>	117
Anexo 8. <i>Estacionaria por subcontratación</i>	119
Anexo 9. <i>Estacional por horas extras</i>	121
Anexo 10. <i>Estacional por contrato despido</i>	123
Anexo 11. <i>Persecución por subcontratación</i>	125
Anexo 12. <i>Persecución por horas extras</i>	127
Anexo 13. <i>Persecución por contrato- despido</i>	129
Anexo 14. <i>Plan maestro de producción del queso cheddar desde el mes de abril a diciembre del 2023 con algoritmos genéticos</i>	131
Anexo 15. <i>Plan maestro de producción del queso mozzarella desde el mes de abril a diciembre del 2023 con algoritmos genéticos</i>	132
Anexo 16. <i>Plan maestro de producción del queso holandés desde el mes de abril a diciembre del 2023 con algoritmos genéticos</i>	133

CAPITULO I

1.1.GENERALIDADES

1.2.Planteamiento del Problema

La empresa Milmalac es una empresa de fomento lechero que nace en 2015 bajo la iniciativa del señor Joseph Puthukulangara. Esta empresa se encuentra en la provincia del Carchi en el cantón Montufar, ciudad de San Gabriel, sector El Capulí. Actualmente cuenta con aproximadamente 15 trabajadores desde administrativos, hasta operarios. Esta empresa surge tras varios años de experiencia y conocimientos acumulados tras trabajar en la antigua empresa denominada “Kiosko”, lo cual permitió que el Sr. Joseph, montara su propia empresa, de esa manera poder aprovechar una de las fuentes principales de la zona, cómo lo es la leche. Su producción actual se encuentra con aproximadamente 7000 litros de leche diarios, realizando toda la transformación de la leche con diferentes productos, empezando con: queso mozzarella, queso fresco, semimaduro, holandés y provolone, tiempo después nace su producto estrella, el queso Cheddar, hasta llegar a ofertar aproximadamente 15 productos, convirtiéndose en una de las empresas de fomento lechero, más reconocidas del norte del país, de tal manera que sus productos han llegado a otras ciudades como Ibarra, Quito, hasta Guayaquil. Con dicho crecimiento, surge un problema, el cual es no complacer a todos los clientes con la demanda. Por lo tanto, en una breve observación al proceso de producción de Milmalac y conjuntamente con una conversación con el gerente de la empresa, se pudo determinar que la problemática principal es la existencia de cuellos de botellas, ya que al no tener un mayor número de maquinaria, el exceso de materia prima (leche) sufre daños al ser perecible, teniendo gastos innecesarios, así mismo se ha podido observar que en el último año los pedidos han ido disminuyendo considerablemente, dándonos como una hipótesis la falta de cumplimiento de los pedidos de los clientes, de tal manera se ha visto necesario establecer una planificación tanto de producción como insumos, evitando retrasos de entregas, al igual que pérdidas económicas

por daño de la materia prima. Por lo mencionado anteriormente el objetivo de esta investigación es realizar el análisis de la situación actual de la empresa, de tal manera se logre conocer la demanda de la empresa, y de esa forma realizar un diseño del plan maestro de producción de manera que se pueda establecer cantidades necesarias para la elaboración de sus productos, con la finalidad de disminuir pérdidas económicas y así mismo, mejorar la eficacia y productividad de la misma, cumpliendo así de tiempo y forma a los clientes

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar un plan maestro de producción a la empresa Milmalac S.A, empleando algoritmos genéticos, con la finalidad de aprovechar la forma más eficiente la capacidad productiva instalada y evitar pérdidas económicas.

1.3.2. Objetivo Específicos

- Realizar un estudio bibliográfico acerca de los algoritmos genéticos de manera que se ajuste al estudio para el diseño del plan maestro de la empresa Milmalac S.A.
- Establecer la situación actual de la empresa, mediante visitas realizadas a la misma, que permita la obtención de datos históricos.
- Aplicar algoritmos genéticos para la elaboración del plan maestro de producción, de manera que reduzcan pérdidas por almacenamiento de materia prima.

1.4.Alcance

En el presente trabajo se aspira realizar un plan maestro de producción mediante algoritmos genéticos, para este estudio se tomará en cuenta los datos históricos de ventas de la empresa, de manera que se pueda conocer la demanda futura y por tal establecer la cantidad de cada materia prima necesaria, de manera que no exista pérdidas económicas por exceso de materia prima o

retrasos en las entregas por falta de esta. buscando así una mayor rentabilidad en el MPS ya que se solucionará problemas de inventario, al igual que problemas de materiales en los puestos de trabajo.

1.5. Justificación

Según la Asociación de ganaderos de la sierra y el Oriente (AgsO), a escala nacional, se dedican aproximadamente 3,5 millones de hectáreas a la producción de leche; la mayor parte del total en la sierra (75%), luego en la Amazonía (11%) y la diferencia (14%) en la Costa y galápagos (hay ganadería desde el siglo XIX en san Cristóbal). Datos de la AgsO muestran que en la sierra la venta de leche se convierte en el único medio de sustento de campesinos de zonas altas, donde no existe mucha opción de siembra. existen 298 mil productores, de los que la gran mayoría son medianos y pequeños, con propiedades menores a 100 hectáreas, en las que se produce 65% de la leche que se consume a nivel nacional.

Al ser la leche una de las materias primas más abundante de la zona, hace que emprendedores aprovechen sus derivados y de tal manera venderlos a comunidades cercanas, aunque muchos de ellos gracias al éxito en las ventas de sus alrededores han comenzado a vender fuera de la ciudad, haciendo que la producción aumente considerablemente.

En el Art 18 de la ley orgánica de emprendimiento e innovación literal e) Fortalecer actitudes, aptitudes, la capacidad de emprender y adaptarse a las nuevas tendencias, tecnologías y al avance de la ciencia.

Debido a esto se ve la necesidad de implantar el plan maestro de producción, el cual indica las cantidades de cada producto a producir en determinados plazos, sin dejar a un lado la capacidad de la empresa, de tal manera que se pueda conocer cuándo y cuánto producir, con la finalidad de cumplir la demanda requerida sin que haya pérdidas por exceso de materia prima o de igual forma retrasos por falta de esta. De la misma manera para mantener las nuevas

tendencias, implantaremos la demanda proyectada con el uso de algoritmos genéticos, de manera que nos adaptemos a los nuevos avances, con la finalidad de innovar constantemente.

Con el uso del MPS ayudara a dar mayor estabilidad al plan de producción, al igual que la reducción de costos de inventario y finalmente dando respuesta positiva al mercado, logrando que la empresa sea más rentable.

1.6. Metodología de la Investigación

1.6.1. Investigación Documental

La investigación documental se aplica con la finalidad de encontrar información bibliográfica acerca de las tendencias actuales, que permiten diseñar un modelo del Plan Maestro de Producción, de cómo implantarla en una industria de fomento lechero y cuáles serían las herramientas para utilizarse y que sean las más óptimas de acuerdo con cada problemática. Así mismo, investigar cuales fueron las empresas que han implantado esta planificación, como se realizó la mejora y de qué manera se realizó la propuesta, siendo estas empresas las promotoras de la aplicación de este plan.

1.6.2. Investigación de Campo

Se realizará la investigación de campo dado que se necesita conocer el proceso productivo, el personal y como se maneja los pedidos, de manera que ayudará a saber la aplicación de este plan, y la manera las óptima para la obtención de datos es en el lugar de trabajo, enfocándose en el trabajo cada operación y de cada operario, e indagando en cada proceso de la elaboración del producto.

1.6.3. Método de Investigación

Inductivo

Este método será utilizado para el diseño del Plan Maestro de producción ya que abarcará problemas grandes, de manera que vaya ascendiendo de lo particular a lo general, siendo esta una reflexión enfocada en el fin, mediante el análisis realizado en el método cualitativo y método cuantitativo, permitiéndonos tener un acercamiento al problema que se desea estudiar y resolver

Investigación Cuantitativa: Es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables. Este método será utilizado en el capítulo de diagnóstico donde se describirá teóricamente la situación en la que se encuentra la empresa. También se dará a conocer la misión, visión, valores institucionales, filosofía de la empresa entre otros relacionados, en el caso de que la empresa no cuente con la información anteriormente.

Investigación Cualitativa: Son aquellos registros narrativos de las variables que son estudiadas mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas que nos permite entender el significado de la situación (Cadena, 2017).

1.7.Técnica de Investigación.

- Recopilación de datos
- Revisión de datos documentados

1.8.Instrumentos

- Hoja de calculo
- Rstudio
- Datos históricos (Pedidos)
- Phython

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1.Administración de Operaciones

Se puede afirmar que la administración de operaciones ha existido desde que el hombre ha producido bienes y servicios para satisfacer sus necesidades, su historia es rica e interesante. La disciplina de la administración de operaciones ha mejorado con sus contribuciones más significativas y fundamentales de autores como Eli Whitney, Frederick W. Taylor, Henry L. Gantt y Frank y Lillian Gilbreth entre otros, que han fortalecido la disciplina de la gestión de operaciones; también se dice que varias áreas significativas como el movimiento de la calidad, la revolución de la tecnología de la información, la revolución industrial, han contribuido a lo largo del tiempo al desarrollo paulatino de la gestión de producción y operaciones (Villalobos et al., 2006).

La gestión de operaciones como campo de estudio se ocupa de la producción de bienes y servicios. Todos los días nos encontramos con una amplia gama de bienes y servicios que se elaboran bajo la atenta mirada de un administrador operativo. La sociedad industrializada moderna no existe sin una gestión de operaciones eficaz en cualquier organización, la función operativa es el motor que crea la utilidad de la empresa y sustenta la economía global. Los administradores de operaciones ocupan puestos importantes en todas las empresas un ejemplo es el jefe de planta que está a cargo de la fábrica, todos los demás administradores que trabajan en ella incluidos los jefes de producción y control de inventario, supervisores de calidad y supervisores de línea también son administradores de operaciones en resumen este grupo de administradores operativos son responsables del suministro de productos de las operaciones de fabricación de la producción. Sin embargo, los gerentes o jefes de operaciones tienen grandes responsabilidades en las industrias de servicios y las empresas manufactureras (Barrera, 2020).

También se puede decir, que los gerentes o jefes de operaciones en el sector privado trabajan en una gran variedad de industrias como, por ejemplo: hoteles, restaurantes, bancos, aerolíneas y algunas tiendas minoristas. En cada una de estas industrias son responsables de producir y entregar el servicio al cliente, ésto puede implicar una programación de tareas de los empleados, asimismo administrar el inventario de manera que se garantice que los clientes reciban un nivel muy alto de servicio (Barrera, 2020).

2.1.1. Administración de Operación y Cadena De Suministro

La administración de operaciones en conjunto con la cadena de suministro, son dos áreas muy importantes de cualquier empresa o industria. La administración de operaciones a diferencia de la cadena de suministro se enfoca en la planificación, organización y control de los procesos que se lleva a cabo en la industria, para producir tanto bienes como servicios. Por otro lado, tenemos la cadena de suministro la cual se refiere a la gestión de los procesos permitiendo el flujo de bienes y servicios desde los proveedores hasta los clientes finales.

Según (Chopra et al., 2008), la cadena de suministro “es el conjunto de procesos que se llevan a cabo para llevar un producto desde la materia prima hasta el consumidor final”

En cambio, la administración de operaciones se enfoca en construir una gestión eficiente de los procesos productivos de la empresa. Según (Heizer et al., 2009), la administración de operaciones se refiere a “la dirección y control de los procesos productivos que transforman los insumos en productos terminados”. (p.4)

Al trabajar en conjunto la administración de operaciones con la cadena de suministro, se dice que éstas son fundamentales para una gestión eficiente de la empresa. Según (Chase & Jacobs, 2014). “La administración de la cadena de suministro es la coordinación de todas las actividades involucradas en la producción y entrega del producto desde la adquisición de materias primas y sus componentes, hasta la entrega del producto final al cliente o consumidor”.

En resumen, la administración de operaciones y la cadena de suministro son áreas con clave en la gestión de una empresa, ya que el trabajo conjunto permite la producción eficiente y una entrega óptima del producto final al consumidor.

Dichas áreas se encuentran estrechamente relacionadas, y su gestión conjunta permite mejorar la eficiencia la rentabilidad de la empresa. De manera; que se puede mejorar la optimización de la producción, la gestión de inventarios, mejora de la calidad del producto y la reducción de costos.

2.2. Planificación, Ejecución y Control de la Producción

La planificación y control de la producción con sus siglas (PCP) es un proceso en la que, la toma de decisiones de cómo adquirir utilizar y asignar recursos para la producción del bien o servicio, de una manera eficiente, tienen la finalidad de obtener la satisfacción del cliente, así como la demanda requerida. Razón por la cual las empresas actualmente utilizan los sistemas PCP para la toma de decisiones.

Graves (1999) define PCP cómo “el proceso de determinar qué producir cuándo producir y cuánto producir”. En cambio, Stevenson, Hendry & Kingsman (2005) define a las PCP cómo “el conjunto de herramientas y técnicas utilizadas para garantizar que se cumplan las demandas y expectativas de los clientes”

Algunas de las importancias de la planificación y control de la producción, son las siguientes:

- Satisfacer la demanda del cliente
- Reducir costos
- Mejorar la eficiencia
- Aumentar la rentabilidad

Toda empresa que desee tener éxito en el entorno competitivo actual debe implementar los sistemas PCP, por más complejos que éstos sean. La implementación de los sistemas de planificación y control de la producción implica los siguientes pasos:

- **Pronóstico de demanda:** Es el proceso de predecir cuánta demanda habrá en un futuro, tanto de producto como de servicio.
- **Planificación de capacidad:** Este proceso debe determinar cuál es la capacidad de producción de la empresa.
- **Gestión de inventario:** Este es el proceso de la gestión del flujo de materiales y productos, a través del sistema de producción de la empresa.
- **Programación:** Este es el proceso de determinar cuánto, cuándo y dónde se producirán los productos.
- **Control de calidad:** Este es el proceso en el que se asegura que los productos cumplen con los requisitos del cliente.

Los sistemas de planificación y control de la producción se pueden realizar de una manera manual o computarizada. Stevenson, Hendry & Kingsman (2005). “El sistema de MPC, (manufacturing planning and control) o la PCP (planificación y control de la producción), está relacionado con planear y controlar todos los aspectos de la manufactura, incluyendo la administración de materiales, la programación de máquinas y personal; y la coordinación de proveedores y clientes clave” (Vollman, 2005).

Se dice que todo proceso tiene un objetivo y todo objetivo tiene una meta, la cual se mide a partir de la salida del proceso actual, para luego comparar con el objetivo final. Las principales funciones de la planificación y control de la producción son el establecer de los objetivos y la medición de las desviaciones. Por lo que, la planeación y control de la producción consiste en la administración de las desviaciones de manera que se asegure que las metas sean consistentes con la organización (Sipper & Bulfin, 1996).

En 2017 (Vilcarromero), define en la planificación de operaciones como; una herramienta necesaria para la gerencia de la producción consiste en realizar un proceso sistemático de manera que sirva para la toma de decisiones, teniendo en cuenta la situación en la que se encuentra la empresa, desde factores internos hasta factores externos, que puedan influir en el logro de los objetivos empresariales planteados.

2.3.Enfoque Jerárquico de la Planificación de la Producción.

Cada empresa debe diseñar una planificación para sus procesos, de forma que asegure y simplifique las tareas y actividades necesarias para lograr cumplir su misión y visión. Este proceso debe ser coherente y sistemático para la vinculación de los diferentes niveles jerárquicos de la empresa. El proceso debe integrarse verticalmente en todos los niveles estratégicos tácticos y operativos, y relacionar horizontalmente cada una de las áreas funcionales de la empresa.

Toda empresa debe tener un plan claro, conciso y fácil de entender. Esto con la finalidad de que se pueda lograr los objetivos, de igual forma debe ser lo suficientemente flexible para poder adaptarse a los cambios del entorno. Cada plan se debe basar en la misión y visión de la empresa, y alinearse con los valores de esta (Dominguez Machuca et al., 1995).

La planificación de los procesos debe identificar cada una de las tareas y actividades que se realice para el cumplimiento de los objetivos de la empresa. De forma que estén organizadas con un orden lógico y asignadas a las personas adecuadas. Para la planificación del proceso también se debe identificar los recursos necesarios, para la realización de las tareas y actividades.

Para la planificación de la producción las empresas necesitan pronosticar la demanda, este pronóstico se usa para la elaboración de un plan de producción y luego un plan maestro de producción. El pronóstico de demanda es la predicción de cuánta demanda habrá en un futuro

de un producto o servicio. El pronóstico de demanda se utiliza para determinar cuánto y cuándo producir. El plan de producción es un plan detallado de cuánto producir cada producto o servicio durante un tiempo en específico, en cambio el plan maestro de producción es un plan más detallado que especifica cuándo se produce el producto (Dominguez Machuca et al., 1995).

Las empresas se pueden asegurar de que están cumpliendo los objetivos a corto, mediano y largo plazo, mediante los siguientes niveles.

Nivel de planificación estratégica. - Este es el nivel más alto de la planificación, el cual se ocupa de los objetivos a largo plazo como, por ejemplo: una cuota de mercado y su rentabilidad.

Nivel de planificación táctica. - Es el nivel medio de la planificación, la cual se ocupa de los objetivos a medio plazo como, por ejemplo: el desarrollo de productos y planificación de capacidad

Nivel de planificación operativa. - Este es el nivel más bajo, el cual se ocupa de los objetivos a corto plazo como lo es: la programación de la producción y la gestión de inventario.

2.4. Análisis Producto Proceso

El análisis de producto proceso es la representación gráfica de la estructura de flujo de un proceso, de acuerdo cómo el fabricante organiza el flujo de material, utilizando uno o más tipos de procesos los cuales son detallados a continuación:

Taller del trabajo. - En este proceso se utiliza pequeños lotes de grandes cantidades de diferentes productos, los cuales en su mayoría requieren de diferentes procesos. (Chase & Jacobs, 2014) Definen a este proceso como “Un proceso que produce una amplia variedad de productos en lotes pequeños. Cada trabajo es único y requiere un conjunto diferente de pasos para completarse”

- El beneficio de este proceso es que tiene una alta flexibilidad y bajo costo por unidad para lotes pequeños.
- Como desventaja, tiene baja eficiencia y un alto costo para otras grandes

Tienda de lotes. - En este proceso para producir se utiliza una línea de productos más estandarizada, variando únicamente pequeñas modificaciones en algunas partes del producto. Siendo un trabajo más estandarizado en este tipo de procesos. (Chase & Jacobs, 2014) Definen a la tienda por lotes como “Un proceso que produce una variedad limitada de productos en lotes, cada lote es similar a los demás, pero puede haber algunas pequeñas diferencias”

- El beneficio es que tiene un bajo costo por unidad para lotes medianos, y una mayor eficiencia en comparación con el taller de trabajo
- Como desventaja o en contra es que, su flexibilidad es menor que el taller de trabajo y tiene un mayor costo por unidad en pequeños lotes.

Línea de ensamble. - Este tipo de proceso es utilizado para producir diferentes tipos de componentes que se muevan a una misma estación, siguiendo una secuencia necesaria para la producción. (Chase & Jacobs, 2014) Definen a la línea de montaje o ensamble como “Un proceso que produce una gran cantidad de productos idénticos en un flujo continuo. Cada producto se mueve a una misma secuencia de pasos, cada uno de estos pasos es realizado por un trabajador diferente”.

- En beneficios tiene una alta eficiencia y un bajo costo por unidad para lotes grandes
- Como desventaja, tiene baja flexibilidad y alto costo para lotes pequeños

Flujo continuo. - Que este proceso es el más automatizado y es utilizado para producir productos que permanecen iguales, es decir, no varían su forma entre sí. (Chase & Jacobs, 2014) Definen este proceso como “Un proceso que produce gran cantidad de productos idénticos con

un flujo continuo. Los cuales se mueven a través de una cinta transportadora u otra maquinaria automatizada”

- Como beneficio tiene mayor eficiencia y menor costo por unidad para grandes lotes
- Como desventaja tiene baja flexibilidad y alto costo para lotes pequeños

2.5.Toma de Decisiones en las Operaciones.

Para cualquier actividad en la administración la toma de decisiones es fundamental, las cuales varían según la situación. A continuación, cuatro pasos básicos para una buena toma de decisión:

El primer paso es reconocer y definir claramente el problema. Se inicia con identificar qué necesita ser resuelto, aunque parece ser obvio es importante ser lo más específico posible acerca del problema. Por ejemplo: queremos decir que necesitamos aumentar las ventas, debemos decir que necesitamos aumentar las ventas en un 10% en el próximo trimestre.

Como segundo paso debemos reunir toda la información necesaria para analizar alternativas posibles. Una vez definido el problema, pasamos al siguiente paso con la recopilación de información que nos ayude a identificar posibles soluciones, esta información puede provenir de una variedad de fuentes cómo estudios opiniones o registros internos.

En el siguiente paso se selecciona la alternativa más atractiva. Al tener toda la información recopilada se comienza por evaluar las posibles soluciones, esto implica pros y contras de cada idea o solución, al final se selecciona la que más se adapte lo requerido.

Y finalmente, se implementa la alternativa seleccionada, aunque esto puede implicar cambios en la estructura, procesos y políticas de organización. Por lo tanto, se recomienda monitorear el proceso de implementación y hacer ajustes necesarios (Krajewski et al., 2008).

Para una buena toma de decisiones en las operaciones se debe tomar en cuenta un enfoque sistemático para la organización, con tan solo cinco pasos:

- Planificación
- Organización
- Dotación de personal
- Dirigir
- Controlar

Los gerentes o jefes de operaciones aplican este proceso ya que, si deciden aumentar la producción, primero se deberá planificar cuánto y cuando aumentar la producción. A partir de esto, se organiza el proceso de producción asignando actividades a cada trabajador, dotando de personal mediante la contratación empleados necesarios. Luego de la contratación dirigida el proceso de producción motivando y supervisando a los empleados. Finalmente, se controlará el proceso de producción mediante el monitoreo del desempeño, de manera que se pueda realizar los ajustes necesarios (Heizer et al., 2009).

No existe una secuencia particular para la toma de decisiones. Sin embargo, existe una tendencia que precede a las decisiones sobre inventarios, mano de obra y calidad. La cuál es, decisiones sobre el proceso y la capacidad física, ya que pueden tener un impacto significativo en las decisiones. Y aunque las decisiones a menudo están entrelazadas, no siempre se puede presentar una secuencia lógica estricta (R. G. Schroeder, 1993).

2.6. Requerimiento del Sistema de Planificación de la Producción

La planificación de la producción se encuentra en un entorno en el cual se compone de factores internos y externos, siendo los internos aquellos que están bajo control de la organización, como, por ejemplo: disponibilidad de recursos, nivel de tecnología y habilidades de fuerza laboral. En cambio, los factores externos son los que están fuera de control a la organización, cómo lo es la economía, la competencia, gustos y preferencias de los consumidores (Chase & Jacobs, 2014).

Por lo tanto, el entorno externo se encuentra fuera de control de la persona que esté a cargo de la planificación de la producción. Sin embargo, se puede influir en la demanda de un producto mediante actividades de marketing y operaciones.

Al entender cómo se manejan los factores internos y externos que afectan directamente a la planificación de la producción, las organizaciones podrán tomar mejores decisiones para la asignación de recursos, satisfaciendo la demanda (Slack & Chambers, 2016).

2.7.Capacidad de Producción

La capacidad de producción se la conoce como planificación de la capacidad. El cuál es un proceso que determina cuánta capacidad se necesita para satisfacer la demanda, de igual forma, implica el identificar la capacidad disponible de cada proceso y la capacidad requerida para una carga adecuada. Una vez que la carga y la capacidad estén al mismo nivel, el proceso de planificación requiere de un programador para cumplir que la carga se ajuste a la capacidad disponible (Chapman, 2006).

Para una buena planificación de la capacidad, se requiere de los siguientes factores:

- El tipo de proceso
- El volumen de producción
- La flexibilidad del proceso
- El costo de aumentar la capacidad
- El costo de reducir la demanda

Al tener en cuenta estos factores, las empresas pueden realizar un plan de capacidad que satisfaga a las necesidades requeridas. “En definitiva la capacidad de producción es la tasa máxima de producción de una organización o empresa” (Gaither & Frazier, 2000).

2.7.1. Eficiencia

La eficiencia es la relación entre recursos utilizados y los resultados obtenidos. La eficiencia es una medida que utilizan las organizaciones para medir los logros obtenidos, de igual forma puede ayudarles a ahorrar dinero, a mejorar los productos o servicios y aumentar ganancias (Sing, J., & Sing H, 2015).

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Producción esperada}}$$

2.7.2. Eficacia

La eficacia es la capacidad de hacer el trabajo con la menor cantidad de esfuerzo, es decir lograr el resultado deseado o esperado sin utilizar recursos excesivos. La eficacia es una cualidad que todos los individuos debemos tener, ya que nos ayudaría a hacer más productivos y lograr nuestros objetivos fácilmente (Sing, J., & Sing H, 2015).

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Resultado obtenidos}}{\text{Acciones Realizadas}}$$

2.8.Generalidades Sobre Pronostico

Heizer (2009) explica que pronosticar, es el proceso de definir eventos futuros. Estos pronósticos se pueden realizar mediante el uso de datos históricos y con la aplicación de modelos matemático, o también mediante medios subjetivos o intuitivos.

La aplicación del pronóstico se realiza en una variedad de campos, como los negocios, la economía y el gobierno. De manera, que sirve para predecir la demanda de productos o servicios, así mismo, se puede pronosticar un crecimiento económico o desastres naturales. Por lo cual, ayuda a tomar decisiones sobre producción, personal y marketing.

Según, Chapman (2006) existen muchos métodos diferentes de pronóstico, de manera que, para conocer el mejor método dependerá de cada tipo de datos disponibles y del nivel de precisión requerido. Los métodos más comunes son los siguientes:

- Análisis de tendencias. - En este método se busca patrones en los datos históricos obtenidos, De manera que predice tendencias futuras.
- Análisis de series temporales. - En este método se utiliza algunos modelos estadísticos, con la finalidad de predecir valores futuros basados en los datos históricos.
- Pronóstico de juicio. - En este método como el nombre mismo lo dice se basa en el juicio de los expertos, de forma que a juicio se realizan las predicciones.

Una vez aplicado el pronóstico, con dicho resultado es importante realizar una toma de decisiones de manera clara y concisa. Sin embargo, el pronóstico siempre debe ir acompañado de una explicación, de los métodos utilizados y las suposiciones realizadas. Con el objetivo de que, quien tome las decisiones comprenda las limitaciones del pronóstico y tome decisiones informadas (Chapman, 2006).

2.8.1. Pronósticos

Una buena planificación utiliza a los pronósticos como recurso. Si el resultado del pronóstico no es aceptable, se debe idear un nuevo plan el cual cambiará el curso de los acontecimientos. La acción de pronosticar es de gran importancia para cualquier tipo de planificación y control empresarial, tanto dentro como fuera de todas y cada una de las funciones operacionales. El área del marketing utiliza los pronósticos, con el fin de planificar productos, promociones y precios. Así mismo, el departamento de finanzas utiliza los pronósticos, para la planificación financiera o en algunos casos para la toma de decisiones sobre diseño de procesos, inventarios y planificación de la capacidad (R. G. Schroeder, 1993).

El implementar un pronóstico, se dice que es un proceso complejo y desafiante, pero sin duda alguna es una herramienta esencial para todo tipo de empresa sea cual sea su tamaño. Mediante el uso de los pronósticos, las empresas realizan las tomas de decisiones para el futuro, mejorando las posibilidades del éxito de la empresa.

Beneficios de la implementación de los pronósticos en la industria:

- Identifica problemas potenciales desde su inicio, de manera que se encuentre la solución antes de que causen interrupciones importantes.
- Ayuda a establecer objetivos y metas realistas
- Se puede asignar los recursos e insumos de manera más eficaz
- Contribuye con la comunicación entre departamentos
- Y lo más importante ayuda a la toma de decisiones

Sí se aplica el uso de los pronósticos en las empresas estas pueden ayudar a mejorar su rendimiento, teniendo éxito en un futuro (R. G. Schroeder, 1993). Sin embargo, predecir eventos futuros también es una ciencia inexacta, teniendo siempre un grado de error y con la posibilidad que el pronóstico sea inexacto. Se debe tener en cuenta lo siguiente para la realización de un pronóstico:

- Los pronósticos no siempre serán perfectos, siempre habrá una pequeña posibilidad de que el pronóstico sea inexacto.
- Para que el pronóstico sea preciso dependerá de la calidad de los datos utilizados.
- El pronosticador debe utilizar varios métodos de pronóstico, de manera que pueda obtener los mejores resultados a su elección.
- El pronosticador periódicamente debe estar actualizando, ya que cada vez habrá nueva información (Makridakis, S, 2018).

Los pronósticos son esenciales para determinar planes de la producción. A mediano plazo, los pronósticos son utilizados para una planificación táctica, de manera que se pueda establecer las necesidades de productos por meses o trimestres, determinando así el plan de producción agregado. A corto plazo, los pronósticos de demanda son aplicados en unidades de producto y sus componentes específicos que usualmente se actualizan cada semana (Hanke & Wichern, 2010).

A mediano plazo. - Los pronósticos se utilizan con la finalidad de poder calcular el tamaño de la capacidad de las instalaciones de producción. Por ejemplo, si según los pronósticos la empresa aumenta su demanda al pasar de los meses, se debe tomar una decisión de construir o no una fábrica nueva.

A corto plazo. - Los pronósticos se utilizan con la finalidad de programar la producción y determinar la cantidad de inventario que se utilizará para mantener la producción activa. Por ejemplo. Si la empresa aumenta su demanda al pasar de los meses, en su próxima compra deberá aumentar la cantidad de insumos, aumentando así los niveles de inventario.

Es por ello la gran importancia de los pronósticos en las empresas, ya que se puede asegurar la capacidad de mantener y satisfacer la demanda, evitando desabastecimientos. Teniendo así la satisfacción del cliente y evitando gastos mayores por doble compra.

Pronósticos cualitativos: Método casual

El pronóstico causal es un método cualitativo, con su palabra mismo lo dice se basa en la causalidad. Esto quiere decir, que quien pronostique debe asumir que una variable independiente haga cambiar a una variable dependiente. Con esto, pronosticador puede utilizar los datos históricos sobre la variable independiente para predecir futuros con la variable dependiente.

Una de las principales características de este método, es que quien pronostique debe identificar un indicador principal, como por ejemplo una variable que cambia antes que la variable dependiente. Al identificar este indicador el pronosticador debe usar los datos históricos sobre el indicador principal para predecir los cambios en la variable dependiente (Mentzar, 2001).

El pronóstico causal es una de las herramientas más utilizadas para predecir cambios futuros, Cuando existe una gran variedad de variables. Sin embargo, el pronóstico causal no siempre es preciso, se debe a que la relación entre variables va a ir cambiando continuamente con el tiempo, por lo que se recomienda actualizar regularmente los datos y el pronóstico.

Pronósticos cuantitativos: Series de tiempo

Cualquier método de pronóstico tiene como objetivo predecir el componente sistemático de la demanda y estima el componente aleatorio futuro. Generalmente, el componente sistemático de datos de la demanda contiene un nivel, una tendencia y un factor estacional.

El factor estacional son las fluctuaciones que predicen la demanda y qué ocurre durante un periodo de tiempo regular, como un mes o 1 año (Makridakis, S, 2018). El método de series de tiempo regularmente se usa para pronosticar la demanda de productos o servicios que requiere un patrón de demanda estable. Este es el mejor método para pronosticar una situación en particular que dependerá de la naturaleza de la demanda y la disponibilidad de datos (Mentzar, 2001).

2.8.2. Análisis de Regresión Lineal

La regresión lineal es uno de los métodos estadísticos más utilizados para una relación entre 2 o más variables. En el contexto de los pronósticos, la regresión lineal es utilizada para predecir valores futuros de una variable con respecto a valores pasados. Una de las

características principales de la regresión lineal es que, la relación entre las variables es lineal. Esto quiere decir, que las variables son representadas por una línea recta. Y si su posición no es una línea recta, es posible que el método de regresión lineal no sea un pronóstico preciso.

Sin embargo, el pronóstico de regresión lineal se puede utilizar para pronosticar valores futuros de una variable con relación a otra durante un período de tiempo. Por lo tanto, este modelo es utilizado para identificar una tendencia mediante el uso de datos históricos y predecir valores futuros en función a la tendencia.

En definitiva, se puede decir que la regresión lineal es uno de los métodos de pronóstico más poderosos y versátiles que se puede usar para pronosticar una variedad de variables, ya que es muy fácil y simple de usar, así mismo es relativamente preciso (Chase et al., 2009).

Ecuación de los mínimos cuadrados para regresión lineal

$$Y = a + bx$$

Y: Variable dependiente calculada mediante la ecuación

a: Secante Y o intercepto Y

b: Pendiente de la recta

x: Periodo

2.8.3. Errores de Pronóstico

Se dice que el error de pronóstico es la diferencia entre un valor predicho y el valor real de una cierta cantidad. Y los residuos, son los valores del error de pronóstico que caen dentro de los límites de confianza. Al realizar el análisis del error de pronóstico, se debe distinguir entre 2 tipos de errores:

1.- Fuente de error

2.- Errores de medición

Las fuentes de error son factores que hacen que exista una diferencia entre el valor dicho y el valor real. Estos factores incluyen tendencia, estacionalidad, ciclos e irregularidades. En cambio, los errores de medición son los errores que hoy sucede cuando el valor real no se encuentra con precisión. (Hyndman & Athanasopoulos, 2023).

Desviación absoluta media (MAD)

La desviación absoluta media también se le conoce como dispersión del error de pronóstico y es una medida del tamaño de error en unidades. La cual se calcula tomando el valor absoluto de la diferencia entre: demanda real y la demanda prevista, luego de eso se divide por un número de periodos, dando la desviación absoluta media.

Ejemplo:

Si una empresa tiene una demanda real de 120 unidades diarias y una demanda prevista de 100 unidades diarias, entonces el error es de 20 unidades, y la dispersión del error es de $20/4 = 5$.

Al tener una alta dispersión del error de pronóstico, el resultado indicará que el pronóstico no es preciso, al contrario, si el pronóstico indica una dispersión muy baja es que el pronóstico es muy preciso. Por lo tanto, la dispersión del error de pronóstico se utiliza para definir la precisión de un pronóstico (Wickham, 2017).

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |A_t - F_t|}{n}$$

t: Número del periodo

A: Demanda real para el periodo

F: Demanda pronosticada para el periodo

n: Número total de períodos

Error medio cuadrático (MSE)

El error cuadrático medio es la medida que nos indica qué tan lejos está un pronóstico del valor real, y se la calcula tomando el promedio de todas las diferencias al cuadrado entre el pronóstico y el valor real.

Una de las desventajas de usar el error medio cuadrático, es que es sensible de error lo que quiere decir que solamente es influenciada por grandes errores, ocasionando problemas en los pronósticos para periodos con pequeñas desviaciones ya que estas tendrán un impacto desproporcionado (Wickham, 2017).

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n |A_t - F_t|^2}{n}$$

Porcentaje del error medio absoluto (MAPE)

El porcentaje de error medio absoluto se calcula tomando el promedio de las diferentes porcentuales absolutas entre el pronóstico y el valor real. También se dice que es una medida relativa de precisión, lo que quiere decir es que no se ve afectada por escala de valores que sean pronosticados. Esto hace que MAPE sea una medida de alta precisión para períodos con pequeñas desviaciones, de forma que se puede usar para comprar pronósticos de diferentes valores. Es decir, si se ha pronosticado n periodos, los valores reales corresponden a esa misma cantidad de periodos (Byers, 2014).

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|A_t - F_t|}{A_t}}{n}$$

Porcentaje medio de error (MPE)

Es la media de todos los errores porcentuales, pero sin los valores absolutos. También se la conoce como una medida absoluta de precisión ya que se ve afectado por la escala de los valores que se pronosticaba. En definitiva, usar MPE es más intuitivo que MAPE (Portilla, 2014).

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|A_t - F_t|}{A_t}}{n} * 100\%$$

2.8.4. Programación de la Producción

La programación de la producción es el proceso que se encarga de la planificación y coordinación de la producción de bienes y servicios. Al igual que puede determinar cuándo inicia la producción y cuándo debe terminar cada uno de los lotes, también determina qué máquinas utilizar en cada proceso, que empleados van a realizar la tarea y qué operaciones deben realizar.

La programación de producción es una acción indispensable de cualquier operación de fabricación o servicio. Esto ayuda a que la producción sea eficiente y que los bienes o servicios sean producidos en el tiempo establecido y con los mejores estándares de calidad. Para la programación de producción se debe tener en cuenta algunos factores:

- Demanda de bienes y servicios que se producen
- Disponibilidad de materiales e insumos
- Capacidad máxima de las instalaciones de producción
- Experiencia y habilidades de cada uno de los empleados
- Costos de fabricación

Programación hacia delante (forward)

La programación hacia adelante es un tipo de programación que no tiene fecha límite espero que se debe sacar lo más pronto posible, se empieza cuándo se conocen los requisitos del trabajo. Generalmente estas son utilizadas en restaurantes, hospitales, y fábricas de herramientas, es decir que se inicia cuando el cliente lo pide y se entrega cuando este haya terminado, sin tener una fecha u hora exacta de entrega (Heizer & Render, 2016). Esta programación está diseñada para crear un cronograma que se pueda cumplir.

Ventajas

- Se puede adaptar a los cambios del cliente, es decir tiene cierto grado de flexibilidad.
- Ayuda a mejorar la eficiencia ya que el trabajo se completará lo más pronto posible.
- Ayuda a reducir costos, a minimizar el tiempo y disminuir los recursos desperdiciados.

Desventajas

- Se puede dificultar con los plazos de entrega cuando la carga de trabajo es demasiado pesada.
- Puede ser difícil coordinar el trabajo de varias personas, ya que se encuentra en contratiempo
- Puede llevar a un aumento de inventario

Programación hacia atrás (backward)

La programación hacia atrás es un tipo de programación dónde se comienza con la fecha de entrega del producto del servicio y funciona hacia atrás para determinar la fecha en la que se iniciarán las operaciones de cada tarea. Esta programación es utilizada en muchos entornos de fabricación y servicios, como por ejemplo y la preparación de un banquete o en la programación de una operación quirúrgica.

También se dice que la programación hacia atrás es más eficiente que la programación hacia adelante, ya que cuenta en contratiempo. Esto hace que se pueda garantizar el trabajo, entregado con los mejores estándares de calidad y en el tiempo establecido. (Heizer & Render, 2016).

Ventajas

- Es más eficiente que la programación hacia adelante ya que se realiza contratiempo
- Se garantiza que el trabajo se ha realizado con los mejores estándares de calidad y en el tiempo establecido
- Ayudan a identificar posibles cuellos de botella en el proceso de producción

Desventajas

- Más difícil planificar en comparación a la programación hacia adelante
- Puede resultar más difícil adaptarse a cambios
- Puede ser más difícil coordinar el trabajo de las personas y de los equipos

2.8.5. Plan Maestro de Producción

El plan maestro de producción conocido por sus reglas (MPS) detalla la cantidad de productos que se debe producir, en un tiempo estimado por el cliente y el empleador sin dejar atrás la capacidad de producción de la empresa.

Un plan maestro de producción se puede llevar a cabo tanto corto como mediano plazo, teniendo como objetivo principal el determinar un cronograma de producción para cada uno de los productos que labora en la empresa, estableciendo restricciones de tiempo de entrega y aprovechando las ventajas productivas, de igual forma, se toma en cuenta la capacidad instalada de la empresa.

El tener un plan maestro de producción ayuda a garantizar que la producción esté alineada con la demanda y que los recursos sean utilizados de manera eficiente. El plan también es utilizado para calcular el costo de producción y establecer niveles de inventario.

Para el desarrollo del plan maestro de producción se toma en cuenta a un equipo de personas conformadas por cada área de la empresa, como marketing, ventas, producción y finanzas. En las cual es el equipo deberá utilizar una variedad de fuentes de datos, incluidos pedidos de clientes, pronósticos históricos de ventas y la capacidad máxima de producción.

Se debe tomar en cuenta el plan maestro de producción es un documento que se debe actualizar periódicamente, ya que la demanda cambia constantemente, asimismo, la capacidad máxima de producción y otros factores.

En definitiva, el plan maestro de producción es una herramienta de gran beneficio para gestionar la producción y así garantizar la satisfacción del cliente cumpliendo con la demanda requerida en el tiempo establecido.

Beneficios de aplicar el plan maestro de producción a en la empresa:

- Mejora el servicio al cliente: El uso del plan maestro de producción garantiza que la empresa satisfaga la demanda del cliente.
- Costos reducidos: El MSP garantizar que la producción sea eficiente hace que los recursos se utilicen de manera efectiva, de manera que reducen los costos.
- Gestión de inventario mejorada: El plan de maestro de producción ayuda de que la empresa no tenga exceso de materiales insumos, de manera que garantiza que los niveles de inventarios sean adecuados.
- Mayor rentabilidad: El uso de este plan beneficia el aumento de la rentabilidad, ya que se mejora el servicio al cliente por ende se reduce los costos y mejora la gestión de inventario.

Para la elaboración de un plan maestro de producción, se inicia con el plan agregado En el que se utiliza información de ventas un pedido de clientes, asienta que dichos datos históricos se obtenga un pronóstico, luego de aquello se da paso al proceso de planificación y control de operaciones como el plan maestro de producción. Este es un plan en el cual se detalla con exactitud la cantidad y el tiempo de producción de cada artículo. (Heizer & Render, 2016).

Para la elaboración del plan maestro de producción, se debe conocer los siguientes datos:

Inventario inicial. - Es la cantidad de unidades que se encuentran en bodega

Pronóstico. - Se realiza mediante un método de pronóstico con el uso de datos históricos

Pedidos de los clientes. - Cantidad de productos que el siguiente requiere

Cantidad en el MPS. - Se obtiene de acuerdo con la capacidad de producción, la cantidad de lote

Inventario final. - Se obtiene de la suma la cantidad del MPS menos los pedidos del cliente, con este resultado sí inicie la siguiente semana.

Funcionamiento del programa del plan maestro de producción

Para la elaboración de un plan maestro de producción, se debe seguir la siguiente secuencia que se detalla a continuación.

- Conocer los pedidos de la producción no de ventas.
- Definir de cada tipo de producto la cantidad necesaria.
- Conocer la cantidad horarios de seguridad y de los inventarios finales disponibles.
- Determinar plazos prudentes para cubrir lo solicitado.
- Planificar detalladamente el plan maestro de producción (Acevedo & Cachay, 2010, p.161).

Programación de operaciones

La programación de operaciones es el proceso de asignación de recursos de las tareas, de manera que satisfaga la necesidad de la industria. Esto incluye: la asignación de los equipos, mano de obra y espacio para trabajos actividades y tareas. El objetivo de la programación de operaciones es maximizar la eficiencia y la productividad mientras se minimizan costos.

La programación de operaciones es la última y más restringida decisión de la jerarquía de decisiones de la planificación de operaciones, ya que contiene un cronograma de operaciones como resultado de un plan basado en fases de tiempo o cronograma de actividades. Esto indica que se fabricará, cuándo se fabricará, por quién se fabricará y con qué equipo será fabricado.

Dicha programación se diferencia desde la planificación agregada en que la planificación agregada se trata de determinar recursos necesarios, en cambio la programación de operaciones asigna los recursos que se obtuvieron a través de la planificación agregada de la manera más apta para cumplir los objetivos de las operaciones (R. Schroeder et al., 2005).

Los programadores de operaciones toman en cuenta algunos factores:

- Disponibilidad de recursos
- Costos de recursos
- Preferencias de clientes
- Urgencias de las tareas

La programación de operaciones es el proceso en el cual se asigna pedidos, equipos y personal en las ubicaciones específicas correspondientes. Asimismo, determina la secuencia de cumplimiento del pedido, inicia la ejecución del trabajo que esté programado y controla el taller. A continuación, se especifica algunas de las tareas que realizan los programadores de operaciones.

Asignación pedidos. - El programador de operaciones debe determinar qué pedidos se debe procesar y cuando procesar. Esta decisión se debe tomar en cuenta basándose en la demanda, la capacidad y las fechas de vencimiento.

Asignación de equipos. - El programador de operaciones debe determinar qué equipos se debe de utilizar para la fabricación de cada pedido. Esta decisión se debe basar en factores como el equipo requerido la disponibilidad del equipo y el costo del equipo.

Asignación de personal. - El programador de operaciones debe determinar qué personal se deberá asignar a cada pedido. Esta decisión debe ser tomada gracias a factores como habilidades requeridas, disponibilidad de cada persona y costo de mano de obra.

Determinación de la consecuencia de cumplimiento de los pedidos. - El programador de operaciones debe establecer el orden en qué se procesa cada pedido. Esta decisión será basada en factores como la fecha de vencimiento, rentabilidad y urgencia del pedido.

Iniciación del trabajo programado. - El programador de operaciones debe de asegurarse, que el trabajo inicie a tiempo y este se complete a tiempo. De manera que se comunique a tiempo con los empleados, que se monitorea el proceso y se puede resolver cualquier problema que surja en el proceso.

Control del taller. - El programador de operaciones debe monitorear cada parte del proceso del trabajo y hacer ajustes necesarios, de manera que esto puede implicar reprogramaciones de pedidos, asignación de recursos o algunos cambios de prioridades (Chase & Jacobs, 2014).

2.8.6. Proceso de Ejecución de un MPS Factible

Según Paredes (2001), el plan maestro de producción es un plan en el cual se especifica la cantidad y el tiempo de producción de una familia de productos. En el que se empieza desagregando el plan agregado, siendo este un plan de alto nivel en el que se especifica el nivel

general de la producción de una empresa. Con esto se compara con la capacidad disponible para determinar si es factible, si es el caso que sea factible el plan maestro de producción está aprobado, caso contrario se realiza las debidas modificaciones. A continuación, se especifica el proceso de ejecución del plan maestro de producción:

Desagregar el plan agregado. - Se debe dividir el plan agregado en pequeños planes con más detalles para cada producto individual o especificando la familia de los productos.

Definir un horizonte de tiempo. - Esto quiere decir que se debe establecer el tiempo que cubrirá el plan maestro de producción.

Cálculo de la capacidad. - Se debe calcular la capacidad disponible para cada producto o para cada familia, considerando la cantidad de máquinas, empleados y tiempo.

Comparación de la demanda con la capacidad. - Si la demanda es menor que la capacidad, se dice que el plan maestro de producción es factible. En cambio, si la demanda es mayor el plan maestro no es factible y debe modificarse. Si el plan maestro es factible se aprobará. Si no lo es, se realizará los cambios necesarios hasta que lo sea.

2.8.7. Dimensiones del Plan Maestro de Producción

Fuentes de la Demanda

La demanda es una información de gran importancia para la elaboración del plan maestro de producción. La demanda se puede determinar a través de pronósticos o en base a órdenes de compra los clientes, como por ejemplo pedidos. Asimismo, es importante que se pueda definir a las fuentes de demanda para cada caso y poner en cuenta que las demandas pueden ser variable, es decir, varía dependiendo de los tiempos o barreras horarias en las que se definan (Armstrong, 2006).

Los factores que se deben considerar para determinar la demanda son los siguientes:

- Demanda histórica
- Órdenes de compra de los clientes (pedidos)
- Tendencias estacionales
- Condiciones económicas
- Competencias

Capacidad de Producción

La capacidad de producción es la capacidad máxima que una empresa puede producir en un determinado tiempo. Este debe ser determinado por los recursos de la empresa, número de empleados, cantidad de equipos y disponibilidad de materia prima.

La importancia de la capacidad de producción se debe a que, ayuda a planificar la producción y satisfacer la demanda, establecer precios, se puede tomar decisiones sobre inversiones y expansión de la empresa, de forma que se logra identificar las áreas en las que necesitan mejorar la eficiencia (Gaither & Frazier, 2000). “En general la capacidad de producción en la tasa máxima de producción de una organización” (Gaither & Frazier, 2000, p.173).

Lista de Materiales

La lista de materiales es un listado en el que se enumeran todos los componentes necesarios para fabricar un producto, en el cual se incluye la cantidad de cada componente, así como los componentes terminados y semi terminados. Estas se utilizan para planificar la producción, de igual forma se puede realizar un seguimiento de inventario y garantizar que todos los materiales o insumos necesarios estén disponibles para fabricar el producto.

La lista de materiales ayuda a una mejor planificación de la producción mediante la identificación de recursos y materiales necesarios. así mismo, ayuda a tener un seguimiento del inventario mediante la identificación de la cantidad de cada componente disponible y faltante.

Y finalmente ayuda a garantizar la calidad del producto ya que se puede garantizar que se utilicen todos los componentes necesarios para la fabricación del producto (Orlicky,1975).

Horizonte del MPS

El horizonte del plan maestro de producción es el tiempo de entrega en el que se tarda en completar un pedido. En el cual existe 3 principales tiempos de entrega:

Lead time de abastecimiento de insumos. - Este es el tiempo en el que se tarda en recibir los suministros de los proveedores para ser usado para la producción

Lead time de programación. - Este es el tiempo en que se tarda en planificar y prepararse para la producción, desde que se genera el orden hasta iniciar la producción

Lead time producción. - Este es el tiempo en el que lleva producir realmente el producto, desde que inicie la producción hasta cuando el producto esté almacenado.

La suma de los 3 leads time debe ser al menos igual al plazo de entrega. De manera que garantice que habrá el suficiente tiempo para completar todos los pasos necesarios para el proceso y para la entrega (Heizer et al., 2009).

2.8.8. Algoritmo Genético

El algoritmo genético es un tipo de metaheurística, esto significa que no se garantiza que se encuentre una solución óptima al problema, pero sí puede encontrar muy buenas soluciones rápidamente. También se dice que los algoritmos genéticos se basan en principio en la selección natural, esto hace que los organismos con rasgos favorables tengan más posibilidades de sobrevivir y reproducirse, ya que funcionan creando una población de soluciones candidatas, cada solución candidata representa un cromosoma, es decir, una cadena de genes. Los genes en el cromosoma representan los valores de las variables en el problema (Holanda, 1975).

Cada cromosoma es evaluado por su aptitud, es decir, se evalúa lo bueno que es para resolver el problema. Los cromosomas con más alta aptitud tienen más posibilidades de ser seleccionados para producir descendencia. La descendencia se crea mediante aplicación de operadores genéticos como cruce y mutación.

En definitiva, los algoritmos genéticos funcionan mutando y recombinando interactivamente una población de soluciones candidatas, quedando finalmente la solución óptima (Goldberg, 1989).

2.8.9. Redes Neuronales

Las redes neuronales es un tipo de algoritmo inspirado en el cerebro humano, Están formados por muchos nodos interconectados, los cuales son llamados neuronas, estas trabajan juntos para resolver problemas (Obispo, 1995).

Las redes neuronales incluyen una amplia variedad de aplicaciones cómo: reconocimiento de imágenes, las cuales se utilizan para identificar objetos en imágenes como automóviles, animales o caras; procesamiento del lenguaje natural, se usa para procesar el lenguaje humano como traducir idiomas, generar textos y responder pregunta; detección de fraude, se puede utilizar para detectar actividades como fraudes con tarjetas de crédito y fraudes con seguros. Las redes neuronales funcionan de la siguiente manera:

Nodos: El nodo es la unidad básica de una red neuronal, también llamado neurona. Estas son pequeñas computadoras que procedan información, están conectados entre sí, aparentemente cables que transportan información.

Capas: Las redes neuronales están formadas por capas de neuronas, iniciando por la capa de entrada que reciben los datos de la red neuronal que está tratando de procesar. Y la última capa es la de salida, la cual produce la salida de la red. Las capas intermedias son denominadas capas ocultas.

Pesos: El peso de cada sinapsis representa la fuerza de la conexión entre las neuronas, esos pesos se ajustan durante el entrenamiento para que la red logre hacer predicciones precisas.

Función de activación: La función de activación determina cómo la neurona procesa la información que recibe de sus entradas. Cada función de activación depende de la tarea de la red neuronal que está tratando de realizar. Cada neurona tiene una función de activación (Goodfellow et al., 2016).

Se dice que las redes neuronales son una poderosísima herramienta que se puede utilizar para resolver una amplia variedad de problemas. Las redes neuronales se entrenan mediante un proceso llamado retro propagación, en cual es una forma de ajustar los pesos de la sinapsis para minimizar el error de la red neuronal. Dicho error es la diferencia entre la salida de la red neuronal y la salida deseada (Murphy, 2012). Las redes neuronales también se entrenan mediante los algoritmos genéticos, cómo se indica a continuación.

2.8.10. Algoritmo Genético en Redes Neuronales

Los algoritmos genéticos se suelen usar para entrenar redes neuronales, de manera que funcionan mutando y recomendando iterativamente, este proceso se repite hasta que se encuentre una red que funcione correctamente para una tarea determinada (Cotta et al.,2001).

Los algoritmos genéticos funcionan de la siguiente manera:

- Se inicia generando aleatoriamente una población en redes neuronales.
- Para cada red neuronal se evalúa una determinada tarea, de manera que se evalúa la aptitud.
- Se realiza una selección con las redes neuronales, seleccionando la mejor actitud para que estos sean padres de la próxima generación de redes.
- Las redes neuronales seleccionadas anteriormente se cruzan para crear nuevas redes neuronales.

- Las nuevas redes neuronales se mutan para introducir nuevas variaciones.
- Este proceso se repite de 2 a 3 veces, hasta que se encuentre una red neuronal con la actitud deseada.

Usar algoritmos genéticos para entrenar redes normales, tienes ciertas ventajas. Los algoritmos genéticos pueden entrenar las redes neuronales para tareas que no son adecuadas para los métodos tradicionales, como por ejemplo tareas que involucren incertidumbre o aleatoriedad.

Así mismo se pueden usar para entrenar redes neuronales para tareas que requieren una gran cantidad de parámetros. Es decir, los algoritmos genéticos pueden encontrar soluciones a problemas que son difíciles de resolver con métodos tradicionales (Whitley, 1992).

2.8.11. K-NN K-Nearest Neighbor

El pronóstico K Nearest Neighbor o como sus siglas K-NN, es un método flexible que se usa para diagnosticar datos de series temporales. Es una herramienta versátil, es decir, que puede diagnosticar una amplia variedad de series temporales y no hace suposiciones sobre distribución de los datos.

K-NN se lo conoce por ser un pronóstico perezoso. Esto quiere decir, que no es capaz de crear un modelo de datos, si no que almacena los datos y luego los utiliza para hacer los pronósticos. De forma que K-NN se vuelve un método relativamente rápido, pero con el riesgo de que se vuelva menos preciso que otros métodos que si construyan modelos de datos. (Tao et al., 2022)

CAPITULO III

3. Diagnósticos

3.1. Diagnóstico Situacional de la Empresa

Una de las principales actividades económicas de la provincia del Carchi es la elaboración y comercialización de productos lácteos, debido a esto, varias empresas se han instalado en la provincia. Entre ellas se encuentra la empresa Milmalac S.A, la cual se encuentra ubicada en San Gabriel – Carchi. Su misión y visión se describe en los siguientes párrafos.

3.1.1. Caracterización de la Empresa Milmalac S.A

Milmalac S.A, es una empresa constituida como sociedad anónima, dedicada a la producción y comercialización de derivados de la leche, cuenta con todos los servicios y equipos necesarios para el desarrollo de productos lácteos en un área de 350 m², con una capacidad de producción de 7000 litros de leche diarios. La industria inicia sus actividades el 01 de septiembre del año 2015, con una cantidad de 500 litros de leche diarios, mismos que han aumentado paulatinamente para la fabricación del queso, que varían entre frescos, madurados e hilados.

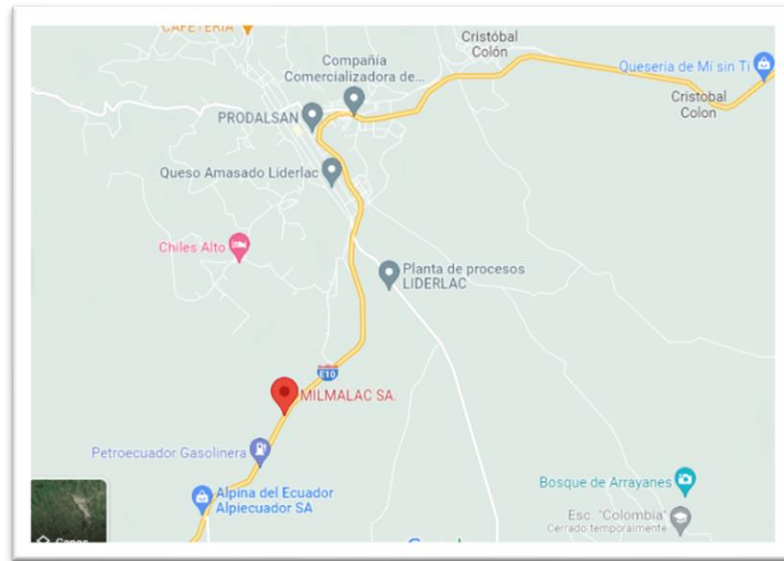
Sus principales beneficiarios son Joseph, Joby y Jessy Puthukulangara quiénes pertenece al grupo étnico hindúes. Siendo ellos los que hoy en día dirigen la empresa.

3.1.2. Localización de la Empresa

Milmalac S.A se encuentra en la Panamericana Norte km 168, sector El Capulí, Cantón Montufar, Provincia del Carchi. Mediante la aplicación de Google maps, se logró obtener la figura 1 que nos muestra la ubicación exacta de la empresa, dando como referencia la empresa Alpina del Ecuador.

Figura 1.

Ubicación exacta de la empresa mediante Google maps.



3.1.3. Misión

Milmalac es una empresa dedicada a la elaboración de productos lácteos que cumplen con los más altos estándares de calidad para llegar a cubrir el mercado de las principales ciudades del país.

3.1.4. Visión

Establecer un negocio rentable que contribuya a la generación de empleo a través de la elaboración de productos lácteos de calidad, contando con talento humano competente, valorado, apoyado y comprometido, preservando el medio ambiente e impulsando el desarrollo económico y social del sector alimenticio del país.

3.1.5. Valores y Responsabilidades

La empresa Milmalac trabaja con valores y responsabilidades, que sirven de guía para las decisiones y conductas en la toma dentro de la empresa.

- **Honestidad:** La empresa cuenta con gran sentido de la honestidad, es decir, se habla y actúa con sinceridad ya sea nivel directivo alto, medio o bajo, de forma que se permite aumentar la confianza con todo el personal.
- **Colaboración:** Uno de los valores que más se caracteriza es la colaboración, el apoyo en servicios adicionales de la empresa MILMALAC S.A., los mismos que no esperan recibir retribución económica.
- **Respeto:** El respeto en la empresa implica el comportamiento personal, el mismo que permita un ambiente de trabajo en armonía dentro y fuera de la empresa MILMALAC S.A.
- **Compromiso:** El compromiso con la empresa implica el apoyo por parte del personal, con el fin de garantizar la elaboración de productos que cumplan con las necesidades de los clientes.
- **Responsabilidad:** La empresa cuenta con responsabilidad la cual implica cumplir con las tareas asignadas, con cuidado y atención de forma que se garantice la calidad de los productos que se ofrece a los clientes.
 - ❖ **Responsabilidad institucional:** Implica el manejo eficiente de los recursos, en la ejecución de actividades, el mismo que permita cumplir con calidad las metas y objetivos planteados por MILMALAC S.A.
 - ❖ **Responsabilidad social:** Ayudar en el desarrollo de actividades para el beneficio de la comunidad y el mejoramiento de la calidad de vida del sector.
 - ❖ **Responsabilidad ambiental:** Ayudar en el cuidado del medio ambiente, con el fin de garantizar la calidad de vida de las personas, a través de prácticas responsables

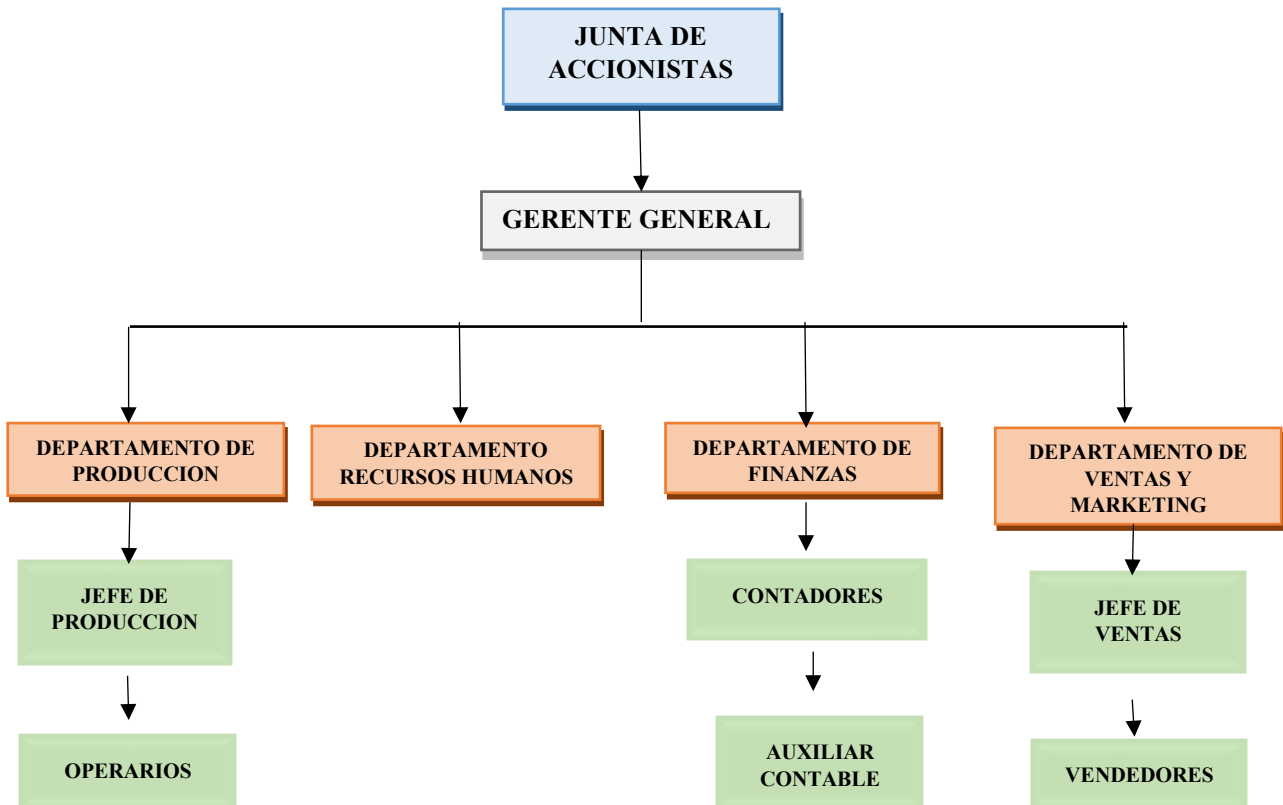
Con los valores y responsabilidades nombrados anteriormente la empresa Milmalac ha formado su estructura organizacional según la figura 2.

3.1.6. Estructura Organizacional

El organigrama estructural ha sido elaborado basandose en las áreas o departamentos de la empresa y en los puestos de trabajos. Los mismos que estan detallados en la figura 2.

Figura 2.

Organigrama estructural de la empresa Milmalac S.A



3.1.1. Clasificación del Sistema de Producción

El sistema de clasificacion del sistema de produccion es el mismo, ya que los productos elejidos mantiene un flujo de operaciones similares. Por ende, el tipo de produccion se considera en serie debido a que se produce lotes especificos para cada producto, y en stock debido a que una pequeña cantidad se encuentra en stock para venta del kiosko. La secuencia de procesamiento es el metodo FIFO que significa primero que entra primero que sale, debido a

que es un producto perecedero, por lo que es importante venderlo en el orden en que se produce. La entrega de producción consumo, se le considera semi-directa de manera que se le entrega a un distribuidor, quien es el mismo de entregar directamente al consumidor. Finalmente el elemento a optimizar es la planificación de la producción ya que es a lo que se enfoca en este trabajo.

Tabla 1.

CRITERIO	CLASIFICACION
Tipo de producción	Serie
Flujo de producción	Por lotes y stock
Forma de ejecutar el pedido	Por ritmo
Secuencia de procesamiento	Primero en entrar, primero en salir
Estrategia producción consumo	Entrega semi- directa
Elemento por optimizar	Planificación de la producción

Clasificación del sistema de producción de la empresa Milmalac S.A

Nota. En esta tabla se presenta todos los criterios mas importantes acerca de la caracterización del sistema productivo de la empresa, mediante un análisis cualitativo.

3.1.2. Funciones de Cada Puesto de Trabajo

Las funciones laborales de cada puesto de trabajo deben estar claramente definidas para que los empleados sepan cuáles son sus responsabilidades y cómo contribuir al crecimiento de la empresa.

Tabla 2.

Descripción de actividades de cada puesto de trabajo

PUESTO DE TRABAJO	FUNCIONES
GERENTE GENERAL	<ul style="list-style-type: none"> • Ejerce la representación legal y jurídica de la empresa de conformidad con la ley. • Supervisar, conocer y controlar las actividades que se desempeñan en cada departamento.

	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercer liderazgo de manera que permite guiar y motivar a la empresa y sus trabajadores.
JEFE DE PRODUCCION	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar, desarrollar y administrar los procesos de producción. • Controlar la calidad de materias primas, procesos y productos finales. • Elaborar informes de productividad para la gerencia o si es el caso para la asamblea general de socios. • Proponer innovaciones para los procesos productivos de la empresa.
OPERARIOS	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar tareas de producción asignadas por su inmediato superior, en este caso el jefe de producción. • Utilizar recursos disponibles en la empresa, teniendo en cuenta la responsabilidad. • Fabricar y controlar los productos para la venta, teniendo en cuenta las normas de calidad.
CONTADOR	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificar, registrar, analizar e interpretar, periódicamente la información financiera con respecto a la empresa. • Realizar toda la legalización de estados financieros. • Realizar los cierres de cada periodo contable. • Efectuar revisiones, análisis y control de cada cuenta contable o balance.
AUXILIAR CONTABLE	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar registros contables y conciliaciones bancarias. • Contabilización de pagos de impuestos. • Controlar y mantener los inventarios de activos fijos actualizados.
JEFE DE VENTAS	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar planes estratégicos con la finalidad de aumentar el porcentaje de ventas. • Reclutar y seleccionar la fuerza de ventas. • Coordinar planes de trabajo con los vendedores. • Analizar los problemas para aumentar la eficiencia de operación de ventas con la finalidad de proponer soluciones a la empresa.
VENEDORES	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar que la mercancía este correctamente etiquetada. • Colocar correctamente los pedidos, devoluciones y cambios. • Establecer un nexo cercano al cliente.

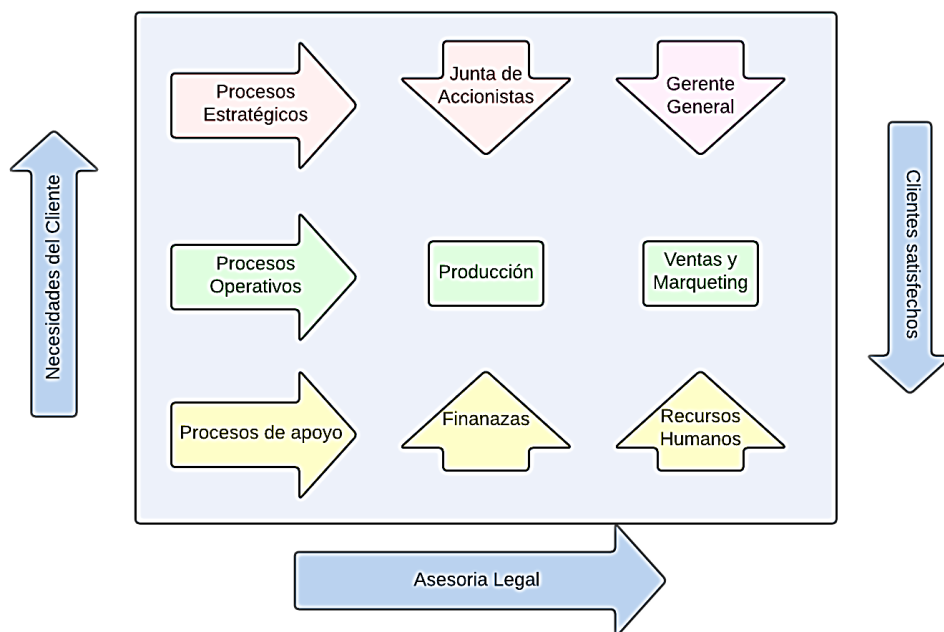
	<ul style="list-style-type: none"> Realizar cobros por la venta de mercadería, cuando sea necesario.
JEFE DE RECURSOS HUMANOS	<ul style="list-style-type: none"> Administrar la gestión del talento humano de la empresa. Planificar, dirigir y controlar planes y programas de capacitación a desarrollarse dentro de la empresa. Desarrollar proceso de evaluación del desempeño al personal de forma periódica, generando informes de resultados mensualmente.

3.1.3. Mapa de Proceso

A continuación, se muestra el mapa de procesos figura 3, el cual se inicia con las necesidades del cliente. Seguido por el proceso central dónde se identifican los procesos estratégicos, desempeñados por la junta de accionistas y la gerencia general. Dentro de los operativos se tiene el departamento de producción y el departamento de ventas y marketing. Finalmente, los procesos de apoyo conformados por el departamento de finanzas y recursos humanos, todo esto basándose en la asesoría legal. Dando como resultado, clientes satisfechos.

Figura 3.

Mapa de procesos de la empresa Milmalac S.A.



3.2.Diagnóstico del Producto

3.2.1. Descripción de la Producción Actual de la Empresa Milmalac S.A

Milmalac S.A en su gran mayoría trabaja por ritmo, debido a que generalmente tiene un número constante de pedidos, siendo la variación de productos la única diferencia, dando la misma cantidad de producción diaria, pero se toma en cuenta la variación de los productos del pedido. Cierta parte de los productos son distribuidos directamente en los puntos de venta de los clientes y otra parte se vende en el propio punto de venta de la empresa, por esta razón se encuentran productos en stock.

La producción se realiza con una base en un pronóstico empírico, tomando en cuenta los datos históricos de ventas. En Milmalac la persona encargada en determinar la cantidad que se debe producir, es el jefe de producción, teniendo presente aspectos como: cantidad de materia prima, insumos necesarios, operadores a utilizar, costo de producción etc.

3.2.2. Productos de la Empresa Milmalac

La empresa milmalac S.A a sido lider en el mercado del queso del norte del pais, teniendo en su mercado una amplia variedad de productos, especificamente en quesos maduros, los cuales tenemos a continuación:

- Mozzarella
- Ahumado
- Hierbas
- Parmesano
- Provolone
- Burguer

- Cheddar
- Gouda
- Holandés
- Ricotta
- Burrada
- Pizza
- Fontina

Otros productos.

- Crema de leche
- Dulce de leche
- Yogurt
- Queso fresco

3.2.3. Producto con Mayor Demanda

La empresa Milmalac tiene una amplia variedad de productos, en su mayoría la variedad de quesos maduros, por lo tanto, para poder conocer los productos más vendidos se ha realizado un diagrama de pareto, con todos los datos de pedidos desde enero del 2022 hasta diciembre del mismo año.

Tabla 3.

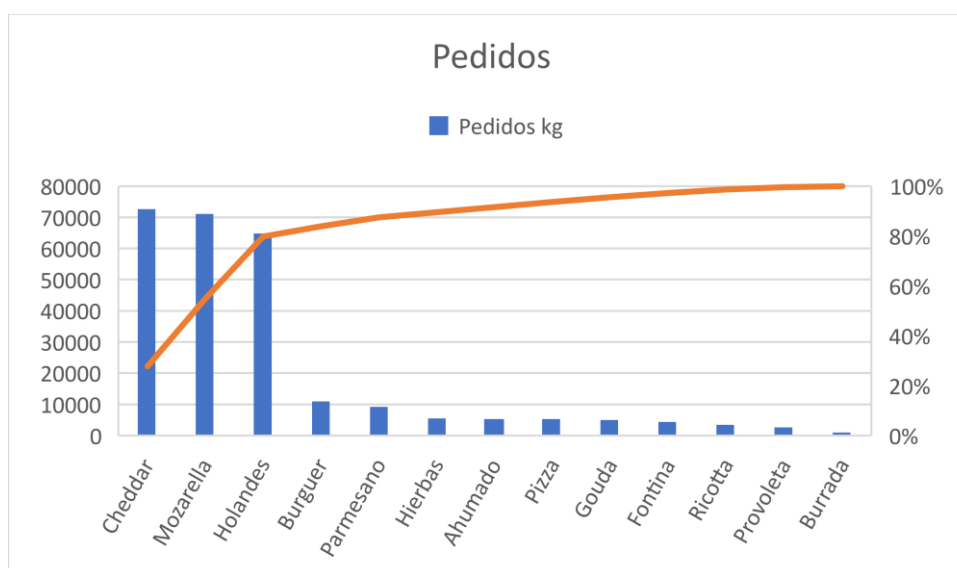
Porcentaje anual de pedidos

Productos	Pedidos kg	Acumulado	Porcentajes
Cheddar	72.710	28%	28%
Mozarella	71.120	55%	27%
Holandes	64.890	80%	25%

Burguer	10.956	84%	4%
Parmesano	9.277	87%	4%
Hierbas	5.528	90%	2%
Ahumado	5.358	92%	2%
Pizza	5.334	94%	2%
Gouda	5.012	96%	2%
Fontina	4.385	97%	2%
Ricotta	3.493	99%	1%
Provoleta	2.611	100%	1%
Burrada	1.030	100%	0%
TOTAL	261.701		100%

Figura 4.

Gráfica de Pareto de la tabla 3



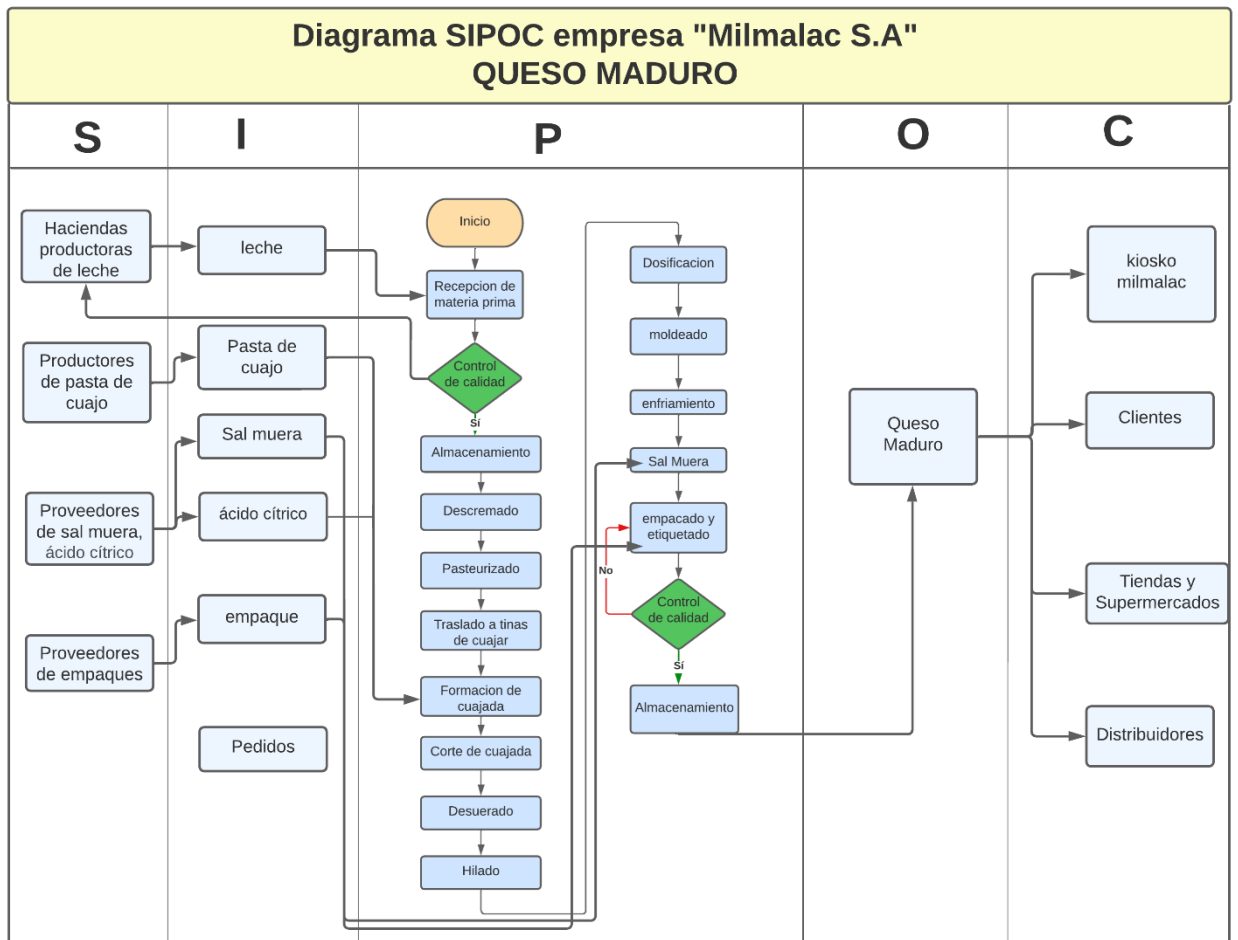
Logrando determinar que los productos mas vendidos son: el queso holandes, queso mozzarella y cómo producto estrella el queso cheddar, los mismos que son catalogados como quesos maduros, demanera que se puede mantener almacenados hasta 1 mes, por ende se realizó el plan maestro de produccion con los 3 tipos de quesos más vendidos.

3.2.4. SIPOC Milmalac S.A

Se observa en la figura 5 el diagrama SIPOC, que significa Supplier (proveedores), Inputs (entradas), Process (procesos), Outputs (Salidas), customers (clientes) el cual ayuda a caracterizar el proceso a partir de la identificación de los elementos claves.

Figura 5.

SIPOC de la empresa Milmalac S.A



3.2.1. Diagrama de Flujo del Queso Maduro

Mediante el flujograma de la empresa que se encuentra en la figura 5, se representa una visión general del proceso del queso maduro, es decir de los 3 tipos de quesos seleccionados.

Los mismos que tienen un similar proceso de elaboración, los cuales se diferencian en el tiempo de proceso y cantidad de ingredientes, esto se especifica en el capítulo 4.

3.2.2. Descripción del Proceso Productivo

Recepción de la materia prima

El jefe de producción recibe la materia prima (leche), revisando si existe el cumplimiento de los requerimientos como lo es el color, olor y sabor, en algunos casos se toma en cuenta la consistencia. Una vez aprobada la leche pasa a almacenarse.

Control de calidad

El jefe de producción aprueba a un operario para que realice el proceso de filtrado correspondiente, pasándola a través de una tela la cual se elimina pelos, pajas, polvo, insectos entre otras suciedades que generalmente trae la leche por su traslado, más aún si el ordeño se lo realiza de una forma manual. Por consiguiente, se puede pasar al análisis de la leche para conocer que no tenga bacterias dañinas.

Descremado

La descremación se la realiza mediante una maquina llamada descremadora la cual tiene la capacidad de 2000 l/h

Pasteurización

Luego de realizar la limpieza, la leche pasa al proceso de pasteurización, es decir calentar cada partícula de leche a una temperatura del 65°C por aproximadamente 30 min, destruyendo así los microorganismos patógenos.

Traslado a tinas de cuajar

Luego de realizar la pasteurización, se traspa la leche a unas tinas de cuajar, las cuales son de material de acero inoxidable, en las que se realizará el siguiente proceso

Formación de la cuajada

Teniendo ya la leche completamente limpia, el jefe de producción añade cultivos lácteos, es decir la pasta de cuajo, siendo esta una mezcla de bacterias no patógenas que hacen posible la transformación de la leche en queso.

Corte de cuajada

El proceso de corte de cuajada es cuando las bacterias no patógenas, actúan sobre la leche, separando la caseína del suero haciéndose que ésta se corte, de manera que se forma una consistencia gelatinosa.

Desuerado

Teniendo esa consistencia, el operario con autorización del jefe de producción realiza una suave agitación, de manera que se vaya disminuyendo cada vez más el suero retenido, teniendo con ello una consistencia más compactada.

Obteniendo la consistencia un poco más compactada, se deja que repose aproximadamente de 10 a 20 min con el objetivo que asiente. Luego de que el queso se haya asentado, se procede a retirar el suero restante.

Hilado

Este proceso consiste en estirar repetidas veces la cuajada caliente mediante un hilador. Primero se calienta el agua y luego se procede a amasar y a estirar. Así mismo, en este proceso se da el sabor a cada tipo de queso.

Dosificación

Al tener la masa ya hilada y lista se procede a dosificar las cantidades que luego se colocaran en su molde de acuerdo con su peso y presentación.

Moldeado

Ya dosificado, se procede a colocar la cuajada en moldes de acero inoxidable, en las que reposaran por un tiempo, el cual terminado este proceso se procede al desmoldado, y revisión de que se haya compactado la cuajada.

Enfriamiento

En este proceso se sumerge los quesos en una piscina de agua pasteurizada, y que se encuentre a 8°C.

Sal Muera

El operario realiza el proceso de salado, es decir le sumerge los quesos en una piscina de agua con sal muera, que es una sal de grano, con la finalidad que el queso quede con su sabor distintivo, favoreciendo a la producción del ácido láctico, el cual realza el aroma y contribuye a la preservación del queso y a su curación

Empacado y etiquetado

Se procede a empacar mediante una empacadora al vacío y con bolsas que no dañen la calidad ni afecten la inocuidad, así mismo que preserven las propiedades organolépticas. Siempre utilizando la respectiva protección de aseo.

Control de calidad

Finalmente, el jefe de producción revisa el producto, el cual da la aprobación de que salga a la venta.

3.2.3. Maquinaria

La capacidad de la empresa para producir está limitada por la cantidad y la capacidad de maquinaria que tiene. La tabla 4 proporciona más información sobre la maquinaria específica que cuenta la empresa, así como sus capacidades.

Tabla 4.
Maquinaria de la empresa

Maquinaria	Característica
Descremadora	2000 l/h
Pasteurizadora	2 000 l
Hilador	Acero inoxidable
Dosificadora	Se programa de acuerdo con el peso
Empacadora al vacío	5 toneladas diarias
Empacadora termo formado	5 toneladas diarias

3.2.4. Análisis FODA

Milmalac S.A es una empresa que tiene importantes competidores en el norte del país. Sin embargo, continúa ocupando un lugar destacado debido a sus productos de alta calidad y su amplia variedad de productos. El análisis FODA de la empresa (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) se muestra en la tabla 5

Tabla 5.
Análisis FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Empresa privada legalmente constituida	Alta probabilidad de crecimiento en el mercado nacional
Prestigio empresarial alcanzado en 8 años	Alta demanda en los mercados
Amplia variedad de productos	
Ubicación estratégica para recibir materia prima	
DEBILIDADES	AMENAZAS
Cuellos de botella por alta demanda	La competencia quiere sacar los mismos productos
La planificación se basa en la experiencia del jefe de producción	Alta inflación, sube el precio de la materia prima
Entrega incompleta de pedidos o retraso	Posibilidad de que empresas con mayor capacidad de producción asuman los pedidos de sus clientes

3.2.5. Brainstorming

Se realizó una encuesta a los 11 clientes internos de la empresa para ayudar a identificar las principales razones de la disminución de clientes externos y de los pedidos. Por lo tanto, se aplicó la encuesta que se encuentra en el anexo 1, de manera que se ha sacado una lista de las posibles causas, seguido de esto se colocó un puntaje dado por el gerente, el jefe de producción y jefe de costos, en el que 10 es el valor más alto y 1 el más bajo. A continuación, en la tabla 6 se muestra los puntajes.

Tabla 6.*Calificación de los administrativos de la empresa a las causas principales*

CAUSAS PRINCIPALES	GERENTE	JEFE DE PRODUCCION	JEFE DE COSTOS	CANTIDAD
Falta de maquinaria	2	2	1	5
Ampliación de la planta de producción	1	2	1	4
Aumento de personal	1	1	1	3
Planificación de la producción	10	10	10	30
Planificación de pedidos	5	5	5	15
Falta de un Sistema de pedidos	9	9	8	26
Rediseño de la planta de producción	1	2	1	4

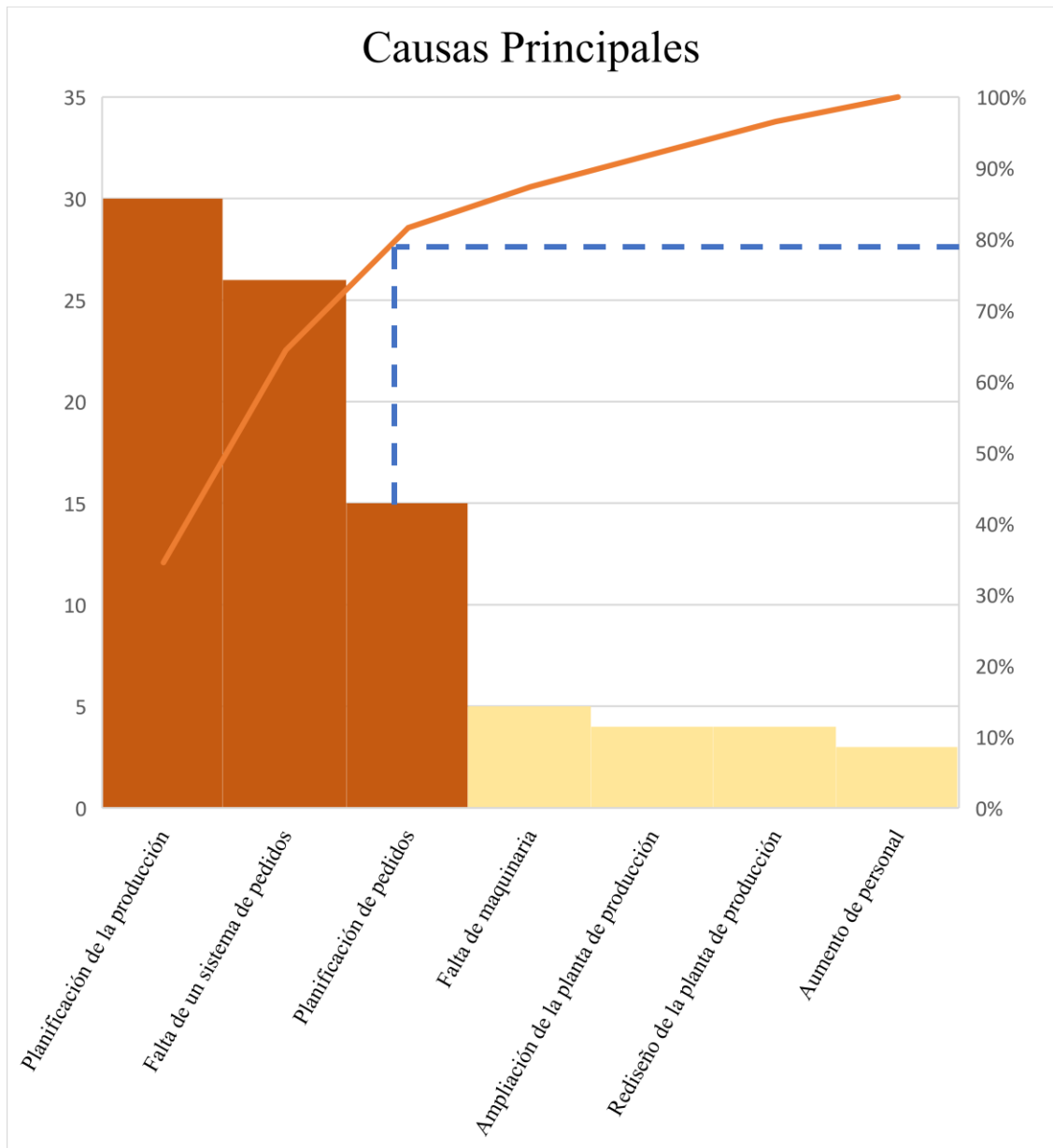
Teniendo dicha ponderación de cada causa se realizó un diagrama de Pareto (figura 6) para determinar las más importantes, dando como causa principal la falta de la planificación de la producción, la falta de un sistema de pedidos, y la planificación de pedidos.

Tabla 7.*Porcentaje acumulado para la grafica de pareto*

CAUSAS PRINCIPALES	CANTIDAD	PORCENTAJE	ACUMULADO
Planificación de la producción	30	34%	34%
Falta de un sistema de pedidos	26	30%	64%
Planificación de pedidos	15	17%	82%
Falta de maquinaria	5	6%	87%
Ampliación de la planta de producción	4	5%	92%
Rediseño de la planta de producción	4	5%	97%
Aumento de personal	3	3%	100%
TOTAL	87		

Figura 6.

Pareto de las principales causas de la problemática



Por lo tanto, en el 4to capítulo se realiza el diseño de un plan maestro de producción para la empresa Milmalac S.A, que abarca la solución de las tres causas principales vistas anteriormente, por ende ayuda a resolver la problemática principal de la empresa que es la reducción de la demanda, puesto que, al tener un sistema de pedidos y la planificación de los mismos mediante el método FIFO (primero en entrar – primero en salir), se realiza la planificación de la producción y a partir de eso la compra de la materia prima e insumos necesarios.

CAPITULO IV

4. Elaboración del Plan Maestro de Producción Mediante el Uso de Algoritmos Genéticos

4.1. Introducción

En este capítulo se describe el proceso de elaboración del plan maestro de producción de quesos maduros para la empresa Milmalac S.A, que inicia con la recolección y organización de datos de los productos con mayor demanda que necesitan almacenamiento, posteriormente se realiza la clasificación ABC. Enseguida se calcula el pronóstico de todos los pedidos en kilogramos con los métodos de regresión lineal, K-NN y redes neuronales con entrenamiento por algoritmos genéticos, de manera que se escogerá el mejor método de pronóstico de demanda.

Para la elaboración del plan maestro de producción, se necesita conocer la capacidad máxima de producción, stock mínimo y máximo, lotes óptimos etc. Complementando con un sistema MRP mediante la herramienta Excel.

En el siguiente punto se realizará el plan maestro de producción, aplicando los datos obtenidos del pronóstico de demanda en base a la utilización de algoritmos genéticos, con el objetivo de que la programación de la producción sea más eficiente y precisa. Finalmente se realiza un sistema MRP que ayudará a planificar las compras de insumos de la empresa.

4.2. Recolección de Datos

Previamente se realizó una clasificación [ABC](#), como se detalló en el capítulo anterior. Dando como resultado los 3 tipos de quesos maduros, como lo son: cheddar, mozzarella y holandés, estos pueden ser almacenados de 1 a 4 meses. tomando en cuenta los pedidos de los clientes desde enero del 2022 hasta diciembre del mismo año.

Para la recolección de los datos se tomó en cuenta los pedidos de los clientes a la empresa, dado que de aquí dependerá la demanda futura.

Los datos fueron tomados en kilogramos al mes de cada producto. Datos que están representados en la tabla 8.

Tabla 8.

Pedidos por mes de los quesos con mayor demanda

DEMANDA REAL				
MES	CHEDDAR	MOZARELLA	HOLANDES	Kg TOTAL QUESO
Enero-2022	5.950	6.400	5.380	17.730
Febrero-2022	6.300	5.750	5.700	17.750
Marzo-2022	6.150	6.000	5.300	17.450
Abril-2022	6.000	6.000	5.500	17.500
Mayo-2022	6.100	5.960	5.450	17.510
Junio-2022	6.150	6.000	5.500	17.650
Julio-2022	6.000	5.900	5.600	17.500
Agosto-2022	5.960	6.000	5.350	17.310
Septiembre-2022	6.000	5.630	5.500	17.130
Octubre-2022	6.250	5.550	5.360	17.160
Noviembre-2022	5.900	6.030	5.300	17.230
Diciembre-2022	5.950	5.900	4.950	16.800

4.3. Pronósticos

En este apartado se realiza la proyección de demanda del año 2023 con los 3 modelos de pronósticos, de manera que al final se realiza una comparación entre los mismos, para determinar el mejor método.

4.3.1. Regresión lineal

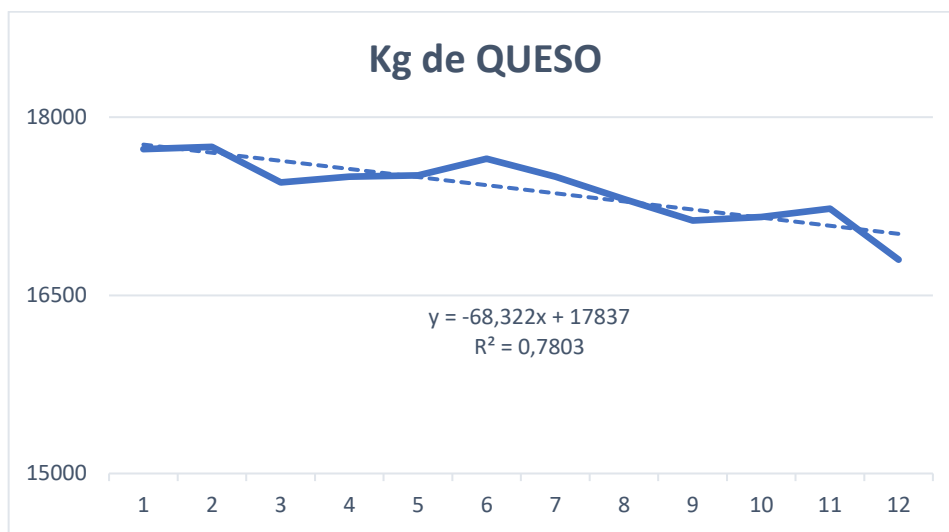
Para el cálculo de necesidades se obtuvo la proyección futura usando los datos de la demanda del año 2022, de acuerdo con los datos recolectados anteriormente se realiza la proyección aplicando el método de regresión lineal. Para esto se utilizó los datos de la tabla 8

de los 3 tipos de quesos más vendidos, con dicho resultado se realizó el pronóstico, empleando la herramienta de Python mediante el uso del código en el [Anexo 2](#).

Dando como resultado la gráfica de la figura 7, en la que determina la ecuación de la pendiente y el coeficiente de determinación.

Figura 7.

Curva de proyección de los pedidos del año 2022



Al tener un coeficiente de determinación de 0,78 es decir se encuentra más cerca del 1, indica que los datos se ajustan al método de regresión lineal.

Parámetros del modelo de regresión

$$b \text{ (Pendiente)} = [-68.32167832]$$

$$a \text{ (Punto de corte)} = 17837.42$$

Al determinar la pendiente de la curva de proyección, se logra determinar la demanda proyectada de los 12 meses siguientes, que se muestran en la tabla 9.

Tabla 9.

Pronóstico del año 2023 mediante regresión lineal

DEMANDA PROYECTADA

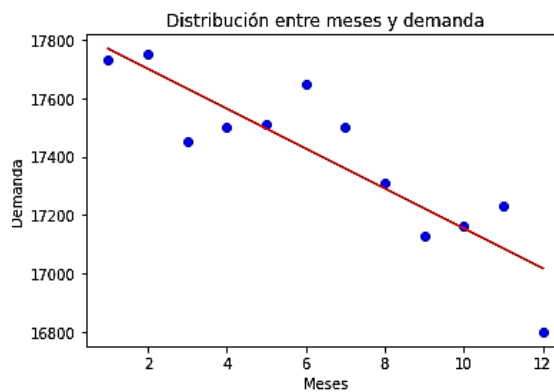
MES	PERIODO	kg QUESO
Enero-2023	13	16.949
Febrero-2023	14	16.880
Marzo-2023	15	16.812
Abril-2023	16	16.744
Mayo-2023	17	16.676
Junio-2023	18	16.607
Julio-2023	19	16.539
Agosto-2023	20	16.471
Septiembre-2023	21	16.402
Octubre-2023	22	16.334
Noviembre-2023	23	16.266
Diciembre-2023	24	16.197

Tabla 10.
Evaluación de calidad de la regresión lineal

Evaluación de calidad de la regresión
Error Cuadrático Medio (MSE) = 15.663,65
Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE) = 125,15
Coefficiente de Determinación R ² = 0,78

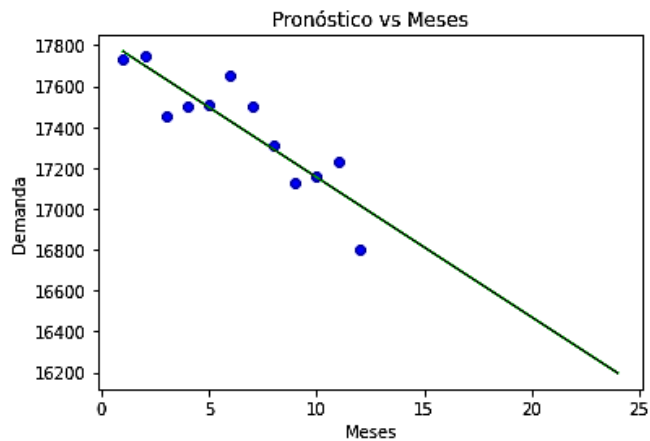
Al calcular el coeficiente de determinación que se observa en la tabla 10 y obtener como resultado un valor cerca de 1, se asegura que los datos se ajustan al método de regresión lineal, por ende, se realiza el pronóstico de los 12 meses siguientes aplicando la pendiente de la curva de proyección.

Figura 8.
Tendencia del histórico de datos



En la figura 8 se observa el comportamiento de la demanda del año 2022, en la que se aprecia como la demanda ha ido disminuyendo al pasar de los meses, lo cual concuerda con lo dialogado con el gerente, quién comentó que, a partir del año 2020 las ventas han ido disminuyendo, cierta parte a causa de la pandemia y por otra, el hecho de que los pedidos no se entreguen completos, provocando que se pierda la confianza de los clientes.

Figura 9.
Histórico de datos y el pronóstico calculado.



En la figura 9 se observa el comportamiento de la demanda del año 2022 y más el pronóstico del año 2023, en el que se determina que la demanda sigue disminuyendo en la misma medida.

4.3.2. Algoritmo Genético

El algoritmo genético es utilizado para entrenar a las redes neuronales quienes son las encargadas de realizar un pronóstico de demanda, dicho pronóstico se realizó mediante la herramienta de RStudio para lo cual se necesitó datos de 3 años. La empresa brindó únicamente datos de enero hasta diciembre, del año 2022 que se encuentran en la tabla 8. Por lo tanto, con la pendiente de la tendencia de demanda de los datos del año 2022 se realizó la búsqueda de los datos de los dos años faltantes.

Cálculo de las Necesidades

Con los datos de la tabla 8 se realizó un nuevo pronóstico, usando las redes neuronales en el programa de RStudio, para el uso del código es necesario los datos de aproximadamente 3 años, de manera que la empresa no cuenta con dichos datos, por lo tanto, se ha utilizado la siguiente fórmula para encontrar los datos faltantes, tomando en cuenta que desde el año 2020 la demanda ha ido disminuyendo a causa de la pandemia al igual que por falta del cumplimiento de la demanda requerida.

$$\text{tang}(\alpha) = m$$

$$\text{tang}(\alpha) = \frac{\text{pronostico diciembre} - \text{pronostico enero}}{12}$$

$$\text{tang}(\alpha) = -62,66$$

$$z_1 = 24 * (\text{tang } \alpha) + \text{enero 2022}$$

Se logró determinar los 24 datos correspondientes a los meses anteriores al año 2022, dando como resultado los datos de la tabla 11.

Tabla 11.

Demanda aplicada la pendiente de la recta

Demanda		
2020	2021	2022
19.234	18.482	17.730
19.171	18.419	17.750
19.109	18.357	17.450
19.046	18.294	17.500
18.983	18.231	17.510
18.921	18.169	17.650
18.858	18.106	17.500
18.795	18.043	17.310
18.733	17.981	17.130
18.670	17.918	17.160
18.607	17.855	17.230
18.545	17.793	16.800

Con los datos de la tabla 11 se obtuvo el pronóstico del año 2023 usando redes neuronales, los cuales se observan en la tabla 12.

Tabla 12.

Clasificación Pronóstico del año 2023 mediante algoritmos genéticos

Pronóstico - Redes neuronales	
Enero	16.982
Febrero	16.940
Marzo	17.225
Abril	17.010
Mayo	16.735
Junio	16.542
Julio	16.669
Agosto	16.797
Septiembre	16.529
Octubre	16.645
Noviembre	16.454
Diciembre	16.725

Tabla 13.

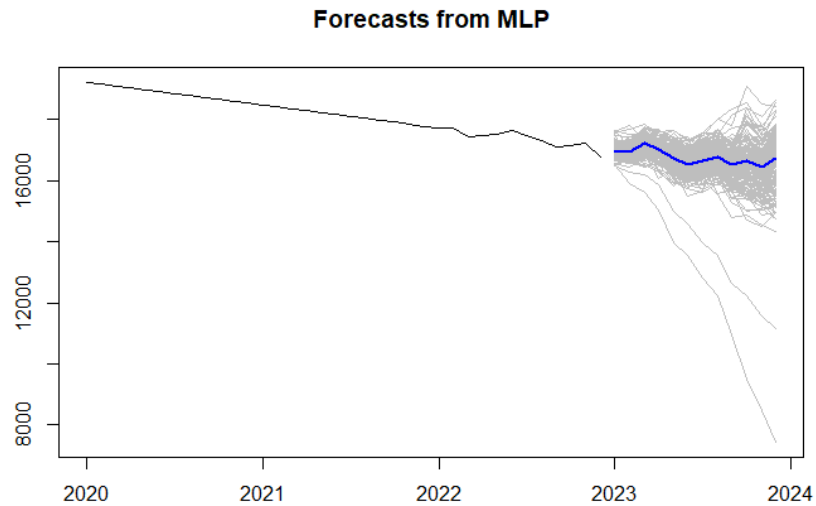
Evaluación de la calidad

ME	-0.003384071
RMSE	16, 23849
MAE	6, 676874
MPE	0,0003439293
MAPE	0,03604567

Con el error cuadrático de la tabla 13 posteriormente se realizará una tabla comparativa con los errores de los otros métodos.

Figura 10.

Grafica de tendencia por algoritmos genéticos



En la figura 10 se puede observar como la tendencia va disminuyendo en los 3 años anteriores, pero en el año 2023 se observa que ya no disminuye con la misma trayectoria, si no que se mantiene, de manera que, si se mantiene en esa trayectoria, en unos años se recupera.

4.3.3. K-NN

Para el pronóstico en K-Nearest Neighbor (k-NN) se utilizó los datos de la tabla 11, ya que necesitamos como mínimo 3 años, por ende, con la pendiente sacada de los datos del año 2022 se obtuvo los datos del año 2021 y 2020.

Con dichos datos se obtuvo los resultados de la tabla 14 del pronóstico.

Tabla 14.

Pronóstico con K-NN

Pronostico K NN	
Enero	16.968
Febrero	16.942
Marzo	16.975
Abril	16.801
Mayo	16.754
Junio	16.632
Julio	16.597
Agosto	16.589
Septiembre	16.259
Octubre	16.383
Noviembre	16.357
Diciembre	16.384

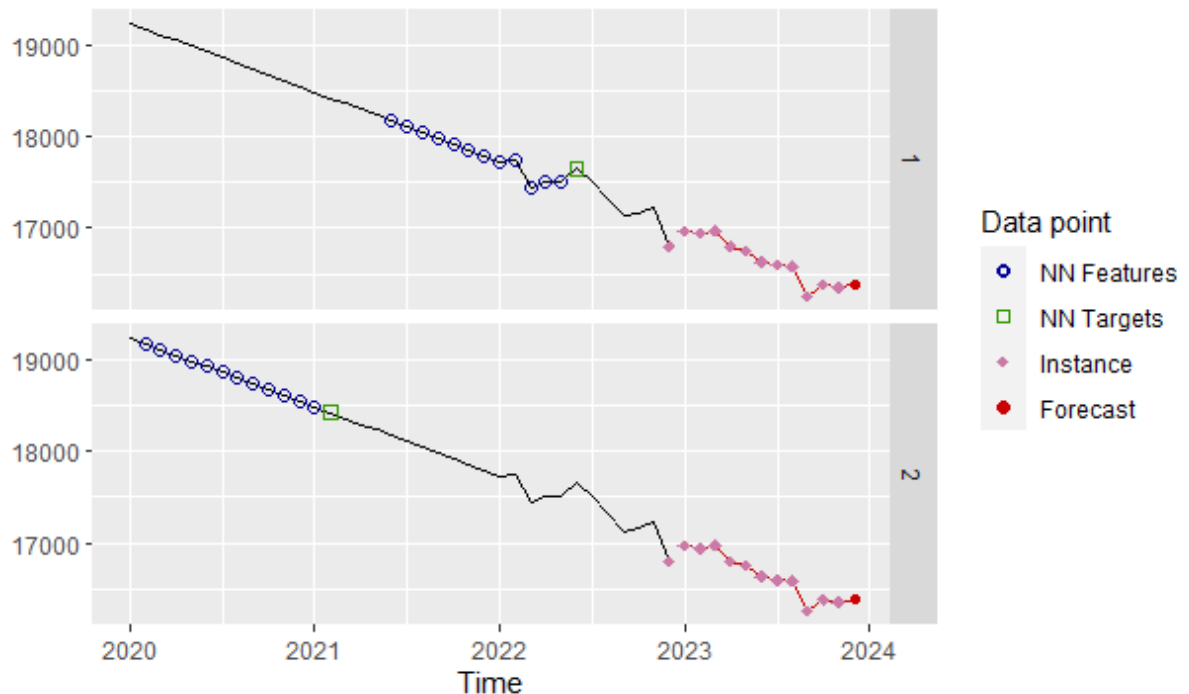
Tabla 15.
Evaluación de calidad

Evaluación de calidad		
RMSE	MAE	MAPE
153,04	121,004	0,703

En la tabla 15 se observa la evaluación de calidad, esto nos quiere decir que se encuentra el error cuadrático, este ayudará a determinar la mejor estrategia.

Figura 11.

Grafica de tendencia del pronóstico mediante el método K-NN



En la figura 11 se observa la tendencia de los datos reales más el pronóstico, la cual da a conocer como se encuentra sus datos, los mismos que en el año 2023 que es el pronosticado no existe una mejoría.

4.4. Comparación de Pronósticos

Una vez realizado los pronósticos con los diferentes métodos, se realiza una tabla comparativa de resultados en la que se contrasta los errores de raíz cuadrada media (RMSE), los cuales

ayudan a determinar que método es más confiable, de manera que con el método escogido se realizará el plan maestro de producción.

Tabla 16.

Tabla comparativa de pronósticos

K- NN			Algoritmo Genético			Regresión Lineal	
RMSE	MAE	MAPE	RMSE	MAE	MPE	RMSE	MSE
153,04	121,004	0,703	16, 23849	6, 676874	0,000343929	125,15	15,663

En la tabla 16 se puede observar que los pronósticos aplicados con algoritmos genéticos tienen un error promedio de 16, 24 esto quiere decir que tiene un error muy bajo en comparación a los otros métodos que sobrepasan el 100. Por lo tanto, la aplicación de algoritmos genéticos en los pronósticos hace que estos sean más confiables, ya que están más cerca de los valores observados.

De modo que se realizará el plan maestro de producción con los pronósticos obtenidos de los algoritmos genéticos.

4.5. Plan Agregado de Producción

Teniendo los datos del pronóstico elegido, se da paso a realizar los 9 tipos de plan agregado, de manera que se escogerá la mejor alternativa que beneficie a la empresa.

Para la elaboración del plan agregado de producción se tomó en cuenta la proyección futura realizada anteriormente, así mismo los días que se labora regularmente cada mes, los operarios de planta, el costo de contratación, despido y almacenamiento, los cuales se encuentran en la tabla 17, de manera que se conozca un aproximado de los costos que implica la fabricación.

Tabla 17.

Datos de la empresa para el plan agregado

DATOS		
PRODUCCIÓN PROMEDIO POR OPERARIO	18,2	Diario
OPERARIOS ACTUALES INICIALES	11	Trabajadores
COSTO DIARIO POR JORNAL	\$ 23	Diario
COSTO POR CONTRATAR UN OPERARIO	\$ 300	Empleado
COSTO POR DESPEDIR UN OPERARIO	\$ 450	Empleado
COSTO POR ALMACENAR	\$ 0,065	Unidad
COSTO POR FALTANTE	\$ 7,20	Unidad
INVENTARIO INICIAL kg	200	Unidad
HORAS POR JORNADA DE TRABAJO	8	Horas

Producción promedio por operario

Se ha determinado dividiendo la producción total por día (200 kg), dividido para los 11 operarios actuales.

Operarios actuales

Se encuentran 11 operario trabajando bajo contrato indefinido

Costo diario por jornada

Se dividió el salario básico unificado 450\$ para los días trabajados por semana, dando 23\$ diarios

Costo por contratar un operario

De acuerdo con el código de trabajo se realiza una regla de 3 con el tiempo trabajado, en este caso se realiza con el tiempo promedio de todos los trabajadores.

Costo por despedir un operario

De acuerdo con el código de trabajo se realiza una regla de 3 con el tiempo trabajado, en este caso se realiza con el tiempo promedio de todos los trabajadores

Costo por almacenar

Tabla 18.

Valor de recursos por almacenar

LUZ	Valor kW h	0,092
	kW h por día	7,5
	Kg diarios	50
	Valor diario del Kg almacenados	0,0138
MANO DE OBRA	\$ Hora laboral	2,875
	Tiempo para almacenar (h)	3
	kg almacenados	200
	\$ M.O almacenamiento	0,043125
AGUA	m3 diarios	0,05
	costo del m3	0,83
	kg diarios	200
	\$ por kilogramo	2E-04
DESINFECCIÓN	Material de desinfección (mensual)	50
	días del mes	30
	kg diarios	200
	\$ por kg	0,008
TOTAL	6,55E-02	

De manera que almacenar cada kilogramo tiene un valor de 0,065 dólares diarios.

Costo por faltante

Al no tener esta unidad se compra en otra empresa por unidad, más el costo de trasporte y almacenamiento. El costo por cada unidad faltante es de \$ 7,20

Tabla 19.

Clasificación costo por cada unidad faltante

\$ Faltante Unidad	7,20
kg en la unidad	2,5
Total	0,00288

Se dividió el valor del faltante por unidad para los kilogramos de la presentación con mayor peso, siendo esta la de 2500 gr o 2,5 kg. Dando un valor de 0,00288 dólares por cada kilogramo faltante. Como se observa en la tabla 19.

Inventario inicial

Se tomó en cuenta los 200 kg de producción diaria como inventario inicial,

Horas por jornada de trabajo

De acuerdo con el código de trabajo.

4.5.1. Método de Nivelación

La cantidad de cada mes representada en la tabla 20 es en kilogramos, siendo los que se producirán mensualmente, en cambio el total es representado en dólares, ya que representa el costo de estrategia

Nivelación por Subcontratación

En el método de nivelación por subcontratación, se basa en que la demanda insatisfecha la produce una empresa ajena, y hará que el producto sea comprado como suyo. Para calcular la demanda se suma la producción mensual más la demanda insatisfecha. Teniendo un costo total de la estrategia de \$ 653.599. El anexo 5 brinda una descripción completa de la capacidad y de los costos del método.

Nivelación por Horas Extras

En el método de nivelación por horas extras, de igual forma existe una demanda insatisfecha de 2 173 kg, por lo tanto, para lograr cumplir con la demanda se requiere de horas extras, las cuales solo se realiza lo establecido por la ley orgánica de trabajo, dado esto se tiene un costo total de la estrategia de \$ 814.572. El anexo 6 brinda una descripción completa de la capacidad y de los costos del método.

Nivelación por Contrato - Despido

En este método la demanda insatisfecha se la cubre mediante contratos o despidos de trabajadores únicamente una vez al año, con la finalidad de que la demanda este completamente satisfecha, de manera que no haya trabajadores en tiempo de ocio ni faltantes. Así mismo, este método tiene el costo total de \$ 749.848. Teniendo únicamente 2 contrato al inicio del año. El anexo 7 brinda una descripción completa de la capacidad y de los costos del método.

Tabla 20.

Resumen del método por nivelación

MES	PERIODO	PRODUCCIÓN DE NIVELACIÓN		
		SUBCONTRATACIÓN	HORAS EXTRAS	CONTRATO - DESPIDO
Enero-2023	13	16.772	15.002	17.018
Febrero-2023	14	16.772	15.002	17.018
Marzo-2023	15	16.772	15.002	17.018
Abril-2023	16	16.772	15.002	17.018
Mayo-2023	17	16.772	15.002	17.018
Junio-2023	18	16.772	15.002	17.018
Julio-2023	19	16.772	15.002	17.018
Agosto-2023	20	16.772	15.002	17.018
Septiembre-2023	21	16.772	15.002	17.018
Octubre-2023	22	16.772	15.002	17.018
Noviembre-2023	23	16.772	15.002	17.018
Diciembre-2023	24	16.772	15.002	17.018
	TOTAL	\$ 653.599	\$ 814.572	\$ 749.848

4.5.2. Método de Estacional Bimestral

En la tabla 21 se encuentra un resumen de la demanda con cada tipo de plan agregado y el costo de aplicación.

Estacional Bimestral por Subcontratación

En el método de estacionalidad bimestral por subcontratación la demanda insatisfecha la produce otra empresa ajena, pero únicamente cada dos meses. Por lo tanto, en este caso tenemos perdidas de demanda ya que no se puede cumplir con todos los pedidos. Teniendo un costo total de la estrategia de \$ 649.950. El anexo 8 brinda una descripción completa de la capacidad y de los costos del método.

Estacional Bimestral por Horas Extras

En el método de estacionalidad bimestral por horas extras, de igual la demanda insatisfecha se requiere cumplir con horas extras, de manera que no haya un costo de inventario, pero únicamente cada dos meses se realiza la misma cantidad de horas extras, dado esto se tiene un costo total de la estrategia de \$ 814.572 es decir la misma cantidad que el método anterior. El anexo 9 brinda una descripción completa de la capacidad y de los costos del método.

Estacional Bimestral por Contrato - Despido

En este método la demanda insatisfecha se la cubre mediante con contratos de nuevos trabajadores cada dos meses si es necesario, y de la misma forma el despido siempre y cuando cumpla los dos meses, por lo tanto, en este caso se realiza el contrato de 3 trabajadores y el despido de dos correspondientemente en todo el año. De manera que el método tiene el costo total de \$ 739.255. El anexo 10 brinda una descripción completa de la capacidad y de los costos del método.

Tabla 21.

Resumen del método estacional bimestral

PRODUCCIÓN DE ESTACIONARIAS				
MES	PERIODO	SUBCONTRATACIÓN	HORAS EXTRAS	CONTRATO - DESPIDO
Enero-2023	13	16.662	15.002	17.018
Febrero-2023	14	16.662	15.002	17.018
Marzo-2023	15	17.118	15.002	17.018
Abril-2023	16	17.118	15.002	17.018
Mayo-2023	17	16.585	15.002	17.018
Junio-2023	18	16.585	15.002	17.018
Julio-2023	19	16.712	15.002	17.018
Agosto-2023	20	16.712	15.002	17.018
Septiembre-2023	21	16.588	15.002	15.709
Octubre-2023	22	16.588	15.002	15.709
Noviembre-2023	23	16.590	15.002	17.018
Diciembre-2023	24	16.590	15.002	17.018
	TOTAL	\$ 649.950	\$ 814.572	\$ 739.255

4.5.3. Método de Persecución

En la tabla 22 se encuentra un resumen de la demanda con cada tipo de plan agregado y el costo de aplicación.

Persecución por Subcontratación

En el método de persecución por subcontratación se dice que la demanda insatisfecha la produce otra empresa ajena, en este caso cada que la empresa lo necesite. Por lo tanto, la empresa en este caso realiza subcontrataciones mensualmente, dando como resultado 0 en pérdidas de demanda, cumpliendo con lo requerido por el cliente. Teniendo un costo total de estrategia de \$ 648.828. El anexo 11 brinda una descripción completa de la capacidad y de los costos del método.

Persecución por Horas Extras

En el método de persecución por horas extras, la demanda insatisfecha se requiere cumplir con horas extras mensualmente, de manera que no haya un costo de inventario, aunque si existe perdidas de demanda ya que no se cumplen las horas requeridas para cubrir la demanda requerida, puesto que sobrepasa las establecidas por la ley, dado esto se tiene un costo total de

la estrategia de \$ 814.572. Es decir, la misma cantidad que el método por horas extras anterior.

El anexo 12 brinda una descripción completa de la capacidad y de los costos del método.

Persecución por Contrato - Despido

En este método la demanda insatisfecha se la cubre mediante contratos de nuevos trabajadores cada que sea necesario, y de la misma forma el despido cada que sea necesario.

Por lo tanto, en este caso se realiza 5 contratos y 4 despidos durante todo el año, lo cual no sería factible para la empresa, ya que se aumentarían los costos de estrategia, dando un costo total de \$ 739.195. El anexo 13 brinda una descripción completa de la capacidad y de los costos del método.

Tabla 22.

Resumen del método por persecución

PRODUCCIÓN DE PERSECUCIÓN				
MES	PERIODO	SUBCONTRATACIÓN	HORAS EXTRAS	CONTRATO - DESPIDO
Enero-2023	13	16.383	15.002	17.018
Febrero-2023	14	16.941	15.002	17.018
Marzo-2023	15	17.225	15.002	17.018
Abril-2023	16	17.010	15.002	17.018
Mayo-2023	17	16.736	15.002	17.018
Junio-2023	18	16.542	15.002	17.018
Julio-2023	19	16.669	15.002	15.709
Agosto-2023	20	16.797	15.002	17.018
Septiembre-2023	21	16.529	15.002	17.018
Octubre-2023	22	16.646	15.002	15.709
Noviembre-2023	23	16.455	15.002	17.018
Diciembre-2023	24	16.725	15.002	17.018
	TOTAL	\$ 648.828	\$ 814.572	\$ 739.195

Selección de estrategia

Se escogió la mejor estrategia basándose en las estrategias que no tienen perdida de demanda, como lo son:

- Contrato y despido por nivelación

- Contrato y despido por estacionalidad bimestral
- Subcontratación por persecución
- Contrato y despido por persecución

De las cuales se comparó la que tiene menor costo siendo la estrategia de subcontratación por persecución la elegida y a partir de eso se realizó el plan maestro de producción.

Con dichos datos y la plantilla presentada, se elabora el plan maestro de producción, de manera que, al conocer la cantidad exacta de fabricación, se da paso al sistema MRP

4.5.4. Plan Maestro de Producción

Plan Maestro de Producción del Queso Cheddar

La planificación de la producción detallada en la tabla 23, se la realizó para los 12 meses del 2023, con un tiempo semanal, de manera que el pronóstico mensual se dividió para las 4 semanas respectivamente.

Tabla 23.

Plan maestro de producción del queso Cheddar de los primeros 3 meses del año 2023, mediante algoritmos genéticos.

PMP	1-ENE-23													
CÓDIGO	QCH	INVENTARIO	ENERO				FEBRERO				MARZO			
DESCRIPCIÓN			0											
QUESO CHEDDAR		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	
PAP 35%		1.434	1.434	1.434	1.434	1.482	1.482	1.482	1.482	1.507	1.507	1.507	1.507	
Pedidos (pronostico)		1486	1486	1486	1486	1482	1482	1482	1482	1507	1507	1507	1507	
PMP o Producción		1486	1486	1486	1486	1482	1482	1482	1482	1507	1507	1507	1507	
Producción Acumulada		1486	2972	4458	5944	7426	8909	10391	11873	13380	14888	16395	17902	
Inventario Pronóstico		53	105	158	210	210	210	210	210	210	210	210	210	
Inventario Pedidos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

A partir del mes de abril hasta diciembre del 2023 en el anexo 14

Plan Maestro de Producción del Queso Mozzarella

La planificación de la producción detallada en la tabla 24 se la realizó para los 12 meses del 2023, con un tiempo semanal, de manera que el pronóstico mensual se dividió para las 4 semanas respectivamente.

Tabla 24.

Plan maestro de producción del queso Mozzarella de los primeros 3 meses del año 2023, mediante algoritmos genéticos.

FECHA DE INICIO	1-ENE-23													
CÓDIGO	QMO	INVENTARIO	ENERO				FEBRERO				MARZO			
DESCRIPCIÓN			Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
QUESO MOZARELLA		200												
Pronóstico			1.393	1.393	1.393	1.393	1.440	1.440	1.440	1.440	1.464	1.464	1.464	1.464
Pedidos			1444	1444	1444	1444	1440	1440	1440	1440	1464	1464	1464	1464
PMP o Producción			1.244	1.444	1.444	1.444	1.440	1.440	1.440	1.440	1.464	1.464	1.464	1.464
Producción Acumulada			1.244	2.687	4.131	5.574	7.014	8.454	9.894	11.334	12.798	14.262	15.726	17.191
Inventario Pronóstico			51	102	153	204	204	204	204	204	204	204	204	204
Inventario Pedidos			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A partir del mes de abril hasta diciembre del 2023 en el anexo 15

A partir del mes de abril hasta diciembre del 2023 en el anexo 16

4.1. Plan de Requerimiento de los Materiales (MRP)

4.1.1. Consulta de Inventario

Luego de diseñar el plan maestro de producción y saber la cantidad exacta a producir, se realizó una consulta de inventario, el cual consiste en describir en el formato de lista, cuantos productos se encuentran en el almacén como en la tabla 26, así mismo, se describe la cantidad de insumos se encuentran en bodega, como en la tabla 27.

Productos

Tabla 26.
Inventario de productos almacenados

PRODUCTOS										
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES	COSTO	PRECIO	LOTE MÍNIMO DE COMPRA O PRODUCCIÓN	STOCK MÍNIMO	STOCK MÁXIMO	STOCK DE SEGURIDAD	LEAD TIME
QCH	Queso Cheddar	210	unidades (1kg)	\$ 0,30	\$ 9,00	1 1/2 T	8 T	11 T	200	30 días
QMO	Queso Mozzarella	204	unidades (1kg)	\$ 1,15	\$ 8,00	1 1/2 T	9 T	11 T	200	30 días
QHO	Queso Holandes	186	unidades (1kg)	\$ 2,15	\$ 9,50	1 1/2 T	10 T	11 T	200	30 días

Materiales

Tabla 27.

Inventario de materiales almacenados

MATERIALES										
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES	COSTO	PRECIO	LOTE MÍNIMO DE COMPRA O PRODUCCIÓN	STOCK MÍNIMO	STOCK MÁXIMO	STOCK DE SEGURIDAD	LEAD TIME
LE01ML	Leche entera		litros	\$ 0,30		350	-	-	-	1 días
SM01ML	Sal muera		kilogramos	\$ 20,00		20			20	2 días
PC01ML	Pasta de cuajo		pastillas	\$ 0,25		200			100	2 días
AC01ML	Ácido cítrico		kilogramos	\$ 5,00		20			20	2 días
SA01ML	Sal		kilos	\$ 0,80		100			50	2 días
AG01ML	Agua		litros	\$ 0,00		0			200	1 días

4.1.2. Lista de Materiales

En la lista de materiales, se ingresó la cantidad de cada uno de los ingredientes para realizar 1 unidad de producto, que en este caso la unidad es 1kg de queso maduro. Por lo tanto, se coloca la cantidad de ingredientes para cada uno de los quesos seleccionados.

Queso Cheddar

Para la elaboración de una unidad del queso cheddar, que en este caso la unidad equivale a 1kg. Se necesita 15 litros de leche entera, la cual es entregada por los ganaderos de los alrededores. Para sumergir el queso cheddar se necesita por lo menos 1 tina de 200 litros de agua con 200 gr de sal muera, pero al menos 20 gr serán absorbidos por el queso. De igual forma, se necesita 0,150 gr de pasta de cuajo ya que únicamente es para una sola unidad. También se necesitará 12 gramos de ácido cítrico para la conservación, 20 gr de sal para darle un sabor neutro y como mínimo 3 gr de agua que regularmente se absorbe. Dichos ingredientes se observan en la tabla 28.

Tabla 28.

Lista de ingredientes para la elaboración del queso cheddar

QUESO CHEDDAR			
Código	Descripción	Cantidad	Unidad
LE01ML	Leche entera	15	Litros
SM01ML	Sal muera	20	gramos

PC01ML	Pasta de cuajo	0,150	gramos
AC01ML	Ácido cítrico	12	gramos
SA01ML	Sal	20	gramos
AG01ML	Agua	3	mililitros

Queso Mozzarella

Para la elaboración de una unidad del queso mozzarella, que en este caso la unidad equivale a 1kg. Se necesita 12 litros de leche entera, la cual es entregada por los ganaderos de los alrededores. Para sumergir el queso mozzarella se necesita por lo menos 1 tina de 200 litros de agua con 200 gr de sal muera, pero al menos 10 gr serán absorbidos por el queso. De igual forma, se necesita 0,125 gr de pasta de cuajo ya que únicamente es para una sola unidad. También se necesitará 6 gramos de ácido cítrico para la conservación, 10 gr de sal para darle un sabor neutro y como mínimo 4 gr de agua que regularmente se absorbe. Dichos ingredientes se observan en la tabla 29.

Tabla 29.

Lista de ingredientes para la elaboración del queso mozzarella

Código	Descripción	Cantidad	Unidad
LE01ML	Leche entera	12	Litros
SM01ML	Sal muera	10	gramos

PC01ML	Pasta de cuajo	0,125	gramos
AC01ML	Ácido cítrico	6	gramos
SA01ML	Sal	10	gramos
AG01ML	Agua	4	mililitros

Queso Holandés

Para la elaboración de una unidad del queso holandés, que en este caso la unidad equivale a 1kg. Se necesita 10 litros de leche entera, la cual es entregada por los ganaderos de los alrededores. Para sumergir el queso holandés se necesita por lo menos 1 tina de 200 litros de agua con 200 gr de sal muera, pero al menos 30 gr serán absorbidos por el queso. De igual forma, se necesita 0,200 gr de pasta de cuajo ya que únicamente es para una sola unidad. También se necesitará 10 gramos de ácido cítrico para la conservación, 30 gr de sal para darle un sabor neutro y como mínimo 3 gr de agua que regularmente se absorbe. Dichos ingredientes se observan en la tabla 30.

Tabla 30.

Lista de ingredientes para la elaboración del holandés

QUESO HOLANDES			
Código	Descripción	Cantidad	Unidad
LE01ML	Leche entera	10	Litros

SM01ML	Sal muera	30	gramos
PC01ML	Pasta de cuajo	0,200	gramos
AC01ML	Ácido cítrico	10	gramos
SA01ML	Sal	30	gramos
AG01ML	Agua	3	mililitros

4.1.3. Sistema MRP

Después de obtener la cantidad exacta de productos a fabricar mediante el plan maestro de producción y la cantidad de ingredientes de cada uno de los productos necesitan, así como la lista de inventario de cada uno de los insumos, mediante la siguiente plantilla se puede calcular la cantidad exacta a comprar de manera, que no haya faltas ni excesos de inventario. A continuación, en la tabla 31 se detalla la cantidad que se debe comprar.

Tabla 31.

Requerimiento de la cantidad de materiales para producir la demanda estimada

Fecha:	1 de enero de 2023		Tiempo de requerimiento	4 Semanas		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	REQUERIMIENTO BRUTO	INVENTARIO	REQUERIMIENTO NETO	STOCK DE SEGURIDAD
LE01ML	Leche entera	litros	203,67	0	203,67	0
SM01ML	Sal muera	kilogramos	187,57	0	187,57	20
PC01ML	Pasta de cuajo	pastillas	130,04	0	130,04	100

AC01ML	Ácido cítrico	kilogramos	166,53	0	166,53	20
SA01ML	Sal	kilos	185,34	0	185,34	50
AG01ML	Agua	litros	151,74	0	151,74	200

Fecha inicio **02/01/2023**

STOCK MÍNIMO	STOCK MÁXIMO	LOTE MÍNIMO	REQUERIMIENTO FINAL	CANTIDAD A COMPRAR	FECHA DE COMPRA
0	0	350	203,67	350,00	01/01/2023
0	0	20	207,57	207,57	31/2/2023
0	0	200	230,04	230,04	17/3/2023
0	0	20	186,53	186,53	21/3/2023
0	0	100	235,34	235,34	1/4/2023
0	0	0	351,74	351,74	18/4/2023

Análisis de Resultados

- **Comparación de errores medios cuadráticos**

Según la tabla 16 de los errores de raíz cuadrada media (RMSE) de los diferentes pronósticos, se evidencia que el error de los algoritmos genéticos es mucho más bajo que el de regresión lineal y de K-NN. Por lo tanto, el pronóstico con algoritmos genéticos es el elegido para realizar el plan maestro de producción.

- **Pronóstico con Algoritmos Genéticos**

Los algoritmos genéticos se utilizaron para entrenar las redes neuronales y pronosticar la demanda para el año 2023, obteniendo el gráfico de la figura 10. El cual se observa que la proyección no va disminuyendo como en regresión lineal y K-NN, de forma que, si se mantiene así y se logra cumplir con la demanda requerida, en un futuro se recobrarán los clientes perdidos. Debido a que al tener un pronóstico más exacto aplicando redes neuronales, se puede realizar una planificación a largo plazo

- **Mejor Estrategia del Plan Agregado**

Mediante el formato del anexo 5 se determinó el plan agregado de producción de los tres principales productos. Con la finalidad de determinar las unidades que se producirán, las cuales fueron planificadas mediante el diseño del plan maestro de producción.

El método de persecución por subcontratación fue elegido la mejor estrategia, ya que el costo de esta es la más favorable para la empresa, y de la misma forma se logra cumplir con toda la demanda requerida.

Así mismo, se escogió la estrategia de persecución por subcontratación anexo 11, de forma que siempre producirá la demanda del cliente, a diferencia de horas extras o por contrato despido, ya que estas se limitan a las horas extras según el reglamento del código de trabajo y el contrato despido, requiere de más gastos.

- **Plan maestro de producción**

Al realizar el pronóstico con redes neuronales es más preciso, garantizando confiabilidad en la producción. Garantizando que no exista riesgo de pérdidas de producto, y tenga una mayor satisfacción del cliente, de manera que se logre recuperar la confianza de este.

El plan maestro también ayuda a proporcionar al cliente una fecha de entrega y a predecir si su demanda se cumplirá en el tiempo y la cantidad especificados.

CONCLUSIONES

- El estudio del marco teórico ayudó a solidificar la comprensión de los sistemas de producción y la planificación de la producción en relación con las fallas operativas.
- Mediante la realización de visitas técnicas a la empresa se pudo identificar las principales causas de los distintos problemas, que están afectando la planificación de la producción, llegando a clasificar y caracterizar el sistema productivo.
- Se aplicó un plan agregado con la estrategia elegida el cual implicó la subcontratación de una empresa pequeña para atender la demanda requerida. Buscando recuperar la confianza de la empresa con los clientes.
- Al cumplir con la implementación del plan maestro de producción, todos los pedidos que ingresan de forma manual serán ingresados en el sistema de pedidos, de manera que se vayan organizando y planificando cada uno de ellos, así mismo se realizará la planificación de la producción semanal. Esto permitirá confirmar al cliente si su demanda será satisfecha en el tiempo requerido, o acordar una fecha posterior de entrega sin darle falsas esperanzas.
- Se implementó el sistema MRP, que es la planificación de las materias primas e insumos necesarios para producir los productos planificados. Esto asegura que solo se compren los materiales precisos para que no haya gastos ni pérdidas innecesarias.
- Al reducir los gastos que se generan por una buena planificación del MRP y recuperar la confianza de los clientes, la empresa puede rediseñar la planta producción y aumentar la capacidad. Esto eliminará la necesidad de subcontratar a otras empresas y permitirá satisfacer la demanda de los clientes.

RECOMENDACIONES

- Capacitar al gerente y al jefe de producción para la utilización de métodos de pronósticos de demanda como por ejemplo redes neuronales que se entrenan con algoritmos genéticos, para desarrollar la planificación de producción.
- Dar continuidad al trabajo, llevando el proceso de planificación de la productividad a corto plazo, ya que su producción es semanal, utilizando asignación de ordenes de puestos para que sea más factible.
- Satisfacer la demanda requerida mejora la credibilidad del cliente. Por lo tanto, se recomienda actualizar el plan maestro cada 3 meses, o al menos hasta que se estabilicen los pedidos

BIBLIOGRAFIA

1. Acevedo, J. y Cachay, C. (2010). *Planeación y control de la producción*. Pearson Educación
2. Armstrong, JS (2006). *Principios de pronóstico: un manual para gerentes y pronosticadores*. Springer Science & Business Media.
3. Buj, PND (1991). *Planificación jerárquica de la producción: una bibliografía*. Aarhus, Dinamarca: Instituto de Gestión, Universidad de Aarhus.
4. Buj, PND (1992). *Planificación jerárquica de la producción: una revisión de la literatura*. *Revista Internacional de Economía de la Producción*, 28(1-2), 1-17.
5. Byers, JA (2014). *El uso del error cuadrático medio para medir la precisión del pronóstico*. *Revista Internacional de Pronósticos*, 30(2), 433-442.
6. Chase, RB, Jacobs, FR y Aquilano, NJ (2009). *Gestión de operaciones para la ventaja competitiva (11ª ed.)*. McGraw-Hill/Irwin.
7. Chen, F. y Simchi-Levi, D. (2000). *Planificación jerárquica de la producción: una revisión y algunas ampliaciones*. *Transacciones IIE*, 32(9), 813-828.
8. Clemente, RT (1998). *Tomar decisiones difíciles: una introducción al análisis de decisiones*. Duxbury Press.
9. Cotta, C., Alba, E., Sagarna, R. y Larrañaga, P. (2001). *Ajuste de pesos en redes neuronales artificiales mediante algoritmos evolutivos*. En P. Larrañaga & J. Lozano (Eds.), *Estimación de algoritmos de distribución. Una nueva herramienta para el cálculo evolutivo* (págs. 357-373). Editores académicos de Kluwer.
10. Gaither, N. y Frazier, G. (2000). *Gestión de operaciones: Procesos y decisiones (5ª ed.)*. Upper Saddle River, Nueva Jersey: Prentice Hall.
11. Gaither, N. y Frazier, G. (2000). *Gestión de operaciones: Procesos y comportamiento*. Publicación de la universidad del sudoeste
12. Goldberg, DE (1989). *Algoritmos genéticos en búsqueda, optimización y aprendizaje automático*. Addison-Wesley.
13. Goodfellow, I., Bengio, Y. y Courville, A. (2016). *Aprendizaje profundo*.
14. Graves, Carolina del Sur (1999). *Planificación, control y gestión de inventarios de la producción*. Nueva York, NY: McGraw-Hill.
15. Hanke, J., & Wichern, D. (2010). *Pronósticos en los negocios (9 ed.)*. México: Pearson.

16. Hax, AC y Meal, HL (1975). Sistemas de planificación jerárquica en la fabricación. En AC Hax (Ed.), Estudios de programación matemática (págs. 199-221). Nueva York: Wiley.
17. Heizer, J. y Render, B. (2016). Gestión de operaciones (13ª ed.). Educación Pearson.
18. Holanda, JH (1975). Adaptación en sistemas naturales y artificiales. Prensa de la Universidad de Michigan.
19. Hyndman, RJ y Athanasopoulos, G. (2023). Pronóstico: Principios y práctica (7ª ed.). OTextos. Obtenido de <https://otexts.com/fpp/>
20. Lee, HL y Billington, C. (1993). Programación para satisfacer la demanda incierta: una revisión. Investigación de operaciones, 41(4), 649-667.
21. Makridakis, S., Wheelwright, SC y Hyndman, RJ (2018). Pronóstico: principios y práctica (5ª ed.). John Wiley & Sons.
22. Mentzer, JT, Flint, DJ y Hult, GTM (2001). Gestión de operaciones de servicio: la perspectiva de la cadena de suministro integrada. Upper Saddle River, Nueva Jersey: Prentice Hall.
23. Murphy, KP (2012). Aprendizaje automático: una perspectiva probabilística. Cambridge, MA: MIT Press.
24. Obispo, CM (1995). Redes neuronales para reconocimiento de patrones. Nueva York: Springer-Verlag.
25. Orlicky, J. (1975). Planificación de Requerimientos de Materiales. McGraw-Hill.
26. Paredes, J. (2001). Modelos de Programación de la Producción. Madrid: Pirámide.
27. Pinedo, ML (2005). Programación: teoría, algoritmos y sistemas (2ª ed.). Nueva York: Springer.
28. Plata, EA y Peterson, RL (1985). Sistemas de decisión para la gestión de inventarios y la planificación de la producción. Nueva York: Wiley.
29. Portilla, A. (2014). Aprendizaje profundo para visión artificial. Apres.
30. Sing, J. y Sing H. (2015). Gestión de operaciones: un enfoque contemporáneo. Singapur: Pearson Education South Asia.
31. Slack, N., Chambers, S. y Johnston, R. (2016). Gestión de operaciones (9ª ed.). Harlow, Inglaterra: Pearson Education.
32. Stevenson, WJ, Hendry, LC y Kingsman, BG (2005). Planificación y control de la producción en la fabricación. Nueva York, NY: McGraw-Hill.

33. Tao, H., Hameed, M. M., Marhoon, H. A., Zounemat-Kermani, M., Heddami, S., Sungwon, K., Sulaiman, S. O., Tan, M. L., Sa'adi, Z., Mehr, A. D., Allawi, M. F., Abba, S. I., Zain, J. M., Falah, M. W., Jamei, M., Bokde, N. D., Bayatvarkeshi, M., Al-Mukhtar, M., Bhagat, S. K., ... Yaseen, Z. M. (2022). Groundwater level prediction using machine learning models: A comprehensive review. *Neurocomputing*, 489, 271–308. <https://doi.org/10.1016/J.NEUCOM.2022.03.014>
34. Vollmann, TE, Berry, WL y Whybark, DC (1992). *Sistemas de planificación y control de fabricación: la evolución de MRP II* (3ª ed.). Nueva York: Irwin.
35. Whitley, D. (1992). *Algoritmos genéticos y redes neuronales: Optimización de conexiones y pesos*. Boston: Editores académicos de Kluwer.
36. Wickham, H. (2017). *Desviación absoluta media: una guía para la ciencia de datos*. O'Reilly Media.
37. Barrera, O. (2020). *La Administración de operaciones*. Academia. https://www.academia.edu/13901068/La_Administraci%C3%B3n_de_operaciones
38. Chapman, S. N. (2006). *Planeación y Control de la Producción*. Pearson Educación.
39. Chase, R., & Jacobs, R. (2014). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministro* (13 Edición). Mc Graw Hill.
40. Chopra, S., Meindl, P., Fernandez Molina, A. S., & Carril Villarreal, M. del P. (2008). *Administración de la cadena de suministro : estrategia, planeación y operación*. Pearson Educación.
41. Dominguez Machuca, J. A., Garcia Gonzalez, S., Dominguez Machuca, M. A., Ruiz Jimenez, A., & Alvarez Gil, M. J. (1995). *Dirección de operaciones: Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*. Mc Graw Hill.
42. Heizer, J. H., Render, Barry., Murrieta Murrieta, J. Elmer., & Haaz Díaz, Guillermo. (2009). *Principios de administración de operaciones*. Pearson Educación.
43. Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., Malhotra, M. K. (Manoj K., & Krajewski, L. J. (2008). *Administración de operaciones : procesos y cadenas de valor*. Pearson Educación.
44. Schroeder, R. G. (1993). *Administración de operaciones: Toma de decisiones en la función de operaciones*. McGraw-Hill.
45. Schroeder, R., Goldstein, S., & Rungtusanatham, J. (2005). *Administración de operaciones: Conceptos y casos contemporáneos* (5º Edición). Mc Graw Hill.

46. Sipper, D., & Bulfin, R. (1996). *Planeación y control de la producción*. The McGraw-Hill.
47. Vilcarromero, R. (2017). *La gestión de la Producción* (pp. 1–69).
<http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1321/index.htm>
48. Villalobos, N., Chamorro, O., Tomás, A., & Fontalvo Herrera, J. (2006). *Gestión de la producción y operaciones*.
49. Vollman, T. (2005). *Planeación y control de la producción: Administración de la cadena de suministro* (5º Edición). McGraw Hill.

ANEXOS

Anexo 1.

Formato de encuesta

Encuesta CTQ`S

Fecha:

Empresa:

Área:

Nº de encuesta

1. ¿Cree usted que ha disminuido la demanda de pedidos en los últimos 6 meses?

Si

No

2. Seleccione la causa de la disminución de la demanda

Demora en la entrega

Entrega del pedido incompleto

Ha bajado la calidad del producto

Ha subido el precio del producto

3. De acuerdo con la pregunta anterior, escriba el porqué de la disminución de la demanda

Anexo 2.

Código de regresión lineal para pronóstico

```
import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt

from sklearn import linear_model

from sklearn.metrics import mean_squared_error, r2_score

#Inputs

#Convertimos las listas de entrada en matrices
x = np.array([1,2,3,4,5,6, 7,8,9,10,11,12]) #periodo de entrenamiento

y = np.array([17730, 17750, 17450, 17500, 17510, 17650, 17500, 17310, 17130, 17160,17230,
16800])

z = np.array([13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24]) #Periodos que deseo pronosticar

#Graficamos los datos de entrada

plt.scatter(x,y,label='data', color='blue')

plt.title('Distribución entre meses y demanda');

regresion_lineal = linear_model.LinearRegression()

regresion_lineal.fit(x.reshape(-1,1), y)

print('\nParámetros del modelo de regresión')

print('b (Pendiente) = ' + str(regresion_lineal.coef_) + ', a (Punto de corte) = ' +
str(regresion_lineal.intercept_))

# vamos a predecir el periodo 7 (z = [7])

pronostico = regresion_lineal.predict(z.reshape(-1,1))

print('\nPronósticos')

for i in range(len(z)):

    print('Pronóstico para el periodo {0} = {1} '.format(z[i], pronostico[i]))

pronostico_entrenamiento = regresion_lineal.predict(x.reshape(-1,1))

mse = mean_squared_error(y_true = y, y_pred = pronostico_entrenamiento)

rmse = np.sqrt(mse)

print('\nEvaluación de calidad de la regresión')

print('Error Cuadrático Medio (MSE) = ' + str(mse))

print('Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE) = ' + str(rmse))
```

```

r2 = regresion_lineal.score(x.reshape(-1,1), y)
print('Coeficiente de Determinación R2 = ' + str(r2))

plt.plot(x, pronostico_entrenamiento, label='data', color='red')
plt.xlabel('Meses')
plt.ylabel('Demanda')

abscisas = [1,2,3,4,5,6,7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 ]
print('abscisas:')
print(abscisas)

ordenadas = [pronostico_entrenamiento[0], pronostico_entrenamiento[1],
pronostico_entrenamiento[2],
pronostico_entrenamiento[3],pronostico_entrenamiento[4], pronostico_entrenamiento[5],
pronostico_entrenamiento[6],
pronostico_entrenamiento[7], pronostico_entrenamiento[8], pronostico_entrenamiento[9],
pronostico_entrenamiento[10], pronostico_entrenamiento[11],
pronostico[0], pronostico[1], pronostico[2], pronostico[3], pronostico[4], pronostico[5],
pronostico[6],pronostico[7],pronostico[8],
pronostico[9], pronostico[10], pronostico[11]]

print('ordenadas:')
print(ordenadas)

plt.scatter(x,y,label='data', color='blue')
plt.title('Pronóstico vs Meses');

#plt.scatter(abscisas, ordenadas, label='data', color='black')

plt.plot(abscisas, ordenadas, label='data', color='green')
plt.xlabel('Meses')
plt.ylabel('Demanda')

```

Anexo 3.

Codigo K NN

```
##Time Series Forecasting Using Nearest Neighbors
install.packages("nnfor")
install.packages("ggplot2")
install.packages("TSstudio")
install.packages("forecast")
install.packages("tsfknn")
install.packages("readxl")

library(nnfor)
library(ggplot2)
library(TSstudio)
library(forecast)
library(tsfknn)
library(readxl)

Base_datos <- read_excel("DatosMilma.xlsx")
Base_datos

#convertir la base de datos en serie temporal(ts)
Base_datosts=ts(Base_datos,freq=12,start=c(2020,1))

#calculando la estacionalidad
ts_seasonal(Base_datosts,type="all")

#pronosticar la serie
y <- Base_datosts
y

#las variables de entrada son 12 meses
h <- 1*frequency(y)
```

```
frequency(y)
```

```
# Time Series Forecasting Using Nearest Neighbors
```

```
pred <- knn_forecasting(y, h = 12, lags = NULL, k = 2)
```

```
autoplot(pred)
```

```
autoplot(pred, highlight = "neighbors")
```

```
pred <- knn_forecasting(y, h = 1, lags = NULL, k = 2)
```

```
knn_examples(pred)
```

```
pred <- knn_forecasting(y, h = 12, lags = NULL, k = 2)
```

```
pred$prediction # To see a time series with the forecasts
```

```
plot(pred) # To see a plot with the forecast
```

```
pred <- knn_forecasting(y, h = 4, lags = NULL, k = 2, msas = "MIMO")
```

```
nearest_neighbors(pred)
```

```
pred <- knn_forecasting(y, h = 4, k = 1, msas = "recursive")
```

```
new_pred <- predict(pred, h = 12)
```

```
print(new_pred$prediction)
```

```
plot(new_pred) # To see a plot with the forecast
```

```
pred <- knn_forecasting(y, h = 4, lags = NULL, k = 2)
```

```
ro <- rolling_origin(pred)
```

```
print(ro$global_accu)
```

```
summary(pred)
```

Anexo 4.

Código redes neuronales

```
library(nnfor)
```

```
library(ggplot2)
```

```
library(TSstudio)
```

```
library(forecast)
```

```
library(readxl)
```

```
library(tseries)
```

```
Datos <- read_excel("ConsumoEmapala_v7.xlsx")
```

```
Datos
```

```
#convertir la base de datos en serie temporal(ts)
```

```
Datosts=ts(Datos$CONSUMO,freq=12,start=c(2020,1))
```

```
Datosts
```

```
plot(Datosts)
```

```
boxplot(Datosts)
```

```
adf.test(Datosts)
```

```
#Grafico
```

```
seasonplot(Datosts, col = rainbow(5), year.labels = TRUE)
```

```
#Modelo aditivo
```

```
modeloaditivo=decompose(Datosts)
```

```
plot(modeloaditivo)
```

```
#calculando la estacionalidad
```

```
ts_seasonal(Datosts,type="all")
```

```
#Autocorrelación
```

```
acf(Datosts)
```

```
#pronosticar la serie
```

```
y <- Datosts
```

y

```
#las variables de entrada son 12 meses
```

```
h <- 1*frequency(y)
```

```
frequency(y)
```

```
#Entrenamiento automático
```

```
Fit1<- mlp(y, reps = 200, lags =NULL,difforder = NULL,hd.max = NULL)
```

```
plot(Fit1)
```

```
forecast(Fit1)
```

```
print(Fit1)
```

```
plot(forecast(Fit1))
```

```
##Mejora de entrenamiento
```

```
Fit2<-mlp(y, model=Fit1,retrain=20)
```

```
print(Fit2)
```

```
plot(Fit2)
```

```
plot(forecast(Fit2,h=h))
```

```
summary(forecast(Fit2,h=h))
```

```
Fit3<-mlp(y, model=Fit2,retrain=20)
```

```
print(Fit3)
```

```
plot(Fit3)
```

```
plot(forecast(Fit3,h=h))
```

```
summary(forecast(Fit3,h=h))
```

```
Fit4<-mlp(y, model=Fit3,retrain=20)
```

```
print(Fit4)
```

```
plot(Fit4)
```

```
plot(forecast(Fit4,h=h))
```

```
summary(forecast(Fit4,h=h))
```


Anexo 5.*Nivelación por subcontratación*

NIVELACIÓN POR SUBCONTRATACIÓN						
DEMANDA PROYECTADA			PRODUCCIÓN	DEMANDA	SUBCONTRATACIÓN	INVENTARIOS
MES	PERIODO	Kg QUESO	QUESO	INSATISFECHA		
Enero-2023	13	16983	14.400	2.372	2.372	389
Febrero-2023	14	16941	14.400	2.372	2.372	219
Marzo-2023	15	17225	14.400	2.372	2.372	-
Abril-2023	16	17010	14.400	2.372	2.372	-
Mayo-2023	17	16736	14.400	2.372	2.372	36
Junio-2023	18	16542	14.400	2.372	2.372	265
Julio-2023	19	16669	14.400	2.372	2.372	367
Agosto-2023	20	16797	14.400	2.372	2.372	342
Septiembre-2023	21	16529	14.400	2.372	2.372	584
Octubre-2023	22	16646	14.400	2.372	2.372	710
Noviembre-2023	23	16455	14.400	2.372	2.372	1.026
Diciembre-2023	24	16725	14.400	2.372	2.372	1.073
	Sumatoria	201.259	172.800			
	Diferencia (DP-Prod)	28.459				
	N° Periodos	12				
	Demanda Insatisfecha	2.372				

PÉRDIDA DE DEMANDA	COSTOS DE PRODUCCIÓN	COSTOS DE INVENTARIO	COSTO DE PÉRDIDA DEMANDA	COSTO SUBCONTRATACIÓN	COSTO TOTAL
-	\$ 52.560	\$ 75,80	\$ 0,0	\$ 1.541,52	\$ 54.177,32
-	\$ 52.560	\$ 42,80	\$ 0,0	\$ 1.541,52	\$ 54.144,32
234	\$ 52.560	\$ 0,00	\$ 1.684,7	\$ 1.541,52	\$ 55.786,18
239	\$ 52.560	\$ 0,00	\$ 1.719,5	\$ 1.541,52	\$ 55.821,00
-	\$ 52.560	\$ 6,98	\$ 0,0	\$ 1.541,52	\$ 54.108,50
-	\$ 52.560	\$ 51,66	\$ 0,0	\$ 1.541,52	\$ 54.153,18
-	\$ 52.560	\$ 71,57	\$ 0,0	\$ 1.541,52	\$ 54.173,09
-	\$ 52.560	\$ 66,61	\$ 0,0	\$ 1.541,52	\$ 54.168,14
-	\$ 52.560	\$ 113,86	\$ 0,0	\$ 1.541,52	\$ 54.215,38
-	\$ 52.560	\$ 138,39	\$ 0,0	\$ 1.541,52	\$ 54.239,91
-	\$ 52.560	\$ 200,15	\$ 0,0	\$ 1.541,52	\$ 54.301,68
-	\$ 52.560	\$ 209,20	\$ 0,0	\$ 1.541,52	\$ 54.310,72
		\$ 977,01		<i>Costo total de la estrategia</i>	\$ 653.599,42

Anexo 6.*Nivelación por horas extras*

NIVELACIÓN POR HORAS EXTRA						
DEMANDA PROYECTADA			PRODUCCIÓN	DEMANDA	N° HORAS	N° HORAS
MES	PERIODO	kg QUESO	QUESO	INSATISFECHA	EXTRA	EXTRA REALES
					NECESARIAS	
Enero-2023	13	16.983	14.400	2.372	1.040	264
Febrero-2023	14	16.941	14.400	2.372	1.040	264
Marzo-2023	15	17.225	14.400	2.372	1.040	264
Abril-2023	16	17.010	14.400	2.372	1.040	264
Mayo-2023	17	16.736	14.400	2.372	1.040	264
Junio-2023	18	16.542	14.400	2.372	1.040	264
Julio-2023	19	16.669	14.400	2.372	1.040	264
Agosto-2023	20	16.797	14.400	2.372	1.040	264
Septiembre-2023	21	16.529	14.400	2.372	1.040	264
Octubre-2023	22	16.646	14.400	2.372	1.040	264
Noviembre-2023	23	16.455	14.400	2.372	1.040	264
Diciembre-2023	24	16.725	14.400	2.372	1.040	264
	Sumatoria	201.259	172.800			
	Diferencia (DP-Prod)	28.459				
	N° Periodos	12				
	Demanda Insatisfecha	2.372				

PRODUCCIÓN HORAS EXTRA	INVENTARIOS	PÉRDIDA DE DEMANDA	COSTOS DE PRODUCCIÓN	COSTOS DE INVENTARIO	COSTO DE PÉRDIDA DEMANDA	COSTO DE HORAS EXTRA	COSTO TOTAL
602	-	1.381	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 9.942,8	\$ 742,50	\$ 65.442,28
602	-	1.939	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 13.960,1	\$ 742,50	\$ 69.459,59
602	-	2.223	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 16.006,3	\$ 742,50	\$ 71.505,83
602	-	2.008	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 14.461,0	\$ 742,50	\$ 69.960,49
602	-	1.734	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 12.483,8	\$ 742,50	\$ 67.983,30
602	-	1.541	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 11.091,8	\$ 742,50	\$ 66.591,32
602	-	1.668	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 12.006,3	\$ 742,50	\$ 67.505,80
602	-	1.795	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 12.924,6	\$ 742,50	\$ 68.424,08
602	-	1.527	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 10.996,9	\$ 742,50	\$ 66.496,43
602	-	1.644	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 11.836,0	\$ 742,50	\$ 67.335,52
602	-	1.453	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 10.460,9	\$ 742,50	\$ 65.960,39
602	-	1.723	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 12.407,6	\$ 742,50	\$ 67.907,12
				\$ 0,00	<i>Costo total de la estrategia</i>		\$ 814.572,14

Anexo 7.*Nivelación por contrato – despido***NIVELACIÓN POR CONTRATO Y DESPIDO**

DEMANDA PROYECTADA		PRODUCCIÓN		DEMANDA INSATISFECHA	N° TRABAJADORES C/D TEÓRICOS	N° TRABAJADORES REALES C/D	N° TRABAJADORES ACTUALES EN LA PLANTA
MES	PERIODO	Kg QUESO	QUESO				
Enero-2023	13	16.983	14.400	2.372	<i>1,81</i>	2	13
Febrero-2023	14	16.941	14.400	2.372		-	13
Marzo-2023	15	17.225	14.400	2.372		-	13
Abril-2023	16	17.010	14.400	2.372		-	13
Mayo-2023	17	16.736	14.400	2.372		-	13
Junio-2023	18	16.542	14.400	2.372		-	13
Julio-2023	19	16.669	14.400	2.372		-	13
Agosto-2023	20	16.797	14.400	2.372		-	13
Septiembre-2023	21	16.529	14.400	2.372		-	13
Octubre-2023	22	16.646	14.400	2.372		-	13
Noviembre-2023	23	16.455	14.400	2.372		-	13
Diciembre-2023	24	16.725	14.400	2.372		-	13
	Sumatoria	201.259	172.800				
	Diferencia (DP-Prod)	28.459					
	N° Periodos	12					
	Demanda Insatisfecha	2.372					

PRODUCCIÓN ACTUAL DE LA PLANTA	INVENTARIO S	PÉRDIDA DE DEMANDA	COSTOS DE PRODUCCIÓN	COSTOS DE INVENTARIO	COSTO DE PÉRDIDA DEMANDA	COSTO CONTRATACIÓN/DESPI DO	COSTO TOTAL
17.018,18	635	-	\$ 62.116,36	\$ 123,89	\$ 0,0	\$ 600,00	\$ 62.840,25
17.018,18	713	-	\$ 62.116,36	\$ 138,97	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.255,34
17.018,18	506	-	\$ 62.116,36	\$ 98,64	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.215,00
17.018,18	514	-	\$ 62.116,36	\$ 100,16	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.216,52
17.018,18	796	-	\$ 62.116,36	\$ 155,23	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.271,59
17.018,18	1.272	-	\$ 62.116,36	\$ 248,00	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.364,36
17.018,18	1.620	-	\$ 62.116,36	\$ 316,00	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.432,36
17.018,18	1.842	-	\$ 62.116,36	\$ 359,13	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.475,49
17.018,18	2.331	-	\$ 62.116,36	\$ 454,46	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.570,83
17.018,18	2.703	-	\$ 62.116,36	\$ 527,08	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.643,44
17.018,18	3.266	-	\$ 62.116,36	\$ 636,93	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.753,30
17.018,18	3.559	-	\$ 62.116,36	\$ 694,06	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.810,43
				\$ 3.852,5432		<i>Costo total de la estrategia</i>	\$ 749.848,91

Anexo 8.*Estacionaria por subcontratación*

ESTACIONAL BIMESTRAL POR SUBCONTRATACIÓN						
DEMANDA PROYECTADA		PRODUCCIÓN	DEMANDA	SUBCONTRATACIÓN	INVENTARIOS	
MES	PERIODO	kg	QUESO	INSATISFECHA		
		QUESO				
Enero-2023	13	16983	14.400	2.262	2.262	279
Febrero-2023	14	16941	14.400	2.262	2.262	-
Marzo-2023	15	17225	14.400	2.718	2.718	-
Abril-2023	16	17010	14.400	2.718	2.718	107
Mayo-2023	17	16736	14.400	2.185	2.185	-
Junio-2023	18	16542	14.400	2.185	2.185	43
Julio-2023	19	16669	14.400	2.312	2.312	85
Agosto-2023	20	16797	14.400	2.312	2.312	-
Septiembre-2023	21	16529	14.400	2.188	2.188	58
Octubre-2023	22	16646	14.400	2.188	2.188	-
Noviembre-2023	23	16455	14.400	2.190	2.190	135
Diciembre-2023	24	16725	14.400	2.190	2.190	0
	Sumatoria	201.259	172.800			
	Diferencia (DP-Prod)	28.459				
	N° Periodos	12				
	Demanda Insatisfecha	2.372				

PÉRDIDA DE DEMANDA	COSTOS DE PRODUCCIÓN	COSTOS DE INVENTARIO	COSTO DE PÉRDIDA DEMANDA	COSTO SUBCONTRATACIÓN	COSTO TOTAL
-	\$ 52.560,00	\$ 54,40	\$ 0,0	\$ 1.470,20	\$ 54.084,60
-	\$ 52.560,00	\$ 0,00	\$ 0,0	\$ 1.470,20	\$ 54.030,20
107	\$ 52.560,00	\$ 0,00	\$ 772,7	\$ 1.766,51	\$ 55.099,18
-	\$ 52.560,00	\$ 20,93	\$ 0,0	\$ 1.766,51	\$ 54.347,43
43	\$ 52.560,00	\$ 0,00	\$ 309,7	\$ 1.420,55	\$ 54.290,20
-	\$ 52.560,00	\$ 8,39	\$ 0,0	\$ 1.420,55	\$ 53.988,93
-	\$ 52.560,00	\$ 16,63	\$ 0,0	\$ 1.502,62	\$ 54.079,25
0	\$ 52.560,00	\$ 0,00	\$ 0,0	\$ 1.502,62	\$ 54.062,62
-	\$ 52.560,00	\$ 11,36	\$ 0,0	\$ 1.421,90	\$ 53.993,26
-	\$ 52.560,00	\$ 0,00	\$ 0,0	\$ 1.421,90	\$ 53.981,90
-	\$ 52.560,00	\$ 26,36	\$ 0,0	\$ 1.423,51	\$ 54.009,87
-	\$ 52.560,00	\$ 0,00	\$ 0,0	\$ 1.423,51	\$ 53.983,51
		\$ 138,0671	<i>Costo total de la estrategia</i>		\$ 649.950,95

Anexo 9.*Estacional por horas extras*

ESTACIONAL BIMESTRAL POR HORAS EXTRAS						
DEMANDA PROYECTADA		PRODUCCIÓN		DEMANDA	N° HORAS	N° HORAS
MES	PERIODO	kg QUESO	QUESO	INSATISFECHA	EXTRA	EXTRA REALES
					NECESARIAS	
Enero-2023	13	16.983	14.400	2.262	992	264
Febrero-2023	14	16.941	14.400	2.262	992	264
Marzo-2023	15	17.225	14.400	2.718	1.192	264
Abril-2023	16	17.010	14.400	2.718	1.192	264
Mayo-2023	17	16.736	14.400	2.239	982	264
Junio-2023	18	16.542	14.400	2.239	982	264
Julio-2023	19	16.669	14.400	2.333	1.023	264
Agosto-2023	20	16.797	14.400	2.333	1.023	264
Septiembre-2023	21	16.529	14.400	2.188	959	264
Octubre-2023	22	16.646	14.400	2.188	959	264
Noviembre-2023	23	16.455	14.400	2.190	961	264
Diciembre-2023	24	16.725	14.400	2.190	961	264
	Sumatoria	201.259	172.800			
	Diferencia (DP-Prod)	28.459				
	N° Periodos	12				
	Demanda Insatisfecha	2.372				

PRODUCCIÓN HORAS EXTRA	INVENTARIOS	PÉRDIDA DE DEMANDA	COSTOS DE PRODUCCIÓN	COSTOS DE INVENTARIO	COSTO DE PÉRDIDA DEMANDA	COSTO DE HORAS EXTRA	COSTO TOTAL
602	-	1.381	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 9.942,8	\$ 742,50	\$ 65.442,28
602	-	1.939	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 13.960,1	\$ 742,50	\$ 69.459,59
602	-	2.223	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 16.006,3	\$ 742,50	\$ 71.505,83
602	-	2.008	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 14.461,0	\$ 742,50	\$ 69.960,49
602	-	1.734	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 12.483,8	\$ 742,50	\$ 67.983,30
602	-	1.541	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 11.091,8	\$ 742,50	\$ 66.591,32
602	-	1.668	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 12.006,3	\$ 742,50	\$ 67.505,80
602	-	1.795	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 12.924,6	\$ 742,50	\$ 68.424,08
602	-	1.527	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 10.996,9	\$ 742,50	\$ 66.496,43
602	-	1.644	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 11.836,0	\$ 742,50	\$ 67.335,52
602	-	1.453	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 10.460,9	\$ 742,50	\$ 65.960,39
602	-	1.723	\$ 54.757	\$ 0,00	\$ 12.407,6	\$ 742,50	\$ 67.907,12
				\$ 0,0000	<i>Costo total de la estrategia</i>		\$ 814.572,14

Anexo 10.*Estacional por contrato despido***ESTACIONAL BIMESTRAL POR CONTRATO Y DESPIDO**

DEMANDA PROYECTADA		Kg QUESO	PRODUCCIÓN N QUESO	DEMANDA INSATISFECHA	N° TRABAJADORES REALES C/D	N° TRABAJADORES ACTUALES EN LA PLANTA	PRODUCCIÓN ACTUAL DE LA PLANTA
MES	PERIODO						
Enero-2023	13	16983	14.400	2.261,84	2,00	13	17.018,18
Febrero-2023	14	16941	14.400	2.261,84	-	13	17.018,18
Marzo-2023	15	17225	14.400	-	-	13	17.018,18
Abril-2023	16	17010	14.400	-	-	13	17.018,18
Mayo-2023	17	16736	14.400	-	-	13	17.018,18
Junio-2023	18	16542	14.400	-	-	13	17.018,18
Julio-2023	19	16669	14.400	-	-	13	17.018,18
Agosto-2023	20	16797	14.400	-	-	13	17.018,18
Septiembre-2023	21	16529	14.400	-	1,00	12	15.709,09
Octubre-2023	22	16646	14.400	-	-	12	15.709,09
Noviembre-2023	23	16455	14.400	838,53	1,00	13	17.018,18
Diciembre-2023	24	16725	14.400	838,53	-	13	17.018,18
Sumatoria		201.259	172.800				
Diferencia (DP-Prod)		28.459					
N° Periodos		12					
Demanda Insatisfecha		2.372					

INVENTARIOS	PÉRDIDA DE DEMANDA	COSTOS DE PRODUCCIÓN	COSTOS DE INVENTARIO	COSTO DE PÉRDIDA DEMANDA	COSTO CONTRATACIÓN/DESPIDO	COSTO TOTAL
635,32	-	\$ 62.116,36	\$ 123,89	\$ 0,0	\$ 600,00	\$ 62.840,25
712,68	-	\$ 62.116,36	\$ 138,97	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.255,34
505,85	-	\$ 62.116,36	\$ 98,64	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.215,00
513,64	-	\$ 62.116,36	\$ 100,16	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.216,52
796,04	-	\$ 62.116,36	\$ 155,23	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.271,59
1.271,77	-	\$ 62.116,36	\$ 248,00	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.364,36
1.620,49	-	\$ 62.116,36	\$ 316,00	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.432,36
1.841,67	-	\$ 62.116,36	\$ 359,13	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.475,49
1.021,50	-	\$ 57.338,18	\$ 199,19	\$ 0,0	\$ 450,00	\$ 57.987,37
84,78	-	\$ 57.338,18	\$ 16,53	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 57.354,71
648,14	-	\$ 62.116,36	\$ 126,39	\$ 0,0	\$ 300,00	\$ 62.542,75
941,12	-	\$ 62.116,36	\$ 183,52	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.299,88
			\$ 2.065,63		<i>Costo total de la estrategia</i>	\$ 739.255,63

Anexo 11.*Persecución por subcontratación*

PERSECUCIÓN POR SUBCONTRATACIÓN						
MES	PERIODO	Kg QUESO	PRODUCCIÓN QUESO	DEMANDA INSATISFECHA	SUBCONTRATACIÓN	INVENTARIOS
Enero-2023	13	16.983	14.400	1.983	1.983	-
Febrero-2023	14	16.941	14.400	2.541	2.541	-
Marzo-2023	15	17.225	14.400	2.825	2.825	-
Abril-2023	16	17.010	14.400	2.610	2.610	-
Mayo-2023	17	16.736	14.400	2.336	2.336	-
Junio-2023	18	16.542	14.400	2.142	2.142	-
Julio-2023	19	16.669	14.400	2.269	2.269	-
Agosto-2023	20	16.797	14.400	2.397	2.397	-
Septiembre-2023	21	16.529	14.400	2.129	2.129	-
Octubre-2023	22	16.646	14.400	2.246	2.246	-
Noviembre-2023	23	16.455	14.400	2.055	2.055	-
Diciembre-2023	24	16.725	14.400	2.325	2.325	-
	Sumatoria	201.259	172.800			
	Diferencia (DP-Prod)	28.459				
	N° Periodos	12				
	Demanda Insatisfecha	2.372				

PÉRDIDA DE DEMANDA	COSTOS DE PRODUCCIÓN	COSTOS DE INVENTARIO	COSTO DE PÉRDIDA DEMANDA	COSTO SUBCONTRATACIÓN	COSTO TOTAL
-	\$ 52.560,00	\$ 0,00	\$ 0,0	\$ 1.288,86	\$ 53.848,86
-	\$ 52.560,00	\$ 0,00	\$ 0,0	\$ 1.651,53	\$ 54.211,53
-	\$ 52.560,00	\$ 0,00	\$ 0,0	\$ 1.836,26	\$ 54.396,26
-	\$ 52.560,00	\$ 0,00	\$ 0,0	\$ 1.696,75	\$ 54.256,75
-	\$ 52.560,00	\$ 0,00	\$ 0,0	\$ 1.518,26	\$ 54.078,26
-	\$ 52.560,00	\$ 0,00	\$ 0,0	\$ 1.392,59	\$ 53.952,59
-	\$ 52.560,00	\$ 0,00	\$ 0,0	\$ 1.475,15	\$ 54.035,15
-	\$ 52.560,00	\$ 0,00	\$ 0,0	\$ 1.558,05	\$ 54.118,05
-	\$ 52.560,00	\$ 0,00	\$ 0,0	\$ 1.384,03	\$ 53.944,03
-	\$ 52.560,00	\$ 0,00	\$ 0,0	\$ 1.459,78	\$ 54.019,78
-	\$ 52.560,00	\$ 0,00	\$ 0,0	\$ 1.335,63	\$ 53.895,63
-	\$ 52.560,00	\$ 0,00	\$ 0,0	\$ 1.511,38	\$ 54.071,38
		\$ 0,00		<i>Costo total de la estrategia</i>	\$ 648.828,27

Anexo 12.*Persecución por horas extras*

PERSECUCIÓN POR HORAS EXTRAS							
DEMANDA PROYECTADA			PRODUCCIÓN	DEMANDA	N° HORAS	N° HORAS EXTRA	PRODUCCIÓN
MES	PERIODO	Kg QUESO	QUESO	INSATISFECHA	EXTRA	REALES	HORAS EXTRA
					NECESARIAS		
Enero-2023	13	16.983	14.400	1.983	870	264	602
Febrero-2023	14	16.941	14.400	2.541	1.114	264	602
Marzo-2023	15	17.225	14.400	2.825	1.239	264	602
Abril-2023	16	17.010	14.400	2.610	1.145	264	602
Mayo-2023	17	16.736	14.400	2.336	1.024	264	602
Junio-2023	18	16.542	14.400	2.142	940	264	602
Julio-2023	19	16.669	14.400	2.269	995	264	602
Agosto-2023	20	16.797	14.400	2.397	1.051	264	602
Septiembre-2023	21	16.529	14.400	2.129	934	264	602
Octubre-2023	22	16.646	14.400	2.246	985	264	602
Noviembre-2023	23	16.455	14.400	2.055	901	264	602
Diciembre-2023	24	16.725	14.400	2.325	1.020	264	602
	Sumatoria	201.259	172.800				
	Diferencia (DP-Prod)	28.459					
	N° Periodos	12					
	Demanda Insatisfecha	2.372					

INVENTARIOS	PÉRDIDA DE DEMANDA	COSTOS DE PRODUCCIÓN	COSTOS DE INVENTARIO	COSTO DE PÉRDIDA DEMANDA	COSTO DE HORAS EXTRA	COSTO TOTAL
-	1.381	\$ 54.757,01	\$ 0,00	\$ 9.942,8	\$ 742,50	\$ 65.442,28
-	1.939	\$ 54.757,01	\$ 0,00	\$ 13.960,1	\$ 742,50	\$ 69.459,59
-	2.223	\$ 54.757,01	\$ 0,00	\$ 16.006,3	\$ 742,50	\$ 71.505,83
-	2.008	\$ 54.757,01	\$ 0,00	\$ 14.461,0	\$ 742,50	\$ 69.960,49
-	1.734	\$ 54.757,01	\$ 0,00	\$ 12.483,8	\$ 742,50	\$ 67.983,30
-	1.541	\$ 54.757,01	\$ 0,00	\$ 11.091,8	\$ 742,50	\$ 66.591,32
-	1.668	\$ 54.757,01	\$ 0,00	\$ 12.006,3	\$ 742,50	\$ 67.505,80
-	1.795	\$ 54.757,01	\$ 0,00	\$ 12.924,6	\$ 742,50	\$ 68.424,08
-	1.527	\$ 54.757,01	\$ 0,00	\$ 10.996,9	\$ 742,50	\$ 66.496,43
-	1.644	\$ 54.757,01	\$ 0,00	\$ 11.836,0	\$ 742,50	\$ 67.335,52
-	1.453	\$ 54.757,01	\$ 0,00	\$ 10.460,9	\$ 742,50	\$ 65.960,39
-	1.723	\$ 54.757,01	\$ 0,00	\$ 12.407,6	\$ 742,50	\$ 67.907,12
			\$ 0,00	<i>Costo total de la estrategia</i>		\$ 814.572,14

Anexo 13.*Persecución por contrato- despido*

PERSECUCIÓN POR CONTRATO Y DESPIDO							
DEMANDA PROYECTADA		PRODUCCIÓN		DEMANDA INSATISFECHA	N° TRABAJADORES REALES C/D	N° TRABAJADORES ACTUALES EN LA PLANTA	PRODUCCIÓN ACTUAL DE LA PLANTA
MES	PERIODO	Kg QUESO	QUESO				
Enero-2023	13	16.983	14.400	1.982,86	2,00	13	17.018,18
Febrero-2023	14	16.941	14.400	-	-	13	17.018,18
Marzo-2023	15	17.225	14.400	-	-	13	17.018,18
Abril-2023	16	17.010	14.400	-	-	13	17.018,18
Mayo-2023	17	16.736	14.400	-	-	13	17.018,18
Junio-2023	18	16.542	14.400	-	-	13	17.018,18
Julio-2023	19	16.669	14.400	-	1,00	12	15.709,09
Agosto-2023	20	16.797	14.400	776,51	1,00	13	17.018,18
Septiembre-2023	21	16.529	14.400	-	-	13	17.018,18
Octubre-2023	22	16.646	14.400	-	1,00	12	15.709,09
Noviembre-2023	23	16.455	14.400	660,95	1,00	13	17.018,18
Diciembre-2023	24	16.725	14.400	-	-	13	17.018,18
Sumatoria			172.800				
		201.259					

Diferencia (DP-Prod)	28.459
N° Periodos	12
Demanda Insatisfecha	2.372

INVENTARIOS	PÉRDIDA DE DEMANDA	COSTOS DE PRODUCCIÓN	COSTOS DE INVENTARIO	COSTO DE PÉRDIDA DEMANDA	COSTO CONTRATACIÓN/DESPIDO	COSTO TOTAL
635,32	-	\$ 62.116,36	\$ 123,89	\$ 0,0	\$ 600,00	\$ 62.840,25
712,68	-	\$ 62.116,36	\$ 138,97	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.255,34
506	-	\$ 62.116,36	\$ 98,64	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.215,00
514	-	\$ 62.116,36	\$ 100,16	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.216,52
796	-	\$ 62.116,36	\$ 155,23	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.271,59
1.272	-	\$ 62.116,36	\$ 248,00	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.364,36
311	-	\$ 57.338,18	\$ 60,72	\$ 0,0	\$ 300,00	\$ 57.698,91
533	-	\$ 62.116,36	\$ 103,85	\$ 0,0	\$ 300,00	\$ 62.520,22
1.021	-	\$ 62.116,36	\$ 199,19	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.315,56
85	-	\$ 57.338,18	\$ 16,53	\$ 0,0	\$ 300,00	\$ 57.654,71
648	-	\$ 62.116,36	\$ 126,39	\$ 0,0	\$ 300,00	\$ 62.542,75
941	-	\$ 62.116,36	\$ 183,52	\$ 0,0	\$ 0,00	\$ 62.299,88
			\$ 1.555,08		<i>Costo total de la estrategia</i>	\$ 739.195,08

