



FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y

URBANISMO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA

INDUSTRIAL

**APLICACIÓN DE PROGRAMACIÓN LINEAL EN LA
PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN
DE AZÚCAR, PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA
EMPRESA AGROINDUSTRIAL POMALCA S.A.A**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

Autor(es)

Bach. Monja Gallo Merly Suggey.

Bach. Sedan Rengifo Manuel Linorio.

Asesor Especialista

Mg. Arrascue Becerra Manuel Alberto.

PIMENTE- PERÚ

2016

Bach. MONJA GALLO MERLY SUGGEY
Autor

Bach. SEDAN RENGIFO MANUEL LINORIO
Autor

Aprobada por:

MG. JOEL DAVID VARGAS SAGASTEGUI
Presidente del jurado de tesis

Ing. JENNER CARRASCAL SÁNCHEZ
Secretario del jurado de tesis

Mg. ARRASCUE BECERRA MANUEL ALBERTO
Vocal del jurado de tesis

PIMENTEL - 2016

DEDICATORIA

La presente investigación la dedicamos con todo nuestro esfuerzo a dios que nos diste la oportunidad de vivir y de regalarnos una familia maravillosa.

Principalmente a nuestros padres que nos dieron la vida y han estado con nosotros en todo momento por darnos una carrera para nuestro futuro y por creer en nosotros, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándonos y brindándonos todo su amor y por ser los últimos de sus hijos aquí esta lo que ustedes nos brindaron solamente les estamos devolviendo lo que ustedes nos dieron desde un principio.

Le dedicamos la presente tesis a nuestras abuelitas: Ricardina Collazos Chuzón, Anicia Arévalo Meza y Clara Caramantin Palacios a pesar de que no están aquí a hora en estos momentos con nosotros, sabemos que sus almas si lo están nunca las olvidaremos.

A nuestros profesores por confiar en nosotros por tenernos la paciencia necesaria por apoyarnos en momentos difíciles muchas gracias por brindarnos todas sus enseñanzas.

A la empresa Agro Industrial Pomalca SAA, por el apoyo brindado durante la investigación de la misma.

AGRADECIMIENTO

A Dios gracias por su amor infinito, salud, vida y sabiduría para seguir adelante y alcanzar nuestras metas.

A nuestros padres, por el cariño y apoyo que siempre nos han brindado, por enseñarnos valores y ser mejores como personas, sin ellos no seríamos lo que somos ahora.

A todos aquellos que han contribuido a nuestra formación profesional y en especial al Mg. Manuel Arrascue Becerra por su apoyo como nuestro asesor especialista.

RESUMEN

La herramienta de programación lineal (PL) es de gran utilidad en la actualidad sobre todo en el ramo industrial en el momento de determinar el programa óptimo de producción, el cual se encuentra inmerso en un conjunto de restricciones de disponibilidad de recursos humanos, económicos o de requerimiento de insumos en la presente investigación aplicaremos dicha herramienta elaborando un plan y programa de producción de azúcar para mejorar la productividad en el área de elaboración de la Empresa Agroindustrial Pomalca utilizando las técnicas como Entrevistas, recolección de datos históricos , guías de análisis de documentos y graficas de dispersión. Contaremos con la ayuda de un software basado en Windows llamado TORA, creado esencialmente para darle solución a problemas de programación lineal (PL) de forma sencilla y muy rápida. Además, de que provee una interfaz gratuito y agradable para el usuario.

Proponemos un plan de producción de 12 meses desde el mes de enero del 2015 hasta el mes de diciembre del 2016, los cual muestran las horas de trabajo y los costos por turno.

Uno de los principales logros obtenidos aplicando el plan de persecución propuesto Es minimizar los costos de la cantidad de horas por turno de trabajo sin afectar la producción.

Palabras claves: Programación lineal, plan de persecución

ABSTRACT

The programming linear tool is useful today especially in the industrial sector at the time of determining the optimal production program, which is immersed in a set of constraints of available human resources, financial or requirement inputs in this investigation will apply this tool developing a plan and program of sugar production to improve productivity in the area elaboration of the company Agroindustrial Pomalca using techniques such as interviews, historical data collection, analysis guides documents and graphs dispersion. We have the help of a Windows-based software called TORA essentially created for solving linear programming problems easily and very quickly. In addition, it provides a free and user friendly interface.

We propose a production plan for 12 months from January 2015 until November of 2016, which show the hours and costs per shift.

One of the main achievements obtained by applying the proposed plan of persecution It is to minimize the costs of the number of hours per shift without affecting production.

Keywords: linear programming, persecution plan

INDICE

CAPÍTULO I PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1) SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	2
1.2) FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3) DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.4) JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.5) LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.6) OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.6.1) Objetivo general	5
1.6.2) Objetivos específicos.....	6
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	7
2.1) ANTECEDENTES DE ESTUDIOS	8
2.2) BASE TEÓRICA CIENTÍFICAS.....	11
2.2.1 Planeación de la producción.....	11
2.2.2 Planificación de la producción	13
2.2.3 El proceso de planificación agregada	15
2.2.4 Técnicas para la planeación agregada	17
2.2.5 Etapas para realizar la planificación de la producción	17
2.2.6 Métodos para la planificación de la producción.....	19
2.2.7 Estrategia de planificación agregada.....	20
2.2.8 Pronósticos	22
2.2.9 Métodos para la aplicación de pronósticos.....	24
a) Método cualitativo.....	24
b) Método cuantitativo	25
c) Promedio móviles.....	26
d) Suavizamiento exponencial.....	27
e) Programación de la producción.....	28
2.2.10 Productividad.....	30
a) Definición de productividad.....	31
2.2.11 Tipos de productividad.....	33
a) Productividad parcial.....	33
b) Productividad de factor total	33
c) Productividad total	33

2.2.12 Mejoramiento de la productividad.....	33
2.2.13 Causas de la disminución de la productividad.....	34
2.2.14 Programación Lineal	35
a) Importancia de la programación lineal.....	36
2.2.15 Formato canónico y estándar.....	37
a) Formato Canónico.....	37
b) Formato estándar.....	37
2.3 DEFINICIÓN DE TERMINOLOGÍA	38
2.3.1 Planeación:	38
2.3.2 Programación.....	38
2.3.3 Programación Lineal(PL)	39
2.3.4 Productividad.....	39
2.3.5 Software Tora	39
2.3.6 Demanda.....	39
2.3.7 Restricciones	40
2.3.8 <i>Control de Inventarios</i>	40
2.3.9 Pronostico.....	40
2.3.10 Producción.....	40
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	41
3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.1.1 Tipo de investigación	42
3.1.2 Diseño de la investigación.....	42
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	42
3.2.2 Población.....	42
3.2.3 Muestra.....	42
3.3 HIPÓTESIS	43
3.4 VARIABLES	43
3.4.1 Variable Independiente.....	43
3.4.2 Variable Dependiente	43
3.5 OPERACIONALIZACION	44
3.6 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	45
3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	45
3.8 PRINCIPIOS ÉTICOS	45

3.9 CRITERIOS DE RIGOR CIENTÍFICO	46
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	47
4.1) DIAGNOSTICO ACTUAL DE LA EMPRESA.....	48
4.1.1 Estructura de la organización	48
4.1.2 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de azúcar rubia.....	49
4.2) RESULTADOS EN TABLAS Y GRÁFICOS.....	49
4.2.1 Resultados y análisis de la recopilación de datos	50
4.3) DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	65
4.4) DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN.....	69
CAPITULO V: PROPUESTA DE INVESTIGACION	75
5.1) PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN	76
5.1.1) Pronostico de la Demanda Hasta Año 2016.....	77
5.2) PRIMER PLAN DE PERSECUCIÓN.....	80
5.2.1) Calculo para realizar el primer Plan de persecución.....	82
5.2.2) Resultados del plan 1: plan de persecución.....	91
5.3) PLAN DE PRODUCCIÓN CONSTANTE	104
5.3.1) Cálculos para el plan de producción constante	105
5.3.2) Resultados de plan constante	111
5.4) PLAN ELEGIDO CON MENOR COSTO	114
5.4.1) Programación de actividades y de producción.....	114
5.4.2) Costo de mano de obra actual de la Empresa Agroindustrial Pomalca.....	127
5.4.3) Aplicación mantenimiento preventivo diario.....	129
5.4.4) Costo y beneficio.....	141
5.4.5) Productividad con la propuesta.....	142
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	144
REFERENCIAS	147
ANEXOS	148

INDICE DE TABLAS

Tabla N ^a 1 Maximización Y Minimización De Programación Lineal.	38
Tabla N ^o 2 Operacionalizacion.....	44
Tabla N ^a 3 Insumos utilizados para la elaboración de azúcar	51
Tabla N ^o 4 Producción Diaria en caña de azúcar 6/9/2015	52
Tabla N ^o 5 Producción Diaria en caña de azúcar 9/9/2015	53
Tabla N ^o 6 Producción Anual últimos 5 años.....	53
Tabla N ^o 7 Plan de molienda para el 2015.	54
Tabla N ^o 8 Producción promedio por turno de trabajo.....	54
Tabla N ^o 9 Trabajadores para cada turno.	55
Tabla N ^o 10 Producción últimos meses año 2015	55
Tabla N ^o 11 Características de equipos Pre evaporadores y evaporadores	56
Tabla N ^o 12 Datos de producción 5 últimos años.	57
Tabla N ^o 13 Pago Por Hora De Trabajadores Por Turno	60
Tabla N ^o 14 Ventas de azúcar 2014 - 2015	77
Tabla N ^o 15 Pronostico producción 2016.....	78
Tabla N ^o 16 Costos para mes de 29 días.	82
Tabla N ^a 17 Costos para mes de 30 días.....	83
Tabla N ^a 18 Costos para mes de 31 días.....	83
Tabla N ^o 19 Capacidad de producción	84
Tabla N ^o 20 Tonelada por bolsa mes.....	85
Tabla N ^o 21 Tonelada por cada mes para los tres turno menor 94200.....	85
Tabla N ^o 22 Producción de acuerdo a la demanda y según día del mes.....	86
Tabla N ^o 23 Horas de trabajo menos igual a 8 horas.....	87
Tabla N ^o 24 Tasa de producción por hora de trabajo.	88
Tabla N ^o 25 Tasa de producción de acuerdo a horas de trabajo.....	88
Tabla N ^o 26 Costos para el plan anual.....	105
Tabla N ^o 27 capacidad de producción por turno de trabajo menor a 10000 bolsas.....	106
Tabla N ^o 28 producción días años igual a la suma de demanda.....	106
Tabla N ^o 29 Cantidad horas trabajo igual a 8 horas.	106
Tabla N ^o 30 Tasa estrategia por hora de trabajo por cada turno.....	107
Tabla N ^o 31 Costos de inventario por los días de cada mes	107
Tabla N ^o 32 Costo de Inventario para los meses del plan	108

Tabla N° 33 inventario Final mayor o igual a la demanda	109
Tabla N° 34 Programación de actividades para mes de enero.....	114
Tabla N° 35 Programación de actividades para mes de Febrero	115
Tabla N° 36 Programación de actividades para mes de Marzo	116
Tabla N° 37 Programación de actividades para mes de Abril	117
Tabla N° 38 Programación de actividades para mes de Mayo	118
Tabla N° 39 Programación de actividades para mes de Junio	119
Tabla N° 40 Programación de actividades para mes de Julio.....	120
Tabla N° 41 Programación de actividades para mes de Agosto	121
Tabla N° 42 Programación de actividades para mes de Septiembre	122
Tabla N° 43 Programación de actividades para mes de Octubre.....	123
Tabla N° 44 Programación de actividades para mes de Noviembre.....	124
Tabla N° 45 Programación de actividades para mes de Diciembre.....	125
Tabla Nª 46 Plan de Molienda Caña 2016 y días de molienda.....	126
Tabla N° 47 Costos de mano de obra actuales.....	127
Tabla N° 48 Costos mano de obra Propuesto	128
Tabla N° 49 Ventas de bolsas 2014- 2015.....	130
Tabla N° 50 Ingresos de año 2015.....	130
Tabla N° 51 Pronostico de ingresos para año 2016.....	139
Tabla N° 52 Costos actuales de la empresa para medir su productividad	140
Tabla N° 53 Costos para implantar el proyecto.....	141
Tabla N° 54 Costos totales	142
Tabla N° 55 Costos para el año 2016	142

INDICE DE FIGURAS

Figura N ^a 1 Sistema de planeación y programación de operaciones.....	29
Figura N ^a 2 Estructura de la Organización.....	48
Figura N ^a 3 Diagrama de flujo del proceso de azúcar.....	49
Figura N ^a 4 Trabajadores estables del área.	59
Figura N ^a 5 Muestras de brix, prza y polarización.....	66
Figura N ^a 6 Grafica de tendencia	78
Figura N ^a 7 Digitado el plan de 1 en Software Tora.	90
Figura N ^a 8 Digitación de restricciones.....	91
Figura N ^a 9 Producción y horas de trabajo para mes de enero.....	92
Figura N ^a 10 Producción y horas de trabajo para mes de febrero.....	93
Figura N ^a 11 Producción y horas de trabajo para mes de marzo.....	94
Figura N ^a 12 Producción y horas de trabajo para mes de abril	95
Figura N ^a 13 Producción y horas de trabajo para mes de mayo.....	96
Figura N ^a 14 Producción y horas de trabajo para mes de junio	97
Figura N ^a 15 Producción y horas de trabajo para mes de Julio.....	98
Figura N ^a 16 Producción y horas de trabajo para mes de agosto	99
Figura N ^a 17 Producción y horas de trabajo para mes de septiembre	100
Figura N ^a 18 Producción y horas de trabajo para mes de octubre.....	101
Figura N ^a 19 Producción y horas de trabajo para mes de noviembre	102
Figura N ^a 20 Producción y horas de trabajo para mes de diciembre.....	103
Figura N ^a 21 Digitar el plan N ^o 2	110
Figura N ^a 22 Resultados del 2 ^o Plan constante.....	111
Figura N ^a 23 Horas de trabajo e inventarios finales.....	112
Figura N ^a 24 Transporte de la MP.....	148
Figura N ^a 25 Tráiler con MP, ingresando a molienda.....	148
Figura N ^a 26 Lavado de caña - conductor 2	149
Figura N ^a 27 Molinos del área de trapiche	149
Figura N ^a 28 Extracción de jugo	150
Figura N ^a 29 Extracción de jugo entre masas	150

Figura N ^a 30 Válvulas de cal.....	151
Figura N ^a 31 Tanques de Jugo encalado	151
Figura N ^a 32 calentadores de Jugo	152
Figura N ^a 33 Clarificador	152
Figura N ^a 34 EVAPORADORES GRUPO B	153
Figura N ^a 35 Tanques Pre Evaporadores.....	153
Figura N ^a 36 Tachos de masas - Vacumpanes	154
Figura N ^a 37 Tacho de azúcar comercial	154
Figura N ^a 38 Envasado de 50 Kg.	155
Figura N ^o 39 Almacenando	155
Figura N ^a 40 Almacén de azúcar comercial	155

INTRODUCCION

La presente investigación trata de “Elaborar un plan y programa de producción de azúcar aplicando la programación lineal” en la empresa Agroindustrial Pomalca S.A.A para tener como beneficio un aumento de la productividad en el área de elaboración. Como parte de este análisis, fue necesario hacer un levantamiento de información de la condición actual de la empresa.

El trabajo presentado está conformado por 6 capítulos, de los cuales en el capítulo I “Problema de investigación”, como se observa más adelante la problemática analizada fue la falta de una aplicación de una programación lineal en la planeación y programación de la producción, ya que son escasas las empresas lambayecanas que planifican su producción basándose en un modelo o software.

En el capítulo II “Marco Teórico” se abarca investigaciones similares sobre la falta de una planeación y programación de la producción, que ocasiona esto a las empresas, y que empresas han usado una planeación y las ganancias que la ha generado la aplicación de la misma.

En el capítulo III “Marco Metodológico” se detalla que la investigación es de tipo cuantitativa, aplicada, que la muestra es conformada por el área de elaboración de la empresa Agroindustrial Pomalca SAA. En la hipótesis tenemos que la aplicación de la programación lineal, mejorara la productividad, también tendremos un procedimiento para la recolección de datos, operacionalización los métodos a utilizar y herramientas para unos análisis estadísticos de los datos.

En el capítulo IV “Análisis e interpretación de datos”, describimos los datos que necesitamos para el desarrollo del modelo lineal, tenemos los datos de producción, capacidad de planta, toneladas para un inicio de producción entre otros datos que podrán observar más adelante.

En el capítulo V “Propuesta de investigación”, Realizaremos un pronóstico basado en 12 meses proponiendo dos modelos de programación lineal el primero sería el plan de persecución y el segundo el `plan constante eligiendo el plan que contenga los menores costos para la empresa. Aplicándolo en la planeación y programación de la producción donde establecemos cuanto se va a producir por turno, el tiempo a utilizar y el costo de mano de obra que requerimos.

En el capítulo VI “Conclusiones y recomendaciones”, se concluye que debemos aplicar el plan de persecución pensando que debemos producir igual que la demanda del mercado que mejorara la productividad de la empresa.

Se recomienda que para cumplir las 8 horas de trabajo en el 3º turno deben planificarse ciertos mantenimientos diarios en la maquinaria de tal motivo la producción serán los 30 días de cada mes y el personal del turno noche solo se que se encarguen del mantenimiento del área de elaboración. Para que puedan producir sin tener fallas constantes en las maquinas.

CAPÍTULO I

PROBLEMA

DE

INVESTIGACIÓN

1.1) Situación Problemática

A nivel mundial el problema actual que existe en las organizaciones productivas se caracteriza por la falta de una buena planeación y programación de su producción mediante la aplicación de técnicas metodológicas y procedimientos que sean apropiados al entorno de las organizaciones productivas. La planificación de la producción puede ser compleja. Cuando te involucras con la misma debes mantener un registro de los miembros del equipo de producción que van a trabajar, qué materiales utilizarán y qué productos fabricarán. En las grandes empresas manufactureras esto puede llevar a una gran cantidad de trabajo para la persona a cargo de la planificación. El planificador de la producción a menudo tiene que aprender los números de productos, números de parte y otra información específica para hacer que funcione. Estudios recientes de la OIT (Organización Internacional de Trabajo) demuestran que entre múltiples problemas que afrontan actualmente las empresas y que las hace no competitivas sobresale el problema de una productividad insuficiente.

En el Perú tiene un rol menor que el otorgado en otros países de la región, sin planeación no hay desarrollo, porqué nos mantendríamos disminuyendo la cantidad de recursos y tiempo que se dedican a corregir decisiones precipitadas. Muchas empresas no planifican, por lo cual se convierte en empresas reactivas, es decir, no reaccionan ante un cambio en el entorno; quedando en desventaja con respecto a las empresas activas, que son las que si planifican y se adelantan a los cambios que hay en el entorno.

Ante la crisis por la que atraviesan las empresas en general, y ante la necesidad de ser cada día más competitivas, surgen técnicas de mejora de la productividad.

La productividad es vital para el desarrollo de cualquier actividad empresarial, pues aquellas que no la mejoran respecto a su competencia están condenadas a fracasar.

A nivel regional Una de las consecuencias más importante de la falta de planeamiento y programación de la producción es que las empresas no generan eficiencia al no contar con objetivos concretos, objetivos específicos para cada área de la organización, cuya ausencia genera la improvisación, es decir, no existe coordinación de las tareas y actividades por lo cual se le da un inadecuado uso a los recursos. Una dificultad potencial con el uso de planificación de la producción es el coste de la implementación. Cuando se implementa un sistema de planificación de la producción, es posible que tengas que comprar softwares y otros recursos para ayudar a facilitar el proceso

En la empresa Agroindustrial Pomalca SAA no se ha implementado la planeación y programación de la producción, lo cual no permite detectar oportunidades para ser clasificadas por orden de prioridad y poder explotarla anticipándose a los hechos, esto se refleja en el área de la molienda de caña ya que si no se cuenta con 200 toneladas para el inicio de la molienda no se puede iniciar la producción y se generan tiempos muertos de 3 a 4 horas generando pérdidas de dinero para la empresa, teniendo personal sin hacer actividad alguna. Al no contar con métodos de planificación y programación no se logra prever los cambios del entorno y señalar como se va a reaccionar ante estos cuando lleguen.

La empresa Agroindustrial Pomalca mantiene la incertidumbre al no saber qué se presentará en el futuro, no logra minimizar el riesgo que se presenta al contar con materia prima de temporadas inestables, lo que origina altos y bajos inventarios, afectando negativamente a la empresa. (Autores, 2015)

1.2) Formulación del Problema

¿Aplicando programación lineal en la planeación y programación de la producción de azúcar, mejorará la productividad en la empresa Agroindustrial Pomalca SAA en el año 2016?

1.3) Delimitación de la Investigación

La investigación está basada en el área de elaboración de la empresa Agroindustrial Pomalca. Todos los indicadores para la productividad serán calculados solo para Fábrica.

1.4) Justificación e Importancia de la Investigación

En un mundo globalizado y cambiante, es necesario que las empresas adopten un modelo de planeamiento y de programación de la producción para competir y subsistir en el mercado. Permitiendo a las empresas responder eficientemente a la demanda, y lograr los objetivos de la producción propuestos, por lo cual son de vital importancia para las empresas. Por este motivo, proponemos en este trabajo de investigación una metodología para la planeación y programación de la producción utilizando la programación lineal.

El presente trabajo de investigación tiene gran importancia para la empresa azucarera Agroindustrial Pomalca, ya que le ofrece una solución para mejorar la capacidad de respuesta ante las posibles variaciones en la demanda del azúcar.

Así mismo el presente trabajo de investigación sirve como un modelo para otras empresas de la región que deseen planificar y programar su producción utilizando la programación lineal.

Además, podemos utilizar un software llamado Tora totalmente gratis el cual nos ayudara a ejecutar el diseño de programación lineal.

Para lograr ser una empresa competitiva es indispensable mejorar de forma continua la productividad, saber en otras palabras como utilizar apropiadamente los recursos.

1.5) Limitaciones de la Investigación

Para la investigación la empresa Agroindustrial Pomalca nos apoyó con datos de producción y datos históricos de los cuales nos sirvieron para la investigación, las dificultades fueron en cuanto a algunos costos, se nos brindó un aproximado de lo que era, pero no cantidades específicas, debido a que era una información delicada para brindar por parte de la empresa Agroindustrial Pomalca S.A.A

1.6) Objetivos de la Investigación

1.6.1) Objetivo general

Elaborar un plan y programa de producción de azúcar aplicando la programación lineal, para mejorar la productividad en el área de elaboración de la empresa Agroindustrial Pomalca S.A.A. en el año 2016.

1.6.2) Objetivos específicos

- a) Recopilar información a través de las técnicas e instrumentos de recolección de datos del proceso productivo de azúcar en la empresa Agroindustrial Pomalca S.A.A.
- b) Diagnosticar las condiciones actuales del sistema productivo de la empresa Agroindustrial Pomalca SAA.
- c) Elaborar un modelo de programación lineal para la planeación y programación de la producción de azúcar que permita mejorar la productividad en el área de elaboración en la empresa Agroindustrial Pomalca SAA.
- d) Desarrollar el modelo de programación lineal, a través del software Tora.
- e) Analizar los resultados obtenidos del modelo propuesto.
- f) Evaluar la propuesta planteada.

CAPÍTULO II

MARCO

TEÓRICO

2.1) Antecedentes de Estudios

Tesis: “Diseño de una metodología para la planeación y programación de producción de café tostado y molido en la planta colcafé Bogotá.”

Para alcanzar el Grado de ingeniería industrial.

Universidad: Pontificia Universidad Javeriana facultad de ingeniería, departamento de proceso productivos.

País: Colombia.

Autor: Manuel Orlando Hernández Vega y Mónica Cristina Muñoz Meza.

Bogotá 2004

En la planeación de la fuerza laboral muchas veces se piensa intentar incrementando o reduciendo operarios para la ejecución de una tarea, la labor como ingenieros industriales no es tan solo optimizar la línea para lograr “la meta” de cualquier empresa, sino que se debe explorar más a fondo las consecuencias de una decisión que estas traería. En el caso de Colcafé. La planeación de la fuerza laboral va mucho más allá de tener un número adecuado de personas que logre empacar la producción a la velocidad de las maquinas.

El poder de crear vínculos con empresas del sector real, pone en evidencia que para lograr la mejora del sector productivo es necesario vincular la teoría con la práctica. Es claro que, para pasar de una a la otra, los procesos se vuelven a veces utópicos para cada una de las particularidades que tienen las organizaciones, sin embargo, estas siempre iniciaran un ciclo de búsqueda de información en la academia. El poder proponer desde esta última mejora en las prácticas empresariales, hace que la labor como ingenieros se vea recompensada.

El conocimiento de herramientas de ingeniería Industrial hace posible que estas no solo se usen para identificación de una situación actual, sino que también se usan para resolver problemas de aplicación tales como sucedió en la programación de la producción. En estas se utilizó diagrama de hombre maquina con el objetivo de entender el ciclo de desgastado en todo un día de trabajo. (Hernández Vega Manuel & Muñoz Meza Mónica, 2004)

Tesis “Propuesta de un plan de fabricación para una microempresa chocolatera”

Instituto: politécnico nacional unidad profesional interdisciplinaria de ingeniería y ciencias sociales y administrativas

Para obtener el grado de maestría en ciencias con especialidad en ingeniería industrial.

Autor: Ana Carolina Guerrero Peña

País: México

Es importante mencionar que la Presente tesis se ha tomado como base el desarrollo del proyecto de investigación CGPI 20060694, titulado Modelo de Factibilidad para microempresas industriales Innovadoras, que a su vez está incluido dentro del programa de investigación Innovación Tecnológica para el desarrollo rural.

El objetivo planteado al inicio de la tesis fue el cumplido satisfactorio, es decir, se diseñó un plan de fabricación para una microempresa elaboradora de chocolate en la zona de mixteca del estado de Oaxaca, con el fin de mejorar su productividad.

Plan agregado de producción:

Para la realización del plan agregado de producción se desarrollaron dos modelos que son; el modelo heurístico (prueba- error) y el modelo de programación lineal. Resulto un costo anual de plan agregado de producción es de \$4. 610.700.

El modelo de programación lineal. Resulto un costo anual del plan agregado de es de \$ 2. 031 715, que resulta el valor mínimo que produce el programa lineal \$ 1.934.515, más el costo fijo de nómina que es de \$ 97.200.

Teniendo en cuenta esos dos. resultados de los modelos desarrollados para el plan agregado de producción para la barra de chocolate Se debe optar por utilizar o implementar el modelo de programación lineal porque genera un Costos inferior en 50% en comparación con el modelo Heurístico. (Guerrero Peña, 2007)

Tesis “Diseño y aplicación del balance de líneas para mejorar la productividad de la empresa gandules inc. S.A.C”.

Universidad: “Universidad Particular Cesar Vallejo”

Autor: Nazario Ubillus Gustavo

País: Perú

El presente trabajo tiene como objetivo general diseñar y aplicar el balance de Líneas para mejorar la productividad en la Empresa GANDULES INC S.A.C.

Asimismo, se han utilizado herramientas de ingeniería industrial. Las cuales han facilitado la realización de este trabajo de investigación, ellas son:

- a) Análisis y mejora de métodos,
- b) diagramas de operaciones del proceso (DOP),
- c) diagrama de actividades del proceso (DAP).

- d) Análisis de la demanda.
- e) Estudio de tiempos, balance de líneas.

Los resultados obtenidos fueron:

- a) Elaboración del diagrama de operaciones de los productos seleccionados, para conocer y establecer el proceso de producción.
- b) Establecer los tiempos de cada actividad para cada punto seleccionado.
- c) Aplicar el balance de líneas para mejorar la productividad de la empresa, obteniéndose resultados muy favorables, como:
- d) Incremento de la productividad en 12.56%, 22,43%, 22.03%, 34,64 y 20,62% en cada línea de producción respectivamente.
- e) Reduciendo la mano de obra en 7, 22,16, 16 y 10 operarios en cada línea respectivamente.

Reduciendo tiempo ocioso en: 77.57, 30.46, 96,5 y 121,42 seg/jaba en cada línea de producción respectivamente. (Nazario Ubillus, 2007).

2.2)Base teórica científicas

2.2.1 Planeación de la producción

La planeación de producción o también denominada planeación total es el proceso de la planeación de la cantidad y cronología de la producción sobre un rango intermedio (generalmente de tres meses a un año) ajustando la tasa de producción, empleo, inventarios otras variables controlables.

El objetivo de la planeación total es responder a las demandas irregulares de mercado mediante una utilización efectiva de los recursos de la organización.

Por supuesto, las demandas no siempre pueden satisfacerse, y los planeadores deben balancear la variabilidad de la demanda contra la disponibilidad más estable de capacidad.

La planeación total se enlaza con las actividades de planeación a largo y corto plazo. Esta es “total” en el sentido de que no se enfoca en bienes y servicios individuales, sino que los agrupa en categorías homogéneas.

(Monks, 1991)

La planeación total se enlaza con las actividades de planeación a largo y corto plazo. Esta es “total” en el sentido de que no se enfoca en bienes y servicios individuales, sino que los agrupa en categorías homogéneas.

Las estrategias de planeación total son los cursos de acción disponibles para los planeadores. Incluyen el uso tanto de estrategias únicas (estrategias puras) como de combinaciones (mezcla de estrategias) de variables de decisión. Las principales estrategias puras usadas en las actividades de manufactura son:

- Variación en la fuerza de trabajo.
- Tiempo extra y tiempo ocioso.
- Variación en los niveles de inventarios.
- Aceptación de reproceso.
- Tercerización.

Utilización de la capacidad.

Cualquier exposición que designe los deseos de producción no tiene utilidad alguna, a menos que se pueda llevar a cabo y sea factible, para mantener la utilización de la capacidad a los niveles deseados y para probar si es factible la producción

planeada se realiza la planeación de capacidad agregada que traduce los planes de producción del área de producción en términos de insumos para aproximarse a la determinación de qué proporción de la capacidad de producción de la división será requerida o consumida. (Adam, 1993)

En resumen, la planeación de la producción es un proceso que permite llegar a un equilibrio entre los niveles de producción, las restricciones sobre las capacidades que se fijan y los ajustes temporales de la capacidad para satisfacer la demanda y utilizar la capacidad a los niveles deseados para los próximos meses.

2.2.2 Planificación de la producción

La planificación de la producción consiste en determinar el número de unidades a producir en base a las capacidades de la empresa. Al mismo tiempo permite conocer.

Los materiales, las máquinas y las operaciones que serán necesarios para lograr cumplir con la producción planeada para cierto horizonte futuro.

Para realizar una planificación de la producción es necesario conocer el funcionamiento de la empresa. Sus capacidades y limitaciones para poder conseguir resultados satisfactorios basados en el cumplimiento de la demanda de sus clientes. (Santos, 2007)

La información resultante que la planificación de la producción podrá ser presentada a la empresa mediante un informe escrito, una serie de tablas, o bien se puede elaborar con la ayuda de herramientas computacionales un plan de producción donde se puedan manipular los datos para estudiar

diversos escenarios de producción futuros, de manera que la empresa pueda estudiar y analizar diferentes propuestas.

La planificación de la producción depende del horizonte de planeación con el que se esté trabajando. Según sea corto, mediano o largo plazo. Corto plazo se refiere a la planificación para uno o varios días, máximo una semana de producción; el mediano plazo trabaja con semanas y meses de producción y el largo plazo considera un horizonte de planificación mayor de un año. (Santos, 2007)

Propone para corto plazo hacer sólo una programación de la producción, determinando las cantidades de cada producto a producir diariamente.

Para mediano plazo se realiza la planificación agregada. El desarrollo de un programa de producción, la planificación de materiales y la programación de operaciones.

Cuando se habla de una planificación a largo plazo generalmente se trabaja con una empresa que inicia sus actividades dentro del mercado y por ello es necesario realizar un conjunto de etapas que comprenden la determinación de productos a producir.

Análisis de demanda de productos similares, estudio de la capacidad a largo plazo. Planificación agregada. Planificación maestra de la producción y planificación y control a muy corto plazo con el fin de estudiar el mayor número de escenarios de producción posibles para la empresa.

La planificación estratégica es un conjunto de acciones que deber ser desarrolladas para lograr los objetivos estratégicos de una empresa quiere decir que también esta implica definir y priorizar los problemas a resolver, plantear soluciones, determinar

los responsables para realizarlos, asignar recursos para llevarlos a cabo y establecer la forma y periodicidad para medir los avances. (Santos, 2007)

Planificación estratégica se define como el análisis racional de las oportunidades y amenazas que presenta el entorno para la empresa, de los puntos fuertes y débiles de la empresa frente a este entorno y la selección de un compromiso estratégico entre dos elementos, que mejor satisfaga las aspiraciones de los directivos en relación con la empresa. (Menguzato, 1991)

En su definición de la planificación estratégica comenta que esta no es más que el proceso de relacionar las metas de una organización, determinar las políticas y programas necesarios para alcanzar objetivos específicos encaminados hacia esas metas y establecer los métodos necesarios para asegurar que las políticas y los programas sean ejecutados, o sea, es un proceso formulado de planeación a largo plazo que se utiliza para definir y alcanzar metas organizacionales. (Mintzberg, 1994)

Existen diferentes formas de estudiar e interpretar la administración de la producción y de las operaciones. Entre ellas, tres han tendido a dominar: producción como un sistema, producción como una función organizacional y producción como un conjunto jerárquico de decisiones. (Gaither, 2000)

2.2.3 El proceso de planificación agregada

a) Determinar la cantidad a producir mensual o trimestralmente para el horizonte de planificación considerado. (Machuca, 1995)

b) Hacer un plan factible, es decir, que pueda ser ejecutado. Para ello habría establecer las correspondientes medidas de ajuste transitorio de capacidad

/demanda siendo necesario determinar, por periodo, el valor de las distintas variables utilizadas. Dichas medidas deberían ser compatibles con las limitaciones marcadas por el entorno y por la política de la empresa.

c) Facilitar las consecuencias del plan estratégico, para lo cual deberá responder a las necesidades del producto derivadas del plan de producción a largo plazo, de las previsiones de ventas a medio y corto plazo, de la cartera de clientes y de otras posibles fuentes de demanda. (Machuca, 1995)

d) Lograr la mayor eficacia posible en relación con los objetos tácticos. Esta nueva condición llevara a intentar lograr los mejores niveles posibles del servicio cliente. (Machuca, 1995)

Es fácil deducir que no existe técnica capaz de resolver el problema planteando considerando todos los aspectos mencionados. Ello lleva, a seguir las siguientes fases:

d.1) Calcular las necesidades de producto para cada uno de los periodos del horizonte de planificación.

d.2) Determinar las posibles opciones de ajuste transitorio y sus límites de empleo.

d.3) Elaborar varios planes de producción alternativos.

d.4) Evaluar dichos planes en relación con los objetivos planteados, normalmente costo y cumplimiento de demanda.

d.5) Si no se obtiene un plan satisfactorio, seleccionar el que mejor cumpla los objetivos y volver a la fase d.3) tomándolo como origen de los nuevos planes alternativos.

d.6) Seguir el proceso hasta la obtención de Un plan agregado satisfactorio.

2.2.4 Técnicas para la planeación agregada

Los múltiples modelos que han sido elaborados para llevar a cabo la planificación agregada pueden clasificarse en tres grupos fundamentales:

(Machuca, 1995)

- Intuitivos o de prueba y error
- Analítico
 - Minimización de costos usando programación lineal (PL)
 - Programación de metas (PM)
 - Regla de decisión lineal (RDL)

2.2.5 Etapas para realizar la planificación de la producción

a) Planeación agregada de producción

La planificación agregada de la producción se basa en la determinación del número de unidades a producir de cada producto. El término agregada se refiere a que la planificación se realiza para familias de productos, sin caer en los detalles de cada producto que se realizan al final del proceso como, por ejemplo, color final, si el vehículo tiene aire acondicionado o no, si la muñeca se viste de princesa o de bailarina, entre otros. De igual manera se trabaja con el tiempo de planificación, pues no se detalla el trabajo día a día, sino que se planifica para periodos de tiempo más largos, como por ejemplo semana o meses de producción. (Arnoletto., 2007)

b) Programación Maestra de la producción

Un plan maestro de producción consiste en determinar las cantidades de producción diarias de cada producto, bien sea partiendo del plan agregado o directamente de las estimaciones de la demanda de los productos finales.

Si el plan maestro se genera de un plan agregado se debe descomponer las cantidades semanales o mensuales en días de producción de acuerdo a diferentes criterios considerados por la organización.

Si por lo contrario se genera mediante la demanda de cada producto se diseña un modelo de programación matemática que contemple las capacidades de la empresa y genere las cantidades diarias de cada producto a producir. (Arnoletto., 2007)

c) Planificación de materiales

La planificación de materiales se basa en determinar las cantidades de materia prima e insumos necesarios para llevar a cabo el proceso de producción. Debido a que es una etapa que se realiza cuando la planificación de la producción es a mediano plazo.

Se determinan las cantidades requeridas mensualmente de cada uno de los insumos.

Comúnmente el enfoque bajo el cual se trabaja para la planificación de materiales es el MRP (Planeación de requerimientos de materiales, en el que se utilizan tablas sencillas discriminadas por producto donde se especifica la cantidad de cada insumo requerida por cada unidad (Kilo o litro) de ellos, de manera que al determinar la cantidad de productos a producir se pueda saber con exactitud la cantidad total

los insumos que Se requieren para cumplir con la producción estimada. (Arnoletto., 2007)

d) Programación de operaciones

La programación de operaciones es en la que se determinan las operaciones que son necesarias para llevar a cabo la producción de los diferentes tipos de productos. En esta etapa también se definen los equipos que serán usados para realizar el proceso de producción y se establece el tiempo que cada uno será usado durante dicho proceso.

Al igual que en la planificación de requerimientos se suelen utilizar tablas simples para realizar la programación de operaciones, donde se especifique el tipo de producto, las operaciones que involucra, las máquinas o equipos que ocupa y la duración de cada operación. (Arnoletto., 2007)

2.2.6 Métodos para la planificación de la producción

Existen una serie de métodos que han sido estudiados para el desarrollo de la planificación de la producción, específicamente para la etapa de la planificación de la producción y para realizar el pronóstico de la demanda, la cual es un dato necesario para desarrollar la planificación de la producción. (Dante, 2007)

a) Métodos de comparación de alternativas

Como su nombre lo indican los métodos de comparación de alternativas consisten en generar varios planes y seleccionar uno considerando ciertos criterios. Algunos criterios que suelen ser usados incluyen mínimo costo, máxima ganancia, máxima utilización de los insumos, entre otros. Este tipo de métodos incluye los métodos

gráficos, cuyo aporte es una gráfica donde se muestra el pronóstico de la demanda para un determinado período de tiempo y las proyecciones de venta de diferentes planes de producción.

La función del analista es escoger la curva que mejor se ajuste al pronóstico de la demanda.

Este tipo de métodos requiere como datos de entrada los costos (de producción, de inventario, etc.), precios de venta, demanda de períodos anteriores, capacidades y disponibilidad de recursos. (Dante, 2007)

b) Métodos basados en reglas de decisión

Los métodos basados en reglas de decisión consisten en construir expresiones matemáticas en base a los costos asociados con la producción, nivel de inventario, horas extra, contrataciones y despidos, para luego diseñar reglas de decisión lineales en base a la tasa de producción y el nivel de fuerza laboral para el futuro.

Se trabaja con datos de entrada como la demanda, los costos, stocks, entre otros; y se generan reglas de decisión como, por ejemplo: si los costos (producción más inventario más horas extra, etc.) son menores que la cuota (cantidad de dinero).

Disponibles para el proceso de producción entonces se puede contratar personal para incrementar la fuerza laboral. Otra regla de decisión se podría estructurar en función de la tasa de producción: si los costos son menores que la cuota. Disponibles entonces incrementar la tasa de producción. (Dante, 2007)

2.2.7 Estrategia de planificación agregada

En la planeación agregada se recurre comúnmente a combinación de cuatro elementos controlables del proceso producción. Cada estrategia tiene su pro y sus

contras. (Riggs, 2000)

a) Variar el número de trabajadores Se controla producción contratando o despidiendo trabajadores en proporción con los cambios ocurridos en la demanda. Los costos de contratación abarcan reclutamiento, entrevista exámenes, nuevos registros, capacitación y un periodo de baja productividad mientras los trabajadores se familiarizan con las condiciones de la tarea. Los costos de despido incluyen los gastos de compensación por desempleo y la indemnización por despido, además de los efectos sutiles de la baja moral de los trabajadores restantes y las relaciones deterioradas con el público. (Riggs, 2000)

b) Variar las horas trabajadas Las horas extraordinarias y la semana de los costos directos del tiempo extraordinario son bien conocidos; pero los efectos de la menor eficiencia debida a que se trabaja jornadas más largas no son tan evidentes. Los salarios ahorrados recurriendo a la semana de menos de 40 horas son también obvios; pero los efectos deletéreos, por ejemplo, el desgaste que sufren los trabajadores, son menos visibles. Los periodos incompletos, cuando a los trabajadores se les paga, pero permanecen ociosos debido a la falta de trabajo. pueden significar un costo importante. (Riggs, 2000)

c) Variar los niveles de inventarios Las fluctuaciones de la demanda se pueden encarar artículos durante los periodos en que la demanda es baja y recurriendo luego a esa acumulación cuando la demanda sube. Los costos de tener inventarios, más la producción actual, no pueden satisfacer la demanda, se incurrirá en costos por pedidos atrasados y por el descontento del cliente. (Riggs, 2000)

d) Subcontratar Los aumentos de la demanda con respecto a los ritmos constantes de producción a bajo nivel se pueden encarar recurriendo a sub contratista para que proporcionen capacidad adicional. El costo evidente de la subcontratación es la diferencia entre el precio por unidad de la compañía sub contratante y el costo marginal de fabricación arriba del ritmo dado producción. Los problemas de calidad y tiempo de entrega pueden contribuir a los costos más altos de subcontratación. (Riggs, 2000)

2.2.8 Pronósticos

Pronósticos es el arte y ciencia de predecir eventos futuros, puede implicar el empleo de datos históricos y su proyección hacia el futuro mediante algún tipo de modelación matemático. Puede ser una predicción subjetiva o intuitiva; o puede ser una combinación de estas, es decir, un modelo matemático asustado mediante el buen juicio del administrador.

Lo que funciona mejor en una empresa con una serie de condiciones puede ser un completo desastre en otra, o incluso en otro departamento de la misma compañía. Además, se observará que hay límites a lo que puede esperarse de los pronósticos. Puesto que casi nunca son perfectos. Sin embargo. Pocos negocios se dan el lujo de evadir el proceso de pronosticar y solo esperar a ver qué sucede para después correr sus riesgos a planificación efectiva, depende del pronóstico de la demanda para los productos de la compañía. (Heizer J. & Render, 2009)

a) Horizonte de tiempo pronósticos

Por lo general, un pronóstico se clasifica por el horizonte de tiempo futuro que cubre. El horizonte de tiempo se clasifica en tres categorías.

a.1) Pronóstico a corto plazo

Este pronóstico tiene extensión de tiempo de hasta 1 año, pero casi siempre es menor a 3 meses. Se usa para planear las compras, programar el trabajo, determinar niveles de mano de obra, asignar el trabajo, y decidir los niveles de producción.

a.2) Pronóstico a mediano plazo

Este pronóstico tiene extensión de tiempo de hasta 1 año, pero casi siempre es menor a 3 meses. Se usa para planear las compras, programar el trabajo, determinar niveles de mano de obra, asignar el trabajo, y decidir los niveles de producción.

a.3) Pronóstico a largo plazo

Casi siempre su extensión es de 3 años o más. Los pronósticos a largo plazo se emplean para planear la fabricación de nuevos productos, gastos de capital, Ubicación o expansión de las instalaciones, y para investigación y desarrollo.

b) Tipos de pronósticos

Las organizaciones utilizan tres tipos principales de pronósticos en la planeación de operaciones futuras: (Heizer J. & Render, 2009)

b.1) Los pronósticos económicos abordan el ciclo del negocio al predecir tasas de inflación, suministros de dinero, construcción de viviendas y otros indicadores de planeación.

b.2) Los pronósticos tecnológicos se refieren a las tasas de progreso tecnológico, las cuales pueden resultar en el nacimiento de nuevos e interesantes productos, que requieran nuevas plantas y equipo.

b.3) Los Pronósticos de la demanda son proyecciones de la demanda de productos o servicios de una compañía. Estos también llamados pronósticos de ventas, orientan la producción. La capacidad y los sistemas de programación de la empresa y sirven como entradas en la planeación financiera, de marketing y de personal. (Heizer J. & Render, 2009)

2.2.9 Métodos para la aplicación de pronósticos

a) Método cualitativo

Por su naturaleza las técnicas subjetivas hacen uso de cualidades como la intuición, la opinión de un experto y la experiencia.

Estos pronósticos no requieren de datos y sus entradas requeridas dependen del método a utilizar. (Bruce L. Bowerman, Anne B. Koehler, Richard T. O'Connell, 2007)

a.1) Opinión del administrador

El administrador usa su mejor juicio para hacer el pronóstico. En algunos casos se dispondrá de datos que apoyen a la decisión del administrador en otros. El administrador extraerá conclusiones basadas sólo en su experiencia y conocimiento de tallado de las condiciones actuales para realizar el pronóstico.

a.2) Mezcla de fuerza de ventas

En este método, cuando se dispone de una fuerza de ventas, cada vendedor, proporciona una estimación de ventas de su sector. Estas estimaciones suben de nivel organizacional, de subalternos a jefes, donde se realizan las respectivas revisiones para llegar a un pronóstico corporativo.

a.3) Investigación de mercado

Este método adopta un enfoque de raíz para realizar el pronóstico de ventas. Incluye encuestas a clientes y clientes potenciales para analizar sus necesidades gustos y preferencias con respecto a sus planes futuros de compras, como también analizar la respuesta a nuevos productos. Este tipo de pronóstico es útil para el desarrollo de nuevos productos y para realizar los pronósticos iniciales de las ventas.

a.4) Método Delphi

Esta técnica intenta desarrollar pronósticos mediante un “consenso de grupo”. Se organiza un grupo de expertos, todos físicamente separados y que no se conocen, se les solicita que respondan una serie de preguntas.

Las respuestas del primer cuestionario se tabulan y usan para preparar un segundo cuestionario, que contiene información y opiniones del todo el grupo.

A continuación, se te pide a cada experto que analice y reconsidere posiblemente corrigiendo su respuesta anterior tomando como base la información suministrada el grupo. Este proceso continúa hasta que el coordinador cree que se llegado a un consenso. (Bruce L. Bowerman, Anne B. Koehler, Richard T. O'Connell, 2007)

b) Método cuantitativo

Los pronósticos cuantitativos emplean dos categorías (Heizer J. & Render, 2009)

b.1) Modelo de serie de tiempo

Los modelos de serie de tiempo predicen bajo los supuestos de que el futuro es una función del pasado. (Enfoque intuitivo, promedios móviles, suavizado exponencial, proyección de tendencia.)

b.2) Modelo asociativo

Los modelos asociativos como la regresión lineal, incorporan las variables o factores que pueden influir en la cantidad por pronosticar (Programación lineal)

b.3) Enfoque intuitivo

La forma simple de pronosticar es suponer que la demanda del siguiente periodo será igual a la demanda del periodo más reciente. En otras palabras, si las ventas de un producto – digamos un televisor – Marca Lg, fueron de 120 unidades en enero, podemos pronosticar que las ventas para el mes de febrero serán también de 120 unidades. ¿Tiene algún sentido esto? Resulta que, para algunas líneas de productos, este enfoque intuitivo es el modelo de pronóstico más efectivo en costos y más eficiente con respecto al objetivo.

c) Promedio móviles

El pronóstico de promedios móviles usa un número de valores de datos históricos reales para generar unos pronósticos. Los promedios móviles son útiles si podemos suponer que la demanda del mercado permanecerá relativamente estable en el tiempo. Un promedio móvil de 4 meses y dividiéndola entre 4. Al concluir cada mes, los datos del más reciente del más reciente se agregan a la suma de los 3 meses previos y se eliminan los datos del más antiguo. Esta práctica tiende a suavizar las irregularidades del corto plazo en las series de datos.

Matemáticamente, el promedio móvil simple (que sirve como estimación de la demanda del siguiente periodo) se expresa como donde n es el número de periodos incluidos en el promedio móvil – por ejemplo, respectivamente, para un promedio móvil de 4, 5 o 6 periodos.

$$\text{Promedio M\u00f3vil} = \frac{\sum \text{Demanda en los } n \text{ periodos previos}}{n}$$

Ecc N\u00b0 1 Promedio Movil

Cuando se presenta una tendencia o patr\u00f3n localizable, pueden utilizarse ponderaciones para dar m\u00e1s \u00e9nfasis a los valores recientes. Esta pr\u00e1ctica permite que las t\u00e9cnicas de pron\u00f3stico respondan m\u00e1s r\u00e1pido a los cambios, puesto que puede darse mayor peso a los periodos m\u00e1s recientes. La elecci\u00f3n de las ponderaciones es un tanto arbitraria porque no existe una f\u00f3rmula establecida para determinar. Por lo tanto, decidir que ponderaciones emplear requiere cierta experiencia. Por ejemplo, si el \u00faltimo mes o periodo se pondera demasiado alto, el pron\u00f3stico puede reflejar un cambio grande inusual, demasiado r\u00e1pido en el patr\u00f3n de demanda o ventas. (Heizer J. & Render, 2009)

Un promedio m\u00f3vil ponderado puede expresarse matem\u00e1ticamente como:

$$\text{Promedio M\u00f3vil Ponderado} = \frac{\sum (\text{Ponderaciones para el periodo } n) (\text{Demanda en el periodo } N)}{\sum \text{Ponderaciones}}$$

Ecc N\u00b0 2 P. m\u00f3vil ponderado

d) Suavizamiento exponencial

El suavizamiento exponencial es un sofisticado m\u00e9todo de pron\u00f3stico de promedio m\u00f3viles ponderado que sigue siendo bastante f\u00e1cil de usar. Implica mantener muy pocos registros de datos hist\u00f3ricos. La f\u00f3rmula b\u00e1sica del suaviza miento exponencial se expresa como sigue:

El suavizamiento exponencial es un sofisticado m\u00e9todo de pron\u00f3stico de promedio m\u00f3viles ponderado que sigue siendo bastante f\u00e1cil de usar. Implica mantener muy

pocos registros de datos históricos. La fórmula básica del suavizamiento exponencial se expresa como sigue: (Heizer J. & Render, 2009)

$$\text{Nuevo Pronóstico} = PPA + \sigma(DRMA - PPA)$$

Ecc N° 3 nuevo pronostico

PPA= Pronostico del periodo anterior

DRMA= Demanda real del mes anterior

e) Programación de la producción

La programación de la producción o también denominado programa maestro de producción (PMP) formaliza el plan de producción y lo convierte en requerimientos específicos de materias primas y capacidad. Entonces, deben ser evaluadas las necesidades de mano de obra, materia prima y equipo para cada trabajo. Algunas funciones claves de una programación maestra son:

- Traducir planes agregados en artículos finales específicos.
- Evaluar alternativas de programación.
- Generar requerimientos de materiales.
- Generar requerimientos de capacidad.
- Facilitar procesamiento de información.
- Mantener las prioridades válidas.
- Utilizar la capacidad con efectividad. (Monks, 1991)

El propósito del programa maestro es satisfacer la demanda de cada uno de los productos dentro de su línea. Este nivel de planeación más detallado desagrega las líneas de producción en cada uno de los productos e indica cuándo deben de producirse. Junto con el PMP tentativo y antes de que quede definitivamente

Establecido se realiza la planeación de capacidad aproximada, este paso asegura que un PMP propuesto no sobrecargue inadvertidamente ningún departamento, centro de trabajo o maquinaria clave; aun cuando esta verificación puede aplicarse en todos los centros de trabajo, en general se lleva a cabo en los más críticos, que son los que tienen la mayor posibilidad de generar los cuellos de botella en el proceso de manufactura.

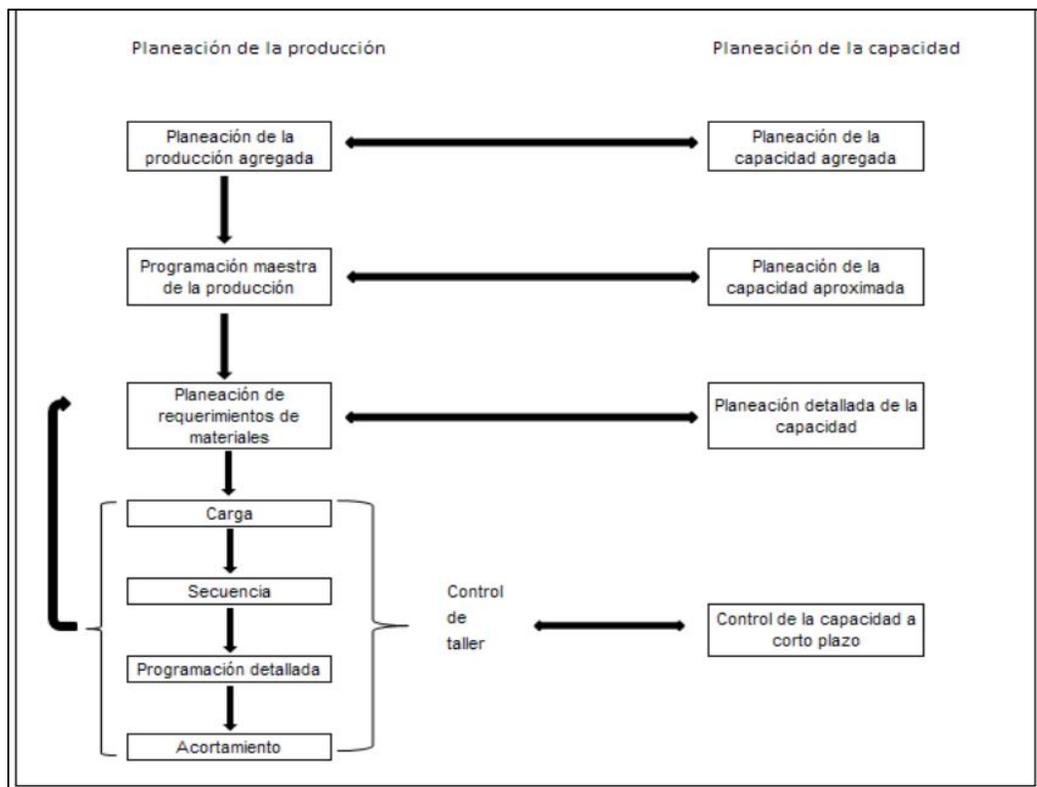


Figura N^o 1 Sistema de planeación y programación de operaciones.

Fuente: Monks, 1991

2.2.10 Productividad

La OIT viene promoviendo desde hace muchos años un criterio progresista de la productividad que se basa en la utilización eficaz y eficiente de todos los recursos capital, tierra, materiales, energía, información y tiempo además del trabajo.

Un enfoque hacia el mejoramiento de la productividad induce a que la empresa debe actuar dentro de un esquema de calidad total, que actúe bajo las siguientes premisas:

La definición de cumplir con los requisitos del cliente. Anticipar al error que pueda causar un incumplimiento. Establecer como objetivo los cero defectos. Medir los costos de la no calidad. Crear una filosofía de trabajo por procesos.

Crear la cadena proveedor – producto- cliente. Entender que la clave está en la calidad humana.

Esto no constituye una fórmula mágica que al ser aplicada conduzca en forma Inequivoca al mejoramiento de la competitividad y productividad de las organizaciones latinoamericanas. Dentro de este proceso de ajustes y cambios se ha estado insistiendo en que la mejor forma para mejorar los niveles de competitividad de las empresas consiste en introducir técnicas que permiten elevar Sus niveles de productividad; entendiéndose con esto, mejores niveles de eficiencia en el manejo de los recursos en sus operaciones. Es así que en la década de los 90.

El mejoramiento de la productividad empresarial se ha reincorporado dentro del análisis de las estrategias necesarias para un aumento de la competitividad de los países de menor desarrollo.

La capacidad en exceso, es con frecuencia, un factor que contribuye a reducir la productividad. La capacidad casi nunca pueda ejecutarse a la demanda, pero la planeación cuidadosa de la capacidad puede reducir tanto la capacidad en exceso como la capacidad insuficiente.

El inventario puede ser un impedimento o una ayuda para la productividad de una empresa. Muy poco inventario puede conducir a la pérdida de ventas, volumen reducido y baja productividad; demasiado inventario producirá costos más elevados de capital y menor productividad.

La fuerza de trabajo es tal vez la más importante de todos, está asociado a los factores: selección y ubicación, capacitación, diseño del trabajo, supervisión, estructura organizacional, remuneraciones y objetivos.

Las Investigaciones al respecto demuestran que existe influencia negativa de los sindicatos sobre diversos factores incluyendo a la productividad, la clase trabajadora no se opone abiertamente al incremento de la productividad, pero considera a su vez que a un incremento de la misma corresponde un incremento de salarios.

Con respecto a la calidad, se sabe que una baja calidad conduce a una productividad pobre. La prevención de errores y el hacer las cosas bien desde la primera vez son dos de los estimulantes más poderosos tanto para la calidad como para la productividad. (OIT, s.f.)

a) Definición de productividad

La palabra productividad se ha vuelto muy popular en la actualidad, ya que se considera, que el mejoramiento de la productividad es el motor que está detrás de

progreso económico y de las utilidades de la corporación.

La productividad también es esencial para incrementar los salarios y el ingreso personal. Un país que no mejora su productividad pronto reducirá su estándar de vida. Productividad se usa para promover un producto o servicio, como si fuera una herramienta de comercialización; por lo cual hay una gran vaguedad sobre su significado.

En la actualidad y gracias a la revolución industrial, el término ha ido evolucionando hasta poderse sintetizar en el siguiente concepto.

Esta definición puede aplicarse a una empresa, a una industria o a toda una economía. De esta forma es posible hablar de la productividad de capital, de mano de obra, de materia prima, etc.

En términos cuantitativos, la producción es la cantidad de productos que se produjeron, mientras que la productividad es la razón entre la cantidad producida y los insumos utilizados.

$$\text{Productividad} = \frac{\textit{Producción}}{\textit{Recursos utilizados}}$$

Ecc N° 4 Formula de productividad

La productividad implica mejora del proceso productivo. La productividad aumenta cuando existe una reducción de los insumos mientras las salidas permanecen constantes.

La productividad aumenta cuando existe un incremento de salidas, mientras los insumos permanecen constantes. (Riggs, 2000)

2.2.11 Tipos de productividad

a) Productividad parcial

Es la razón entre cantidad productividad y un solo tipo de insumo.

b) Productividad de factor total

Es la razón entre la productividad neta o valor añadido y la suma asociada de los insumos, mano de obra y capital.

c) Productividad total

Es la relación entre productividad total y la suma de factores de insumos.

2.2.12 Mejoramiento de la productividad

Es un conjunto de programa que representan una metodología de asesoramiento o un método sistemático y panificado para introducir cambios positivos en los resultados obtenidos expresados como producción con respecto a los recursos que se utilizaron.

Las consideraciones sobre productividad se dan en todo tipo de empresa. En muchas operaciones de oficina y servicio, las mediciones de la productividad se hacen de la misma manera que en las operaciones manufactureras. La productividad de una mecanógrafa, por ejemplo, puede ser el número de cartas o líneas que mecanografía por hora trabajada. La productividad de un cajero de supermercado puede ser la cantidad de artículos registrados (o dólares) por día.

La productividad de un cajero de banco puede seria cantidad de transacciones realizadas por hora, día, semana o mes. El único límite de la productividad es a necesidad de obtener una medida confiable de la productividad. Es difícil, por

ejemplo, medir el valor de la producción de una enfermera, aunque muchos hospitales hablan de la cantidad de pacientes atendidos por una enfermera en un turno de trabajo como medida de la productividad (Riggs, 2000)

2.2.13 Causas de la disminución de la productividad

- El inventario puede ser un obstáculo o una ayuda para la productividad en una empresa. Muy poco inventario puede ocasionar pérdida de ventas volumen reducido y baja productividad; demasiado inventario producirá costos más elevados de capital y menor productividad.
- Las leyes de regulación del gobierno la competencia y la demanda están fuera del control de la empresa, estos factores pueden afectar tanto a volumen de la salida como a la distribución de las entradas. Por ejemplo, aumento de salarios a los trabajadores de la clase obrera incide directamente o indirectamente sobre la productividad.
- La investigación de desarrollo de un producto conlleva a gastos que repercuten necesariamente en la productividad; se dice que la mayor parte de la investigación y desarrollo está enfocada al desarrollo de productos a resolver problemas de ambiente más que al mejoramiento de productividad.
- La selección y diseño de tipo proceso, automatizado, equipos pueden repercutir en la productividad. Si el tipo de proceso no se selecciona adecuadamente de acuerdo al producto y al mercado, pueden resultar deficiencias. Dentro de un proceso dado existen muchas formas de organizar el flujo de información, el material y los clientes. (Riggs, 2000)

2.2.14 Programación Lineal

La programación lineal es una técnica cuantitativa utilizada por la investigación de operaciones (IO), la cual se emplea normalmente para resolver los problemas llamados asignación de recursos.

Por otra parte, programación lineal pueden definirse desde puntos de vista primo y dual.

El primero de ellos la define como herramienta cuantitativa para solucionar problemas de programación de actividades y el segundo; como una técnica cuantitativa para resolver problemas de asignación de recursos. De hecho, ambas son correctas por lo que es esta investigación se utilizara indistintamente. También bajo dos enfoques es necesario que el objetivo y estructura del sistema puede representarse por funciones lineales.

Es interesante comentar que, aunque la definición más utilizada en la literatura de la programación lineal es más correspondiente al enfoque dual.

Un problema de programación de actividades consiste en determinar el nivel y el tiempo de un conjunto de actividades interdependientes llamado, plan o programa para llevar a un sistema de su estado actual hacia un objetivo específico.

Un problema de asignación de recursos estriba en encontrar la distribución de un conjunto de recursos disponibles, entre actividades interdependientes que compiten por ello, para alcanzar un objetivo en síntesis PL, pretende encontrar mediante el uso de funciones lineal, un programa óptimo de actividades interdependiente a realizar, tomando en consideración el límite de los recursos disponibles para efectuarlas. (Jesus Arreola Risa & Antonio Arreola Risa , 2003)

a) Importancia de la programación lineal.

Hasta ahora en los pasos de planeación, hemos tratado de observar el futuro para decidir que recursos de acción serán factibles. Luego hemos aplicado la medida monetaria cual es más ventajoso. Ahora veremos la asignación de recursos al plan seleccionado.

Una vez aceptado los pronósticos, los recursos se asignan normalmente suponiendo que hay certidumbre. Es decir, dado un conjunto de condiciones que se consideran realista, se analizan los requisitos de un proyecto para asignar forma óptima los recursos disponibles, a fin de lograr los objetivos deseados. En ocasiones, solo hay una manera de hacer las cosas. En este caso las asignaciones son decepcionantes más comúnmente, hay considerable convertibilidad de recursos y planeación inteligente puede aprovechar de forma ventajosa esa actividad.

La programación lineal es uno de los mejores instrumentos con lo que se dispone para optimizar la utilización de los recursos. Se presta principal atención al modelo de distribución el cual tiene propiedades graficas que apresuran el conocimiento del procedimiento de distribución y se presta a los cálculos manuales, sirven también para demostrar el valor de la planeación agregada con el fin de programar colectivamente los recursos para la producción.

Las técnicas matemáticas que se estudian para disminuir los recursos están programadas para la computadora. Los cálculos manuales son prácticos para los problemas de magnitud limitada, mientras que la capacidad de la computadora, puede ahorrarnos mucho tiempo, cuando se trata de aplicación más complicada.

No obstante, el conocimiento de las técnicas y la competencia en el cálculo no pueden sustituir a la creatividad y la diligencia en la planeación. (Jesus Arreola Risa & Antonio Arreola Risa , 2003)

2.2.15 Formato canónico y estándar

De PL puede plantearse en un número considerable de formas equivalentes. Dos formas en particular son los más utilizados: canónico y estándar

a) Formato Canónico

Un modelo de PL está en formato canónico si todas las variables son no negativas y todas las restricciones son del tipo $<$ para un objetivo de maximización o si todas las restricciones son de tipo $>$ para un objetivo de minimización. Este formato es de gran utilidad en el análisis del modelo PL.

b) Formato estándar

Un modelo de PL está en formato estándar si todas las variables son no negativas y todas las restricciones son igualdades, tanto en maximización como en minimización. Este formato se utilizará para solucionar problemas de PL

Tabla N^o 1 Maximización Y Minimización De Programación Lineal.

Caso de minimización	Caso de maximización
Minimizar: $x_0 = \sum_{j=1}^n c_j x_j$ Sujeta a $\sum_{j=1}^n a_{ij} > b_i$ i= 1, 2, m j= 1, 2..., n	Maximizar $x_0 = \sum_{j=1}^n c_j x_j$ Sujeta a $\sum_{j=1}^n a_{ij} < b_i$ i= 1, 2, m j= 1, 2..., n
$x_0 = \sum_{j=1}^n c_j x_j$ Minimizar Sujeta a $\sum_{j=1}^n a_{ij} = b_i$ i= 1, 2, m j= 1, 2..., n	Maximizar $x_0 = \sum_{j=1}^n c_j x_j$ Sujeta a $\sum_{j=1}^n a_{ij} = b_i$ i= 1, 2, m j= 1, 2..., n

Fuente: (Arreola Risa & Arreola Risa , 2003)

2.3 Definición de terminología

2.3.1 Planeación:

Es la aplicación racional de la mente humana en la toma de decisiones anticipatoria, con base en el conocimiento previo de la realidad, para controlar las acciones presentes y prever sus consecuencias futuras, encausadas al logro de un objetivo plenamente deseado satisfactorio.

(Russell & Lincoln, 1992)

2.3.2 Programación

Es un proceso de toma de decisiones. Es establecer un conjunto de actividades en un contexto y tiempo determinado para enseñar los contenidos seleccionados en función de los objetivos establecidos. A partir del planteamiento anterior se puede

decir que éste es parte de una serie de procesos en los cuales se busca la optimización de las actividades empresariales, que por supuesto tiene como fin último lograr la eficacia y la eficiencia organizacional. (Tenutto, 2004)

2.3.3 Programación Lineal(PL)

Es la proporción de variabilidad que explican el resto de las variables independientes.

La tolerancia de una variable es la proporción de variabilidad de la variable, que no se explica por el resto de las variables independientes (Jesús Arreola Risa & Antonio Arreola Risa, 2003)

2.3.4 Productividad

En términos generales, la productividad es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios. Podemos definirla como una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos y denota la eficiencia con la cual los recursos humanos, capital, tierra, etc. son usados para producir bienes y servicios en el mercado. (Ahumada, 1987)

2.3.5 Software Tora

Es un programa basado en Windows que tiene por objeto usarse con muchas de las técnicas presentadas en el libro Investigación de Operaciones. Es una aplicación muy simple, con una interfaz gráfica de baja calidad. Una de las ventajas de TORA es que puede utilizarse en procesadores de 32 y 64 bits

2.3.6 Demanda

Es la cantidad de bienes o servicios que el comprador o consumidor está dispuesto a adquirir a un precio dado y en un lugar establecido, con cuyo uso pueda satisfacer

parcial o totalmente sus necesidades particulares o pueda tener acceso a su utilidad intrínseca. (Simón Andrade, 2005)

2.3.7 Restricciones

Están constituidas por el conjunto de desigualdades que limitan los valores que puedan tomar las variables de decisión en la solución.

2.3.8 Control de Inventarios

Es una herramienta fundamental en la administración moderna, ya que esta permite a las empresas y organizaciones conocer las cantidades existente de productos disponibles para la venta, en un lugar y tiempo determinado, así como las condiciones de almacenamiento aplicables en las industrias.

(Orlando Espinoza, 2011)

2.3.9 Pronostico

Un pronóstico, en el plano empresarial, es la predicción de lo que sucederá con un elemento determinado dentro del marco de un conjunto dado de condiciones.

(Hanke, John E. y Wichern, Dean W, 2006)

2.3.10 Producción

Consiste en un proceso que se caracteriza porque empleando unos factores y actuando sobre ellos somos capaces de obtener un producto en forma de bien o servicio. Para que el proceso de producción pueda darse, necesitamos lo necesario para la producción, que son los factores o entradas en el proceso, que a su vez son mano de obra, energía, materias primas; factores elementales que son: la tecnología, materiales, energía, capital, trabajo e información.

(Carlos Álvarez, 2012)

CAPÍTULO III

MARCO

METODOLÓGICO

3.1 Tipo y diseño de la investigación

Tipo de investigación que se realizara es descriptiva

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación será cuantitativa ya que se analizará los datos históricos de la producción de azúcar en los diferentes años aplicando, métodos matemáticos en la investigación

3.1.2 Diseño de la investigación

El tipo de diseño de investigación es aplicada, ya que se basa mayormente en el aporte práctico que tiene como finalidad el desarrollo de problemas encontrados en la sociedad, en este caso es la problemática en la Agroindustrial Pomalca S.A.A

3.2 Población y Muestra

3.2.2 Población

La población de la investigación es la empresa Agroindustrial Pomalca SAA.

3.2.3 Muestra

La muestra de la investigación es el proceso, documentos y trabajadores del área de elaboración de azúcar de la Empresa Agroindustrial Pomalca SAA.

3.3 Hipótesis

Aplicando programación lineal, en la planeación y programación de producción de azúcar, la productividad mejorará en el área de elaboración de la empresa agroindustrial Pomalca SAA en el año 2016.

3.4 Variables

3.4.1 Variable Independiente

Planeación y programación de la producción.

3.4.2 Variable Dependiente

Productividad

3.5 Operacionalizacion

Tabla N^o 2 Operacionalizacion

Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
Planeación y Programación de la producción	<ul style="list-style-type: none"> • Producción por Turno/Mes. • Requerimiento de M.P por mes. • Requerimiento de mano de obra por turno y mes 	<ul style="list-style-type: none"> •Bolsas por turno/mes. • Toneladas de caña por mes. •Horas hombres utilizadas por mes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de registros históricos. • Entrevista. • Guía de análisis de documentos.
Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
PRODUCTIVIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Producción. • Costo de mano de obra. • Costo de materia prima. • Costos indirectos. 	<ul style="list-style-type: none"> •Unidad de bolsa de azúcar por mes •Horas hombre por turno y por mes. •Tonelada de caña utilizada por mes. •Costos de mantenimiento por mes. 	<ul style="list-style-type: none"> •Análisis de datos históricos de producción. •Graficas de dispersión. •Entrevistas

3.6 Procedimiento para la recolección de datos

Para la recolección de datos revisaremos y analizaremos los datos históricos de acuerdo a la producción de la cual realizaremos algunas entrevistas se hará uso de un cuestionario para poder realizar preguntas abiertas y al mismo tiempo se motivará al entrevistado a hablar con libertad. Se entrevistará al jefe e ingenieros que conforman el área de elaboración de la empresa Agroindustrial Pomalca.

A medida que se obtengan los datos del análisis de los documentos y de las entrevistas se colocaron en tablas analíticas donde se desglosaron los hallazgos para cada condición o factor de las preguntas de investigación. En cada tabla se registró una lista de los segmentos, palabras, frases o temas que se pudieron relacionar con las condiciones de estudio.

3.7 Análisis estadístico e Interpretación de los datos

El procesamiento, análisis y evaluación de datos será mediante uso de:

- Microsoft Excel (Hoja de cálculos)
- Microsoft Word.
- Microsoft Visio.
- Software Tora.

3.8 Principios éticos

Estos criterios éticos están relacionados con la aplicación del consentimiento informado y el manejo de la confidencialidad y de los posibles riesgos a los que se enfrentan los participantes del estudio.

Todos estos deben ser tomados en cuenta en las preguntas los objetivos las estrategias de recolección de datos y en la divulgación de los resultados y aplicación de diferentes métodos matemáticos, en este caso aplicaremos programación lineal. Además, en el momento de realizar el ingreso al campo necesitamos saber cómo llevar a cabo desde una perspectiva ética la observación, ya que esto nos lleva a analizar correctamente que método utilizar, además, la propuesta elaborada de un plan de planeación y programación de su producción en el área de elaboración que esto tiene ciertas particularidades a respetar según lo analizado.

3.9 Criterios de rigor científico

En la investigación utilizaremos información adecuada, precisa y real, debido a que es información de primera mano, es decir, información que se ha obtenido de datos reales de la empresa, contando con de la entrevista al jefe de área e interactuando directamente con los trabajadores del área de elaboración.

CAPÍTULO IV:

ANÁLISIS E

INTERPRETACIÓN

DE LOS

RESULTADOS

4.1) Diagnostico actual de la empresa.

4.1.1 Estructura de la organización

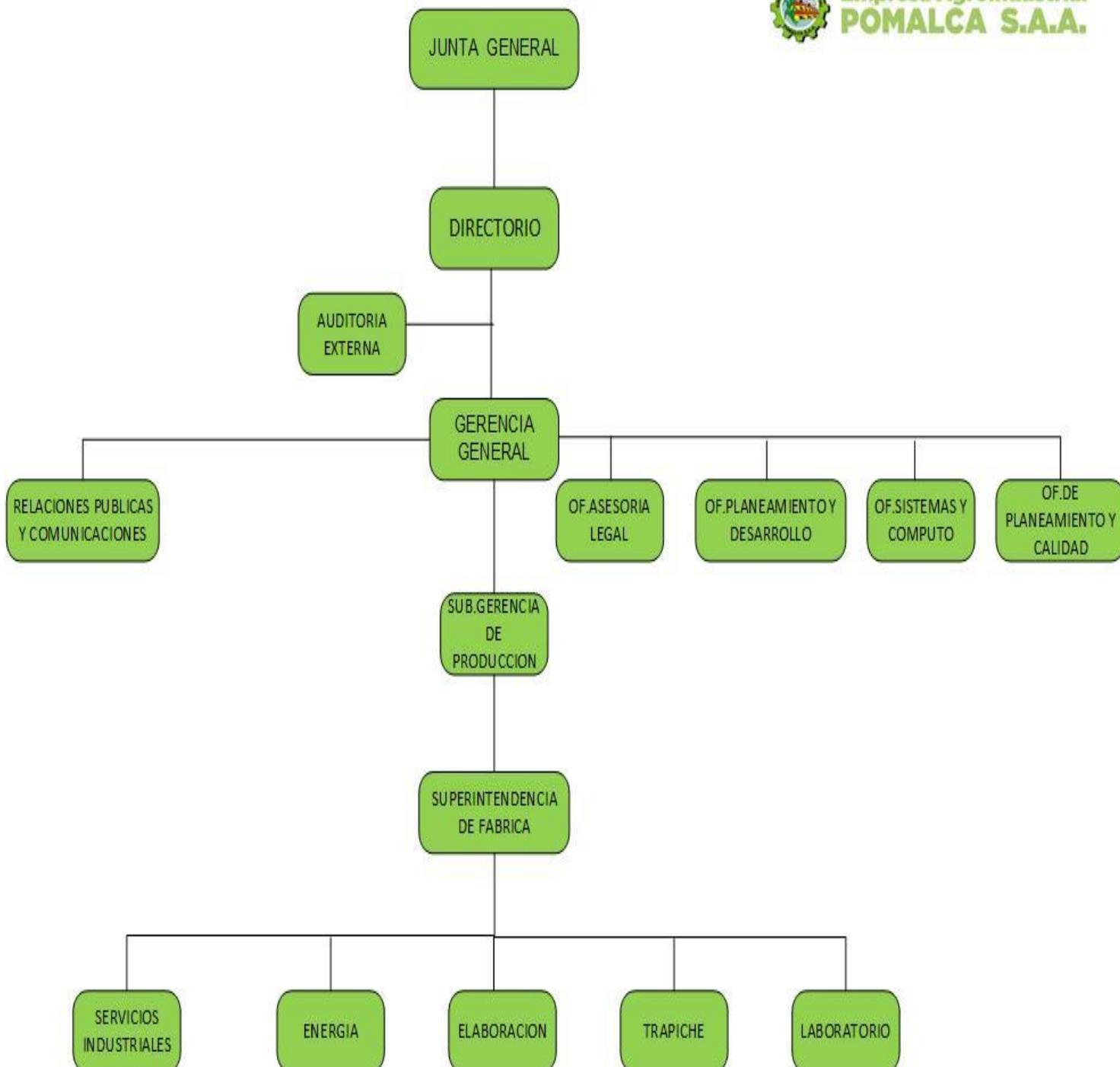


Figura N^o 2 Estructura de la Organización

Fuente: Empresa Agroindustrial Pomalca S.A.A

4.1.2 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de azúcar rubia.

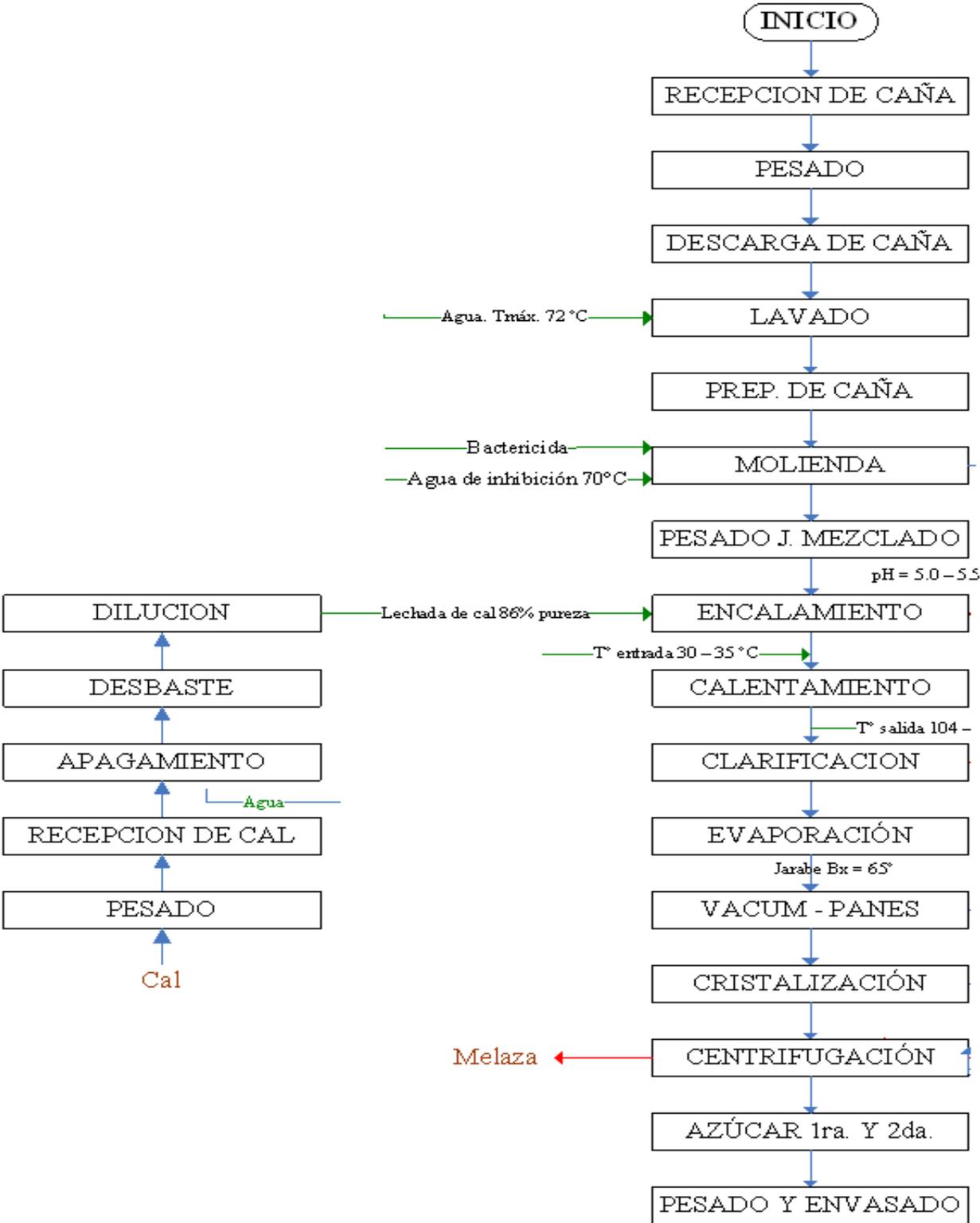


Figura N° 3 Diagrama de flujo del proceso de azúcar

Fuente: Empresa Agroindustrial Pomalca S.A.A

4.2.1 Resultados y análisis de la recopilación de datos

De la información procesada de la aplicación de las entrevistas, el análisis documentario, se procedió a procesar las respuestas, las que se resumen a continuación.

4.2.1.1 Análisis de Documentos.

- **Documento 1: Diagrama del proceso**
 - (si existe) El proceso tiene su propio diagrama en el cual nos indicia todos los procesos desde la recepción de materia prima hasta producto final.
- **Documento 2: ¿Cuáles son los Insumos para la producción, cual es la cantidad necesaria y que pasaría si faltan insumos?**
 - Los insumos son solicitados cada mes por el jefe del área de producción el cual observa si a fin de mes faltaría esto insumos se hace un pedido de urgencia el cual es atendiendo en horas, para no afectar la producción y seguir con el respectivo proceso.

- A continuación, los insumos requeridos por tonelada de caña de azúcar.

Tabla N° 3 Insumos utilizados para la elaboración de azúcar

INSUMOS	CANTIDAD	Unidades
CAL HIDRATADO	0,7031	KG/TC
AZUCAR FONDANT	0,0008	KG/TC
ALCOHOL ISOPROPILICO	0,0016	LT/TC
FLOCULANTE	0,0027	KG/TC
SODA CAUSTICA	0,12	KG/TC
BOLSAS DE PAPEL	1,9737	BLS/TC
HILO EN OVILLO	0,0008	KG/TC
SURFACTANTE	0,0028	GAL/TC

Fuente: Jefatura de Área Elaboración - Empresa Agro industrial Pomalca

- **Documento 4: Existe un registro de cantidad de caña diaria que se utiliza en la producción de azúcar.**
 - Existe 3 registro del ingreso de cantidad de caña molida bruta y caña molida neta y un último registro de producción el cual lo maneja laboratorio y superintendencia de fabrica
 - Al cuál se le hizo un control de las toneladas de caña diaria que entraba a la planta.
 - A continuación, cuadro donde se lleva un control de registro de caña durante los 3 turnos de trabajo.

Tabla N° 4 Producción Diaria en caña de azúcar 6/9/2015

ENTRADA DE CAÑA DE SEPTIEMBRE DIARIO				06/09/2015		
	Turno 1		Turno 2		Turno 3	
5:00 AM	106,23	1:00 PM	150,32	9:00 PM		
6:00 AM	201,23	2:00 PM	189,84	10:00 PM	89,23	
7:00 AM	189,34	3:00 PM	98,83	11:00 PM	212,93	
8:00 AM	124,00	4:00 PM	129,32	12:00 AM	121,32	
9:00 AM	104,00	5:00 PM	90,32	1:00 AM	78,43	
10:00 AM	132,32	6:00 PM	121,21	2:00 AM		
11:00 AM	136,00	7:00 PM	141,13	3:00 AM		
12:00 PM	129,92	8:00 PM		4:00 AM		TOTAL
	1123,04		920,97		501,91	2545,92

Fuente: Elaboración Propia

ENTRADA DE CAÑA DE SEPTIEMBRE DIARIO				07/09/2015		
	Turno 1		Turno 2		Turno 3	
5:00 AM		1:00 PM	54,54	9:00 PM	96,08	
6:00 AM	223,74	2:00 PM	208,10	10:00 PM	132,84	
7:00 AM	96,06	3:00 PM	194,66	11:00 PM	189,41	
8:00 AM	144,42	4:00 PM	46,21	12:00 AM	158,82	
9:00 AM	204,36	5:00 PM		1:00 AM	114,76	
10:00 AM		6:00 PM		2:00 AM	191,51	
11:00 AM		7:00 PM	94,83	3:00 AM	137,91	
12:00 PM	120,22	8:00 PM	224,25	4:00 AM	115,48	TOTAL
758,74		822,59		1136,81		2718,14

Tabla N^o 5 Producción Diaria en caña de azúcar 9/9/2015

ENTRADA DE CAÑA DE SEPTIEMBRE DIARIO				09/09/2015	
	Turno 1		Turno 2		Turno 3
5:00 AM		1:00 PM	178,77	9:00 PM	105,06
6:00 AM	145,92	2:00 PM	47,81	10:00 PM	104,49
7:00 AM	194,25	3:00 PM	175,16	11:00 PM	141,65
8:00 AM	97,22	4:00 PM	139,69	12:00 AM	170,20
9:00 AM	97,47	5:00 PM	93,40	1:00 AM	210,32
10:00 AM	73,94	6:00 PM	146,78	2:00 AM	137,75
11:00 AM		7:00 PM	191,77	3:00 AM	90,05
12:00 PM		8:00 PM		4:00 AM	225,49
608,8		1113,08		1185,13	
					TOTAL
					2907,01

Fuente: Elaboración Propia

- **Documento 5: Cuanto fue la producción en los últimos 5 años.**
 - Si existe un registro de producción el cual se nos brindó acceso desde el año 2010 hasta la actualidad.

Tabla N^o 6 Producción Anual últimos 5 años

Año	Producción en B/Azúcar.
2010	1718070
2011	1565401
2012	1592394
2013	1983626
2014	1742222

- **Documento 6: Plan de molienda y plan de días de trabajo.**
 - Si existe un plan de días de trabajo donde se tiene cada mes cuanta caña se va a moler y cuantos días de trabajo está destinado para cada mes.

Tabla Nª 7 Plan de molienda para el 2015.

JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
74000	74000	74000	74000	74000	74000	74000	518000
26	26	26	26	26	26	26	182

Fuente: Superintendencia de fábrica. - Empresa Agro industrial Pomalca

- Aquí nos muestra la cantidad de caña que se debe moler la cual debe ser menor o igual a 74,000 toneladas de caña de azúcar al mes.
- Respecto al trabajo diario son 26 días en los cuales, los días restantes se toman como mantenimiento de maquinaria.

- **Documento 7: Promedio de producción de los turnos de trabajo**
 - Si, existe un promedio entre los turnos de trabajo de la empresa los cuales se presentan en el siguiente cuadro

Tabla Nª 8 Producción promedio por turno de trabajo.

Primer Turno	2500 Bolsas
Segundo Turno	3500 Bolsas
Tercer Turno	1500 Bolsas

Fuente: Jefatura de elaboración – Promedio de producción por turno

- **Documento 8: Cantidad de trabajadores por turno**

- Entre los 3 turnos esta ya destinado el número de trabajadores que se representa en siguiente cuadro.
- Cada turno consta de 8 horas de trabajo.

Tabla N° 9 Trabajadores para cada turno.

Turno	Primer Turno	Segundo Turno	Tercer Turno
Cantidad	24	24	25

Fuente: Jefatura de Área Elaboración - Empresa Agro industrial Pomalca

- **Documento 9: Registro de Producción en los últimos meses.**

- El registro de los meses de trabajo incluye desde el mes de enero hasta el mes de agosto.

Tabla N° 10 Producción últimos meses año 2015

PRODUCCION DEL 2015								
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
PRODUCCION	79423	72858	45018	73411	70000	119457	131212	131212

Fuente: Superintendencia de fábrica. - Empresa Agro industrial Pomalca

- Documento 10: Características de equipos de Pre – evaporadores y evaporadores.

Tabla N^o 11 Características de equipos Pre evaporadores y evaporadores

Característica	Pre N°1	Pre N°2	Pre N°3	Pre N°4	Vaso 1 A	Vaso 2 A	Vaso 3 A	Vaso 4 A	Vaso 1B	Vaso 2B	Vaso 3B
<i>Díametro interior tubo (pulg)</i>	1,375	1,375	1,375	1,125	1,875	1,875	1,625	1,875	1,875	1,875	1,625
<i>Longitud efectiva tubo (m)</i>	5,426	5,426	5,426	2,72	2,912	2,912	1,178	1,762	2,912	2,912	1,178
<i>N° Tubos calandria</i>	1356	1356		4870	1581	1581	1623	1634	1581	1581	1623
<i>Tubos en buen estado</i>					1566	1510	1599	1597			
<i>Tubos sellados</i>					14	18	9	22			
<i>Tubos obstruidos</i>					1	33	8	0			
<i>Tapón de jebe</i>					0	20	7	15			
<i>Superficie original (m2)</i>	807	807	650	1190	689	689	248	431	689	689	248
<i>Superficie actual (m2)</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	682,3	657,9	244,2	421,0			
<i>Diferencia (m2)</i>	807,00	807,00	650,00	1190,00	6,71	31,11	3,75	9,99	689,00	689,00	248,00

Fuente: Elaboración Propia

- **Documento 11: ¿Existen datos de producción de los últimos 5 años?**

(Si existe) se nos brindaron datos del año 2010 al 2014

Tabla N° 12 Datos de producción 5 últimos años.

Años	Producción	
2010	1 718 070	BOLSAS
2011	1 565 401	BOLSAS
2012	1 592 394	BOLSAS
2013	1 983 626	BOLSAS
2014	1 742 222	BOLSAS

Fuente: Jefatura de Área Elaboración - Empresa Agro industrial Pomalca

- **Documento 12: ¿Existe un registro de paradas de fallas de maquinaria?**

(Si existe) y se nos brindó el registro del mes de octubre del año 2015 se nos dio a conocer que en los días de producción se pueden perder hasta 48 horas de trabajo por fallas de maquinaria.

FECHA	HORA	DURACION	MOTIVO
01-oct	3:15:00 PM	0:30:00	Descarrilamiento de conductor 4 de caña
01-oct	10:15:00 PM	0:15:00	Falta de vapor - problema caldera
03-oct	11:15:00 AM	0:10:00	tanque de jugo lleno
03-oct	12:15:00 PM	0:20:00	Descarrilamiento de conductor 3 de caña
03-oct	1:15:00 PM	0:30:00	Descarrilamiento de conductor 4 de caña
04-oct	2:15:00 AM	2:00:00	Caldera 3 fuera de línea
04-oct	11:00:00 AM	2:12:00	Cambio de martillo, mantenimiento conductores
05-oct	5:15:00 PM	0:30:00	Problemas planta eléctrica
05-oct	6:15:00 PM	0:47:00	Problema conductor 2
06-oct	3:12:00 AM	1:12:00	Acomodo de masa superior Molino 6
06-oct	9:15:00 AM	0:35:00	Mesa alimentadora, descarrilamiento
07-oct	10:15:00 AM	1:12:00	Cambio martillos
07-oct	8:30:00 PM	5:23:00	Problema Grúa Hilo.
09-oct	10:14:00 AM	1:21:00	Conductor 3 - Mantenimiento
10-oct	12:12:00 PM	2:32:00	Cambio de cadenas conductor 3
10-oct	8:32:00 PM	0:23:00	Presión de vapor bajo
11-oct		0:00:00	Mantenimiento Mensual
13-oct		0:00:00	Mantenimiento Mensual
14-oct		0:00:00	Mantenimiento Mensual
16-oct	10:12:00 PM	0:35:00	Presión de vapor bajo
17-oct	3:15:12 AM	0:42:00	Cadena de mesa Alimentadora, reparación
17-oct	2:24:00 PM	1:21:00	Descarrilamiento conductor 2
18-oct	9:21:00 PM	0:23:00	Reparación en Elaboración
20-oct	12:32:00 PM	1:12:00	Soldadura de Tubo de tanque de jugo encalado
21-oct	1:12:00 AM	0:21:00	Presión de vapor bajo
22-oct	10:12:00 AM	2:21:00	Planta eléctrica
22-oct	2:00:00 PM	0:12:00	tanque de jugo lleno
23-oct	12:21:00 PM	1:24:00	Soldadura Planchas de la Mesa alimentadora y mantenimiento a los conductores
24-oct	10:10:00 AM	1:00:00	Problemas shreder
25-oct	9:12:00 PM	0:45:00	Presión de vapor bajo
26-oct	9:23:00 AM	1:15:00	Cambio de martillo, mantenimiento conductor 2 y 3
28-oct	3:21:00 PM	0:45:00	Problemas planta eléctrica
28-oct	10:24:00 AM	0:50:00	Soldadura de masa superior
28-oct	6:23:00 PM	0:21:00	Acomodo de masa superior Molino 6
29-oct	9:21:00 PM	0:43:00	Descarrilamiento conductor 3
29-oct	11:12:00 PM	1:21:00	Ajuste de pieza Shreder
30-oct	10:21:00 AM	1:12:00	Soldadura de Plancha de mesa alimentadora

4.2.1.2 Entrevista.

- **Pregunta 1: ¿Cuántos trabajadores son estables en el área de elaboración?**

- Los turnos de trabajo están conformados por 73 trabajadores los cuales está dividido en tres turnos de 8 horas/jornada.
- Estables esta 97% de los trabajadores (73 trabajadores y 3 que son ingenieros son contratados)

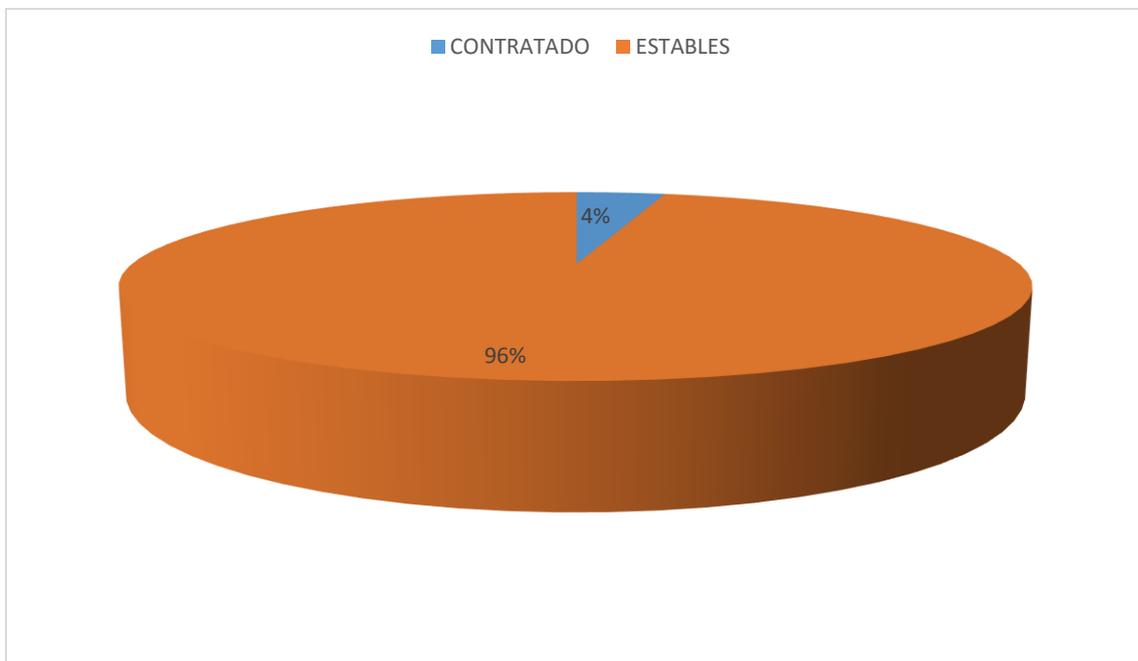


Figura N^a 4 Trabajadores estables del área.

Descripción: En esta grafica podemos observar que el 97% de los trabajadores son contratados y el 3% son estables.

Fuente: Autores, 2015

- **Pregunta 2: ¿Cual es costo por turno de trabajo?**

- El pago en el 1º turno y 2º turno es de S/.6,60 y 3º turno es de S/.7,70
- Los turnos son rotativos, cada semana de trabajo.

Tabla Nª 13 Pago Por Hora De Trabajadores Por Turno

1º turno	2º Turno	3º Turno
S/.6,60	S/.6,60	S/.7,70

Fuente: Jefatura de Área Elaboración - Empresa Agro industrial Pomalca

- **Pregunta 3: ¿Cuánto es la capacidad de planta?**

- La máxima capacidad de planta de la empresa Agroindustrial Pomalca SAA. es de 10000 bolsas de azúcar.

- **Pregunta 4: ¿Cuál ha sido la máxima producción de azúcar en una jornada de trabajo 3 turnos?**

- Solo 2 veces se llegó al máximo de la producción en el año 2009, el cual disminuyo a la producción diaria de 85000 bolsas de azúcar.

- **Pregunta 5: ¿Cuál es el costo de inventario por bolsas de azúcar?**

- Primero tenemos un almacén con capacidad de 80000 bolsas de azúcar, llevando un costo de almacén de 0,60 por bolsa de azúcar al día.

- **Pregunta 6: ¿Existe algún problema con los insumos durante el proceso?**

- Sobre los insumos que tenemos en la fábrica, no tenemos ningún problema, ya que siempre cada supervisor está a cargo de revisar los insumos y si en caso falte se avisa con anticipación a jefe de producción que realiza pedidos urgentes que es atendido en horas que no afectan a la producción.

- **Pregunta 7: ¿Cuáles son los meses de mayor producción y de menos producción respectivamente?**
 - Las menores producciones son en los meses de febrero a mayo donde la calidad de caña es baja y a la vez hay escases de caña, pero mejora a partir de los meses de junio en lo cual a la vez la producción aumenta hasta meses como septiembre a noviembre.
- **Pregunta 8: ¿Cuál es el tiempo que lleva trabajando en la empresa agroindustrial Pomalca?**
 - Más del 70% de los trabajadores han trabajado en la fábrica y en el proceso de azúcar, acerca de 20 años y el resto menor a 5 años de trabajo.
- **Pregunta 9: ¿Cuánto puede durar la caña en almacenamiento después del corte?**
 - La caña después de ser cortada puede durar hasta 4 días.
- **Pregunta 10: ¿La calidad de caña afecta el proceso?**
 - Si. Ya que cuando la caña no alcanza la pureza adecuada hay un retraso con la producción.
- **Pregunta 11: ¿Cuál es la pureza y brix adecuados para la elaboración de azúcar?**
 - La pureza adecuada del jarabe para la empresa es de 88 y los grados brix adecuados son de 60 a 68
- **Pregunta 12: ¿Cuánto tiempo demora en descargar la masa 1 y ¿Masa 2?**
 - La masa 1 demora de 2 a 3 horas y la masa 2 demora de 2 1/2 a 4 horas.

- **Pregunta 13: ¿Cuál fue la mayor y menor producción?**
 - Durante los últimos 5 años la mayor producción de bolsas de azúcar fue de 10000 bolsas de azúcar en el 2009 y la menor producción fue el año 2014 con 3265 bolsas de azúcar.
- **Pregunta 14: ¿Cuáles meses hay mayor producción y Por qué?**
 - Los meses de mayor producción son octubre y diciembre los meses de menor producción son marzo y mayo ya que no es temporada de caña y solo se encuentra caña de baja calidad.
- **Pregunta 15: ¿Qué antigüedad tienen las máquinas para la producción?**
 - En la planta podemos observar tachos, tanques, evaporadores y Pre evaporadores de 80 a 90 años de antigüedad también encontramos centrifugas con 50 años.
- **Pregunta 16: ¿Cada que tiempo se hace mantenimiento a la maquinaria de la línea de producción?**
 - El mantenimiento es mensual, que puede durar de 3 a 4 días dependiendo en qué estado estén las máquinas.
- **Pregunta 17 ¿Qué capacidad tiene la planta para elaboración de azúcar?**
 - Planta tiene una capacidad de 5000 toneladas de caña de azúcar. De la cual pocas veces llega a su capacidad total, vemos en por día entra entre 3500 a 2500 toneladas de caña.
- **Pregunta 18 ¿Con cuantas toneladas de caña se puede dar inicio a la producción?**
 - Se puede Iniciar a la producción con 150 toneladas de caña.

- **Pregunta 19 ¿Con cuántos ingenieros está conformada el área de elaboración?**

- Contamos con 2 Ingenieros Actualmente, Ing. Jorge Suarez Córdova y el Ing. Jacinto níquel

- **Análisis de la entrevista**

- **Pregunta 1:** La cantidad de trabajadores por cada turno está establecido y en lo cual 97% son estables y solo 3 % son contratados, siendo una amenaza para la empresa.
- **Pregunta 2:** El costo por turno de trabajo es el mismo para el primero y segundo a diferencia del tercer turno, lo cual sin ver cuánto va ser la producción por turno el pago es el mismo.
- **Pregunta 3:** La capacidad de planta es de 10,000 bolsas en lo cual pocas veces se llegó a 8,000 bolsas, en lo cual afecta la antigüedad de la maquinaria y por una falta de planeamiento adecuado.
- **Pregunta 4:** Las únicas veces donde la producción fue mayor a 8000 fue en el año 2009 donde se llegó a una producción a 8500 bolsas utilizando todo al máximo de producción lo cual luego afecto en algunas maquinarias. Obligando a un parado y dando mantenimiento urgencia a ciertas maquinarias.
- **Pregunta 5:** El costo de inventario para cada día es 0,60 por bolsa de azúcar, en lo cual es por cada día lo cual afecta gastos para la empresa teniendo como límite de 80,000 bolsas de azúcar.
- **Pregunta 6:** Respecto los insumos no hay ningún problema ya que en caso de falta se requiere a un pedido de urgencia sin afectar el proceso y además el pedido se ha requerido con una anticipación.

- **Pregunta 7:** Los meses de una mayor producción desde junio hasta noviembre en lo cual demás meses se debe aplicar un planeamiento de la producción y proyectar que hacer en los demás meses como debe ser su producción en estos meses.
- **Pregunta 8:** Respecto al tiempo de trabajo que llevan los trabajadores en la empresa agroindustrial pomalca SAA. Tienen 20 años de experiencia y algunos tienen 5 años de experiencia. Lo cual es favorable para la producción ya que cuenta con experiencia sobre el proceso productivo.
- **Pregunta 9:** La caña puede durar depende de la maduración del corte de caña, que puede ser de hasta 4 días en lo cual después de estos días no tiene la misma pureza que el inicio.
- **Pregunta 10:** Este proceso corte de caña es desfavorable para el proceso de azúcar ya que suele, hacerlo antes de la maduración sin tener toda su pureza para el proceso.
- **Pregunta 11:** De acuerdo la pureza de jarabe que tiene la empresa es de 88 y los grados Brix 68 a más.
- **Pregunta 12:** Las descargas de la masa primera demora 2 a 3 horas de acuerdo al vapor que se tenga y una masa de segunda demora de 2 a 4 horas. Todo dependiendo del vapor.
- **Pregunta 14:** Meses de mayor de producción va de acuerdo a los a la temporada de cañas que hay y también va a de acuerdo al clima laboral de empresa.
- **Pregunta 15:** La antigüedad de la maquinaria es una debilidad importante de la empresa, ya que afecta de forma importante a la producción.
- **Pregunta 16:** El mantenimiento es de importancia ya que se pierde 4 días

de producción y más las paradas cotidianas que se tiene aproximadamente 2 días, se pierde 6 días por una mala aplicación de mantenimiento.

- **Pregunta 17:** La capacidad de molienda es de 5000 toneladas de caña de azúcar en lo cual nunca se ocupa la capacidad de planta ya que por una falta de planeamiento adecuado es complicado llegar a una máxima capacidad.
- **Pregunta 18:** El inicio de molienda se requiere un mínimo de 150 toneladas de caña en lo cual afecta, si no hay la cantidad correcta en lo que afectaría la continuación de la producción.
- **Pregunta 19:** Los ingenieros para el área de elaboración solo son 2 en los cuales es una dificultad para el proceso solo contar 2 ingenieros para las 3 áreas de elaboración.

4.3) Discusión de los resultados

- **La calidad de caña afecta el proceso**

En la empresa agroindustrial pomalca SAA, si no se tiene una caña de buena calidad, se da la posibilidad de un retraso en la producción y a consecuencia disminuiría para producción de los turnos de trabajo.

Según el libro de ingeniería de la caña de azúcar, la calidad de la materia prima se reconoce al término de su procesamiento industrial por la cantidad de azúcar que se recupere por tonelada de caña molida (rendimiento fabril). Una materia prima de óptima calidad será aquella que se caracteriza por un alto contenido de sacarosa, un bajo contenido de materias extrañas, un bajo contenido de sustancias solubles no-sacarosa y por un nivel adecuado de fibra, asegurando un máximo rendimiento fabril y la mejor calidad del azúcar obtenido, resultando

en una mejor eficiencia y rentabilidad, tanto de la fábrica como del productor cañero. (Andrade, 2004)

La fibra de caña varía de (10 – 15) %. La Pol en la caña varía de (12-16) %. La cantidad de azúcar en la caña es de (12 – 14) % del peso de la caña molida La calidad de la materia prima constituye la base del proceso industrial, al determinar la máxima cantidad de azúcar que la fábrica puede recuperar, los múltiples factores que inciden en la calidad de la materia prima, posibilitarán instrumentar manejos y sistemas de control en la producción, cosecha, transporte y en la etapa industrial, que permitan mejorar las condiciones de fabricación y de calidad del producto. (Rodríguez, 1997).

Muestra tomada en	° Brix	Polarización	Pureza
Doble desmenuzadora	17.16	14.50	84.50
PRIMER MOLINO			
Cañero	17.08	14.12	82.67
Bagacero	16.13	13.06	80.97
SEGUNDO MOLINO			
Cañero	7.63	5.83	76.41
Bagacero	9.37	7.31	78.01
TERCER MOLINO			
Cañero	5.04	3.73	74.01
Bagacero	6.14	4.54	73.94
CUARTO MOLINO			
Cañero	3.00	2.18	70.60
Bagacero	4.52	3.26	72.12
QUINTO MOLINO			
Cañero	1.31	0.88	67.18

Figura N° 5 Muestras de brix, prza y polarización

Fuente: (Rodríguez, 1997).

La concentración del ion hidrogeno (pH) en el jugo de la planta madura normal de caña de azúcar varía entre 4.73 y 5.63, pero el valor corriente oscila entre 5.2 y 5.4. Utilizando mediciones precisas y muchas muestras, se pueden establecer pequeñas diferencias entre las diferentes variedades y áreas. Para que la diferencia sea significativa cuando se utilizan pocas muestras son necesarias grandes cambios en los valores de pH. Por lo general, la caña dañada considerablemente por las heladas posee un jugo con valores de pH muy bajos; otras condiciones producen efectos ligeros. Los valores de la acidez titulable varía con mayor amplitud que los del pH, y esta se utiliza comúnmente como indicador de calidad. (Duarte et al., 1982; Hernández, 1978; citado por Serrano, 2006)

Los azúcares diluidos tienen la propiedad de desviar el plano de vibración de la luz polarizada. Esta propiedad se utiliza en la industria azucarera para determinar la riqueza de los jugos de caña mediante un aparato óptico llamado polarímetro, de donde se deriva la expresión de Pol. (Herrero & Silva, 1991)

- < a 11 de Pol ◊ caña mala
- 11 a 13 de Pol ◊ caña regular
- 13 a 15 de Pol ◊ caña buena
- > a 15 de Pol ◊ caña muy buen

Es la relación en porcentaje que existe entre el Pol contenido y los sólidos totales disueltos en el jugo. Cuando los sólidos totales solubles se expresan en grados API, °Brix, y/o en sólidos refractométricos o por desecación/ las purezas reciben los nombres de pureza (Herrero & Silva, 1991)

- Según la revista Scielo, El índice de madurez resultó en $0,97 \pm 0,04$ y $0,98$

$\pm 0,04$, para la variedad PR61632 y la MY5514, respectivamente. Ello indica que ambos cultivos se encontraban maduros en el momento de la cosecha y, a su vez, concuerda con la edad (12 meses) de los mismos, ya que según Insuasty y Manrique (2000) entre 11 y 12 meses se alcanza la madurez en zonas con la altura del área de siembra (622msnm). Esto es lo conveniente para la elaboración de panela, principalmente la granulada, ya que con cañas inmaduras o sobremaduras los rendimientos son menores y la calidad del producto final es menor debido a que se incrementan los azúcares reductores. Los azúcares reductores en el jugo de caña con un día de almacenamiento, resultaron en $0,75 \pm 0,010$ y $0,35 \pm 0,002\%$ para las variedades PR61632 y MY5514, respectivamente. Chacón (2001) encontró valores de 0,8 y 0,6% en jugos de la variedad PR61632 de dos zonas productoras de Colombia. Narváez (2002) afirma que, para elaborar panela granulada de buena calidad, el contenido de azúcares reductores en el jugo debe ser $<1,5\%$, mientras que para Rodríguez y Segura (2004) debe ser $\sim 0,5\%$ y siempre inferior a 1,0%. El jugo de las variedades usadas en la investigación cumplió con este último requisito, siendo el de la variedad MY5514 incluso menor a 0,5%.

- **Duración de la caña después del corte**

Según la empresa agroindustrial pomalca SAA, la caña de azúcar tiene hasta una duración de 4 días después de su corte.

Según el libro del cultivo de la caña de azúcar, el proceso productivo se iniciará con la preparación del terreno, etapa previa de siembra de caña, una vez madura la planta, las cañas son cortadas y se apilan a lo largo del campo, donde se recogen a mano o a máquina, se atan en haces y se transportan al ingenio, que es un molino en cual se trituran los tallos y se les extrae el azúcar. No debe

transcurrir mucho tiempo al transportar la caña recién cortada a la fábrica porque no procesarse dentro de las 24 horas después del corte se producen pérdidas por inversión de glucosa y fructuosa. (Rodríguez y Daza, 1995; Digonzelli 2009)

Transportar la caña de azúcar del campo hacia la fábrica, sin que exceda el tiempo de corte de las 48 horas, debido a la formación del bacilo *Leuconostoc mesenteroide*, que reduce la sacarosa de la caña de azúcar, ya que se alimenta de ella disminuyendo el rendimiento. (Manual para Ingenios Azucareros, 1994)

4.4) Descripción del proceso de elaboración.

1. Recepción de la caña

La caña madura es quemada, cortada, descogollada, para luego ser transportada del campo al ingenio por unos tráileres, ya sean simples o dobles, de 25 y 50 kg. De capacidad respectivamente.

2. Pesado de la caña

Esta caña proveniente del campo, es pesada en una balanza de plataforma; cabe destacar que cada tráiler ya sabe cuál es su tara; luego pasan al patio en fila hasta esperar su respectivo turno.

3. Preparación de la Caña.

La caña que está en los tráileres, es descargada por la grúa hilo hacia la mesa alimentadora, la cual tiene una capacidad de 75 toneladas de caña; la capacidad de la grúa es de 28 toneladas. (Anexos-Figura N° 26)

Después del primer lavado, la caña pasa al conductor N° 2 donde va a recibir un segundo lavado, aquí en este conductor también se encuentra el nivelador N° 1 y el machetero N° 1.

4. Extracción del jugo

En esta etapa es donde se obtiene el jugo de la caña, los cuales están constituidos

por la reunión de tres cuerpos o masas dispuestas en forma triangular. Una recibe la caña y se llama masa cañera la otra superior recibe el nombre de masa mayor o superior y finalmente se tiene la masa por donde sale el jugo y es la masa bagacera.

(Anexos-Figura N° 29)

5. Alcalización.

La razón fundamental de esta operación es de provocar una reacción química entre el óxido de calcio con el ácido fosfórico, que contiene el jugo por naturaleza neutralizando, de esta forma la acidez natural del jugo y forma sales insolubles de cal, que absorbe alrededor de sus moléculas todas las impurezas del jugo a fin de clarificarlo.

El jugo crudo normal tiene de 5.3 a 5.4 de pH, pero con la adición del sacarato de calcio, se tiene un pH de 7.8 de encalado lo cual permite con la adición del calor un jugo clarificado de 7.0 de pH o algo más que debe mantenerse en lo posible, para un buen proceso. (Anexos-Figura N°30) y (Anexos-Figura N°31)

A pH de encalado menores de 7.7 se obtiene clarificados ligeramente ácidos perjudiciales por la formación de azúcares reductores, pero a pH de encalado mayores de 8 se obtiene jugo clarificados alcalinos que destruyen azúcares reductores, con el consiguiente peligro de sobre alcalinizar en etapas posteriores por acción de compuestos nitrogenados.

6. Calentamiento del jugo

El jugo antes de entrar a los clarificadores se bombea hacia los intercambiadores de calor de casco y tubo, de manera de obtener una temperatura de 105°C que es la necesaria para una buena clarificación.

(Anexos-Figura N°32)

El calor que es un agente físico, con la cal que es un agente químico sirve

principalmente para acelerar la limpieza del jugo mezclado que como ya sabemos es de color turbio, contiene agua, tierra, bagacillo en suspensión y otros elementos propios del jugo que vienen diluidos.

7. Clarificación del jugo

El jugo encalado y calentado pasa a los clarificadores. Pero este jugo caliente ingresa primero al tanque flash, donde se produce una violenta ebullición, con la que se elimina la mayor parte de burbujas de aire, de gases que se lleva el jugo. Aquí los agentes clarificadores que son cal y calor cumplen su función, es decir, comienzan a sedimentar, es decir, todas las impurezas (cachaza) se van al fondo y el jugo sale de los clarificadores completamente cristalino con un pH de 6.8 a 7.0 para luego pasar a las baterías de evaporadores.

(Anexos-Figura N°33)

Este tipo de clarificación, tiene un eje central y tiene un dispositivo en comportamientos inclinados del centro a la periferia

El jugo entra llenando la abertura central y las impurezas de menor densidad se depositan en forma de espuma en la parte superior de los compartimentos. Para evitar que la cachaza se quede ahí depositada, el eje tiene raspadores que giran muy lentamente.

Actualmente la Empresa Agroindustrial Pomalca cuenta con dos clarificadores, pero trabaja solo uno, que es el más grande con una capacidad de 480 m³.

El producto denominado cachaza extraído del fondo de los clarificadores es enviado al mezclador donde se agrega bagacillo y de aquí se van a llenar la batea donde es sometida a la acción de los Filtros OLIVER.

8. Evaporación

El jugo clarificado es bombeado a los pre-evaporadores en donde se le introduce

vapor de 1.70 bar, para su concentración o jarabe.

Los jugos se van concentrando en serie desde el 1° al 5° efecto en donde salen el jarabe que es bombeado a la sección de vacumpanes o tachos. El vapor de escape de 1.70 bar proveniente del escape de los turbogeneradores sólo es adicionado en el 1 efecto, condensándose el vapor para retornar a los calderos. (Anexos-Figura N°34)

a) Pre Evaporación.

Se llama pre evaporación a la evaporación que ocurre antes del múltiple efecto. El pre evaporador es muy importante ya que permite ahorrar una considerable cantidad de dinero, ya que ahorra vapor en la fábrica.

(Anexos-Figura N° 35)

b) Evaporación De Múltiple Efecto

Las evaporaciones se pueden conectar en equipo, comúnmente son los llamados "cuadros" de tal forma que la evaporación producida en uno de ellos se utiliza como vapor de calefacción del siguiente, sólo es necesario disminuir la presión de cada unidad sucesiva que se añada y se establecerá una diferencia de temperatura que permitirá el funcionamiento adecuado del evaporador, a esto se denomina múltiple efecto.

Los evaporadores de múltiple efecto constan de 4 evaporadores conectados en serie llamados cuerpos o efectos.

c) Condensadores

Para obtener vacío, los vapores que libera el aparato a la temperatura que les corresponde tienen que ser condensados.

Un condensador es un recipiente cilíndrico y cerrado, generalmente cónico en la parte inferior, conectado a una tubería de 10.5 metros de altura que está introducida

en el parto inferior del condensador.

9. Evapo- Cristalización

En la sección de vacuumpanes o tachos tiene lugar la cristalización de la sacarosa a partir del jarabe, obteniéndose tres clases de azúcares. Esto significa que se producen tres clases de masas cocidas "A", "B" y "C" y es como sigue:

- MASA COCIDA "A" : Jarabe + Liga "C"
- MASA COCIDA "B" : Jarabe + Liga C + Miel "A"
- MASA COCIDA "C" : Jarabe + Miel "B" (Anexo-Figura N°36)

Los objetivos de la cristalización es la transformación del azúcar en solución a su estado cristalino, que en la centrifuga produzca un alto rendimiento de azúcar como producto comercial y lograr la mayor transformación posible de la sacarosa disuelta a cristales, los tachos están previstos de unas mirillas en la parte delantera para observar el cocimiento de las masas, así como la altura. El aparato de cocción o tacho, según la versión española; "VACUUM PAN" según la versión inglesa es un simple efecto, similar a cualquiera de los cuerpos del evaporador. (Anexo-Figura N°37)

10. Centrifugación

Las centrífugas son canastas o depósitos de metal en donde se recibe la masa y porta canastas o depósitos de metal en donde se recibe la masa y por intermedio de un eje gira a gran velocidad, como la canasta tiene huecos en toda su superficie, además sobre ella va una tela de bronce también perforada con 500 a 650 huecos por pulgada cuadrada, entonces la miel escapa fuera de la canasta y los granos quedan dentro porque los huecos de la tela de bronce son más chicos que los granos de azúcar.

- **Tipos de Centrífugas**

Para separar cristales de azúcar se emplean centrífugas de canasta tipo bacht automáticos y semiautomáticos.

- a) Centrífugas Automáticas**

Las operaciones son realizadas automáticamente por medios electrónicos, el operador solo debe fijar los tiempos de purga, lavados, etc.

- b) Centrífugas Semiautomáticas**

Estas centrífugas realizan algunas operaciones automáticas como aceleración, drenaje y lavado de los azúcares, la carga y descarga se hace manualmente, no significando mucho esfuerzo abrir y cerrar la masa cocida.

11. Envasado del azúcar

El azúcar es envasado en bolsas de papel, conteniendo 50 kg de azúcar y son almacenados en parihuelas de 30 sacos cada parihuela y son llevados por intermedio del montacargas al área de Almacén de Productos terminado. Guardados en espacios tal que la humedad no produzca ningún daño y también se evita el deterioro microbiológico del azúcar. (Anexo-Figura N°38)

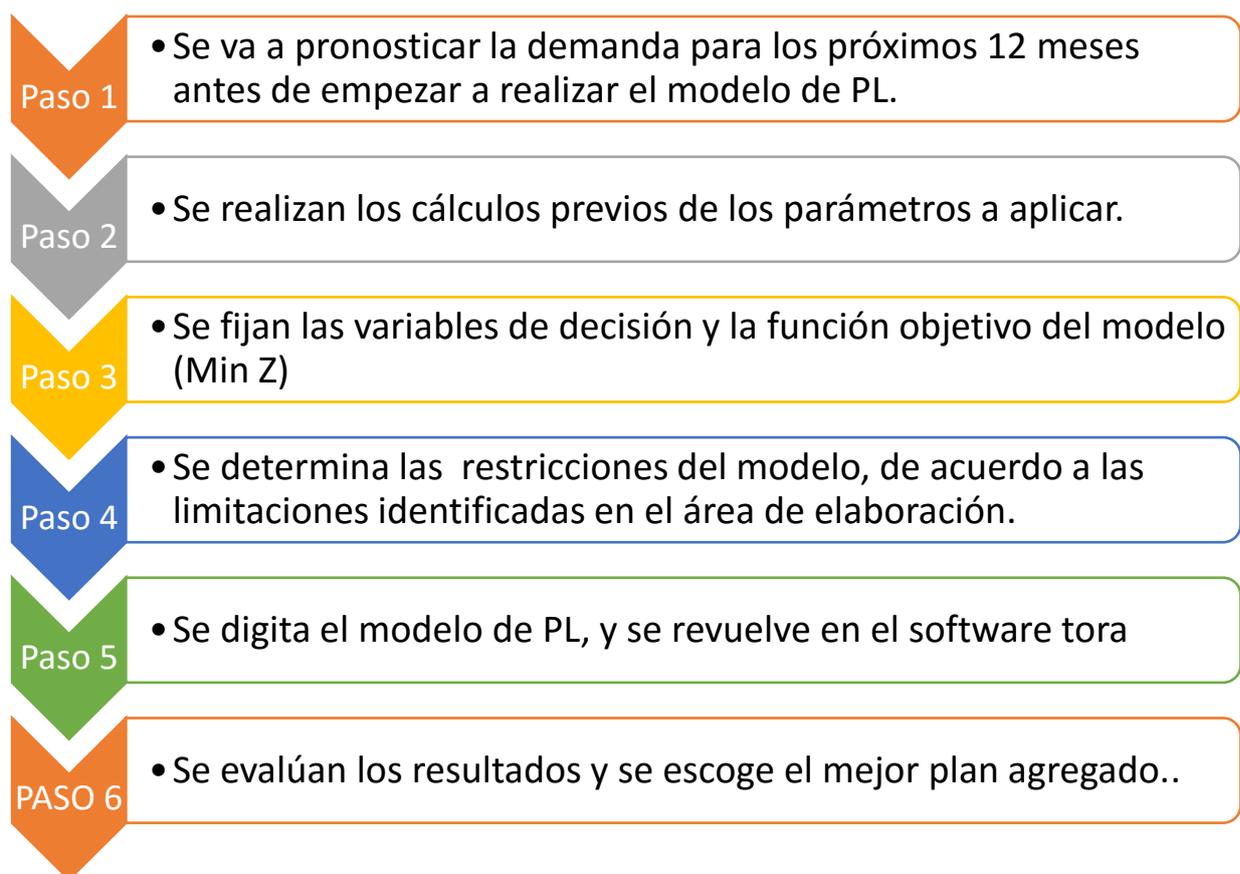
CAPITULO V:

PROPUESTA DE

INVESTIGACION

5.1) Propuesta de investigación

Para la presente investigación se aplicará un programa de fácil acceso para toda persona en general SOFTWARE TORA el cual se puede descargar gratuitamente de internet. Se propone 2 modelos de programación lineal un plan agregado de persecución y otro de tasa de producción constante, para la planeación y programación de la producción del año 2016 durante los 12 meses de producción. El objetivo del modelo fue minimizar los costos de mano de obra en los tres turnos de trabajo de la empresa; mejorando así su productividad. Además, se propone un plan de mantenimiento para reasignar al personal del tercer turno y para que la producción sea continúa.



5.1.1) Pronostico de la Demanda Hasta Año 2016

Para realizar el pronóstico se utilizó el método causal. Mediante el ajuste polinómico de grado 6º teniendo como datos las ventas históricas desde año 2014 al año 2015.

Tabla N° 14 Ventas de azúcar 2014 - 2015

jul-14	125444
ago-14	128982
sep-14	137500
oct-14	117617
nov-14	118489
dic-14	94186
ene-15	79423
feb-15	72858
mar-15	45018
abr-15	73411
may-15	70000
jun-15	119647
jul-15	131212
ago-15	131159
sep-15	154987
oct-15	134278
nov-15	132564
dic-15	125421

Fuente: Superintendencia de fábrica – Empresa Agroindustrial Pomalca



Figura N^o 6 Grafica de tendencia

Fuente: Elaboración Propia

Aplicando Pronostico se buscará la mejor opción para poder pronosticar la producción para el año 2016, realizando una gráfica de dispersión con una tendencia polinómico con Orden 6, arrojando un $R^2=0,9251$, siendo la mejor opción para el pronóstico.

Tabla N^o 15 Pronostico producción 2016

MESES	PRONOSTICO
ene-16	137925
feb-16	129519
mar-16	118725
abr-16	132222
may-16	130307
jun-16	149515
jul-16	167435
ago-16	164844
sep-16	166121
oct-16	154998
nov-16	161275
Dic-16	160367

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo el pronóstico para el año 2016, empezamos a plantear el modelo de acuerdo al pronóstico se va a diseñar el modelo de programación lineal para la planeación y programación de la producción, tenemos el primer plan de persecución, donde la producción es de acuerdo a la demanda, proponemos un modelo para 12 meses con un plan de producción del año 2016

5.2) Primer plan de persecución

Tenemos 72 Variables para elaborar el Plan de persecución.

Tabla N° 16 Variables para el plan 1

X1	PRODUCCION DIARIA EN T1 MES ENERO
X2	PRODUCCION DIARIA EN T2 MES ENERO
X3	PRODUCCION DIARIA EN T3 MES ENERO
X4	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T1 ENERO
X5	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T2 ENERO
X6	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T3 ENERO
X7	PRODUCCION DIARIA EN T1 MES FEBRERO
X8	PRODUCCION DIARIA EN T2 MES FEBRERO
X9	PRODUCCION DIARIA EN T3 MES FEBRERO
X10	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T1 FEBRERO
X11	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T2 FABRERO
X12	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T3 FEBRERO
X13	PRODUCCION DIARIA EN T1 MES MARZO
X14	PRODUCCION DIARIA EN T2 MES MARZO
X15	PRODUCCION DIARIA EN T3 MES MARZO
X16	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T1 MARZO
X17	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T2 MARZO
X18	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T3 MARZO
X19	PRODUCCION DIARIA EN T1 MES ABRIL
X20	PRODUCCION DIARIA EN T2 MES ABRIL
X21	PRODUCCION DIARIA EN T3 MES ABRIL
X22	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T1 ABRIL
X23	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T2 ABRIL
X24	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T3 ABRIL
X25	PRODUCCION DIARIA EN T1 MES MAYO
X26	PRODUCCION DIARIA EN T2 MES MAYO
X27	PRODUCCION DIARIA EN T3 MES MAYO
X28	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T1 MAYO
X29	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T2 MAYO

X30	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T3 MAYO
X31	PRODUCCION DIARIA EN T1 MES JUNIO
X32	PRODUCCION DIARIA EN T2 MES JUNIO
X33	PRODUCCION DIARIA EN T3 MES JUNIO
X34	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T1 JUNIO
X35	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T2 JUNIO
X36	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T3 JUNIO
X37	PRODUCCION DIARIA EN T1 MES JULIO
X38	PRODUCCION DIARIA EN T2 MES JULIO
X39	PRODUCCION DIARIA EN T3 MES JULIO
X40	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T1 JULIO
X41	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T2 JULIO
X42	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T3 JULIO
X43	PRODUCCION DIARIA EN T1 MES AGOSTO
X44	PRODUCCION DIARIA EN T2 MES AGOSTO
X45	PRODUCCION DIARIA EN T3 MES AGOSTO
X46	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T1 AGOSTO
X47	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T2 AGOSTO
X48	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T3 AGOSTO
X49	PRODUCCION DIARIA EN T1 MES SEPTIEMBRE
X50	PRODUCCION DIARIA EN T2 MES SEPTIEMBRE
X51	PRODUCCION DIARIA EN T3 MES SEPTIEMBRE
X52	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T1 SEPTIEMBRE
X53	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T2 SEPTIEMBRE
X54	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T3 SEPTIEMBRE
X55	PRODUCCION DIARIA EN T1 MES OCTUBRE
X56	PRODUCCION DIARIA EN T2 MES OCTUBRE
X57	PRODUCCION DIARIA EN T3 MES OCTUBRE
X58	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T1 OCTUBRE
X59	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T2 OCTUBRE
X60	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T3 OCTUBRE
X61	PRODUCCION DIARIA EN T1 MES NOVIEMBRE

X62	PRODUCCION DIARIA EN T2 MES NOVIEMBRE
X63	PRODUCCION DIARIA EN T3 MES NOVIEMBRE
X64	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T1 NOVIEMBRE
X65	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T2 NOVIEMBRE
X66	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T3 NOVIEMBRE
X67	PRODUCCION DIARIA EN T1 MES DICIEMBRE
X68	PRODUCCION DIARIA EN T2 MES DICIEMBRE
X69	PRODUCCION DIARIA EN T3 MES DICIEMBRE
X70	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T1 DICIEMBRE
X71	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T2 DICIEMBRE
X72	CANTIDAD HORAS QUE TRABAJA EN EL T3 DICIEMBRE

Fuente: Elaboración Propia

5.2.1) Calculo para realizar el primer Plan de persecución en la función objetivo.

Tabla N° 17 Costos para mes de 29 días.

Trabajadores Primer turno y segundo turno.	Costo por hora de trabajo primer turno y segundo turno	Días de trabajo al mes	Costo total primer y segundo turno
24	S/6.6	29	4593,6
Trabajadores tercer turno.	Costo por hora de tercer turno	Días de trabajo al mes	Costo total tercer turno
25	S/7.7	29	5582,5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N^o 18 Costos para mes de 30 días

Trabajadores Primer turno y segundo turno.	Costo por hora de trabajo primer turno y segundo turno	Días de trabajo al mes	Costo total primer y segundo turno
24	S/6.6	30	4752
Trabajadores tercer turno.	Costo por hora de tercer turno	Días de trabajo al mes	Costo total tercer turno
25	S/7.7	30	5775

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N^o 19 Costos para mes de 31 días

Trabajadores Primer turno y segundo turno.	Costo por hora de trabajo primer turno y segundo turno	Días de trabajo al mes	Costo total primer y segundo turno
24	S/6.6	31	4910,4
Trabajadores tercer turno.	Costo por hora de tercer turno	Días de trabajo al mes	Costo total tercer turno
25	S/7.7	31	5967,5

Fuente: Elaboración Propia

Función Objetivo

La función objetivo corresponde a minimizar los costó de mano de obra por turno de trabajo de cada mes durante 12 meses de producción del año 2016 especificando los costos de mano de obra de cada turno.

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & 4910,40_{x4} + 4910,40_{x5} + 5967,50_{x6} + 4593,6_{x10} + 4593,6_{x11} + \\ & 5582,5_{x12} + 4910,40_{x16} + 4910,40_{x17} + 5967,50_{x18} + 4752_{x22} + 4752_{x23} + \\ & 5775_{x24} + 4910,40_{x28} + 4910,40_{x29} + 5967,50_{x30} + 4752_{x34} + 4752_{x35} + \\ & 5775_{x36} + 4910,40_{x40} + 4910,40_{x41} + 5967,50_{x42} + 4910,40_{x46} + \\ & 4910,40_{x47} + 5967,50_{x48} + 4752_{x52} + 4752_{x53} + 5775_{x54} + 4910,40_{x58} + \\ & 4910,40_{x59} + 5967,50_{x60} + 4752_{x64} + 4752_{x65} + 5775_{x66} + 4910,40_{x70} + \\ & 4910,40_{x71} + 5967,50_{x72} \end{aligned}$$

En la tabla de capacidad de producción se muestra las restricciones de capacidad de producción de los tres turnos, la misma que no debe exceder de 10,000 bolsas por día.

S.A: (RESTRICCIONES)

CAPACIDAD DE PRODUCCION DE LOS TRES TURNOS

Tabla N^o 20 Capacidad de producción

X1+X2+X3	<=	10000
X7+X8+X9	<=	10000
X13+X14+X15	<=	10000
X19+X20+X21	<=	10000
X25+X26+X27	<=	10000
X31+X32+X33	<=	10000
X37+x38+x39	<=	10000
X43+x44+x45	<=	10000
X49+X50+X51	<=	10000
X55+X56+X57	<=	10000
X61+X62+X63	<=	10000

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N^o 21 Tonelada por bolsa mes.

Cantidad de caña necesaria para una bolsa de azúcar	Días de producción al mes	Total
0,57 toneladas	29	16,53 tn/bolxmes
0.57 toneladas	30	17,1 tn/bolxmes
0.57 toneladas	31	17,67 tn/bolxmes

Tabla N^o 22 Tonelada por cada mes para los tres turnos menores 94200

17,67	X1+X2+X3	<=	94200
16,53	X7+X8+X9	<=	94200
17,67	X13+X14+X15	<=	94200
17,10	X19+X20+X21	<=	94200
17,67	X25+X26+X27	<=	94200
17,10	X31+X32+X33	<=	94200
17,67	X37+X38+X39	<=	94200
17,67	X43+X44+X45	<=	94200
17,10	X49+X50+X51	<=	94200
17,67	X55+X56+X57	<=	94200
17,10	X61+X62+X63	<=	94200
17,67	X67+X68+X69	<=	94200

Fuente: Elaboración Propia

Contamos con la planificación de la producción por tonelada de caña que debe producirse durante los turnos, donde se utiliza 0,57 Toneladas de caña por bolsa ya que el pronóstico de caña es de 94200 T/mes.

Tabla N^o 23 Producción de acuerdo a la demanda y según día del mes.

31	X1+X2+X3	=	137925
29	X7+X8+X9	=	129519
31	X13+X14+X15	=	128725
30	X19+X20+X21	=	132222
31	X25+X26+X27	=	130307
30	X31+X32+X33	=	149515
31	X37+x38+x39	=	167435
31	X43+x44+x45	=	164844
30	X49+X50+X51	=	166122
31	X55+X56+X57	=	154998
30	X61+X62+X63	=	161275
31	X67+X68+X69	=	160367

Fuente: Elaboración Propia

La tabla muestra los días de producción al mes relacionado con cuanto debe producir cada turno de trabajo de acuerdo a la demanda encontrada en el pronóstico.

Tabla N^o 24 Horas de trabajo menos igual a 8 horas

x4	<=	8
x5	<=	8
x6	<=	8
x10	<=	8
x11	<=	8
x12	<=	8
x16	<=	8
x17	<=	8
x18	<=	8
x22	<=	8
x23	<=	8
x24	<=	8
x28	<=	8
x29	<=	8
x30	<=	8
x34	<=	8
x35	<=	8
x36	<=	8
x40	<=	8
x41	<=	8
x42	<=	8
x46	<=	8
x47	<=	8
x48	<=	8
x52	<=	8
x53	<=	8
x54	<=	8
x58	<=	8
x59	<=	8
x60	<=	8
x64	<=	8
x65	<=	8
x66	<=	8
x70	<=	8
x71	<=	8
x72	<=	8

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 25 Tasa de producción por hora de trabajo.

TURNOS DE TRABAJO	PRODUCCION POR TURNO	HORAS DE TRABAJO	TASA DE PRODUCCION (bol/h)
1 Turno	2500 BOLSAS	8	312,5
2 Turno	3500 BOLSAS	8	437,5
3 Turno	1500 BOLSAS	8	187,5

Fuente: Elaboración Propia

La tabla indica el tiempo de horas de cada turno de trabajo durante los 12 meses de producción que se planifica.

Tabla N° 26 Tasa de producción de acuerdo a horas de trabajo.

X1	=	312,5	X4
X2	=	437,5	X5
X3	=	187,5	X6
X7	=	312,5	X10
X8	=	437,5	X11
X9	=	187,5	X12
X13	=	312,5	X16
X14	=	437,5	X17
X15	=	187,5	X18
X19	=	312,5	X22
X20	=	437,5	X23
X21	=	187,5	X24
X25	=	312,5	X28
X26	=	437,5	X29
X27	=	187,5	X30
X31	=	312,5	X34
X32	=	437,5	X35
X33	=	187,5	X36
X37	=	312,5	X40
X38	=	437,5	X41
X39	=	187,5	X42

X43	=	312,5	X46
X44	=	437,5	X47
X45	=	187,5	X48
X49	=	312,5	X52
X50	=	437,5	X53
X51	=	187,5	X54
X55	=	312,5	X58
X56	=	437,5	X59
X57	=	187,5	X60
X61	=	312,5	X64
X62	=	437,5	X65
X63	=	187,5	X66
X67	=	312,5	X70
X68	=	437,5	X71
X69	=	187,5	X72

Fuente: Elaboración Propia

La siguiente tabla nos muestra la producción por cada turno y por cada mes, de acuerdo a la tasa de producción por hora de trabajo.

Una vez diseñado el modelo de programación lineal para el plan agregado de persecución, lo digitamos software para el análisis correspondiente.

Agregado las 72 variables y 108 restricción del plan número 1.

PLAN 1: PLAN DE PERSECUCION

Problem Title: Plan de persecucion	
Nbr. of Variables: 72	
No. of Constraints: 108	

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	
Var. Name	en T1 Enero	en T2 enero	en T3 enero	en T1 enero	en T2 Enero	en T3 enero	T1 Febrero	T2 Febrero	En Febrero	en T1 Febre	T2 Febrero	T3
Minimize	0,00	0,00	0,00	4752,00	4752,00	5775,00	0,00	0,00	0,00	4752,00	4752,00	
Constr 1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Constr 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	
Constr 3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Constr 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Constr 5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Constr 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Constr 7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Constr 8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Constr 9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Constr 10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Constr 11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Constr 12	17,10	17,10	17,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Constr 13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,10	17,10	17,10	0,00	0,00	
Constr 14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Constr 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Constr 16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Constr 17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Constr 18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Constr 19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Constr 20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Figura N^o 7 Digitado el plan de 1 en Software Tora.

Fuente: Elaboración Propia

En la presente figura se muestra el modelo planteado, aplicando programación lineal donde se muestra el primer plan de persecución que contiene 108 restricciones con 72 variables, las restricciones van de acuerdo al mes según las restricciones y variables que tenemos desde enero que compete a x_1 , x_2 , x_3 , x_4 , x_5 , x_6 , donde x_1 es producción diaria del turno 1 durante mes de enero, x_2 es la producción diaria en el turno 2 durante mes de enero, en la tabla N^o 1 se definen cada una de las variables.

Se digitan los datos de acuerdo a las restricciones a los pronósticos de venta y también de acuerdo a las horas de trabajo que va tener cada turno según la producción.

INPUT GRID - LINEAR PROGRAMMING								
	x59	x60	x61	x62	x63	x64	x65	x66
Constr 41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Constr 62	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura N° 8 Digitación de restricciones

Fuente: Elaboración Propia

5.2.2) Resultados del plan 1: plan de persecución

El resultado obtenido del costo del plan es de S/.669736,78 soles que será el costo del plan para la producción, produciendo lo mismo de la demanda, en lo cual tenemos que el mes de enero la producción es la siguiente:

ANALIZAMOS EL PLAN DE ENERO

X1 – producción en el turno 1 es de 953 bolsas

X2 – Producción en el turno 2 es de 3496 bolsas

X3 – Producción en el turno 3 es de 0 bolsas

Title: Plan de persecucion			
Final Iteration No.:72			
Objective Value (Min) 669736,78			
Next Iteration All Iterations Write to Printer			
Variable	Value	Obj Coeff	Obj Val Contrib
x1: PD en T1 Ene	953,19	0,00	0,00
x2: PD en T2 ene	3496,00	0,00	0,00
x3: PD en T3 ene	0,00	0,00	0,00
x4: CH en T1 ene	3,06	4910,00	15000,58
x5: CH en T2 Ene	8,00	4910,00	39280,00
x6: CH en T3 ene	0,00	5967,00	0,00

Figura N^o 9 Producción y horas de trabajo para mes de enero

Fuente: Elaboración Propia

X4 – Horas de producción en turno 1 es 3,06 horas a un costo S/. 15000,58 para turno1 en el mes de enero

X5 - Horas de trabajo en el turno 2 es de 8 horas costo S/. 39280. Para el turno2 en el mes de enero.

X6 – Horas de trabajo en el turno 3 es de 0 hora

ANALISIS DEL PLAN DE FEBRERO

X7 - producción en el turno 1 es de 970,17 bolsas

X8 – producción en el turno 2 es de 3496 bolsas

X9- producción en el turno 3 es de 0 bolsas

x7: PD En T1 Feb	970,17	0,00	0,00
x8: PD En T2 Feb	3496,00	0,00	0,00
x9: PD T3 En Feb	0,00	0,00	0,00
x10: CH en T1 Feb	3,11	4593,00	14282,06
x11: CH en T2 Feb	8,00	4593,00	36744,00
x12: CH en T3 Feb	0,00	5582,00	0,00

Figura N^o 10 Producción y horas de trabajo para mes de febrero

Fuente: Elaboración Propia

X10 - Horas de trabajo en turno 1 es 3,11 horas a un costo S/. 14282,06 para turno 1 en el mes de febrero.

X11 – Horas de trabajo en el turno 2 es de 8 horas costo S/.36744. Para el turno 2 en el mes de febrero.

X12 – Horas de trabajo en el turno 3 es de 0 horas costo es s/ .0

ANALISIS DEL PLAN DE MARZO

X13 - producción en el turno 1 es de 256,42 bolsas

X14 – producción en el turno 2 es de 3896 bolsas

X15 - producción en el turno 3 es de 0 bolsas

x13: PD En T1 Mar	256,42	0,00	0,00
x14: PD en T2 Mar	3896,00	0,00	0,00
x15: PD en T3 Mar	0,00	0,00	0,00
x16: CH en T1 Mar	0,82	4910,00	4035,32
x17: CH en T2 Mar	8,00	4910,00	39280,00
x18: CH en T3 Mar	0,00	5967,00	0,00

Figura N^o 11 Producción y horas de trabajo para mes de marzo

Fuente: Elaboración Propia

Empezamos analizando la cantidad de horas a trabajar por turno y costos para el mes de marzo.

X16 - Horas de trabajo en turno 1 es 0,82 horas a un costo S/. 4035,32 para turno1 en el mes de marzo

X17 - - Horas de trabajo en el turno 2 es de 8 horas costo S/ .39280. Para el turno2 en el mes de marzo

X18 -- Horas de trabajo en el turno 3 es de 0 horas costo es s/ .0

ANALISIS DEL PLAN DE ABRIL

X19 - producción en el turno 1 es de 511,40 bolsas

X20 – producción en el turno 2 es de 3896 bolsas

X21 - producción en el turno 3 es de 0 bolsas

x19: PD En T1 Abr	511,40	0,00	0,00
x20: PD en T2 Abr	3896,00	0,00	0,00
x21: PD en T3 Abr	0,00	0,00	0,00
x22: CH en T1 Abr	1,64	4752,00	7789,02
x23: CH en T2 Abr	8,00	4752,00	38016,00
x24: CH en T3 Abr	0,00	5775,00	0,00

Figura N^o 12 Producción y horas de trabajo para mes de abril

Fuente: Elaboración Propia

X22 - Horas de trabajo en turno 1 es 1,64 horas a un costo S/. 7789,02 para turno1 en el mes de abril

X23 - Horas de trabajo en el turno 2 es de 8 horas costo S/.38016. Para el turno2 en el mes de abril

X24 – Horas de trabajo en el turno 3 es de 0 horas costo es s/ .0

ANALISIS DEL PLAN DE MAYO

X25 - producción en el turno 1 es de 307,45 bolsas

X26 – producción en el turno 2 es de 3896 bolsas

X27 - producción en el turno 3 es de 0 bolsas

x25: PD en T1 May	307,45	0,00	0,00
x26: PD en T2 May	3896,00	0,00	0,00
x27: PD en T3 May	0,00	0,00	0,00
x28: CH En T1 May	0,99	4910,00	4838,42
x29: CH en T2 May	8,00	4910,00	39280,00
x30: CH en T3 May	0,00	5967,00	0,00

Figura N^a 13 Producción y horas de trabajo para mes de mayo

Fuente: Elaboración Propia

X28 - Horas de trabajo en turno 1 es 0,99 horas a un costo S/. 4839,42 para turno1 en el mes de mayo

X29 - Horas de trabajo en el turno 2 es de 8 horas costo S/.39280. Para el turno2 en el mes de mayo

X30 – Horas de trabajo en el turno 3 es de 0 horas costo es s/ .0

ANALISIS DEL PLAN DE JUNIO

X31 - producción en el turno 1 es de 1087,83 bolsas

X32 – producción en el turno 2 es de 3896 bolsas

X33 - producción en el turno 3 es de 0 bolsas

x31: PD En T1 Jun	1087,83	0,00	0,00
x32: PD En T2 Jun	3896,00	0,00	0,00
x33: PD En T3 Jun	0,00	0,00	0,00
x34: CH En T1 Jun	3,49	4752,00	16568,54
x35: CH En T2 Jun	8,00	4752,00	38016,00
x36: CH En T3 Jun	0,00	5775,00	0,00

Figura N^a 14 Producción y horas de trabajo para mes de junio

Fuente: Elaboración Propia

X34 - Horas de trabajo en turno 1 es 3,49 horas a un costo S/. 16568,54 para turno1 en el mes de junio

X35 - Horas de trabajo en el turno 2 es de 8 horas costo S/.38016. Para el turno2 en el mes de junio

X36 – Horas de trabajo en el turno 3 es de 0 horas costo es s/ .0

ANALISIS DEL PLAN DE JULIO

X37 - producción en el turno 1 es de 1505,13 bolsas

X38 – producción en el turno 2 es de 3896 bolsas

X39 - producción en el turno 3 es de 0 bolsas

x37: PD En T1 Jul	1505,13	0,00	0,00
x38: PD En T2 Jul	3896,00	0,00	0,00
x39: PD En T3 Jul	0,00	0,00	0,00
x40: CH En T1 Jul	4,82	4910,00	23686,49
x41: CH en T2 Jul	8,00	4910,00	39280,00
x42: CH en T3 Jul	0,00	5967,00	0,00

Figura N° 15 Producción y horas de trabajo para mes de Julio

Fuente: Elaboración Propia

X40 - Horas de trabajo en turno 1 es 4,82 horas a un costo S/. 23686,49 para turno1 en el mes de julio

X41 - Horas de trabajo en el turno 2 es de 8 horas costo S/ 39280. Para el turno2 en el mes de julio

X42 – Horas de trabajo en el turno 3 es de 0 horas costo es s/ .0

ANALISIS DEL PLAN DE AGOSTO

X43 - producción en el turno 1 es de 1421,55 bolsas

X44 – producción en el turno 2 es de 3896 bolsas

X45 - producción en el turno 3 es de 0 bolsas

x43: PD En T1 Ago	1421,55	0,00	0,00
x44: PD En T2 Ago	3896,00	0,00	0,00
x45: PD En T3 Ago	0,00	0,00	0,00
x46: CH En T1 Ago	4,56	4910,00	22371,16
x47: CH En T2 Ago	8,00	4910,00	39280,00
x48: CH en T3 Ago	0,00	5967,00	0,00

Figura N° 16 Producción y horas de trabajo para mes de agosto

Fuente: Elaboración Propia

X46 - Horas de trabajo en turno 1 es 4,56 horas a un costo S/. 22371,15 para turno1 en el mes de agosto

X47 - Horas de trabajo en el turno 2 es de 8 horas costo S/ 39280. Para el turno2 en el mes de agosto

X48 – Horas de trabajo en el turno 3 es de 0 horas costo es s/ .0

ANALISIS DEL PLAN DE SEPTIEMBRE

X49 - producción en el turno 1 es de 1641,40 bolsas

X50 – producción en el turno 2 es de 3896 bolsas

X51 - producción en el turno 3 es de 0 bolsas

x49: PD en T1 Sep	1641,40	0,00	0,00
x50: PD En T2 Sep	3896,00	0,00	0,00
x51: PD en T3 Sep	0,00	0,00	0,00
x52: CH en T1 Sep	5,26	4752,00	24999,78
x53: CH en T2 Sep	8,00	4752,00	38016,00
x54: CH En T3 Sep	0,00	5775,00	0,00

Figura N^a 17 Producción y horas de trabajo para mes de septiembre

Fuente: Elaboración Propia

X52 - Horas de trabajo en turno 1 es 5,26 horas a un costo S/.24999, 78 para turno1 en el mes de septiembre

X53 - Horas de trabajo en el turno 2 es de 8 horas costo S/ 38016. Para el turno2 en el mes de septiembre

X54 – Horas de trabajo en el turno 3 es de 0 horas costo es s/ .0

ANALISIS DEL PLAN DE OCTUBRE

X55 - producción en el turno 1 es de 1103,94 bolsas

X56 – producción en el turno 2 es de 3896 bolsas

X57 - producción en el turno 3 es de 0 bolsas

x55: PD En T1 Oct	1103,94	0,00	0,00
x56: PD En T2 Oct	3896,00	0,00	0,00
x57: PD En T3 Oct	0,00	0,00	0,00
x58: CH En T1 Oct	3,54	4910,00	17372,83
x59: CH En T2 Oct	8,00	4910,00	39280,00
x60: CH En T3 Oct	0,00	5967,00	0,00

Figura N° 18 Producción y horas de trabajo para mes de octubre

Fuente: Elaboración Propia

X58 - Horas de trabajo en turno 1 es 3, 54 horas a un costo S/. 17372,83 para turno1 en el mes de octubre.

X59 - Horas de trabajo en el turno 2 es de 8 horas costo S/ 39280. Para el turno2 en el mes de octubre.

X60 – Horas de trabajo en el turno 3 es de 0 horas costo es s/ .0

ANALISIS DEL PLAN DE NOVIEMBRE

X61 - producción en el turno 1 es de 1879,83 bolsas

X62 – producción en el turno 2 es de 3496 bolsas

X63 - producción en el turno 3 es de 0 bolsas

x61: PD En T1 Nov	1879,83	0,00	0,00
x62: PD En T2 Nov	3496,00	0,00	0,00
x63: PD En T3 Nov	0,00	0,00	0,00
x64: CH En T1 Nov	6,03	4752,00	28631,31
x65: CH en T2 Nov	8,00	4752,00	38016,00
x66: CH En T3 Nov	0,00	5775,00	0,00

Figura N^a 19 Producción y horas de trabajo para mes de noviembre

Fuente: Elaboración Propia

X64 - Horas de trabajo en turno 1 es 6,03 horas a un costo S/. 28631,31 para turno1 en el mes de noviembre.

X65 - Horas de trabajo en el turno 2 es de 8 horas costo S/ 38016. Para el turno2 en el mes de noviembre.

X66 – Horas de trabajo en el turno 3 es de 0 horas costo es s/ .0

ANALISIS DEL PLAN DE DICIEMBRE

X67 - producción en el turno 1 es de 1677,13 bolsas

X68 – producción en el turno 2 es de 3496 bolsas

X69 - producción en el turno 3 es de 0 bolsas

Next Iteration All Iterations Write to Printer			
Variable	Value	Obj Coeff	Obj Val Contrib
x67 PD EN T1 DIC	1677,13	0,00	0,00
x68 PD EN T2 DIC	3496,00	0,00	0,00
x69 PD EN T3 DIC	0,00	0,00	0,00
x70 CD HR EN T1	5,38	4910,00	26393,28
x71 CH HR EN T2	8,00	4910,00	39280,00
x72 CD HR EN T3	0,00	5967,00	0,00

Figura N^o 20 Producción y horas de trabajo para mes de diciembre

Fuente: Elaboración Propia

X70 - Horas de trabajo en turno 1 es 5,38 horas a un costo S/. 26393.28 para turno1 en el mes de diciembre.

X71 - Horas de trabajo en el turno 2 es de 8 horas costo S/ 39280 Para el turno2 en el mes de diciembre.

X72 – Horas de trabajo en el turno 3 es de 0 horas costo es s/ .0

5.3) Plan de producción constante

Tabla N^o 27 Variables para el plan 2

X1	Producción en turno 1
X2	Producción en turno 2
X3	Producción en turno 3
X4	Costo Inventario en Enero
X5	Costo Inventario en febrero
X6	Costo Inventario en marzo
X7	Costo Inventario en Abril
X8	Costo Inventario en Mayo
X9	Costo Inventario en Junio
X10	Costo Inventario en Julio
X11	Costo Inventario en Agosto
X12	Costo Inventario en Septiembre
X13	Costo Inventario en Octubre
X14	Costo Inventario en Noviembre
X15	Costo Inventario en Diciembre
X16	Hora trabajo 1 ^o turno
X17	Hora trabajo 2 ^o turno
X18	Hora trabajo 3 ^o turno
X19	Inv. Final de enero
X20	Inv. Final de Febrero
X21	Inv. Final de Marzo
X22	Inv. Final de Abril
X23	Inv. Final de Mayo
X24	Inv. Final de Junio
X25	Inv. Final de Julio
X26	Inv. Final de Agosto
X27	Inv. Final de Septiembre
X28	Inv. Final de Octubre
X29	Inv. Final de Noviembre
X30	Inv. Final de Diciembre

Fuente: Elaboración Propia

5.3.1) Cálculos para el plan de producción constante

Tabla N^o 28 Costos para el plan anual.

Trabajadores Primer turno y segundo turno.	Costo por hora de trabajo primer turno y segundo turno	Días de trabajo al mes	Costo total primer y segundo turno	Tiempo de plan	total
24	S/6.6	30	4752	12	57024
Trabajadores tercer turno.	Costo por hora de tercer turno	Días de trabajo al mes	Costo total tercer turno	Tiempo de plan	Total
25	S/7.7	30	5775	12	69300

Fuente: Elaboración Propia

Función objetivo

La función objetivo corresponde a minimizar los costos de mano de obra por turno de trabajo y minimizar el costo de inventario durante 12 meses de producción del año 2016

MIN Z	$57024X_{15}+57024X_{16}+69300X_{17}+X_4+X_5+X_6+X_7+X_8+X_9+X_{10}+X_{11}+$
S.A	$X_{12}+X_{13}+X_{14}+X_{15}$

Tabla N^o 29 capacidad de producción por turno de trabajo menor a 10000 bolsas

CAPACIDAD DE PRODUCCION DE PLANTA/BOLSAS EN LOS 3 TURNOS		
X1+X2+X3	<=	10000

Fuente: Elaboración Propia

producción por turno durante los días de los 12 meses igual a la demanda

Tabla N^o 30 producción días años igual a la suma de demanda

PRODUCCION POR TURNO DURANTE LOS DIAS Y 12 MESES IGUAL A MI DEMANDA		
366(X1+X2+X3)	=	1773253

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla tenemos la producción por turno de trabajo durante los días de cada mes de planificación. Que no debe ser igual la suma de las demandas de los 12 meses.

Tabla N^o 31 Cantidad horas trabajo igual a 8 horas.

CANTIDAD DE HORAS TRABAJAS		Horas de trabajo
X15	=	8
X16	=	8
X17	=	8

Fuente: Elaboración Propia

La cantidad de horas de trabajo debe ser igual a 8 horas

Tabla N^a 32 Tasa estrategia por hora de trabajo por cada turno

TASA DE PRODUCCION POR TURNO DE TRABAJO		Tasa de producción
X1	=	312,5X15
X2	=	437,5X16
X3	=	187,5X17

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N^a 33 Costos de inventario por los días de cada mes

Día del mes	Costo inventario	Tasa de producción
Febrero 29 días	0,60 Bol/día	17,4/2=8,7 Sol/bol x mes
Marzo 31 días	0,60 Bol/día	18,6/2= 9.3 Sol/bol x mes
Abril 30 días	0,60 Bol/día	18/2= 9.0 Sol/bol x mes
Mayo 31 días	0,60 Bol/día	18,6/2= 9.3 Sol/bol x mes
Junio 30 días	0,60 Bol/día	18/2= 9.0 Sol/bol x mes
Julio 31 días	0,60 Bol/día	18,6/2= 9.3 Sol/bol x mes
Agosto 31 días	0,60 Bol/día	18,6/2= 9.3 Sol/bol x mes
Septiembre 30 días	0,60 Bol/día	18/2= 9.0 Sol/bol x mes
Octubre 31 días	0,60 Bol/día	18,6/2= 9.3 Sol/bol x mes
Noviembre 30 días	0,60 Bol/día	18/2= 9.0 Sol/bol x mes
Diciembre 31 días	0,60 Bol/día	18,6/2= 9.3 Sol/bol x mes

Fuente: Elaboración Propia

Se empezará el mes de febrero porque en enero se ejecutará nuestro plan e inventario será 0 se empezará con inventario desde el mes de febrero.

Tabla N° 34 Costo de Inventario para los meses del plan

INVENTARIO COSTOS		Día de cada mes por costo inventario
X4	=	0
X5	=	8,7X19
X6	=	9,3X20
X7	=	9X21
X8	=	9,3X22
X9	=	9X23
X10	=	9,3X24
X11	=	9,3X25
X12	=	9X26
X13	=	9,3X27
X14	=	9X28
X15	=	9,3X29

Fuente: Elaboración Propia

Costo de inventario de cada mes es igual al costo inventario por el inventario final de cada mes.

Tabla N^o 35 inventario Final mayor o igual a la demanda

INVENTARIO FINAL POR CADA MES		Demanda por mes.
31(X1+X2+X3) +X19	>=	137925
29(X1+X2+X3)-X19+X20	>=	129519
31(X1+X2+X3)-X20+X21	>=	128725
30(X1+X2+X3)-X21+X22	>=	132222
31(X1+X2+X3)-X22+X23	>=	130307
30(X1+X2+X3)-X23+X24	>=	149515
31(X1+X2+X3)-X24+X25	>=	167435
31(X1+X2+X3)-X25+X26	>=	164844
30(X1+X2+X3)-X26+X27	>=	166122
31(X1+X2+X3)-X27+X28	>=	154998
30(X1+X2+X3)-X28+X29	>=	161275
31(X1+X2+X3)-X29+X30	>=	160367

Fuente: *Elaboración Propia*

Una vez que se diseñó el modelo para el 2º Plan agregado de Producción constante, con sus respectivas variables y restricciones lo ejecutaremos en el software TORA en donde nos resuelto 30 variables y 32 restricciones a aplicar para el plan agregado constante.

LINEAR PROGRAMMING

Problem Title: PLAN CONSTANTE	
Nbr. of Variables: 30	
No. of Constraints: 32	

INPUT GRID - LINEAR PROGRAMMING

	x23	x24	x25	x26	x27	x28	x29	x30	Enter <, >, or =	R.H.S.
Constr 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<=	10000,00
Constr 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	=	1773253,00
Constr 3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<=	8,00
Constr 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<=	8,00
Constr 5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<=	8,00
Constr 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	=	0,00
Constr 7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	=	0,00
Constr 8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	=	0,00
Constr 9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	=	0,00
Constr 10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	=	0,00
Constr 11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	=	0,00
Constr 12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	=	0,00
Constr 13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	=	0,00
Constr 14	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	=	0,00
Constr 15	0,00	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	=	0,00
Constr 16	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	=	0,00
Constr 17	0,00	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	=	0,00
Constr 18	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	=	0,00
Constr 19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	=	0,00
Constr 20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,30	0,00	=	0,00
Constr 21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	>=	137025,00
Constr 22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	>=	129519,00

Figura Nª 21 Digital el plan Nª 2

Fuente: Elaboración Propia

Digitado el diseño de plan agregado constante hemos digitado todas las restricciones y sus variables pondremos a ejecutar en el software tora.

5.3.2) Resultados de plan constante

Title: PLAN CONSTANTE				
Final Iteration No.: 34				
Objective Value (Min) =3021704,16 -- Alternative solution(s) detected (enter ITERATIONS mode to determine)				
		Next Iteration	All Iterations	Write to Printer
Variable	Value	Obj Coeff	Obj Val Contrib	
x1: PRODUCCI T1	1348,95	0,00	0,00	
x2: PRODUCCI T2	3496,00	0,00	0,00	
x3: PRODUCCI T3	0,00	0,00	0,00	
x4: C.I EN ENERO	0,00	1,00	0,00	
x5: C.I EN FEBRE	0,00	1,00	0,00	
x6: C.I EN MARZO	0,00	1,00	0,00	
x7: C.I EN ABRIL	0,00	1,00	0,00	
x8: C.I EN MAYO	0,00	1,00	0,00	
x9: C.I EN JUN	0,00	1,00	0,00	
x10: C.I EN JUL	37497,54	1,00	37497,54	
x11: C.I EN AGOST	192670,50	1,00	192670,50	
x12: C.I EN SEPT	324524,46	1,00	324524,46	
x13: C.I EN OCT	511485,00	1,00	511485,00	
x14: C.I EN NOVI	554724,96	1,00	554724,96	
x15: C.I EN DICI	698062,50	1,00	698062,50	

Figura N^o 22 Resultados del 2^o Plan constante

Fuente: Elaboración Propia

Analizando este plan, obtenemos el costo para el plan S/.3.021.704,16. Lo cual al ser un plan constante se producirá lo mismo en el turno 1 y turno 2 durante los 12 meses de nuestro plan.

X1. Se va a producir cantidad para 1 turno durante los 12 meses es 1348,95 bolsas.

X2. Se va a producir cantidad para 2 turno durante los 12 meses es 3496 bolsas.

X3. Este turno no se va a producir.

X4. Costo de inventario para enero es 0,

X5. Costo de inventario para febrero es 0

X6. Costo de inventario para marzo es 0

X7. Costo de inventario para abril es de 0

X8. Costo de inventario para mayo es de 0

X9. Costo de inventario para junio es de 0

X10. Costo de inventario para julio es de S/. 37497.54 nuevos soles.

X11. Costo de inventario para agosto es de S/ 192,670.50 nuevos soles.

X12. Costo de inventario para septiembre es de S/. 324,524.45 nuevos soles.

X13. Costo de inventario para octubre es de S/. 511,485.00 nuevos soles.

X14. Costo de inventario para noviembre es de S/. 554.724.96 nuevos soles.

X15. Costo de inventario para diciembre es de S/. 698.062.50 nuevos soles.

x16: HR EN T1	4,32	57024,00	246547,20
x17: HR EN T2	8,00	57024,00	456192,00
x18: HR EN T3	0,00	66528,00	0,00
x19: INVT FIN ENE	0,00	0,00	0,00
x20: INVT FIN FEB	0,00	0,00	0,00
x21: INVT FIN MAR	0,00	0,00	0,00
x22: INVT FIN ABR	0,00	0,00	0,00
x23: INVT FIN MAY	0,00	0,00	0,00
x24: INVT FIN JUN	4166,39	0,00	0,00
x25: INVT FIN JUL	21407,83	0,00	0,00
x26: INVT FIN AGO	36058,27	0,00	0,00
x27: INVT FIN SEP	56831,67	0,00	0,00
x28: INVT FIN OCT	61636,11	0,00	0,00
x29: INVT FIN NOV	77562,50	0,00	0,00
x30: INVT FIN DIC	87735,94	0,00	0,00

Figura N^o 23 Horas de trabajo e inventarios finales

Fuente: Elaboración Propia

X16. Hora de trabajo para el turno N° 1 es de 4.32 horas teniendo un costo de S/ 246.547.20 nuevos soles para los 12 meses del plan.

X17. Horas de trabajo para el turno N° 2 es de 8.00 horas teniendo un costo de S/. 456.192.00 nuevos soles para los 12 meses del plan.

X18. Horas de trabajo de turno N°3 es de 0.00 horas lo cual solo se trabajará con los 2 turnos para todo el plan agregado constante.

X19 Inventario final para el mes de enero es de 0 bolsas

X20 Inventario final para el mes de febrero es de 0 bolsas

X21 Inventario final para el mes de marzo es de 0 bolsas

X22 Inventario final para el mes de abril es de 0 bolsas

X23 Inventario final para el mes de mayo es de 0 bolsas

X24 Inventario final para el mes de junio es de 4163,39 bolsas

X25 Inventario final para el mes de julio es de 21407,83 bolsas

X26 Inventario final para el mes de agosto es de 36058, 27 bolsas

X27 Inventario final para el mes de septiembre es de 56831,67 bolsas

X28 Inventario final para el mes de octubre es de 616636, 11 bolsas

X29 Inventario final para el mes de noviembre es de 77562,50 bolsas

X30 Inventario final para el mes de diciembre es de 87735,94 bolsas

5.4) Plan elegido con menor costo

El plan elegido fue el plan agregado de persecución con un menor costo de S/. S/.669736,78 soles, el cual es producir de acuerdo a la demanda sin tener inventarios, además se establece horas de trabajo para el 1º y 2º turno los cuales serán rotativos.

5.4.1) Programación de actividades y de producción

Tabla N° 36 Programación de actividades para mes de enero

hora/días	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PRODUCCION
6:00	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 1							953 Bolsas de azúcar
6:15	Supervisión del personal							
6:30	INICIO DE MOLIENDA (INICIO DE PRODUCCION)							
7:00	TRABAJO COORDINADO							
8:00								
9:00	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 2							3496 Bolsas de azúcar
9:05	Supervisión de Personal.							
10:00	TRABAJO COORDINADO							
11:00								
12:00								
13:00								
14:00								
15:00	CONTROL DE MASAS							
16:00	Culminación T2							
17:00								
18:00								
19:00								

En el siguiente cuadro, se presenta las actividades diarias de cada turno de trabajo, y cuanto se deberá producir durante su turno, además cabe destacar que los turnos será rotativos. Cabe señalar que en el segundo turno se deja 2 horas disponibles para atender un eventual retraso en el proceso.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 37 Programación de actividades para mes de febrero

hora/días	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PRODUCCION
6:00	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 2							970 Bolsas de azúcar
6:15	Supervisión del personal							
6:30	INICIO DE MOLIENDA (INICIO DE PRODUCCION)							
7:00	TRABAJOS COORDINADOS							
8:00								
8:30								
9:15	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 1							3496 Bolsas de azúcar
9:30	Supervisión de Personal.							
10:00	TRABAJOS COORDINADOS							
11:00								
12:00								
13:00								
14:00								
15:00								
16:00	CONTROL DE MASAS							
17:00	Culminación T2							
18:00								
19:00								

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente cuadro, se presenta las actividades diarias de cada turno de trabajo, y cuanto se deberá producir durante su turno, además cabe destacar que los turnos será rotativos. Cabe señalar que en el segundo turno se deja 2 horas disponibles para atender un eventual retraso en el proceso.

Tabla N^o 38 Programación de actividades para mes de Marzo

hora/días	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PRODUCCION
6:00	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 1							257 Bolsas de azúcar
6:05	Supervisión del personal							
6:15	INICIO DE MOLIENDA (INICIO DE PRODUCCION)							
6:30	TRABAJOS COORDINADOS							
6:45								
6:50								
7:00	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 2							3896 Bolsas de azúcar
7:10	Supervisión de Personal.							
8:00	TRABAJOS COORDINADOS							
9:00								
10:00								
11:00								
12:00								
13:00								
14:00	CONTROL DE MASAS							
15:00	Culminación T2							
16:00								
17:00								

En el siguiente cuadro, se presenta las actividades diarias de cada turno de trabajo, y cuanto se deberá producir durante su turno, además cabe destacar que los turnos será rotativos. Cabe señalar que en el segundo turno se deja 2 horas disponibles para atender un eventual retraso en el proceso.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 39 Programación de actividades para mes de Abril

hora/días	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PRODUCCION
6:00	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 1							511 Bolsas de azúcar en el turno 1
6:05	Supervisión del personal							
6:15	INICIO DE MOLIENDA (INICIO DE PRODUCCION)							
7:00	TRABAJOS COORDINADOS							
7:30								
7:40								
7:45	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 2							3896 Bolsas de azúcar
8:00	Supervisión de Personal.							
8:45	TRABAJOS COORDINADOS							
9:45								
10:45								
11:45								
12:45								
13:45								
14:45	CONTROL DE MASAS							
15:45	Culminación T2							
16:00								
17:00								

En el siguiente cuadro, se presenta las actividades diarias de cada turno de trabajo, y cuanto se deberá producir durante su turno, además cabe destacar que los turnos será rotativos. Cabe señalar que en el segundo turno se deja 2 horas disponibles para atender un eventual retraso en el proceso.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N^o 40 Programación de actividades para mes de Mayo

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PRODUCCION
6:00	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 1							307 Bolsas de azúcar
6:05	Supervisión del personal							
6:15	INICIO DE MOLIENDA (INICIO DE PRODUCCION)							
6:30	TRABAJOS COORDINADOS							
6:45								
6:59								
7:00	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 2							3896 Bolsas de azúcar
7:10	Supervisión de Personal.							
8:00	TRABAJOS COORDINADOS							
9:00								
10:00								
11:00								
12:00								
13:00								
14:00	CONTROL DE MASAS							
15:00	Culminación T2							
16:00								
17:00								

En el siguiente cuadro, se presenta las actividades diarias de cada turno de trabajo, y cuanto se deberá producir durante su turno, además cabe destacar que los turnos será rotativos. Cabe señalar que en el segundo turno se deja 2 horas disponibles para atender un eventual retraso en el proceso.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 41 Programación de actividades para mes de Juno

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PRODUCCION
6:00	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 1							1087 Bolsas de azúcar
6:15	Supervisión del personal							
6:20	INICIO DE MOLIENDA (INICIO DE PRODUCCION)							
7:00	TRABAJOS COORDINADOS							
8:00								
9:00								
9:30	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 2							3896 Bolsas de azúcar
9:40	Supervisión de Personal.							
10:30	TRABAJOS COORDINADOS							
11:30								
12:30								
13:30								
14:30								
15:30								
16:30	CONTROL DE MASAS							
17:30	Culminación T2							
18:30								
19:30								

En el siguiente cuadro, se presenta las actividades diarias de cada turno de trabajo, y cuanto se deberá producir durante su turno, además cabe destacar que los turnos será rotativos. Cabe señalar que en el segundo turno se deja 2 horas disponibles para atender un eventual retraso en el proceso.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 42 Programación de actividades para mes de Julio

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PRODUCCION	
6:00	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 1							1505 Bolsas de azúcar	
6:15	Supervisión del personal								
6:30	INICIO DE MOLIENDA (INICIO DE PRODUCCION)								
7:00	TRABAJOS COORDINADOS								
8:00									
9:00									
10:00									
10:30									
10:50	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 2								3896 Bolsas de azúcar
11:00	Supervisión de Personal.								
12:00	TRABAJOS COORDINADOS								
13:00									
14:00									
15:00									
16:00									
17:00									
18:00	CONTROL DE MASAS								
19:00	Culminación T2								
20:00									
21:00									

En el siguiente cuadro, se presenta las actividades diarias de cada turno de trabajo, y cuanto se deberá producir durante su turno, además cabe destacar que los turnos será rotativos. Cabe señalar que en el segundo turno se deja 2 horas disponibles para atender un eventual retraso en el proceso.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N^o 43 Programación de actividades para mes de Agosto

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PRODUCCION
6:00	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 1							1421 Bolsas de azúcar
6:15	Supervisión del personal							
6:30	INICIO DE MOLIENDA (INICIO DE PRODUCCION)							
7:00	TRABAJOS COORDINADOS							
8:00								
9:00								
10:00								
10:30								
11:35	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 2							3896 Bolsas de azúcar
11:40	Supervisión de Personal.							
12:35	TRABAJOS COORDINADOS							
13:35								
14:35								
15:35								
16:35								
17:35								
18:35	CONTROL DE MASAS							
19:35	Culminación T2							
20:35								
21:35								

En el siguiente cuadro, se presenta las actividades diarias de cada turno de trabajo, y cuanto se deberá producir durante su turno, además cabe destacar que los turnos será rotativos. Cabe señalar que en el segundo turno se deja 2 horas disponibles para atender un eventual retraso en el proceso.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 44 Programación de actividades para mes de Septiembre

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PRODUCCION
6:00	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 1							1641 Bolsas de azúcar
6:15	Supervisión del personal							
6:30	INICIO DE MOLIENDA (INICIO DE PRODUCCION)							
7:00	TRABAJOS COORDINADOS							
8:00								
9:00								
10:30								
11:15	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 2							3896 Bolsas de azúcar
11:20	Supervisión de Personal.							
12:15	TRABAJOS COORDINADOS							
13:15								
14:15								
15:15								
16:15								
17:15								
18:15	CONTROL DE MASAS							
19:15	Culminación T2							
20:15								
21:15								

En el siguiente cuadro, se presenta las actividades diarias de cada turno de trabajo, y cuanto se deberá producir durante su turno, además cabe destacar que los turnos será rotativos. Cabe señalar que en el segundo turno se deja 2 horas disponibles para atender un eventual retraso en el proceso.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 45 Programación de actividades para mes de Octubre

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PRODUCCION
6:00	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 1							1103 Bolsas de azúcar
6:15	Supervisión del personal							
6:30	INICIO DE MOLIENDA (INICIO DE PRODUCCION)							
7:00	TRABAJOS COORDINADOS							
8:00								
9:00								
9:30								
9:35	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 2							3896 Bolsas de azúcar
9:45	Supervisión de Personal.							
10:35	TRABAJOS COORDINADOS							
11:35								
12:35								
13:35								
14:35								
15:35								
16:35	CONTROL DE MASAS							
17:35	Culminación T2							
18:35								
19:35								

En el siguiente cuadro, se presenta las actividades diarias de cada turno de trabajo, y cuanto se deberá producir durante su turno, además cabe destacar que los turnos será rotativos. Cabe señalar que en el segundo turno se deja 2 horas disponibles para atender un eventual retraso en el proceso.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 46 Programación de actividades para mes de Noviembre

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PRODUCCION	
6:00	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 1							1879 Bolsas de azúcar	
6:15	Supervisión del personal								
6:30	INICIO DE MOLIENDA (INICIO DE PRODUCCION)								
7:00	TRABAJOS COORDINADOS								
8:00									
9:00									
10:00									
11:00									
12:00									
12:05	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 2								3496 Bolsas de azúcar
12:10	Supervisión de Personal.								
13:00	TRABAJOS COORDINADOS								
14:00									
15:00									
16:00									
17:00									
18:00									
19:00	CONTROL DE MASAS								
20:00	Culminación T2								
21:00									
22:00									

En el siguiente cuadro, se presenta las actividades diarias de cada turno de trabajo, y cuanto se deberá producir durante su turno, además cabe destacar que los turnos será rotativos. Cabe señalar que en el segundo turno se deja 2 horas disponibles para atender un eventual retraso en el proceso.

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla N° 47 Programación de actividades para mes de Diciembre

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	PRODUCCION
6:00	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 1							1677 Bolsas de azúcar
6:15	Supervisión del personal							
6:30	INICIO DE MOLIENDA (INICIO DE PRODUCCION)							
7:00	TRABAJOS COORDINADOS							
8:00								
9:00								
10:00								
11:00								
11:20								
12:25	INGRESO DEL PERSONAL TURNO 2							
12:30	Supervisión de Personal.							
13:25	TRABAJOS COORDINADOS							
14:25								
15:25								
16:25								
17:25								
18:25								
19:25	CONTROL DE MASAS							
20:25	Culminación T2							
21:25								
22:25								

En el siguiente cuadro, se presenta las actividades diarias de cada turno de trabajo, y cuanto se deberá producir durante su turno, además cabe destacar que los turnos será rotativos. Cabe señalar que en el segundo turno se deja 2 horas disponibles para atender un eventual retraso en el proceso.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N^o 48 Plan de Molienda Caña 2016 y días de molienda

POMALCA		PLAN 2016											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CAÑA TOTAL	TM	94.200	94.200	94.200	94.200	94.200	94.200	94.200	94.200	94.200	94.200	94.200	94.200
DIAS DE MOLIENDA		31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro se presenta un programa de producción para los meses del año 2016, y los días de trabajo por cada mes teniendo una suma de toneladas para el año 2016 de 1.130,400 toneladas de caña y con un total de días de molienda de 366 días de trabajo, los días de mantenimiento lo vamos aplicar en 3^o turno de trabajo requiriendo una mano de obra de 25 operarios para realizar mantenimiento en el área de elaboración y a la vez el área de trapiche y calderas podrá hacer su respectivo manteamiento del área.

En el área de elaboración si llegase a faltar un operario o varios, hay tareas que no son de gran prioridad en las cuales un operario puede hacer doble actividad. Si en el 2^o turno faltara un operario, un trabajador del primer turno doblaría turno para completar el proceso retrasado.

En el caso que el de 2^o turno no se descarguen las masas, el supervisor con una hora de anticipación coordinaría con el jefe del área para que hasta que se descargue las masas los trabajadores que entren a mantenimiento se reasignen a producción deben finalizar esta actividad para no perjudicar el proceso y el material no sea desperdiciado.

5.4.2) Costo de mano de obra actual de la Empresa Agroindustrial Pomalca

Tabla N^o 49 Costos de mano de obra actuales

	Enero	Febrero	Marzo	abril	Mayo	Junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre
HORA 1 ^o											
TURNO	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208
HORA 2 ^o											
TURNO	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208
HORA 3 ^o											
TURNO	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208
TOTAL HORAS TRABAJA	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624
COSTO HORAS											
1 TURNO	32947,2	32947,2	32947,2	32947,2	32947,2	32947,2	32947,2	32947,2	32947,2	32947,2	32947,2
2 TURNO	32947,2	32947,2	32947,2	32947,2	32947,2	32947,2	32947,2	32947,2	32947,2	32947,2	32947,2
3 TURNO	40040	40040	40040	40040	40040	40040	40040	40040	40040	40040	40040
COSTO TOTAL MANO DE OBRA	S/.105.934,40	S/.105.934,40	S/.105.934,40	S/.105.934,40	S/.105.934,40	S/.105.934,40	S/.105.934,40	S/.105.934,40	S/.105.934,40	S/.105.934,40	S/.105.934,40
COSTO TOTAL	S/.1.165.278,40										

Tabla N° 50 Costos mano de obra Propuesto

BENEFICIOS DEL PLAN - PRODUCCION PARA LOS PROXIMOS MESES												
MES /TURNOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTI	OCTUBRE	NOVIE	DICIEM
HORA 1º TURNO	94,86	90,19	25,42	49,2	30,69	104,7	149,42	141,05	157,8	109,74	180,9	166,78
HORA 2º TURNO	248	232	248	240	248	240	248	248	240	248	240	248
HORA 3º TURNO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL, HORAS TRABAJAS	342,86	322,19	273,42	289,2	278,69	344,7	397,42	389,05	397,8	357,74	420,9	414,78
COSTO HORAS												
1 TURNO	15000,58	14282,06	4035,32	7789,02	4838,42	16568,54	23686,49	22371,16	24999,78	17372,83	28631,31	26393,28
2 TURNO	39280	36744	39280	38016	39280	38016	39280	39280	38016	39280	38016	39280
3 TURNO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COSTO TOTAL MANO DE OBRA	S/.54.280,58	S/.51.026,06	S/.43.315,32	S/.45.805,02	S/.44.118,42	S/.54.584,54	S/.62.966,49	S/.61.651,16	S/.63.015,78	S/.56.652,83	S/.66.647,31	S/.65.673,28
COSTO TOTAL DEL PLAN	S/.669.736,79											

Fuente: Elaboración Propia

5.4.3) Aplicación mantenimiento preventivo diario.

5.4.3.1) Situación actual

Para el tercer turno se propone que ejecute un plan de mantenimiento preventivo diario mediante el cual se limpiaran las maquinas se reemplazara piezas según su plan de mantenimiento, mediante el cual el supervisor debe identificar posibles fallos o falta de mantenimiento ejecutado por 3º turno en lo cual se identificara y solucionara las fallas.

Tomaremos en cuenta para nuestro análisis las ventas realizadas en los meses anteriores como datos históricos; la información obtenida del precio de venta de cada saco (100 nuevos soles), actualmente se efectúa un mantenimiento cada mes de aproximadamente 4 días de duración, según información obtenido en los reportes de la empresa los tiempos promedio por mes que se pierde por reparaciones cotidianas suman aproximada mente 48 horas al mes equivalente a 2 días de producción, lo cual se evitaría con el plan diario de mantenimiento preventivo que se ejecutaría en el tercer turno de trabajo.

Tabla N^o 51 Ventas de bolsas 2014- 2015

Ventas reales de bolsas de azucar Pomalca		Cap/dia
jul-14	125444	5227
ago-14	128982	5374
sep-14	137500	5729
oct-14	117617	4901
nov-14	118494	4937
dic-14	94186	3924
ene-15	79000	3292
feb-15	72868	3036
mar-15	45018	1876
abr-15	73411	3059
may-15	70000	2917
jun-15	119647	4985
jul-15	131212	5467
ago-15	131159	5465
sep-15	154987	6458
oct-15	134278	5595
	108363	4515

Fuente: Elaboración Propia

En promedio la capacidad de producción por día hasta la actualidad es de 4515 bolsas de azúcar; la capacidad máxima de producción de la fábrica es de 10000 bolsas de azúcar por día, pero por la antigüedad de la maquinaria y aplicando nuestro mantenimiento preventivo nuestro estimado seria de 6000 bolsas al día.

Tabla N^o 52 Ingresos de año 2015

Pronostico de ventas bolsas azúcar Pomalca		Ingresos 2015
ene-15	79423	S/. 7.942.300,00
feb-15	72858	S/. 7.285.800,00
mar-15	45018	S/. 4.501.800,00
abr-15	73411	S/. 7.341.100,00
may-15	70000	S/. 7.000.000,00
jun-15	119647	S/.11.964.700,00
jul-15	131212	S/.13.121.200,00
ago-15	131159	S/.13.115.900,00
sep-15	154987	S/.15.498.700,00
oct-15	134278	S/.13.427.800,00
nov-15	132564	S/.13.256.400,00
dic-15	125421	S/.12.542.100,00

Fuente: Elaboración Propia

5.4.3.2) Requerimiento de materiales para el área de trapiche

Tabla N° 53 Materiales para el área de trapiche

Descripción Material	Cant.	Und.	Valor und S/	Costo total
FIERRO EN PLANCHA ESTRUCTURAL DE 3/8" X 4' X 8'	14	PZA.	399,93	S/. 5.598,95
FIERRO EN PLANCHA DE 1/4" X 4' X 8'	26	PZA	265,25	S/. 6.896,50
FIERRO EN PLANCHA ESTRUCTURAL DE 1/2" X 4' X 8'	19	PZA	543,88	S/. 10.333,72
PLATINA DE FIERRO ASTM A36 DE 1/4" X 5" X 20'	39	PZA	70,00	S/. 2.730,00
PLATINA DE FIERRO ASTM A36 DE 1" X 3" X 20'	6	PZA	500,00	S/. 3.000,00
PLATINA DE FIERRO ASTM A36 DE 1/2" X 4" X 20'	67	PZA	132,26	S/. 8.861,42
FIERRO REDONDO LISO DE 5/8" X 6 MTS	36	MTS	33,00	S/. 1.188,00
ANGULO DE ACERO ASTM A36 DE 3.1/2" X 3.1/2" X 3/8" X 20'	30	PZA	600,00	S/. 18.000,00
CADENA DE ARRASTRE 698 DE 6.031" PASO 13.0000 PSI A LA ROTURA	220	PIE	87,95	S/. 19.349,09
CONECTOR DE FIERRO UN EXTREMO MACHO FIJO DE 3/8" NPT. Y OTRO EXTREMO HEMBRA GIRATORIO DE 1/2" NPT	16	PZA.	10,00	S/. 160,00
CONECTOR DE BRONCE TERMINAL MACHO DE 3/4" UNEF. Y TERMINAL HEMBRA DE 1/4" NPT X 1.3/4" LG	21	PZA.	5,00	S/. 105,00
CODO DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/4"	72	PZA.	1,18	S/. 84,96
BUSHING DE FIERRO UN TERMINAL MACHO FIJO DE 1/4" NPT Y UN TERMINAL HEMBRA GIRATORIO 1/4" NPT	24	PZA.	5,00	S/. 120,00
CODO UNION DE FIERRO UN TERMINAL HEMBRA FIJO DE 1/2" NPT Y UN TERMINAL HEMBRA GIRATORIO DE 1/2" NPT	28	PZA.	5,00	S/. 140,00
Aceite Sugartex Heavy.	1320	Gln	32,48	S/. 42.873,60
GRASA MULTIPLE EP-2 ROJA	192	KG.	10,08	S/. 1.935,36
GRASA AMARILLA ESPECIAL PARA RODAMIENTOS LITHIUM VISTONY	96	KG.	15,63	S/. 1.500,48
ACEITE MEROPA 220	1000	Gln.	40,00	S/. 40.000,00
Aceite Heavy Medium.	1400	Gln	45,01	S/. 63.014,00
CONECTOR DE FIERRO UN EXTREMO MACHO FIJO DE 3/8" NPT. Y OTRO EXTREMO HEMBRA GIRATORIO DE 1/2" NPT	70	PZA.	35,00	S/. 2.450,00
FIERRO EN PLANCHA DE 2" X 4 X 8	3	PZA	2.340,63	S/. 7.021,88
FIERRO EN PLANCHA DE 5/8" X 4" X 8"	2	PZA	913,84	S/. 1.827,68
CUCHILLA PARA TORNO DE 1" X 6"	7	PZA.	286,65	S/. 2.006,55
FIERRO EN PLANCHA DE 1.1/4" X 4 X 8	1	PZA	1.467,75	S/. 1.467,75
PERNO DE FE.,CAB/EXAG.,HILO CTE.,DE 3/4" X 5.1/2" C/T.	280	PZA.	2,71	S/. 759,32
PERNO DE FE.,CAB/EXAG.,HILO CTE.,DE 1/2" X 2",C/T.	350	PZA.	0,46	S/. 160,17
PERNO DE FE.,CAB/EXAG.,HILO CTE.,DE 5/8" X 2.1/2",C/T.	100	PZA.	0,85	S/. 84,75
PERNO DE FE.,CAB/EXAG.,HILO CTE.,DE 5/8" X 2",C/T.	350	PZA.	0,77	S/. 270,51
PERNO DE FE.,CAB/EXAG.,HILO CTE.,DE 3/4" X 3.1/2",C/T.	280	PZA.	1,94	S/. 543,39
PERNO DE FE.,CAB/EXAG.,HILO CTE.,DE 5/8" X 6",C/T.	70	PZA.	1,03	S/. 71,78
PERNO DE FE.,CAB/EXAG.,HILO CTE.,DE 3/4" X 3",C/T.	100	PZA.	1,60	S/. 160,25
PERNO DE FIERRO DE 7/8" X 7" RC.C/T.	280	PZA.	5,51	S/. 1.542,37
PERNO DE FE.,CAB/EXAG.,HILO CTE.,DE 1" X 6",C/T.	60	PZA.	4,17	S/. 250,17
PERNOS DE ACERO GRADO 8 DE 1.1/8" X 4.1/2" R/F - C/T	180	PZA.	13,51	S/. 2.431,23
TUERCA DE FIERRO DE 2.1/4" R/C	120	PZA.	21,01	S/. 2.521,01

TUERCA DE FE EXAGONAL DE 1.3/4 ROSCA CORRIENTE	140	PZA.	6,44	S/. 901,22
TUERCA DE FIERRO,EXAG.,HILO CTE. DE 1.1/2"	210	PZA.	3,44	S/. 721,83
TUERCAS DE FIERRO DE 1.1/4	50	PZA	2,16	S/. 107,98
TUERCA DE FIERRO,EXAG.,HILO CTE. DE 1"	300	PZA.	0,79	S/. 237,71
PERNO DE ACERO G8 DE 1.1/4" X 5" C/T , RC	200	PZA.	18,74	S/. 3.747,90
ANILLO DE PRESION DE 1.1/8"	330	PZA	0,50	S/. 164,60
ANILLOS PLANOS DE 1.1/8"	330	PZA.	0,58	S/. 191,38
EMPAQ. GARLOCK STYLE 2900 EN PLANCHA DE 1/8"	28	KG.	61,79	S/. 1.730,12
EMPAQ. GARLOCK PACKMASTER N° 01 TRENZADA DE 5/8"	10	KG.	154,13	S/. 1.541,30
EMPAQ. GARLOCK PACKMASTER N° 01 TRENZADA DE 3/8"	15	KG.	154,13	S/. 2.311,95
EMPAQ. GARLOCK PACKMASTER N° 01 TRENZADA DE 1/2"	15	KG.	154,13	S/. 2.311,95
RODAMIENTO N° 6314	6	PZA.	159,54	S/. 957,26
RODAJE 6311	6	PZA	82,91	S/. 497,44
BOCINA DE JEBE 7/8" DIAM. INT. X 1.3/4 DIAM. EXT. 1.5/16 ALTURA	420	PZA.	5,80	S/. 2.436,00
FAJA EN "V" N°B-64	12	PZA	18,64	S/. 223,73
FAJA EN V, N° D-240	20	PZA.	152,28	S/. 3.045,59
ANILLOS DE JEBE 7 MM. X 11.½"	48	PZA.	32,00	S/. 1.536,00
ZUELA DEL PAIS	105	KG.	18,64	S/. 1.957,20
COPA DE CUERO TAMAÑO 12"	60	PZA	108,00	S/. 6.480,00
FAJA N° 8V-2360	20	PZA.	197,58	S/. 3.951,63
RODAMIENTO N° 22312-C	6	PZA.	275,62	S/. 1.653,71
RODAMIENTO N° 6414	6	PZA.	377,87	S/. 2.267,19
ESLABON DE CADENA, PASO 2", RC160	150	PZA.	9,80	S/. 1.469,48
BOCINAS GRANDES DE ACERO INOXIDABLE P/CADENA 907-E51	500	PZA	12,00	S/. 6.000,00
PIN DE ACERO INOXIDABLE P/CADENA 907-E51	500	PZA	15,00	S/. 7.500,00
BOCINAS CHICAS DE ACERO INOXIDABLE P/CADENA 907-E51	800	PZA	8,00	S/. 6.400,00
CADENA DE ACERO INOXIDABLE 907- E 51	150	PIE	176,34	S/. 26.451,00
CADENA DE RODILLO PARA TRANSMISION DE VELOCIDAD RC -200, PASO 2.1/2	80	PIE	153,80	S/. 12.304,00
FIERRO REDONDO DE 1.1/4 X 6 MTS	4	PZA.	100,37	S/. 401,49
FIERRO REDONDO DE 1.1/2" X 6 MTS	8	PZA	159,92	S/. 1.279,37
FIERRO REDONDO DE 1.3/4" X 6 MTS	6	PZA	217,72	S/. 1.306,32
FIERRO REDONDO LIZO DE 2.1/4" X 6 MTS	4	PZA.	371,19	S/. 1.484,75
VARILLA DE FIERRO REDONDO LIZO DE 1" X 6 MTS	6	PZA.	68,27	S/. 409,64
REMACHE DE FIERRO DE 5/8" X 2"	1500	PZAS	0,75	S/. 1.129,96
TUBO DE ACERO SHEDULE 40 DE 8" X 6 MTS	3	PZA.	700,31	S/. 2.100,93
TUBO DE ACERO INOXIDABLE AISI 304 DE 6" DIAM. SCH 40 X 20`	2	PZA.	1.784,19	S/. 3.568,39
FIERRO EN PLANCHA DE 2" X 4 X 8	1	PZA	2.784,31	S/. 2.784,31
PLANCHA DE FIERRO DE 1/2"X 4' X 8'	5	PZA	543,88	S/. 2.719,41
PLANCHA DE FIERRO DE 1" X 4' X 8'	5	PZA.	1.196,80	S/. 5.983,98
FIERRO EN PLANCHA DE 5/8" X 4" X 8"	1	PZA	813,56	S/. 813,56
FIERRO EN PLANCHA DE 1/4" X 4'X 8'	3	PZA	265,25	S/. 795,76

FIERRO EN PLANCHA DE 3/4" X 4' X 8'	3	PZA	829,60	S/. 2.488,79
ANGULO DE ACERO ASTM A36 DE 3.1/2" X 3.1/2" X 3/8" X 20'	6	PZA.	545,81	S/. 3.274,86
PLANCHA DE FIERRO DE 3/8" X 5' X 10'	6	PZA	569,51	S/. 3.417,08
PLANCHA DE FIERRO DE 3/16"X4'X8'	2	PZA	200,00	S/. 400,00
PLANCHA DE FIERRO DE 1/8" X 4' X 8'	2	PZA	160,73	S/. 321,47
DISCO DE DESBASTE DE 9"X1/4"X7/8"	50	PZA	13,40	S/. 670,00
MANGUERA DE JEBE Y LONA DE 1" PARA AGUA	30	MTS	12,71	S/. 381,30
MANGUERA DE JEBE ALAMBRADA DE ALTA PRESION DE 1"	40	MTS	24,58	S/. 983,20
PLATINA DE ACERO CHRONIT DE BOEHLER DE 1/2" X 5" X10'	16	PZA	70,00	S/. 1.120,00
MALLA DE ACERO INOX.C-304 MESH 20 - ALAMBRE 0.40 - DE 1220 MM X 2500 MM.	18	PZA	138,55	S/. 2.493,91
BRONCE SUPERIOR DE MAZA SUPERIOR SAE 63 MECANIZADO PARA MOLINO FULTON	4	PZA	18.770,00	S/. 75.080,00
BRONCE SUPERIOR DE MAZA SUPERIOR SAE 63 MECANIZADO PARA MOLINO MC NEIL	2	PZA	18.770,00	S/. 37.540,00
BRONCE INFERIOR DE MAZA CAÑERO/BAGACERO SAE 63 TIPO MEDIA LUNA	4	PZA	5.800,00	S/. 23.200,00
CASCO DE MAZA SUPERIOR XM TIPO LOTUS DE 37"X2" PASO	1	PZA	80.000,00	S/. 80.000,00
CASCO DE MAZA SUPERIOR TRADICIONAL DE 37"X2" PASO	2	PZA	35.000,00	S/. 70.000,00
CASCO DE MAZA INFERIOR XM TAMAÑO 37"X2" PASO	1	PZA	80.000,00	S/. 80.000,00
CASCO DE MAZA INFERIOR TRADICIONAL TAMAÑO 37"X2" PASO	1	PZA	35.000,00	S/. 35.000,00
PIÑÓN DE ACERO FUNDIDIO DE 17 DIENTES X 42" DIAM	2	PZA	8.000,00	S/. 16.000,00
PIÑÓN DE ACERO FUNDIDIO DE 17 DIENTES X 40.5/8" DIAM	4	PZA	8.000,00	S/. 32.000,00
PERNO DE FE.,CAB/EXAG.,HILO CTE.,DE 3/4" X 5",C/T.	60	PZA.	2,22	S/. 132,97
SOLDADURA CITODUR Nº 600 DE 1/8"	350	KG.	27,52	S/. 9.632,00
SOLDADURA CITODUR Nº 600 DE 5/32"	340	KG.	26,69	S/. 9.074,60
SOLDADURA FERROCORDERO U DE 1/8"	330	KG.	15,26	S/. 5.035,80
GUANTES DE CUERO: CORTOS DE 10" REFORZADOS	60	PAR	9,32	S/. 559,32
CHISPERO O ENCENDEDOR PARA SOLDADOR	10	PZA	6,78	S/. 67,80
FIERRO REDONDO DE 1.1/2" X 6 MTS	3	PZA	156,60	S/. 469,81
CAMISETA DE BRONCE CENTRIFUGADO SAE 620 DE 12" X 13" X 25" LONG.	3	PZA.	5.740,00	S/. 17.220,00
BARRA REDONDA DE ACERO VCL BONIFICADO 65 MM.	6	PZA.	2.199,67	S/. 13.198,02
SERVICIOS VARIOS	1	SRV.	11.894,00	S/. 11.894,00
DIVERSOS MATERIALES NO ESPECIFICADOS	1	GLB	120.000,00	S/. 120.000,00
TOTAL, SIN IGV.				S/. 1.024.990,81

Fuente: Elaboración Propia

5.4.3.3) Requerimiento de materiales para el área de elaboración.

Tabla Nº 54 Materiales para el área de elaboración

Descripción Material	Cant.	Und.	Valor Unitario S/.	COSTO TOAL
AREA DE ELABORACION				
ESCOBILLAS DE ACERO TUBO 2"	140	UND	35	S/. 4,900.00
ESCOBILLAS DE ACERO TUBO 4"	140	UND	3,5	S/. 490.00
FAROS PIRATAS CON REJILLA Y BASE	35	UND	37,76	S/.1321.00
QUITA SARRO	35	UND	5	S/.175.00
GUANTES DE JEBE	84	PAR	8	S/.672.00
DILUYENTE TINNER ACRÍLICO	35	GLN.	16,95	S/.593,25
PINTURA ESMALTE SINTETICO DIF. / COLORES.	40	GLN.	38,14	S/.1525,60
BROCHA DE NYLON DE 4"	12	PZA	14,41	S/.172,92
PINTURA ESMALTE ANTICORROSIVO	40	GLN.	38,14	S/.1525,60
BROCHA DE NYLON DE 3"	12	PZA	9,32	S/.111,84
SODA CAUSTICA SOLIDA 98% ESCAMAS/PERLAS (0.12 KG/tc)	52500	KG.	2,08	S/. 109,200
ACELERADOR CAUSTICO (0.003 KG/TC)	1680	KG.	8,19	S/. 13,759
DIVERSOS MATERIALES NO ESPECIFICADOS	6	GLB	3.000,00	S/. 18,000
DETERGENTE A GRANEL	210	KG.	5,36	S/. 1,125
HIPOCLORITO DE SODIO 5% (LEJIA)	56	LT	2,25	S/.126.00
ALCOHOL 96º	70	LT	3,39	S/.237.30
CUBRE CALZADO DESECHABLE	3150	PZA	0,67	S/.2110,50
GORRO DE QUIROFANO DESECHABLE	3150	PZA	0,11	S/.346,50
MASCARILLAS DESCARTABLES	3150	PZA	0,2	S/.630.00
ESCOBILLON DE CERDA	56	PZA	11,01	S/.616,56
ESCOBA DE PAJA – GRANDE	42	PZA	8,33	S/.349,86
TRAPEADOR DE FRAZADA	42	PZA	10	S/.420.00
TRAPO INDUSTRIAL	35	PZA	4,2	S/.147.00
PINTURA BASE ZINCROMATO	35	GLN.	42,37	S/.1482.95
TUBOS DE ACERO SHEDULE 40 DE 4"	5	PZA	88,5	S/.442,50
FIERRO EN PLANCHA DE 1/4" X 4"X 8"	5	PZA	507	S/.2535,00
TUBOS DE ACERO SHEDULE 40 DE 3"	4	PZA	88,5	S/.354.00
FIERRO EN PLANCHA DE 1/16" X 4"X 8"	4	PZA	61,05	S/.244.20
VÁLVULA COMPUERTA DE 2"	6	PZA	360	S/.2.160,00
TOTAL, SIN IGV.				S/.165.774,98

Fuente: Elaboración Propia

5.4.3.4) Requerimiento de materiales para el área de calderas.

Tabla N° 55 Materiales para el área de Calderas

Descripción Material	Cant.	Und.	Valor Unitario S/.	COSTO TOTAL
VIDRIO TRANSPARENTE P/NIVEL CALDERO B-IX (340 X 34 X 17 MM) M/KLINGER	8	PZA	280,00	S/.2.240,00
MICA VISORAS DE PROTECCION	12	PZA.	489,23	S/.5.870,70
ESPARRAGO DE ACERO GRADO 8 DE 1/2" x 7" CON DOS TUERCAS POR ESPARRAGO	40	PZA.	15,40	S/.616,00
EMPAQ. GARLOCK STYLE 2940 EN PLANCHA DE 1/16"	6	PZA.	1.037,75	S/.6.226,50
VALVULAS DE ACERO TIPO COMPUERTA DE 2" EXTREMOS SOLDABLES, VASTAGO ASCENDENTE CLASE 600	4	PZA.	180,00	S/.720,00
TUBOS DE ACERO DE 2" x 20' SCH 80	2	PZA.	70,00	S/.140,00
PLANCHA DE 1" x 5' x 10' ANTIABRASIVA T400	2	PZA.	4.350,00	S/.8.700,00
PLANCHAS DE 3/4" x 5' x 10'	3	PZA.	456,00	S/.1.368,00
PLANCHAS DE 1/4" x 4' x 8'	4	PZA.	250,00	S/.1.000,00
PLANCHAS DE 3/8" x 4' x 8'	4	PZA	320,00	S/.1.280,00
PERNOS 7/8" x 4" GR 2 C/T	64	PZA	2,80	S/.179,20
PASADOR DE FIERRO DE 5/16" X1.1/2"	600	PZA.	0,44	S/.262,37
PERNO DE FE.,CAB/EXAG.,HILO CTE.,DE 1/2" X 3.1/2",C/T.	1200	PZA.	0,66	S/.789,15
PERNO DE FE.,CAB/EXAG.,HILO CTE.,DE 1/2" X 3",C/T.	600	PZA.	0,47	S/.284,75
PASADOR DE FIERRO DE 1/4" X 1.1/2"	450	PZA.	0,19	S/.84,66
ACERO EN PLANCHA ESTRUCTURAL DE 1/4" X 4' X 8'	50	PZA	257,59	S/.12.879,51
PLATINA DE FIERRO DE 3/8" X 3.1/2" X 20'	40	PZA	163,08	S/.6.523,00
PLATINA DE FIERRO DE 3/8 X 3" X 6 MTS	30	PZA	87,00	S/.2.610,15
ANILLO PLANO DE ACERO DE 1/2"	1800	PZA.	0,10	S/.175,42
ANGULO DE 3/8" x 3.1/2" x 20'	20	PZA	150,00	S/.3.000,00
ANGULO DE 3/8" x 3" x 20'	20	PZA	135,00	S/.2.700,00
VIGAS C DE 1/4" x 2" x 4" x 20'	20	PZA	180,00	S/.3.600,00
PLANCHA DE 3/8" x 4' x 8'	8	PZA	320,00	S/.2.560,00

PLANCHA DE 1.1/4" x 4' x 8'	4	PZA	1.250,00	S/.5.000,00
PERNO DE 3/4" x 2.1/2" CON TUERCA GR 2	64	PZA	2,30	S/.147,20
CADENA DE TRASMISION RC 200 DE UNA HILERA	60	PIE	45,00	S/.2.700,00
PASADORES DE 1/8" x 1. 1/ 2"	100	PZA	0,10	S/.10,00
MEDIO PASO DE CADENA RC200	12	PZA	25,00	S/.300,00
EJE DE ACERO VCN 150 DE 6" x 3,5 Mts	2	PZA	9.900,00	S/.19.800,00
CHUMACERA COMPLETA SN 524 PARA EJE DE 4.1/4"	4	PZA	2.880,00	S/.11.520,00
CHUMACERA COMPLETA SN 522 PARA EJE DE 4"	4	PZA	2.550,00	S/.10.200,00
CHUMACERA COMPLETA SN 520 PARA EJE DE 3.1/2"	6	PZA	2.350,00	S/.14.100,00
VARILLA RODONDA DE 1.1/2 x 10'	3	PZA	850,00	S/.2.550,00
PERNO DE 5/8" x 2.1/2" CON TUERCA GR 2	192	PZA	0,82	S/.157,44
TABLAS 2" x 7"x 26"	120	PZA	40,00	S/.4.800,00
TABLAS 2" x 8"x 38"	160	PZA	55,00	S/.8.800,00
TABLAS 2" x 7"x 56"	120	PZA	80,00	S/.9.600,00
TABLAS 2" x 8"x 56"	120	PZA	80,00	S/.9.600,00
VALVULAS DE ACERO TIPO COMPUERTA DE 4" EXTREMOS BRIDADOS, VASTAGO ASCENDENTE CLASE 600	2	PZA	2.300,00	S/.4.600,00
VALVULAS DE ACERO TIPO COMPUERTA DE 3" EXTREMOS BRIDADOS, VASTAGO ASCENDENTE CLASE 600	12	PZA	1.600,00	S/.19.200,00
VALVULAS DE ACERO TIPO COMPUERTA DE 2" EXTREMOS SOLDABLES, VASTAGO ASCENDENTE CLASE 600	14	PZA	180,00	S/.2.520,00
VALVULAS DE ACERO TIPO COMPUERTA DE 1" P/SOLDAR, VASTAGO ASCENDENTE CLASE 600	14	PZA	120,00	S/.1.680,00
VALVULAS DE ACERO TIPO COMPUERTA DE 3/4" P/SOLDAR, VASTAGO ASCENDENTE CLASE 600	14	PZA	75,00	S/.1.050,00
VALVULAS DE ACERO TIPO COMPUERTA DE 1/2" P/SOLDAR, VASTAGO ASCENDENTE CLASE 600	8	PZA	50,00	S/.400,00
EMPAQ. GARLOCK STYLE 2940 EN PLANCHA DE 1/8"	2	PZA	1.130,00	S/.2.260,00
EMPAQ. GARLOCK STYLE 2940 EN PLANCHA DE 1/16"	4	PZA	1.150,00	S/.4.600,00
EMPAQ. GARLOCK STYLE 2900 EN PLANCHA DE 1/16"	4	PZA	1.120,00	S/.4.480,00
EMPAQ. GARLOCK STYLE 2900 EN PLANCHA DE 1/32"	4	PZA	980,00	S/.3.920,00
EMPAQUETADURA METALICA DE 3" CLASE 600	12	PZA	135,00	S/.1.620,00

EMPAQUETADURA METALICA DE 4" CLASE 600	12	PZA	150,00	S/.1.800,00
ANILLOS DE PRESION DE ACERO GRADO 8" DE 3/4"	300	PZA.	0,16	S/.48,31
PERNO DE ACERO DE 3/4" X 4.1/2" C/T GRADO 8	240	PZA	7,35	S/.1.764,00
PERNO DE ACERO G-8 DE 3/4" X 4" C/TUERCA	200	PZA.	7,15	S/.1.430,00
ANILLOS DE PRESION DE ACERO DE 3/4"	400	PZA	0,95	S/.380,00
TRAMPA TERMODINAMICA TD 42 DE 3/4" ROSCADA	6	PZA	350,00	S/.2.100,00
TRAMPA TERMODINAMICA TD 42 DE 1/2" ROSCADA	6	PZA	300,00	S/.1.800,00
TUBOS DE ACERO DE 3" x 20' SCH 80	9	PZA.	90,00	S/.810,00
TUBOS DE ACERO DE 2" x 20' SCH 80	6	PZA	70,00	S/.420,00
TUBOS DE ACERO DE 1" x 20' SCH 80	8	PZA	60,00	S/.480,00
TUBOS DE ACERO DE 3/4" x 20' SCH 80	8	PZA	50,00	S/.400,00
TUBOS DE ACERO DE 1/2" x 20' SCH 80	6	PZA	35,00	S/.210,00
EMPAQUETADURA DE METAL MONEL CORRUGADO DE 12" X 16" DIAM.INTERNO	12	PZA	234,86	S/.2.818,30
PERNOS DE 5/8" x 1.1/2"	600	PZA	0,65	S/.390,00
EMPAQ. GARLOCK STYLE 2900 EN PLANCHA DE 1/16"	3	PZA	1.120,00	S/.3.360,00
CEMENTO CASTABLE SUPER	1200	KG	3,12	S/.3.742,08
CEMENTO MORTERO BOND	300	KG	3,55	S/.1.065,00
LADRILLO REFRACTARIO ESTANDAR DE 2" x 4.1/2" x 9"	4000	PZA	9,00	S/.36.000,00
LADRILLO KING KONG STANDAR	3000	PZA	1,00	S/.3.000,00
TIZAS DE CALDERERO	80	PZA	0,60	S/.48,00
TIZA DE COLORES	8	CJA	5,00	S/.40,00
WINCHAS DE 5 MTS.	15	PZA	25,00	S/.375,00
TEFLON DE 1/2"	20	PZA	2,00	S/.40,00
HOJAS DE SIERRA	40	PZA	4,00	S/.160,00
CINTA AISLANTE PLASTICA DE 3/4"	12	PZA	4,50	S/.54,00
SOKETS DE LOZA	20	PZA	15,00	S/.300,00
MASCARA DE SOLDAR	20	PZA	25,00	S/.500,00
TENAZA DE SOLDAR	10	PZA	60,00	S/.600,00
ESCOBILLA DE FIERRO CON MANGO DE MADERA	15	PZA	25,00	S/.375,00

FOCOS DE 100 W	160	PZA	1,20	S/.192,00
DISCO DE DEBASTE DE 1/4" x 7/8" x 4.1/2"	40	PZA	15,00	S/.600,00
DISCO DE CORTE DE 1/8" x 7/8" x 4.1/2"	7	PZA	45,00	S/.315,00
DISCO DE DEBASTE DE 1/4" x 1" x 9"	10	PZA	65,00	S/.650,00
PIEDRA ESMERIL G/G DE 1" x 1" x 8"	3	PZA	80,00	S/.240,00
LIMPIA BOQUILLAS	15	PZA	15,00	S/.225,00
METAL LIQUIDO	6	FCO	324,00	S/.1.944,00
BOQUILLAS DE CORTE N°2 Y N°3	12	PZA	120,00	S/.1.440,00
CHISPEROS DE PIEDRA TRIANGULAR	15	PZA	20,00	S/.300,00
ESCOBAS GRANDES	30	PZA	12,00	S/.360,00
RODAJE 7410 - B (BOMBA DE ALTA PRESION 06 IMP.) (02)	6	PZA	200,00	S/.1.200,00
RODAJE 22310 - ET.C3 (BOMBA DE ALTA PRESION 06 IMP.) (01)	3	PZA	250,00	S/.750,00
RODAJE 7409 - B (BOMBA DE ALTA PRESION 04 IMP.) (02)	4	PZA	180,00	S/.720,00
RODAJE 6311 - C3 (BOMBA DE ALTA PRESION 04 IMP,) (01)	2	PZA	190,00	S/.380,00
RODAJE 6405 (BOMBA SULZER)	4	PZA	80,00	S/.320,00
RODAJE 3308 C3 (BOMBA SULZER)	2	PZA	90,00	S/.180,00
RODAJE 6309 - 2Z (BOMBA DE BAJA PRESION)	4	PZA	90,00	S/.360,00
RODAJE 6311 - 2Z (BOMBA DE BAJA PRESION)	4	PZA	70,00	S/.280,00
RODAJE 22320 CHL (EJE DE VENTILADOR)	4	PZA	120,00	S/.480,00
RODAJE RH 30307	4	PZA	80,00	S/.320,00
RODAJE 63207 - 2Z	4	PZA	80,00	S/.320,00
RODAJE 6309 - 2Z	4	PZA	90,00	S/.360,00
RODAJE 7204	4	PZA	40,00	S/.160,00
RODAJE 620 - A	4	PZA	30,00	S/.120,00
RODAJE 6206 - 2Z	4	PZA	50,00	S/.200,00
RODAJE 6311 - C3	4	PZA	30,00	S/.120,00
RODAJE 6211 - C3	4	PZA	30,00	S/.120,00
DIVERSOS MATERIALES NO ESPECIFICADOS	6	GLB	20.000,00	S/.120.000,00
TOTAL, SIN IGV				S/.406.589,73

Se nos informó que la empresa en cada mantenimiento mensual invierte **S/.400.000** soles en algunos repuestos o reutilización de material antiguo que se encuentra en almacén. Nuestra propuesta es invertir S/.1.687.355,53 total de las tres áreas de fábrica por semestre

5.4.3.5) Mejora aplicando mantenimiento.

Gracias al mantenimiento que aplicaremos la producción de bolsas de azúcar aumentará,

Tabla N° 56 Pronostico de ingresos para año 2016

Pronostico de ventas bolsas azúcar		Ingresos 2016
Pomalca		
ene-16	137925	S/. 13.792.500,00
feb-16	129519	S/. 12.951.900,00
mar-16	118725	S/. 11.872.500,00
abr-16	132222	S/. 13.222.200,00
may-16	130307	S/. 13.030.700,00
jun-16	149515	S/. 14.951.500,00
jul-16	167435	S/. 16.743.500,00
ago-16	164844	S/. 16.484.400,00
sep-16	166121	S/. 16.612.100,00
oct-16	154998	S/. 15.499.800,00
nov-16	161275	S/. 16.127.500,00
dic-16	160367	S/. 16.036.700,00

Fuente: Elaboración Propia

5.4.3.6) Productividad actual de la empresa.

Tabla N° 57 Costos actuales de la empresa para medir su productividad

Año 2015	Costos S/.
Producción	S/126,997.800
Mano de obra	S/1,165.278,4
Insumos	S/. 3,338.210,64
Materia prima	S/. 67,552.692,6
Mantenimiento	S/. 4.800.000,00
Supervisores	S/. 72.000
Jefe del área	S/. 60.000

Fuente: Elaboración Propia

PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA

PRODUCTIVIDAD

$$= \frac{S/126,997.800}{1,165.278,4 + 3,338.210,64 + 67,552.692,6 + 4.800.000,00 + 72000 + 60000}$$

$$= 1,6495$$

Ecc N°5: Productividad Actual

5.4.4) Costo y beneficio.

Costos de implementar nuestra propuesta en la empresa y el beneficio costo que tendrá la empresa aplicando nuestro plan.

Tabla N° 58 Costos para implantar el proyecto

COSTO IMPLANTAR EL PROYECTO.	
Computadora	S/.2.000,00
Capacitaciones	S/.1.000,00
Cds	S/.10,00
Asesoría por diseño de plan agregado y programación.	S/.10.000,00
Mano de obra para aplicar Tora.	S/.2.600,00
TOTAL.	S/.15.610,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N^o 59 Costos totales

Aplicando el Mantenimiento	Costos
Área de trapiche	S/.1.114.990,81
Área de calderas	S/.406.589,73
Área de elaboración	S/.165.774,98
Total	S/.1.687.355,53
TOTALX 2 SEMESTRAL	S/.3.374.711,05

Fuente: Elaboración Propia

**COSTO BENEFICIO APLICANDO PLAN PLANTEADO Y EL COSTO DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DIARIO**

$$COSTO / BENEFICIO \frac{S/.30.692.041,61}{S/.4.390.864,06} = 6,9899$$

EccN^o 6: Costo Beneficio del Plan Elegido

5.4.5) Productividad con la propuesta.

Tabla N^o 60 Costos para el año 2016

Año 2016	Costos S/.
Producción.	S/.177.325.300
Mano obra	S/669.736,79
Insumos	S/. 4.886,775,84
Materia prima	S/. 86,746.680
Mantenimiento	S/.3.374.711,05
Supervisores	S/. 72000
Jefe del área	S/. 60000
M.O para mantenimiento	S/. 217.001,40
Supervisores Mantenimiento	S/. 288.000

Fuente: Elaboración Propia

PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA

$$= \frac{S/.177.325.300}{669,736.79 + 4.886,775.84 + 86,746.680 + 3.374.711,05 + 72000 + 60000 + 217.001,4 + 288.000}$$

PRODUCTIVIDAD = 1,8410
Ecc N° 7: Productividad después de la Mejora.

$$\textit{Indice de } \Delta \textit{ de la productividad} = \frac{1,8410 - 1,6495}{1,6495} * 100$$

$$= 11,61 \%$$

Ecc N° 8: Índice de Productividad

Aplicando el plan propuesto nos indica que la productividad de la empresa aumenta en 11,61 %

CAPITULO VI:

CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- a) Se aplicó las técnicas e instrumentos de recolección de datos, en la cual se identificó una falta de planeamiento y programación de la producción como también se identificó un inadecuado mantenimiento para la fábrica.
- b) Se elaboraron dos modelos de programación lineal uno para cada plan agregado propuesto los cuales fueron el plan de persecución y el plan constante.
- c) Después de desarrollar los planes agregados en el software Tora se llegó a la conclusión de que el mejor plan es el plan agregado de persecución el cual consiste en producir igual a la demanda por tener el menor costo total de mano de obra para la empresa.
- d) Se evaluó la propuesta y se observó que la productividad se elevó a un 11,61% y que el beneficio costo fue de S/.6,98.
- e) Se concluye que por cada sol invertido en la propuesta utilizando el plan agregado de persecución la empresa tendrá una ganancia de S/.6,98 soles.

RECOMENDACIONES

- a)** Se recomienda aplicar el mantenimiento preventivo diario con el personal del 3º turno, que ayudaría a una producción constante evitando los 6 días de pérdida de producción por fallas de maquinaria.
- b)** Trabajar en equipo con Gerencia General para el exitoso cumplimiento del plan propuesto.
- c)** La supervisión anticipada de las masas una hora antes de la culminación del 2º turno para tener en cuenta la reubicación del 3º turno en la producción hasta finalizar el cocimiento y descargue de las masas.
- d)** Realizar capacitaciones para motivar al personal fomentando un mejor ambiente laboral.
- e)** Seguir con la iniciativa de automatizar la maquinaria como se viene realizando con las centrifugas.

REFERENCIAS

- Arnoletto., E.-J. (2007). *Administración de la producción como ventaja competitiva. electronica.*
- Bruce L. Bowerman, Anne B. Koehler, Richard T. O'Connell. (2007). *Pronósticos, Series de Tiempo Y Regresión.* Cengage Learning.
- Dante, O. C. (2007). *“Estado del arte sobre planificación agregada de la producción”.* Barcelona: Tesis doctoral, Universidad Politécnica de cataluña.
- Heizer J. & Render, B. (2009). *Principios de Administracion de operaciones.* Mexico: Perason Educacion.
- Jesus Arreola Risa & Antonio Arreola Risa . (2003). *Programacion Lineal , Una introduccion a la toma de desiciones cuantitativas .* La pontificie .
- Machuca, D. (1995). *Dirección de operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y los servicios.* España: McGraw Hill.
- Menguzato, M. (1991). *La Dirección Estratégica de la empresa. Un enfoque innovador del Management. .* Española: SN.
- Mintzberg, H. (1994). *The rise and fall of strategic planning.* NEW YORK: DIVISION OF SIMON & SCHUSTER INC.
- Monks, J. G. (1991). *Administracion de Operaciones.* Mexico: McGraw hill.
- OIT. (s.f.). *ORGANIZACION INTERNACIONAL DE TRABAJO.* Obtenido de WWW.OIT.ORG
- Riggs, J. L. (2000). *Sistema de produccion Planeacion, analisis y control.* Mexico: Limusa.
- Santos, J. (2007). *Organización de la producción II. Planificación de procesos industriales.* arequipa: Unicopia.

ANEXOS

Toneladas de caña recibidas para la elaboración de azúcar



Figura N° 24 Transporte de la MP.



Figura N° 25 Tráiler con MP, ingresando a molienda

Molienda



Figura N° 26 Lavado de caña - conductor 2



Figura N° 27 Molinos del área de trapiche



Figura N^o 28 Extracción de jugo

Extracción de Jugo



Figura N^o 29 Extracción de jugo entre masas

ENCALAMIENTO



Figura N^o 30 Válvulas de cal.



Figura N^o 31 Tanques de Jugo encalado

CALENTADORES



Figura N° 32 calentadores de Jugo

CLARIFICADOR



Figura N° 33 Clarificador

EVAPORADORES



Figura N^o 34 EVAPORADORES GRUPO B

PRE EVAPORADORES



Figura N^o 35 Tanques Pre Evaporadores

TACHOS DE MASAS



Figura Nª 36 Tachos de masas - Vacumpanes



Figura Nª 37 Tacho de azúcar comercial

ENVASADO



Figura N° 38 Envasado de 50 Kg.



Figura N° 39 Almacenando

Área de almacén de azúcar



Figura N^o 40 Almacén de azúcar comercial