



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

TEMA:

**“FUENTES DE PÉRDIDAS EN LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE
LAS LÍNEAS DE PELETIZADO DE PRONACA QUEVEDO.
PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA OEE
(EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS)”**

Autor: DRA. AUDREY KATERINE LARA GARÓFALO

Tutor: PhD. MELQUIADES MENDOZA PÉREZ

LATACUNGA – ECUADOR

MARZO – 2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
Latacunga – Ecuador

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente informe de investigación de posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi; por cuanto, la maestrante: Lara Garófalo Audrey Katherine, con el título de tesis:

“FUENTES DE PÉRDIDAS EN LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE LAS LÍNEAS DE PELETIZADO DE PRONACA QUEVEDO. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA OEE (EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS)” ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Marzo, 2018.

Para constancia firman:

.....

MSc. Roberto Herrera
PRESIDENTE

.....

PhD. Juan José La Calle
MIEMBRO

.....

PhD. Juan Mato
MIEMBRO

.....

MSc. Hernán Navas
OPOSITOR

CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE TUTOR

En mi calidad de Tutor del Programa de Maestría en opción al grado académico de Magister en Gestión de la Producción, nombrado por el Honorable Consejo Académico de Posgrado.

CERTIFICO:

Que: analizado el Trabajo de Tesis, presentado como requisito previo a optar por el grado de Magister en Gestión de la Producción.

El problema de investigación se refiere a:

“FUENTES DE PÉRDIDAS EN LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE LAS LÍNEAS DE PELETIZADO DE PRONACA QUEVEDO. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA OEE (EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS)”

Presentado por: Dra. Audrey Katerine Lara Garófalo, con cédula de ciudadanía N°1712307956

Sugiero su aprobación y permita continuar con el proceso de graduación.

Latacunga, Febrero del 2018

.....

PhD. Melquiades Mendoza Pérez

AUTORÍA

Del contenido del presente proyecto de investigación y desarrollo, se responsabiliza el autor.

Dra. Audrey Katerine Lara Garófalo

C.I. 1712307956

AGRADECIMIENTO

Al área de posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme permitido ser parte de ella al abrirme las puertas en su seno científico para estudiar la Maestría en Gestión de la Producción, igualmente a las señoras y señores profesores que me brindaron sus conocimientos.

Agradezco también a mi director de Tesis el PhD. Melquiades Mendoza por que, supo guiarme de manera acertada durante el desarrollo de la presente tesis.

Agradezco al Ing. Geovanny Coronado por permitirme la realización de la tesis y por su orientación técnica en la realización de este proyecto.

Audrey Katerine Lara

DEDICATORIA.

Esta tesis se la dedico a Dios por haberme brindado la oportunidad de existir y encaminar mi vida a una lucha constante por lograr mis metas y objetivos.

A mi amado esposo Xavier que con su amor y apoyo incondicional me dió la fortaleza para seguir adelante sin desmayar.

A mi hija Teresita y mi hijo Jesús que son mi razón de vida y mi inspiración para seguir adelante y servirles como ejemplo en la consecución de sus objetivos.

A mis Padres que siempre me están apoyando en todos los momentos importantes de mi vida.

Atentamente

Audrey Katerine Lara Garófalo

ÍNDICE GENERAL

TITULO.....	I
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	II
CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE TUTOR.....	III
AUTORÍA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
RESUMEN.....	XV
Introducción.....	17
CAPÍTULO I.....	21
1. Marco contextual y teórico.....	21
1.1 Caracterización detallada del objeto.....	21
1.1.1 Estructura Organizacional.....	23
1.1.2 Productos.....	24
1.1.3 Clientes.....	26
1.2 Marco Teórico de la Investigación.....	26
1.2.1 Industria de Alimentos Balanceados.....	26

1.2.2 Descripción del proceso de elaboración de alimento balanceado	27
1.2.3 Antecedentes de la investigación	37
1.2.4 Análisis de tendencias	39
1.3 Fundamentación de la investigación	39
1.4 Bases teóricas particulares de la investigación.	40
1.4.1 Eficiencia OEE	41
1.4.2 Cálculo del OEE.....	42
1.4.3 Clasificación OEE	42
1.5 Implementación del OEE.....	47
1.5.1 Diseño del Indicador OEE	47
1.5.2 Socialización de los resultados.....	48
1.5.3 Implementación del OEE.....	48
2. Metodología.....	49
2.1 Modalidades de investigación.....	49
2.1.1 Investigación de campo:	49
2.1.2 Investigación documental:	49
2.2 Tipos de investigación.....	50
2.2.1 Exploratoria.....	50

2.2.2 Evaluativa	50
2.2.3 Descriptivo.....	51
2.3 Población y muestra	51
2.4 Técnicas para la obtención de datos.....	52
2.4.1 Encuesta.....	53
2.4.2 Observación directa	53
2.5 Instrumentos metodológicos y tecnológicos para la obtención de datos.	53
2.6 Procedimiento para la aplicación de las técnicas	53
2.6.1 Encuesta.....	53
2.6.2 Observación directa	54
2.7 Procedimiento para procesamiento y análisis de información.....	54
2.8 El plan de análisis e interpretación de resultados.....	54
3. Resultados de la investigación.....	55
3.1 Diagnóstico de la situación actual de las líneas de peletizado.....	55
3.2. Resultados.....	56
3.2.1 Análisis e interpretación de las principales causas de fuentes de pérdida de eficiencia en las líneas de peletizado durante el último semestre del año 2016.....	56

3.2.2 Análisis e interpretación de la encuesta sobre grado de conocimiento sobre las causas de ineficiencia de las líneas de peletizado, que repercuten en la productividad.	61
CAPÍTULO IV	73
4. Propuesta	73
4.1 Tema.....	73
4.2 Justificación	73
4.3 Objetivos.....	74
4.4 Estructura de la propuesta.....	74
CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES	91
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
6. BIBLIOGRAFÍA	95
7. ANEXOS.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Tamaño de muestra para la aplicación de la encuesta.....	52
Tabla 3.1 Tipos de alimentos que fabrica la empresa.....	62
Tabla 3.2 Elaboración de alimento en cada línea de peletizado.....	63
Tabla 3.3 Abastecimiento de materias primas.....	64
Tabla 3.4 Paradas en equipos, falta de interés, falla operativas, incide en la pérdida de productividad de la planta.....	65
Tabla 3.5 El área de Calidad da oportuno soporte en el seguimiento de la calidad de los productos	66
Tabla 3.6 El área de mantenimiento da oportuna atención cuando se presentan fallas en los equipos.....	67
Tabla 3.7 Estaría de acuerdo en que se implemente un indicador que mida rendimiento, disponibilidad de equipos y calidad	68
Tabla 3.8 Estaría de acuerdo en que se implemente un indicador que mida rendimiento, disponibilidad de equipos y calidad	69
Tabla 3.9 Charlas de capacitaciones al personal de mantenimiento y producción sobre los problemas de pérdidas de rendimiento, calidad y disponibilidad.....	70
Tabla 3.10 Indique si para mejorar la productividad se debe implementar otros tipos de mantenimiento como productivo total,	71
Tabla 4.1 Resultados OEE en línea de peletizado No.1	82
Tabla 4.2 Resultados OEE en línea de peletizado No.2	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación de la Empresa Privada Pronaca Quevedo	21
Figura 1.2 Infraestructura planta Quevedo.....	22
Figura 1.3 Organigrama estructural Planta Quevedo.....	23
Figura 1.4 Clasificación de alimento según su proceso	25
Figura 1.5 Clasificación de alimento según su presentación	25
Figura 1.6 Clasificación de alimentos según tipo de clientes.....	26
Figura 1.7 Diagrama de Proceso Planta Alimentos Balanceados Quevedo.....	29
Figura 1.8 Establecimiento del desarrollo de la fundamentación teórica de la investigación.....	41
Figura 1.9 Clasificación de OEE	43
Figura 1.10 Causas de pérdidas en el proceso de Producción.....	43
Figura 1.11 Resumen cálculo del OEE.....	47
Figura 3.1 Eficiencia Líneas pelletizado 1 y 2	55
Figura 3.2 Pareto de paradas en Línea 1 por áreas	57
Figura 3.3 Pareto de paradas en Línea 2 por áreas	58
Figura 3.4 Pareto de paradas en línea 1 por fallas en mantenimiento	59
Figura 3.5 Pareto de paradas en línea 1 por fallas en producción	59

Figura 3.6 Pareto de paradas en línea 2 por fallas en mantenimiento	60
Figura 3.7 Pareto de paradas en línea 2 por fallas por producción.....	61
Figura 3.8 Forma porcentual información de interrogante número 1.....	62
Figura 3.9 Forma porcentual información de interrogante número 2.....	63
Figura 3.10 Forma porcentual información de interrogante número 3.....	64
Figura 3.11 Forma porcentual información de interrogante número 4.....	65
Figura 3.12 Forma porcentual información de interrogante número 5.....	66
Figura 3.13 Forma porcentual información de interrogante número 6.....	67
Figura 3.14 Forma porcentual información de interrogante número 7.....	68
Figura 3.15 Forma porcentual información de interrogante número 8.....	69
Figura 3.16 Forma porcentual información de interrogante número 9.....	70
Figura 3.17 Forma porcentual información de interrogante número 10.....	71
Figura 4.1 Metodología propuesta.....	75
Figura 4.2 Diagrama de Proceso Peletizado Planta Quevedo	77
Figura 4.3 Formato para la recolección de datos para el cálculo del OEE	80
Figura 4.4 Resultados OEE de julio a diciembre 2016 en línea 1	83
Figura 4.5 Resultados OEE de julio a diciembre 2016 en línea 2	84

Figura 4.6 % de Disponibilidad en línea 1 de peletizado durante el periodo jul a dic 2016.....	85
Figura 4.7 % de Disponibilidad en línea 2 de peletizado durante el periodo jul a dic 2016.....	86
Figura 4.8 % de Rendimiento en línea 1 de peletizado durante el periodo jul a dic 2016.....	87
Figura 4.9 % de Rendimiento en línea 2 de peletizado durante el periodo jul a dic 2016.....	88
Figura 4.10 % de Calidad en línea 1 de peletizado durante el periodo jul a dic 2016.....	89
Figura 4.11 % de Calidad en línea 2 de peletizado durante el periodo jul a dic 2016.....	89

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Tema: “Fuentes de pérdida en la eficiencia de los equipos de las líneas de peletizado de Pronaca Quevedo. Propuesta de implementación de un Sistema OEE (Eficiencia Global de Equipos)”

Autor: Dra. Audrey Katherine Lara Garófalo.
Tutor: Ph.D. Melquiades Mendoza Pérez

RESUMEN

La pérdida de eficiencia de los equipos disminuye la productividad de una planta es por esto que para el presente tema de investigación se planteó como objetivo general implementar un sistema de medición de eficiencia global de equipos (OEE) para las líneas de peletizado Pronaca Quevedo, se indica que las pérdidas de velocidad, pérdidas de tiempo y de calidad inciden en la eficiencia global de equipos OEE. Se utilizaron métodos de investigación hipotético – deductivo según los objetivos específicos planteados. Se encontraron resultados tales como: los tiempos de paradas que se tiene mensualmente en cada línea y sus causas, el rendimiento de las líneas y las fallas operativas que generan productos no conformes que afectan el índice de calidad. A partir de los resultados encontrados se planteó implementar una metodología para la medición del indicador global de equipos OEE, del cual se obtuvieron los siguientes resultados para la línea 1; 77,05% y para la línea 2; 79,75% que indica que se tiene un OEE aceptable, por lo que existen oportunidades de mejora de este indicador mediante la implementación de nuevos programas de mantenimiento como el productivo total que llevará a tener una mayor disponibilidad en equipos, así como también capacitaciones constantes a los colaboradores para que ellos sean parte activa de las acciones correctivas para la mejora continua.

Palabras clave: OEE, eficiencia, setup y acciones correctivas.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

THEME: “Sources of losses on the efficiency of the equipment of the Pronaca Quevedo pelletized lines. Proposal for implementation of an OEE system (global efficiency of equipment)”.

Author: Dra. Audrey Katerine Lara Garófalo.
Tutor: PhD. Melquiades Mendoza Pérez.

ABSTRACT

The loss of efficiency of the equipment decreases the productivity of a plant, that is for the present research topic, it is proposed as general objective to implement a system of measurement of global equipment efficiency (OEE) for the lines of pellets Pronaca Quevedo, it indicates that the losses of speed, losses of time and quality affect the Overall efficiency of OEE equipment. Hypothetical-deductive research methods were used according to specific objectives. With the applied methods were found results such as the times of “paradas” that is held monthly in each line and its causes, the start times (setup) that are given by the change in production orders that directly affect the productivity and the failures which generate nonconforming products that affect the quality index. From the results found, it was proposed to implement a methodology for the measurement of the global indicator of OEE equipment, from which the following results were obtained for line 1; 77.05% and for line 2; 79.75%, which indicates that there is an acceptable OEE, so there are opportunities to improve this indicator though the implementation of new maintenance programs such as the total production that will lead to greater availability in equipment as well as constant training to the personnel thus, that they take an active role in the corrective actions for the continuous improvement.

Keywords: OEE (Overall Efficiency equipment), efficiency, corrective actions, and setup.

Introducción

En la actualidad es importante el mejoramiento continuo debido a las exigencias del mercado y la difícil competencia, por ello la adopción de nuevas estrategias para continuar con altos niveles competitivos se hace imprescindible y una de ellas es el Indicador OEE (eficiencia global de equipos), que permite alcanzar las metas productivas propuestas por las industrias, brindando información necesaria para la toma de decisiones.

Para esto es necesario disminuir las paradas imprevistas por fallas de equipos, desperfectos en producción, planificación, etc. y conseguir que la empresa sea más competitiva a rango de clase mundial. Como norma se recomienda un valor global de OEE > 85%.

En la práctica y por diferentes motivos, la producción siempre se queda muy por detrás de la capacidad que fue instalada. A mayor velocidad de producción, más productos se rechazan. Cuando se centran más en calidad, la máquina no funciona como debería.

Por lo tanto a través de la medición del OEE ayudará a gestionar y mejorar utilizando una buena estrategia de mantenimiento para lograr mantener una producción con los niveles más exigentes a nivel mundial.

La idea principal es implementar una metodología de medición de eficiencia general de equipos, utilizando como base un indicador de nivel internacional conocido como OEE, el cual muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente.

La diferencia la constituyen las pérdidas de tiempo, las pérdidas de velocidad y las pérdidas de calidad.

Esta metodología ayudará en la disminución de cuellos de botella de las líneas de proceso, disminución de desechos y paradas no programados que diariamente se generan en producción. Sirve para toma de decisiones sobre nuevas inversiones ya que enlaza el rendimiento de las operaciones con la toma de decisiones de carácter financiero.

Se pretende conseguir disminuir costos, beneficios para los trabajadores mejorando la calidad de sus puestos de trabajo al disminuir las barreras que se lo dificultan, disminuir desechos y producto a reproceso se estará beneficiando al medio ambiente al disminuir la contaminación producida por las ineficiencias identificadas a través de la metodología.

El Objeto de la presente investigación es la eficiencia en los equipos de las líneas de peletizado de Pronaca Quevedo y se asume como campo de la investigación las fuentes de pérdidas en la eficiencia de los equipos de las líneas de peletizado de Pronaca Quevedo

De la situación problemática, se formula el problema en la siguiente pregunta: ¿Cómo influye en la eficiencia de los equipos de peletizado Pronaca Quevedo las fuentes de pérdida de tiempo, velocidad y calidad respecto a la capacidad de equipos instalada originalmente?

Para solucionar el problema se asume como objetivo general de la investigación: Implementar un sistema de medición OEE mensual para las líneas de peletizado Pronaca Quevedo, durante el segundo semestre del año 2016 y como objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico de las principales causas de ineficiencia en las líneas de peletizado durante el último semestre del año 2016.
- Establecer, mediante el uso del OEE, la disponibilidad, el rendimiento y la pérdida de calidad en las líneas de peletizado.

- Socializar los resultados obtenidos al personal de producción y mantenimiento para el compromiso a la mejora continua.

Para el logro de los objetivos se utilizaron métodos y técnicas amparados en el enfoque cuantitativo de investigación.

La Investigación se guía por la siguiente idea a defender:

El OEE se constituye en una herramienta que facilita la determinación de la eficiencia global de los equipos.

El proyecto está estructurado en capítulos; el CAPÍTULO I: Está conformado por el marco contextual, teórico y dividido en cuatro fases:

La primera fase es la caracterización detallada del objeto, es una descripción amplia y precisa del objeto, como estipula la dirección de posgrado de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

La segunda fase es el Marco teórico de la investigación, donde se expone con referencias precisas a las fuentes y considerando las normas establecidas, fuentes bibliográficas, así como también la valoración crítica de los resultados encontrados que están relacionados con la investigación y el análisis de tendencias sobre enfoques investigativos sobre el tema.

La tercera fase es la fundamentación de la investigación, argumenta si existe un problema científico, así como la viabilidad práctica y teórica de la investigación.

La cuarta fase de este capítulo corresponde a las bases teóricas particulares de la investigación, además se declara los campos y teorías científicas con sus principios, leyes y sistemas conceptuales.

CAPÍTULO II: Corresponde a la metodología, donde se describe detalladamente el sistema de procedimientos, técnicas y métodos de investigación que la autora propone para realizar la investigación.

CAPÍTULO III: Se exponen los resultados de la investigación, en este capítulo se analizan, interpretan y discuten los resultados obtenidos al aplicar los métodos de investigación.

CAPÍTULO IV: La propuesta, se expone de manera formal lo que se va a desarrollar como propuesta para el proyecto de investigación, cumpliendo con los ítems como título, justificación, objetivos, estructura de la propuesta y desarrollo de la propuesta.

Además de reflejan las conclusiones generales, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

1. Marco contextual y teórico

1.1 Caracterización detallada del objeto

El tema de investigación se desarrolló en la planta de alimentos balanceados QUEVEDO que pertenece al Negocio Nutrición Animal del grupo PRONACA. Se encuentra ubicada en el Km. 29 de la vía Quevedo. Santo Domingo margen derecho, dirección al Municipio del Cantón Buena Fe. Posee 10 hectáreas distribuidas en áreas de trabajo siendo la planta de alimentos y en específico las líneas de peletizado el objeto a estudiar, como demuestra la figura 1.1.



Figura 1.1 Ubicación de la Empresa Privada Pronaca Quevedo

Fuente: Google maps

Elaborado por: Katerine Lara

La planta inició sus operaciones en el año de 1982 como un centro de acopio con el nombre de Agrocereales, con la finalidad de comprar maíz de la zona la cual era eminentemente maicera y tenía la calidad de maíz deseada, el maíz se secaba y

se enviaba como materia prima hacia la planta de Puenbo, como se obtuvieron buenos resultados se decidió incrementar la capacidad de almacenaje y empezar con la producción de alimento para pollos el Broiler 1 en el año de 1989.

Con la finalidad de abastecer a las granjas relacionadas de la zona de Santo Domingo, en este año se inició con la producción 18 t por día con 7 personas trabajando en un turno, la capacidad de la almacenera era de 681 t, desde esa época debido a la buena producción de maíz de la zona y el desarrollo avícola de Santo Domingo, se empezó a aumentar la capacidad de almacenaje y diversificar la variedad de los alimentos producidos tanto en polvo como peletizados y desde el año 1995 se logró su actual capacidad de la almacenera de 30.000 t y una capacidad de producción de 21.000 t/mes, Figura 1.2 , contando con un recurso humano de 147 colaboradores.



Figura 1.2 Infraestructura Planta Quevedo
Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
Elaborado por: Katerine Lara

Pronaca Quevedo es una de las tres plantas dentro de la corporación dedicadas a la producción de alimentos balanceados para pollos, pavos, reproductoras, cerdos y ganado que abastece a las granjas de clientes relacionados, proveedores calificados y clientes comerciales.

La Planta cumple con los controles definidos para la recepción de todas sus materias primas y el control en la elaboración de sus productos, según lo establecido en las fichas técnicas y está comprometida en proteger la salud de los consumidores. Mantiene la implementación de un sistema de prevención en la producción de alimentos balanceados y en sus bodegas.

1.1.1 Estructura Organizacional

Cuenta con 147 colaboradores entre personal administrativo, producción, logística, aseguramiento de la calidad y mantenimiento de planta.

El organigrama funcional de la planta Quevedo, se demuestra en la Figura 1.3.

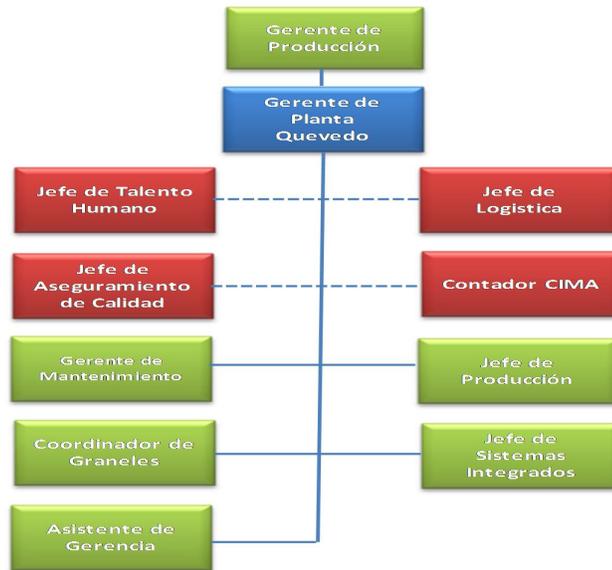


Figura 1.3 Organigrama funcional Planta Quevedo
 Fuente: Talento Humano Planta Alimentos Balanceados Quevedo
 Elaborado por: Katerine Lara

La Planta Pronaca Quevedo está organizada en grupos de operación vertical, con expertos de experiencia similar que se agrupan para formar un conjunto de conocimientos y técnicas capaces de llevar a cabo cualquier tarea dentro de esa disciplina. A continuación se describe de manera general los departamentos que integran la organización:

1.1.1.1 Departamento de Producción: Establece las actividades y controles necesarios para la elaboración de alimento balanceado en polvo, granulado, expandido y/o peletizado.

Supervisa el cumplimiento y ejecución de las actividades del proceso productivo para que el producto final cumpla con los requisitos de calidad establecidos.

Reporta y/o detiene productos en proceso y /o producto terminado que esté fuera de los estándares de aceptación.

1.1.1.2 Departamento de Logística: Satisface las necesidades de los clientes entregando productos que cumplan con las normas especificadas de manejo, almacenamiento, preservación y despacho.

1.1.1.3 Departamento de Aseguramiento de Calidad: Aprueba y / o rechaza materias primas que serán utilizadas en el proceso productivos así como, aprueba y/o rechazan e identifican productos en proceso o producto terminado que no cumpla con las especificaciones técnicas. Controla las especificaciones de calidad de materias primas y productos en proceso para asegurar la calidad del producto terminado

1.1.1.4 Departamento de Mantenimiento: Asegura el buen funcionamiento de la maquinaria, equipos y sistemas de producción, abarcando el hardware y software de los sistemas automáticos de producción de macros y micro ingredientes, que intervienen en el proceso productivo, así como planifica y coordina todos los trabajos de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivos de los mismos.

1.1.2 Productos

La planta Pronaca Quevedo produce alrededor de 124 ítems de alimentos balanceados que se clasifican según su proceso en polvo, expandido, peletizado y cuyos porcentajes se muestran en la Figura 1.4.

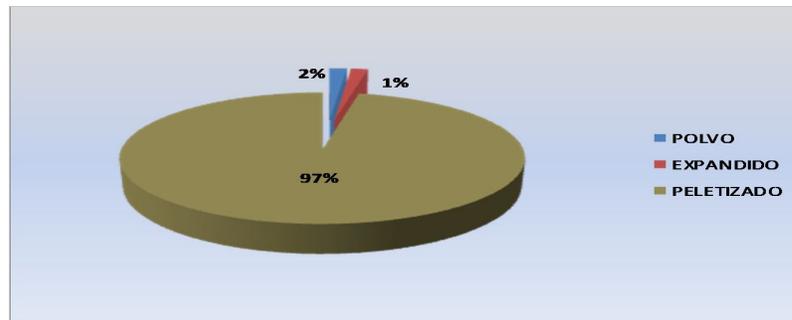


Figura 1.4 Clasificación de alimento según su proceso
 Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
 Elaborado por: Katerine Lara

Dentro de estos se producen los siguientes alimentos:

- Polvo Aves
- Migajeado Aves
- Peletizado Aves
- Expandido Cerdos
- Polvo Cerdos
- Peletizado Cerdos
- Polvo Ganado
- Peletizado Ganado

Estos productos son distribuidos al consumidor en dos presentaciones: a granel y ensacado según la figura 1.5

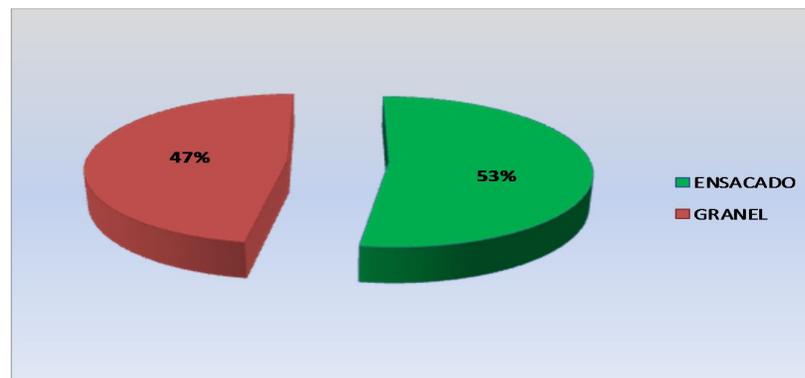


Figura 1.5 Clasificación de alimento según su presentación
 Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
 Elaborado por: Katerine Lara

1.1.3 Clientes

La producción promedio es de 20.400 T/mes de alimento balanceado, de las cuales el 80% va dirigido a Proveedores Calificados y relacionados (consumo interno) y el 20% a los comerciales (distribución externa). Como se demuestra en la figura 1.6.

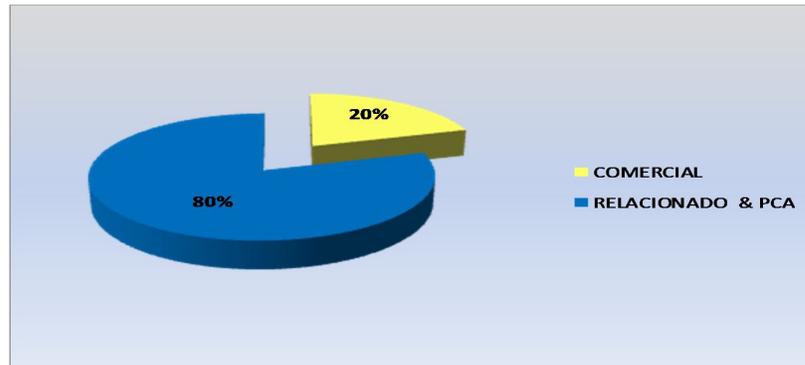


Figura 1.6 Clasificación de alimentos según tipo de clientes
Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
Elaborado por: Katerine Lara

1.2 Marco Teórico de la Investigación

Para entender de mejor manera el tema a investigar es necesario el uso de investigaciones preliminares, con el objetivo de orientar de mejor forma el análisis de los datos recogidos, así como también el conocer los principales conceptos y procesos usados en la elaboración de alimentos balanceados.

1.2.1 Industria de Alimentos Balanceados

La Industria de alimentos para animales es una de las actividades más importantes dentro de la agroindustria ecuatoriana, porque de ella dependen varias actividades que tienen impacto positivo en la economía y nutrición nacional.

La calidad del alimento depende de tres factores: el contenido nutricional formulado, la calidad de los ingredientes y la tecnología o control de proceso empleado en la fabricación.

La variación en la calidad de un alimento está relacionada principalmente con variaciones en la calidad de los ingredientes y en menor grado con variaciones en los parámetros de producción.

Sin embargo el tipo de proceso y parámetros utilizados en producción determinan las características físicas del alimento como: forma, tamaño y tienen influencia algunas características químicas como atractabilidad, palatabilidad y disponibilidad de ingredientes.

También, el procesar un alimento adecuadamente contribuye a bajar los costos de producción del mismo, por menor desgaste de piezas y más eficiente uso de la energía eléctrica por parte de la maquinaria utilizada en la fabricación.

1.2.2 Descripción del proceso de elaboración de alimento balanceado

Dentro de toda empresa es de mucha importancia el proceso productivo, ya que éstas deben planear todas sus operaciones, basadas en los requerimientos de sus clientes, por lo que deben tener la capacidad de prever dichos requerimientos y poder ofrecerlos al mercado antes que la competencia, cumpliendo con altos estándares de calidad y entregando productos inocuos que no dañen la salud de los consumidores, todo esto gracias a una ejecución de una buena cadena de suministro.

En la planta de Pronaca Quevedo para la planificación de su producción usa un ERP (Enterprise Resource Planning) conocido como INFOR LN, a través del cual se conoce la cantidad de pedidos de sus clientes y de esta forma se planifica la producción semanal, esta herramienta también sirve para control de inventarios de materias primas y producto terminado.

A continuación se muestra el diagrama del flujo del proceso de elaboración de alimentos balanceados de la planta Pronaca Quevedo.

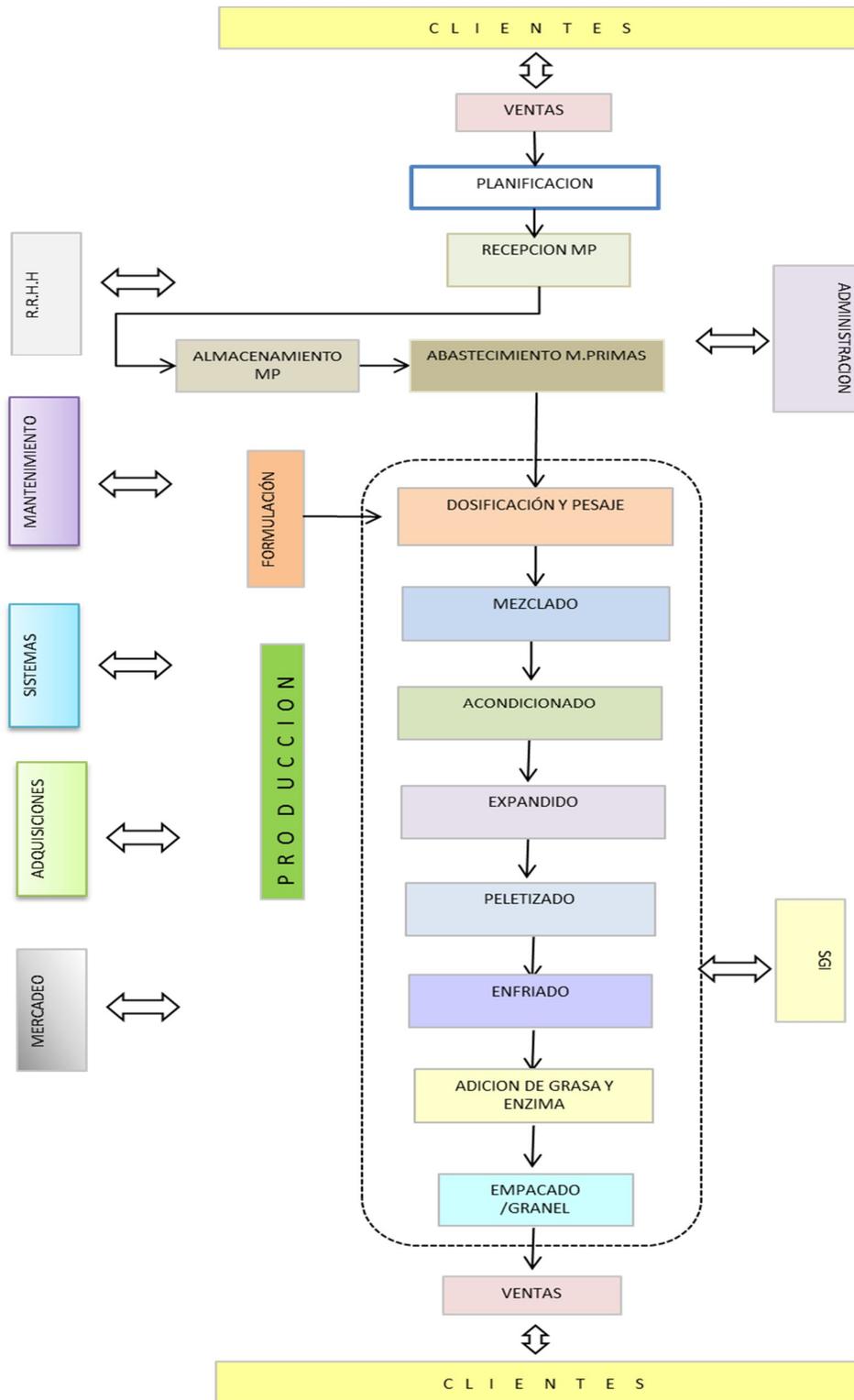


Figura 1.7 Diagrama de Proceso Planta Alimentos Balanceados Quevedo
 Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
 Elaborado por: Katerine Lara

De acuerdo al flujograma del proceso se describe a continuación las etapas que intervienen en la fabricación del alimento balanceado:

- **La recepción de la materia prima:** Esta etapa incluye la aceptación o el rechazo de ingredientes que cumplen con los estándares de calidad previamente establecido. Los ingredientes se pueden recibir de dos maneras físicamente hablando: sólidos (cereales, harinas, microingredientes y aditivos) y líquidos (melaza, aceites, grasas y aditivos). Chachapoya (2014).

- **Almacenamiento de materias primas:** Se refiere a la protección de la integridad la calidad física y nutricional de los ingredientes mencionados anteriormente agrupándolos en una manera ordenada.

La materia prima debe almacenarse en áreas secas, frescas, y bien ventiladas, preferentemente por debajo de los 30 °C. En zonas tropicales donde la temperatura es mayor debe ponerse mayor atención a la ventilación, especialmente de la parte superior de las bodegas. Para el almacenamiento de vitaminas y micro ingredientes en climas cálidos tropicales se recomienda la construcción de cuartos o bodegas con aire acondicionado de temperatura controlada. Chachapoya (2014),

La materia prima debe ser colocada en sacos sobre estibas de madera, evitando siempre el contacto directo de éstos con el piso y a más de 50 cm de las paredes de las bodegas.

La grasa o aceite almacenado en el tanque debe mantenerse a la mínima temperatura posible para que permanezca en estado líquido o que permita su manipuleo. Debe evitarse el sobrecalentamiento y la introducción de humedad, así como sucesivos ciclos de calentamiento y enfriamiento.

- **Formulación:** Determina la cantidad de nutrientes que contienen la dieta para cumplir con el requisito nutricional, para hacer una fórmula se debe conocer el valor nutricional de las materias primas disponibles en la bodega y también los requerimientos nutricionales de la etapa o edad de la especie a la que está destinado el alimento.

- **Pesaje:** Toda la materia prima que compone un “batch” o tanda de alimento se pesan en balanzas de diferente capacidad en función de la inclusión en la fórmula ejm: tipo de ingredientes como macros (harinas, subproductos) y micro.ingredientes (vitaminas, aditivos, etc.).

Las balanzas utilizadas para el pesaje de ingredientes macros y micro deben tener la sensibilidad necesaria para pesar adecuadamente las cantidades especificadas.

Además de contar con equipos adecuados para la dosificación de todos los ingredientes, es de vital importancia revisar la correcta calibración de los mismos, y mantener un record de mantenimiento de cada una de las básculas. De ser posible, debe comprobarse su calibración con pesos patrón una vez por mes y realizarse una limpieza exhaustiva y revisión por personal especializado. Si bien es cierto que la composición proximal de una fórmula puede no variar mucho si una báscula de ingredientes mayores esta algo descalibrada, el perjuicio económico puede ser muy grande al utilizar mayores cantidades de algunos ingredientes.

- **Molienda:** Es el proceso de reducción de tamaño que sufren las materias primas en grano. Con el molino se consigue la granulometría adecuada de las partículas en tamaño y forma según la presentación del alimento terminado.

El molino de martillos horizontal es el que se utiliza, por razones de granulometría y funcionalidad.

- **Mezclado:** La mezcla es una de las operaciones más importantes del proceso de fabricación de alimentos balanceados cuyo objetivo es lograr una mezcla uniforme de los ingredientes que aseguren que los animales consumen este alimento reciban las cantidades correctas de cada nutriente con respecto a su requerimiento nutricional.

Los ingredientes que conforman un alimento balanceado deben añadirse en el siguiente orden:

Ingredientes macros (maíz, pasta de soya, afrechillo, palmiste, etc.)

Ingredientes micros (vitaminas, minerales, anticoccidiales)

Aditivos (antibióticos, promotores)

Líquidos (colina, antimicótico, grasas)

La mezcla de los varios ingredientes empieza cuando las partículas de un ingrediente se mueven, permitiendo que las partículas de otro ocupen sus lugares. Cada ingrediente, posee propiedades físicas que afectan su capacidad para ser mezclado con otros ingredientes; entre estas podemos mencionar tamaño de partícula, densidad, forma y características de superficie, higroscopicidad (capacidad de absorber la humedad atmosférica) adhesividad y susceptibilidad a cargas electrostáticas Cahill, Azuga& Saba (citado por Chachapoya, 2014)

La falta de uniformidad causa efectos negativos en el rendimiento de los animales, porque vitaminas, minerales, aminoácidos, medicamentos, etc., no están presentes en las cantidades que requieren para la alimentación diaria.

Muchas de las evaluaciones de calidad de mezclado muestran valores no satisfactorios para aminoácidos. Hay variaciones dentro de un lote de alimento de una mezcladora (independiente de su capacidad), en diez alícuotas tomadas en diferentes puntos de la mezcladora, y que nos indican, adecuada o poca homogeneidad, dependiendo del insuficiente tiempo de mezclado, operación de las mezcladoras más allá de su capacidad física, desgaste de listones o plateas, ejes torcidos, insuficientes revoluciones por minuto etc.

Las mezcladoras deben de ser revisadas semanalmente desde la perspectiva de aspectos físicos y la homogeneidad debería de ser verificada mensualmente vía micro trazadores y bianual con aminoácidos u otro trazador. Los resultados deberán de ser indicativos de problemas y se debe de tomar una decisión de reparaciones, cambio de tiempos de mezclado, secuencia de incorporación de ingredientes sólidos y líquidos.

- **Acondicionado:** Es el primer tratamiento térmico que sufre el alimento en polvo de un alimento balanceado que va a ser peletizado. El equipo está situado entre el tornillo alimentador y el expander. Es un mezclador de turbulencia en continuo, que gira a unas 300 rpm aproximadamente. Su función es la mezcla homogénea del vapor de agua con las harinas. Cuanto mayor sea la longitud del equipo, mayor tiempo de retención y por tanto mejor homogeneización. Este tiempo suele ser variable dependiendo de los equipos y de la dureza y sanitización del pelet deseada. Mann, (2010).

- **Expandido:** Se trata de acondicionadores de corto tiempo y alta temperatura. El expansor es un tubo mezclador de pared gruesa y está equipado con un eje apoyado en un punto. En este eje están montados elementos para mezclar y amasar. El tubo lleva pernos interiores y válvulas inyectoras de vapor. A lo largo del tubo, además del tratamiento térmico se produce un proceso de amasado y mezclado. La rosca del tubo guía el producto a lo largo de gran cantidad de pernos que producen fricción. La presión se puede mantener constante con un émbolo que accionado en forma hidráulica que cierra la salida.

El expansor puede tener una línea de trabajo independiente adelante de la peletizadora con la doble opción que consiste en pasar el producto expandido por la peletizadora o directamente a un enfriador.

Los parámetros físicos: presión, temperatura y tiempo nos marcan las condiciones de tratamiento del expansor. La presión puede alcanzar los 40 bares, la temperatura puede llegar a 140° C y el tiempo de estancia de la harina en el tubo no sobrepasa los 10.15 segundos. Uno de los aspectos más interesantes actualmente para el uso del expansor está en la industria avícola para eliminar la contaminación bacteriana, particularmente salmonelas y coliformes.

La mayoría de lo que hoy conocemos como factores antinutritivos son proteínas termolábiles, que una vez desnaturalizados por el calor pierden sus propiedades anti nutritivas para los animales, siendo ésta otra de los grandes ventajas del expansor. Al someter los almidones a calor y humedad se produce una absorción

de agua y los gránulos de almidón pierden su estructura cristalina, este proceso que se inicia con temperaturas de unos 60° C se acelera dentro del expansor por el aumento rápido de las temperaturas, llegando a explotar los gránulos de almidón, produciendo una masa gelatinosa es decir se produce la gelatinización de los almidones, que se completa a la salida del expansor al producirse un descenso brusco presión.

Al someter el alimento balanceado a temperaturas elevadas y presión es lógico esperar una destrucción parcial de vitaminas, sin embargo existen muy pocos datos bibliográficos que cuantifiquen esta destrucción. Por esta razón y a falta de nuevos datos una medida prudente sería incrementar en un 20% los niveles vitamínicos, en especial las vitaminas A, K, B1 y ácido fólico y por supuesto la vitamina C en caso de incorporarla al alimento balanceado. (Mann, 2010)

- **Peletización:** El proceso de granulación significa someter al alimento balanceado en forma de harina a un efecto combinado de compresión y extrusión o prensado. La peletización tal y como se entiende actualmente es el resultado de una evolución que comenzó con un equipo rudimentario que únicamente moldeaba hasta llegar en la actualidad a equipos que efectúan una compresión-extrusión.

Concebido globalmente, el proceso de granulación se realiza en varias etapas,

- 1) acondicionamiento hidrotérmico,
- 2) compresión-extrusión y
- 3) secado-enfriado

El acondicionamiento hidrotérmico consiste en la preparación del alimento terminado de animales en harina para el proceso de compresión y extrusión.

Este acondicionamiento se hace con vapor inyectado en un homogeneizador directamente sobre la mezcla molida, y en otros casos modificando las condiciones de presión, temperatura y tiempo de tratamiento según conveniencia. Los efectos más favorables del vapor se consiguen a presiones que varían entre 1

y 4 kg/cm² y totalmente seco. Este aspecto de la preparación de las harinas es de los que más ha preocupado, y por tanto evolucionado, a lo largo del tiempo.

La compresión-extrusión se realiza en la propia peletizadora. Las más habituales en las fábricas de alimentos balanceados tienen matriz vertical con rodillos de compresión de las harinas. De la misma manera, el manto exterior de los rodillos (camisa) tiene distinto diseño según necesidades. La compresión la realiza el rodillo sobre las harinas y contra la matriz. La compresión-extrusión se lleva a cabo en el canal de la matriz. De la matriz sale el gránulo conformado y a través de su observación podemos predecir y por tanto corregir los defectos y sus soluciones.

En el peletizado así como en otras áreas de producción, se ha de buscar el mejor rendimiento de los equipos presente y del flujo de productos por los mismos. Se entiende como tal, el óptimo de la relación entre producción y consumo de energía, obteniendo gránulos de calidad. (Mann, 2010)

- **Enfriado/Secado:** Este proceso se lleva a cabo en los equipos llamados enfriadores cuya misión es reducir la humedad y la temperatura del pelet para su mejor conservación. Existen tres tipos de enfriadores: vertical, horizontal y en contracorriente con diferentes modelos en cada caso.

El enfriador horizontal se emplea sobre todo en casos de productos de difícil fluidez y con adiciones elevadas de líquido.

El enfriador en contracorriente tiene buena utilidad para enfriar productos de fácil fluidez. El principio de contracorriente consiste en que el aire más frío entra en contacto con el pelet más fríos y los más calientes con el aire calentado a través de la capa.

En el enfriador vertical los gránulos fluyen por gravedad y el aire es aspirado a través de las dos columnas de pelets por medio de un ventilador. El mejor

vehículo para sacar la humedad es el aire seco. Los pelets entran en el enfriador con una humedad de 14.18% y con una temperatura de 60.90° C. A la salida del enfriador habrá una humedad de 11.14% y una temperatura de 20.30° C. La pérdida de humedad en el enfriador corresponde aproximadamente a la añadida con el vapor.

La temperatura a la salida no será superior en más de 5.7° C a la ambiente. La velocidad del aire en el enfriador será lo más baja posible, para que enfríe y seque interior y exteriormente del pelet, pero se evite su arrastre por la corriente de aire. La cantidad de aire necesaria dependerá del tiempo de permanencia del producto en el enfriador, así como de la calidad del aire, del espesor de la capa del pelet, del tipo y presentación del alimento balanceado, etc. Con una humedad elevada del aire, es recomendable usar aire caliente para el secado de los pelets. (Mann, 2010)

- **Migajeado:** El alimento luego de ser peletizado en dependencia de la edad de los animales debe ser reducido su tamaño mediante un migajeador o crumber de esta forma se logra un alimento granulado.

- **Proceso de adición de grasa y enzimas líquidas post peletizado:** Se realiza la adición de grasa post pelet ya que si se coloca toda la cantidad de aceite en la mezcla, afecta la dureza del pelet, ocasionando un elevado porcentaje de finos en el alimento. La adición de enzimas también se realiza en este equipo ya que de esa forma se conservan sus propiedades químicas o de lo contrario se desnaturalizarían al pasar por el acondicionador y el expander.

- **Ensacado/Despacho a granel:** Luego que el alimento ha terminado todo el proceso se enfunda en presentaciones de 40 o 45 kg para facilitar la maniobrabilidad durante su almacenamiento y luego su distribución y venta. También pueden ser despachadas al granel en carros con compartimentos, mediante los cuales se distribuyen hacia las granjas que poseen silos de almacenamiento.

1.2.3 Antecedentes de la investigación

De la consulta e investigación de bibliotecas, centros de investigación y repositorios de las universidades y escuelas politécnicas a nivel nacional e internacional, se encontraron estudios de investigación que tienen similitud con el tema de estudio o que se relacionan con una de las variables propuestas; se consideran un referente para el presente proyecto, los siguientes trabajos investigativos:

Aldama (2013) plantea el objetivo general: Implementar el programa OEE (Eficiencia Global de los Equipos) para mostrar la eficiencia de las máquinas, del cual se extraen las conclusiones más importantes:

- El OEE es una herramienta de fácil manejo, con un lenguaje y definiciones accesibles para todos los operarios y tecnólogos que proporciona información sobre el nivel de efectividad de una máquina específica o una línea de producción y al referenciar la efectividad de la máquina con el máximo absoluto de disponibilidad, velocidad y calidad podemos focalizarnos íntegramente en las pérdidas y con ello en el potencial de mejora existente y al multiplicar los tres componentes se convierte en un indicador que refleja el cociente entre lo que estamos fabricando y lo que en teoría deberíamos estar fabricando durante un periodo de tiempo concreto.
- El OEE es un indicador fiable debido a que su cálculo no puede ser corrompido. Una vez que los estándares han sido establecidos, no tiene sentido dar información incorrecta. Cada uno de los tres factores que lo componen pueden ser alterado, pero el OEE permanece estable (ya que siempre lo podemos calcular entre las piezas buenas obtenidas y las piezas que teóricamente deberíamos haber obtenido en el espacio de tiempo considerado). Los equipos de producción sólo podrían ocultar al proporcionar información errónea qué pérdida es la mayor y/o que mejoras tendrán el efecto deseado.

Ucelo (2008) formula como objetivo general: Mejorar el rendimiento del área de producción de la empresa ALTENVASA aumentando la eficiencia global de la línea, disminuyendo el producto de desecho mensual y logrando una reducción en el tiempo de paros al mes. Además presenta las siguientes conclusiones:

- Al finalizar el proyecto el porcentaje de calidad mejoró un 18.78% lo que se refleja en la reducción del desecho y pañal de segunda, la disponibilidad de la máquina que aumentó 9.7% con la reducción del tiempo muerto de la máquina y el rendimiento tuvo una ligera mejoría de 1.95% pero continúa siendo aceptable.
- El porcentaje de OEE de la línea de producción de pañales tuvo un aumento de 28.42%, alcanzando un OEE de 66.32% en enero, por lo que se considera aceptable debido a que está en proceso de mejora.
- Identificando los defectos causantes de la mayor cantidad de pañales de segunda calidad y tomando acciones correctivas efectivas, la producción del pañal de segunda calidad disminuyó en un 3.77% respecto a la situación actual de la línea.

Casimilas (2012) en la investigación realizada, “Implementación del sistema de indicadores de productividad y mejoramiento OEE (Overall Effectiveness Equipment) en la línea tubería en CORPACERO S.A.”, llega a las siguientes conclusiones:

- Se recopiló la información necesaria para el cálculo del OEE, a través de formatos de paros donde el operario consignaba los inconvenientes que se presentaban en la jornada laboral, con esa información se establecieron las fallas más frecuentes en el proceso.
- Al realizar el cálculo del OEE se encontraron porcentajes desde el 19.3% hasta el 78.4%, que muestran la influencia que tiene la tecnología y los métodos

utilizados en el proceso productivo; puesto que la falta de tecnología de punta hace que alcanzar el nivel Word Class, sea más difícil.

- Se pudo determinar que el cambio de montaje es la causa más común en las pérdidas de tiempo de la línea productiva, puesto que esta operación es realizada de forma manual, lo que hace más dispendiosa dicha labor.

1.2.4 Análisis de tendencias

Anteriores estudios que se han realizado explican que la implementación del indicador OEE es una herramienta de fácil manejo, que proporciona información sobre el nivel de efectividad de una máquina, disponibilidad, velocidad y calidad, que permite focalizarnos integralmente en las pérdidas y visualizar el potencial de mejora existente, al disponer del indicador que refleja el cociente entre lo que estamos fabricando y lo que en teoría deberíamos fabricar en un tiempo concreto.

1.3 Fundamentación de la investigación

Dada la imperiosa necesidad de las empresas de mejorar su competitividad, deben hacer sus mejores esfuerzos para replantear y rediseñar sus sistemas productivos para de esta manera afrontar los retos de los mercados modernos. Una de las maneras de lograr este propósito es empleando técnicas prácticas que den soporte al rediseño de estos sistemas productivos.

En la gran mayoría de plantas de fabricación se utilizan indicadores de gestión para medir la productividad de sus operaciones, si estos indicadores han sido mal contruidos sin utilizar una técnica científica darán una mala retroalimentación a los administradores los cuales serán guiados por una incorrecta proyección de resultados, peor aún si los indicadores de gestión no consideran las diferencias entre cantidad de productos entre máquinas o velocidades de desempeño, tendremos unos indicadores con mediciones alejadas de una correcta evaluación afectando por ende la productividad y el costo.

Por tanto, entender la forma de evaluar las variables de estudio para obtener un correcto diagnóstico de los procesos productivos de una planta productiva traerá como consecuencia una mejora evidente en la productividad de la empresa.

Para los Gerentes el incrementar la productividad es importante, debido a las exigencias del mercado, como bajos precios y menores tiempos de entrega, sumado a la fuerte competencia de compañías del medio y de los productos importados. Cuando las empresas no tienen una sana situación financiera, tomar acciones que aseguren una mejora continua en sus resultados de gestión es vital para su supervivencia.

1.4 Bases teóricas particulares de la investigación.

Al establecer las bases teóricas de la investigación es necesario indicar el tema de investigación:

“Fuentes de pérdidas en la eficiencia de los equipos de las líneas de peletizado de Pronaca Quevedo. Propuesta de implementación de un Sistema OEE (eficiencia global de equipos)”

Definiendo las bases teóricas se precisan los siguientes conceptos y categorías que aparecen reflejados en la figura 1.8.

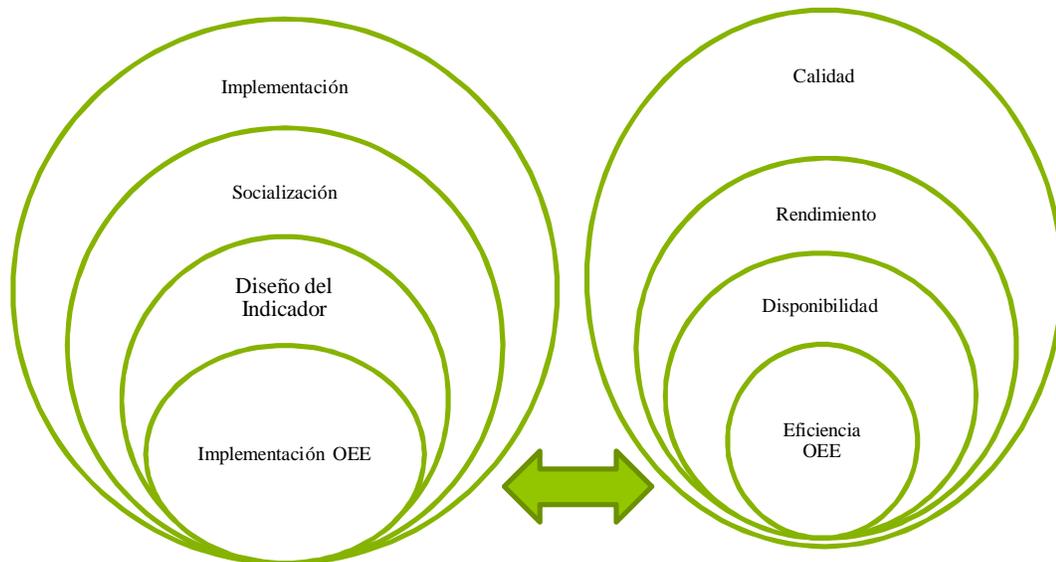


Figura 1.8 Establecimiento del desarrollo de la fundamentación teórica de la investigación.

Elaborada por: Katerine Lara

Con la definición de las categorías a estudio, se procede a desarrollar la fundamentación teórica de la investigación de la siguiente manera:

1.4.1 Eficiencia OEE

1.4.1.1 Eficiencia general de los equipos (OEE)

La OEE es la mejor métrica disponible para optimizar los procesos de fabricación y está relacionada directamente con los costos de operación. La métrica OEE informa sobre las pérdidas y cuellos de botella del proceso y enlaza la toma de decisiones financiera y el rendimiento de las operaciones de planta, ya que permite justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones. Además, las previsiones anuales de mejora del índice OEE permiten estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc. de la planificación anual. Finalmente, la OEE es la métrica para complementar los requerimientos de calidad y de mejora continua exigidos por la certificación ISO 9000:2015.

Es una herramienta que combina múltiples aspectos de la producción y puntos de referencia para proporcionar información sobre el proceso. Es una herramienta integral de evaluación comparativa que sirve para evaluar los diferentes subcomponentes del proceso de producción (por ejemplo, disponibilidad, rendimiento y calidad) – y se utiliza para medir las mejoras reales en 5S, Manufactura Lean, TPM, Kaizen y Seis Sigma.

Se dice que engloba todos los parámetros fundamentales, porque del análisis de las tres razones que forman el OEE, es posible saber si lo que falta hasta el 100% se ha perdido por disponibilidad (la maquinaria estuvo cierto tiempo parada), eficiencia (la maquinaria estuvo funcionando a menos de su capacidad total) o calidad (se han producido unidades defectuosas), (Casimilas, 2012: 17-67)

1.4.2 Cálculo del OEE

El OEE resulta de multiplicar otras tres razones porcentuales: la Disponibilidad, la Eficiencia y la Calidad.

$$*OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad*$$

1.4.3 Clasificación OEE

El valor de la OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia. Según se muestra la clasificación en la figura 1.9.

OEE	Calificativo	Consecuencias
OEE < 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad.
65% < OEE < 75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora.
75% < OEE < 85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% < OEE < 95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados "World Class".
OEE > 95%	Excelente	Competitividad Excelente.

Figura 1.9 Clasificación del OEE
Fuente: Moh 2012.
Elaborado por: Katerine Lara

El OEE considera 6 grandes pérdidas como lo podemos observar en la Figura 1.10 Causas de pérdidas en el proceso de Producción.

1	Paradas/Averías	Disponibilidad	OEE
2	Configuración y ajustes		
3	Pequeñas paradas	Rendimiento	
4	Reducción de velocidad		
5	Rechazos por puesta en marcha	Calidad	
6	Rechazos por producción		

Figura 1.10 Causas de pérdidas en el proceso de Producción.
Fuente: Alarcón 2014.
Elaborado por: Katerine Lara

Las dos primeras, Paradas/Averías y Ajustes, afectan a la **Disponibilidad**. Las dos siguientes Pequeñas Paradas y Reducción de velocidad, afectan al **Rendimiento** y las dos últimas Rechazos por puesta en marcha y Rechazos de producción afectan a la **Calidad**.

1.4.3.1 Disponibilidad

Incluye:

- **Pérdidas de Tiempo Productivo por Paradas.**

La Disponibilidad resulta de dividir el tiempo que la máquina ha estado produciendo (**Tiempo de Operación: TO**) por el tiempo que la máquina podría haber estado produciendo. El tiempo que la máquina podría haber estado produciendo (**Tiempo Planificado de Producción: TPO**) es el tiempo total menos los periodos en los que no estaba planificado producir por razones legales, festivos, almuerzos, mantenimientos programados, etc., lo que se denominan Paradas Planificadas

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{TP}}{\text{TPO}} \times 100$$

Donde:

TPO= Tiempo Total de trabajo . Tiempo de Paradas Planificadas

TO= TPO . Paradas y/o Averías

La Disponibilidad es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar porcentualmente.

1.4.3.2 Rendimiento

- Pérdidas de velocidad por pequeñas paradas.
- Pérdidas de velocidad por reducción de velocidad.

El Rendimiento resulta de dividir la cantidad de piezas realmente producidas por la cantidad de piezas que se podrían haber producido. La cantidad de piezas que se podrían haber producido se obtiene multiplicando el tiempo en producción por la capacidad de producción nominal de la máquina.

Siendo

- **Capacidad Nominal**, Es la capacidad de la máquina/línea declarada en la especificación (DIN 8743). Se denomina también Velocidad Máxima u Óptima equivalente a Rendimiento Ideal (Máximo / Óptimo) de la línea/máquina. Se mide en Número de Unidades / Hora, en vez de utilizar la Capacidad Nominal se puede utilizar el Tiempo de Ciclo Ideal.

- **Tiempo de Ciclo Ideal**: Es el mínimo tiempo de un ciclo en el que se espera que el proceso transcurra en circunstancias óptimas.

La Capacidad Nominal o tiempo de Ciclo Ideal, es lo primero que debe ser establecido. En general, esta Capacidad es proporcionada por el fabricante, aunque suele ser una aproximación, ya que puede variar considerablemente según las condiciones en que se opera la máquina o línea. Es mejor realizar ensayos para determinar el verdadero valor. La capacidad nominal deberá ser determinada para cada producto (incluyendo formato y presentación). Pueden presentarse dos casos:

a) Existen datos. Será el valor máximo especificado para la máquina o línea.

b) No existen datos. Se elige entonces como valor el correspondiente a las mejores 4 horas de un total de 400 horas de funcionamiento.

El valor será siempre el referido al producto final que sale de la línea.

Rendimiento

Tiene en cuenta todas las pérdidas de velocidad. Se mide en tanto por 1 o tanto por ciento del ciclo real o capacidad real con respecto a la ideal.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo de ciclo ideal}}{\text{Tiempo de operación} \times \text{N}^\circ \text{ Total de unidades}}$$

ó

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ Total Unidades}}{\text{Tiempo de operación} \times \text{velocidad máxima}}$$

El Rendimiento es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar porcentualmente.

1.4.3.3 Calidad en OEE

1.4.3.3.1 Pérdidas por Calidad

Disminuye la pérdida de velocidad. El tiempo empleado para fabricar productos defectuosos deberá ser estimado y sumado al tiempo de Paradas, ya que durante ese tiempo no se han fabricado productos conformes.

Por tanto, la pérdida de calidad implica dos tipos de pérdidas:

- Pérdidas de Calidad, igual al número de unidades mal fabricadas.
- Pérdidas de Tiempo Productivo, igual al tiempo empleado en fabricar las unidades defectuosas.

Y adicionalmente, en función de que las unidades sean o no válidas para ser reprocesadas, incluyen:

- Tiempo de reprocesado.
- Coste de tirar, reciclar, etc. las unidades malas.

Tiene en cuenta todas las pérdidas de calidad del producto. Se mide en tanto por uno o tanto por ciento de unidades no conformes con respecto al número total de unidades fabricadas.

N° unidades conformes calidad	=	$\frac{\text{N° Unidades conformes}}{\text{N° unidades totales}}$
--------------------------------------	---	---

Las unidades producidas pueden ser conformes o no conformes, malas o rechazos. A veces, las unidades no conformes pueden ser reprocesadas y pasar a ser unidades conformes. La OEE sólo considera buenas las que se salen conformes la

primera vez, no las reprocesadas. Por tanto las unidades que posteriormente serán reprocesadas deben considerarse rechazos, es decir, malas.

Por tanto, la Calidad resulta de dividir las piezas buenas producidas, por el total de piezas producidas incluyendo piezas re trabajadas o desechadas.

La Calidad es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar porcentualmente.

En resumen en la figura 1.11 se muestra como calcular el OEE:

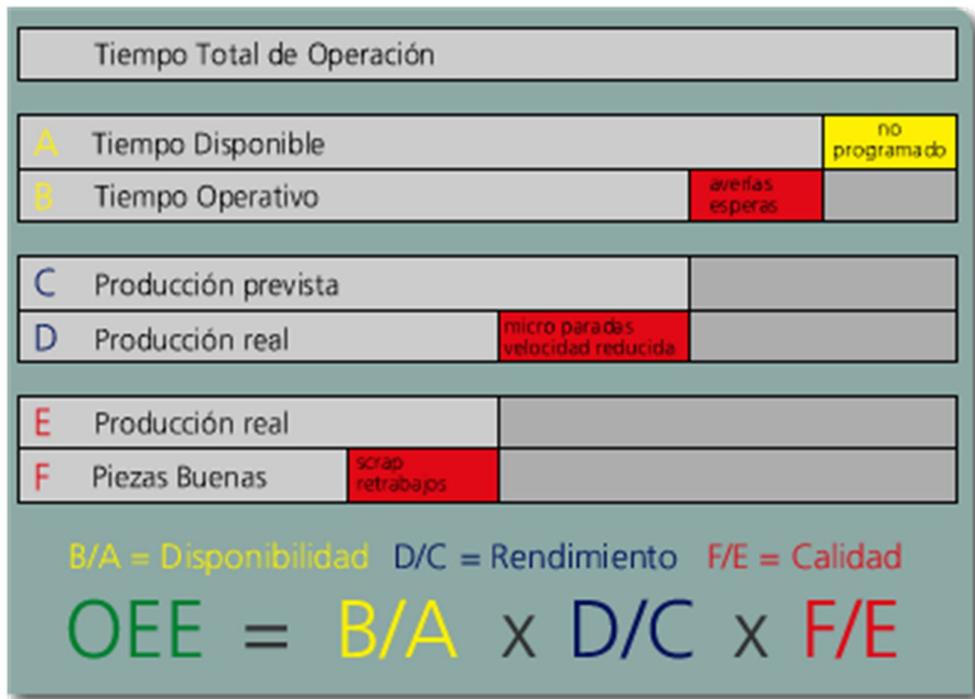


Figura 1.11 Resumen cálculo del OEE

Fuente: Moh, 2012.

Elaborado por: Katerine Lara

1.5 Implementación del OEE

1.5.1 Diseño del Indicador OEE

Para diseñar el indicador OEE se debe realizar una revisión del comportamiento de los equipos de las líneas de producción, específicamente de las líneas de pelletizado con el propósito de analizar los posibles cuellos de botella que estaban

provocando una disminución en la producción. Para ello se debe crear una metodología que cumpla con las expectativas de una mejora continua de procesos para las industrias de alimentos balanceados, a través de mediciones de eficiencia general de equipos.

La elaboración de la metodología se realiza para dejar una herramienta de medición a las industrias de alimentos, con el fin de lograr un control sobre los procesos de elaboración de productos.

1.5.2 Socialización de los resultados. La capacitación al personal operativo es muy importante debido a que ellos son la base fundamental para la mejora continua, la socialización debe realizarse de manera permanente para que a través de esta retroalimentación se obtenga el compromiso de parte de los colaboradores disminuyendo el tiempo de paradas en las líneas y por ende la pérdida de eficiencia.

1.5.3 Implementación del OEE. Con la metodología que se desarrolle se deberá implementar el indicador OEE, el cual se deberá medir por turno, por semana y de forma mensual, para que con esta información se realicen los planes de acción que permitirán aumentar la eficiencia global de los equipos.

El estudio de los conceptos esenciales de la investigación permite sustentar que el OEE puede constituirse en una herramienta de vital importancia para la determinación de:

- Disponibilidad de los equipos
- Rendimiento de los equipos
- Pérdida de productos por productos defectuosos

Y por consiguiente determinar la Eficiencia global de los equipos.

CAPÍTULO II

2. Metodología

En este capítulo se establece el sistema de procedimientos, técnicas y métodos de investigación.

2.1 Modalidades de investigación

Para argumentar esta investigación se emplean dos modalidades básicas de investigación, como son la investigación de campo y bibliográfica detallando a continuación la razón de su utilización dentro de este proyecto de graduación:

2.1.1 Investigación de campo:

Según (Jañez, 2008) la investigación de campo, es la “aplicación del método científico en el tratamiento de un sistema de variables y sus relaciones, enriqueciendo un campo específico del conocimiento” (p. 125), para dar cumplimiento con el sistema de variables es necesario utilizar esta investigación para entrar en contacto directo con el problema a investigar y recolectar la mayor información posible y confiable para demostrar la hipótesis del problema.

2.1.2 Investigación documental:

Para Jañez (2008) afirma que esta modalidad de investigación consiste en el “análisis detallado de una situación específica, apoyándose estrictamente en documentos confiables y originales” (p.126), se utiliza esta modalidad de investigación porque se hace empleo de fuentes de información primarias y secundarias que sirvan para fundamentar la investigación y permitan deducir ciertos fenómenos que ocurren dentro de la investigación.

2.2 Tipos de investigación

Según los objetivos planteados la investigación corresponde a los siguientes tipos de investigación:

2.2.1 Exploratoria:

Para Heinemann (2003) la investigación exploratoria es:

El análisis en las áreas ampliamente desconocidas y no investigadas o en campos de actuación o nuevo desarrollo, en lo que no es posible plantear preguntas concretas y, por lo tanto, no se pueden aplicar estudios estructurados. La exploración suele ser útil para el desarrollo de hipótesis e indicadores. (p. 270)

Mediante este tipo de investigación se logran identificar las principales causas de las ineficiencias de las líneas de peletizado de Pronaca Quevedo.

2.2.2 Evaluativa:

Según Heinemann (2003) la investigación evaluativa al cual corresponde uno de los objetivos de esta investigación: “La investigación evaluativa es la comprobación empírica de la eficacia o ineficacia de las intervenciones, medidas políticas, programas piloto, planificaciones, etc., y control de los posibles efectos secundarios y efectos imprevistos de este tipo de intervenciones” (p.270).

Con este tipo de investigación se lleva a cabo uno de los objetivos específicos que es el diagnóstico de las principales causas de ineficiencia en las líneas de peletizado durante el último semestre del año 2016.

Luego de realizar la evaluación se encuentran cuáles son las principales causas que afectan la pérdida de eficiencia.

2.2.3 Descriptivo:

Este trabajo se desarrolla bajo el tipo de investigación Descriptiva para entender los procesos de elaboración de los productos y para reconocer cuales son los procesos de interés y su impacto dentro de la productividad de la planta.

El diseño de la investigación desde el punto de vista del investigador será del tipo no experimental con mediciones de las variables como estudio longitudinal. Este tipo de investigación es sistemática, empírica y no se manipulan las variables de forma intencionada, se actúa sobre las causas que afectan a las variables independientes.

Esta tesis registra los valores de las variables de estudio, para evaluarlas y clasificar las causas que producen la baja productividad y luego se plantea opciones de mejora para que mediante acciones tomadas se modifiquen las variables de interés.

2.3 Población y muestra

Se toma como muestra del estudio el periodo entre julio y diciembre del 2016, un período de 6 meses de producción, en las líneas de peletizado, en donde se realizará el cálculo del OEE alcanzado.

La población que se emplea para la encuesta realizada en el presente proyecto de investigación está conformada por 81 colaboradores: 18 Jefes-Técnicos y 63 colaboradores operativos que laboran en turnos rotativos en el área de Producción, Mantenimiento y Calidad.

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizan procedimientos estadísticos mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N.1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n= tamaño de la muestra

N= Población o universo

Z= nivel de confianza

p= Probabilidad a favor

q= Probabilidad en contra

e= error muestral

Aplicando la fórmula indicada el tamaño de la muestra a utilizar es 71 colaboradores según la tabla 2.1.

Colaboradores	N	n
Jefes y técnicos	18	17
Personal operativo	63	54
Total	81	71

Tabla 2.1 Tamaño de muestra para la aplicación de la encuesta
Elaborado por: Katerine Lara

2.4 Técnicas para la obtención de datos

Para obtener información o datos que ayuden a encontrar una solución al problema a investigar es necesario hacer uso de las técnicas de investigación como se detalla a continuación:

2.4.1 Encuesta:

La encuesta se utiliza con un procedimiento estandarizado de interrogación con el objetivo de obtener mediciones cuantitativas de características objetivas y subjetivas de la población.

Mediante la interrogación se obtiene información por parte de los trabajadores de Producción, Mantenimiento y Calidad con la finalidad de conocer cuánto conocen acerca del impacto de las pérdidas de tiempo por disponibilidad, rendimiento y calidad.

2.4.2 Observación directa:

Se utiliza esta técnica porque entra en contacto directo con el problema a investigar, los resultados que se obtienen de esta investigación dentro del campo metodológico del diseño de proyectos de investigación son resultados estadísticos originales, considerados fuente primaria de investigación.

2.5 Instrumentos metodológicos y tecnológicos para la obtención de datos

2.5.1 Cuestionario: Se utiliza un cuestionario de preguntas con el fin de obtener información sobre el nivel de conocimientos sobre las causas de pérdidas en tiempo por paradas de equipos, pérdidas de velocidad de producción o generación de productos no conformes, está cuya información encontrada ayudarán a la definición del diseño de la propuesta.

2.6 Procedimiento para la aplicación de las técnicas

2.6.1 Encuesta: El objetivo de aplicar la encuesta es encontrar información necesaria que involucre las dos variables a investigar, el procedimiento es plantear

un cuestionario con interrogantes cerradas para que facilite la interpretación de la información, luego aplicar a la muestra seleccionada y recopilar la información.

2.6.2 Observación directa: El procedimiento para la observación directa se aplica en los datos obtenidos del último semestre registrados en paradas, rendimiento y productos no conformes (pérdida de calidad), dicha información con el fin de relacionar el problema y la solución a implantar para mitigar el problema.

2.7 Procedimiento para procesamiento y análisis de información

Para determinar cuáles son las razones que ocasionan las pérdidas en la productividad se emplearan gráficos de distribución, como el de Pareto, o diagramas de torta porcentuales.

Para evaluar y comparar los resultados de la implementación se utilizan gráficos de Pareto y para determinar las causas que afectan los objetivos de incremento de productividad se utilizan los diagramas de Ishikawa.

2.8 El plan de análisis e interpretación de resultados

La interpretación de los resultados se ejecuta de forma individual.

Se ejecuta el establecimiento de las conclusiones y recomendaciones en función de los objetivos planteados.

CAPÍTULO III

3. Resultados de la investigación

3.1 Diagnóstico de la situación actual de las líneas de peletizado.

La planta Pronaca Quevedo tiene dos líneas de peletizado, cada línea está formada por los siguientes equipos: bins de pre-peletizado, acondicionador, expander, peletizadora, enfriador, migajeador y adicionador de grasa-enzima post pelet, bins de ensacado o granel.

Actualmente la eficiencia de las líneas se miden solo en función de las velocidades alcanzadas en cada línea, lo que no permite incluir el tiempo de pérdida por paradas y pérdida por calidad, los cuales se miden en indicadores por separado.

La productividad de las líneas obtenidas durante el último semestre del 2016 se muestra en la siguiente figura:

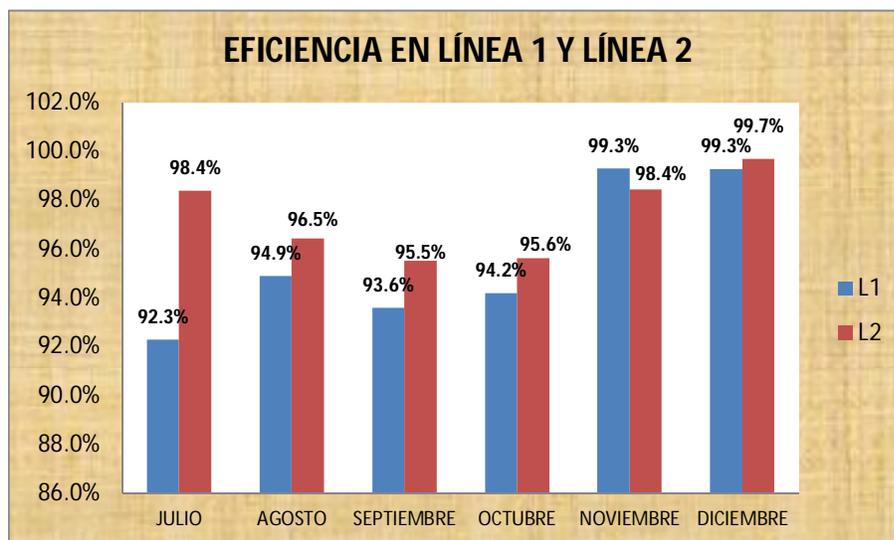


Figura 3.1 Eficiencia Líneas peletizado 1 y 2
Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
Elaborado por: Katerine Lara

En la figura 3.1 en los meses de julio, noviembre y diciembre para la línea 2, se obtuvieron las mayores velocidades de producción, lo que generó que se obtenga porcentajes de eficiencia cercanas al 100%, lo que no es un indicativo real ya que en este indicador no refleja la influencia de las paradas ocasionadas en la línea, el número de setups generados y las pérdidas de tiempo por fallas en calidad. Por lo que en el siguiente capítulo se abordará la propuesta para obtener en un solo indicador los factores mencionados.

3.2. Resultados

3.2.1 Análisis e interpretación de las principales causas de fuentes de pérdida de eficiencia en las líneas de peletizado durante el último semestre del año 2016.

La línea 1 de peletizado se encuentra dedicada a la elaboración de alimentos para cerdos y ganado mientras que la línea 2 se utiliza en la fabricación de alimentos para aves, pavos y reproductoras. La diferencia de velocidad de producción entre estas dos líneas se debe a la formulación de los alimentos por el tipo de materias primas que las conforman.

La planta cuenta con un registro por turno de las paradas que ocasionan la pérdida de la productividad, en este se define el área responsable de la parada, el tipo de falla, el equipo en donde ocurrió la misma y el tiempo de parada ocurrido. Dentro de las áreas responsables se encuentran:

- Mantenimiento
- Producción
- Causas externas
- Logística
- Nutrición

Realizando el análisis de las paradas ocurridas durante los meses julio a diciembre del 2016, se pudo determinar que se dan principalmente por problemas de Mantenimiento en los equipos y problemas operativos y de planificación por parte de Producción, según los paretos por línea de peletizado que se presentan a continuación:

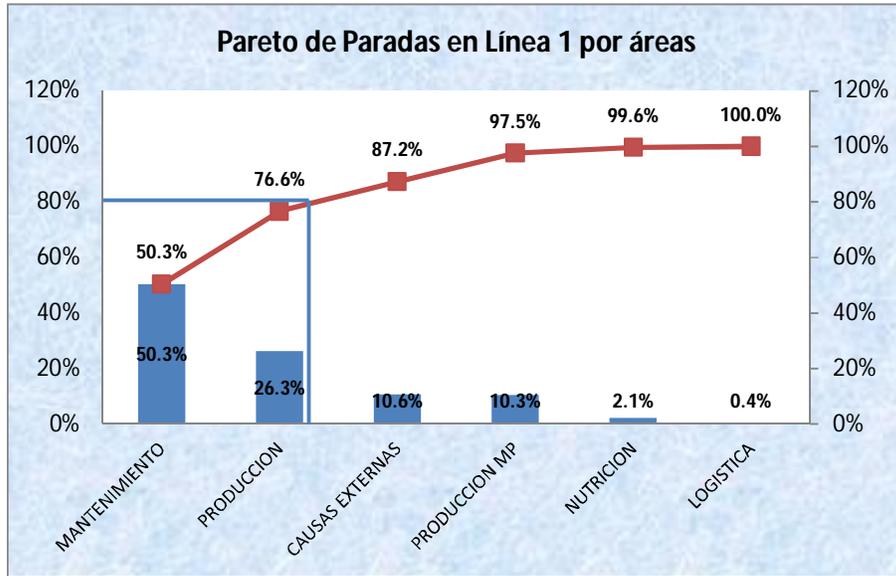


Figura 3.2 Pareto de paradas en línea 1 por áreas
 Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
 Elaborado por: Katerine Lara

Para la línea 1 el 50,3% de paradas es atribuible a Mantenimiento mientras que el 26,3% a producción, el 10,6% es ocasionado por causas externas (cortes de energía).

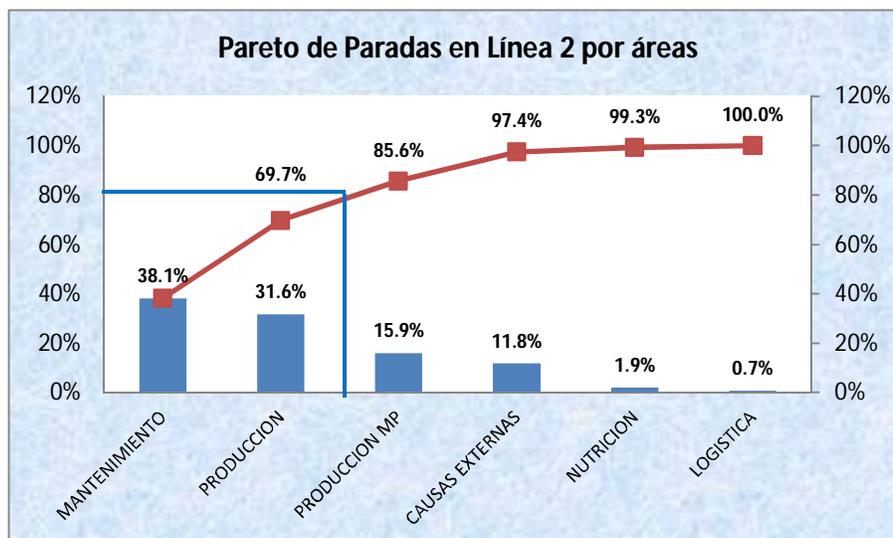


Figura 3.3 Pareto de paradas en línea 2 por áreas
Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
Elaborado por: Katerine Lara

Para la línea 2 el 38,1% de paradas es atribuible a Mantenimiento mientras que el 31,6% a Producción, en esta línea también se atribuye un 15,9% a las materias primas (influencia de trigo en fórmulas).

También se realizó el análisis de Pareto para determinar la incidencia del tipo de falla tanto en Mantenimiento como en Producción.

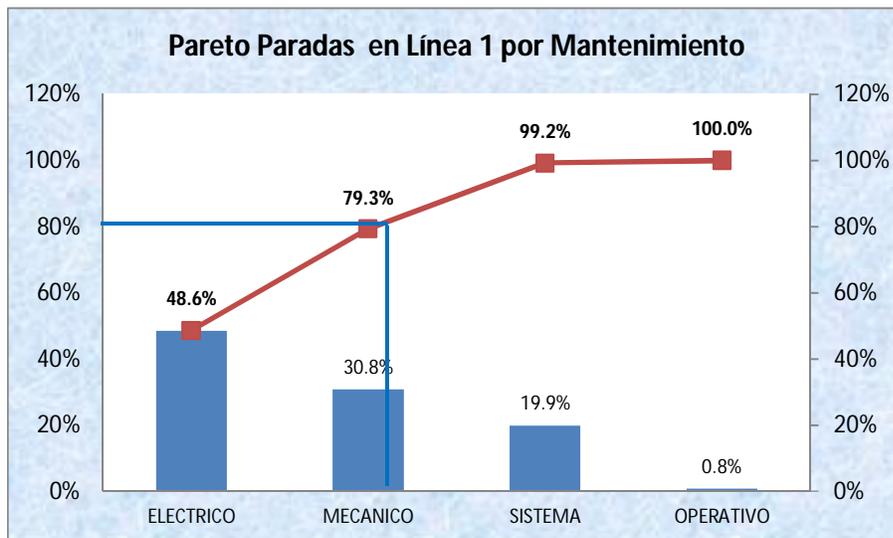


Figura 3.4 Pareto de paradas en línea 1 por fallas en mantenimiento
 Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
 Elaborado por: Katerine Lara

Para la línea 1 las paradas de mantenimiento se deben a un 48,6% por fallas eléctricas, un 30,8% por fallas mecánicas y 19,9% a fallas del sistema.

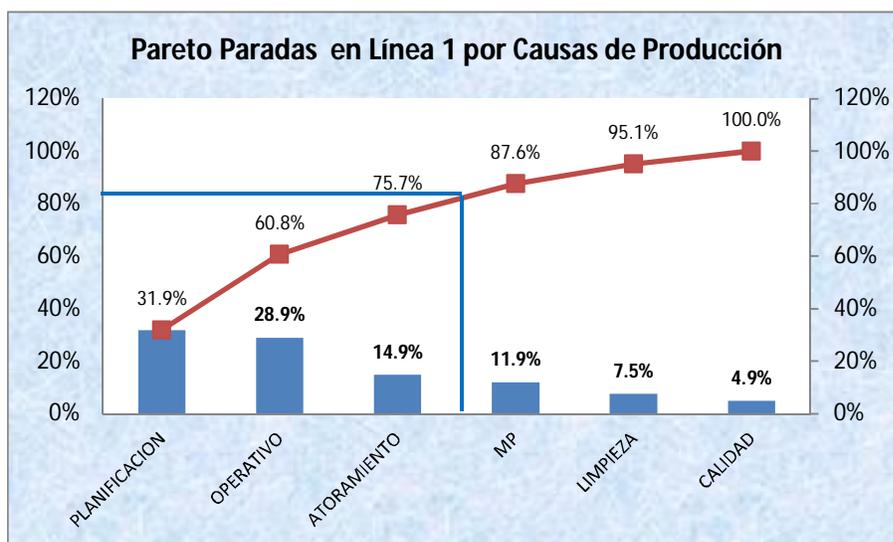


Figura 3.5 Pareto de paradas en línea 1 por fallas en producción
 Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
 Elaborado por: Katerine Lara

Para la línea 1 las paradas de producción se deben a un 31,9% por planificación y un 28,9% por fallas operativas y un 14,9% por atoramientos.

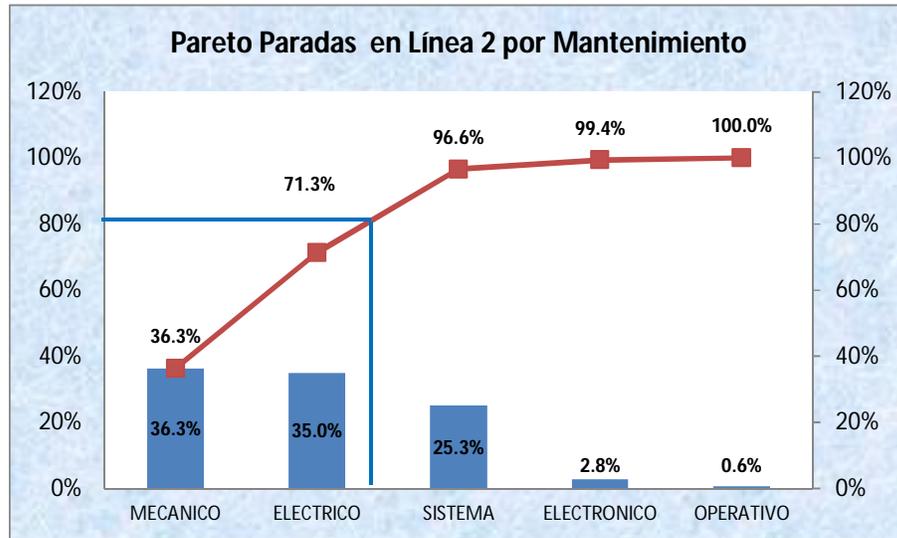


Figura 3.6 Pareto de paradas en línea 2 por fallas en mantenimiento
Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
Elaborado por: Katerine Lara

Para la línea 2 las paradas de mantenimiento se deben a un 36,3% por fallas mecánicas, un 35,0% por fallas eléctricas y un 25,3% fallas del sistema.

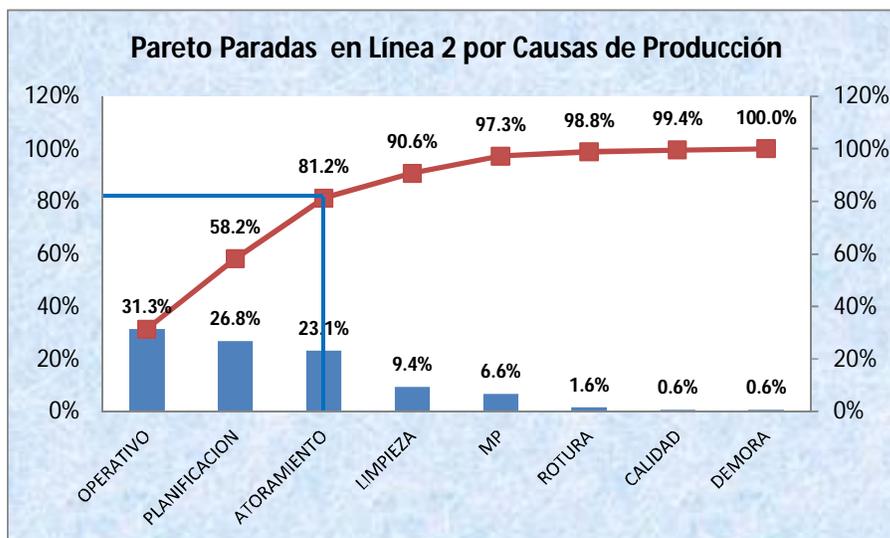


Figura 3.7 Pareto de paradas en línea 2 por Producción
Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
Elaborado por: Katerine Lara

Para la línea 2 las paradas de producción se deben a un 31,3% por fallas operativas, un 26,8% por planificación y un 23,1% por atoramientos.

3.2.2 Análisis e interpretación de la encuesta sobre grado de conocimiento sobre las causas de ineficiencia de las líneas de peletizado, que repercuten en la productividad.

Para conocer la opinión de los trabajadores del área de Producción, Mantenimiento y Calidad sobre la productividad y el impacto de las pérdidas de rendimiento, disponibilidad y Calidad, se realizó la siguiente encuesta:

1. ¿Conoce Ud. qué tipos de alimentos fabrica la empresa?

Tabla 3.1:

Conoce los tipos de alimentos que fabrica la empresa		
Genérico	Frecuencia	Porcentaje
Si	71	100%
No	0	0%
Total	71	100%

Nota: La tabla 3.1 informa los resultados de la interrogante número 1.
Elaborado por: Katerine Lara

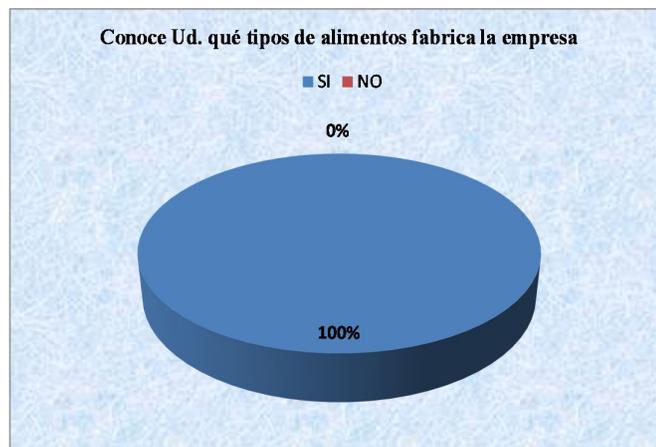


Figura 3.8 Muestra de forma porcentual la información de la interrogante número 1.
Elaborado por: Katerine Lara

Análisis e interpretación:

El 100% de los colaboradores contestaron que si conocen los alimentos que se fabrican en la empresa lo que demuestra que están comprometidos en su trabajo y que tienen interés en realizar bien las cosas.

2. ¿Considera Ud. que se elabora entre 190 a 240 T por cada línea de peletizado por turno de 12 h?

La información encontrada es la siguiente:

Tabla 3.2:

Elaboración entre 190 a 240 t por cada línea de peletizado por turno de 12 h.

Se elabora entre 190 a 240 t por cada línea de peletizado por turno de 12 h.		
Genérico	Frecuencia	Porcentaje
Si	56	78.3%
No	15	21.7%
Total	71	100%

Nota: La tabla 3.2 informa los resultados de la interrogante número 2.
Elaborado por: Katerine Lara



Figura 3.9 muestra de forma porcentual la información de la interrogante número 2.
Elaborado por: Katerine Lara

Análisis e interpretación:

El 78% de los colaboradores indican que tienen conocimiento de que la producción por línea de peletizado está entre 190 a 240 t, de esta forma están concientes de que no se deben tener tiempos improductivos para que no se pierda la productividad de la planta. Es necesario aumentar el porcentaje del personal con conocimiento en estos indicadores a través de reuniones mensuales.

3. ¿Considera Ud. que la falla de abastecimiento de materias primas es una causa de paradas en producción?

Tabla 3.3:

Falla de abastecimiento de materias primas es una causa de paradas en producción

Falla de abastecimiento de materias primas es una causa de paradas en producción		
Genérico	Frecuencia	Porcentaje
Si	56	78.3%
No	15	21.7%
Total	71	100%

Nota: La tabla 3.3 informa los resultados de la interrogante número 3.
Elaborado por: Katerine Lara



Figura 3.10 muestra de forma porcentual la información de la interrogante número 3.
Elaborado por: Katerine Lara

Análisis e interpretación:

El 78% de los colaboradores indican que una falla en abastecimiento de materias prima incide en la productividad de la planta, estas paradas es importante controlar porque influyen directamente tanto en la velocidad de producción como en una menor cantidad de producción por turno.

4. ¿Cree Ud. que las paradas en equipos, falta de interés en trabajadores, desorganización, falla operativas, incide en la pérdida de productividad de la planta?

Tabla 3.4:

Paradas en equipos, falta de interés en trabajadores, desorganización, falla operativas, incide en la pérdida de productividad de la planta

Paradas en equipos, falta de interés en trabajadores, desorganización, falla operativas, incide en la pérdida de productividad de la planta		
Genérico	Frecuencia	Porcentaje
Si	40	56.5%
No	31	43.5%
Total	71	100%

Nota: La tabla 3.4 informa los resultados de la interrogante número 4.
Elaborado por: Katerine Lara

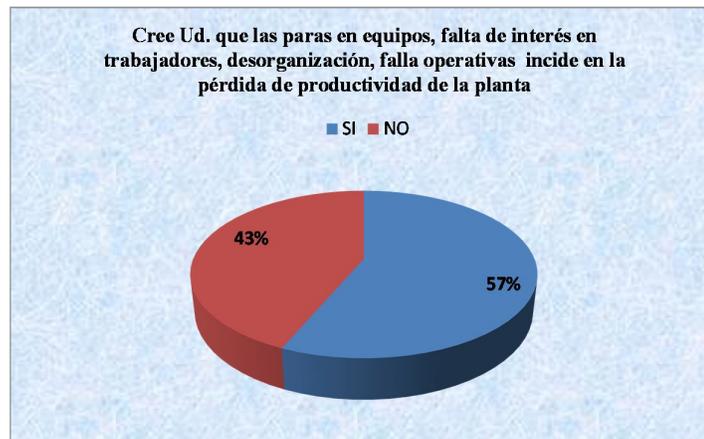


Figura 3.11 muestra de forma porcentual la información de la interrogante número 4.
Elaborado por: Katerine Lara

Análisis e interpretación:

El 57% de la población encuestada afirma que las paradas de los equipos, falta de interés por parte de los trabajadores, desorganización, fallas operativas inciden en la pérdida de productividad. El restante indica que no, el cual puede ser por desconocimiento.

5. ¿Considera que el área de Calidad da oportuno soporte en el seguimiento de la calidad de los productos?

Tabla 3.5:

El área de Calidad da oportuno soporte en el seguimiento de la calidad de los productos

El área de Calidad da oportuno soporte en el seguimiento de la calidad de los productos		
Genérico	Frecuencia	Porcentaje
Si	62	87.0%
No	9	13.0%
Total	71	100%

Nota: La tabla 3.5 informa los resultados de la interrogante número 5.
Elaborado por: Katerine Lara

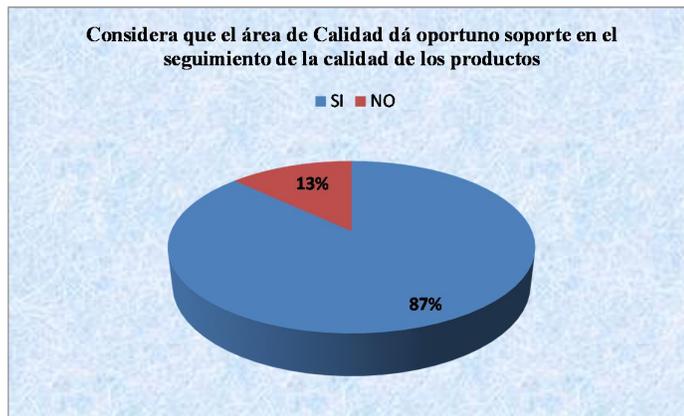


Figura 3.12 muestra de forma porcentual la información de la interrogante número 5.
Elaborado por: Katerine Lara

Análisis e interpretación:

El 87% de los colaboradores indica que el área de Calidad si da oportuno soporte en el seguimiento de la Calidad del alimento, a través de inspecciones, charlas de capacitaciones, check list que inciden en los buenos niveles de calidad que se tienen en los alimentos fabricados en la planta.

6. ¿Cree Ud. Que el área de mantenimiento da oportuna atención cuando se presentan fallas en los equipos?

Tabla 3.6:

El área de mantenimiento da oportuna atención cuando se presentan fallas en los equipos

El área de mantenimiento da oportuna atención cuando se presentan fallas en los equipos		
Genérico	Frecuencia	Porcentaje
Si	46	65.2%
No	25	34.8%
Total	71	100%

Nota: La tabla 3.6 informa los resultados de la interrogante número 6.
Elaborado por: Katerine Lara



Figura 3.13 muestra de forma porcentual la información de la interrogante número 6.
Elaborado por: Katerine Lara

Análisis e interpretación:

46 colaboradores que representan el 65% indican que el área de mantenimiento da oportuna atención cuando se producen fallas en los equipos, pero es necesario que este porcentaje sea mayor ya que las fallas influyen directamente en la productividad de la planta.

7. ¿Estaría de acuerdo en que se implemente un indicador que mida rendimiento, disponibilidad de equipos y calidad?

Tabla 3.7:

Estaría de acuerdo en que se implemente un indicador que mida rendimiento, disponibilidad de equipos y calidad

Estaría de acuerdo en que se implemente un indicador que mida rendimiento, disponibilidad de equipos y calidad		
Genérico	Frecuencia	Porcentaje
Si	62	87.0%
No	9	13.0%
Total	71	100%

Nota: La tabla 3.7 informa los resultados de la interrogante número 7.
Elaborado por: Katerine Lara



Figura 3.14 muestra de forma porcentual la información de la interrogante número 7.
Elaborado por: Katerine Lara

Análisis e interpretación:

Existe un alto porcentaje de colaboradores que indican que si estarían de acuerdo en que se implemente un indicador de eficiencia que permita medir disponibilidad, rendimiento y calidad.

8. ¿Si se implementa el Indicador de Eficiencia OEE, estaría dispuesto a colaborar con su trabajo para mejorar el indicador?

Tabla 3.8:

Estaría de acuerdo en que se implemente un indicador que mida rendimiento, disponibilidad de equipos y calidad

Si se implementa el Indicador de Eficiencia OEE, estaría dispuesto a colaborar con su trabajo para mejorar el indicador		
Genérico	Frecuencia	Porcentaje
Si	65	91.3%
No	6	8.7%
Total	71	100%

Nota: La tabla 3.8 informa los resultados de la interrogante número 8.
Elaborado por: Katerine Lara

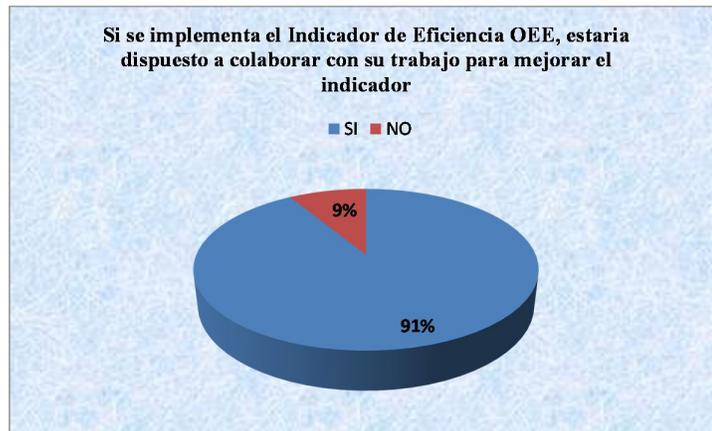


Figura 3.15 muestra de forma porcentual la información de la interrogante número 8. Elaborado por: Katerine Lara

Análisis e interpretación:

El 91% de los colaboradores estarían dispuestos a colaborar con su trabajo para mejorar el indicador OEE esto significa que se tiene un buen potencial que se debe aprovechar en los trabajadores con su respondimiento y compromiso.

9. ¿Cree usted que es necesario dictar charlas de capacitaciones al personal de mantenimiento y producción sobre los problemas de pérdidas de rendimiento, calidad y disponibilidad?

Tabla 3.9:

Charlas de capacitaciones al personal de mantenimiento y producción sobre los problemas de pérdidas de rendimiento, calidad y disponibilidad

Charlas de capacitaciones al personal de mantenimiento y producción sobre los problemas de pérdidas de rendimiento, calidad y disponibilidad		
Genérico	Frecuencia	Porcentaje
Si	59	82.6%
No	12	17.4%
Total	71	100%

Nota: La tabla 3.9 informa los resultados de la interrogante número 9.
Elaborado por: Katerine Lara

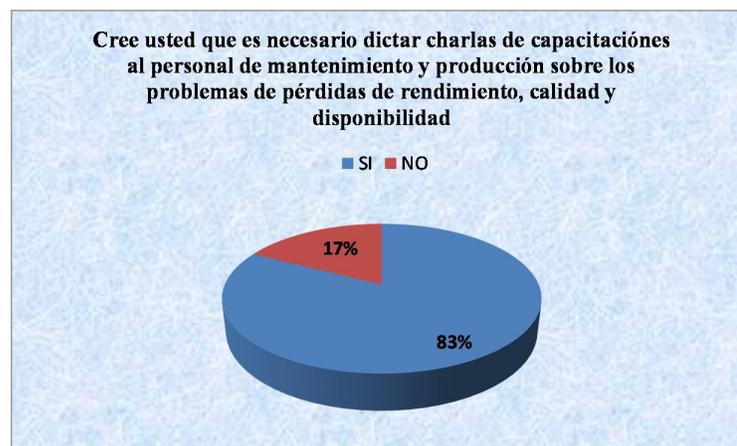


Figura 3.16 muestra de forma porcentual la información de la interrogante número 9. Elaborado por: Katerine Lara

Análisis e interpretación:

El 83 % de los colaboradores indican que las capacitaciones son una herramienta eficaz para la mejora continua ya que con la participación de todos se puede tener

una lluvia de ideas y análisis de causa de los eventos más comunes que influyen en la pérdida de la eficiencia y de esta forma poder obtener las acciones correctivas y preventivas a tomar.

10. ¿Indique si para mejorar la productividad se debe implementar otro tipos de mantenimiento como: mantenimiento productivo total, las 5 s con mantenimiento centrado en confiabilidad?

Tabla 3.10:

Indique si para mejorar la productividad se debe implementar otros tipos de mantenimiento como: mantenimiento productivo total, las 5 s con mantenimiento centrado en confiabilidad

Indique si para mejorar la productividad se debe implementar otro tipos de mantenimiento como: mantenimiento productivo total, las 5 s con mantenimiento centrado en confiabilidad		
Genérico	Frecuencia	Porcentaje
Si	65	91.3%
No	6	8.7%
Total	71	100%

Nota: La tabla 3.10 informa los resultados de la interrogante número 10.
Elaborado por: Katerine Lara.



Figura 3.17 muestra de forma porcentual la información de la interrogante número 10.
Elaborado por: Katerine Lara

Análisis e interpretación:

El 91% de los colaboradores indican que se debería implementar otro tipo de mantenimiento como el productivo total en donde el operador del equipo es parte fundamental para la resolución de los problemas presentados en las máquinas, de esta forma se pueden prevenir las fallas en los equipos.

CAPÍTULO IV

4. Propuesta

4.1 Tema

“Implementación de la metodología para obtención del Indicador OEE en las líneas de peletizado de Pronaca Quevedo”.

4.2 Justificación

La Efectividad Global del Equipamiento (OEE, por sus siglas en inglés) es una herramienta de mejora continua utilizada especialmente en la industria de alimentos, porque mide el porcentaje de efectividad de las máquinas y el rendimiento, comparadas con una maquina ideal, equivalente; esta es la razón fundamental para haber escogido el OEE como un indicador de eficiencia global.

El OEE permitirá hacer un cálculo combinando los tres elementos propios de cualquier proceso de producción: disponibilidad, rendimiento y calidad; es la mejor métrica disponible para optimizar los procesos de fabricación y está relacionada directamente con los costos de operación.

OEE fue utilizado por primera vez por Seiichi Nakajima, el fundador del TPM (Total Productive Maintenance), como la herramienta de medición fundamental para conocer el rendimiento productivo de la maquinaria industrial. Su reto fue aún mayor al crear un sentimiento de responsabilidad conjunta entre los operarios de las máquinas y los responsables de mantenimiento para trabajar en la mejora continua y optimizar la Eficiencia Global de los Equipos (OEE).

Algunos de los objetivos que persigue el OEE son:

- Mediante el análisis del OEE se puede detectar las fallas más comunes a fin de mejorar los puntos débiles de la planta.
- Se pretende reducir los costos relacionados con las pérdidas de mantenimiento y calidad.
- Se desea establecer un costo efectivo de mantenimiento.

Los objetivos del OEE tienen como finalidad hacer más productiva y eficiente la planta, por lo tanto la reducción de costos.

4.3 Objetivos

4.3.1 Objetivo general

“Medir la eficiencia global de equipos (OEE) en las líneas de peletizado Pronaca Quevedo, generando un sistema de control de la productividad.”

4.4 Estructura de la propuesta

4.4.1 Elaboración de metodología para medir eficiencia general de equipos

Para la elaboración de la metodología de medición de eficiencia general de equipos, se deberá señalar los aspectos mostrados en la figura 4.1, la cual muestra de manera general los contenidos para calcular el OEE en las dos líneas de peletizado de Pronaca Quevedo.

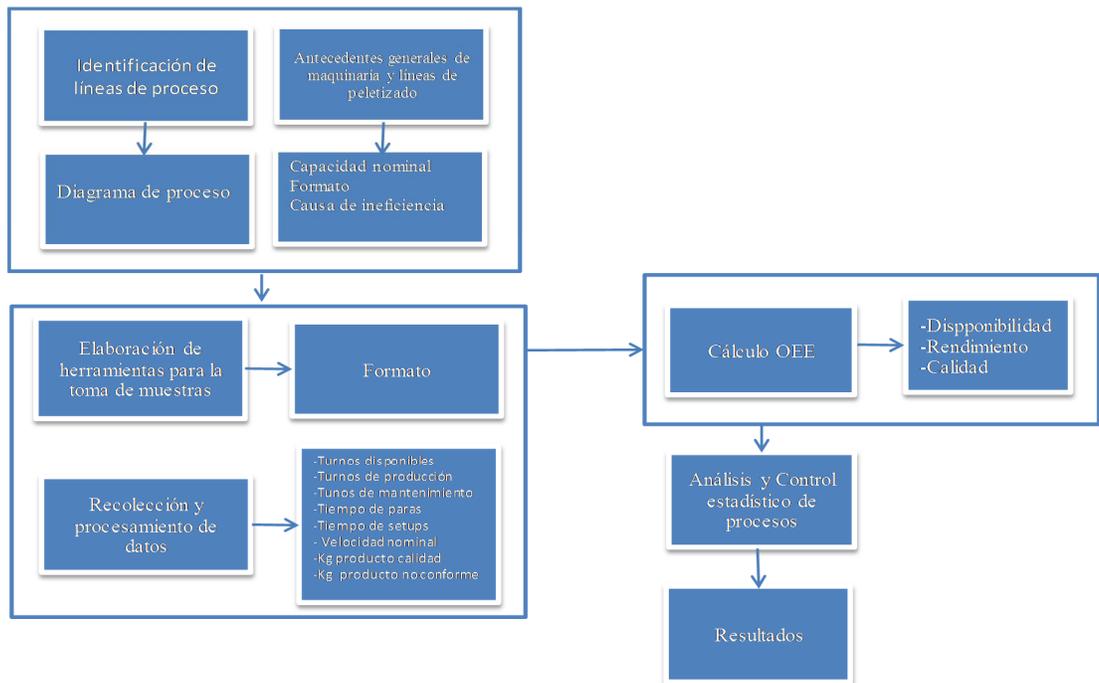


Figura 4.1 Metodología propuesta.
Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
Elaborado por: Katerine Lara

4.4.1.1 Identificación de líneas de proceso/máquinas:

El primer paso es realizar una visión general de las máquinas o líneas de proceso a estudiar, para ello es muy práctico elaborar un diagrama de proceso que muestre la distribución física de cada línea, además se debe identificar la cantidad de operadores que se requieren por línea o máquina para el funcionamiento de estas. La recopilación de dicha información es importante para familiarizarse con el lugar físico en el que se va a hacer el estudio y con las personas que trabajan en él, ya que serán incluidas en etapas posteriores para la recopilación de datos relevantes utilizados en los cálculos del OEE.

Es por ello que a continuación en la Figura 4.2 se muestra el diagrama de proceso de elaboración de alimentos peletizados en la planta de Pronaca Quevedo, en

donde se colocaron las máquinas que intervienen, las condiciones de trabajo y la cantidad de operarios involucrados en el proceso.

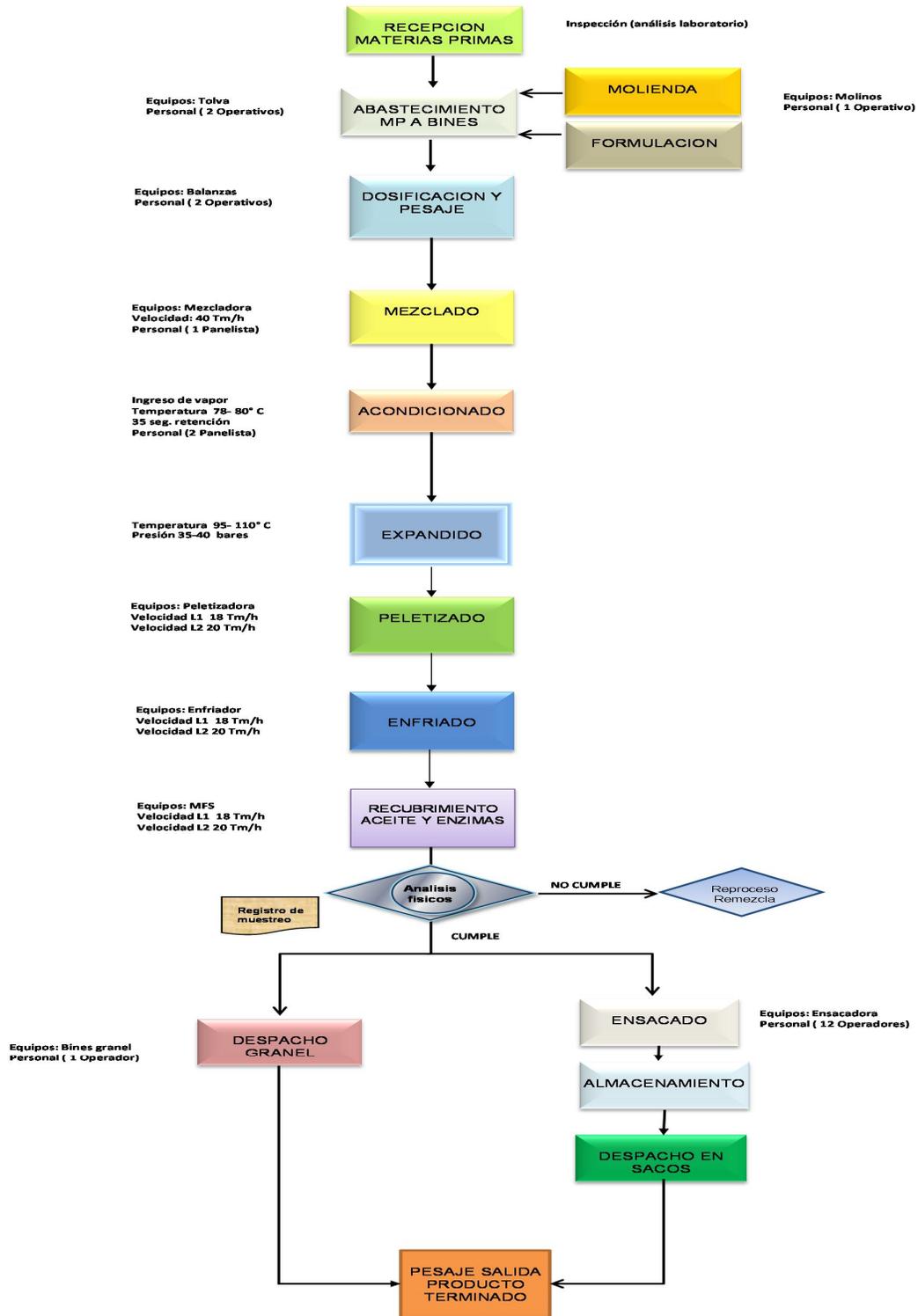


Figura 4.2 Diagrama de flujo del proceso de Elaboración de alimentos peletizados
 Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
 Elaborado por: Katerine Lara

4.4.1.2 Antecedentes generales de maquinaria y líneas de proceso:

En la recopilación de datos se deberá tomar la siguiente información:

- Línea de producción de peletizado a analizar.
- Capacidad Nominal de la línea de peletizado. Para concepto de cálculos se toma como capacidad nominal la velocidad en t/h que actualmente están dando las líneas de peletizado y no la capacidad entregada por el fabricante.
- Formato en el que la línea trabaja (t producidas)
- Identificar principales causas de ineficiencia, esto se puede hacer revisando el reporte de paradas que se mantiene por turno de producción, en el cual se describe las fallas que se han reportado dentro de los últimos 6 meses.

4.4.1.3 Elaboración de herramientas para la toma de muestras:

La captura de información se lleva a cabo mediante un formato de eficiencia de líneas. En este formato el Jefe de turno debe indicar la cantidad producida real por turno y analizarla contra la cantidad teórica que debió haber producido. Luego, en un espacio asignado dentro del formato, se indica el tiempo que se perdió por setups de órdenes de producción y por paradas del proceso que no permitieron llegar a cantidad estipulada por el formato de capacidad instalada.

La información que se necesita obtener es para:

- Medir la productividad de cada línea de producción en cada turno.
- Desplegar estos resultados visualmente en cada área para retroalimentar a los operadores de su desempeño.
- Que las principales causas de ineficiencia estén identificadas e integradas al plan de mejora continua.

4.4.1.4 Recolección y procesamiento de datos: una vez obtenido el formato para toma de muestras, además de indicar la cantidad producida, se deben tomar los siguientes datos:

El turno al que pertenecen los datos recolectados.

Tiempo total del operación en horas (# turnos de 12 horas)

Tiempo total de mantenimiento y feriados (# total de turnos de 12 horas)

Tiempo total disponible para producción (# de turnos de 12 horas)

Tiempos de paros efectivas: se consideran paros efectivos a todos los paros que por razones externas a la producción ocasionan pérdida de tiempo, ya sean fallas inesperadas en equipos, fallas operativas etc.

Setup por cambio de órdenes de producción: se obtiene multiplicando el tiempo de setup por el número de órdenes de producción realizadas en el turno.

T de Producto de calidad por turno

T de Productos no conforme o a reproceso por turno

A continuación se anexa el formato propuesto:

FECHA		07-jul		
JEFE DE TURNO		EL		
TURNO		NOCTURNO		
REFERENTE A LA LINEA				
TURNOS	TURNOS DISPONIBLES	BATCHEO	LINEA 1	LINEA 2
		Turnos mtto	0,69	0,74
	Feriatos			
	Hr disponibles turno	8,33	8,82	8,82
	Hrs prog Log	8,33	8,82	8,82
	Hr no programadas Log	0	0	0
	Mit Adicionales de uso	0	0	0
	cambio de dado (mit)		0	0
	Hr por cambio de dado		0,00	0,00
	Cambio de dado no programado			
	OP PROGRAMADAS	15	7	5
	OP TRABAJADAS	18	8	5
	OP TRABAJADAS (Normal+ partidas)	18	8	5
	Hr entre cambio de OP	0,05	0,17	0,17
	Hr disponibles a procesar	7,43	7,46	7,99
	velocidad de linea	39,16	18,00	20,00
	Tm esperadas turno	291	134	160
	PARAS LINEA min	27,00	0,00	0,00
	Horas de paro	0,45	0,00	0,00
	Tm no procesadas por paras	18	0	0
	Hr por No. OP	0,90	1,36	0,83
	Tm no procesadas por No. OP	21	15	10
	Tm dejadas de producir	18	15	10
	Tm SECUENCIADAS	299	131	163
	Tm reales producidas	299	151	159
	Eficiencia de planta	102,7%		
	HRS. EFECTIVAS DE PARAS	0,45	0,00	0,00
	HRS PARAS TOTAL HRS	1,35	1,36	0,83
	Por cambios de alimento	0,90	1,36	0,83
	Por mantenimiento			
	Por bines peletizado llenos			
	Por bines de ensacado llenos			
	Por bines de granel llenos			
	Cortes de energia			
	Operativo			
	Abastecimiento melaza			
	Falta de palets			
	Prioridad de fabricación			
	Cambio de formulas			
	Reproceso			
	Herramientaje(cambio de dado)			
	Por falta de alimento			
	Cambio o daño de piolas, sacos, etiquetas			
	Por ritmo de prensa			
	Falta de montacargas /falta vehiculo			
	Por limpieza/ciclón			
	Por Cambio de turno			
	Otros (atoramientos)	0,45		
	Otros Falla de sistemas (PLC, comunicación)			
	Otros Exámenes médicos			
	Falta de Mprima /en grano/molida			
	Otros x limpieza de lineas			
	Otros Giro de rodillos			
	Falta de material de empaque			
	Cumplimiento de programa			
	Reunión con personal			
	Ensayos			
	Secuencia de elaboración			
	SUMA	1,35	1,36	0,83
	Tiempo Total Operación	0,7	0,7	0,7
	Tiempo Mantenimiento/Feriatos	0,0	0,0	0,0
	Tiempo Disponible (turnos)	0,7	0,7	0,7
	Velocidad	39,2	18,0	20,0
	Paras efectivas (turnos)	0,038	0,000	0,000
	Setup cambio de OP (turnos)	0,075	0,113	0,069
	Tiempo Operativo (turnos)	0,6	0,6	0,7
	DISPONIBILIDAD	83,8%	84,6%	90,6%
	Producción esperada	273	134	160
	Producción real	299	151	159
	RENDIMIENTO	109,4%	112,5%	99,5%
	Producción real	299	151	159
	Producto No conforme	0,00	0,00	0,00
	Producto de Calidad	299	151	159
	CALIDAD	100,00%	100,00%	100,00%
	OEE	91,66%	95,11%	90,14%

Figura 4.3 Formato para la recolección de datos para el cálculo del OEE

Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo

Elaborado por: Katherine Lara

4.4.1.5 Cálculo del OEE: el cálculo del OEE será efectuado en una hoja electrónica de Excel donde se simulará el cálculo de este indicador. El desarrollo de la simulación en Excel es muy práctico y económico. La información que debe de ser ingresada es la relacionada a las tres grandes variables asociadas al proceso de producción: disponibilidad, rendimiento y calidad. Estas variables serán obtenidas a través del ingreso de los datos a una hoja de cálculo de Excel.

Los resultados obtenidos por turno de producción se condensaron en un resultado mensual.

El estudio se dividió por meses, entre julio y diciembre de 2016 en cada línea de peletizado de PRONACA QUEVEDO.

- En primer lugar se establecieron los turnos totales de operación.
- En la siguiente fila se colocaron los turnos de mantenimiento que se realizan en donde no se produce alimentos pero se dedica al mantenimiento de las líneas y la limpieza interna de los equipos.
- A continuación se determinan los turnos que estarán disponibles para producir.
- La siguiente fila corresponde a los turnos de paradas que se generaron durante el mes debido a los problemas presentados por fallas las cuales se detallaron anteriormente.
- Luego se encuentra colocado el tiempo de paradas que se producen por setups en la línea de producción.
- Se calcula el tiempo operativo real que se generó con el cual se calcula el % de disponibilidad en relación al tiempo de proceso.
- Se coloca la velocidad teórica de la línea y luego se calcula el rendimiento en función de la producción real obtenida.
- Finalmente se colocó la cantidad de alimento no conforme y se obtiene el % de Producto de Calidad.

A continuación se indican el cuadro de resultados obtenidos para el OEE de la línea 1 de peletizado, Tabla 4.1.

Tabla 4.1:

Resultados OEE en línea de peletizado línea 1.

EFICIENCIA LINEA 1							
PARAMETROS CONTROL	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16	Promedio
Turnos Total Operación	57	56	57	59	55	58	57
Turnos Mantenimiento/Ferados	8	8	9	9	9	10	9
Turnos Disponibles	49	48	48	50	46	48	48
Turnos perdidos por paras efectivas	1	1	1	1	1	1	1,1
Turnos perdidos x setup cambio de OP	5	6	5	5	5	6	5,4
Turnos Operativos	43	41	42	43,3	40,3	41,0	42
DISPONIBILIDAD	87,3%	85,9%	86,8%	86,5%	87,0%	85,1%	86,5%
Velocidad	18	18	18	18	18	18	18
Producción esperada	10.584	10.422	10.368	10.817	9.990	10.404	10.431
Producción real	9.271	9.333	8.879	9.549	9.240	9.556	9.305
RENDIMIENTO	87,6%	89,6%	85,6%	88,3%	92,5%	91,8%	89,2%
Producción real (Kg)	9.271	9.333	8.879	9.549	9.240	9.556	9.305
Producto No conforme (Kg)	0	0	27	0	61	5	15
Producto de Calidad (Kg)	9.271	9.333	8.852	9.549	9.178	9.551	9.289
CALIDAD	100,0%	100,0%	99,7%	100,0%	99,3%	100,0%	99,8%
OEE	76,51%	76,94%	74,13%	76,34%	79,97%	78,17%	77,01%

Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
Elaborado por: Katerine Lara

Se puede observar que el OEE promedio obtenido para esta línea es de 77,01%, lo que indica que es aceptable y que se ha obtenido el más alto en el mes de noviembre debido a que se tuvo un buen rendimiento, como lo podemos observar en la siguiente figura.

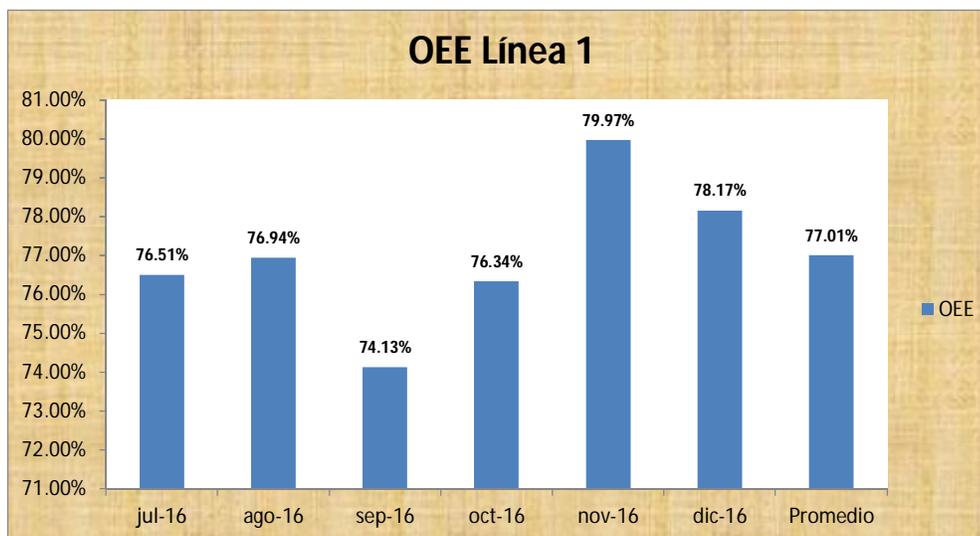


Figura 4.4 Resultados OEE de julio a diciembre 2016 en línea 1
Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
Elaborado por: Katerine Lara

En la Tabla 4.2 podemos ver los resultados obtenidos en la línea 2, en donde se encuentran toda la información para el cálculo del OEE.

Tabla 4.2:

Resultados OEE en línea de peletizado línea 2

EFICIENCIA LINEA 2							
PARAMETROS CONTROL	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16	Promedio
Turnos Total Operación	57	56	57	59	55	58	57
Turnos Mantenimiento/Feridos	8	8	9	9	9	10	9
Turnos Disponibles	49	48	48	50	46	48	48
Turnos perdidos por paras efectivas	1	2	1	2	2	2	2
Turnos perdidos x setup cambio de OP	4	4	4	5	4	4	4
Turnos Operativos	44	42	43	43	40	42	42
DISPONIBILIDAD	89,5%	86,8%	89,8%	86,7%	87,2%	87,2%	87,8%
Velocidad	20	20	20	20	20	20	20
Producción esperada	11.760	11.580	11.520	12.019	11.100	11.560	11.590
Producción real	10.825	10.613	10.298	10.934	9.991	10.553	10.536
RENDIMIENTO	92,0%	91,6%	89,4%	91,0%	90,0%	91,3%	90,9%
Producción real	10.825	10.613	10.298	10.934	9.991	10.553	10.536
Producto No conforme	0	0	0	0	46	25	12
Producto de Calidad	10.825	10.613	10.298	10.934	9.944	10.528	10.524
CALIDAD	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	99,5%	99,8%	99,9%
OEE	82,36%	79,53%	80,24%	78,83%	78,13%	79,41%	79,75%

Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo

Elaborado por: Katerine Lara

Se puede observar que el OEE promedio obtenido para esta línea es de 79,75%, 2.74% más que la línea 1, debido a que en esta línea se elabora alimento para aves cuyas fórmulas contienen menor cantidad de ingredientes fibrosos que hace que la velocidad de producción sea mayor. En el mes de julio se tuvo el OEE más alto debido a la menor cantidad de paradas tenidas en el mes y el más bajo fue en noviembre por un bajo rendimiento, como lo podemos observar en la siguiente figura 4.5.

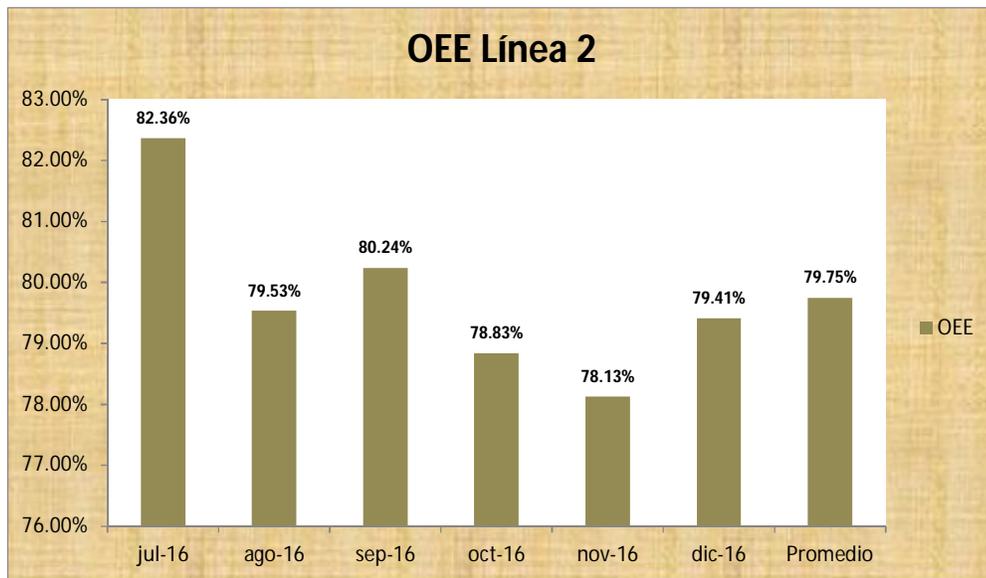


Figura 4.5 Resultados OEE de julio a diciembre 2016 en línea 2
Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
Elaborado por: Katerine Lara

4.4.2. Determinación de las variables: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad

4.4.2.1. Disponibilidad de la línea de proceso

La disponibilidad de la líneas de peletizado en PRONACA QUEVEDO es una manera de cuantificar el tiempo operativo de esa línea y su correcto funcionamiento; esto se resume a una fórmula sencilla: a una mayor disponibilidad de la línea de proceso más capacidad de producción, lo que permite un manejo adecuado de los recursos invertidos.

Las paradas no programadas detectadas en la línea de proceso representan altos costos fijos y variables, pero se ha determinado que el mayor costo es la pérdida del ingreso, como resultado de que la demanda excede el abastecimiento del producto; a esto debemos sumar, costos fijos de energía eléctrica utilizada, costos de mano de obra, etc., que son valores no recuperables cuando la línea de producción está detenida.

Otro beneficio al mejorar la disponibilidad de la línea de proceso es que ésta va de la mano con la confiabilidad de nuestro proceso; es decir, al reducir al mínimo las paradas no programadas y su frecuencia aumentamos la fiabilidad de la línea y su maquinaria. El promedio de disponibilidad de nuestra línea de producción de peletizado en el transcurso de julio a diciembre 2016 fue de 86.5% para la línea 1 y de 87,2% para la línea 2, como se puede observar en el siguiente gráfico:

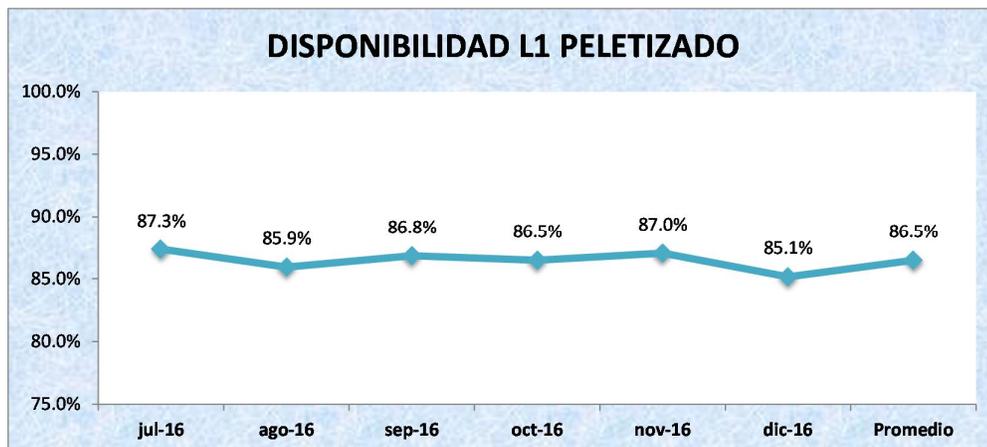


Figura 4.6 % de Disponibilidad en línea 1 peletizado durante el periodo jul a dic 2016.
Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
Elaborado por: Katerine Lara



Figura 4.7 % de Disponibilidad en línea 2 peletizado durante el periodo jul a dic 2016
Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
Elaborado por: Katerine Lara

4.4.2.2. Rendimiento en el proceso productivo

El rendimiento de las líneas de peletizado en PRONACA QUEVEDO está básicamente definido como la producción real de la línea de proceso en un periodo determinado de tiempo.

Al ser un proceso medido y controlado podemos conocer con exactitud cantidad de producto terminado a obtener con los recursos asignados; y en caso de no completar las unidades requeridas se puede identificar un problema en el rendimiento.

Las razones para que se presenten problemas de rendimiento están ligadas estrechamente a las paradas en línea de proceso; no significan problemas en la maquinaria únicamente sino cualquier factor externo al proceso que influyó en el tiempo previsto, así como también el tipo de fórmula a realizarse debido a la incidencia en la velocidad por las materias primas que se encuentran en la fórmula.

En la práctica, manejamos el rendimiento de la línea de proceso utilizando los Kg reales producidas sobre los teóricos que se estiman con la velocidad de la líneas y las horas disponibles para la producción.

El promedio de rendimiento de nuestra línea de producción de alimento balanceado peletizado en el transcurso de junio a diciembre 2016 fue de 89,2% para la línea 1 y 90,89% para la línea 2. Como se puede observar en el siguiente gráfico, la evolución mensual fue:

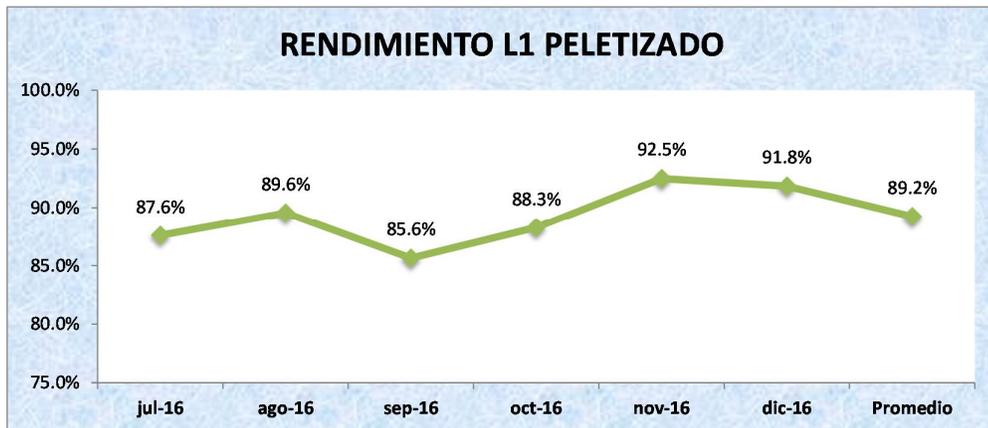


Figura 4.8 % de Rendimiento en la línea 1 peletizado durante el periodo jul a dic 2016
Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
Elaborado por: Katerine Lara

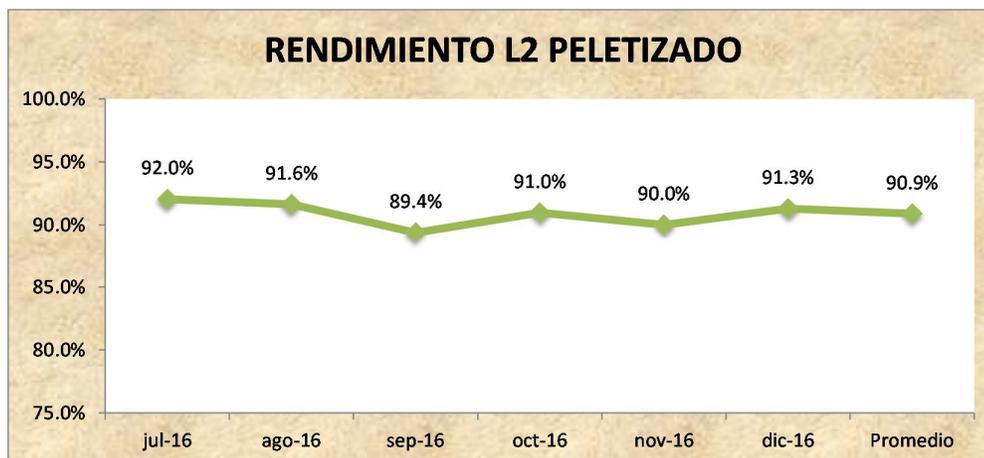


Figura 4.9 % de Rendimiento en la línea 2 peletizado durante el periodo jul a dic 2016
Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
Elaborado por: Katerine Lara

4.4.2.3 Medición de Productos de Calidad

Uno de los pilares de la empresa PRONACA y que ha permitido un crecimiento sostenido, es sin lugar a dudas los altos estándares de calidad que posee en la manufactura de productos; por esta razón los procesos son controlados minuciosamente en cada una de sus etapas. Se pueden presentar desviaciones en estos procesos, que generarán no conformidades en el producto terminado. Justamente este producto no conforme va a ser parte fundamental del indicador de la medición de calidad.

Se define como producto no conforme a todo aquel producto que no cumple con los requisitos especificados en su ficha técnica; en el caso específico de cualquier incumplimiento en uno de estos factores, ocasionará que el producto sea detenido y su destino será definido por el área de Calidad según el tipo de problema presentado.

El promedio de medición de la calidad de nuestra línea de alimentos balanceados en el transcurso de julio a diciembre 2016 fue de 99.80% en la línea 1 y 99,86% para la línea 2. Su evolución se puede observar en el siguiente gráfico:

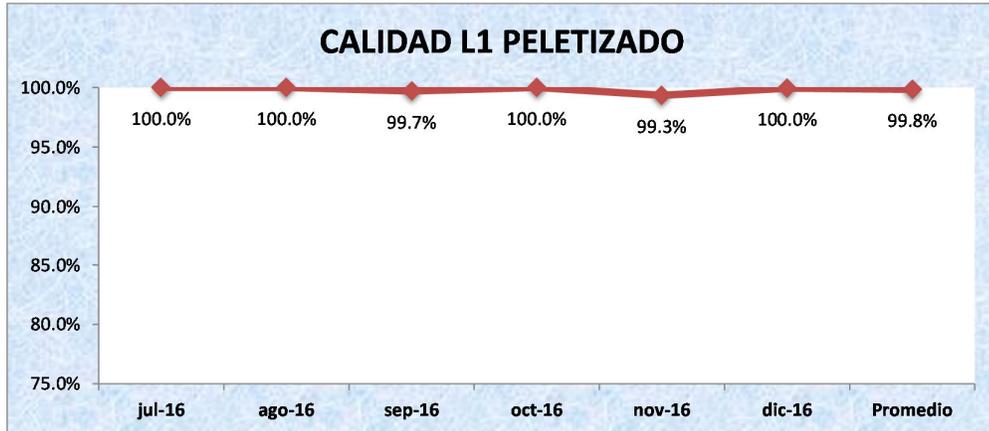


Figura 4.10 % de Calidad en la línea 1 peletizado durante el periodo jul a dic 2016
Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
Elaborado por: Katerine Lara



Figura 4.11. % de Calidad en la línea 2 peletizado durante el periodo jul a dic 2016
Fuente: Planta Alimentos Balanceados Quevedo
Elaborado por: Katerine Lara

4.4.3 Impartir capacitación al personal de producción y mantenimiento sobre la implementación del Indicador OEE para la mejora continua.

Para la difusión del OEE al personal de Mantenimiento y producción se ha diseñado una presentación (Anexo 1. OEE (Eficiencia Global de equipos)) la cual contiene los principales puntos referentes al OEE. Además de la presentación se diseñó una cartilla de bolsillo (Anexo 2.) en donde se explican los aspectos principales del OEE, esta cartilla se distribuyó a todos los operativos de la planta. Este punto es muy importante ya que se inicia con el proceso de capacitación en los colaboradores sobre la importancia del uso de los indicadores de gestión para las operaciones de la planta y los beneficios productivos que vienen de la mano con el cumplimiento de los indicadores.

El indicador de eficiencia global de los equipos se convierte en una herramienta para gestionar la producción y el mantenimiento a partir de la eficiencia, la disponibilidad y la calidad de un equipo.

CONCLUSIONES

De la investigación realizada se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Del análisis de las causas que generan la pérdida de eficiencia se tiene que las paradas por fallas de mantenimiento son las que más inciden en un 50,3% para línea 1 y 38, 1% para línea 2, siendo las fallas eléctricas las que mayor inciden en línea 1 y las fallas mecánicas en líneas 2.
- La disponibilidad de los equipos está condicionada por el uso eficiente de los tiempos y su correlación a las órdenes de producción.

- Se obtuvo en promedio en la línea 1 un OEE de 77,05% y en la línea 2 un OEE de 79,75%, el cual indica que se tiene un OEE aceptable, ligeras pérdidas económicas, competitividad ligeramente baja.
- La socialización sobre la implementación del Indicador OEE y los resultados obtenidos generó compromiso de parte de los colaboradores para mejorar el indicador.
- Con la implementación del indicador OEE, permite identificar cuáles de los factores de pérdida: disponibilidad, rendimiento o calidad influyen más en la pérdida de eficiencia de las líneas y de esa forma generar planes enfocados a la mejora del indicador.

RECOMENDACIONES

- Realizar charlas de capacitación mensuales por un tiempo de 1 a 2 horas dirigidas al personal de producción y mantenimiento para que tengan conocimiento de los factores que influyen en la pérdida de eficiencia y de esta manera participen de forma activa en la solución de los problemas.
- Se debe recordar que el objetivo del OEE, no es obtener un 100% de efectividad, pero si proponerse mejorar mediante una organización eficiente y rentable, un análisis de causas de las ineficiencias y corrección para disminuir los factores que afectan el indicador.
- Para disminuir las paradas por fallas en equipos y así mejorar la disponibilidad de los mismos se recomienda fortalecer el plan de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo actual e implementar un plan de mantenimiento productivo total o mantenimiento centrado en confiabilidad que permitirá disminuir el número de fallas en las máquinas.

- Para disminuir los tiempos perdidos por setups en cada línea de peletizado a través de la reducción de órdenes de producción, se recomienda la ampliación de la bodega plana y bins de almacenamiento de alimento a granel.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldama S. (2013). *Implementación y Desarrollo del OEE (eficiencia global de equipo en la línea 3 de producción, Santiago de Queretaro, México, 57p.*
- Casilimas, C. (2012: 17.67). *Implementación del sistema de indicadores de productividad y mejoramiento OEE (Overall Effectiveness Equipment) en la línea tubería en CORPACERO S.A. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.*
- Chachapoya, D. (2014). *Propuesta de alimentos balanceados en una planta procesadora del Cantón Cevallos. Quito, 178 p.*
- López, C. (2011). *Propuesta de mejoramiento de los procesos de abastecimiento de materia prima y elaboración de alimentos balanceados Pronaca Puenbo, Quito, 141 p.*
- Heinemann, K. (2003). *Introducción a la metodología de la investigación empírica . Barcelona: Paidotribo.*
- Jañez, T. (2008). *Metodología de la investigación. Universidad Católica Andrés Bello. p. 125 . 126*
- Mann, H. (2010, 01 de noviembre). El alimento balanceado: De fabricación en planta de alimentos al consumo en granjas. *Engormix*. Recuperado de www.engormix.com/avicultura/articulos/fabricacion-de-alimento-balanceado-t28616.ht
- Moh, P. (2012). *Propuesta de metodología para la medición de eficiencia general de los equipos en líneas de procesos de sección mantequilla en industria láctea. Puerto Montt. 92 p.*

Ucelo A. (2008). *Diseño e implementación del sistema de Eficiencia global de los equipos (OEE) en una línea de producción de pañales desechables e investigación de propuesta viable para la degradación de estos productos no reciclables en la empresa ALTENVASA, Guatemala. Noviembre 2008, 138p.*

6. BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón A. (2014). *Implementación del OEE y SMED como herramientas de Lean manufacturing en una empresa del sector de plástico, Guayaquil, 134p.*
- Aldama S. (2013). *Implementación y Desarrollo del OEE (eficiencia global de equipo en la línea 3 de producción, Santiago de Queretaro, México, 57p.*
- Carranza M. (2017). *Filosofía justo a tiempo (jit) en la Empresa de muebles Santa Anita”, Latacunga, 130 p.*
- Casilimas, C. (2012: 17.67). *Implementación del sistema de indicadores de productividad y mejoramiento OEE (Overall Effectiveness Equipment) en la línea tubería en CORPACERO S.A. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.*
- Collantes J. *Efectividad Global de equipos OEE una poderosa herramienta la rentabilidad de Mantenimiento, Perú, 26p.*
- Concha, X. (2016, 103.115). *Propuesta de implementación de un plan para el aumento de la productividad de bienes cárnicos, en la planta de productos congelados de Pronaca. Quito. 138 p.*
- Chachapoya, D. (2014). *Propuesta de alimentos balanceados en una planta procesadora del Cantón Cevallos. Quito, 178 p.*
- Guano, R., & Rosero, M. (2015). *Incremento del OEE en una inyectora de plástico basándose en la repotenciación del sistema de control. Riobamba. 129 p.*
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010, 114). *Metodología de la investigación. México: Editorial, McGraw Hill.*

- Hurtado, I., & Toro, J. (2007: p. 39). *Paradigmas y métodos de Investigación en tiempos de cambio*. Caracas: Editorial CEC, SA.
- Ibarra, A. (2009). *Aumento de la productividad de la máquina crimpadora automática Komax Gamma 333PC en el área de corte*. Sonora, 96 pag.
- León, I. (2010). *Aumento de la productividad del área de empaque de Laboratorios Elmor mediante el estudio de tiempos*. Sartenejas, 88 p.
- López, C. (2011). *Propuesta de mejoramiento de los procesos de abastecimiento de materia prima y elaboración de alimentos balanceados Pronaca Puenbo, Quito, 141 p.*
- Hurtado, I., & Toro, J. (2007). *Paradigma y métodos de investigación en tiempos de cambio*. Caracas: El Nacional. p. 75
- Heinemann, K. (2003). *Introducción a la metodología de la investigación empírica*. Barcelona: Paidotribo.
- Jañez, T. (2008). *Metodología de la investigación*. Universidad Católica Andrés Bello. p. 125 . 126
- Mann, H. (2010, 01 de noviembre). El alimento balanceado: De fabricación en planta de alimentos al consumo en granjas. *Engormix*. Recuperado de www.engormix.com/avicultura/articulos/fabricacion-de-alimento-balanceado-t28616.ht
- Medina, C. (2006). *Desarrollo e Implementación del Indicador Eficiencia Total del Equipo en el Área de Envasado de una Planta de Detergentes*. Guayaquil, 11 p.

- Moh, P. (2012). *Propuesta de metodología para la medición de eficiencia general de los equipos en líneas de procesos de sección mantequilla en industria láctea*. Puerto Montt. 92 p.
- Moreno , J. (1995). *Manual de estadística universitaria: inductiva*. Madrid: Esic.
- Orozco, G. Peláez F. (2009). *Estudio y diseño del programa de implementación del pilar del mantenimiento autónomo, como una estrategia para aumentar la eficiencia global del equipo (OEE), reduciendo las causas de las seis grandes pérdidas para la línea de producción especializada en el principal cliente de la empresa Systempack Ltda*. Bogotá.174 p.
- Pinto, L. (2017, 10 de junio). OEE (Eficiencia Global de los equipos). Industria. Recuperado de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1659>
- Quezada, M. (2014) *Plan para la implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en plantas de tratamientos de agua potable*. Milagro. 123 p.
- Reichardt. (2005). *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evolutiva* . Madrid: Ediciones Morata. p. 62
- Rojas, R. (2003). *Guía para la formulacion y ejecución de proyectos de investigación* (3 ed.). La Paz: PIEB. p. 115
- Sanchez A. (2008). *Montaje de una fábrica de producción de alimento balanceado para Avícola Santa Lucia utilizando un sistema HMI*. Latacunga. 179 p.
- Sanchez, D. (2017). *Estandarización de procesos de manufactura para lograr disminuir tiempos de producción en el área de abrazaderas de la empresa industrias colres s.a.s*. Santiago de Cali. 186 p.

Ucelo A. (2008). *Diseño e implementación del sistema de Eficiencia global de los equipos (OEE) en una línea de producción de pañales desechables e investigación de propuesta viable para la degradación de estos productos no reciclables en la empresa ALTENVASA, Guatemala. Noviembre 2008, 138p.*

7. ANEXOS

ANEXO 1

CHARLA DE CAPACITACION EN OEE PARA EL PERSONAL

"OEE"

Overall Equipment Effectiveness
Eficacia Global del Equipo



QUE ES EL OEE

- OEE es un método para monitorear y mejorar la efectividad del proceso de manufactura.
- El OEE toma las principales pérdidas de los procesos de manufactura y las ubica en 3 grandes categorías



ELEMENTOS DEL OEE

PERDIDAS OEE	ELEMENTOS OEE
Paradas programadas	No son consideradas en OEE *Disponibilidad: es la proporción del tiempo real de operación frente al tiempo planeado de producción. (tiempo total planeado - tiempo de inactividad)
Tiempo de inactividad	
Pérdida de velocidad	*Eficiencia: es la relación entre el tiempo neto de operación y el tiempo de operación *Es calculada como la relación entre el tiempo de ciclo ideal y el tiempo de ciclo actual.
Pérdida de Calidad	*Es calculada como la relación entre piezas correctas y piezas producidas.



FUENTES DE PÉRDIDA DE EFICIENCIA DEL EQUIPO.

- Seis grandes pérdidas contribuyen a la OEE.

- Set-up:** Tiempo cambiando o limpiando herramientas/equipos.
- Inicio & Ajustes:** Tiempo para iniciar; tiempo perdido en sacar producto bueno.
- Interrupciones:** Pérdida parcial o completa de funciones de equipo.
- Retardos y paradas:** Pérdidas en paradas de producción.
- Tiempos de ciclo:** Pérdidas debido a equipo funcionado a velocidad reducida.
- Defectos y re-trabajo:** Producción desperdiciada que no puede ser utilizada porque esta dañada, no tiene precisión, no cumple especificaciones, etc.

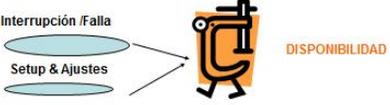


OEE – RELACIONES DE PERDIDAS




DISPONIBILIDAD

- Cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina ó equipo respecto del tiempo que quería que estuviera funcionando




RENDIMIENTO

- Durante el tiempo que ha estado funcionando, cuánto ha fabricado (bueno y malo) respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal.

Paradas menores

Velocidad reducida



Rendimiento



CALIDAD

- Indicador más conocido por todos.
- Cuánto he fabricado bueno a la primera respecto del Total de la Producción realizada (Bueno+Malo).

Defectos en Proceso

Producción Reducida



Calidad





CÓMO DETERMINAR EL OEE:

Tiempo Total de Operación	
Tiempo Disponible	no programado
Tiempo Operativo	paradas operativas
C Producción prevista	
D Producción real	no disponible, reducida, fallada
E Producción real	
F Piezas Buenas	defectos

B/A = Disponibilidad D/C = Rendimiento F/E = Calidad

OEE = B/A x D/C x F/E



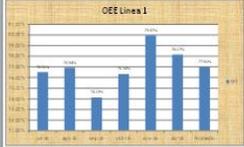
CLASIFICACION DEL OEE

OEE	Calificación	Consecuencias
OEE < 65%	Mala	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad.
65% < OEE < 75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora.
75% < OEE < 85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% < OEE < 95%	Buena	Buena competitividad. Entrenarse ya en valores considerados "WorldClass".
OEE > 95%	Excelente	Competitividad Excelente.

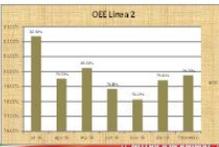


RESULTADOS OEE PLANTA QUEVEDO

OEE Línea 1



OEE Línea 2





OEE EN EL MUNDO

- En el mundo el promedio de la efectividad de los equipos es de 40 a 60%. Las metas de cada factor se muestran a continuación.

FACTOR	META
DISPONIBILIDAD	90%
EFICIENCIA	95%
CALIDAD	95-98%
OEE	85%



CONCLUSIONES

- El OEE da tres elementos de análisis para la planta: disponibilidad, rendimiento, calidad.
- EL OEE ayuda a enfocarse en las pérdidas.
- Cada elemento del OEE representa a las seis grandes pérdidas
- EL OEE es un reflejo claro de lo que ocurre en la planta
- Todas las personas pueden aportar al incremento del OEE.



ANEXO 2

GUÍA DE BOLSILLO OEE

GLOSARIO OEE	
Calidad	Uno de los factores del OEE, toma en cuenta las pérdidas de calidad (piezas que no cumplen con los requerimientos.)
Disponibilidad	Uno de los factores del OEE, toma en cuenta las pérdidas de tiempo de inactividad, (eventos que detienen la producción)
Eficiencia	Uno de los factores del OEE, toma en cuenta las pérdidas de velocidad, (factores que causan que el proceso se realice a
Tiempo de ciclo	Tiempo para producir una pieza.
Pérdida por Inactividad	Tiempo de producción perdido a causa de paradas no planeadas
Tiempo totalmente producido	Tiempo resultante después de la sustracción de todas las pérdidas.
Tiempo de ciclo ideal	Tiempo mínimo teórico para producir una pieza.
Capacidad de etiqueta	La capacidad para que la máquina fue diseñada.
Tiempo de operación neto	Tiempo resultante después de la resta de las pérdidas de tiempo inactivo y de velocidad.
OEE	Método de medición de la eficiencia global del equipo combinando los tres factores OEE
Factores OEE	Los tres elementos que constituyen el análisis OEE. Disponibilidad, eficiencia, calidad.
Pérdidas OEE	Los tres tipos de pérdidas asociados con los tres factores del OEE . (Tiempo de inactividad, pérdida de velocidad, pérdida
Tiempo de operación	El tiempo resultante después de restar la pérdida de tiempo de inactividad.
Tiempo planeado de producción	Tiempo total en que el equipo esta programado para producir.
Parada programada	Tiempo planeado de no producción.
Pérdida de calidad	Tiempo perdido en la producción de piezas que no cumplen con los requerimientos.
Sets grandes pérdidas	Sets categorías de pérdidas de productividad experimentadas en manufactura.
Pérdida de velocidad	Pérdida causada por máquinas que operan una velocidad menor a la máxima posible.

QUÉ ES EL OEE:

OEE es un método para monitorear y mejorar la efectividad del proceso de manufactura. El OEE toma las principales pérdidas de los procesos de manufactura y las ubica en 3 grandes categorías. Ayuda a medir la efectividad de actividades TPM, como el mantenimiento autónomo.

Los tres elementos del OEE son:

- Disponibilidad: Mide las pérdidas de productividad causadas por tiempo de inactividad no planeado.
- Eficiencia: Mide las pérdidas de productividad causadas por lentitud en el proceso (eventos que generan que el proceso opere a menor velocidad que la máxima posible)
- Calidad: Mide las pérdidas causadas por las piezas producidas que no cumplen con los estándares de calidad.

METAS DEL OEE

La meta para la empresas a nivel mundial es tener un OEE del 85% o mayor. El promedio actual se encuentra en el 60%.

FACTOR OEE META	
DISPONIBILIDAD	90%
EFICIENCIA	95%
CALIDAD	99.9%
OEE	85%

ANEXO 3

(ENCUESTA APLICADA)

Objetivo.- Identificar el grado de conocimiento del personal sobre productividad y causas de ineficiencias

DATOS INFORMATIVOS

Encuesta dirigida al personal interno del area de producción, mantenimiento y calidad de la empresa " Pronaca Quevedo".

INDICACIONES

Lea detenidamente y marque con una X según considere.

1. ¿Conoce Ud. qué tipos de alimentos fabrica la empresa?

SI
NO

2. ¿Considera Ud. que se elabora entre 190 a 240 Tm por cada línea de pelletizado por turno de 12 h?

SI
NO

3. ¿Considera Ud. que el abastecimiento de materias primas es una causa de paras en producción?

SI
NO

4. Cree Ud. Que las paras en equipos, falta de interés en trabajadores, desorganización, falla operativas incide en la pérdida de productividad de la planta?

SI
NO

5. ¿Considera que el área de Calidad dá oportuno soporte en el seguimiento de la calidad de los productos?

Si
No

6. ¿Cree Ud. Que el área de mantenimiento dá oportuna atención cuando se presentan fallas en los equipos?

Si
No

7. ¿Estaría de acuerdo en que se implemente un indicador que mida rendimiento, disponibilidad de equipos y calidad?

Si
No

8.- Si se implementa el Indicador de Eficiencia OEE, estaría dispuesto a colaborar con su trabajo para mejorar el indicador?

Si
No

9. ¿Cree usted que es necesario dictar charlas de capacitaciones al personal de mantenimiento y producción sobre los problemas de pérdidas de rendimiento, calidad y disponibilidad?

Si
No

10.- Indique si para mejorar la productividad se debe implementar otro tipos de mantenimiento como: mantenimiento productivo total, las 5 s con mantenimiento centrado en confiabilidad?

SI
NO

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN