



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**REDUCCIÓN DE LA MERMA DE FIDEOS Y MATERIAL DE EMPAQUE DEL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA, PRODUCTOS ALIMENTICIOS
LA MODERNA (PALM)**

Francisco Javier García Mejía

Asesorado por el m. Sc. Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, noviembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REDUCCIÓN DE LA MERMA DE FIDEOS Y MATERIAL DE EMPAQUE DEL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA, PRODUCTOS ALIMENTICIOS
LA MODERNA (PALM)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FRANCISCO JAVIER GARCÍA MEJÍA

ASESORADO POR EL M. Sc. ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de Leon Rodriguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**REDUCCIÓN DE LA MERMA DE FIDEOS Y MATERIAL DE EMPAQUE DEL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA, PRODUCTOS ALIMENTICIOS
LA MODERNA (PALM)**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 25 de julio de 2016.

Francisco Javier García Mejía



Guatemala, 12 de octubre de 2017.
REF.EPS.DOC.714.10.17.

Ingeniera
Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Classon de Pinto:

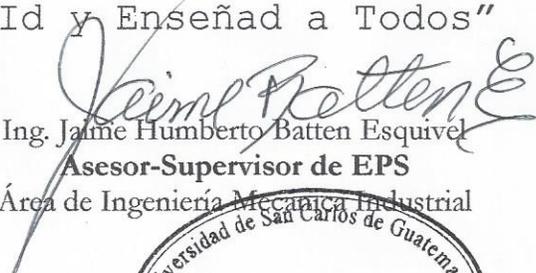
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Francisco Javier García Mejía, Registro Académico No. 200915191** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **REDUCCIÓN DE LA MERMA DE FIDEOS Y MATERIAL DE EMPAQUE DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA, PRODUCTOS ALIMENTICIOS LA MODERNA (PALM).**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



JHBE/ra



Guatemala, 12 de octubre de 2017.
REF.EPS.D.405.10.17

Ingeniero
José Francisco Gómez Rivera
Director a. i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

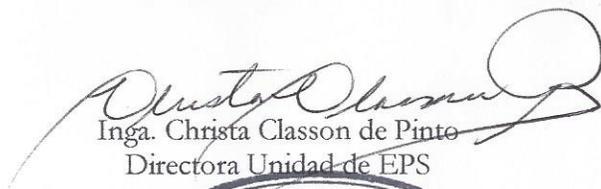
Estimado Ing. Gómez:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **REDUCCIÓN DE LA MERMA DE FIDEOS Y MATERIAL DE EMPAQUE DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA, PRODUCTOS ALIMENTICIOS LA MODERNA (PALM**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Francisco Javier García Mejía** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





REF.REV.EMI.137.017

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **REDUCCIÓN DE LA MERMA DE FIDEOS Y MATERIAL DE EMPAQUE DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA, PRODUCTOS ALIMENTICIOS LA MODERNA (PALM)**, presentado por el estudiante universitario **Francisco Javier García Mejía**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“DID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2017.

/mgp



REF.DIR.EMI.193.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **REDUCCIÓN DE LA MERMA DE FIDEOS Y MATERIAL DE EMPAQUE DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA, PRODUCTOS ALIMENTICIOS LA MODERNA (PALM)**, presentado por el estudiante universitario **Francisco Javier García Mejía**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

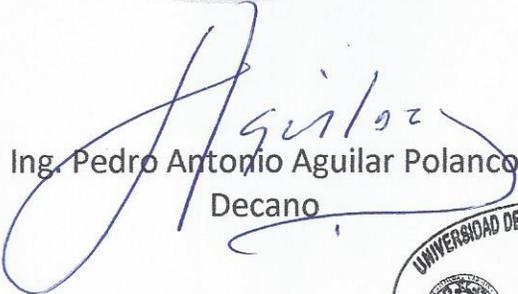


Facultad de Ingeniería
Decanato

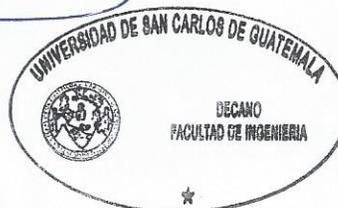
DTG. 557.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **REDUCCIÓN DE LA MERMA DE FIDEOS Y MATERIAL DE EMPAQUE DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA, PRODUCTOS ALIMENTICIOS LA MODERNA (PALM)**, presentado por el estudiante universitario: **Francisco Javier García Mejía** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, noviembre de 2017



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida y bendecirme con la sabiduría el conocimiento necesario para poder realizar todos mis sueños.
- Mis padres** Salvador García y Anelíz Mejía, por ser mi mayor ejemplo, que con amor me enseñaron todos los valores y principios que me han ayudado a ser mejor persona.
- Mis hermanos** Salvador y Cristian García, por ser una influencia importante en mi vida y por todo su apoyo incondicional.
- Mi hija** Valeria García, por ser mi ángel, mi mayor bendición y mi más grande motivación para superarme.

AGRADECIMIENTOS A:

Facultad de Ingeniería	Por brindarme las herramientas y la capacidad necesaria para desenvolverme de mejor manera en el ambiente laboral, buscando siempre el desarrollo de la sociedad y de mi país.
Mis amigos	Por su valiosa amistad y apoyo, ya que de alguna u otra manera estuvieron involucrados en la culminación de mi carrera.
Mi esposa	Por ser parte de mi vida e instarme a culminar esta etapa; también, por su apoyo y amor.
Productos Alimenticios La Moderna de Guatemala	Por permitirme realizar mi ejercicio profesional supervisado, dándome todas las herramientas y experiencia necesaria para poner en práctica diferentes métodos ingenieriles aprendidos durante la carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN.....	XXVII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA PRODUCTOS ALIMENTICIOS LA MODERNA, GUATEMALA S. A.....	1
1.1. Datos generales	1
1.1.1. Historia	1
1.1.2. Visión.....	2
1.1.3. Misión	2
1.1.4. Valores	3
1.2. Estructura organizacional	3
1.3. Políticas	5
1.3.1. Política de calidad.....	5
1.3.2. Política de seguridad industrial.....	5
1.4. Actividades actuales.....	5
1.4.1. Productos.....	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN	7
2.1. Diagnóstico de la situación actual	7
2.1.1. Análisis FODA	9

2.1.2.	Diagrama causa – raíz	11
2.1.3.	Descripción de las líneas de producción de fideos.....	13
2.1.4.	Diagrama de los procesos donde se genera la merma, cambio de moldes, trabatos y empacadoras.....	21
2.1.5.	Descripción de las empacadoras de producción	22
2.1.6.	Diagrama hombre-máquina para describir el proceso de carga y descarga de las empacadoras.....	26
2.1.7.	Diagrama de operación para el control de las líneas de producción	28
2.1.8.	Productividad actual generada por las 2 líneas de producción y empacadoras	31
2.1.9.	Historial técnico de la maquinaria	34
2.1.10.	Diagrama de operación para el ajuste de parámetros de las empacadoras	39
2.1.11.	Parámetros de las empacadoras.....	41
2.1.12.	Cantidad generada de merma en los diferentes procesos productivos	47
2.1.13.	Merma generada en el área de prensas	47
2.1.13.1.	Merma generada en el trabato u horno secador	48
2.1.13.2.	Merma generada en las desfiladoras y empacadoras.....	50
2.1.14.	Costo que genera la merma en el departamento de producción.....	51

3.	PROPUESTAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA MERMA DE FIDEOS Y MATERIAL DE EMPAQUE	53
3.1.	Herramienta six sigma	53
3.2.	<i>Lean manufacturing</i>	54
3.2.1.	Principio de aplicación de <i>lean manufacturing</i>	55
3.2.2.	Tipos de desperdicio.....	56
3.3.	Definición del plan de acción	59
3.4.	Pasos del plan de acción para la reducción de merma	60
3.4.1.1.	Procedimiento para reducir la merma de fideos y material de empaque.....	63
3.4.1.2.	Buenas prácticas de manufactura	65
3.4.2.	Propuestas para la reducción de la merma de fideos y material de empaque.....	69
3.4.3.	Diagrama de procesos con las propuestas de mejora para reducir la merma en el área de prensas, trabatos y empacadoras.....	82
3.4.4.	Disposición y diseño del lugar de trabajo para reducir la merma de producción	84
3.4.5.	Mejora del diagrama de operación para el control de las líneas de producción	85
3.4.6.	Registro de los parámetros de las empacadoras....	88
3.4.7.	Parámetros de ajuste en maquinaria	90
3.4.8.	Registro de inversión requerida para ajustar los parámetros de la maquinaria	91
3.4.9.	Cronograma de mantenimiento de los ajustes.....	92
3.4.10.	Reducción de merma en los diferentes procesos productivos	93
3.4.11.	Merma generada con las propuestas de mejora en el área de prensas	98

3.4.11.1.	Merma generada en el trabajo u horno secador	98
3.4.11.2.	Merma generada en las desfiladoras y empacadoras.....	99
3.4.11.3.	Descripción del procedimiento con base en parámetros de ajuste para reducir la merma de material de empaque	99
3.4.12.	Diagrama hombre – máquina con las propuestas de mejora para describir el proceso de carga y descarga de las empacadoras	101
3.4.13.	Productividad de las líneas 3 y 4 de producción con las propuestas de mejora	103
3.4.14.	Rendimiento de las líneas 3 y 4 de producción y de las empacadoras	104
3.4.15.	Comparación del costo que genera la merma con las propuestas para su reducción.....	106
4.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTAS PARA UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA	109
4.1.	Registro de facturas del consumo de energía eléctrica en la empresa	110
4.1.1.	Consumo de energía eléctrica en la empresa	112
4.1.2.	Tipo de lámparas utilizadas.....	112
4.1.3.	Factor potencial de las lámparas utilizadas.....	113
4.1.4.	Tipo de lámparas propuestas para disminuir el consumo de energía eléctrica	114
4.1.5.	Factor potencial de las lámparas utilizadas en la mejora	118

4.1.6.	Costo del consumo energético de las iluminarias convencionales con respecto a las propuestas de mejora.....	119
4.1.7.	Método de concientización	120
4.1.8.	Reducción mensual	121
5.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN	127
5.1.	Propuesta de capacitación	127
5.2.	Diagnóstico de necesidades de capacitación	128
5.2.1.	Objetivo	129
5.2.2.	Meta.....	129
5.2.3.	Estrategias.....	129
5.2.4.	Programación	130
5.2.5.	Metodología de trabajo	130
5.2.6.	Recurso humano	131
5.2.7.	Evaluación	132
5.2.8.	Costo de la implementación del plan de capacitación.....	134
5.3.	Resultados de la capacitación	136
5.3.1.	Análisis de resultados.....	140
	CONCLUSIONES	145
	RECOMENDACIONES.....	147
	BIBLIOGRAFÍA.....	149
	APÉNDICES	151
	ANEXOS.....	153

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama empresarial.....	4
2.	Análisis FODA.....	11
3.	Diagrama causa y efecto.....	12
4.	Partes del área de prensas, línea 3	14
5.	Formación de nidos por medio del peso	15
6.	Parte del área de prensas, línea 4	18
7.	Formación de la pasta larga.....	19
8.	Sierra o cortadora de los palos de fideos	20
9.	Diagrama de flujo del proceso de la pasta de fideos.....	21
10.	Dosificadora Ishida Multicabezal.....	23
11.	Empacadora horizontal	25
12.	Dosificador vertical.....	25
13.	Diagrama hombre-máquina del proceso productivo.....	27
14.	Diagrama (DOP) de las líneas de producción	30
15.	Productividad de las líneas hasta el mes de marzo	32
16.	Amasadora.....	35
17.	Cabezal.....	36
18.	Hornos de las líneas de producción de pastas.....	37
19.	Empacadora horizontal	38
20.	Empacadora vertical.....	38
21.	Empacadora tipo ISHIDA	39
22.	Diagrama de operación para el ajuste de parámetros de las empacadoras	40

23.	Índice de merma por reproceso	43
24.	Índice de merma generada por las líneas de producción	45
25.	Merma de bobina	46
26.	Análisis de las causas que generan la merma en el área de prensas	48
27.	Causas que generan la merma en el área de trabato u horno.....	49
28.	Causas que generan la merma de material de empaque	50
29.	Metodología six sigma	54
30.	Beneficios de aplicación <i>lean manufacturing</i>	58
31.	Serie de pasos a seguir para la reducción de merma de fideos y material de empaque en el departamento de producción	60
32.	Procedimiento para reducir la merma en producción.....	64
33.	Formato para evaluar la metodología 5S en las diferentes áreas.....	67
34.	Matriz de evaluación para ponderar el formato de la evaluación de 5S	68
35.	Sección de abertura para la ventilación de los hornos.....	69
36.	Abertura mejorada de ventilación	70
37.	Presión de inyección ideal para la deshidratación de fideo	70
38.	Presión ideal para la deshidratación	71
39.	Velocidad del variador del sin fin para homogenizar el amasado	71
40.	Modificación para mejorar la velocidad del sin fin.....	72
41.	Mantener los pesos de acuerdo a especificaciones en el ingreso del pre secado	72
42.	Colocación de charolas para recuperación de producto	73
43.	Charolas para recuperación de producto.....	74
44.	Aglomeración de producto en la salida de los secaderos	74
45.	Medidas de las diferentes charolas receptoras de mermas.....	75
46.	Proceso de extrusión por medio de moldes.....	76
47.	Proceso de extrusión etapa de cabezal	76

48.	Problemas con la evaporación de agua	77
49.	Sellado de 15 centímetros en los moldes para evitar el quemado de la pasta de fideo	78
50.	Cotización de los moldes del cabezal de la línea 4	80
51.	Cotización del cabezal de la línea 4 marca PAVAN	81
52.	Diagrama esquemático para el control de temperatura.....	82
53.	Flujograma con las propuestas de mejora para reducir la merma en el área de prensas, trabatos y empacadoras	83
54.	Diagrama de distribución en producción	85
55.	Diagrama de operaciones con las propuestas de mejora	87
56.	Ajustes controlados por parte de mantenimiento con su debido control por candados.....	90
57.	Diagrama hombre – máquina con las propuestas de prueba al vacío	102
58.	Mejora en la productividad total de las líneas de producción	104
59.	Cantidad de iluminarias en la empresa	111
60.	Lámparas fluorescentes	113
61.	Lámparas led	115
62.	Propuesta de led con dimerizado para la reducción del consumo energético	116
63.	Propuesta para sustituir las lámparas en los exteriores	116
64.	Conferencia de concientización para la reducción del consumo energético	120
65.	Calcomanía para recordar la importancia del ahorro en el consumo energético	121
66.	Amortización de la inversión de iluminarias fluorecentes	124
67.	Amortización de la inversión de iluminarias led 1	125
68.	Amortización de la inversión de iluminarias led 2.....	125
69.	Reducción en el consumo energético	126

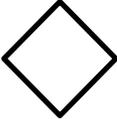
70.	Cronograma de capacitaciones	130
71.	Capacitación reducción de merma primer turno	132
72.	Herramienta de evaluación	133
73.	Proyección de gastos para capacitaciones	134
74.	Incentivo por tener un resultado satisfactorio en la capacitación	135
75.	Incentivo para la capacitación y evaluación para la reducción de la merma	135
76.	Pregunta de concientización para la reducción de merma	136
77.	Pregunta de la implementación de buenas prácticas de manufactura	137
78.	Implementación de ajuste al vacío	137
79.	Aplicación de herramienta apropiada para reducir la merma	138
80.	Implementación del programa para reducir la merma de material de empaque	138
81.	Concientización de propuesta para el cuidado del medio ambiente ...	139
82.	Producto luego de las propuestas de mejora y la capacitación al personal	139

TABLAS

I.	Estudio de tiempos en ciclo breve	29
II.	Rendimiento de la líneas de producción	33
III.	Parámetros del multicabezal ISHIDA de la I	41
IV.	Parámetros de la empacadora horizontal de la línea 4	41
V.	Índice de reproceso de los meses de enero a marzo	43
VI.	Merma generada de las líneas de producción	44
VII.	Índice de merma de material de empaque	46
VIII.	Estudio de tiempos ciclo breve, con las propuestas de mejora	86
IX.	Registro de calibración de las empacadoras	88

X.	Formato para controlar los ajustes de las empacadoras.....	89
XI.	Registro de inversión requerida para el ajuste de parámetros	91
XII.	Cronograma para la calibración de puntos de control para ayudar la forma de la figura en la pasta.....	92
XIII.	Formato para la contabilización de merma en el área de prensas.....	95
XIV.	Formato para el registro de merma en el área de empaque	96
XV.	Rendimiento de las líneas de producción en los diferentes meses....	106
XVI.	Costo mensual del consumo energético	112
XVII.	Factor de potencia y eficiencia energética de las lámparas fluorescentes y de mercurio	114
XVIII.	Factor de potencia de las lámparas led con dimerización.....	118
XIX.	Factor de potencia de las lámparas led convencional.....	119
XX.	Cantidad de iluminarias existentes en la empresa	122
XXI.	Reducción del consumo energético de las lámparas fluorescentes ...	122
XXII.	Reducción del consumo energético de las lámparas para exteriores	123
XXIII.	Registro de escolaridad.....	128

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
ACR	Análisis causa raíz.
Hz	Herz, unidad de medida que mide la frecuencia o velocidad con que se recorre un ciclo.
Kg	Kilogramo, unidad de medida de la masa en el sistema internacional.
KW	Kilowatt, unidad de medida de la potencia consumida por una iluminaria.
	Símbolo que representa proceso en el diagrama de operaciones.
	Símbolo que representa proceso en el diagrama de operaciones.
	Símbolo que representan decisiones binarias, sí o no, y se usa en los flujogramas.

GLOSARIO

Adiestramiento	Es desarrollar actitudes y conocimientos indispensables para un trabajo en específico.
Administración	Es el trabajo en un grupo establecido y coordinado para satisfacer objetivos y metas de la empresa por medio del esfuerzo humano.
Capacitación	Es una actividad sistemática, planificada y permanente cuyo propósito general es preparar, desarrollar e integrar los recursos humanos al proceso productivo.
CEDI	Es un centro de distribución con una infraestructura logística en la cual se almacenan productos y se dan órdenes de salida para su distribución al comercio minorista o mayorista. Generalmente, se constituye por uno o más almacenes.
Competencia laboral	Es la capacidad de una persona para desempeñar correctamente funciones productivas con base en estándares de calidad.

Clima laboral	Es el medio donde se desarrolla el trabajo cotidiano. La calidad de este clima influye directamente en la satisfacción de los trabajadores y, por lo tanto, en la productividad.
Efectividad	Se refiere al logro de objetivos, la relación entre resultado y expectativa.
Eficacia	Mide los resultados alcanzados en función de los objetivos propuestos.
Eficiencia	Mide los esfuerzos que se requieren para alcanzar los objetivos, el costo, el tiempo, el uso adecuado de factores materiales y humanos.
Entrenamiento	Preparación para perfeccionar el desarrollo de una actitud.
Estructura organizacional	Define muchas características de cómo se va a organizar; tiene la función principal de establecer autoridad, jerarquía, cadena de mando y mantiene un orden y control.
Factibilidad	Se refiere a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas.
Inducción	Es la orientación, ubicación y supervisión que se efectúa a los trabajadores de reciente ingreso o transferencia de personal.

Ingeniería de métodos	Es un camino que lleva al incremento de rentabilidad y competitividad de una empresa por medio de tener un tiempo mínimo de trabajo, buena calidad y un costo óptimo por medio de procedimientos sistematizados.
Misión	Declara qué tipo de programas e iniciativas impulsarán la organización para aproximarse a la visión; se describe lo que se hará, por quién, para quién, para qué y por qué.
Norma	Es la regla que se establece con el propósito de regular comportamientos y así procurar mantener un orden.
Plan de acción	Constituye una guía que brinda una estructura que permite priorizar iniciativas más importantes para cumplir con ciertos objetivos y metas.
Planeación	Es prever el futuro, identifica los objetivos y establecer los planes de acción para conseguirlos, mediante recursos, plazos, etapas y mediciones.
Planificación estratégica	Es un proceso sistemático de desarrollo e implementación de planes para alcanzar propósitos y objetivos.

Política	Es una declaración de principios generales que la empresa u organización se compromete a cumplir, en esta se dan una serie de reglas y directrices básicas acerca del comportamiento que se espera de sus empleados.
Procedimiento	Establece un método habitual de mejorar actividades futuras, es una guía de acción y detalla la forma como ciertas actividades deben cumplirse.
Programas	Son un conjunto de metas, políticas, procedimientos, reglas, tareas, recursos para llevar a cabo un curso de acción.
Regla	Explica con claridad las acciones requeridas o las acciones que no se deben llevar a cabo, sin permitir la discreción de esto.
Salud mental	Es el estado de equilibrio entre una persona y su entorno socio-cultural, que garantiza su participación laboral, intelectual y de relaciones para alcanzar un bienestar y calidad de vida.
Simulacro	Representación de algo, forma parte de medidas de prevención para evitar efectos colaterales.

Valores	Son convicciones profundas de los seres humanos que determinan una manera de ser y orientan su conducta; son creencias fundamentales que ayudan a elegir.
Viabilidad	Tiene la posibilidad de llevarse a cabo o concretarse gracias a sus circunstancias o características.
Visión	Tiende a ser más gráfica y abstracta, pinta una escena de realización ideal en el futuro; la declaración de visión proporciona una inspiración.

RESUMEN

El siguiente ejercicio profesional supervisado trata sobre cómo lograr que una empresa sea más competitiva, mejorando su rentabilidad con la reducción de los costos innecesarios que evitan que determinado producto sea competitivo en precio, calidad y servicio.

Se empieza con evaluar la situación actual de la empresa con el uso de la herramienta de diagnóstico FODA que permite evaluar el entorno interno y externo de una manera macro; esto permite sectorizar el problema hacia un área o departamento; como apoyo a la herramienta FODA se utiliza un método llamado CAME que realiza intersecciones entre los ejes del FODA, lo cual permite identificar una estrategia para mejorar dicho problema.

El método CAME provee de una estrategia ofensiva que se da cuando los ejes de fortaleza y oportunidad se unen para realizar el plan de acción, estrategia de reestructuración que se da cuando se mejoran las debilidades para aprovechar las oportunidades, luego están las defensivas y las de supervivencia; las dos primeras más importantes para mejorar la competitividad.

Para conocer la raíz del problema se utiliza una herramienta de diagnóstico más enfocada a resolver la causa principal del problema: Ishikawa; y junto a la técnica de las 6 M se evalúa la división del departamento que genera la causa más influyente del problema; esta herramienta junto a la técnica 6 M direcciona al enfoque de solución que tomará el equipo multidisciplinario.

Luego del diagnóstico delimita el problema, en este caso, el factor de control de las mermas que se pueden tener y qué influencia negativa da, por consiguiente, en la rentabilidad del producto en el departamento de producción; al separar las fases, involucradas con la técnica 6 M se pueden obtener las siguientes fases: materia prima, mano de obra, maquinaria, medio ambiente, mediciones, métodos.

Con el desglose de las fases involucradas en el proceso, se propone, junto con un equipo multidisciplinario, diferentes soluciones ingenieriles; en el caso de la materia prima, el molino de Mexicali provee de sémola de trigo durum con altos estándares de calidad y con un respaldo de garantía.

Con la mano de obra, se encuentra la problemática en el nivel de escolaridad y la falta de motivación de los colaboradores lo que provoca un bajo desempeño en sus tareas; con el nivel de escolaridad se busca crear un programa de alfabetización por lo que se implementa el proyecto Empresa-Escuela con el aval del Liceo Canadiense, el cual ofrece a los colaboradores un camino por el cual se pueden superar académica y profesionalmente.

Para la motivación de los colaboradores, se implementa un estatus con referencia a su nivel de escolaridad y el reconocimiento del empleado del mes que se premia con una retribución monetaria; se logra de esta manera tener a los colaboradores motivados y en un buen clima laboral.

En el caso de la maquinaria se tienen tres líneas de producción: la línea uno trabaja con 94,68 % de rendimiento; la línea dos está inactiva desde 2015 cuando se cambió por la línea cuatro; la línea tres tiene un rendimiento de 74,85 % y la línea cuatro de 84,67 %; el objetivo primordial es lograr que la líneas tres y cuatro trabajen con el mismo rendimiento que la línea uno.

El tiempo de las líneas de producción oscila entre los 27 y 40 años lo que provoca que los problemas de mantenimiento y ajustes tengan variabilidad que afecta directamente a la continuidad del proceso productivo; para evitar esta variabilidad, se controlan los parámetros y se cambia el mantenimiento correctivo por el preventivo o concurrente; en el tema de los moldes y de algunas piezas de la maquinaria que se encuentran muy deterioradas por el uso y antigüedad, se propone cambiarlos por nuevos hasta tener unas líneas de producción de última generación, con el ahorro que se tiene por año de la reducción de merma.

Entre los ajustes de las maquinarias, se crean una serie de propuestas que se trabajan de manera concurrente para disminuir el factor de control de las mermas que, a su vez, se resume en la reducción del costo de producción generado por mermas y reproceso; entre las propuestas están: fabricación de charolas para la recepción de merma generada por los cabezales o moldes; reducir la abertura de ventilación del horno secador para evitar fugas de calor y un secado discontinuo; mantener la presión de inyección de agua caliente en la tubería entre 60 a 65 psi que ayuda a la deshidratación del producto y mejoran la consistencia, forma y solidez; aumentar la velocidad del sinfín de las cajas de amasado a 43,06 Hz; controlar la pérdida de humedad en el peso, que es aproximadamente de 6 gr en el ingreso al horno y la salida del secadero.

Otros ajustes que se hicieron en la fase de maquinaria fue reducir la medida del molde para evitar que el producto que estuviera muy pegado a la pared del horno se quemara y cambiar las tuberías para que la línea cuatro no estuviera compartiendo la presión con otra maquinaria para aumentar el flujo constante de calor.

En la fase de medio ambiente se optó por trabajar producción más limpia que contempla dos partes: la merma de fideo y material de empaque y el consumo energético. La merma de fideo se vende al consumo animal y la merma de empaque a una empresa recicladora; también, se contempla la reducción del consumo energético por medio de la concientización y el cambio de 438 iluminarias convencionales a unas iluminarias led para el ahorro del consumo en kw/hr.

En la fase de métodos, se realizan procedimientos cuya finalidad es estandarizar los pasos y la toma de decisiones para que el proceso productivo sea más competitivo en calidad, precio y servicio. En esta fase, también, se utiliza la capacitación y el entrenamiento que permite perfeccionar la actitud y el conocimiento en el desarrollo del producto.

La fase de mediciones se controla por medio del programa BAAN, un sistema operativo en donde se inician: materia prima utilizada, horas trabajadas, paros diarios y kilos de fideos producidos; este sistema provee de los indicadores que mes a mes tendrán que ser controlados para no tener ninguna variabilidad en las fases y verificar si los controles implementados están siendo utilizados correctamente.

OBJETIVOS

General

Disminuir la merma de fideos y el material de empaque por medio del uso de diferentes métodos de ingeniería aplicados al departamento de producción.

Específicos

1. Mejorar la productividad de las líneas 3 y 4 con propuestas de ingeniería aplicadas a la reducción de merma de fideo y material de empaque.
2. Diseñar el lugar de trabajo con métodos de ingeniería y de ergonomía para reducir la merma de fideo en el área de prensas, trabatos y empacadoras.
3. Proponer diferentes métodos aplicables de ingeniería para reducir la merma de fideos y el material de empaque.
4. Controlar los parámetros de ajuste en las maquinarias para que trabajen eficientemente para obtener las menores mermas posibles.
5. Mejorar la eficiencia de las líneas con la reducción de reprocesos generados por las mermas de fideos y material de empaque.
6. Concientizar a los colaboradores de la importancia de cuidar el medio ambiente y el entorno por medio de reducir el consumo energético.

INTRODUCCIÓN

Productos Alimenticios La Moderna de Guatemala es una empresa dedicada a la producción de diferentes tipos de fideos y a la distribución de una amplia gama de productos de importación: galletas, salsas, fideos integrales, harinas, botanas y galletas.

En la actualidad, surge la necesidad de realizar el control y la evaluación de las tres líneas de producción y de las 3 empacadoras donde existen diferentes factores que disminuyen la producción de fideos.

Se realiza la evaluación del proceso productivo y de sus operaciones para verificar los fallos en los procedimientos o técnicas establecidas que afecten directamente a la producción de fideos; se realizan las acciones correctivas, preventivas y de supervisión para reducir las mermas de producción y asegurar los altos estándares de producción y de calidad.

Mediante diferentes métodos de ingeniería, se busca la reducción de la merma de fideos y material de empaque en el departamento de producción de la empresa, Productos Alimenticios La Moderna (PALM).

El trabajo que se presenta indaga sobre la problemática provocada por la merma en la producción y el material de empaque originada principalmente por las siguientes causas: mantenimiento de moldes, recuperación de excedentes, paro en el sistema eléctrico, incremento de la humedad, malas prácticas de manufactura y desajuste en parámetros de las empacadoras; las más afectadas son las líneas dos y tres, respectivamente.

Para solucionar dicha problemática se utilizan diferentes métodos y técnicas de ingeniería en la recopilación de datos, verificación y control de los procesos; a partir de los antecedentes, modificar y actualizar los procedimientos con los diferentes métodos planteados para desarrollar una mejora continua hasta el punto de reducir la mayor cantidad de merma.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA PRODUCTOS ALIMENTICIOS LA MODERNA, GUATEMALA S. A.

1.1. Datos generales

Productos Alimenticios La Moderna de Guatemala es una empresa filial con valores bien fundamentados en la calidad, que se dedica a la realización de pastas de fideos en sus diferentes figuras de pasta larga, corta y nido para distribuirlo en Guatemala, Centroamérica, Estados Unidos y El Caribe.

1.1.1. Historia

La Fábrica de Pastas Alimenticias La Moderna es fundada en 1920 cuando los hermanos Vendrel de origen español se asociaron con Alberto A. Henkel para iniciar una pequeña fábrica de pastas.

El 1 de junio de 1959 adquieren dicha fábrica en sociedad los señores Luis Dosal (que fallece a los 24 días), Carlos Scougall y Eduardo Monroy Cárdenas quien queda al frente de la Dirección General. Carlos le vende su parte a Eduardo, que con 33 años de edad toma el control total de la compañía. A base de esfuerzo, cuidado en la calidad de producción y esmerado servicio, La Moderna fue conquistando los mercados del estado de Hidalgo y de la región del bajío mexicano y, a la vez, se expandió al estado de México y su zona limítrofe. El lema de la compañía era excelencia de sabor y garantía de calidad.

El secreto del buen servicio consistía en realizar un arduo trabajo. El mercado fue creciendo, lo que requirió la contratación de agentes de ventas

para continuar brindando el servicio personalizado. Desde esa época se fijó como estrategia empresarial mantenerse a la vanguardia tecnológica, adquirir maquinaria de última generación, renovar constantemente los equipos de producción y asesorarse por especialistas en pastas de prestigio mundial.

En 2001, se inicia La Moderna en Guatemala por medio de Pastas Capri de Guatemala, la cual funcionaba como un canal de distribución a toda Centroamérica; desde el año 2005 se adquiere dicha empresa cambiándole el nombre a La Moderna de Guatemala (PALM) la cual funciona hasta el día de hoy con los más altos estándares de calidad e inocuidad alimenticia con el respaldo de la certificación de British Retail Consortium (BRC).

1.1.2. Visión

“Tener un portafolio de productos alimenticios, competitivos en calidad, precio y servicio buscando diversificar los mercados de nuestros productos en el mundo teniendo como meta ser líderes en donde participamos”.¹

1.1.3. Misión

“Producimos y comercializamos alimentos, con calidad total e innovación, satisfaciendo permanentemente las necesidades de nuestros consumidores, clientes, proveedores, colaboradores y accionistas. Buscando generar valor agregado en beneficio de todos y de la sociedad en general, en un marco de desarrollo sustentable, comercio justo, cumpliendo con las leyes vigentes y con principios éticos universales”.²

¹ Productos Alimenticios La Moderna S. A. Consulta: 1 de abril de 2017.

² Ibíd.

1.1.4. Valores

Los valores son convicciones profundas de los seres humanos que determinan una manera de ser y orientan su conducta a elegir una manera de actuar, los valores que la empresa practica se resumen en TABLEX.

- “Trabajo: estamos convencidos de que la prosperidad, la felicidad y el éxito solamente se obtienen recorriendo el camino del trabajo.
- Administración: la capacidad de nuestra gente para administrar los recursos materiales, financieros y tecnológicos dan como resultado la obtención y logro de metas y objetivos trazados.
- Buena fe: actuando siempre con buena fe se podrán salvar los obstáculos y los problemas que se presenten en la vida por grandes que estos puedan parecer.
- Lealtad: una de las mayores virtudes del ser humano. Nosotros queremos ser leales a nuestros principios, a nuestros ideales, a nuestros semejantes y sobre todo leales a nosotros mismos.
- Excelencia: no podemos conformarnos con lo bueno, tenemos que dar ese esfuerzo adicional, para alcanzar la excelencia en todo lo que hagamos: desde los procesos industriales, los productos que fabricamos, el servicio que brindamos a nuestros clientes, los registros contables, las responsabilidades con nuestro país y el cuidado del medio ambiente”.³

1.2. Estructura organizacional

Define muchas características de cómo se va a organizar; tiene la función principal de establecer autoridad, jerarquía, cadena de mando, orden y control.

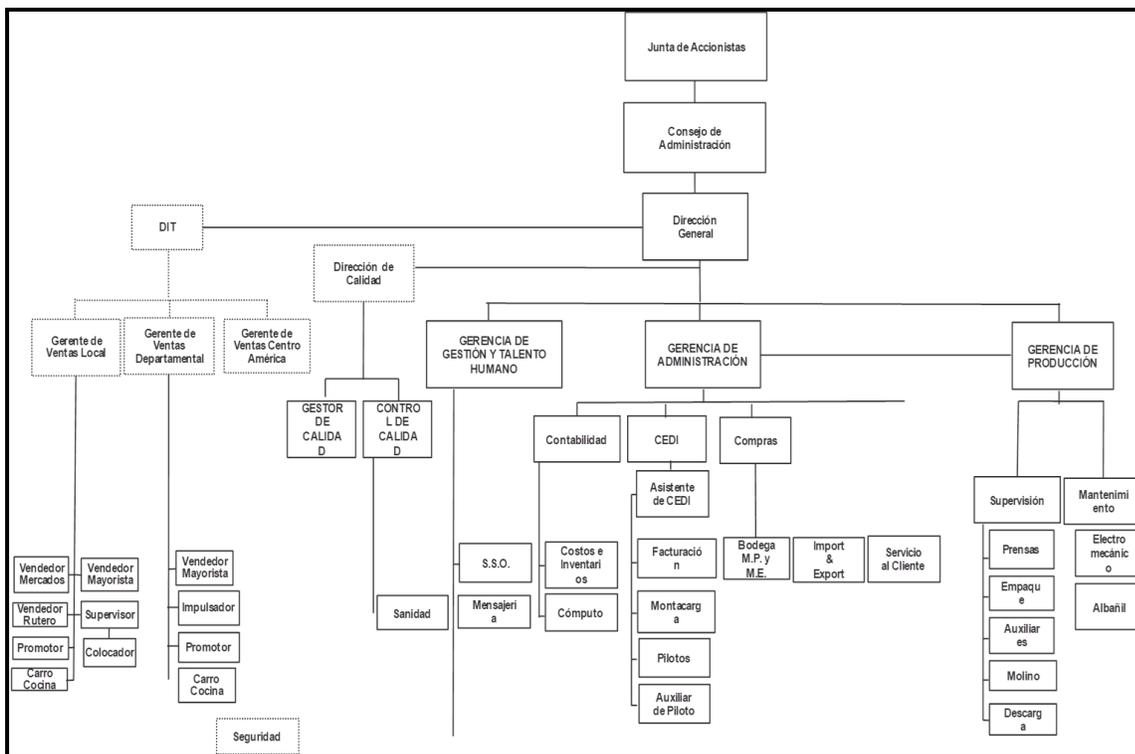
³ Productos Alimenticios La Moderna S. A. Consulta: 1 de abril de 2017.

La estructura organizacional es la división de todas las actividades de una empresa que se agrupan para formar áreas o departamentos que establecen autoridades, que a través de la organización y coordinación buscan alcanzar objetivos.

El organigrama es la representación gráfica de la estructura de una empresa o una institución donde se muestran las relaciones entre sus diferentes partes y la función de cada, y de las personas que trabajan en esta.

El organigrama que se presenta en la figura 1, por su estructura organizacional, es de naturaleza macroadministrativo con separación por departamentos específicamente integral, con forma vertical de sus funciones.

Figura 1. Organigrama empresarial



Fuente: elaboración propia.

1.3. Políticas

Las políticas son guías que permiten orientar las acciones y los lineamientos generales para la toma de decisiones; las políticas son criterios generales de ejecución que complementan el logro de los objetivos y facilitan la implementación de las estrategias.

1.3.1. Política de calidad

Elaborar productos alimenticios sanos e inocuos que satisfagan las necesidades de nuestros clientes y cumplan sus requisitos; comprometidos con la mejora continua, con el desarrollo y la seguridad de nuestro personal y contribuyendo al mejoramiento del medio ambiente.

1.3.2. Política de seguridad industrial

“Lo más valioso de Grupo La Moderna son nuestros(as) colaboradores(as), vemos los esfuerzos en seguridad como una inversión, no como un gasto”.⁴

1.4. Actividades actuales

Esta empresa transnacional se dedica principalmente a la elaboración de pastas de fideos, harinas panificables, galletas y pellets cumpliendo con las necesidades del mercado y con la calidad del producto y servicio.

⁴ Productos Alimenticios La Moderna S. A. Consulta: 1 de abril de 2017.

1.4.1. Productos

Con un sistema de calidad desde la materia prima que se produce hasta el producto terminado; conforme el tiempo fueron encerrando todo el sistema logístico desde la producción de materia prima hasta la elaboración de los diversos productos y su distribución que abarca Texas Estados Unidos, México, El Caribe y Centroamérica.

En la actualidad, PALM Guatemala se dedica a la producción de pastas de fideos de diferentes figuras y la distribución y comercialización de galletas, harinas panificables y pellets para toda Centroamérica y Estados Unidos, siempre con el alto estándar de calidad e inocuidad para garantizar una alimentación segura y saludable.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN

2.1. Diagnóstico de la situación actual

Desde 2005, cuando la empresa pasa de ser productos Capri a Productos Alimenticios La Moderna, se hacen diferentes cambios, se mejoran muchos procedimientos y procesos, por medio de la adquisición de nuevos equipos tecnológicos y una mejora en el producto: materia prima vitaminada, 100 % sémola de trigo durum y la implementación del departamento de Control de Calidad.

Desde entonces (PALM) se enfoca en tener un portafolio de productos alimenticios, competitivos en calidad, precio y servicio que buscan diversificar los mercados de los productos en el mundo, su meta es ser líderes en cualquier lugar.

Con una política de calidad bien estructurada para realizar productos alimenticios sanos e inocuos que satisfagan las necesidades de los clientes y cumplan sus requisitos; comprometidos con la mejora continua, con el desarrollo y seguridad del personal y que contribuya al mejoramiento del medio ambiente.

Debido a esas inversiones en certificaciones, procesos y procedimientos, para cumplir con la política de calidad, se tiende a incrementar el costo para ser competitivos en precio y cumplir con la visión de la corporación se trata de

reducir todas las pérdidas innecesarias que se visualizan en las siguientes áreas: producción, compras, almacenamiento (CEDI) y mantenimiento.

De acuerdo al diagnóstico situacional, se plantea solucionar los problemas en el área de producción se genera la mayor variabilidad en los costos de producción que se pueden reducir para ser más productivo el proceso.

En el planteamiento del problema se delimitaron varias opciones de mejora:

- Reducir la merma de material de empaque de las bobinas empacadoras.
- Reducir la merma que se genera por el cambio de moldes, paros de línea y limpieza de las amasadoras.
- Reducir el consumo de combustible en general (calderas).
- Reducir el consumo de energía eléctrica.
- Control de refacciones de mantenimiento en la bodega de compras.
- Variaciones de pesos en las líneas de producción.

Reducir la merma de fideos y material de empaque es la opción que mayor variabilidad agrega a los costos innecesarios de la empresa; por lo tanto, se trabaja en métodos y reformas ingenieriles para disminuir esa variabilidad y generar más productividad a la empresa.

La empresa cuenta con 4 líneas de producción que se distribuyen de la siguiente manera:

- Línea 1: es la encargada de producir figuras cortas: tornillo, codo, caracol, corbatín, etc. Su producción en promedio es de 600 kilos por hora, con un rendimiento promedio de 93,83 %.

- Línea 2: esta línea dejó de producir en 2015, porque fue reemplazada por la línea 4.
- Línea 3: es la encargada de producir la figura nido: pelo rosca, el entrefino y el fettuccini. Su producción en promedio es de 300 Kilos por hora, con un rendimiento promedio de 74,62 %.
- Línea 4: es la encargada de producir la pasta larga de fideo, esta línea tiene un año de estar en funcionamiento, se instaló para producir más fideo de esta clase y mejorar el tiempo de entrega de los pedidos. Su producción promedio es de 1 000 kilos por hora, con un rendimiento promedio de 83,98 %.

Se analizan las líneas 3 y 4 que por condiciones mecánicas o de operación son las que generan más merma; luego, se compara con la línea 1 que es la línea que mejor trabaja, para estandarizar la operación y mejorar los rendimientos; todos los métodos ingenieriles deberán de lograr reducir la merma de las líneas 3 y 4 para ser reflejados como un ahorro en los costos de producción y una mejora en los rendimientos generales de la maquinaria.

2.1.1. Análisis FODA

Es una herramienta de estudio de la situación de una empresa o un proyecto; analiza sus características internas (debilidades y fortalezas) y su situación externa (amenazas y oportunidades) en una matriz cuadrada.

Esta herramienta sirve para tener información del presente de la empresa y definir las estrategias para modificar y solucionar diversos problemas, con base en sus ventajas competitivas. El análisis consta de cuatro pasos:

- Análisis externo
- Análisis interno
- Confección de la matriz FODA
- Determinación de la estrategia a emplear

La organización no existe ni puede existir fuera de un entorno; el análisis externo permite fijar las oportunidades y amenazas que el contexto puede presentarle a una organización.

Los elementos internos que se deben analizar durante el análisis corresponden a las fortalezas y debilidades que se tienen respecto a la disponibilidad de recursos de capital, personal, activos, calidad de producto, estructura interna y de mercado, percepción de los consumidores, por mencionar algunos.

El análisis interno permite fijar las fortalezas y debilidades de la organización con un estudio que permite conocer la cantidad y calidad de los recursos y procesos del ente.

Para realizar el análisis FODA se utiliza la siguiente metodología: se reúne un grupo multidisciplinario interno para recopilar diferentes puntos de vista e información útil en el análisis; se realiza una lluvia de ideas y se delimitan aquellas ideas que son más significativas para realizar y analizar la matriz.

Figura 2. **Análisis FODA**

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	<ul style="list-style-type: none"> • Empresa con amplio respaldo corporativo • Líder en el mercado mexicano • Marca ampliamente reconocida a nivel mundial • Varios años de existencia en el mercado • Certificaciones en BRC • Empresa con amplia responsabilidad en calidad • Amplia gama de productos • Nuevos productos 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de producto muy alto • Costos de operación innecesarios • Producto independiente no comprendido en la canasta básica • Publicidad solo en el área de México • No existe un departamento de mercadeo y servicio al cliente en Guatemala
OPORTUNIDADES	ESTRATEGIAS PARA MAX. G Y MAX. O	ESTRATEGIAS PARA MIN. D Y MAX. O
<ul style="list-style-type: none"> • Nuevas tecnologías en líneas de producción para fideos • Mercados emergentes que agreguen fideos a su consumo • Tratado de comercio en los diferentes países • Respaldo de calidad de la marca La Moderna, por medio de su certificación con BCR. 	<ul style="list-style-type: none"> • Con los nuevos productos garantizar la satisfacción de otras necesidades insatisfechas • Optimizar los procesos contando con la más amplia tecnología • Asegurar la calidad de los productos, vendiendo siempre lo mejor 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir los gastos innecesarios para disminuir los costos de producción y brindar un mejor precio y volverlo más competitivo para los diversos mercados
AMENAZAS	ESTRATEGIAS PARA MAX. F Y MIN. A	ESTRATEGIAS PARA MIN. D Y MIN. A
<ul style="list-style-type: none"> • Amplia competencia en Guatemala • Cultura de consumo de fideos en Guatemala • La percepción de que la pasta engorda • Impuestos de importación de aumento para la materia prima • Plagas como gorgojos de trigo, ratas y carcoma • Cambio climático, que afecta la materia prima en calidad y proliferación de plagas • Clientes fluctuantes, por motivo de competencia y precio • Requerimiento de normas o mercados más exigentes nacionales e internacionales 	<ul style="list-style-type: none"> • Enfocarse más en la calidad para tener un respaldo de seguridad alimenticia en la mente de los consumidores • No cambiar la cultura, sino que tratar de apegarse a las diferentes comidas con recetas que utilicen los productos • Tener un control de trazabilidad desde la materia prima hasta nuestro consumidor final para resguardar a los clientes, y garantizar la atención inmediata • Recertificarse con los más altos estándares • Tener diferentes técnicas de cultivo y proveedores de materia prima para garantizar siempre la calidad e ingredientes del producto 	<ul style="list-style-type: none"> • Tener un departamento de servicio al cliente para brindar un mayor respaldo a todos los clientes y no perderlos • Reduciendo las pérdidas y gastos innecesarios, invertir en un departamento de mercadeo para aumentar la publicidad en el área de Guatemala y Centroamérica • Invertir de manera adecuada proyectos para la mejora continua y poder elevar los estándares de recertificación

Fuente: elaboración propia.

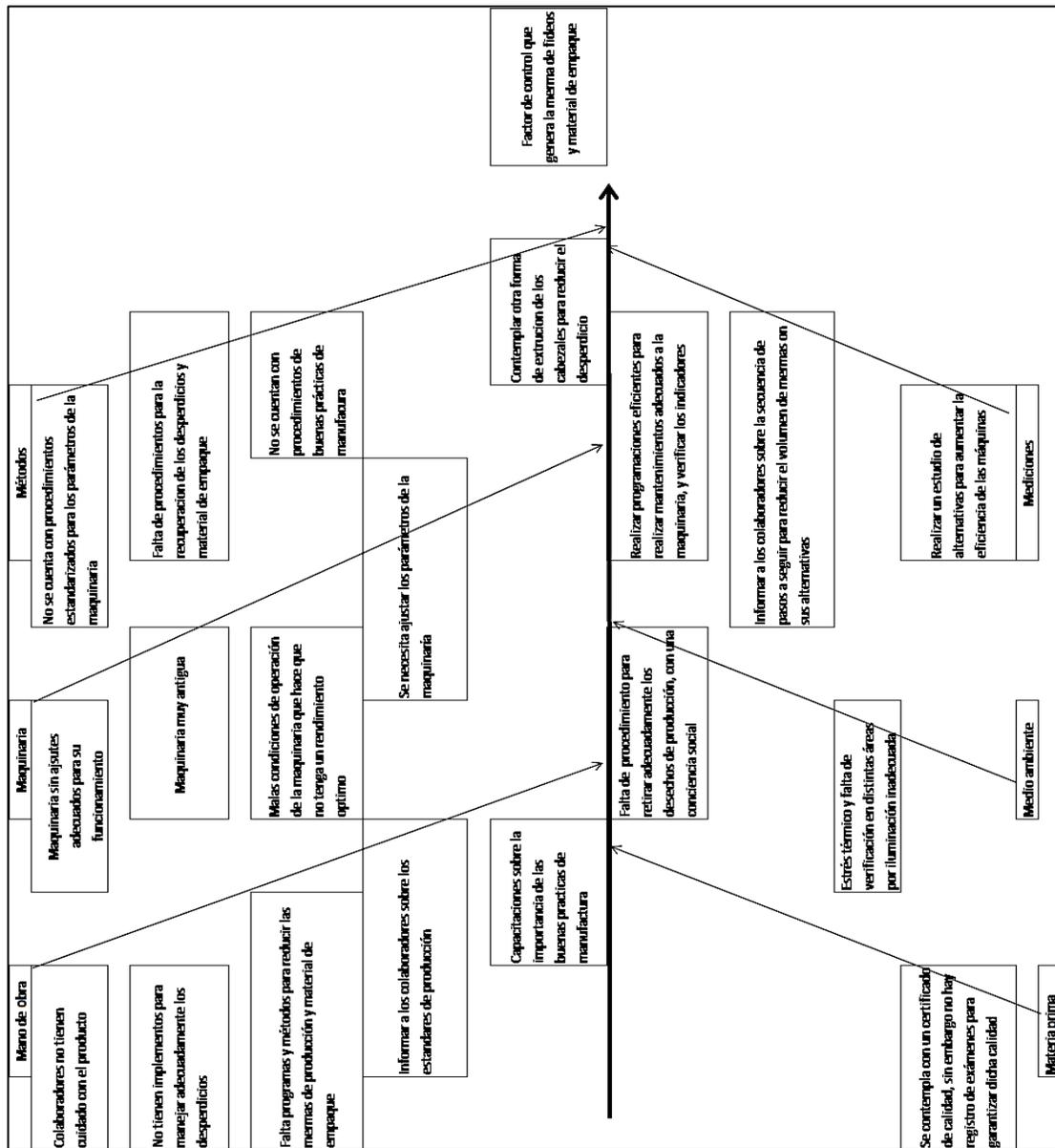
2.1.2. **Diagrama causa – raíz**

Es un método para la resolución de problemas que intenta evitar la recurrencia de un problema o defecto a través de identificar sus causas. Existen varias medidas efectivas que abordan las causas raíz de un problema, por lo tanto, es un proceso reiterativo y una herramienta para la mejora continua.

Esta metodología es usada normalmente en forma reactiva para identificar la causa de un evento, revelar problemas y resolverlos. El análisis se

realiza después de ocurrido el evento. Con un buen entendimiento de los ACR permite que la metodología sea preventiva y pronostica eventos probables antes de que sucedan.

Figura 3. Diagrama causa y efecto



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

2.1.3. Descripción de las líneas de producción de fideos

- Línea 3

La línea 3 es un modelo galliera Veneta fabricada en Italia, es especial para la realización de fideo con forma de nido.

La máquina emplea un método diferente para el transporte de los nidos durante la etapa de secado. Después de la extrusión, la pasta se coloca en las tazas o vasos los cuales los llevan por el proceso de presecado y secado; este sistema ayuda a que el nido no pierda su forma y permanezca rígido al pasar a la banda transportadora.

La línea 3 tiene 40 años de estar en funcionamiento, por tal razón, tiene muchos problemas en el cabezal, la presión, la temperatura y el mecanismo de transporte del nido; el mantenimiento se hace frecuentemente y en la mayoría de los casos es un mantenimiento correctivo, debido a que no hay programas de mantenimiento preventivo.

Estos problemas hacen que la maquinaria tenga un bajo rendimiento debido a que deben estar parando la máquina para hacer las correcciones y tarda un tiempo para que la máquina vuelva a sus condiciones de operación.

La línea 3 se divide en diferentes áreas: prensas, presecado y secado.

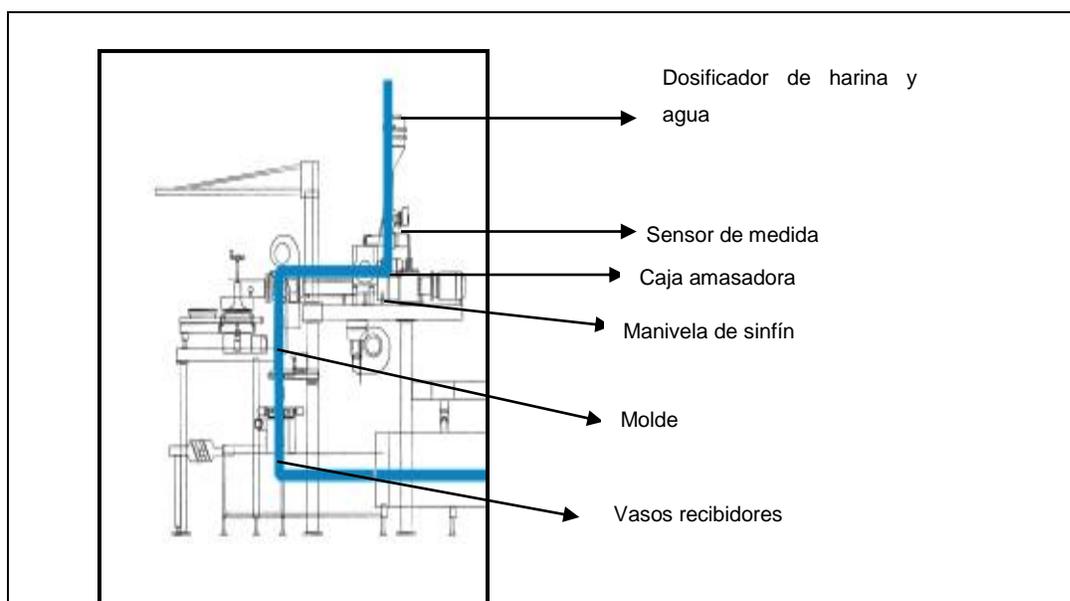
- Prensas

Esta área es un tanque de 4,5 metros cúbicos, las paletas giran lentamente y el dosificador inyecta sémola 100 % trigo durum y agua; se

mezclan los ingredientes hasta que se consigue una hidratación óptima, lo que permite que la matriz de gluten dé la forma requerida o de masa propia del fideo de un color amarillento.

Luego de este proceso, pasa por el cabezal que es un sinfín con molde; por medio del proceso de extrusión se logran crear las diferentes figuras con las que se conoce el fideo; en esta área la deficiencia es la merma que se genera en el cabezal; debido al tiempo de uso, el cabezal está desnivelado y ya no cuenta con las condiciones ideales; por la presión, mucha de la masa sale por los costados convirtiéndose en merma.

Figura 4. **Partes del área de prensas, línea 3**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Los vasos receptores son rodillos de laminado colocados debajo de la cabeza de extrusión del nido dispositivo que, con 12 ó 24 tubos instalados directamente debajo de la matriz de prensas, son los encargados de transportar

el nido con mucho cuidado por los hornos secaderos; en esta área se produce mucho problema del pozol debido a que por la falta de mantenimiento los tiempos están desfasados. Son tubos de transporte de material alimentario transparente para el control de la longitud de las tiras de pasta.

Figura 5. **Formación de nidos por medio del peso**



Fuente: *Formación de nidos por medio del peso*. <http://www.pavan.com/en/product/dry-pasta/nest-shaped-nidomatic>. Consulta: 1 de abril de 2017.

- Control del peso

Situado debajo de la máquina de formación de nidos, este dispositivo comprueba el peso de los nidos.

- Presecadora

Estructura de acero inoxidable con unidades de ventilación diseñada específicamente para mantener los nidos en su forma ideal. Equipado con

controles independientes para regular automáticamente la temperatura y la humedad.

- Secador de TAS

Dividido en tres secciones independientes: la etapa de presecado continúa en la primera zona; en la segunda área principal, el proceso de secado se lleva a cabo y la tercera sección se utiliza para la estabilización.

- Unidades de descarga

Los nidos son descargados en grupos de 4, 6 u 8 unidades de envases dispuestos en bandejas o película termosellada. Después de descargar, los vasos vacíos son devueltos a la máquina de formación de nidos para repetir el ciclo.

- Línea 4

La línea 4 es de la marca PAVAN modelo SPL-M/D2R fabricada en Italia, es especial para la realización de fideo con corte largo/nivel individual, es una máquina de segunda comprada a una filial del grupo La Moderna.

La línea de producción tiene una antigüedad de 27 años, los principales problemas de esta línea son: la fuga de masa en los cabezales y debido a que el área no está diseñada para la maquinaria, tiene mucho problema con los cambios de temperatura y mantener la presión constante para que haya un porcentaje de humedad correcto para que el producto tenga excelentes propiedades organolépticas.

Otro de los factores que influye en la generación de merma de la línea son los desajustes del mecanismo lo que provoca que las cañas se traben constantemente y que la operación no sea contante lo que baja el rendimiento de la maquinaria y provoca merma por los cambios de temperatura.

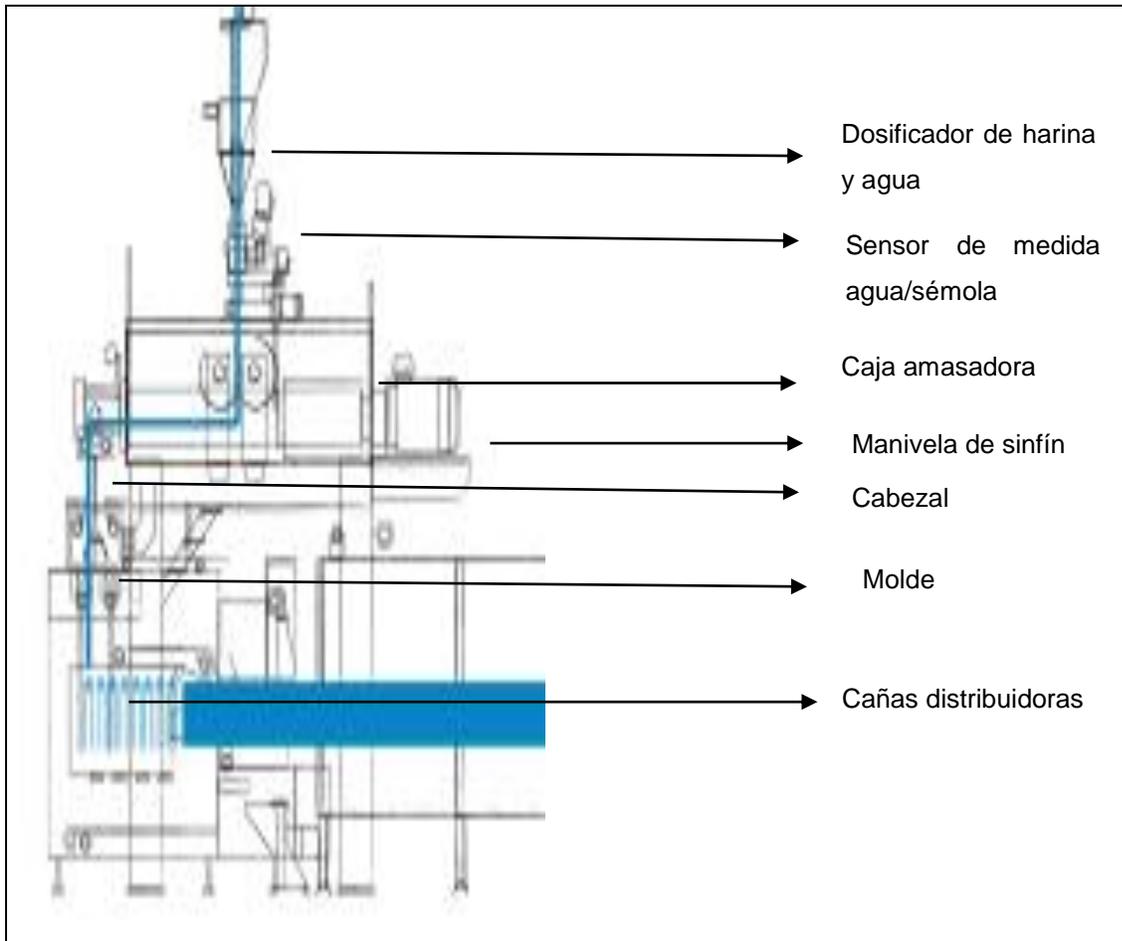
- La línea 3 se divide en diferentes áreas: prensas, presecado y secado.
 - Prensas

Esta área es conformada por un tanque de acero inoxidable con sensor de nivel de masa. El proceso se lleva a cabo bajo vacío a baja temperatura. Gracias a la lenta rotación de las paletas de mezclado, la matriz de gluten no se somete a la tensión mecánica y el producto mantiene una excelente elasticidad.

En esta área se mezcla, por medio del dosificador, la sémola 100 % trigum durum y el agua a una temperatura que puede variar entre 30 °C a 40 °C; el tanque tiene una capacidad de 9 metros cúbicos de masa por cada 10 min, esta es la máquina que tiene mayor capacidad de producción, pero no es aprovechada por todos sus mantenimientos correctivos.

El mayor problema en esta área la representan: las fugas en los cabezales, debido al uso excesivo, los moldes ya no quedan nivelados y provoca, por la fuerza de extrusión, que la masa salga por esas fugas; en esta etapa se genera mucha merma debido al nivel de producción que es significativo.

Figura 6. **Parte del área de prensas, línea 4**



Fuente: elaboración propia, empleando Auto CAD.

En esta línea el sistema que se utiliza para trasladar el producto a los hornos secadores es un mecanismo de cadenas y cañas de acero inoxidable; en este sistema el desajuste o desfase del mecanismo con las cañas provoca que las cañas se traben o se caigan lo que provoca que se pierda 5 kg de producto de 2 a 6 veces por día.

Figura 7. **Formación de la pasta larga**



Fuente: *Formación de pasta larga*. <http://www.pavan.com/en/product/dry-pasta/long-cut-single>.

Consulta: 5 de abril de 2017.

- Presecadora

El presecador elimina el agua de la capa más externa de la pasta y se prepara el producto para la etapa de secado subsiguiente; en este caso son serpentinas que hacen sudar a la pasta de fideo para deshidratarlo; el mayor problema es el nivel de temperatura ya que al no estar establecido para diferentes condiciones no se estabiliza apropiadamente y hace que la pasta de fideos tenga problema en la deshidratación.

- TAS secador

Cada sección de esta máquina está equipada con unidades de ventilación, intercambiadores de calor y estaciones de extracción de aire con el fin de asegurar la temperatura y la humedad; en esta área el mayor problema se debe a la falta de presión debido a que el área no estaba diseñada para una maquinaria de ese tipo, la caldera no se da abasto y delimita mucho la

temperatura, que provoca que el fideo salga con problemas de humedad o quemado por el exceso de calor o falta de ventilación.

- **Enfriador**

Disminuye la temperatura de la pasta antes de la etapa de envasado. En esta área, como en las anteriores, se da el problema recurrente de trabado y caída de cañas debido a que cuando cambian de nivel el desfase o desajuste que no caigan en los agarradores de las cadenas, y que provocan que caigan dentro del horno o en el suelo.

- **Unidad de la sierra Stripper**

Este dispositivo se encuentra antes del área de empaqueo y su función es cortar los fideos en la longitud estándar para que pasen por los carrillones de empaque.

Figura 8. Sierra o cortadora de los palos de fideos



Fuente: *Cortadora de los palos de fideos*. <http://www.pavan.com/en/product/dry-pasta/long-cut-single-tier>. Consulta: 6 de abril de 2017.

El proceso con que se realiza la pasta inicia en las amasadoras donde se mezcla la sémola de trigo durum, proveniente de los silos de almacenaje, con el agua purificada que viene de las calderas y filtros a una temperatura entre los 30 °C y 40 °C, luego, pasa por las prensas donde hace el proceso de extrusión, la etapa que forma la figura dependiendo del molde que se le coloque a la máquina cortadora.

Luego, la figura se traslada por medio de bandas transportadoras a los secaderos, hornos que ayudan a quitarle la humedad a los fideos para que se solidifiquen.

Después, pasa a las empacadoras donde son agrupados de acuerdo al peso indicado del paquete; luego, se pasa por puntos críticos de control como el detector de metales donde se visualizan residuos de metales que pueda tener el producto al pasar por la maquinaria; el de calidad del producto donde se visualiza paquete por paquete y una muestra del lote, donde se detectan riesgos en la seguridad alimentaria: humedad, cristalización, quemado del producto y residuos de producto que no cumpla con las especificaciones; luego de la revisión, son almacenados en la bodega para su distribución.

2.1.5. Descripción de las empacadoras de producción

- Pesadora múltiple, línea 3

Máquina pesadora de múltiple cabezal computarizada, utilizada para el pesaje y empaque de la línea 3; por su forma de almacenaje ayuda a que el producto se conserve bien hasta su empaque; son especiales cuando los pesos deben ser exactos y muy livianos; sus sensores son sensibles, lo que lo hace ideal para las figuras nido.

- Características

Esta empacadora es la más reciente adquisición, por su moderna tecnología, logra que el empaque del nido cumpla con pesos exactos y condiciones de forma; posee sensores digitales para aumentar la velocidad y la precisión, cuenta con panel de control digital bajo la norma IP65, es capaz de producir estadísticas de producción en pantalla; cuenta, además, con salida opcional para impresora y selección de cabezales, trabaja con diferente peso requerido y con productos de diferente forma.

Figura 10. **Dosificadora Ishida Multicabezal**



Fuente: *Dosificadora*. <http://www.indumak.com.br/es/productos/35/52/empaquetamiento-dosificadores-dosificador-cg>. Consulta: 6 de abril de 2017.

El principal problema con esta empacadora es que debido al pozol generado en el proceso productivo, la mayoría de veces se tapan los sensores que ocasionan que la selladora coloque mal el sello o que el empaque tenga problemas de fisuras; en esta área se desperdicia fideo y material de empaque a casi 2/5 de la producción total de la línea.

- Dosificadora vertical marca env a flex, línea 4

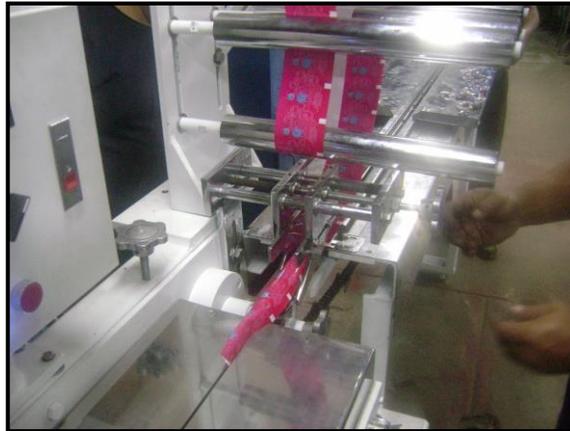
Luego que pasa por la etapa de corte, el fideo es trasladado por carrillones y es distribuido en el seleccionador que funciona con un sistema de gravedad y de vibración donde el producto ingresa por el recibidor que regula el peso o la cantidad de producto que se empaquetará por medio de medidas seleccionadas por sensores.

- Características

Se tiene 4 empacadoras de ese tipo, en promedio trabajan dos por día debido a que su capacidad de empaque supera la capacidad de producción; cuando los carrillones depositan los fideos en los seleccionadores estos los dividen por cantidad por medio de dos espátulas que permite restringir el paso con base en la cantidad deseada por gramaje.

- Material: acero inoxidable
- Dimensiones l= 5,00 m a= 1,00 m h=1,80 m
- Rango de trabajo: unitario y multiempaque
- Velocidad de empaque: hasta 150 bolsas por minuto
- Consumo de energía: 3,5 kw/hora a 220 vac
- Consumo de aire: 10 lt/min a presión de 6 bar

Figura 11. **Empacadora horizontal**



Fuente: *Empacadora horizontal*.

<https://www.google.com.gt/search?q=empacadora+horizontal&biw=1242&bih=565&tbm>.

Consulta: 15 de mayo de 2017.

Figura 12. **Dosificador vertical**



Fuente: *Dosificadora vertical*. http://mlm-d1-p.mlstatic.com/envasadora-automatica-env-a-flex-mod-2500-316111-MLM20480636178_112015-F.jpg?square=false.

Consulta: 15 de mayo de 2017.

El problema en esta área es que al pasar por los seleccionadores, como no tienen una forma correcta de distribuir el fideo, mucho se quiebra o se atora lo que provoca que haya que destrabarlo de manera continua lo que baja el rendimiento de producción y convierte el desperdicio en merma de fideo y desperdicio de material para empacar.

2.1.6. Diagrama hombre-máquina para describir el proceso de carga y descarga de las empacadoras

Este diagrama es una representación gráfica de la secuencia de elementos que componen las operaciones donde intervienen hombres y máquinas, y que permite conocer el tiempo empleado por cada uno, en la realización de fideos.

Con este diagrama se puede determinar la eficiencia de los hombres y de las máquinas. Estudiando, analizando y mejorando las condiciones de trabajo para implementar procedimientos que mejoren la recuperación de merma.

Este diagrama permite determinar la organización y, con ello, la eficiencia de las máquinas y de las personas, para aprovechar ambos recursos al máximo.

En el análisis se contempla que un ciclo productivo se realiza en 640,6 hrs o 26 días continuos, de lo cual se desglosa 305,2 hrs operativas, 18,2 hrs de tiempo de ocio por el colaborador y 317,2 hrs de tiempo muerto de la maquinaria; por lo cual se recomienda colocar 2 colaboradores en el arranque de la maquinaria y aprovechar el arranque de la máquina predecesora para hacer el mantenimiento y limpieza, esto disminuirá el tiempo muerto de la

2.1.7. Diagrama de operación para el control de las líneas de producción

El diagrama de operaciones del proceso es la representación gráfica y simbólica del acto de elaborar un producto o servicio; muestra las operaciones e inspecciones por efectuar, con sus relaciones sucesivas cronológicas y los materiales utilizados.

En este diagrama solo se registrarán las principales operaciones e inspecciones para comprobar su eficiencia.

- Ventajas del DOP
 - Clarifica toda la secuencia de los acontecimientos del proceso
 - Ayuda a mejorar la disposición del manejo de los materiales
 - Ayuda a identificar la materia prima primaria y la secundaria

- Operación

Se produce una operación cuando se proporciona o recibe información para planificar, calcular y organizar una actividad en el proceso productivo.

- Inspección

Se usa cuando se examina un objeto para identificarlo o cuando se verifica la calidad o cantidad de cualquier de sus características.

- Actividad combinada

Se usa cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operario en el mismo punto de trabajo.

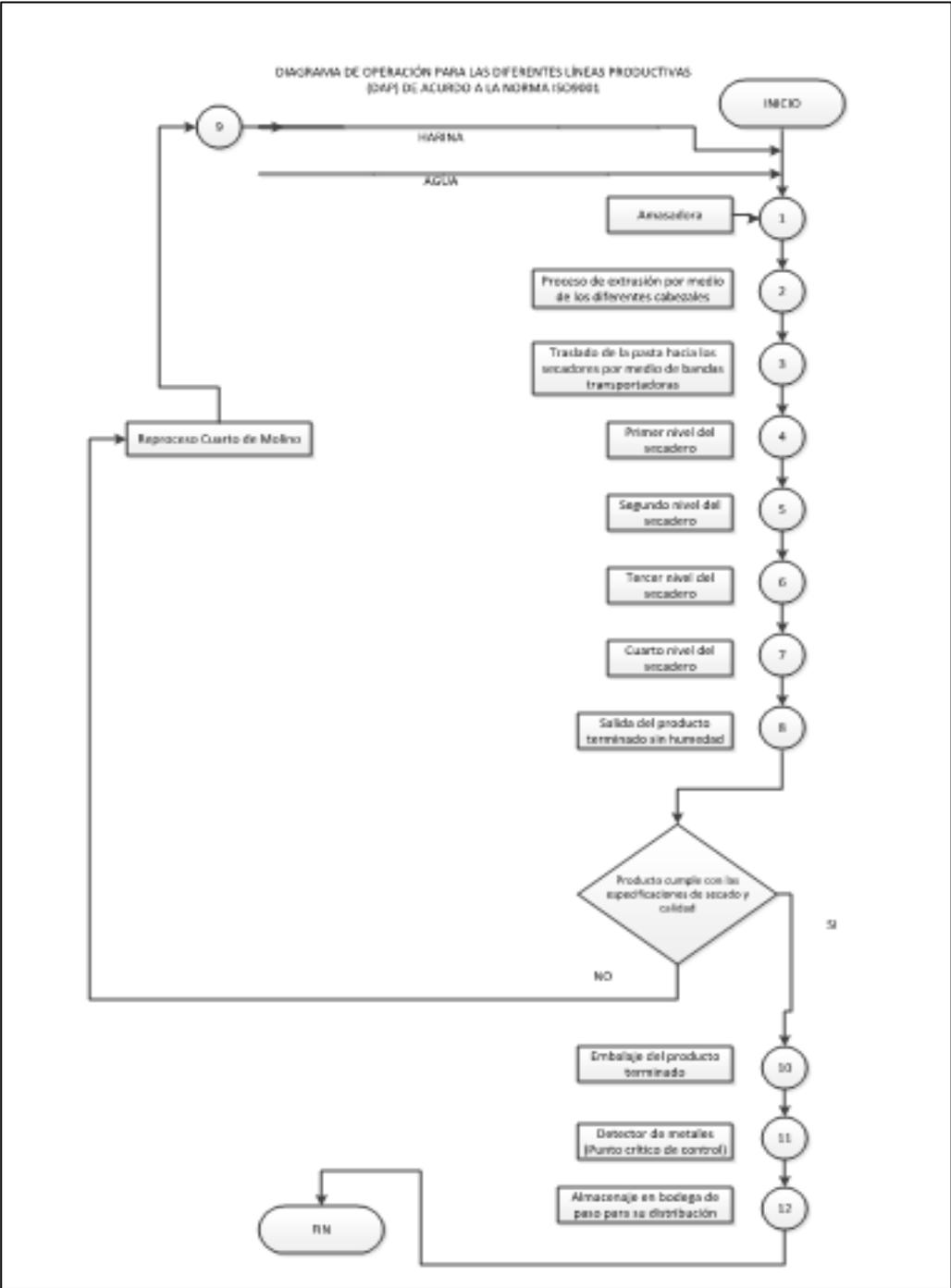
Tabla I. Estudio de tiempos en ciclo breve

ESTUDIO DE TIEMPOS: CICLO BREVE													
DEPARTAMENTO:	Producción	ESTUDIO No:										7	
OPERACIÓN:	Proceso productivo	HOJA No:										1	
INSTALACIÓN / MÁQUINA	L3	COMIENZO:										20/03/2016	
HERRAMIENTAS:	Cronómetro	FIN:										20/04/2016	
CONDICIONES DE OPERARIO:	Estandar	TIEMPO DE TRANSICIÓN:										30 días	
	T1	OBSERVADO:										Javier García	
COMPROBADO:		Ing. Ottoniel Guevara											
ETAPA		TIEMPO OBSERVADO EN HORAS (CICLOS)										SUMA DEL TIEMPO	TIEMPO PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Limpieza de cabezales y amasadoras	T	3	2,88	3,13	3,01	3,26	3,14	3,39	2,97	2,83	3,1	30,71	3,071
Purga, prueba al vacío de agua y presión de aire	T	0,25	0,13	0,38	0,26	0,51	0,39	0,64	0,22	0,08	0,35	3,21	0,321
Amasadora	T	4	3,88	4,13	4,01	4,26	4,14	4,39	3,97	3,83	4,1	40,71	4,071
Proceso de extrusión por medio de los diferentes cabezales	T	3	2,88	3,13	3,01	3,26	3,14	3,39	2,97	2,83	3,1	30,71	3,071
Banda transportadora	T	0,5	0,38	0,63	0,51	0,76	0,64	0,89	0,47	0,33	0,6	5,71	0,571
Primer nivel del secadero	T	4,25	4,13	4,38	4,26	4,51	4,39	4,64	4,22	4,08	4,35	43,21	4,321
Segundo nivel del secadero	T	4,25	4,13	4,38	4,26	4,51	4,39	4,64	4,22	4,08	4,35	43,21	4,321
Tercer nivel del secadero	T	4,25	4,13	4,38	4,26	4,51	4,39	4,64	4,22	4,08	4,35	43,21	4,321
Cuarto nivel del secadero	T	4,25	4,13	4,38	4,26	4,51	4,39	4,64	4,22	4,08	4,35	43,21	4,321
Salida del producto terminando sin humedad	T	4,25	4,13	4,38	4,26	4,51	4,39	4,64	4,22	4,08	4,35	43,21	4,321
Inspección del producto	T	0,16	0,04	0,29	0,17	0,42	0,3	0,55	0,13	0	0,26	2,31	0,231
Reproceso	T	2	1,88	2,13	2,01	2,26	2,14	2,39	1,97	1,83	2,1	20,71	2,071
Embalaje del producto terminado	T	5	4,88	5,13	5,01	5,26	5,14	5,39	4,97	4,83	5,1	50,71	5,071
Detector de metales	T	3	2,88	3,13	3,01	3,26	3,14	3,39	2,97	2,83	3,1	30,71	3,071
Control de calidad del producto	T	3	2,88	3,13	3,01	3,26	3,14	3,39	2,97	2,83	3,1	30,71	3,071
Amasadora	T	2	1,88	2,13	2,01	2,26	2,14	2,39	1,97	1,83	2,1	20,71	2,071
Almacenaje en bodega de paso	T	20	19,9	20,1	20	20,3	20,1	20,4	20	19,8	20,1	200,71	20,071

Fuente: elaboración propia.

El estudio de tiempos es necesario para definir los tiempos utilizados en los procesos productivos, para tener así un dato más exacto en el diagrama de operación; esto ayuda a su vez a verificar qué operaciones se pueden trabajar para mejorar el tiempo general de la producción.

Figura 14. Diagrama (DOP) de las líneas de producción



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

Para realizar fideos, cada línea se tarda alrededor de 62,91 hrs, o 2,62 días de producción, con 12 operaciones y 1 punto de inspección para que el proceso de elaboración pueda ser terminado.

2.1.8. Productividad actual generada por las 2 líneas de producción y empacadoras

La productividad se define como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida.

En este caso se toman diversos factores: recursos utilizados, horas de producción, mermas producidas y producto final, para el cálculo de productividad.

Fórmula utilizada para el cálculo de productividad:

$$Productividad = \frac{\text{rendimiento de horas trabajadas} * (\text{producción mensual})}{\text{Consumo de sémola} + \text{Merma de sémola}}$$

Productividad enero:

$$Productividad = \frac{(0,96) * (336457,45 \text{ kg})}{(345\ 866,09 \text{ kg} + 9\ 408,64 \text{ kg} + 6\ 191 \text{ kg} + 3217,64 \text{ kg})} = 88,17 \%$$

Productividad febrero:

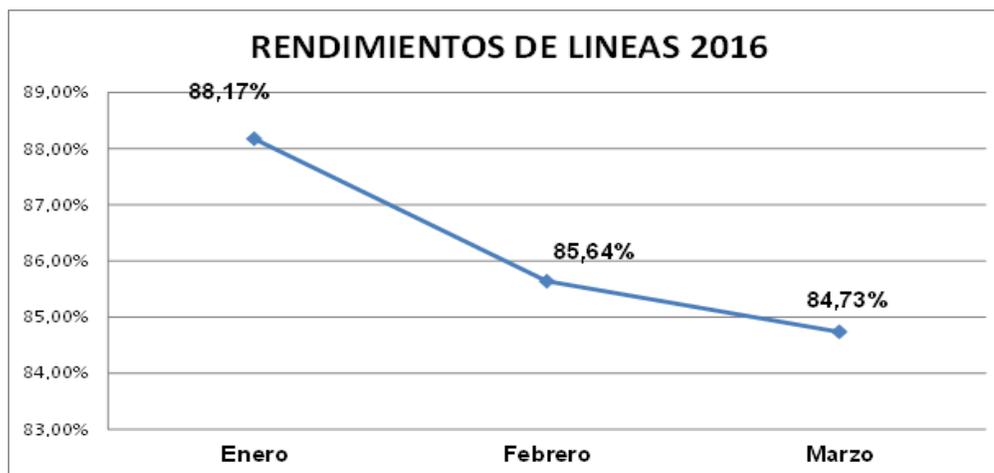
$$Productividad = \frac{(0,93) * (413383,90 \text{ kg})}{(426\ 242 \text{ kg} + 12\ 858,10 \text{ kg} + 10\ 954,42 \text{ kg} + 1\ 903,68)} = 85,64 \%$$

Productividad marzo:

$$Productividad = \frac{(0,89) * (450\ 705,92\ kg)}{(462\ 673,11\ kg + 11\ 957,19\ kg)} = 84,73\ \%$$

La productividad en esta área:

Figura 15. **Productividad de las líneas hasta el mes de marzo**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 15 se puede demostrar como el rendimiento de la maquinaria tiende a la baja; esto se debe a diversos factores: desde las mermas producidas hasta las horas en que las máquinas están paradas por mantenimientos correctivos que reducen considerablemente el rendimiento.

- Rendimiento de las líneas de producción, marzo 2016

La idea de rendimiento refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue.

Con la productividad se puede medir el porcentaje de producción que se obtuvo al suministrar una cierta cantidad de recursos, pero el aprovechamiento real de esos recursos se calcula por medio del rendimiento de las líneas; el enfoque es el análisis de las horas de producción que se trabajó con respecto a la capacidad de la máquina.

Tabla II. **Rendimiento de la líneas de producción**

Año	Mes	Rendimiento línea pasta corta	Rendimiento línea pasta larga	Rendimiento línea pasta nido	Rendimiento línea pasta larga	Rendimiento total
2016	Enero	92,90%	NA	81,92%	89,70%	88,17%
2016	Febrero	93,91%	NA	81,34%	81,66%	85,64%
2016	Marzo	94,68%	NA	74,85%	84,67%	84,73%

Fuente: elaboración propia.

La fórmula utilizada para calcular el rendimiento es:

$$\text{Rendimiento} = \frac{(\text{Horas de producción}) * (\text{capacidad de producción})}{\text{Producción real}}$$

$$\text{Rendimiento pasta nido} = \frac{(600 \text{ hrs}) * (300 \text{ kg})}{2\ 404,80 \text{ kg}} = 74,88 \%$$

$$\text{Rendimiento pasta larga} = \frac{(216 \text{ hrs}) * (1\ 000 \text{ kg})}{2551,08 \text{ kg}} = 84,67 \%$$

- Eficiencia de las empacadoras de las líneas 3 y 4 de producción

Al igual que en las líneas de producción es importante conocer el rendimiento de las empacadoras, por los problemas predecesores o internos

que pueden afectar en el aumento de merma en las películas plástica o material de empaque.

La fórmula para calcular el rendimiento es:

$$\text{Rendimiento} = \frac{(\text{Horas de empaque}) * (\text{capacidad de de las empacadoras})}{\text{Empaque real}}$$

$$\text{Rendimiento pasta nido} = \frac{(44 \text{ hrs}) * (4\ 200 \text{ paq/hr})}{2\ 404,80 \text{ paq}} = 77,25 \%$$

$$\text{Rendimiento pasta larga} = \frac{(24 \text{ hrs}) * (9\ 000 \text{ paq/hr})}{2\ 551,08 \text{ paq}} = 87,93 \%$$

Estos cálculos demuestran que debido a las mermas que se generan en las líneas de producción y a los problemas propios de las empacadoras: pozol, figuras sin especificaciones apropiadas, producto con humedad o quemado, el rendimiento es bajo y el desperdicio de bobinas es muy alto.

2.1.9. Historial técnico de la maquinaria

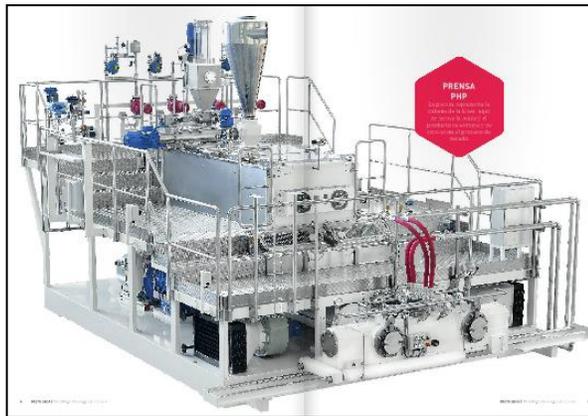
El proceso productivo se divide por tres principales áreas: de moldear la masa, eliminar la humedad y embalarla para que el producto terminado sea distribuido.

Las máquinas son especiales para hacer pasta de fideos, se fabrican en Italia bajo la marca de PAVAN. El tiempo de dicha maquinaria oscila entre los 26 y 40 años, esto se debe a que son máquinas que se han usado por las filiales de la corporación.

Las 3 áreas de la maquinaria son:

- Amasadora: en esta etapa se mezcla la sémola de trigo durum y el agua calentada de 30 °C a 40 °C; es una caja de acero inoxidable entre 4,5 y 9 metros cuadrados; está compuesto por un dosificador de sémola y agua, unas cuchillas con que se bate la masa para homogenizarla.
 - Producción de extrusión de 300 a 1 000 kg/hr
 - Diámetro de moldes de 250 mm a 500 mm
 - Temperatura de amasado de 30 °C a 40 °C.

Figura 16. **Amasadora**



Fuente: *Amasadora*. https://issuu.com/pavangroup/docs/pavan_dry_pasta_2013_spa. Consulta: 15 de mayo de 2017.

- Cabezal: es el encargado del proceso de extrusión junto al sin fin, le dan forma a la pasta y la convierten en diferentes figuras de fideos; el uso y el tiempo han deteriorado los cabezales y los moldes en los cuales se puede ver el desnivel que se tienen por donde se fuga la masa y se convierte en merma.

Figura 17. **Cabezal**



Fuente: *Cabezal*. https://issuu.com/pavangroup/docs/pavan_dry_pasta_2013_spa.

Consulta: 15 de mayo de 2017.

- Hornos o trabatos: es el encargado de deshidratar los fideos hasta el punto de solidificarlos a una temperatura aproximada de 60 °C; en esta etapa el agua que contiene el fideo se evapora por medio de la alta temperatura y los 4 diferentes niveles del secador; el último nivel del secador se utiliza para normalizar la temperatura para que el fideo pueda ser empacado posteriormente.

Las deficiencias de los secaderos se enfocan en que la temperatura o la presión no son suficientes para que la temperatura sea constante y provoca el problema de humedad o quemado.

Figura 18. Hornos de las líneas de producción de pastas



Fuente: Hornos. https://issuu.com/pavangroup/docs/pavan_dry_pasta_2013_spa. Consulta: 15 de mayo de 2017.

Las empacadoras que se utilizan en el embalaje de los fideos son:

- Empacadora horizontal: esta empacadora selecciona en diferentes carrillones la cantidad de producto a empacar; cuenta con una divisora de metal que utiliza la gravedad para que el producto llegue hasta unos sensores donde por medio de espátulas deja pasar el peso exacto y luego por succión lo coloca en el empaque.

Figura 19. **Empacadora horizontal**



Fuente: *Empacadora horizontal*.

[https://www.google.com.gt/search?q=empacadora+horizontal&biw=1242&bih=565&tbn =](https://www.google.com.gt/search?q=empacadora+horizontal&biw=1242&bih=565&tbn=)

Consulta: 21 de junio de 2017.

Figura 20. **Empacadora vertical**



Fuente: *Empacadora vertical*. <http://www.indumak.com.br/es/productos/35/52/empaquetamiento-dosificadores-dosificador-cg>. Consulta: 21 de junio de 2017.

Empacadora ISHIDA: Este tipo de empacadora utiliza diferentes brazos para pesar el producto y transportarlo al embalaje este tipo de empacadora es el más utilizado, ya que brinda una mayor precisión en los pesos, controlando pesos muy livianos, aunque por su sensibilidad también causa problema de variación cuando no se trabaja adecuadamente o el producto contiene mucho pozol o no tiene la forma de la especificación.

Figura 21. **Empacadora tipo ISHIDA**



Fuente: *Empacadora tipo ISHIDA.*

<http://www.indumak.com.br/es/productos/35/52/empaquetamiento-dosificadores-dosificador-cg>.

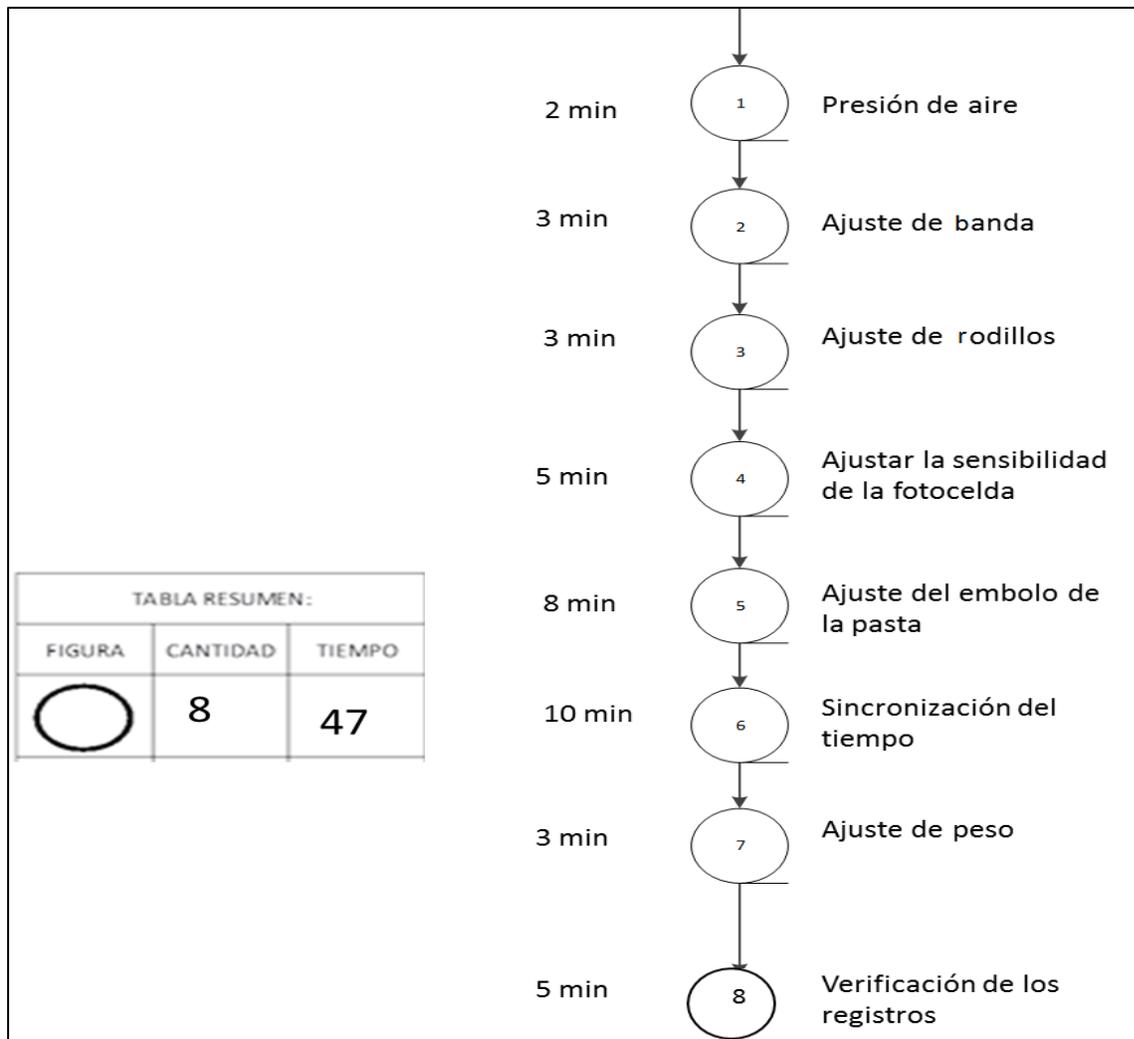
Consulta: 21 de junio de 2017.

2.1.10. Diagrama de operación para el ajuste de parámetros de las empacadoras

El diagrama de operación es la secuencia de pasos que realizan para ajustar los parámetros establecidos por el proveedor y garantizar el correcto funcionamiento de las empacadoras para cumplir con los requerimientos del embalaje.

Este proceso secuencial es fundamental para que las empacadoras no sufran ningún desperfecto en el proceso productivo que pueda afectar el rendimiento; lamentablemente, no se cuenta con un procedimiento ni un cronograma para su revisión y ajuste por lo que se realiza en forma correctiva.

Figura 22. **Diagrama de operación para el ajuste de parámetros de las empacadoras**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

2.1.11. Parámetros de las empacadoras

Los ajustes son esenciales para el correcto funcionamiento de las empacadoras; debido al proceso tan extenuante y frecuente, es necesario su ajuste para evitar problemas de mayor índole; estos principales ajustes se deberían realizar cada vez que se termina un ciclo productivo.

Estos ajustes se delimitaron de las secciones que más control llevan y que son fundamentales para que el proceso de empaque sea el correcto.

Tabla III. **Parámetros del multicabezal ISHIDA de la I**

Rangos de pesaje	10 a 1 000 gramos (máximo peso 2 000 gr)
Velocidad de fundas / min	Máximo 70 paquetes por minuto
Precisión (gramos)	+/- 0,1 a 1,5 gramos
Escala mínima	0,10 gramos
Apertura de la exclusas	10 exclusas de 1,5 lts activadas por medio de motores de paso
Tensión requerida	220 VAC, 1 fase, 60 Hz
Consumo de energía	Aprox. 1,5 Kw 9 Amp

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Parámetros de la empacadora horizontal de la línea 4**

Rangos de pesaje	10 a 1 000 gramos (máximo peso 2 000 gr.)
Velocidad de fundas / min	Máximo 150 paquetes por minuto
Precisión (gramos)	+/- 0,1 a 1,5 gramos
Escala mínima	0,10 gramos
Apertura de la exclusas	1 exclusas de 1,5 lts activadas por medio de motores de paso
Tensión requerida	energía eléctrica monofásica 220 v
Consumo de energía	aprox, 3,5 kw

Fuente: elaboración propia.

Historial mensual de la merma de producción provocado por el desperdicio de la pasta de fideos y material de empaque.

El historial mensual de merma ayuda a delimitar cuales son las causas principales del problema y funciona como un indicador de evaluación; es calculado de la siguiente manera:

$$\text{Índice de merma por reproceso} = \frac{\text{Reproceso}}{\text{Producción}} * (100) = \%$$

La merma de reproceso es la más común de acuerdo a lo evaluado anteriormente; se lleva un registro de la cantidad en kilos de producto que se manda al área de molino porque no cumple con los requerimientos de calidad: producto fuera de especificaciones, producto con mucho pozol, producto húmedo y producto quemado o cristalizado.

El reproceso representa un gasto innecesario por cada kilo de producto; se gasta Q 2,50 solo en reprocesarlo; luego, para que pase otra vez el proceso productivo se gastan otros Q 6,00, un total de Q 8,50 el gasto total de reproceso; este gasto es el más caro debido a que pasa por el proceso productivo y luego de que ya está terminado lo reprocesan; se reutiliza el producto no en su totalidad y se pierde el material de empaque utilizado.

Cálculo de reproceso para el mes de marzo:

$$\text{Índice de Merma por reproceso} = \frac{18\,722,35\text{ kg}}{450\,705,92\text{ kg}} * (100) = 4,15 \%$$

Gasto por reproceso del mes de marzo:

$$\text{Valor del reproceso} = 8\,722,35 \text{ kg} * (Q\,8,50) = Q\,74\,139,97$$

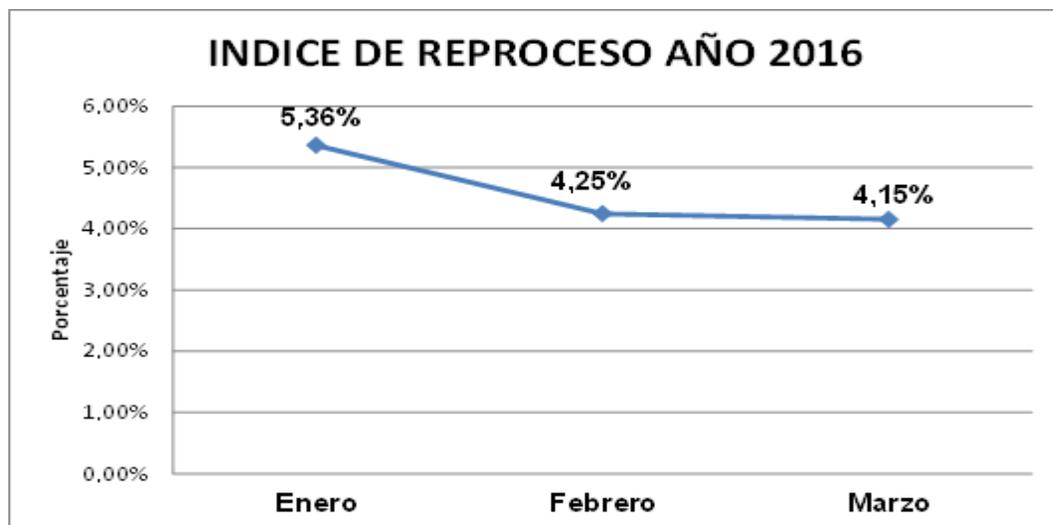
Esta merma se reprocesa debido a que no pasa el control de calidad, por motivos como: el color, el sedimento, la humedad y la textura; problemas que los ocasionan la falta de control en los ajustes y los parámetros de la maquinaria y los problemas de supervisión.

Tabla V. **Índice de reproceso de los meses de enero a marzo**

Año	Mes	Producción	Reproceso	Porcentaje
2016	Enero	336 457,45	18 039,34	5,36 %
2016	Febrero	413 383,90	17 551,21	4,25 %
2016	Marzo	450 705,92	18 722,35	4,15 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Índice de merma por reproceso**



Fuente: elaboración propia.

- Merma de las líneas de producción marzo 2016

El índice de merma en el mes de marzo 2016 es de 2,66 %, la merma fue de 11 967,19 kg por humedad, cristalizado o por pozol equivalente al 0,68 %. El cambio de moldes, cambio de filtros, limpieza de amasadoras, desarme y limpieza de líneas, barreduras, generan el otro 1,98 % de la merma.

Estos datos son calculados diariamente por medio de un registro que se presenta al reporte diario de la bitácora del departamento de producción, para calcular la merma de producción se toman en cuenta los siguientes factores:

$$\text{Índice de merma en producción} = \frac{11\,967,19\text{ kg}}{450\,705,92\text{ kg}} * (100) = 2,66\%$$

Gasto de la merma generada en producción del mes de marzo.

$$\text{Valor de la merma en producción} = 11\,967,19\text{ kg} * (Q\,6,00) = Q\,71\,803,14$$

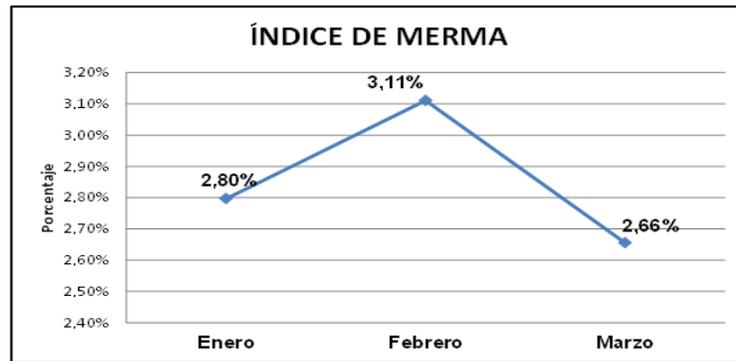
Tabla VI. **Merma generada de las líneas de producción**

Año	Mes	Producción	Reproceso	Porcentaje
2016	Enero	336 457,45	9 408,64	2,80 %
2016	Febrero	413 383,90	12 858,10	3,11 %
2016	Marzo	450 705,92	11 967,19	2,66 %

Fuente: elaboración propia.

En la tabla VI se puede observar una baja considerable; esto sucede por la humedad de la materia prima, entre menor humedad de la materia prima exista, más bajo es el reproceso derivado por diferentes problemas en los ajustes de la maquinaria.

Figura 24. **Índice de merma generada por las líneas de producción**



Fuente: elaboración propia.

La merma generada este mes es baja debido a que la diferencia promedio entre la humedad de la sémola es de 13,53 % y la humedad del producto terminado 11,56 %, fue de un mínimo de 1,97 % donde lo normal es del 3 %.

- Merma de bobina de empaque, marzo de 2016

El índice de merma en el mes de marzo de 2016 es de 4,85 % el mayor problema se está presentando en el empaque de pasta larga y en la línea 3 cuando se empaca nido debido al pozol que se encuentra en las empacadoras.

Para calcular el índice de merma de bobina se extraen los datos de los registros de los supervisores de producción y se utiliza la siguiente fórmula.

$$\text{Índice de merma de bobina} = \frac{\text{Merma contabilizada de película plástica}}{\text{Material de empaque utilizado en producción}} = \%$$

$$\text{Índice de merma de bobina} = \frac{322,02 \text{ kg}}{6634,35 \text{ kg}} * (100) = 4,85 \%$$

Gasto de la merma por bobina de material de empaque del mes de marzo:

Valor de la merma de bobina

= *Merma contabilizada de película plástica*

* *(Factor de la moneda "4.5") * (tipo de cambio a quetzales)*

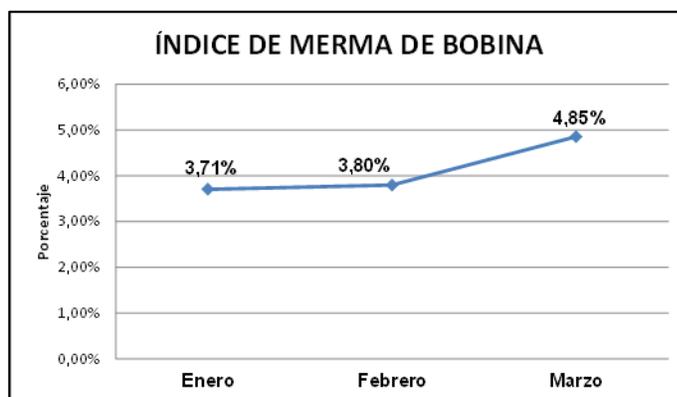
*Valor de la merma de bobina = 322,02 kg * (4,5) * (7,8) = Q 11 302,90*

Tabla VII. **Índice de merma de material de empaque**

Año	Mes	Producción	Reproceso	Porcentaje
2016	Enero	5 121,89	189,79	3,71 %
2016	Febrero	5 590,10	212,16	3,80 %
2016	Marzo	6 634,35	322,02	4,85 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Merma de bobina**



Fuente: elaboración propia.

Esto significa que hay áreas de oportunidad en mejora de las empacadoras principalmente en la línea 4 y en la línea 3.

La mejora en la operación con los colaboradores es fundamental y los ajustes en las líneas es de suma importancia para reducir la merma que es generada normalmente por producto mal formado, forma incorrecta de sacado y pozol en los empaques por el mal manejo del producto.

2.1.12. Cantidad generada de merma en los diferentes procesos productivos

Es de suma importancia conocer qué etapa del proceso de producción genera más merma; para identificar la causa raíz de esa problemática, identificando el área se pueden proponer soluciones más concretas que ayudarán de una manera más amplia a lograr un mayor impacto en la reducción.

Las mermas generadas tienen un gasto intrínseco para la empresa:

- Merma generada por reproceso = Q 74 139,97
- Merma generada en el proceso de producción = Q 71 803,14
- Merma generada en el material de empaque = Q 11 302,90

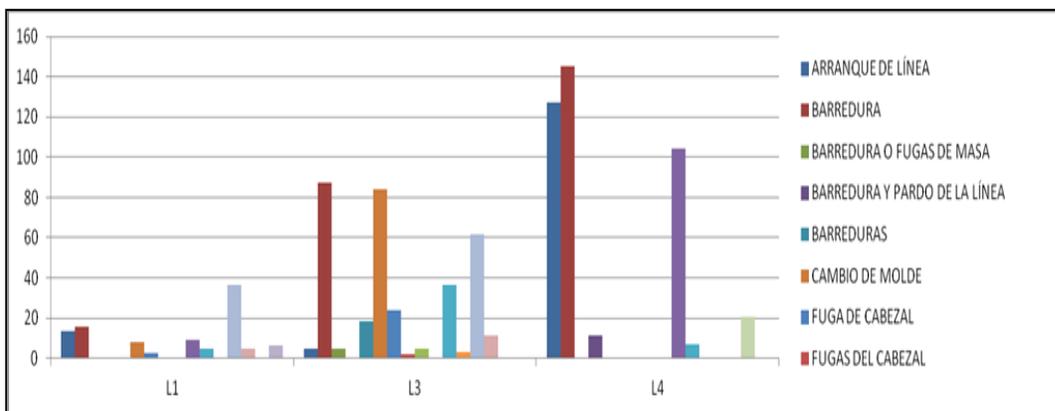
El gasto total generado mensualmente por las mermas es de: Q 157 249,01.

2.1.13. Merma generada en el área de prensas

La merma generada en esta área se debe a barreduras (merma generada por la extrusión), cambio de molde, paro de línea y limpieza con un porcentaje de 36,84 %, 26,31 %, 21,05 % y 15,78 %, respectivamente.

En esta área se genera un costo de Q 71 803,14 al mes; acumulado al año de Q 861 637,68 generados por la merma; las más problemáticas son las líneas 3 y 4 por el volumen de producción y de merma generada.

Figura 26. **Análisis de las causas que generan la merma en el área de prensas**



Fuente: elaboración propia.

La figura 26 demuestra las causas que dan origen a la merma en el proceso productivo; esto se realiza con un registro que se controla para contabilizar la variabilidad de la merma en las diferentes áreas; las causas más comunes son las barreduras y los cambios de molde.

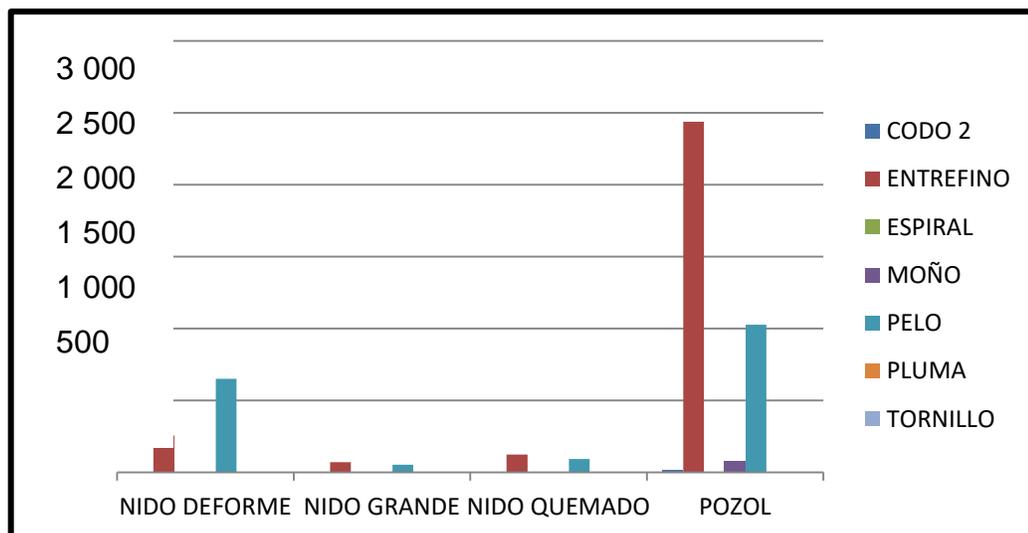
2.1.13.1. Merma generada en el trabato u horno secador

El trabato u horno secador es el encargado de deshidratar el fideo que elimina las partículas de agua que lo vuelven flexible y amasable para aumentar su ciclo de vida, elimina mohos o bacterias que se puedan producir por la humedad.

En el análisis de esta área se logra identificar que los mayores problemas son: el pozol, la deformación del producto, la humedad o quemado del producto, con un porcentaje de 71,42 %, 20 % y 8,58 %, respectivamente.

El costo de la merma que se genera en esta área es de: Q 74 139,97 al mes, acumulado en el año de Q 889 679,64.

Figura 27. **Causas que generan la merma en el área de trabajo u horno**



Fuente: elaboración propia.

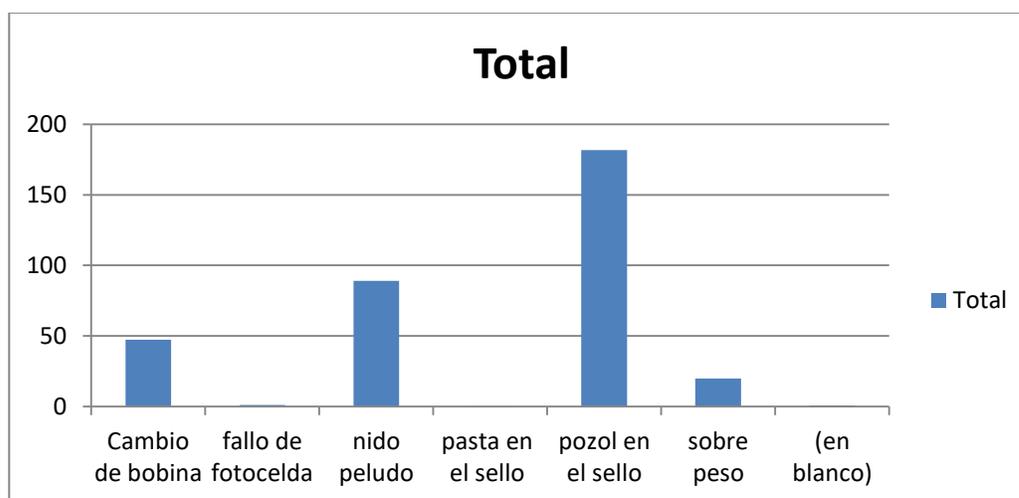
En la figura 27 se demuestra cual es la causa más común que genera la merma en los trabatos u hornos; para analizarlo se controló por medio de un registro y se comparó con los controles de calidad; en esta área la causa más común es el pozol provocado por un nido que no cumple con las condiciones o especificaciones de calidad.

2.1.13.2. Merma generada en las desfiladoras y empacadoras

La merma que se genera en esta área es una condición de muchos factores desde el principio del proceso hasta el producto final; es decir, aquí se contemplan las bobinas de material de empaque que se desperdicia por las causas anteriormente descritas; contempla la merma generada por los ajustes en los parámetros de las empacadoras, fallo en las foto celdas y cambio de bobina.

En el análisis se determinó que los problemas más frecuentes son el pozol en el sello, el producto deforme, el cambio de bobina y el sobre peso del producto con un porcentaje de 52,94 %, 26,47 %, 14,70 %, 5,88 %, respectivamente, el cual tiene un costo de Q 11 302,90 al mes, acumulado en el año de Q 135 634,80.

Figura 28. Causas que generan la merma de material de empaque



Fuente: elaboración propia.

Como lo demuestra la figura 28, toda la merma de las áreas anteriores afectan la parte final del proceso en este caso a las empacadoras; la causa más relevante es el pozol en el sello que afecta a los sensores y a los termoselladores, que generan merma no solo en el producto también de material de empaque.

2.1.14. Costo que genera la merma en el departamento de producción

El gasto que se genera en producción en las diferentes etapas del proceso es el problema interno de una empresa que disminuye las utilidades y minimiza la rentabilidad que ofrece y evitan que sea competitivo en la calidad al no disminuir los costos de fabricación.

El gasto generado por las fugas en los cabezales, los cambios de molde, paros de las líneas y limpieza es de Q 861 637,68 al año.

El gasto generado por las figuras deformes, problema de humedad o quemado y problemas de pozol es de Q 889 679,64 al año.

El gasto generado por pozol en el sello, figura deforme, problemas de humedad o quemado y problemas con los sensores de pesos es de Q 164 086,8 al año de material de empaque.

La merma total genera un gasto para el departamento de producción de Q 1 915 404,12 en un año; estos datos son registrados en los reportes diarios de operación por sus siglas RDO; los antecedentes demuestran que las mermas van en aumento debido a que no cuentan con procedimientos, directrices y programas de mantenimientos preventivos.

3. PROPUESTAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA MERMA DE FIDEOS Y MATERIAL DE EMPAQUE

Las propuestas planteadas al departamento de producción son soluciones ingenieriles que se plantean como un plan de acción.

3.1. Herramienta six sigma

Six sigma es una metodología de mejora para procesos. Se basa en la minimización de la variabilidad de los procesos; logra de este modo que estos contengan menos errores y, por tanto, mejorar la calidad del servicio o producto.

Esta herramienta es utilizada por empresas que pretenden incrementar su productividad. Tanto es así que permite predecir la solución a un problema, incluso antes de que este se produzca.

Six sigma es la desviación típica que da una idea de la variabilidad en un proceso y el objetivo de la metodología es reducirlo de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente.

Figura 29. **Metodología six sigma**



Fuente: *Metodología six sigma*.

<https://www.google.com.gt/search?biw=1366&bih=637&tbm=isch&sa=1&q=herramienta+6+sigma+en+español&oq=herramienta+6+sigma+en+español&>. Consulta: 2 de octubre de 2017.

3.2. *Lean manufacturing*

Es un modelo de gestión enfocado a la creación de flujo para poder entregar el máximo valor para los clientes; utiliza los mínimos recursos necesarios.

La creación de flujo se focaliza en la reducción de los siete tipos de desperdicios en productos:

- Sobreproducción
- Tiempo de espera
- Transporte
- Exceso de procedimientos
- Inventario
- Movimientos
- Defectos

Eliminando la merma se mejora la calidad y se reducen el tiempo de producción y el costo. Las herramientas lean incluyen procesos continuos de análisis.

Lean es básicamente todo lo concerniente a obtener las cosas correctas en el lugar correcto, en el momento correcto, en la cantidad correcta; minimiza la merma, es flexible y están abierto al cambio.

Es una metodología de trabajo simple, profunda y efectiva que tiene su origen en Japón, enfocada a incrementar la eficiencia productiva en todos los procesos a partir de que se implanta la filosofía de gestión kaizen de mejora continua en tiempo, espacio, desperdicios, inventario y defectos; involucra al trabajador y genera un sentido de pertenencia al participar en el proceso de proponer sus ideas de cómo hacer las cosas mejor.

3.2.1. Principio de aplicación de *lean manufacturing*

- El cliente en general lo que adquiere no es un producto o servicio sino una solución.
- La mejora continua como principio de que todo puede mejorar en cada uno de los pasos del proceso como en la producción en sí; representa un avance consistente y gradual que beneficia a todos; se dinamizan los esfuerzos del equipo para mejorar a un mínimo coste conservando el margen de utilidad y con un precio competitivo que cumple con las especificaciones de entrega en el tiempo y en el lugar exacto así como de la entrega en cantidad y calidad sin excederse.

- El flujo en los pasos del proceso debe ser lo más uniforme por lo tanto, debe ser continuo, optimizar recursos y eliminar lo que no es de valor añadido (espacio, capital y gente): disminuir el despilfarro.
- Detección y solución de problemas desde su origen que elimina defectos (busca la perfección) de manera que satisfaga las necesidades del cliente por su alta calidad.
- Procesos *pull*: producir solo lo necesario sobre la base de que los productos son solicitados o tirados o para lograr la producción del jale del cliente final.
- Desarrollar una relación a largo plazo con los proveedores a partir de acuerdos para compartir información y compartir el riesgo de los costes.
- Cuando los volúmenes de producción sean menores, desarrollar la capacidad de ser flexibles para producir ágilmente diferentes misceláneas de gran diversidad de productos.

3.2.2. Tipos de desperdicio

- Movimiento: el desperdicio de movimiento tiene dos elementos: el movimiento humano y el movimiento de las máquinas; dichos movimientos están relacionados con la ergonomía del lugar donde se trabaja que afecta la calidad y la seguridad.
- Sobreproducción: es el que más afecta a una industria; se suscita cuando las operaciones continuas debieron ser detenidas o cuando se

hacen productos de previsión, para *stock*, antes de que el cliente los pida.

- Espera: término aplicado en aquellos períodos de inactividad de un proceso ya que esta acción no agrega valor y a veces resulta en un sobrecoste del producto.
- Transporte: se refiere al movimiento innecesario de materiales de una operación a otra sin ser requeridos.
- Procesado extra: se refiere a operaciones extras: retrabajos, reprocesos, manejos de materiales innecesarios y almacenamiento debido a algún defecto, sobreproducción o inventario insuficiente.
- Corrección: se relaciona con la necesidad de corregir productos defectuosos. Se compone de todos los materiales, tiempo y energía involucrados en reparar los defectos.
- Inventario: condiciones cuando el flujo se restringe en una planta y cuando la producción no está marchando a ritmo. La producción de inventario que nadie quiere en ese momento, desperdicia espacio y estimula daños y obsolescencias en los productos
- El conocimiento desconectado: existe cuando se tiene una desconexión entre la compañía con sus clientes y/o proveedores.
- Errores que requieren rectificación: cualquier trabajo repetido es buena indicación de desperdicio.

- La producción de inventario que nadie quiere en ese momento: desperdicia espacio y estimula daños y obsolescencias en los productos.
- Las etapas inútiles en los procesos: que podrían eliminarse sin perjuicios del valor del producto final, son desperdicios.
- Los bienes producidos para los que no existe demanda son desperdicio: si se manufactura con demasiada anticipación se corre el riesgo de que no haya demanda del artículo porque haya surgido uno mejor.

Figura 30. **Beneficios de aplicación *lean manufacturing***



Fuente: *Beneficios de aplicación lean manufacturing.*

<https://www.google.com.gt/search?biw=1366&bih=637&tbm=isch&sa=1&q=herramienta+lean+m anufacturing&oq=herramienta+lean+ma&gs>. Consulta: 2 de octubre de 2017.

3.3. Definición del plan de acción

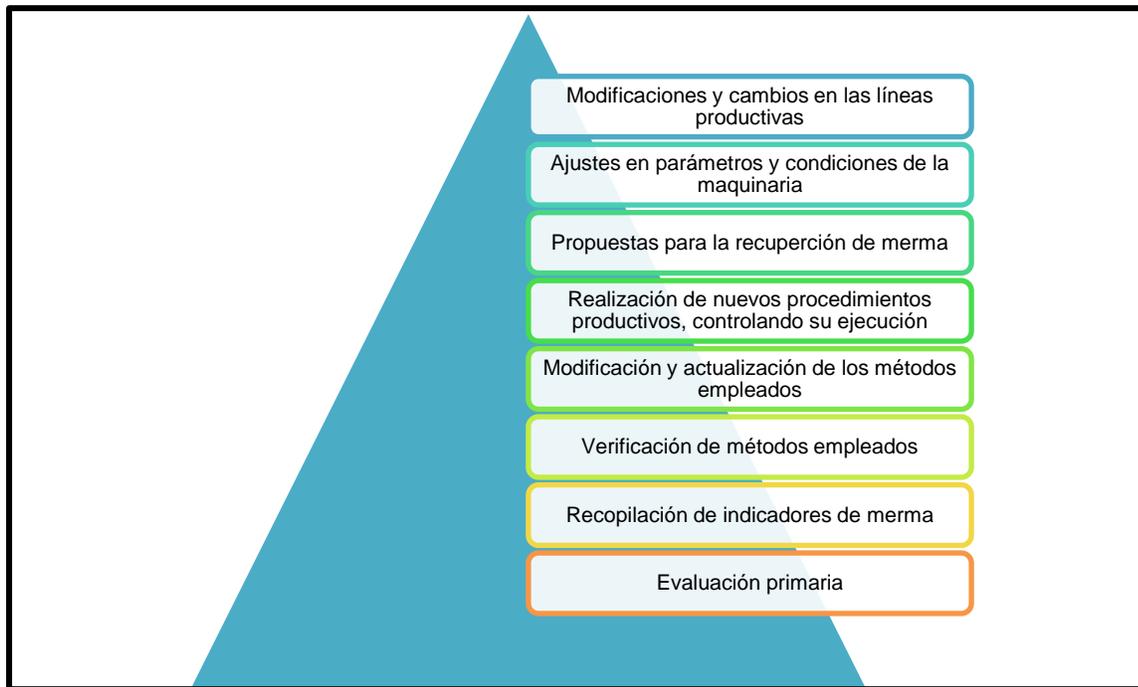
Al combinar las dos herramientas ingenieriles: seis sigma y *lean manufacturing*, se obtiene una metodología de mejora para procesos, que se basa en la disminución de la variabilidad; logra de este modo obtener las cosas correctas en el lugar correcto, en el momento correcto, en la cantidad correcta; disminución de la merma, es flexible y está abierto al cambio.

Las dos herramientas brindan una metodología por la cual los productos contengan menos errores y, por tanto, mejoran la calidad del producto a la primera, la referencia de mejora continua.

Para reducir la merma de fideos y material de empaque utilizando las herramientas antes mencionadas se propone:

- Definir la necesidad de reducir las mermas producidas en producción.
- Medir en el diagnóstico situacional el volumen de merma que se puede definir como una situación de mejora para cambiar completamente el proceso productivo para aumentar su rendimiento.
- Realizar diferentes cambios, desde procedimientos, ajustes en la maquinaria, métodos de operación que se medirán constantemente por medio de los reportes diarios de operación para tener registros semanalmente y verificar si se puede mejorar.
- En el plan de acción se propone una serie de pasos en forma de pirámide para realizar las mejoras en el proceso productivo de una forma más ordenada y clara.

Figura 31. **Serie de pasos a seguir para la reducción de merma de fideos y material de empaque en el departamento de producción**



Fuente: elaboración propia.

3.4. Pasos del plan de acción para la reducción de merma

Un plan de acción resume los recursos a utilizar y brinda una directriz que toda la organización debe seguir para que la toma de decisiones se enfoque en lograr los objetivos propuestos.

- Se define como objetivo reducir la merma de fideos y material de empaque como un factor influyente en los costos de producción; se

empieza a trabajar de solo una perspectiva de mejora de los procesos actuales más que de cambio de maquinaria o personal.

- El alcance del plan es incrementar el rendimiento de las líneas 3 y 4 por medio de una serie de propuestas ingenieriles que ayuden a reducir las mermas que se generan por desperfectos de la maquinaria, falta de controles y la falta de ajustes en los parámetros de la maquinaria.
- Con la implementación de las propuestas ingenieriles se pretende reducir el costo de producción que la merma agrega al proceso productivo y utilizar ese ahorro en mejorar tecnológicamente el departamento de producción para tener una mejora continua del producto y calidad.
- Los recursos a utilizar se plantean en forma secuencial de la siguiente forma:

Se empieza con la evaluación primaria; esta evaluación es fundamental para conocer la historia y los antecedentes que han provocado la necesidad del cambio para reducir la merma de fideos y material de empaque; esta evaluación, también, afecta los factores externos: la competencia y la globalización.

Se recopilan indicadores de años anteriores por medio de los reportes diarios de operación para establecer puntos de partida y parámetros medibles para reducir la merma y aumentar la productividad a través del rendimiento de la maquinaria.

Se evalúan los métodos y procedimientos utilizados en las operaciones de producción para establecer puntos de mejora y verificar la funcionalidad de la propuesta.

Luego de proponer métodos y procedimientos apropiados para reducir las mermas, se evalúa constantemente por medio de los resultados en el reporte diario de operación, donde se establece el cambio que esa propuesta realizó; de ser asertiva se sigue probando, de lo contrario, se modifica y se pone a prueba.

Entre las propuestas para la reducción de merma se empieza con lo más sencillo o que conlleva poca inversión, en este caso se evalúan los métodos de los procesos productivos y se plantean procedimientos al no tener un estándar para realizarlos.

Los ajustes en las maquinarias y un procedimiento de control para los parámetros es esencial para contemplar un plan de mantenimiento preventivo que aumente el rendimiento de las maquinarias y un proceso más constante que ayude a la reducción de mermas controlando la presión, temperatura y forma de las figuras por medio de un proceso no tan variable.

Por último, se proponen modificaciones o cambios a las maquinarias para mejorar la productividad; como propuesta ingenieril, es lo último que se propone debido a que el costo puede ser elevado; en este caso, la propuesta es el cambio de cabezales debido a que por el uso y el tiempo de vida ya han sobrepasado su capacidad, le han realizado modificaciones por lo que ya no es funcional realizar más modificaciones que a mediano plazo solo representará más pérdida.

3.4.1.1. Procedimiento para reducir la merma de fideos y material de empaque

Al evaluar el método utilizado en el proceso productivo se delimita que ningún colaborador conoce un método estándar para evitar el desperdicio o merma en producción; por lo anterior, se realiza un procedimiento que detalla los pasos a seguir para evitar merma por operaciones incorrectas.

El procedimiento se realiza con código PO-CO-PO-005; este código corresponde a los procedimientos que se realizan para garantizar la inocuidad alimenticia de acuerdo al plan HACCP y el FOOD PLAN que exige la norma BRC versión 7, que certifica actualmente a la empresa, el significado de las siglas es:

- PO: procedimiento.
- CO: control de operación.
- PR: perteneciente al área de producción.
- 005: es el número correlativo que se le asigna con base en procedimientos de otra clase.

Para realizar este procedimiento se entrevistó a cada colaborador para visualizar donde la verificación del proceso fallaba y, por consiguiente, generaba demasiada merma.

Luego de probar tres diferentes procedimientos, se concluye en el siguiente procedimiento el cual garantiza un producto de calidad desde el principio.

Figura 32. Procedimiento para reducir la merma en producción

<p>Pastas * Galletas * Harinas</p>  <p>La Moderna Export, S.A. 1ª. Avenida 6-57 Zona 3 Boca del Monte, Villa Canales PBX. 24223333</p>	<p>PROCEDIMIENTO PARA EL APROVECHAMIENTO DE MERMA</p>	<p>Código: PO-CO-PR-005 Rev. 02 Fecha aplicación: 30/08/16 Pág. 64/196</p>	
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Desarrollar una secuencia de pasos para prevenir el desperdicio de fideos y material de empaque que se genera en producción.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>Mejorar la productividad de los colaboradores aprovechando al máximo los recursos y eliminando desperdicios innecesarios que en el proceso de producción que se puedan desarrollar.</p> <p>3. RESPONSABILIDAD</p> <p>Los supervisores son los encargados de velar por el cumplimiento del procedimiento y el desarrollo correcto de la secuencia a seguir para reducir al máximo la merma generada en producción.</p> <p>4. PROCEDIMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpiar y desinfectar las charolas receptoras de desperdicio de pasta en el área de prensas y bandas transportadoras, en el caso de que el desperdicio se genera antes de la etapa de secado, se puede volver a colocar en la mezcladora y así se reduce el desperdicio generado por las fugas de los cabezales. • Colocar de manera adecuada las charolas • Desmontar guardas de las bandas • Revisión de bandas y reemplazo de las mismas en caso de daño. • Verificar estado de las poleas y alineamientos de cabezales y moldes. • Verificación de sellos y reemplazo de los mismos en caso de daño • Revisión del nivel de aceite del reductor. • Checar el estado de aspas del reductor. • Limpiar guarda de bandas y montar • Ajustar Cabezal y Molde, verificar que hayan quedado recto y ajustado. • Limpiar el equipo en general • Probar el equipo sin materia prima para que el agua guardada en las tuberías pueda limpiarse. • Verificar que el producto no se aglomere en las bandas transportadoras para evitar que se haga pozol. • Tener una buena comunicación para el control de velocidades de los hornos secadores a las empacadoras. <p>1. DOCUMENTO DE REFERENCIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programa de mantenimiento y limpieza del departamento de producción. • Norma BRC Versión 7 • Habilitación Operador económico aduanal SAT. 			
<p>ELABORÓ: Francisco Javier García Mejía</p>	<p>REVISIÓN:</p>	<p>VERIFICACIÓN:</p>	
<p>FECHA: 4/07/16</p>	<p>FECHA:</p>	<p>FECHA:</p>	

Fuente: elaboración propia.

3.4.1.2. Buenas prácticas de manufactura

Las buenas prácticas de manufactura son una herramienta básica para la obtención de productos seguros para el consumo humano, que se centralizan en la higiene y la forma de manipulación.

Las buenas prácticas de manufactura (BPM) se aplican en todos los procesos de elaboración y manipulación de alimentos y son una herramienta fundamental para la obtención de productos inocuos. Constituyen un conjunto de principios básicos con el objetivo de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción y distribución.

Entre las buenas prácticas de manufactura se complementan las siguientes actividades:

- Ubicación de las instalaciones
- Estructura física e instalaciones
- Distribución de ambientes y ubicación de equipos
- Abastecimiento de agua, desagüe y eliminación de desechos
- Higiene del personal, limpieza y desinfección de las instalaciones
- Aspectos operativos
- Materias primas, aditivos alimentarios y envases
- Almacenamiento
- Retiro de producto
- Transporte

Las buenas prácticas de manufactura, en este caso, sirven para recuperar la mayor cantidad de producto; de acuerdo a la norma BRC cualquier producto

que entre en contacto con cualquier superficie sin inocuidad debe ser llevado al área de recolección de desperdicios; conjunto con las BPM se implementa la herramienta de 5S que da una directriz que permite crear la disciplina de limpieza e inocuidad del producto.

El método de las 5S, así denominado por la primera letra del nombre que en japonés designa cada una de sus cinco etapas, es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples.

Las 5S han tenido una amplia difusión y son numerosas las organizaciones de diversa índole que lo utilizan: empresas industriales, empresas de servicios, hospitales, centros educativos o asociaciones.

Aunque son conceptualmente sencillas y no requieren que se imparta una formación compleja a toda la plantilla, ni expertos que posean conocimientos sofisticados, es fundamental implantarlas mediante una metodología rigurosa y disciplinada.

Se basan en gestionar de forma sistemática los elementos de un área de trabajo de acuerdo a cinco fases, conceptualmente muy sencillas, pero que requieren esfuerzo y perseverancia para mantenerlas. La metodología pretende:

- Mejorar las condiciones de trabajo y la moral del personal. Es más agradable y seguro trabajar en un sitio limpio y ordenado.
- Reducir gastos de tiempo y energía.
- Reducir riesgos de accidentes o sanitarios.
- Mejorar la calidad de la producción.
- Mejorar la seguridad en el trabajo.

Para cumplir con el control de estas áreas se crea un formato para evaluar la limpieza de una forma constante al finalizar el turno, así el que recibe el puesto de trabajo lo recibirá ordenado y limpio.

Este formato es creado en función a requerimientos de la norma BRC versión 7, que incentiva la cultura de orden y limpieza para una mayor productividad y orden.

Figura 33. Formato para evaluar la metodología 5S en las diferentes áreas

CATEGORÍA		CRITERIO		PERIODO/AUD			
CLASIFICAR		Distinguir entre lo que se necesita y no es necesario		1	2	3	4
Ordenar y Desechar los elementos no utilizados	Se encuentran en el área artículos innecesarios?			0			
	Existe Equipo que no sean necesarios.			1			
	Existe artículos innecesarios			2			
	Cuenta el área con un sistema para dar seguimiento de artículos identificados como innecesarios?			1			
	Se encuentran artículos necesarios en otras áreas ordenados y en lugar definido, identificado y delimitado?			1			
ORDENAR		Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar		1	2	3	4
Utilice etiquetas , líneas , signos y colores para identificar	Todos los artículos tienen una ubicación específica			4			
	cajonets compartidos , gabinetes , superficies de trabajo y áreas de almacenamiento están claramente etiquetados y bien organizados			1			
	cajonets, armarios , escritorios y áreas de almacenamiento personales están claramente marcadas y / o bien organizados			4			
	Todos los artículos se colocan en el lugar adecuado			4			
	Se identifican los equipos en las instalaciones de trabajo			4			
LIMPIEZA		La disciplina de la rutina mantiene un lugar de trabajo limpio y organizado		1	2	3	4
La limpieza es un método de inspección, buscar defectos ocultos	Equipo , ordenadores , superficies de trabajo y áreas de almacenamiento están limpias			2			
	La basura y los materiales reciclables son recogidos y eliminados correctamente			2			
	Los correos electrónicos y de papel se presentan a diario			2			
	zonas comunes se limpian y mantenerse con regularidad			2			
ESTANDARIZAR		La prevención de la zona de tener condiciones de funcionamiento anormales		1	2	3	4
Estandarizar las reglas para hacer un hábito 5S	especificar la limpieza y organizar las tareas que se han desarrollado y asignado para el área de trabajo			3			
	El personal está entrenado y entiende plenamente los procedimientos 5S			3			
	La normas 5S se muestran claramente			3			
	herramientas de gestión visuales para identificar si el trabajo se haya completado			3			
DISCIPLINA		Stick to the rules (self-discipline)		1	2	3	4
Desarrollo de planes para garantizar la mejora continua	Todo el mundo está involucrado en las actividades de mejora			1			
	se siguen los procedimientos de limpieza y de trabajo estandarizadas			3			
	Se documentan las instrucciones actuales de las 5s			3			
	Se auditan las 5s con frecuencia			3			

SISTEMA DE PUNTUACION	
Escala # Problemas	Punteo
≥ 5	0
3-4	1
2	2
1	3
Ninguno	4

RESUMEN				
Average Scores	1	2	3	4
Clasificar	0.0	1.0	0.0	0.0
Ordenar	0.0	3.4	0.0	0.0
Limpieza	0.0	2.0	0.0	0.0
Estandarizar	0.0	3.0	0.0	0.0
Disciplina	0.0	2.5	0.0	0.0
Total	0.0	2.4	0.0	0.0

Area Audited:	
Auditor:	

Fuente: elaboración propia.

En esta matriz se pretende informar a los colaboradores de la importante tarea que cada quien asume en su puesto de trabajo; como el eslabón de una cadena, cada responsable de área debe velar por la evaluación de la matriz al finalizar su turno para llevar a cabo las 5S.

Figura 34. **Matriz de evaluación para ponderar el formato de la evaluación de 5S**

Nivel de madurez	Clasificar	Ordenar	Limpieza	Estandarizar	Disciplina
Nivel 5 Centrarse en la prevención	Los empleados están buscando continuamente oportunidades de mejora.	Cualquier persona puede entrar en el área de trabajo y localizar fácilmente los elementos. Condiciones anormales son visualmente evidentes medidas de acción correctivas están en su lugar.	Los empleados del área han ideado un método fiable y documentada de la limpieza y el mantenimiento preventivo. Área de trabajo limpieza y organización son una forma de vida.	Los empleados están continuamente buscando la eliminación de los residuos, todos los cambios se documenta y se comparte la información con los empleados.	Los empleados a mantener estándares consistentes en el cumplimiento del programa 5S.
Nivel 4 Se centran en consistencia	Un método documentado de confianza se ha establecido para mantener un área de trabajo libre de elementos innecesarios.	Un método fiable y documentada se ha establecido para reconocer con un barrido visual, si los artículos están fuera de lugar o exceden los límites de calidad.	Horarios 5S que detallan las tareas y responsabilidades se entienden y practican.	Mejoras método del lugar de trabajo son visibles y comprensibles para todos los empleados.	Las listas de verificación existentes demuestran que los empleados siguen a través de los horarios de las 5S.
Nivel 3 Revisión visual	Todos los elementos innecesarios se han retirado de la zona de trabajo.	Lugares designados están marcados para hacer más visible la organización.	Horarios 5S que detallan las tareas y responsabilidades son desarrollados y utilizados.	Mejoras método del lugar de trabajo se están incorporando y documentados.	Horarios 5S que detallan las tareas y responsabilidades se han desarrollado y se utilizan.
Nivel 2 Enfoque fundamentos	Artículos de primera necesidad y no necesarios están separados.	Un lugar designado se ha establecido para todos los elementos.	Las áreas de trabajo se limpian sobre una base regular.	Métodos del lugar de trabajo se están mejorando, pero los cambios no han sido documentados.	Se ha hecho un esfuerzo reconocido para mejorar la condición del entorno de trabajo.
Nivel 1 Apenas comienza	Elementos necesarios e innecesarios se mezclan en el área de trabajo.	Herramientas, equipos, libros y materiales están ubicados al azar.	El área de trabajo está sucio y desorganizado.	No se hace ninguna tentativa de documentar o mejorar los procesos actuales.	Atención mínima se gasta en el servicio de limpieza.

Fuente: elaboración propia.

Con estas propuestas se pretende crear una cultura de limpieza en el área de operación para que los colaboradores puedan trabajar de una manera más ordenada y garantizar que el producto que toque las superficies de la maquinaria o de las charolas se pueda empaquetar sin necesidad de que se tengan que reprocesar.

3.4.2. Propuestas para la reducción de la merma de fideos y material de empaque

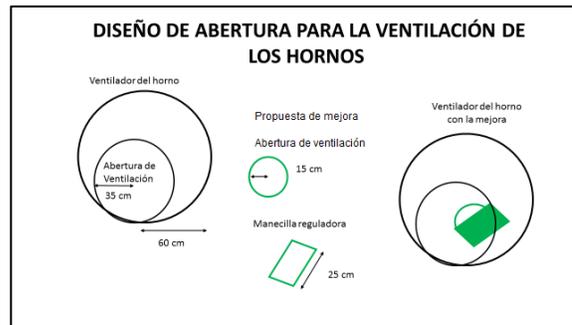
- Marcar la abertura del cabezal para que el ventilador de los hornos cuente con la misma capacidad en todos los procesos; la medida debe ser respetada para que la calefacción sea homogénea y constante; esta medida se propone luego de probarlo en los distintos turnos y buscar la medida exacta de ventilación.

Figura 35. **Sección de abertura para la ventilación de los hornos**



Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Abertura mejorada de ventilación**



Fuente: elaboración propia.

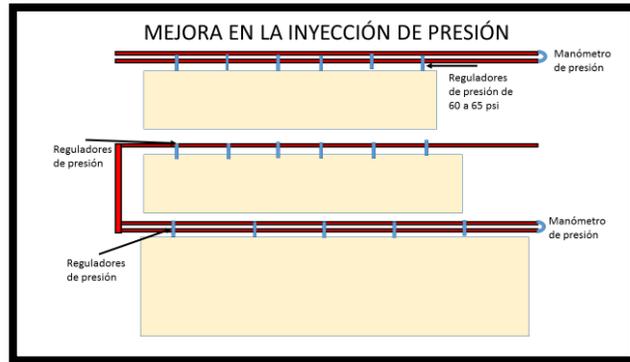
- Mantener la presión de inyección de 60 a 65 psi ayuda a que la temperatura y la presión esté en condiciones óptimas para deshidratar el fideo; se puso a prueba este método en los diferentes turnos por un periodo de un mes y se observó que el fideo tenía más forma.
- Con solo mejorar la ventilación que el producto recibe se mejoró la consistencia, forma y solidez del producto; por esto se diseña la ventanilla para regular su ventilación.

Figura 37. **Presión de inyección ideal para la deshidratación de fideo**



Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Presión ideal para la deshidratación**



Fuente: elaboración propia.

- Mantener la velocidad del variador del sin fin en 43,06 hz hace que la masa sea mejor y evita pecas o burbujas de aire en la masa lo que provoca que más adelante el fideo sea más quebradizo o que tenga problemas de estrellado.

Figura 39. **Velocidad del variador del sin fin para homogenizar el amasado**



Fuente: elaboración propia.

- Colocar de manera adecuada las charolas para recuperar la mayor cantidad de desperdicio y convertirlo, si es en la etapa de prensas, en masa nuevamente y, si es en la salida del secadero, en reproceso que a pesar de tener un doble proceso productivo puede generar una utilidad.
- Elaborar bandejas recuperadoras de acero inoxidable para recuperar el producto que se cae de las salidas de los hornos debido a la velocidad de las bandas transportadoras.

Figura 42. **Colocación de charolas para recuperación de producto**



Fuente: elaboración propia.

Figura 43. **Charolas para recuperación de producto**



Fuente: elaboración propia.

- Verificar que el producto no se aglomere en las bandas transportadoras para evitar que se haga pozol y afecte a los sensores de las empacadoras; tener una buena comunicación con los empacadores ayuda a que la velocidad sea exacta y evita que el producto se convierta en pozol y genere merma en el material de empaque.

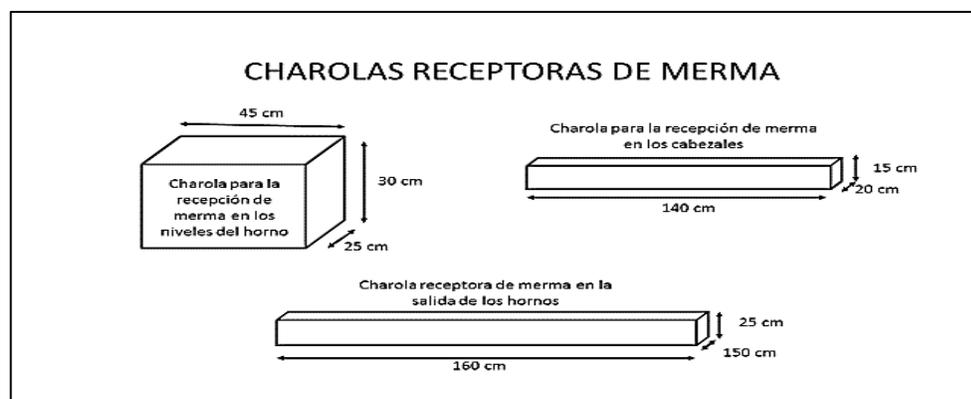
Figura 44. **Aglomeración de producto en la salida de los secaderos**



Fuente: elaboración propia.

- Al arrancar la línea, se deben purgar las tuberías de la amasadora; esto ayuda a verificar que el agua y la harina no tenga ningún problema de contaminación; al hacer la prueba se limpia rápidamente y se inicia con la producción, eso evita que la masa salga contaminada o con algún cambio en la receta.
- Verificar que se tengan los suministros necesarios para disminuir problemas por la falta de agua, harina o temperatura en los hornos.
- Cambiar el método de agregar producto dosificado a las desfiladoras, con énfasis en no aglomerar el producto; esto provoca que por rigidez se quiebre y se vuelva pozol, problema que persiste en las empacadoras.
- Contemplar un procedimiento adecuado para colocar el molde de manera correcta para que los sellos queden los más ajustados posible, esto evita que la masa se desperdicie por la fuerza de extrusión en las áreas donde están flojas.

Figura 45. **Medidas de las diferentes charolas receptoras de mermas**



Fuente: elaboración propia.

Figura 46. **Proceso de extrusión por medio de moldes**



Fuente: elaboración propia.

Figura 47. **Proceso de extrusión etapa de cabezal**



Fuente: elaboración propia.

- Colocar sensores en todas las áreas de secado para aumentar la calidad del aire de circulación en los hornos y disminuir el problema de la merma por humedad o por producto quemado.

Figura 48. **Problemas con la evaporación de agua**



Fuente: elaboración propia.

- Controlar los estándares y parámetros de la receta para producir fideos con mejor calidad para disminuir la merma producida por producto deforme o quebradizo y así mejorar las eficiencias de las empacadoras con la reducción del pozol en el empaque.
- Seguir los procedimientos para establecer cambios y ajustes en las bobinas de empaque en vacío para prevenir desperdicios de producto y material de empaque que se originan por el ajuste de la empacadora.
- Controlar de manera más exacta y automatizada la temperatura del horno secador, por medio de un sensor interconectado con la caldera esto ayudará a mantener una temperatura más exacta y sin tanta variación que evite generar merma por producto quemado o húmedo; esto se puede disminuir con la modificación en la entrada de aire en los hornos.

Figura 49. **Sellado de 15 centímetros en los moldes para evitar el quemado de la pasta de fideo**



Fuente: elaboración propia.

- Como una acción inmediata, se tapan 15 cm de las esquinas de los moldes; debido a que la temperatura no es constante, se separa el producto de las orillas para que la temperatura alta no afecte o queme el producto de las orillas.
- Desarrollar un diagrama hombre – máquina para determinar las acciones correctas que se deben realizar para reducir la merma por medio de procedimientos correctos.
- Revisar la cuchilla y el rodillo de corte de la línea 3, con el objetivo de eliminar el desajuste que genera que el nido no fluya adecuadamente en los vasos del centro de la desfiladora.

- Cotizar la elaboración de poleas y *sproket*, necesarios para que los 4 pisos del secadero tengan la misma velocidad. La velocidad es de suma importancia debido a que ayuda a mantener el tamaño de la cama del producto a un mismo nivel en todo el proceso de secado y así se evita las acumulaciones de producto lo que provoca que se haga pozol.
- Ajustar los parámetros de las empacadoras para corregir el problema del mal sellado en el empaque y buscar otra forma de cernir el producto para que el pozol que se pueda generar en el proceso no llegue al empaque y genere merma.
- Comprar nuevos cabezales para las líneas ya que por la antigüedad y el uso se han desgasta por lo que no pueden soportar la fuerza de extrusión y el desperdicio generado por las fugas es elevado.
- Capacitar al personal por medio de las buenas prácticas de manufactura (BPM) para inculcarles la forma correcta de manipular la merma y evitar que se vuelva desperdicio.
- Mejorar la eficiencia del trabajo en equipo de los diferentes turnos por medio de un programa de capacitaciones, incentivos y acciones correctivas para garantizar la productividad con la reducción de la merma y producto desperdiciado.
- La compra del cabezal es para reducir la merma de prensas que debido al tiempo y a la fuerza de extrusión lo han doblado hasta el punto que ya no es hermético y genera mucho desperdicio, por eso es de suma importancia el cambio.

Figura 50. Cotización de los moldes del cabezal de la línea 4

Tecnología Alimenticia, S.A. de C.V. 

Edo. de México / Septiembre 19 2016
Oferta No. 2195-16-C

Productos Alimenticios La Modema S.A de C.V
Planta Guatemala
Referencia: Cotización

En seguimiento a su amable solicitud de cotización, enseguida encontrará la oferta de refacciones Pavan.

CANTIDAD	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO EURO	PRECIO TOTAL EURO
1		GR. CABEZAL DE 2.5 M EXTEND SENCILLO COMPUERTA POR: CUERPO TESTATA DE 2.5M PARA EXTENDEDOR SENCILLO CON TRES BRIDAS DE FIJACIÓN CILINDRICO. COMPLETO DE : TAPONES FRONTALES, LATERALES, SERIE DE TORNILLOS CALIBRADOS DE SEGURIDAD, SERIE DE ANILLOS DE RETEN, SERIE DE CASQUILLOS DE REDUCCIÓN, CASQUILLO PARA CABEZAL, GR. MANOMETRO. SISTEMA DE RODILLOS LATERALES DERECHOS E IZQUIERDOS, COMPLETO DE SOPORTES. GR. SISTEMA EXTRACC. MOLDE BORDE PRENSA, COMPLETO DE CENTRALTA Y PISTONES OLEODINAMICOS. GR. MATERIALES BORDE MAQUINA PARA INSTALAC. ELECTRICA Y TERMICA. GR. MATERIALES GENERALES, CON SERIE DE LLAVES Y PINZA GANCHO MOLDE. SE EXCLUYE: CIRCUITO DE TERMORREGULACIÓN CABEZAL. POLIPASTO ADICIONAL. VENTILACIÓN CABEZAL (SE PUEDE RECUPERAR LA EXISTENTE). INTERVENCIÓN TÉCNICA PARA INSTALACIÓN.	71,460.00	71,460.00
1		PAREJAS DE SEMMOLDES DIM 1200X114X50 FORMATO SPAGHETTI EN CASO DE CONFIRMACIÓN EL CLIENTE DEBERÁ INDICAR LAS DIMENSIONES DE LOS SPAGHETTI O INDICAR EL FORMATO DEL CATALOGO	6,000.00	6,000.00
1		PAREJA DE SEMMOLDES DIM 1200X114X50 FORMATO OVALES O PIATTI EN CASO DE CONFIRMACIÓN EL CLIENTE DEBERÁ INDICAR LAS DIMENSIONES DE LOS FORMATOS DE PASTA O INDICAR EL FORMATO DEL CATALOGO.	6,800.00	6,800.00
1		PAREJA DE SEMMOLDES DIM 1200X114X50 FORMATO BUCATINI EN CASO DE CONFIRMACIÓN EL CLIENTE DEBERÁ INDICAR LAS DIMENSIONES DE LOS FORATOS DE PASTA O INDICAR EL FORMATO DEL CATALOGO	10,500.00	10,500.00

Hacienda Molina de Flores No. 17 Col. Bosques de Echeagaray
Naucalpan, Edo. De México C.P. 53310
Teléfonos: (55) 5560-1015, (55) 5560-9810, (55) 5560-7327 Fax (55) 5560-5436

Fuente: PAVAN México.

<https://www.google.com.gt/search?biw=1366&bih=637&tbm=isch&sa=1&q=herramienta+lean+m+manufacturing&oq=herramienta+lean+ma&gs>. Consulta: octubre de 2016.

Figura 51. Cotización del cabezal de la línea 4 marca PAVAN

Tecnología Alimenticia, S.A. de C.V. 				
1		PUESTO DAP PUERTO GUATEMALA	3,800.00	3,800.00
GRAN TOTAL DE LA OFERTA 98,560.00 EUROS				
CONDICIONES DE VENTA				
<ul style="list-style-type: none"> • Los precios son DAP puerto en puerto Guatemala por el total de la oferta. • Precios 0% de IVA. • Precios cotizados en EUROS • LOS PRECIOS INDICADOS SON POR EL TOTAL DE LA OFERTA. • Pago: PRESENTACIÓN FACTURAL • Tiempo de entrega 5 meses (no considerar semana santa, el mes de Agosto y el periodo navideño) después de recibir su orden de compra a nombre de TECNOLOGÍA ALIMENTICIA S.A. DE C.V. • Instalación excluida. • Vigencia: 30 días a partir de la fecha de la oferta. • Favor de confirmar la dirección correcta para la entrega del material. 				
Agradecemos su atención, quedamos a sus órdenes.				
<p>Lic. Nancy Pifia Rayes Asistente Comercial Postventa</p> <p>Tecnología Alimenticia, S.A. de C.V. Tel. 00 52 (55) 5560 9810 Fax 00 52 (55) 5360 543d</p> <p style="text-align: right;">e-mail: admin.comercial2@tecali.com Web page: www.tecnologia-alimenticia.com</p>				
<p>Hacienda Matino de Pinar No. 17 Col. Bosques de Echegaray Nauyocapán, Esc. C.A. México C.P. 53310 Teléfono: (55) 5560-1015, (55) 5560-9810, (55) 5360-7327 Fax (55) 5360-543d</p>				

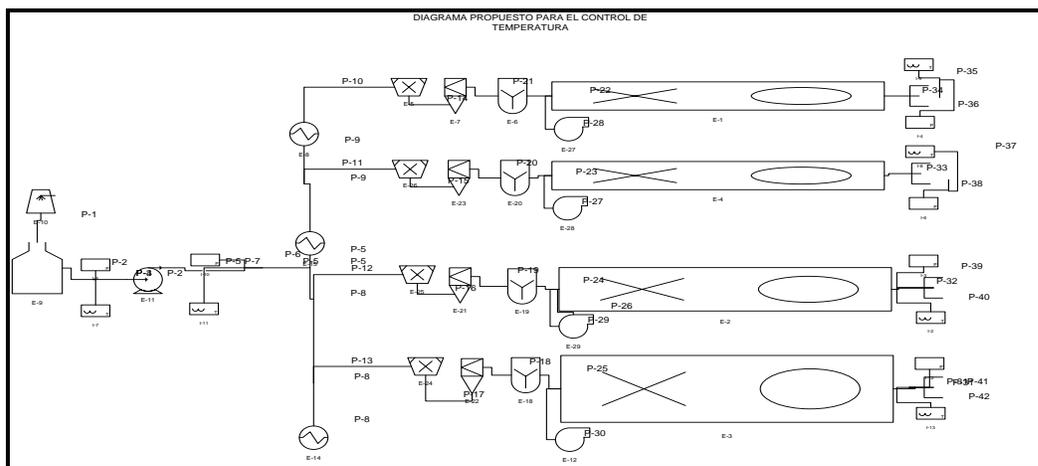
Fuente: PAVAN México.

<https://www.google.com.gt/search?biw=1366&bih=637&tbn=isch&sa=1&q=herramienta+lean+m+manufacturing&oq=herramienta+lean+ma&gs>. Consulta: octubre de 2016.

- Para controlar la variación de temperatura y presión se compra un sensor con un pistón de aire para el secadero de las 3 líneas de producción que hace que se tenga para una mejor distribución del aire caliente y, por consiguiente, mejorar el problema de humedad o quemado.

- En el área de trabatos u hornos hay merma debido a los problemas de secado, lo que provoca que el producto se queme o salga húmedo en ciertas áreas; para ello se realiza un estudio donde se delimitó que se tendría que controlar la temperatura de entrada y de salida, debido a las distancias de las diferentes líneas y con solo una bomba distribuidora se tiende a perder la temperatura y la presión.

Figura 52. Diagrama esquemático para el control de temperatura



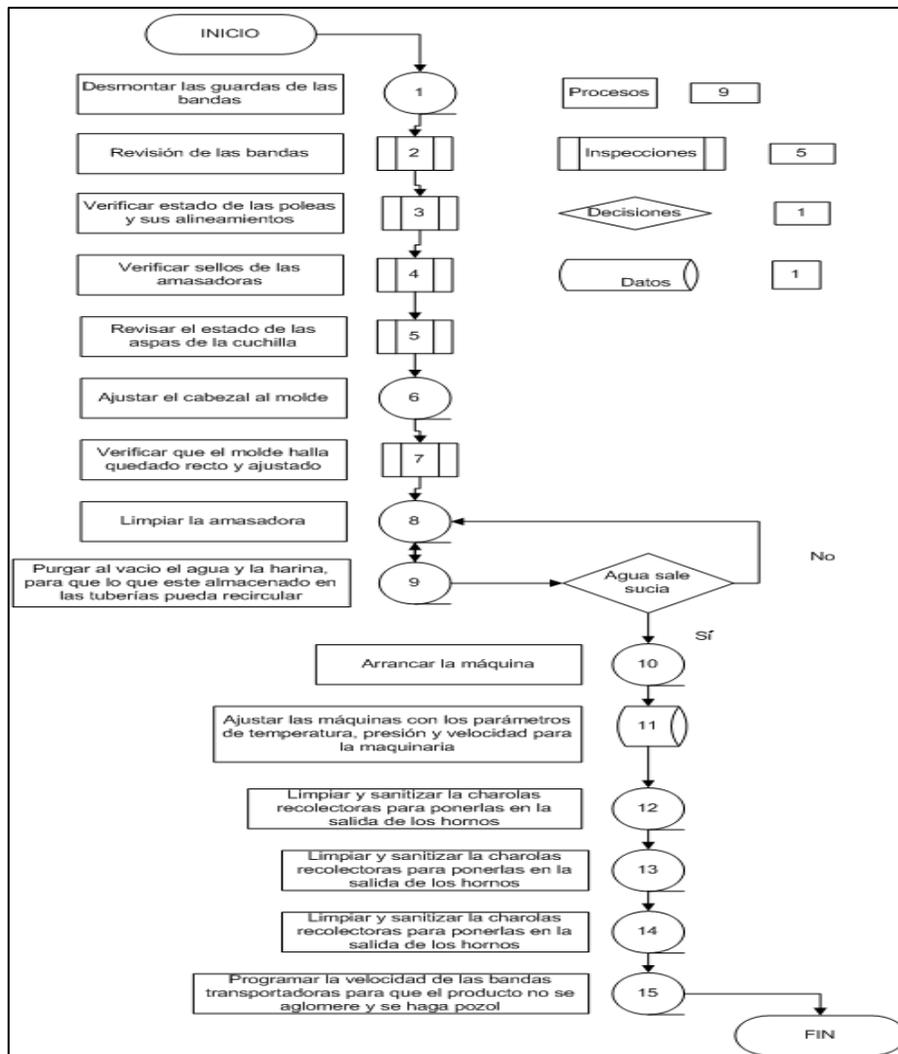
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

3.4.3. Diagrama de procesos con las propuestas de mejora para reducir la merma en el área de prensas, trabatos y empacadoras

El diagrama de procesos se desarrolla para contener en una secuencia de pasos un procedimiento estándar para arrancar la maquinaria de una manera adecuada sin menospreciar la calidad e inocuidad en el proceso productivo.

En el diagrama de procesos se definen 15 pasos que ayudarán a forjar una cultura de buenas prácticas de manufactura y se podrá recuperar la mayor cantidad del desperdicio que se genera en el proceso de extrusión, la salida de los secaderos y en las zarandas de las empacadoras.

Figura 53. **Flujograma con las propuestas de mejora para reducir la merma en el área de prensas, trabatos y empacadoras**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

3.4.4. Disposición y diseño del lugar de trabajo para reducir la merma de producción

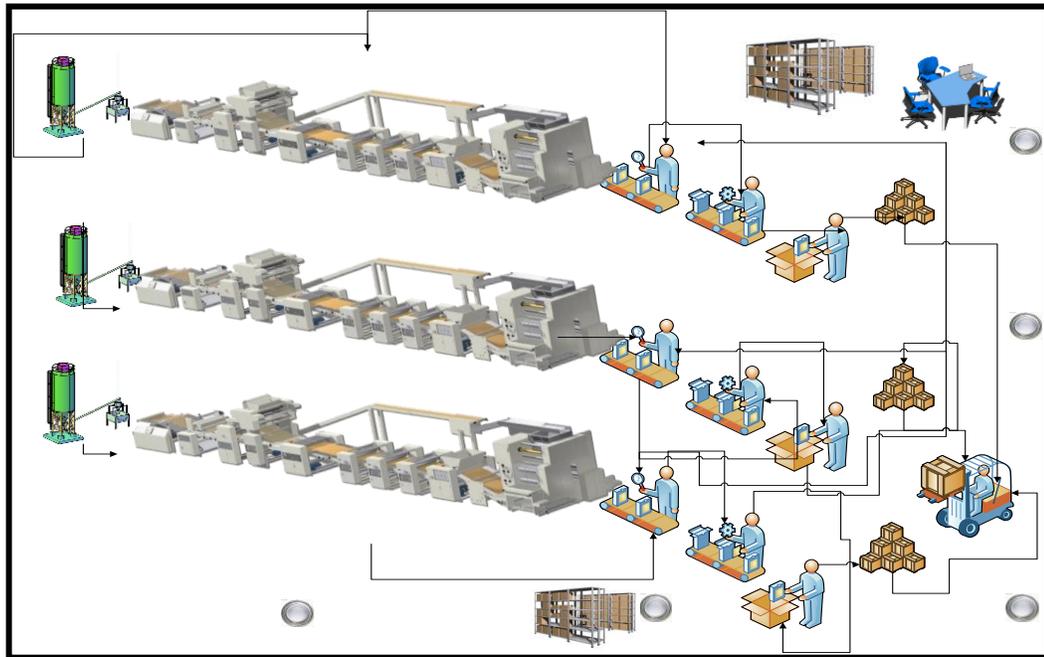
La distribución de lugar de trabajo es esencial para que el proceso productivo se lo más eficiente posible, según el Acuerdo Gubernativo 229-2014 título II capítulo II y los artículos 15, 16; se deben estructurar las partes móviles para que se puedan mantener limpias, ordenadas y en buen estado.

Para ello se plantea una distribución donde las estanterías se ubican de una manera que no almacene desorden ni obstaculice la movilidad.

En la distribución se cambia a los encargados de calidad para ser preventivo y no correctivo; con cambios cuando ya se ha gastado en producto y material de empaque; la propuesta surge porque la que calidad está relacionada con los parámetros de ajuste de las maquinarias, con base en eso la comunicación debe ser efectiva y en ambas líneas para que los problemas con la presión, temperatura y velocidad se puedan corregir de la manera más rápida posible.

También, se contempla la movilización de las empacadoras para evitar problemas con el aire de entrada cada vez que entran a producción a sacar el producto, esto evita que el fideo se cristalice.

Figura 54. **Diagrama de distribución en producción**



Fuente: elaboración propia.

3.4.5. **Mejora del diagrama de operación para el control de las líneas de producción**

En la propuesta de mejora se evalúa la descarga al final del ciclo, la limpieza al inicio y al final del ciclo productivo, en este punto hay una condición de oportunidad; debido al tiempo que pasa la máquina parada, es tiempo suficiente para contaminarse nuevamente.

En el diagrama se hizo el cambio en la limpieza al inicio del proceso y la purga para probar las condiciones del agua y la presión, factor que ayudará a reducir la merma generada en el proceso productivo.

Tabla VIII. Estudio de tiempos ciclo breve, con las propuestas de mejora

ESTUDIO DE TIEMPOS: CICLO BREVE													
DEPARTAMENTO:	Producción	ESTUDIO No:	9										
OPERACIÓN:	Proceso productivo	HOJA No:	1										
INSTALACIÓN / MÁQUINA	L3	COMIENZO:	20/06/2016										
HERRAMIENTAS:	Cronómetro	FIN:	20/07/2016										
CONDICIONES DE	Estandar	TIEMPO DE TRANSICIÓN:	30 días										
OPERARIO:	T1	OBSERVADO:	Javier García										
COMPROBADO:		Ing. Ottoniel Guevara											
ETAPA		TIEMPO OBSERVADO EN HORAS (CICLOS)										SUMA DEL TIEMPO	TIEMPO PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Limpieza de cabezales y amasadoras	T	3	2,88	3,13	3,01	3,26	3,14	3,39	2,97	2,83	3,1	30,71	3,071
Purga, prueba al vacío de agua y presión de aire	T	0,25	0,13	0,38	0,26	0,51	0,39	0,64	0,22	0,08	0,35	3,21	0,321
Amasadora	T	4	3,88	4,13	4,01	4,26	4,14	4,39	3,97	3,83	4,1	40,71	4,071
Proceso de extrusión por medio de los diferentes cabezales	T	3	2,88	3,13	3,01	3,26	3,14	3,39	2,97	2,83	3,1	30,71	3,071
Banda transportadora	T	0,5	0,38	0,63	0,51	0,76	0,64	0,89	0,47	0,33	0,6	5,71	0,571
Primer nivel del secadero	T	4,25	4,13	4,38	4,26	4,51	4,39	4,64	4,22	4,08	4,35	43,21	4,321
Segundo nivel del secadero	T	4,25	4,13	4,38	4,26	4,51	4,39	4,64	4,22	4,08	4,35	43,21	4,321
Tercer nivel del secadero	T	4,25	4,13	4,38	4,26	4,51	4,39	4,64	4,22	4,08	4,35	43,21	4,321
Cuarto nivel del secadero	T	4,25	4,13	4,38	4,26	4,51	4,39	4,64	4,22	4,08	4,35	43,21	4,321
Salida del producto terminando sin humedad	T	4,25	4,13	4,38	4,26	4,51	4,39	4,64	4,22	4,08	4,35	43,21	4,321
Inspección del producto	T	0,16	0,04	0,29	0,17	0,42	0,3	0,55	0,13	0	0,26	2,31	0,231
Reproceso	T	2	1,88	2,13	2,01	2,26	2,14	2,39	1,97	1,83	2,1	20,71	2,071
Embalaje del producto terminado	T	5	4,88	5,13	5,01	5,26	5,14	5,39	4,97	4,83	5,1	50,71	5,071
Detector de metales	T	3	2,88	3,13	3,01	3,26	3,14	3,39	2,97	2,83	3,1	30,71	3,071
Control de calidad del producto	T	3	2,88	3,13	3,01	3,26	3,14	3,39	2,97	2,83	3,1	30,71	3,071
Amasadora	T	2	1,88	2,13	2,01	2,26	2,14	2,39	1,97	1,83	2,1	20,71	2,071
Almacenaje en bodega de paso	T	20	19,9	20,1	20	20,3	20,1	20,4	20	19,8	20,1	200,71	20,071
												68,367	

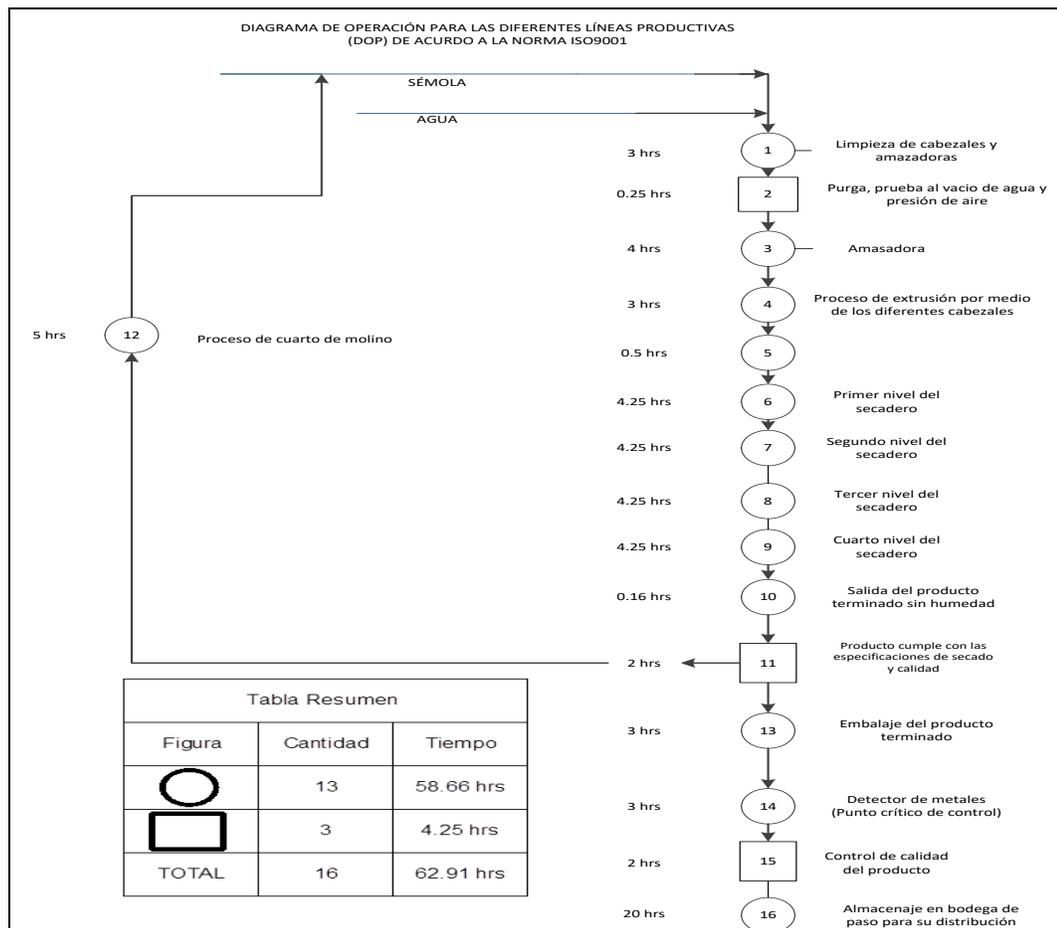
Fuente: elaboración propia.

Se realiza el siguiente estudio para determinar el tiempo que se emplea en el proceso productivo ya con las propuestas de mejora. En este caso, aumenta 3,25 horas el proceso productivo, pero esto es mucho más barato que seguir con la cantidad de merma que se generaba.

Se realiza ciclo breve porque es empleado cuando los ciclos a estudiar son relativamente cortos, por ende una fila puede contener todas las

observaciones de un elemento. Es muy parecido a un formulario resumen de datos, en este formulario se estima un tiempo promedio por división o etapa del proceso productivo su enfoque va dirigido a conocer el tiempo que se tarda un ciclo, esta información se coloca en un diagrama donde se identifica las áreas que se pueden mejorar, dando prioridad a los movimientos antes de la reducción de tiempo.

Figura 55. **Diagrama de operaciones con las propuestas de mejora**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

Se realizan las modificaciones en el inicio del proceso con limpieza y purgas para limpiar el sistema; estas operaciones aumentan el tiempo de operación en 3,25 horas, pero son esenciales para disminuir la merma producida por un sistema de producción sin los parámetros apropiados; esta práctica ayuda a que los medidores lleguen a su punto óptimo sin necesidad de dañar el producto.

Tabla IX. Registro de calibración de las empacadoras

Registro de los parámetros de las empacadoras									
Parte de la empacadora	Cantidad	Identificación	Ubicación	Frecuencia de calibración	Certificado de calibración	Próxima calibración	Estatus	Método de comprobación	Laboratorio certificado
Detectores de metal	3	Maq: 20	Envasadora de pasta corta (g1)	Anual	142162/1	17/06/2017	Calibrado	Iso 9001:2000	Centro pack
		Maq: 21	Envasadora de pasta larga (g4)	Anual	142165/1	15/07/2017	Calibrado		
		Maq: 276	Evasadora de pasta nidos (g3)	Anual	8000401	22/07/2017	Calibrado		
Termo balanza	1	Bal: 06	Oficina de producción	Anual	St14-c902	22/07/2017	Calibrado	Astm e898 modificado	Soluciones técnicas
Balanzas electrónicas	6	Bal: 02	Área de empaque	Anual	St14-c889	22/07/2017	Calibrado		
		Bal: 04	Área de empaque	Anual	St14-c900	22/07/2017	Calibrado		
		Bal:07	Área de prensas	Anual		22/07/2017	Calibrado		
		Bal: 08	Área de empaque	Anual	St14-903	29/07/2017	Calibrado		
		Bal: 09	Oficina de producción	Anual	St14-904	29/07/2017	Calibrado		
		Bal: 10	Oficina de calidad	Anual	St14-c905	29/07/2017	Calibrado		
Balanzas mecánicas	2	Bal: 05	Área de empaque a granel	Anual	St14-c901	29/07/2017	Calibrado		
		Bal: 11	Molino	Anual	St14-c906	29/07/2017	Calibrado		

Fuente: elaboración propia.

3.4.6. Registro de los parámetros de las empacadoras

Los parámetros son esenciales para el correcto funcionamiento de las maquinarias, para ello se crea un registro el cual indica las partes que

conforman una empacadora, el nombre, la calibración bajo que norma y la frecuencia; esto sirve para garantizar el buen estado de las empacadoras.

Los registros se llenan una vez cada turno o 3 veces al día, esto ayuda a crear una cultura donde los ajustes son controlados para evitar los desperdicios por falta de calibración o control en los equipos.

Tabla X. Formato para controlar los ajustes de las empacadoras

LISTA DE VERIFICACIÓN													
DEPARTAMENTO:							ÁREA:						
FECHA DE EMISIÓN:							MÁQUINA:						
							OPERADOR:						
S	si cumple el punto a revisar												
N	no cumple el punto a revisar												
No,	QUE INSPECCIONAR	TURNO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Especificaciones
1	Detectores de metal												0,01 micras, 0,1 micras
2	Termo balanza												Apertura < 1mm, Temp, 50 - 90 °C
3	Balanza mecánica												Incerteza +/- 0,10
4	Balanza electrónica												Incerteza +/- 0,05
5	Sensor de peso												de 0,095 g a 1 500 gr
6	Distribuidoras de producto												Sensores de movimiento en buen estado,
7	Ajuste en selladoras												menor a 1 mm de apertura
8	Velocidad de empaque												velocidad de 10 p/min a 150 p/min
9	Banda transportadora												Condiciones de carga > 2 000 gr
10	Impresora de codificación												Precisión de 0,05 mm

Fuente: elaboración propia.

Este registro se elabora para controlar las especificaciones o parámetros para el correcto funcionamiento de las empacadoras; realizan estas verificaciones 3 veces al día, se tiene un sistema más ajustado y controlado por lo cual se puede garantizar una producción de calidad que reduce la merma por falta de parámetros específicos que afectan directamente el empaque.

3.4.7. Parámetros de ajuste en maquinaria

Entre las propuestas de mejora se plantea el tener un mayor control en los ajustes de la maquinaria, que debido al uso constante se tienden a desajustar, y colocarles un tipo de candado para evitar que los colaboradores de producción puedan desajustarlas.

Figura 56. **Ajustes controlados por parte de mantenimiento con su debido control por candados**



Fuente: elaboración propia.

3.4.8. Registro de inversión requerida para ajustar los parámetros de la maquinaria

Estos ajustes son necesarios para que las máquinas funcionen correctamente para disminuir la merma que se genera en las empacadoras, por motivo de los desajustes en los pesos o forma de la figura.

Tabla XI. Registro de inversión requerida para el ajuste de parámetros

Registro de ajustes de las líneas de producción			
Ajustes	Fecha	Empresa	Inversión
Ajuste de balanzas	22/07/2016	Soluciones técnicas	Q7 000
Ajuste de termobalanzas	29/07/2016	Soluciones técnicas	Q9 000
Ajuste de pesajes en las empacadoras	05/08/2016	Mantenimiento del corporativo	Q7 000
Manómetros	25/11/2016	Centra pack	Q1 500
Termómetros	25/11/2016	Centra pack	Q2 200
Piston de aire	20/05/2016	Mantenimiento interno	Q5 000
Cabezal de la línea 4 (incluye semimoldes y moldes)	19/01/2017	Pavan	Q980,560
Total			Q1 012 260

Fuente: elaboración propia.

Los ajustes son una forma preventiva de controlar el proceso productivo con parámetros más cerrados que ayudan a la reducción de merma que se origina por las figuras deformes o de diferente tamaño y peso.

3.4.9. Cronograma de mantenimiento de los ajustes

Tener un cronograma garantiza que la calibración será la apropiada y que se tendrán los parámetros de las empacadoras lo más ajustados posible para una operación apropiada.

Tabla XII. **Cronograma para la calibración de puntos de control para ayudar la forma de la figura en la pasta**

Ubicación	Frecuencia de calibración	Certificado de calibración	Próxima calibración	Estatus
Envasadora de pasta corta (G1)	Anual	142162/1	17/06/2017	Calibrado
Envasadora de pasta larga (G4)	Anual	142165/1	15/07/2017	Calibrado
Evasadora de pasta nidos (G3)	Anual	8000401	22/07/2017	Calibrado
Oficina de producción	Anual	ST14-C902	22/07/2017	Calibrado
Área de empaque	Anual	ST14-C889	22/07/2017	Calibrado
Área de empaque	Anual	ST14-C900	22/07/2017	Calibrado
Área de prensas	Anual		22/07/2017	Calibrado
Área de empaque	Anual	ST14-903	29/07/2017	Calibrado
Oficina de producción	Anual	ST14-904	29/07/2017	Calibrado
Oficina de calidad	Anual	ST14-C905	29/07/2017	Calibrado
Área de empaque a granel	Anual	ST14-C901	29/07/2017	Calibrado
Molino	Anual	ST14-C906	29/07/2017	Calibrado

Fuente: elaboración propia.

3.4.10. Reducción de merma en los diferentes procesos productivos

En el análisis de merma realizada entre los meses de marzo a mayo del año 2016, se determinó que para una producción estimada de 500 000 kilogramos se generan 13 276,05 kilos de desperdicio de fideo y 20 770,03 kilos son de reproceso en promedio mensualmente por defectos del producto: producto deforme, quemado, húmedo y pozol, y se genera un desperdicio de material de empaque de: 357,24 kilos mensual de merma de bobina de material de empaque, derivado del pozol en el sello, producto deforme y falta de ajuste de las empacadoras con un costo de: Q 2 628 949,68 al año.

Índice de reproceso estimados con los datos del marzo a mayo del año 2016.

$$\text{Índice de merma} = \frac{\text{Merma y reproceso}}{\text{Producción estimada}} * (100) = \%$$

$$\text{Índice de merma general} = \frac{34\,403,32\text{ kg}}{500\,000\text{ kg}} * (100) = 6,88 \%$$

Gasto de por merma de los meses marzo a mayo del año 2016.

Valor de la merma general

$$\begin{aligned} &= (\text{Merma y reproceso de producción} * \text{meses del año} \\ &* \text{valor del kilo}) + (\text{merma de bobina} * \text{meses del año} \\ &* \text{factor de medida} * \text{el cambio del dolar a quetzales}) \end{aligned}$$

Valor de la merma general al año

$$\begin{aligned} &= [34403,32 \text{ kg} * (12) * (Q 6)] + [357 \text{ kg} * (12) * (4,5) * (Q 7,88)] \\ &= Q 2 628,949,68 \end{aligned}$$

Con las propuestas planteadas anteriormente se delimitaron las causas que generaban la merma eliminándolas desde la raíz. La reducción de merma se empieza a observar entre los meses de junio y julio; en estos meses se logran controlar los ajustes de la maquinaria y estandarizarlos para los diferentes turnos.

El parámetro estandarizado se logra controlando la presión del aire por medio del reductor de presión y ventilador, la temperatura de los tratabos u hornos por medio de ajustes en las válvulas de las calderas y con una mejora en la velocidad de las desfiladoras por medio de un sensor de aire para los motores.

Tabla XIII. Formato para la contabilización de merma en el área de prensas

Núm.	Prensa de la línea	Figura	Cantidad en kg	Turno	Nombre del prensista	Nombre del supervisor	Motivo	Cantidad en lb
1	L3	Pelo rosca	4,55	3	Juan	Ricardo Guzman	Cambio de molde	10
2	L1	Codo 3	4,55	3	Juan	Ricardo Guzman	Raspado de barredura	10
3	L4	Espagueti	4,55	3	Henry	Ricardo Guzman	Barredura	10
4	L1		9,09	1	Hugo	Jorge	Limpieza de amazadora	20
5	L3		2,73	2	Rigo	Juan	Barredura	6
6	L4		3,18	2	Jeronimo	Juan	Barredura	7
7	L3	Masa de fugas	1,82	3	Henry	Ricardo Guzman	Barredura	4
8	L4		11,36	3	Juan	Ricardo Guzman	Barredura y pardo de la línea	25
9	L4		20,45	3	Juan	Ricardo Guzman	Producto tirado en segundo piso	45
10	L1	Codo 3	1,36	2	Jeronimo	Juan	Barredura	3
11	L3	Entrefino	4,55	2	Jeronimo	Juan	Fugas del cabezal y nidos en retorno	10
12	L3	Entrefino	0,91	3	Juan	Hugo	Nidos en retorno	2
13	L3	Barredura	1,82	3	Juan	Hugo	Fugas del cabezal	4
14	L3		18,18	2	Rigo	Juan	Cambio de molde	40
15	L1		13,64	2	Rigo	Juan	Arranque de línea	30
16	L3		4,55	3	Henry	Hugo	Barredura o fugas de masa	10
17	L1	Codo 2	1,82	2	Jeronimo	Juan	Raspado de barredura	4
18	L3	Pelo rosca	11,36	2	Jeronimo	Juan	Pasta en la cuchilla	25
19	L1	Codo 2	4,55	3	Henry	Ricardo Guzman	Pasta en la cuchilla	10
20	L3	Pelo rosca	2,27	3	Henry	Ricardo Guzman	Nidos en retorno	5
21	L1	Caracol 3	0,91	2	Jeronimo	Juan	Barredura	2
22	L3	Pelo rosca	13,64	2	Jeronimo	Juan	Fuga de cabezal	30
23	L3		6,82	3	Henry	Ricardo Guzman	Fuga de cabezal	15
24	L1	Caracol 3	2,73	2	Jeronimo	Juan	Fuga de cabezal	6
25	L1	Pelo rosca	9,09	2	Jeronimo	Juan	Barredura	20

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Formato para el registro de merma en el área de empaque

Núm.	Línea	Figura	Cantidad en kg	Turno	Nombre del empacador	Nombre del supervisor	Motivo	Cantidad en lb
1	L3	Pelo	89,09	2	Mynor	Juan	Nido deforme	196
2	L3	Pelo	113,64	3	Leonel	Ricardo	Pozol	250
3	L3	Pelo	54,55	1	Henry de leon	Jorge	Nido deforme	120
4	L3	Pelo	72,73	1	Henry de leon	Jorge	Pozol	160
5	L3	Pelo	36,36	2	Mynor	Juan	Nido deforme	80
6	L3	Entrefino	9,09	2	Mynor	Juan	Nido grande	20
7	L3	Entrefino	95,45	3	Leonel	Ricardo	Pozol	210
8	L3	Entrefino	29,09	1	Henry de leon	Jorge	Nido deforme	64
9	L3	Entrefino	54,55	1	Henry de leon	Jorge	Nido quemado	120
10	L3	Entrefino	68,18	1	Henry de leon	Jorge	Pozol	150
11	L3	Entrefino	68,18	2	Mynor	Juan	Pozol	150
12	L3	Entrefino	72,73	1	Henry de leon	Jorge	Pozol	160
13	L3	Entrefino	54,55	2	Mynor	Juan	Pozol	120
14	L3	Entrefino	61,36	3	Humberto	Hugo	Nido grande	135
15	L3	Entrefino	54,55	1	Henry de leon	Jorge	Pozol	120
16	L3	Pelo	15,91	1	Henry de leon	Jorge	Pozol	35
17	L3	Pelo	27,27	1	Henry de leon	Jorge	Nido quemado	60
18	L3	Pelo	63,64	2	Mynor	Juan	Nido quemado	140
19	L3	Pelo	52,27	3	Humberto	Ricardo	Nido grande	115
20	L3	Pelo	90,91	1	Henry de leon	Jorge	Pozol	200
21	L3	Pelo	95,45	2	Mynor	Juan	Pozol	210
22	L3	Pelo	127,27	3	Humberto	Ricardo	Nido deforme	280
23	L3	Pelo	130,00	1	Mynor	Juan	Nido deforme	286
24	L3	Pelo	130,91	2	Selvin sanchez	Hugo	Nido deforme	288
25	L3	Pelo	68,18	3	Henry de leon	Jorge	Pozol	150
26	L3	Entrefino	54,55	1	Mynor	Juan	Pozol	120
27	L3	Entrefino	56,82	2	Leonel	Ricardo	Pozol	125
28	L3	Entrefino	72,73	3	Henry de leon	Jorge	Pozol	160
29	L3	Entrefino	22,73	1	Mynor	Juan	Pozol	50
30	L3	Entrefino	72,73	2	Leonel	Ricardo	Pozol	160

Fuente: elaboración propia.

Estos parámetros ayudaron a reducir la merma de la siguiente forma:

- Proceso sin estandarización
 - De 17 000 Kilos de producción se generan 1 169,71 kilos de merma diarios.
- Proceso estandarizado con propuestas de mejora:
 - De 17 000 kilos de producción se generan 436,89 Kilos de merma diarios, con una reducción de la merma del 37,35 %.
- Costo de la merma generada por día con las propuestas de mejora:

Valor de la merma con las propuestas de mejora

$$= (\text{cantidad en kilos por día} * \text{costo de producción por kilo})$$

*Valor de la merma con las propuestas de mejora: (436,89 kg * Q 6)*

$$= Q 2 621,34$$

- El costo de merma con el proceso estandarizado por las propuestas de mejora al año es de:

$$\text{Costo de merma por año: } (Q 2 621,34 * 30 * 12) = Q 943 682,4$$

Comparando con el objetivo de producción planteado se tiene una reducción de merma de Q 1 685 267,28 al año y de 156 110,69 kilos de merma al año.

Las condiciones del análisis se realizaron en condiciones óptimas:

- Con el proceso anterior para cada 500 000 kg producidos se generaba una merma de 34 403 32 kg al mes, al año el costo de la merma era de: Q 2 477 039,04
- Con las propuestas de mejora para cada 500 000 kg producidos se genera una merma de 13 106,7 kg al mes; al año, el costo de la merma es de Q 943 682,40

Con las condiciones propuestas se tiene un ahorro por el costo generado en la merma de Q 1 533 356,64; gracias a los cambios propiamente en procedimientos y parámetros en maquinaria, sin contar con las modificaciones o compra de piezas para mejorar el rendimiento de la maquinaria.

3.4.11. Merma generada con las propuestas de mejora en el área de prensas

De acuerdo a las propuestas realizadas se disminuyó de manera contundente la generación de desperdicio en los procesos productivos del área de prensas, los cambio en los procedimientos y ajustes en el cabezal y condiciones del amasado hicieron que se redujera en un 14,50 % del total.

3.4.11.1. Merma generada en el trabato u horno secador

Con los cambios en los parámetros y nuevos ajustes en la receta se logró reducir el problema de la mala distribución de calor y, por ende, se reduce la

cantidad de producto que sale quemado o con humedad, reduciendo la merma en la salida en un 10,13 % del total.

3.4.11.2. Merma generada en las desfiladoras y empacadoras

En las desfiladoras y empacadoras el problema del producto deforme o pozol fue corregido gracias a los diferentes métodos que se emplean en los ajustes de las zarandas o cernidores y en la correcta calibración de las empacadoras, con una reducción de la merma en un 12,72 % del total.

3.4.11.3. Descripción del procedimiento con base en parámetros de ajuste para reducir la merma de material de empaque

Las modificaciones que se realizaron son con base en ajustes técnicos con énfasis en mejorar las condiciones del producto, para que tenga una buena forma, la temperatura de secado sea el ideal y los desperdicios por fugas o pozol se reduzcan.

Los puntos que se utilizaron para la estandarización de los parámetros son:

- Marcar la abertura de la ventilación del cabezal para mejorar la entrada de aire en los secaderos.
- Mantener la presión de inyección de 60 a 65 psi para tener una velocidad constante en la cama de fideos y que estos sequen uniformemente.

- Mantener la velocidad del variador del sin fin en 43,06 hz, para que el amasado este lo más consistente posible.
- Mantener el peso de los nidos de 30 a 34 gramos en la línea 3, para evitar que se produzca merma por nido deforme o de gran tamaño.
- Al momento del arranque abrir toda la ventilación del cabezal por aproximadamente 30 minutos para que se pueda establecer la temperatura.

Los puntos de mantenimiento que se utilizaron para la estandarización de los parámetros son:

- Ajustar el mecanismo del movimiento de los vasos del presecado de la línea 3 para que los vasos tengan la misma velocidad.
- Colocar sensor en lugar de micro para ajustar el movimiento del presecado y así reducir el problema del quemado.
- Reducir el desperdicio del nido y pelo de fideo el elevador de cangilones revisar si se puede modificar mecanismos, lona, aire y sernidor.
- Arreglar el motor del dosificador de harina.
- Colocar pala ancha plástica para los auxiliares de línea 3 para recoger el producto que se cae en las plataformas o cangilones.

3.4.12. Diagrama hombre – máquina con las propuestas de mejora para describir el proceso de carga y descarga de las empacadoras

En el diagrama se realizaron una serie de modificaciones: reducir el tiempo de ocio del operario para aumentar la limpieza en el arranque de las líneas lo que produce una disminución de merma considerable.

Previo a arrancar la línea, es necesario realizar una purga para deshacerse de las impurezas que se puedan almacenar en el área de prensas lo que logra un producto realizado al 100 % con calidad a la primera.

El diagrama hombre – máquina se modifica para tener el mejor rendimiento y aprovechamiento de la maquinaria, con la recomendación de colocar 2 colaboradores en el área de prensas, es factible aumentar el rendimiento de la maquinaria para tener un proceso más continuo en sus valores óptimos para producir.

El tiempo de ciclo se disminuye en un 1,14 %, el tiempo de ocio aumenta en un 30,97 % debido a que hay dos colaboradores en esa área; el tiempo muerto disminuye en un 11,64 %, lo que refleja un mayor rendimiento al tener un mayor tiempo en funcionamiento logra llegar a un proceso más estándar y constante; en general, el tiempo de utilización se reduce en un 4,87 % lo que ayuda a aumentar la productividad y el rendimiento de la maquinaria.

Figura 57. Diagrama hombre – máquina con las propuestas de prueba al vacío

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA															
Producción de pasta de Fideos 42/200										PÁG		No.		de	
Líneas de Producción marcas PAVAN.										FECHA: 09/07/2016					
Producción										REALIZADO POR: Javier García					
OPERARIO	TIEMPO	L1	TIEMPO	L3	TIEMPO	L4	TIEMPO	EMPACADOR A.1	TIEMPO	EMPACADOR RA.3	TIEMPO	EMPACADOR RA.4			
Limpeza y purga de la Amasadora	2 hrs														
Carga de la Amasadora L1	1hr														
Limpeza y purga de la Amasadora	3 hrs	Arranque	2 hrs												
Carga de la Amasadora L3	5 Horas	Amasado	1 hr												
Limpeza y purga de la Amasadora	2.5 hrs	extrusion de la masa	3 hrs	Arranque	2 hrs										
Carga de la Amasadora L4	3 hrs	Pasta de diferentes figuras se trasladada al presecaado	5 Horas	Amasado	10 hrs										
	2.3 hrs	Primer nivel de secado (Trabajo)	5 hrs	extrusion de la masa	10 hrs	Arranque									
	2.3 hrs	Segundo nivel de secado (Horno)	3 hrs	Pasta de Nido, Peño o Entrefino se trasladada al asecaado.	12 hrs	Amasado									
	2.3 hrs	Tercer Nivel de secado (Horno)	5 hrs	Primer nivel de secado (Trabajo)	12 hrs	extrusion de la masa									
	2.3 hrs	Cuarto Nivel de secado (Horno)	5 hrs	Segundo nivel de secado (Horno)	10 hrs	Elaboración de pasta larga.									
	3.5 hrs	Banda Transportadora	5 hrs	Tercer Nivel de secado (Horno)	10 hrs	Primer nivel de secado (Trabajo)									
Descarga	5 hrs		5 hrs	Cuarto Nivel de secado (Horno)	10 hrs	Segundo nivel de secado (Horno)									
Limpeza de los Hornos	5 hrs		4 hrs	Banda Transportadora	10 hrs	Tercer Nivel de secado (Horno)									
Limpeza de los Moldes	3 hrs				10 hrs	Cuarto Nivel de secado (Horno)									
Limpeza de la Amasadora	5 hrs				6 hrs	Banda Transportadora									
Carga de Bobina del Material de empaque							1 hr								
Descarga			5 hrs				0.5 hrs	Seleccionador							
Limpeza de los Hornos			5 hrs				16 hrs	Empaque							
Destrahe de Bobina del Material de Empaque							0.5 hrs								
Limpeza de los Moldes			3 hrs												
Limpeza de la Amasadora			5 hrs												
Carga de Bobina del Material de empaque							1 hr								
Descarga					5 hrs		0.5 hrs	Seleccionador							
Limpeza de los Hornos					5 hrs		20 hrs	Empaque							
Destrahe de Bobina del Material de Empaque							0.5 hrs								
Limpeza de los Moldes					3 hrs										
Limpeza de la Amasadora					5 hrs										
Carga de Bobina del Material de empaque							1 hr								
							0.5 hrs	Seleccionador							
							16 hrs	Empaque							
							0.5 hrs								
Destrahe de Bobina del Material de Empaque															

CUADRO RESUMEN								
	Hombre	Máquina 1	Empacadora 1	Máquina 3	Empacadora 3	Máquina 4	Empacadora 4	
Tiempo de Ciclo	301.7 hrs	72 hrs	26.2 hrs	16.5 hrs	40 hrs	20.5 hrs	90 hrs	36.5 hrs
Tiempo de Ocio	12.7 hrs	12.7 hrs						
Tiempo Muerto	350 hrs		22 hrs	61 hrs	26 hrs	66 hrs	39 hrs	145 hrs
Tiempo de Utilización	673.4							

Fuente: elaboración propia.

3.4.13. Productividad de las líneas 3 y 4 de producción con las propuestas de mejora

La productividad mejora considerablemente por los ajustes realizados en la operación de la línea 3 y 4; además, se ajustan ciertos parámetros necesarios para controlar las desviaciones que se generaban la merma.

Fórmula utilizada para el cálculo de productividad:

$$Productividad = \frac{\text{rendimiento de horas trabajadas} * (\text{producción mensual})}{\text{Consumo de sémola} + \text{merma de sémola}}$$

Productividad en junio:

$$Productividad = \frac{(0,98) * (350\ 183,96\text{kg})}{(361\ 120,15\ \text{kg} + 7\ 980,76\ \text{kg} + 10\ 936,19\ \text{kg} + 2\ 955,43\ \text{kg})}$$
$$= 89,60 \%$$

Productividad julio:

$$Productividad = \frac{(1) * (264\ 280,50\ \text{kg})}{(274\ 899,53\ \text{kg} + 6\ 707,55\ \text{kg} + 1\ 100\ \text{kg})} = 93,48 \%$$

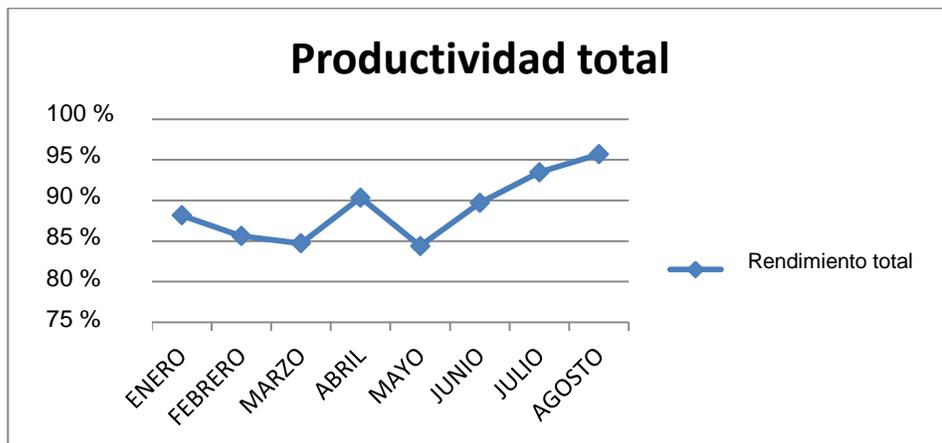
Productividad agosto:

$$Productividad = \frac{(1) * (379\ 262,82\ \text{kg})}{(393\ 725,48\ \text{kg} + 2\ 000\ \text{kg} + 650\ \text{kg})} = 95,69 \%$$

Los parámetros, ajustes y procedimientos ayudan a que el producto tenga mejores condiciones para producirse de manera correcta; lo que se resume en una reducción de merma o, que es lo mismo, un aprovechamiento mayor del

producto terminado el cual eleva las utilidades de la empresa y se refleja en un cumplimiento mayor de producción.

Figura 58. **Mejora en la productividad total de las líneas de producción**



Fuente: elaboración propia.

La productividad total en agosto es de 95,69 % lo que representa un incremento del 10,96 % comparada con el mes de marzo; esto se debe a los esfuerzos en los controles y el seguimiento de los registros que ayudan a reforzar aquellas áreas de oportunidad como detalles en los parámetros de las maquinarias, ajustes en el proceso productivo, diferentes métodos para realizar las operaciones y un programa de seguimiento para evitar desviaciones.

3.4.14. Rendimiento de las líneas 3 y 4 de producción y de las empacadoras

Se realiza la comparación del rendimiento que se logra al programar mantenimientos preventivos y resolver los problemas de ajustes desde la raíz,

para corregir los problemas que vienen del proceso de producción y que afectan directamente a las empacadoras.

Rendimiento de las líneas 3 y 4 de producción:

$$\text{Rendimiento} = \frac{(\text{Horas de producción}) * (\text{capacidad de producción})}{\text{producción real}}$$

$$\text{Rendimiento pasta nido} = \frac{(665,76 \text{ hrs}) * (300 \text{ kg})}{2\ 105,50 \text{ kg}} = 94,86 \%$$

$$\text{Rendimiento pasta larga} = \frac{(239,67 \text{ hrs}) * (1\ 000 \text{ kg})}{2\ 513,09 \text{ kg}} = 95,37 \%$$

Rendimiento de las empacadoras en el mes de agosto:

$$\text{Rendimiento} = \frac{(\text{Horas de empaque}) * (\text{capacidad de de las empacadoras})}{\text{empaque real}}$$

$$\text{Rendimiento pasta nido} = \frac{(48,82 \text{ hrs}) * (4\ 200 \text{ paq/hr})}{2\ 105,50 \text{ paq}} = 97,38 \%$$

$$\text{Rendimiento pasta larga} = \frac{(26,63 \text{ hrs}) * (9\ 000 \text{ paq/hr})}{2\ 513,09 \text{ paq}} = 95,37 \%$$

Se incrementan, considerablemente, los rendimientos del proceso productivo y las empacadoras con los mantenimientos preventivos y teniendo un control más estricto en los ajustes y parámetros; esto ayuda a mantener un proceso más continuo sin tanto paro de corrección lo que corrige el problema de temperatura y presión al volver el proceso más estable que reduce la merma.

Tabla XV. **Rendimiento de las líneas de producción en los diferentes meses**

Mes	Rendimiento línea pasta corta	Rendimiento línea pasta larga	Rendimiento línea pasta nido	Rendimiento línea a pasta larga	Rendimiento total
Enero	92,90 %	NA	81,92 %	89,70 %	88,17 %
Febrero	93,91 %	NA	81,34 %	81,66 %	85,64 %
Marzo	94,68 %	NA	74,85 %	84,67 %	84,76 %
Abril	100 %	NA	78,64 %	92,37 %	90,34 %
Mayo	95,52 %	NA	70,38 %	87,30 %	84,40 %
Junio	93,31 %	NA	90,16 %	85,63 %	89,70 %
Julio	95,72 %	NA	93,50 %	91,20 %	93,47 %
Agosto	96,83 %	NA	94,86 %	95,37 %	95,67 %

Fuente: elaboración propia.

3.4.15. Comparación del costo que genera la merma con las propuestas para su reducción

En condiciones óptimas de producción con el proceso anterior para cada 500 000 kg producidos se generaba una merma de 34 403,32 kg al mes, al año el costo de la merma era de: Q 2 477 039,04.

Con las propuestas de mejora para cada 500 000 kg producidos se genera una merma de 13 106,7 kg al mes; al año el costo de la merma es de Q 943 682,40.

Con las condiciones propuestas se tiene un ahorro por el costo generado en la merma de Q 1 533 356,64; el dinero de la reducción se puede utilizar para realizar cambios o mejoras en las líneas para disminuir aún más el costo innecesario.

Los cambios de metodología, los procedimientos, los controles preventivos y los ajustes de control son propuestas ingenieriles que facilitan un proceso más productivo que disminuye los costos innecesarios y aumentan el rendimiento de operación, en este caso, en un 10,96 %.

4. FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTAS PARA UNA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

La producción más limpia es una estrategia ambiental preventiva integrada que se aplica a los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente.

La producción más limpia puede aplicarse a cualquier proceso, producto o servicios, y contempla desde simples cambios en los procedimientos operacionales de fácil e inmediata ejecución, hasta cambios mayores, que impliquen la sustitución de materias primas, insumos o líneas de producción por otras más eficientes.

En cuanto a los procesos, la producción más limpia incluye la conservación de las materias primas, el agua y la energía, la reducción de las materias primas tóxicas (toxicidad y cantidad), emisiones y de residuos, que van al agua, a la atmósfera y al entorno.

En cuanto a los productos, la estrategia tiene por objeto reducir todos los impactos durante el ciclo de vida del producto desde la extracción de las materias primas hasta el residuo final; promueve diseños amigables acordes a las necesidades de los futuros mercados.

La producción más limpia requiere modificar actitudes, desarrollar una gestión ambiental responsable, crear las políticas nacionales convenientes y evaluar las opciones tecnológicas.

Las técnicas de producción más limpia son:

- Mejoras en el proceso
- Buenas prácticas operativas
- Mantenimiento de equipos
- Reutilización y reciclaje
- Cambios en la materia prima
- Cambios de tecnología

Para implementar producción más limpia en el proceso productivo se hace una modificación al procedimiento PO-CA-PR-002, donde se establece que la merma que no se pueda recuperar, debido a los bajones de energía o que dependa de otras acciones no establecidas en este documento se venda con los altos estándares de inocuidad para alimento de animales de granja y el empaque plástico se venda a una recicladora por quintal.

En el diagnóstico se plantea reducir los costos innecesarios de producción y de manera general, como una manera de reducir costos innecesarios y cuidar el medio ambiente con responsabilidad social; se plantea la reducción del consumo energético, en la implementación de una tecnología que garantiza no solo los lúmenes ideales con base en requerimientos del Ministerio de Medio Ambiente para cada área, también, la reducción del estrés térmico por utilizar iluminarias convencionales.

4.1. Registro de facturas del consumo de energía eléctrica en la empresa

Con el registro se puede controlar la inversión que se paga por la operación de la empresa; se realiza un conteo de lámparas de todo el perímetro

de la empresa y se analizan las propuestas y metodología para tener una inversión más rentable a largo plazo, como un factor de competitividad y responsabilidad social.

Figura 59. Cantidad de iluminarias en la empresa

CANTIDAD DE ILUMINARIAS DE LA EMPRESA			
AREA	TIPO		
	TUBO FLUORECE	CAMPANA VAPOR DE MERCURIO	FOCOS
PRODUCCIÓN L4	28	1	0
PRODUCCIÓN L3	12	0	0
PRODUCCIÓN L2	30	0	0
PRODUCCIÓN L1	29	2	0
OFICINA PRODUCCIÓN	8	0	0
SILOS	12	0	0
CALDERAS	14	2	0
BODEGA DE TRÁNSITO	4	9	0
EXTERIOR DE BODEGA DE TRÁNSITO	0	2	1
MANTENIMIENTOS	20	0	0
MOLINOS	8	0	0
COMPRAS	12	0	0
BODEGA DE BOBINAS			
BOMBA DE AGUA DE HIDRANTES	4	0	0
CEDI	4	13	0
EXTERIORES	0	11	18
BAÑOS DE HOMBRES OPERACIÓN	32	0	0
BAÑOS DE MUJERES OPERACIÓN	10	0	0
CAFETERÍA			
RECEPCIÓN	12	0	0
CORREDOR	4	0	0
BAÑOS	3	0	0
OFICINAS PLANTA BAJA	76	0	0
OFICINAS PLANTA ALTA	54	0	0
CORREODRES	0	0	3
TOTAL	376	40	22

Fuente: elaboración propia.

Con la cantidad de iluminarias se determinó qué área o sector de la empresa era el que tenía mayor consumo y se determinó trabajar bajo esa directriz para tener reflejado una mayor reducción en el costo de energía eléctrica.

4.1.1. Consumo de energía eléctrica en la empresa

Las facturas de energía eléctrica son de suma importancia ya que representan el registro contable de la inversión por el uso correcto e incorrecto de ese servicio.

El costo mensual se realiza con información del presente año para tener un indicador más exacto.

Tabla XVI. Costo mensual del consumo energético

	Energía eléctrica		
	Kwh	Potencia	Costo
ENERO	139 100,47	238,40	Q 253 452,77
FEBRERO	141 717,55	324,8	Q 263 804,84
MARZO	132 031,82	294,8	Q 256 768,02
ABRIL	112 929,60	243,04	Q 189 068,09
MAYO	123 184,60	240,8	Q 221 272,94
JUNIO	116 508,00	250	Q 191 496,53
JULIO	135 856,00	250	Q 227 584,18
AGOSTO	126 219,80	250	Q 195 926,26

Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Tipo de lámparas utilizadas

Se conoce por luminaria fluorescente al conjunto que forman una lámpara, denominada tubo fluorescente y una armadura, con los accesorios necesarios para el funcionamiento. En ciertos lugares, se conoce como luminaria solamente a la lámpara. La lámpara es de descarga de vapor de mercurio a baja presión y se utiliza normalmente para la iluminación doméstica o industrial.

Su ventaja frente a otro tipo de lámparas, como las incandescentes, es su eficiencia energética.

La lámpara consiste en un tubo de vidrio fino revestido interiormente con diversas sustancias químicas compuestas llamadas fósforos, aunque generalmente no contienen el elemento químico fósforo y no deben confundirse con este. Esos compuestos químicos emiten luz visible al recibir una radiación ultravioleta. El tubo contiene además una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte, habitualmente argón o neón, a una presión más baja que la presión atmosférica. En cada extremo del tubo se encuentra un filamento hecho de tungsteno, que al calentarse al rojo contribuye a la ionización de los gases.

Figura 60. **Lámparas fluorescentes**



Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Factor potencial de las lámparas utilizadas

El factor de potencia es de suma importancia debido a que define el gasto por lúmenes que va a tener cada lámpara; las lámparas usadas tienen un factor de potencia mucho mayor a las nuevas tecnologías y la eficiencia energética es mínima, para cumplir con el acuerdo energético del Ministerio de Medio

Ambiente, que es en promedio 300 lúmenes, para todas las áreas de operación, se requiere mayor número de lámparas o mayor inversión, en consumo energético y mantenimiento.

El análisis del consumo energético demostró que las áreas de mayor oportunidad para que la reducción de energía eléctrica son: los departamentos de administración y producción.

Tabla XVII. **Factor de potencia y eficiencia energética de las lámparas fluorescentes y de mercurio**

Cantidad	Descripción	Horas al día	Potencia en kw (actual)	Eficiencia luminosa lum/kw	Costo por kw/h promedio	Consumo en kw/h al día	Costo actual por año
145	Tubo fluoreente NTE 2900 LUM	12	0,04	0,0725	Q 1,46	Q 101,62	Q 37 089,84
14	Campana vapor de mercurio 22500 LUM	12	0,04	0,0563	Q 1,46	Q 98,11	Q35 810,88
0	Focos	12	0,01	0,0138	Q 1,46	Q 0,00	Q 0,00

Fuente: elaboración propia.

4.1.4. Tipo de lámparas propuestas para disminuir el consumo de energía eléctrica

Una lámpara de led¹ es una lámpara de estado sólido que usa ledes² (*light-emitting diode*, diodos emisores de luz) como fuente lumínica. Debido a que la luz capaz de emitir un led no es muy intensa, para alcanzar la intensidad luminosa similar a las otras lámparas existentes como las incandescentes o las fluorescentes compactas, las lámparas led están compuestas por agrupaciones de ledes, en mayor o menor número, según la intensidad luminosa deseada.

Actualmente, las lámparas de led se pueden usar para cualquier aplicación comercial, desde el alumbrado decorativo hasta el de viales y jardines; presenta ciertas ventajas: su considerable ahorro energético, arranque instantáneo, aguante a los encendidos y apagados continuos y su mayor vida útil, pero también con ciertos inconvenientes como su elevado costo inicial.

Los diodos funcionan con energía eléctrica de corriente continua (CC), de modo que las lámparas de led deben incluir circuitos internos para operar desde el voltaje CA estándar. Los led se dañan a altas temperaturas, por lo que las lámparas de led tienen elementos de gestión del calor como disipadores y aletas de refrigeración. Las lámparas de led tienen una vida útil larga y una gran eficiencia energética, pero los costos iniciales son más altos que los de las lámparas fluorescentes.

La debilidad del diodo led es el calor, una debilidad que ayuda principalmente a la producción que debido a las iluminarias se genera mucho calor y con el calor generado por los hornos se crea un estrés térmico, al cambiarlas por luces led no solo se ahorra en mantenimientos y consumo energético también se reduce el estrés térmico del área de producción.

Figura 61. **Lámparas led**



Fuente: *Lámparas led*. <https://www.google.com.gt/search?q=lamparas+led&biw=1366&bih=622>.

Consulta: 5 de agosto de 2017.

Con la propuesta de luces led se plantea un sistema dimerizador; este sistema aumenta la vida útil del led y reduce significativamente el consumo energético, ya que cuenta con un sistema *on/off* automático con temporizador y movimiento.

Figura 62. **Propuesta de led con dimerizado para la reducción del consumo energético**



Fuente: *Led con dimerizado*. <https://www.digitallumens.com/>. Consulta: 6 de agosto de 2017.

Para las lámparas exteriores dentro del perímetro de la empresa se contemplan lámparas led con celdas fotovoltaicas para reducir aún más el consumo energético, con costo de 1/3 mayor que una lámpara convencional tiene una vida útil de 10 años el doble que la convencional y un ahorro de Q 82, 813,08 al año en consumo energético.

Figura 63. **Propuesta para sustituir las lámparas en los exteriores**



Fuente: *Lámparas de exteriores*. <https://www.google.com.gt/search?q=lamparas>.

Consulta: 8 de julio de 2017.

- Descripción de las propuestas
 - Tubo fluorescente de 2 900 lumen
 - Cantidad = 145 iluminarias
 - Horas encendidas al día = 12
 - Potencia en kw = 0,04
 - Costo por kw/h = Q 1,46
 - Led inteligente digital lumens dimerizante 12 000 lumen
 - Cantidad = 33 Iluminarias
 - Horas al día = 8
 - Potencia en kw = 0,121
 - Costo por kw/h = Q 1,46
 - Led convencional LED0085
 - Cantidad = 145 Iluminarias
 - Horas al día = 12
 - Potencia en kw = 0,02
 - Costo por kw/h = Q 1,46
- Cálculo del análisis

Costo por kw/h = Q 1,46

$$\frac{\text{Costo total de 4 meses en quetzales}}{\text{Costo total de 4 meses en } \frac{\text{Kw}}{\text{h}}}$$

4

Consumo en Kw/h por día

$$(Cantidad\ de\ lámparas) * (Horas\ encendida\ por\ día) * (Potencia\ en\ Kw) * (Costo\ por\ \frac{Kw}{h})$$

Costo anual por año:

$$\left(Consumo\ por\ día\ en\ \frac{kw}{h} \right) * 365$$

4.1.5. Factor potencial de las lámparas utilizadas en la mejora

El factor potencial es muy importante, debido a que este factor indica la calidad en la iluminación o el aprovechamiento de energía que la bombilla utiliza para la intensidad lumínica, entre menor sea el potencial mayor será el consumo de energía eléctrica.

Tabla XVIII. **Factor de potencia de las lámparas led con dimerización**

Cantidad	Descripción	Horas al día	Potencia en kw (led inteligente)	Eficiencia luminosa lum/kw	Costo por kw/h promedio	Consumo en kw/h al día	Costo actual por año	Ahorro anual led inteligente
33	DIGITAL LUMENS DLE-12-ST/HV 1200 LUMENS	8	0,121	0,09	Q 1,46	Q 46,64	Q 17 022,96	Q 20 066,88
13	DIGITAL LUMENS DLE-24-ST/HV 24000 LUM	8	0,241	0,09	Q 1,46	Q 36,59	Q 13 356,61	Q 22 454,27
0	Focos	12	0,1	0,0138	Q 1,46	Q 0,00	Q 0,00	Q 0,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Factor de potencia de las lámparas led convencional**

Cantidad	Descripción	Horas al día	Potencia en kw (led inteligente)	Eficiencia luminosa lum/kw	Costo por kw/h promedio	Consumo en kw/h al día	Costo actual por año	Ahorro anual led inteligente
33	Lámpara led 0085	12	0,02	0,217	Q 1,46	Q 50,81	Q 17 022,96	Q 18 544,92
13	Lámpara led 0186-1	12	0,02	0,075	Q 1,46	Q 49,06	Q 13 356,61	Q 17 905,44
0	Focos	12	0,1	0,0138	Q 1,46	Q 0,00	Q 0,00	Q 0,00

Fuente: elaboración propia.

4.1.6. Costo del consumo energético de las iluminarias convencionales con respecto a las propuestas de mejora

El análisis se hace con base en las iluminarias actuales que son lámpara con gas fluorescente, el inconveniente de esta tecnología es su alto consumo energético y el estrés térmico que generan, debido a que necesitan de calentar el gas para que los electrones se friccionen para generar destellos de luz, esto hace que se genere bastante calor; en espacios donde no hay mucha ventilación, esto es crucial.

- Ahorro por año de las iluminarias led:

Consumo en kw/hr = Q 50,81 al día.

Consumo en kw/hr por año = Q 46,64*365= Q 18 544,92

Ahorro del consumo energético en comparación a las iluminarias actuales:
Q 18 544,92 por año. Porcentaje de ahorro = 50 %

- Ahorro por año de las iluminarias led con dimerización:

Consumo en kw/hr = Q 46,64 al día.

Consumo en kw/hr por año = Q 46,64*365= Q 17 022,96

Ahorro del consumo energético en comparación a las iluminarias actuales:
Q 20 066,88 por año. Porcentaje de ahorro = 54 %.

De acuerdo a la comparación se tiene un ahorro aproximado del 50 % del consumo energético actual, con este ahorro podemos comprar más iluminaria led, o de una mejor tecnología para mejorar la competitividad.

4.1.7. Método de concientización

Para concientizar de manera visual se realiza un diseño que impacte los lugares donde se gasta más energía: las áreas administrativas y de producción.

Figura 64. **Conferencia de concientización para la reducción del consumo energético**



Fuente: elaboración propia.

Figura 65. **Calcomanía para recordar la importancia del ahorro en el consumo energético**



Fuente: elaboración propia.

4.1.8. Reducción mensual

En el análisis realizado se reduce considerablemente el consumo de energía eléctrica generada por las iluminarias y por las conexiones electrónicas; en el análisis se contempla la concientización de apagar la luz y desconectar los electrodomésticos; se hace un conteo de todas las iluminarias y se propone el cambio por luces led de alta tecnología.

Las iluminarias led con dimerizador es una tecnología nueva que trabaja en beneficio del medio ambiente y del presupuesto de las personas; las luces led necesitan poco voltaje lo que hace que se calienten menos y se elimine el estrés térmico; el dimerizador que no es más que un sensor programable sirve para reducir el consumo energético, debido a que se puede programar a ciertas horas y también se enciende solo cuando hay movimiento; aunque la inversión al principio es elevada, a largo plazo es mucho más eficiente que las normales que necesitan de altos voltajes reduciendo la vida útil de los mismo.

Tabla XX. **Cantidad de iluminarias existentes en la empresa**

CAMPANA VAPOR DE MERCURIO	
400 watts	45
200 watts	2
TUBO FLUORESCENTE	
40 watts	369
FOCOS	
75 watts	22

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Reducción del consumo energético de las lámparas fluorescentes**

Cantidad	Descripción	Lumens	Precio del reemplazo total	Inversión por año	Costo actual por año	Ahorro anual	Amortización al año
145	Tubo fluorescente NTE 2900 LUM	2900	Q 488,00	Q 23 586,67	Q 37 089,84	0	Q 60 676,51
145	Lámpara led 0085	1700	Q 400,00	Q 14 500,00	Q 18 544,92	Q 9 086,67	Q 23 958,25
33	DIGITAL LUMENS DEL-12-ST/HV DEL-12- ST/HV 1200 LUMENS	12000	Q 2 128,50	Q 7 024,05	Q 17 022,96	Q 16 562,62	Q 7 484,39

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXI se muestran los diferentes costos asociados a utilizar ciertas iluminarias; dentro de la tabla se analiza el ahorro anual que las lámparas tienen y el costo amortizado de la inversión inicial de cada lámpara; esto indica cuánto se está gastando en cierta cantidad de años.

Tabla XXII. Reducción del consumo energético de las lámparas para exteriores

Cantidad	Descripción	Lumens	Precio del reemplazo total	Inversión por año	Costo actual por año	Ahorro anual	Amortización al año
14	Campana de vapor de mercurio 22500	22500	Q 2 500,00	Q 11 666,67	Q 35 818,88	0	Q 49 985,55
14	Lámpara led 0186-1	18000	Q 2 808,00	Q 9 828,00	Q 17 905,44	Q 1 838,67	Q 28 702,77
13	DIGITAL LUMENS DEL-24-ST/HV DEL-24000 LUM	24000	Q 4 389,00	Q 5 705,70	Q 13 356,61	Q 5 960,97	Q 13 101,34

Fuente: elaboración propia.

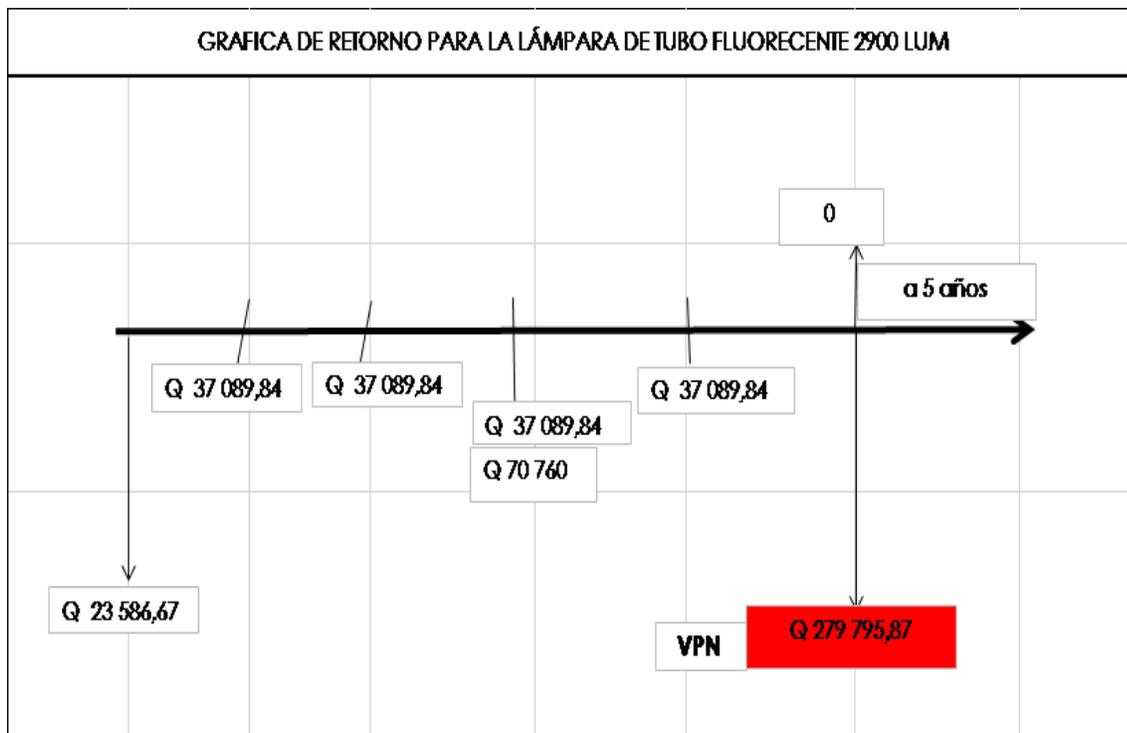
En la tabla XXII se muestran los diferentes costos asociados a utilizar ciertas iluminarias, dentro de la tabla se analiza el ahorro anual de lámparas exteriores y el costo amortizado de la inversión inicial de cada lámpara; esto indica cuánto se está gastando en cierta cantidad de años.

Las lámparas en exteriores tienen una mayor reducción en el consumo energético porque se puede aprovechar la luz del sol por medio de fotoceldas, que reducen aún más el costo de energía eléctrica por las noches.

La proyección de la inversión se realiza a 5 años, que es la vida útil de una iluminaria de gas fluorescente; con base en esto, se tiene un ahorro en el mantenimiento y recambio con las propuestas de mejora.

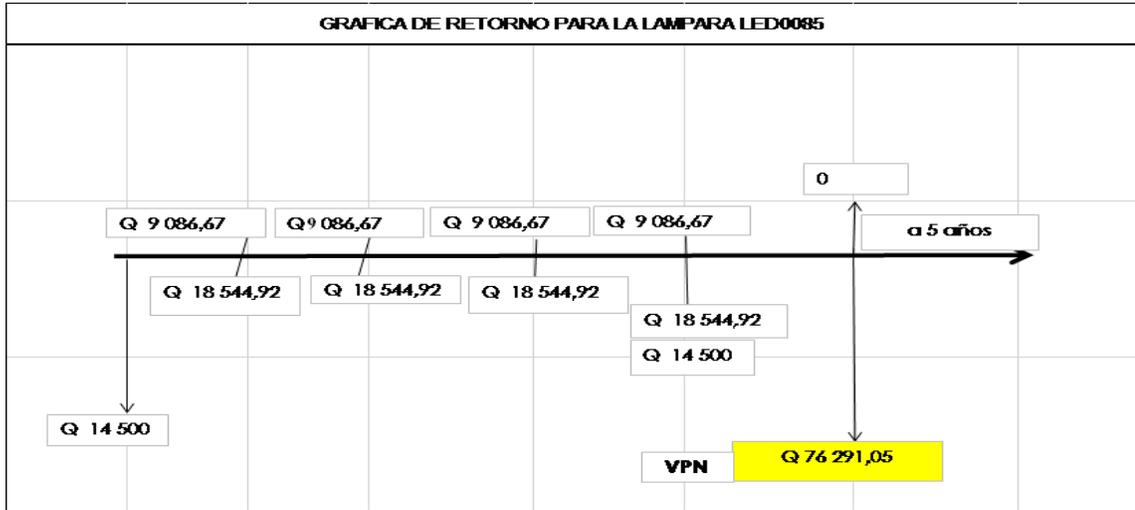
De acuerdo a la amortización a 5 años se prevé pagar las iluminarias led a un costo de: Q 23 958,25 por año con una reducción del consumo energético del: 65,52 % o de las iluminarias con dimerización a un costo de: Q 7 484,39 con la reducción del consumo energético del 87,67 %.

Figura 66. **Amortización de la inversión de iluminarias fluorescentes**



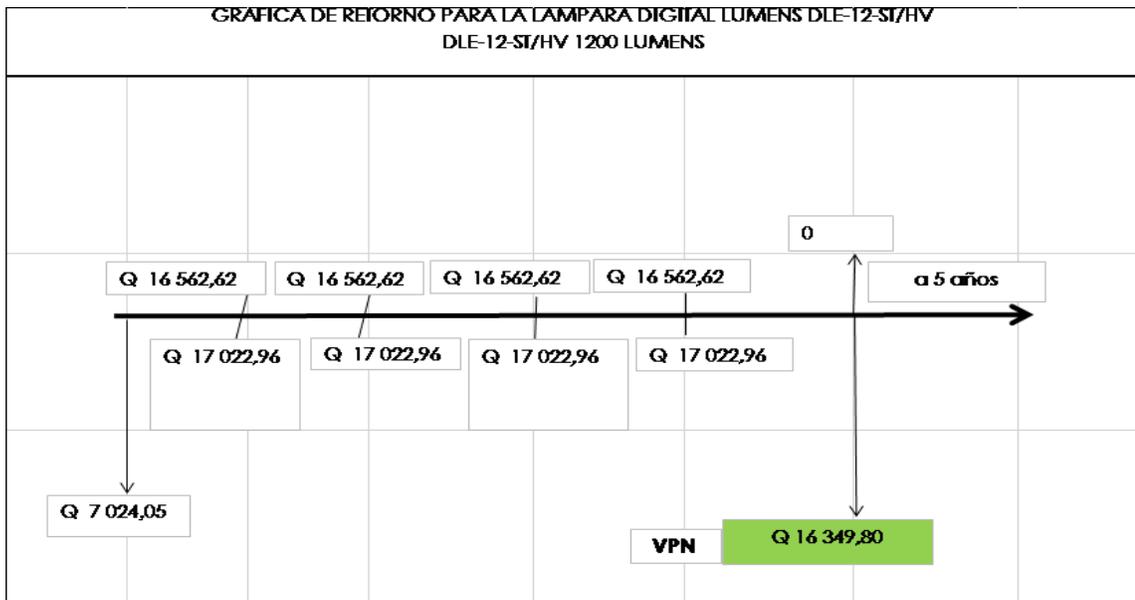
Fuente: elaboración propia.

Figura 67. Amortización de la inversión de luminarias led 1



Fuente: elaboración propia.

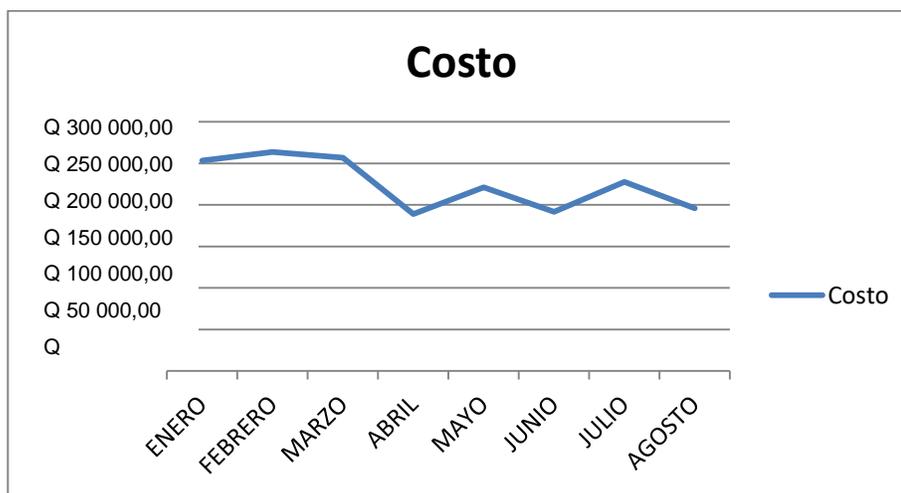
Figura 68. Amortización de la inversión de luminarias led 2



Fuente: elaboración propia.

Con estos análisis se concluye que aunque la inversión inicial es mayor para adquirir iluminarias led con dimerización en un plazo de 5 años se recupera la inversión con un ahorro de Q 16 562,62 por año; es decir, básicamente con el ahorro de tecnología se estarán pagando.

Figura 69. Reducción en el consumo energético



Fuente: elaboración propia.

La reducción del costo del consumo energético corresponde a la concientización y nuevas costumbres que se desarrollan en equipo dentro de la empresa, para ir a la vanguardia de la tecnología; con la responsabilidad social y empresarial se mejoran la competitividad y confianza de los clientes para aumentar el *branding* de la marca.

5. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN

5.1. Propuesta de capacitación

Existen diferentes tipos de capacitación, el recomendado es una conferencia informativa con la práctica relacionada ya que el nivel de escolaridad y el tiempo los han llevado a ser más prácticos.

De acuerdo al plan se realizan las siguientes capacitaciones:

- Información del análisis de merma.
- Desarrollo de los cambios para reducir la merma.
- Información de las propuestas de mejora.
- Inducción de los cambios para reducir la merma desarrollados dentro de la planta de producción.
- Información de los avances en la reducción de merma.
- Información de los ajustes propuestos para controlar las variaciones de la maquinaria.

En este caso se hace enfoque en el método de capacitación por entrenamiento andragógico el cual manifestaba que los adultos aprenden de manera diferente a los niños y que los entrenadores en su rol de facilitadores del aprendizaje deberían usar un proceso diferente para facilitar la enseñanza y la perfección en el desarrollo de una actividad.

5.2. Diagnóstico de necesidades de capacitación

Se crea un registro con el nivel de escolaridad de los colaboradores de la empresa para delimitar la estrategia de divulgación para que se tenga el mayor entendimiento posible.

Tabla XXIII. Registro de escolaridad

REGISTRO DE ESCOLARIDAD DE LOS COLABORADORES			
NIVEL ACADÉMICO		CANTIDAD	total de colaboradores para el plan de desarrollo
PRIMARIA			
1ero	PRIMARIA	1	PRIMARIA
4to	PRIMARIA	1	4
5to	PRIMARIA	2	
6to	PRIMARIA	10	
BASICOS			
1ero	BÁSICO	4	BASICOS
2do.	BÁSICO	2	16
3ero	BÁSICO	14	
DIVERSIFICADO			
PERITO CONTADOR			
4to	Perito	1	DIVERSIFICADO
5to	Perito	1	17
BACHILLERATO EN CIENCIAS Y LETRAS CON ORIENTACIÓN EN ELECTRICIDAD			
4to	Bachillerato	1	

Fuente: elaboración propia.

5.2.1. Objetivo

Concientizar a los colaboradores de la importancia de la reducción de merma en sus áreas de trabajo y el beneficio que genera como un aumento de productividad.

5.2.2. Meta

Que todos los colaboradores utilicen diferentes herramientas y propuestas para ser más productiva la elaboración de fideos, que reduce al máximo la merma generada en el proceso, con la premisa de hacer las cosas bien desde el principio y cree una cultura de mejora continua.

5.2.3. Estrategias

Crear un equipo multidisciplinario dentro de los colaboradores de producción que promueva la innovación y mejoras en los procesos con base en experiencia y conocimientos.

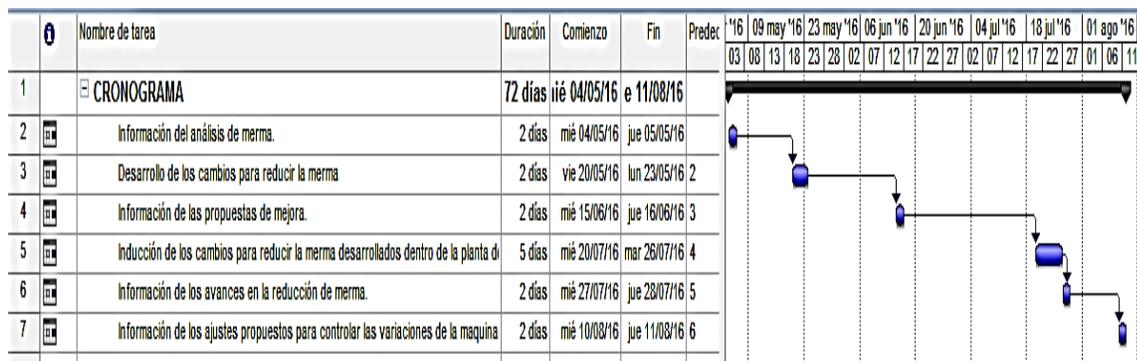
Contemplar la remuneración al colaborador que enfatice la reducción de merma en el área, (despensa mensual de producto).

Felicitar al turno más productivo con base en la reducción de la merma y crear un sistema con una competencia beneficiosa en los diferentes turnos, para aumentar eficientemente el control de los métodos y las propuestas aplicadas a las mermas.

5.2.4. Programación

La programación se realiza en forma constante para que haya un resultado positivo en la motivación y entendimiento de los colaboradores.

Figura 70. Cronograma de capacitaciones



Fuente: elaboración propia.

5.2.5. Metodología de trabajo

Capacitaciones con duración de 2 horas a 4 horas cada una; se realizaban diferentes dinámicas para que el grupo se mantuviera interesado, con preguntas al azar y se premiaba a los que estuvieran atentos y participaran; se llegó a un acuerdo con la empresa para premiarlos con 6 almuerzos por capacitación, así se logró el interés y la conciencia de que se realizaban los cambios en beneficio de la empresa pero más importante en su beneficio para conservar su trabajo.

5.2.6. Recurso humano

El recurso humano es fundamental para que los programas de mejora se puedan desarrollar, entre más capacitados estén los colaboradores mejor discernimiento y aceptación se tendrán en las propuesta de mejora.

Se plantea un plan de desarrollo personal en el cual se hace un análisis del nivel educativo de los colaboradores y se contempla estandarizar los puestos con un nivel secundario como mínimo.

En el plan de desarrollo se encontró que el 11 % de los colaboradores de producción están por debajo de sexto primaria, el 43 % en nivel básico y el 46 % le falta terminar el diversificado.

Con el propósito de mejorar esa deficiencia que existe en el departamento de producción y volverlo un requisito para los nuevos colaboradores, se crea el plan de desarrollo personal que se trabaja conjuntamente con un colegio para respaldar a los participantes en los estudios por madurez de los niveles de escolaridad pendientes para garantizar un trabajo más asertivo y comprometido en la mejora continua.

El método de concientización utilizado se define de una manera visual y con conciencia; debido a que el ser humano es más visual, la estrategia perfecta es la conferencia en la importancia de reducir el consumo energético, para ayudar al medio ambiente y como un sistema de ahorro para los gastos familiares aplicados en la comunidad como en la empresa.

Figura 71. **Capacitación reducción de merma primer turno**



Fuente: elaboración propia.

5.2.7. Evaluación

La evaluación se realiza después de cada capacitación en forma oral y escrita con dinámica; se realizan auditorías constantemente de los registros y procedimientos para evaluar que se esté practicando lo desarrollado en la capacitación.

La evaluación aplicada es la de reconocimiento simple, donde el colaborador memoriza palabras claves por escrito que lo ayuden a desempeñar el objetivo de la capacitación.

Las evaluaciones se realizan enfocadas en el área del colaborador para tener los parámetros o propuestas mejor asimiladas al comprender el procedimiento que realiza.

Figura 72. Herramienta de evaluación

NOMBRE: _____	Puesto: _____
FECHA: _____	Firma: _____

Instrucciones: conteste lo que se le pide a continuación.

1. ¿Qué es lo primero que debe de realizar antes de arrancar la línea?
Realizar una limpieza profunda y verificar sellos y bandas.
2. ¿A qué distancia debe estar la abertura de la ventilación de los cabezales?
En la franja marcada a 1/3 cuando inicia la operación.
3. ¿Cuál es la presión de inyección que se le debe de dar a los hornos secaderos?
De 60 a 65 psi
4. ¿Cuál es la velocidad del variador para el sin fin que ayuda a que la figura salga homogénea?
43.05 hz o ciclos por segundo.
5. ¿Cuando se deben de tomar los pesos de las figuras y en qué áreas?
Se deben de llenar los registros antes y después de que pase por los secaderos, para verificar si el porcentaje de humedad es el correcto o hay que levar la temperatura.
6. ¿Para qué sirven las charolas de acero inoxidable?
Para echar el producto que no cumple con las especificaciones y poderlo aprovechar en el reproceso.
7. ¿En qué le beneficiará tener buenas prácticas de manufactura?
En tener un lugar mas limpio y ordenado donde pueda trabajar de una mejor manera, en menor tiempo y con organización
8. ¿Qué se debe hacer para cambiar la velocidad de los carrillones o bandas transportadoras?
Comunicarse con el empacador para evitar la acumulación de producto que se convierte en pozol y daña la empacadora.

Fuente: elaboración propia.

5.2.8. Costo de la implementación del plan de capacitación

Para el inicio de capacitaciones se realiza una proyección mensual conforme a la programación, esta proyección nos sirve para la logística de los recursos que se utilizaron para llevar a cabo las charlas.

En el caso de una capacitación andragógica la metodología utilizada requiere de incentivos para fomentar la participación y la atención del personal que está en entrenamiento, por ello se acuerda con dirección general la compra de comida, materiales para las actividades y un premio o incentivo que se le da solo al colaborador sobresaliente y consiste en Q 350,00 para un salida familiar.

Con esto se incentiva a los colaboradores a responder y practicar lo aprendido en las capacitaciones y asumir un rol primordial en la reducción de costos innecesarios, como la merma de fideos y material de empaque y el consumo energético.

Figura 73. **Proyección de gastos para capacitaciones**

Proyección de Costos														
		Mayo				Junio		Julio				Agosto		
	Precio	04/05/2016	06/05/2016	20/05/2016	23/05/2016	15/06/2017	16/06/2017	20/07/2016	26/07/2016	27/07/2016	28/07/2016	10/08/2016	11/08/2016	Total
Cantidad		16	16	16	16	16	16	32	32	16	16	16	16	224
Almuerzo	Q15	Q240,00	Q240,00	Q240,00	Q240,00			Q2 400,00	Q480,00				Q3 840,00	Q3 840,00
Refacción	Q7					Q112,00	Q112,00			Q112,00	Q112,00	Q112,00	Q112,00	Q672,00
Premio/ Incentivo	Q350	Q350,00			Q3 500,00									
Materiales	Q10	Q160,00		Q160,00		Q160,00		Q320,00		Q160,00				Q960,00
													Total	Q8 972,00

Fuente: elaboración propia.

Figura 74. **Incentivo por tener un resultado satisfactorio en la capacitación**



Fuente: elaboración propia.

Figura 75. **Incentivo para la capacitación y evaluación para la reducción de la merma**



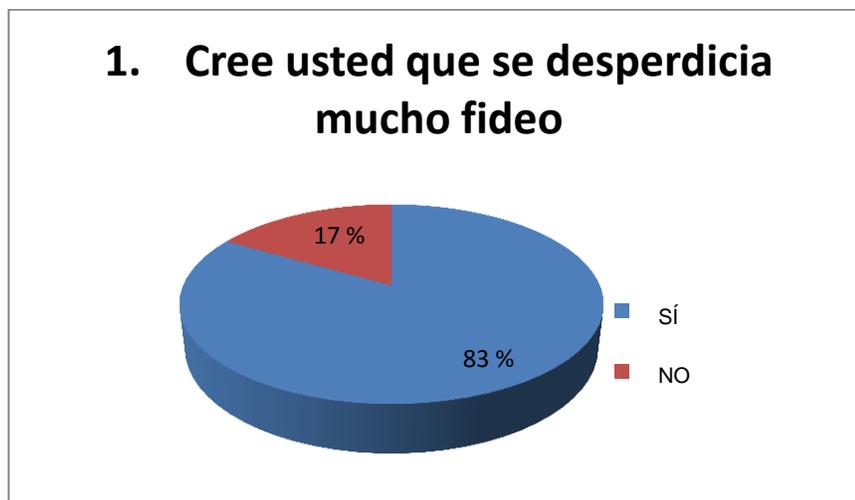
Fuente: elaboración propia.

5.3. Resultados de la capacitación

Los resultados de la capacitación son asertivos, se logró el objetivo en la reducción de merma y se incluyó por parte del departamento de talento humano un plan de desarrollo integral para los colaboradores; esto logra que los colaboradores tengan un nivel aceptado de estudios para cumplir con las normas a la que está certificada la empresa, también, para que los colaboradores desarrollen métodos que les ayuden a ser más productivos.

También, se logra tener un producto más uniforme en la mejora de la calidad del producto y la productividad de los colaboradores; las técnicas de evaluación para ver los resultados provienen de las preguntas directas de simple análisis y de opción múltiple para que los colaboradores analicen por qué se hacen los cambios.

Figura 76. **Pregunta de concientización para la reducción de merma**



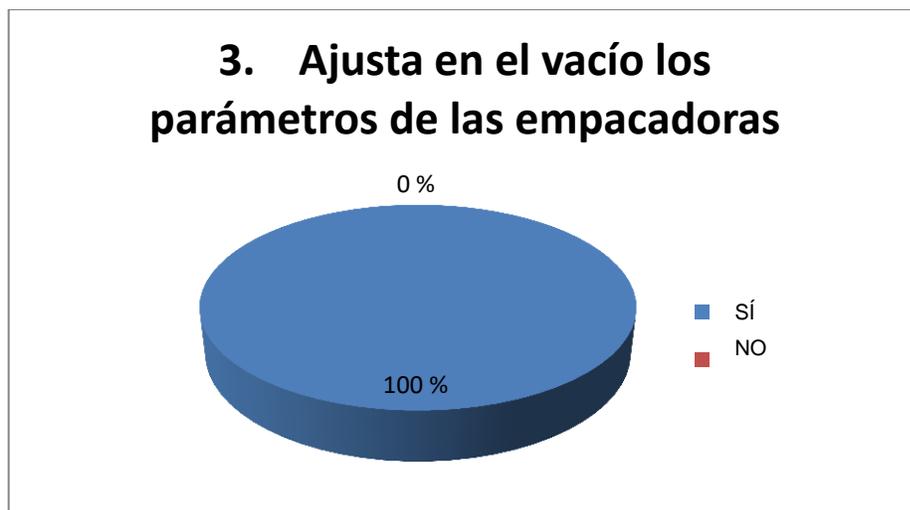
Fuente: elaboración propia.

Figura 77. **Pregunta de la implementación de buenas prácticas de manufactura**



Fuente: elaboración propia.

Figura 78. **Implementación de ajuste al vacío**



Fuente: elaboración propia.

Figura 79. **Aplicación de herramienta apropiada para reducir la merma**



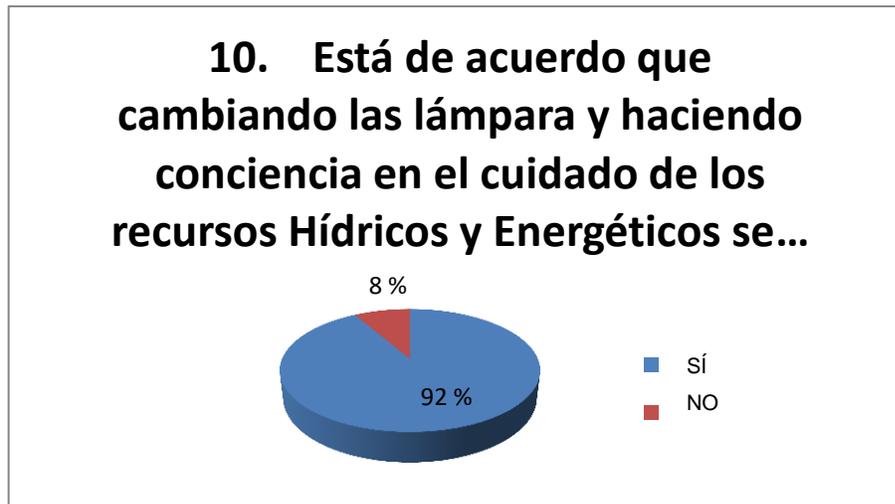
Fuente: elaboración propia.

Figura 80. **Implementación del programa para reducir la merma de material de empaque**



Fuente: elaboración propia.

Figura 81. **Concientización de propuesta para el cuidado del medio ambiente**



Fuente: elaboración propia.

Figura 82. **Producto luego de las propuestas de mejora y la capacitación al personal**



Fuente: elaboración propia.

5.3.1. Análisis de resultados

Luego de utilizar las técnicas de reingeniería de procesos, gestión de operaciones y gestión de calidad total, se puede verificar una mejora en la reducción de la merma de fideos y material de empaque en el proceso productivo.

Lo cual logra una activación de la rentabilidad del departamento de producción, debido al aprovechamiento total de los recursos, que se refleja en una reducción del costo de operación del producto.

Las fases que se utilizaron para definir las propuestas de mejora son:

- Formación de un equipo de mejora: en este caso se analizan a las personas que más participación tiene en el departamento y las que cuentan con una amplia experiencia para delimitar los problemas y buscar soluciones en el sistema productivo.
- Definiciones del problema: en esta fase se delimitan las herramientas de diagnóstico como FODA, Ishikawa y lluvia de ideas, para definir la causa raíz y proponer la metodología para solucionarlos.
- Implementación de soluciones y contención: estas soluciones se determinan inmediatamente y el objetivo es analizar la variabilidad de los resultados, se plantean soluciones para probar cual es la que mayor reducción de merma genera mediante la prueba y análisis.

- Medición y análisis: en esta fase se determinan todos los valores cuantitativos que se pueden controlar para enfocarse en los indicadores de cada solución.
- Análisis de soluciones: en esta fase se registran las mediciones y se colocan las propuestas que generaron mayor aporte en el sistema productivo para reducir la merma de fideo y material de empaque.
- Elección e implementación de las propuestas: en esta fase se implementa un diseño metodológico en donde se analiza la ejecución de las propuestas, población o muestra, recursos, procedimientos y puesta en marcha de las soluciones.
- Entrenamiento y capacitación: en esta fase se apoya en los líderes de cada turno y se presentan las propuestas de solución, la implementación de esas propuestas y el control adecuado de las mismas para que se pueden reflejar en los indicadores, para ello se proyecta una metodología andragógica el cual nos permite tener la atención la mayoría del tiempo logrando influenciar la idea en los colaboradores, el costo de este plan de capacitación es de Q 40,05 por colaborador teniendo para los 4 meses de capacitación un total de 224 personas entrenadas a un costo total de Q 8 972,00
- Control: en esta fase se consideran todos los resultados de las propuestas de soluciones y se verifican las incidencias que provocan variabilidad en el sistema productivo, para retroalimentar y buscar otras soluciones; en esta fase se controlan los registros que se utilizan para estandarizar el proceso.

Con estas propuestas ingenieriles se logra el siguiente análisis, en condiciones óptimas de producción con el proceso anterior para cada 500 000 kg producidos se generaba una merma de 34 403,32 kg al mes, al año el costo de la merma era de: Q 2 477 039,04.

- Proceso sin estandarización:
 - De 17 000 kilos de producción se generan 1 169,71 kilos de merma diarios.
- Proceso estandarizado con propuestas de mejora:
 - De 17 000 kilos de producción se generan 436,89 kilos de merma diarios, teniendo una reducción de la merma del 37,35 %.
- Costo de la merma generada por día con las propuestas de mejora:

Valor de la merma con las propuestas de mejora

$$= (\text{cantidad en kilos por día} * \text{costo de producción por kilo})$$

*Valor de la merma con las propuestas de mejora: (436,89 kg * Q 6)*

$$= Q 2 621,34$$

- El costo de merma con el proceso estandarizado por las propuestas de mejora al año es de:

$$\text{Costo de merma por año: } (Q 2 621,34 * 30 * 12) = Q 943 682,4$$

Con las propuestas de mejora para cada 500 000 kg producidos se genera una merma de 13 106,7 kg al mes, al año el costo de la merma es de Q 943 682,40.

Con las condiciones propuestas se tiene un ahorro por el costo generado en la merma de Q 1 533 356,64, el dinero de la reducción se puede utilizar para realizar cambios o mejoras en las líneas y así disminuir aún más el costo innecesario.

Los cambios de metodología, los procedimientos, los controles preventivos y los ajustes de control son propuestas ingenieriles que facilitan un proceso más productivo disminuyendo los costos innecesarios y aumentando el rendimiento de operación en este caso en un 37,35 %.

CONCLUSIONES

1. Con la aplicación de diferentes métodos de ingeniería aplicados al departamento de producción, según lo demuestra el análisis de resultados, se logra reducir en un 37,35 % la merma de fideos y material de empaque que se generaba en esa área.
2. Con la reducción de merma se logra aumentar el rendimiento de las máquinas debido a que se tiene mayor producción en la misma cantidad de horas.
3. Se diseñó el lugar de trabajo para determinar el área donde se pueden colocar las bandejas receptoras, lo que ayuda a que el producto sea aprovechado y no se desperdicie; se logra con esto más limpieza y se da valor a la reducción de merma por medio de señalización y limpieza en el área de trabajo.
4. Con el control de los parámetros de ajuste en las maquinarias, se logra tener un proceso productivo más exacto; el resultado es ser eficiente en la transformación del producto con altos estándares de calidad, lo que reduce las mermas, significativamente.
5. Se crea una cultura para que se reduzcan los gastos generados por la merma y el consumo de energía eléctrica y se concientiza a los colaboradores para ver como incentivo el trabajo seguro y la reducción de gastos de su núcleo familiar.

6. La línea de pasta nido presenta el mejor rendimiento en el año 2016, con un 90,16 %; el resultado de aumentar la velocidad de la línea en 1 segundo en el mes de junio 2016; esto se debe al análisis de los parámetros que después de estandarizarlos se da el seguimiento por medio de en un procedimiento para garantizar la eficiencia y cumplimiento.
7. Se trabaja en las filtraciones de agua y en la continuidad del aire por parte de mantenimiento para que el secado sea uniforme y se pueda reducir el problema de humedad y quemado.
8. Se debe continuar trabajando en mejoras de las empacadoras principalmente en la línea 4 y mejoras en la operación debido a que es un trabajo de mejora continua; no se deben dejar de supervisar ni controlar los parámetros establecidos para trabajar con los más altos estándares.

RECOMENDACIONES

1. Seguir registrando los ajustes de las líneas de producción por medio de tablas y bitácoras para lograr estandarizar los cambios y verificar las variaciones para corregir los ajustes inmediatamente
2. Verificar el plan de mantenimiento de los cabezales en las empacadoras Ishida para evitar que los desajustes provoquen pérdidas de bobina y de fideo en las selladoras del empaque; de seguir el problema, se puede reducir el tiempo entre cada mantenimiento.
3. Proporcionar las herramientas e instrumentos necesarios para realizar buenas prácticas de manufactura y reducir los desperdicios provocados por las malas acciones de los colaboradores.
4. Realizar auditorías de procedimientos establecidos para el correcto funcionamiento de los procesos productivos para crear la cultura correcta de operación.
5. Chequear los sensores 1 vez por semana y establecer una matriz de cambio o modificación a unos más precisos cuando sea necesario su mantenimiento; en este caso se puede evaluar el costo / beneficio de arreglar los sensores o cambiarlos por unos más exactos.
6. Firmar y revisar la hoja de responsabilidades en las personas encargadas de los ajustes de los parámetros para tener una mayor precisión en el proceso y control de la realización, esto tiene que llevar el

formato de responsabilidad para controlar algo tan importante como lo son los ajustes

7. Divulgar la importancia y crear la conciencia de ahorro del consumo energético, como medida de ahorro en las casas como en la empresa.
8. Brindar el seguimiento de las cotizaciones e implementación de iluminarias fotovoltaicas y con dimerización para el ahorro significativo de luz eléctrica de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

1. BESTERFIELD, Dale. *Control de calidad*. 5ª Ed. México Editorial Prentice Hall. 2010. 40 p.
2. FRED, David. *Strategic management*, 4a Ed. New York: Macmillan Publishing Company. 2002. 75 p.
3. HELLRIEGEL, Susan E; JACKSON, John W; SLOCUM, Jr. *Administración, un enfoque basado en competencias*. 10ª Ed. España: International Thompson. 2010. 50 p.
4. *Herramientas para el ingeniero industrial*. [En línea]<<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestion-y-control-de-calidad/mejora-de-procesos-metodo-de-las-ocho-fases/>>. [Consulta: 24 de abril de 2016].
5. STEPHEN P. Robbins; COULTER Mary. *Administración*. 5ª Ed. México: Editorial Prentice Hall. 2010. 30 p.
6. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. 3ª Ed. México: Editorial Prentice Hall. 1999. 25 p.

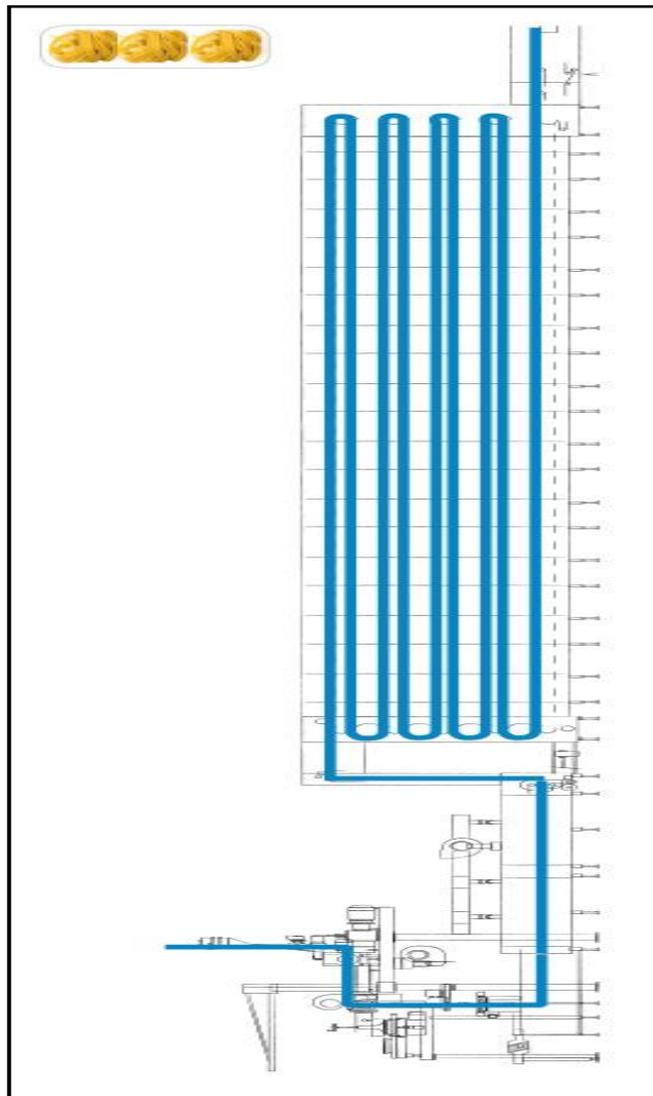
Apéndice 2. **Formato para contabilizar merma de material de empaque**

FECHA	LINEA	DESCRIPCION	KILOS	TURNO	OPERADOR	MOTIVO	ORDEN	COMPAÑÍA	INGRESO
01/03/2016	1	tornillo moderna	0.11	1	Juan	Cambio de bobina	104142	215	4786
01/03/2016	1	tornillo moderna	0.35	2	Otoniel	Cambio de bobina	104142	215	4786
01/03/2016	1	caracol moderna	2 0.1	3	Arturo	Cambio de bobina	104144	215	4786
01/03/2016	3	entrefino capri	0.8	1	Henry	Cambio de bobina	301639	215	4786
01/03/2016	3	entrefino capri	0.4	2	Mynor	sobre peso	301639	215	4786
01/03/2016	3	entrefino capri	0.45	3	Leonel	sobre peso	301639	215	4786
01/03/2016	4	spaguetti moderna 200	5.63	1	Carmen/Mario	pozol en el sello	200834	216	2711
01/03/2016	4	spaguetti issima	2.88	2	Marta/Eugenio	pozol en el sello	200836	216	2712
01/03/2016	4	spaguetti issima	3.25	3	Humberto	pozol en el sello	200836	216	2712

Fuente: elaboración propia.

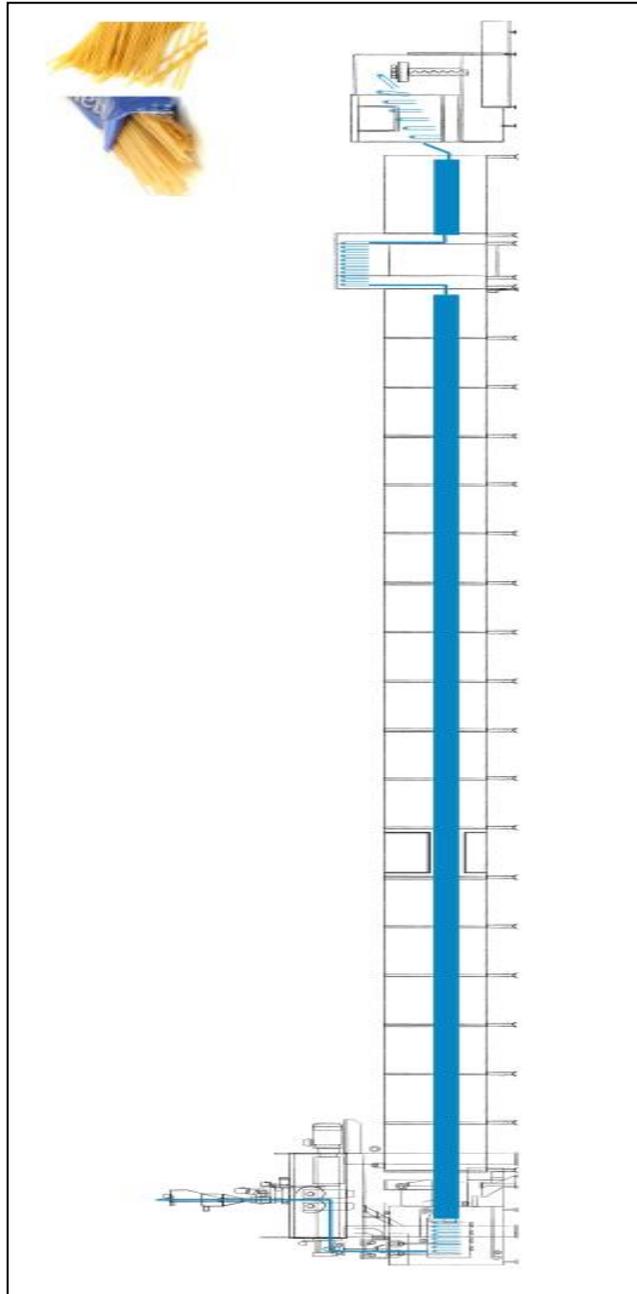
ANEXOS

Anexo 1. Recorrido de la pasta nido por la línea 3



Fuente: *Recorrido de la pasta*. <http://www.pavan.com/en/product/dry-pasta/nest-shaped-nidomatic>. Consulta: 8 agosto de 2017.

Anexo 2. **Recorrido de la pasta larga de la línea 4**



Fuente: *Recorrido de la pasta*. <http://www.pavan.com/en/product/dry-pasta/long-cut-single-tier>. Consulta: 8 de agosto de 2017.

Anexo 3. Horas de producción del reporte diario de operación

Informe:		Horas de Producción en el Día "Guatemala"						
Fecha	15-Sep-16	Horas				% Horas		
Línea de		Disponibles del	Progra. Trabaja	Producción del Día		Lab.Disp.	Lab.Prog	
				Horas	Min.			
61	LINEA CORTAS GUAT.	24	24	21	5	87.85%	87.85%	
62	LINEA LARGAS GUAT.	24	24	0	0	0.00%	0.00%	
63	LINEA ROSCAS GUAT.	24	24	18	1	75.07%	75.07%	
64	PASTA LARGA GUAT	24	24	22	5	92.01%	92.01%	
Totales de Líneas:		4	96	96	61	11	63.73%	63.73%

Fuente: *Horas de producción.*

C:\Users\francisco\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Outlook\PHW56A72\H
orasgua.html. Consulta: 2 de octubre de 2017.

Anexo 4. Motivo de los paros de la líneas sacado del reporte diario de operación

Reporte de causas de paro por Planta "Guatemala"						
Fecha	Línea	Tipo	Paro	Horas	Minutos	
15-Sep-16	61	2 Cambio de	Cambio de Molde	0	45	
15-Sep-16	61	4 Mantenimiento	Mtto. Correc. Mecanico Silos	2	10	
				Totales X Línea	61	55
15-Sep-16	62	1 Maquina Parada	Falta de Programa	24	0	
				Totales X Línea	62	0
15-Sep-16	63	4 Mantenimiento	Mtto. Correc. Mecanico Secador	5	59	
				Totales X Línea	63	59
15-Sep-16	64	4 Mantenimiento	Mtto. Correc. Mecanico Secador	0	30	
15-Sep-16	64	4 Mantenimiento	Mtto. Correc. Mecanico Secador	0	5	
15-Sep-16	64	4 Mantenimiento	Mtto. Correc. Mecanico Secador	0	20	
15-Sep-16	64	4 Mantenimiento	Mtto. Correc. Mecanico Secador	0	15	
15-Sep-16	64	4 Mantenimiento	Mtto. Correc. Mecanico	0	10	
15-Sep-16	64	4 Mantenimiento	Mtto. Correc. Mecanico	0	30	
15-Sep-16	64	4 Mantenimiento	Mtto. Correc. Mecanico Secador	0	5	
				Totales X Línea	64	55
				Totales X Planta	34	49

Fuente: *Motivo de paros de líneas.*

C:\Users\francisco\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Outlook\PHW56A72\p
arosgua.html. Consulta: 2 de octubre de 2017.

Anexo 5. Reporte diario de operación

REPORTE DIARIO DE OPERACIONES			
Jueves, 15 de Septiembre de 2016			
<i>Informe: 1Ventas</i>		PLANTA GUATEMALA	
<i>Periodo de Ventas:</i>	9	<i>Del</i>	01-Sep-16
		<i>Al</i>	30-Sep-16
<i>Ventas del Perido</i>	209,129.63	<i>Dias.Hab.del.Periodo</i>	27
<i>Objetivo Perido:</i>	9	550,000.00	<i>Dias.Tot.del.Periodo</i> 15
Resumen de Ventas			
<i>Ventas del Día</i>	<i>Ventas Perido</i>	<i>Objetivos</i>	
0.00	209,129.63	550,000.00	
<i>Prom.Vtas.Diar.</i>	<i>Prom.Vtas.Dia.Obj</i>	<i>Estimado de</i>	<i>%</i>
13,941.98	20,370.37	376,433.33	68.44%
Resumen de Produccion			
Días Para Produccion			
	<i>Hab.Pro.</i>	<i>Hab.Trans.</i>	
	19	9	
<i>Producción del día</i>	20,536.00		
<i>Producción Acumulada</i>	131,169.64		
<i>Estimado de Prod. del Mes</i>	276,913.68		
Resumen de Inventarios			
	Inventarios	Capacidades	Diferencia
<i>Planta</i>	0.00	7,500.00	7,500.00
<i>Racks</i>	0.00	0.00	0.00
<i>Cedi</i>	0.00	90,000.00	90,000.00
<i>Laredo</i>	0.00	0.00	0.00
<i>Semola</i>	0.00	0.00	0.00
<i>Página 1 de 1</i>			

Fuente: Reporte de operación.

C:\Users\francisco\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Outlook\PHW56A72\R

DO.HTML. Consulta: 2 de octubre de 2017.